

Klimaneutrales Karlsruhe 2050

Machbarkeitsstudie zur Klimaneutralität im Stadtkreis Karlsruhe im Rahmen des Wettbewerbs Klimaneutrale Kommune des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg



KEK – Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur gGmbH

Hebelstraße 15, 76133 Karlsruhe

Tel: +49 721 48088-0, Fax: +49 721 48088-19, info@kek-karlsruhe.de



Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU)

Hertzstr. 16 - Gebäude 06.33 (Uni-West), 76187 Karlsruhe

Tel: +49 721 608-44460, Fax: +49 721 608-44682, info@dfiu.kit.edu

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Tel: +49 721 608 - 3474, Fax: +49 721 608 - 26715, stelzer@kit.edu



IREES GmbH

Schönfeldstraße 8, 76131 Karlsruhe

Tel: +49 721 915 2636 -0, Fax: +49 721 915 2636 -11, info@irees.de



Probst & Consorten Marketing-Beratung

Altleutewitz 11, 01157 Dresden

Tel: (03 51) 4 24 40-0, Fax: (03 51) 4 24 40-15, info@probst-consorten.de

Inhalt

INHALT	1
DANKSAGUNG	3
ZUSAMMENFASSUNG FÜR ENTSCHEIDUNGSTRÄGER	5

TEIL I - MACHBARKEITSSTUDIE

1. EINLEITUNG	11
2. AUSGANGSSITUATION IN KARLSRUHE	14
2.1. Allgemeine Informationen	14
2.2. Klimabilanz	14
2.3. Derzeitige Klimaschutzaktivitäten – eine Kurz-Bilanz	15
3. DEFINITION DER SZENARIEN	17
3.1. Grundannahmen	17
3.2. Referenzszenario	19
3.3. Zögernde Welt - Szenario	20
3.4. Engagierte Welt – Szenario	21
4. SEKTORSPEZIFISCHE POTENZIALANALYSE	23
4.1. Private Haushalte	23
4.2. Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	41
4.3. Industrie	68
4.4. Mobilität	83
4.5. Energiebereitstellung	99
4.6. Konsum	109
5. STRATEGIEEMPFEHLUNGEN FÜR EINEN KLIMASCHUTZFAHRPLAN	113
6. QUELLENVERZEICHNIS	117

TEIL II - ANHANG

7. ANHANG	122
7.1. Klimatische Ausgangssituation	122
7.2. Klimabilanz	123
7.3. Szenarien	124
7.4. Modellierungen	124
7.5. Workshops	143
7.6. Glossar	144
7.7. Sonstiges	146

TEIL III - LEITPROJEKTE UND MAßNAHMENKATALOG

8. LEITPROJEKTE- UND MAßNAHMENKATALOG	155
8.1. Übersicht	155
8.2. Erläuterungen	157
8.3. Beschreibung der Maßnahmen und Leitprojekte	161

Danksagung

96 Vertreter von Organisationen und Initiativen haben durch Informationen, Ideen und Diskussionsbeiträge an dieser Studie mitgewirkt, zumeist ehrenamtlich und oft in ihrer Freizeit. Ihnen allen, die mit großem Engagement geholfen haben, den Weg zu einem klimaneutralen Karlsruhe aufzuzeigen, sei vorab gedankt.

Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Die Studie „Klimaneutrales Karlsruhe 2050“ beantwortet die Frage, ob und wie in Karlsruhe bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität erreicht werden kann. Unter Klimaneutralität wird eine Verminderung der jährlichen CO₂-Emissionen von heute rund 10 Tonnen pro Kopf und Jahr auf unter 2 Tonnen verstanden.

Der Untersuchung liegen drei Szenarien zu Grunde, die unterschiedliche äußere Rahmenbedingungen für Karlsruhe abbilden und die als *Referenzszenario*, *zögernde Welt* und *engagierte Welt* bezeichnet werden. Während das *Referenzszenario* davon ausgeht, dass im Klimaschutz keine neuen gesetzlichen oder gesellschaftlichen Initiativen für eine Verbesserung des Klimaschutzes erfolgen, werden die Rahmenbedingungen für den Klimaschutz in der *zögernden Welt* und in der *engagierten Welt* zunehmend besser. Die Studie zeigt, wie sich die CO₂-Emissionen in den Bereichen private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD), Industrie und Verkehr unter den unterschiedlichen Rahmenbedingungen der drei Szenarien entwickeln könnten. Dabei wird unterstellt, dass Karlsruhe selbst ein engagiertes Maßnahmenpaket umsetzt, das die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes von 2009 sowie weitere zahlreiche zusätzliche Aktivitäten und Leitprojekte beinhaltet, die im Rahmen der Studie in neun Expertenworkshops erarbeitet wurden.

Die Studie enthält jedoch keine Aussage zur Eintrittswahrscheinlichkeit der drei Szenarien und der daraus abgeleiteten Emissionspfade bis zum Jahr 2050. Dies ist aufgrund der offenen energie- und klimapolitischen Entwicklungen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene nicht möglich.

Unter diesen Voraussetzungen kommt die Studie zu folgenden Ergebnissen:

1. Unter den günstigen Rahmenbedingungen des Szenarios *engagierte Welt* kann die Stadt Karlsruhe das Ziel der **Klimaneutralität** erreichen, wenn sie das ambitionierte Maßnahmenpaket vollständig umsetzt. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zeigen entsprechend der Modellergebnisse das Minimum der notwendigen Aktivitäten der Stadt Karlsruhe und vieler weiterer Akteure auf. Eine nur teilweise Umsetzung der Maßnahmen gefährdet die Zielerreichung, falls sie nicht durch andere Maßnahmen mit vergleichbarer Wirksamkeit ersetzt werden. Entwickeln sich die äußeren Rahmenbedingungen ungünstiger (*zögernde Welt* oder *Referenzszenario*), müssen neben den vorgeschlagenen Maßnahmen noch erhebliche weitere Anstrengungen in Karlsruhe unternommen werden, um Klimaneutralität zu erreichen.
2. Die CO₂-Emissionen in Karlsruhe werden deutlich durch die Emissionen der **Raffinerie (MiRO)** und des **Rheinhafen-Dampfkraftwerkes (RDK)** bestimmt. Würden die Emissionen des RDK und der MiRO nach dem Territorialprinzip ausschließlich Karlsruhe zugeordnet, wären die Klimaschutzziele Karlsruhes nicht erreichbar. Die Emissionen aus der Stromerzeugung werden jedoch in der Bilanzierung beim Stromnutzer erfasst, indem die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Stromerzeugung in Deutschland zugrunde gelegt werden. Entsprechend sind beim Verkehr über den Kraftstoffverbrauch die CO₂-Emissionen der Herstellung berücksichtigt.
3. Der **Sektor Industrie** in Karlsruhe hat den größten Anteil an den CO₂-Emissionen. Die höchsten Effizienzpotenziale der Industrie liegen im Wärmebereich. Effizienzgewinne bei der Stromnutzung werden durch den steigenden Strombedarf aufgrund wachsender Automatisierung und zusätzlicher Stromnutzungen teilweise wieder aufgezehrt.
4. Für den **Sektor Gewerbe-Handel-Dienstleistung**, der mit ca. 77 % einen hohen Anteil an der Karlsruher Bruttowertschöpfung besitzt, liegt das größte Potenzial zur Energieeinsparung mit rund zwei Dritteln im Bereich Raumwärme. Beim Strom, der einen Anteil von 30 % am Endenergiebedarf des Sektors besitzt, werden vor allem bei der Beleuchtung, aber auch bei den Elektromotoren hohe Effizienzgewinne erreicht. Der Energiebedarf des Bereiches GHD wird im Szenario *engagierte Welt* bis 2020 um 1,8 % pro Jahr reduziert. Durch den technischen

Zusammenfassung für Entscheidungsträger

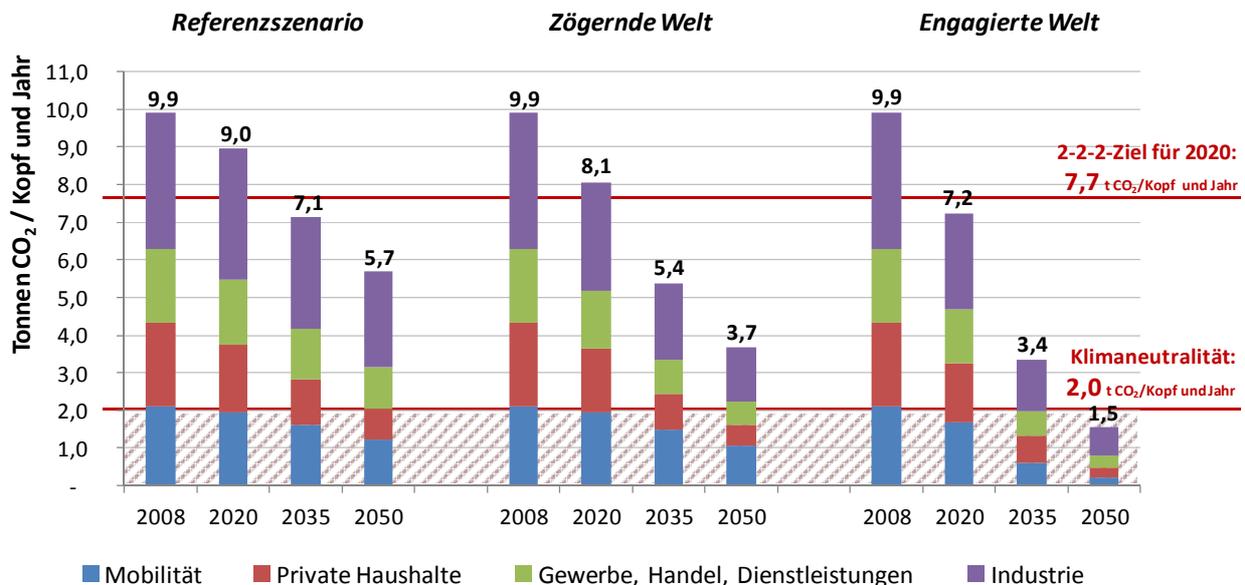
Fortschritt kann nur mit einer Effizienzverbesserung von ca. 1 % pro Jahr gerechnet werden. Beteiligt sich ein Großteil der Unternehmen an Energieeffizienznetzwerken, ließe sich eine Verdoppelung dieser Quote erreichen.

5. Auch bei den **privaten Haushalten** liegt das größte Einsparpotenzial im Bereich der Raumwärme. In diesem Bereich können 80 % der Einsparungen erzielt werden, wenn die jährliche Sanierungsrate des privaten Gebäudebestandes von aktuell 1 % auf 2 % verdoppelt wird. Beim Strombedarf der Haushalte kann durch die Förderung des Austauschs von Kühlgeräten und Umwälzpumpen von Heizungs- und Warmwasseranlagen der größte Effekt erzielt werden.
6. Im Bereich **Mobilität** besteht das größte Einsparpotenzial beim Personenverkehr. Es sind erhebliche Emissionseinsparungen möglich, diese erfordern allerdings tiefgreifende Veränderungen im Mobilitäts- und Verkehrsverhalten, d. h. im Bewusstsein der Karlsruher Bürger. Zentrale Ansatzpunkte sind: Verlagerung auf umweltfreundlichere Fahrzeuge sowie stärkere Bündelung und Verkehrsvermeidung.

Bereits mit „weichen“ Maßnahmen - etwa Kommunikation, Motivation oder Information – können die aktuellen pro-Kopf-Emissionen des Verkehrs bis 2050 auf 1,1 Tonnen pro Kopf halbiert werden. In Abhängigkeit von der tatsächlichen Emissionsentwicklung müssen spätestens mit der Fortschreibung des aktuellen Verkehrsentwicklungsplans 2025 einschneidendere Maßnahmen ergriffen werden, etwa durch Parkplatzreduzierungen, City-Maut oder eine konsequente Elektrifizierung. Selbst mit diesen Maßnahmen kann das Klimaschutzziel für den Sektor Verkehr nur im Fall der *engagierten Welt* erreicht werden.

7. Bei der **Energiebereitstellung** kann die Fernwärme im Jahr 2050 bis zu 30 % des gesamten Wärmebedarfs für Karlsruhe abdecken. Großes CO₂-Minderungspotenzial besteht bei der Einbindung bislang ungenutzter Abwärme und der Verringerung des Anteils von Frischwärme. Die erneuerbaren Energien haben in Karlsruhe vor allem Potenzial über dezentrale Anlagen. Dabei stellen Bürgerbeteiligungsmodelle vor allem beim Strom einen wichtigen Motor für den weiteren Ausbau dar.

Abb. 0-1: Entwicklung der CO₂-pro-Kopf-Emissionen der Sektoren in den drei Szenarien



7,7 t CO₂/Kopf 2020 entsprechen 6,2 t / Kopf ohne Verkehr im KLIMA-Szenario des Klimaschutzkonzeptes 2009

Quelle: Eigene Darstellung

8. Die Anspruchsgruppen in Karlsruhe erwarten, dass die **Stadtverwaltung** trotz ihres relativ geringen eigenen Anteils an den CO₂-Emissionen eine Vorbildfunktion im Klimaschutz übernimmt. Daneben kann Karlsruhe viele Maßnahmen anderer Akteure anstoßen und fördern. Damit auch andere Akteure motiviert werden, ihre möglichen Klimaschutzmaßnahmen in großem Umfang umzusetzen, muss die Stadt Karlsruhe nicht nur mit gutem Beispiel vorangehen, sondern sich auch an die Spitze der Bewegung setzen.
9. Neben technischen Maßnahmen bedarf es auch vieler unternehmerischer **Innovationen** (z.B. verstärktes Carsharing, Franchise-Modelle für das Bauhandwerk, Bürgerbeteiligungsmodelle) und einer kontinuierlichen Sensibilisierung der privaten Haushalte, von Arbeitnehmern und Unternehmensleitungen, um über **Verhaltensänderungen** im Betriebsalltag, im Verkehr und im privaten Leben eine Breitenwirkung zu erzielen. Dies gilt auch für den Bereich des Konsums und des Lebensstils, auch wenn sich das Konsumverhalten kaum in der lokalen CO₂-Bilanz nach dem Territorialprinzip niederschlägt.
10. Das Ziel der **Klimaneutralität** hat keine nachteiligen **Effekte** auf die lokale **Wertschöpfung**. Im Gegenteil sind über die Klimaschutzmaßnahmen beschleunigte Investitionen in effiziente und nachhaltige Kapital- und Gebrauchsgüter zu erwarten. Diese schaffen zusätzlich Arbeitsplätze in Karlsruhe, z.B. im Hochbau, bei energienahen Dienstleistungen und Gewerbesektoren. Je mehr das Karlsruher Klimaszutzziel auch in anderen Städten und Ländern gelebt wird, desto geringer werden die künftigen Anpassungskosten sein.
11. Das **CO₂-Minderungsziel des Klimaschutzkonzeptes 2009** entspricht einer Pro-Kopf-Emission von 7,7 Tonnen CO₂ für das Jahr 2020. Dieser Wert liegt in der Nähe des Pfades, der notwendig ist, um mit hoher Wahrscheinlichkeit Klimaneutralität zu erreichen.

Mit dem in der Studie vorgeschlagenen Maßnahmenpaket wird dieses Ziel jedoch nur im Szenario *engagierte Welt* erreicht und im *Referenzszenario* sowie der *zögernden Welt* verfehlt. Es zeigt daher das Mindestmaß an Klimaschutzaktivitäten auf, um unter den Rahmenbedingungen der *engagierten Welt* Klimaneutralität zu erreichen. Das bedeutet, dass unter ungünstigeren Rahmenbedingungen zusätzliche erhebliche Anstrengungen, eventuell verbunden mit hohen Kosten, erforderlich sind, um das vom Gemeinderat beschlossene Zwischenziel zu erreichen. Sollte das Klimaszutzziel für das Jahr 2020 deutlich verfehlt werden, ist es sehr unwahrscheinlich die Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen.

Zusammenfassend kommt die Studie zum Ergebnis, dass die bislang in Karlsruhe ergriffenen Maßnahmen derzeit bei weitem nicht ausreichen, um das Ziel der Klimaneutralität 2050 zu erreichen. Das vorgeschlagene zusätzliche Maßnahmenpaket trägt dazu bei, sich dem Ziel auch unter schwierigen äußeren Bedingungen zu nähern. Ein klare politische Willensäußerung, die Einbindung vieler örtlicher Akteure und wirksame Leitprojekte sind dabei wichtige Voraussetzungen.

Teil I - Machbarkeitsstudie

1. Einleitung

Karlsruhe zählt durch seine Lage am Oberrheingraben und mit einer langjährigen Jahresmitteltemperatur von 11 °C zu den wärmsten Regionen in Deutschland. Die messbaren Auswirkungen des einsetzenden Klimawandels sind jetzt schon deutlich erkennbar. So hat sich beispielsweise die durchschnittliche Anzahl der Hitzetage in den letzten 100 Jahren auf 20 Tage pro Jahr verdoppelt, gleichzeitig ist die durchschnittliche Anzahl der Eistage in den letzten 100 Jahren um 25 % auf 11 Tage pro Jahr deutlich gesunken. Der Temperaturanstieg im gleichen Bezugszeitraum beträgt gegenwärtig etwa 1,3 °C.¹ Im August 2003 wurde in Karlsruhe annähernd der höchste je in Deutschland gemessene Wert von über 40 °C festgestellt.

Um möglicherweise irreversible, nicht mehr steuerbare und kostspielige Folgen des Klimawandels noch in einem überschaubaren Rahmen zu halten, muss nach Ansicht einer großen Mehrheit der Wissenschaftler die globale mittlere Erderwärmung auf max. 2 °C gegenüber 1880 begrenzt werden². Dazu ist es notwendig, dass die Industriestaaten, die für einen erheblichen Teil des durch den Menschen verursachten Temperaturanstiegs verantwortlich sind, ihre CO₂-Emissionen bis 2050 um 80 % - 95 % gegenüber dem Jahr 1990 senken. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hat dargelegt, dass – um das 2 Grad Ziel im Jahr 2050 mit einer Sicherheit von 67% zu erreichen – im Zeitraum von heute bis 2050 weltweit höchstens 750 Mrd. Tonnen CO₂ emittiert werden dürfen. Ausgehend von der ethischen Bedingung, dass jedem Erdenbürger ein gleiches Recht auf die Ressourcennutzung zusteht, ergäbe sich ein sofortiges pro-Kopf-Jahresbudget von rund 2 Tonnen CO₂. Dem stehen Pro-Kopf-Emissionen in Karlsruhe von rund 10 Tonnen CO₂ im Jahr 2008 gegenüber. Aktiver Klimaschutz auf kommunaler wie auf nationaler und internationaler Ebene ist damit unerlässlich.

Ausgezeichnet mit dem European Energy Award gehört die Stadt Karlsruhe zu den Kommunen, die sich im Bereich Klimaschutz besonders engagieren. Im Dezember 2009 wurden im Gemeinderat mit dem „Integrierten Klimaschutzkonzept“ konkrete Klimaschutzziele festgelegt. Demnach sollen bis 2020 der Energiebedarf und die CO₂-Emissionen von Karlsruhe um jährlich 2 % vom Jahr 2007 reduziert sowie der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergiebedarf verdoppelt werden.

Ziele der Studie

Die vorliegende Machbarkeitsstudie, die im Rahmen des Wettbewerbs „Klimaneutrale Kommune“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg gefördert wird, soll eine Antwort auf die Frage liefern, ob ein klimaneutrales Karlsruhe bis zum Jahr 2050 möglich ist und mit welchen Mitteln und auf welchem Pfad dieses Ziel gegebenenfalls erreicht werden kann. Unter Klimaneutralität wird eine Verminderung der jährlichen energiebedingten CO₂-Emissionen von 9,9 Tonnen pro Kopf auf ein klimaverträgliches Maß von höchstens 2 Tonnen pro Kopf der Bevölkerung im Jahr 2050 verstanden.

Das Ziel der Studie ist damit eine Strategieempfehlung für die Stadt Karlsruhe, die die möglichen Emissionspfade aufzeigt und Maßnahmen sowie Umsetzungsstrategien bewertet und konkretisiert, mit denen Karlsruhe die Klimaneutralität erreichen kann. Damit baut die Studie auf dem Klimaschutzkonzept von 2009 auf, geht aber strukturell und zeitlich darüber hinaus. Ein Aspekt der Studie ist die Frage, ob sich die angestrebten Ziele für das Jahr 2020 in eine Langfriststrategie für 2050 einfügen.

Die Studie analysiert mögliche Entwicklungen des Energiebedarfs und des Energieträger-Mixes der Sektoren „Mobilität“, „private Haushalte“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistungen“, „verarbeitendes Gewerbe/Industrie“ sowie „Energieerzeugung und -bereitstellung“. Die beschriebenen Strategieansätze und Handlungskataloge für die Akteure in Karlsruhe umfassen informelle, technische und orga-

¹ Persönliche Mitteilung des Deutschen Wetterdienstes, Station Hertzstraße, Karlsruhe. Das langjährige Mittel wird über einen 30-jährigen Bezugszeitraum von 1881 bis 1910 mit dem Zeitraum von 1980 bis 2009 verglichen.

² WBGU 2009, IEA 2010, Geden 2010

Einleitung

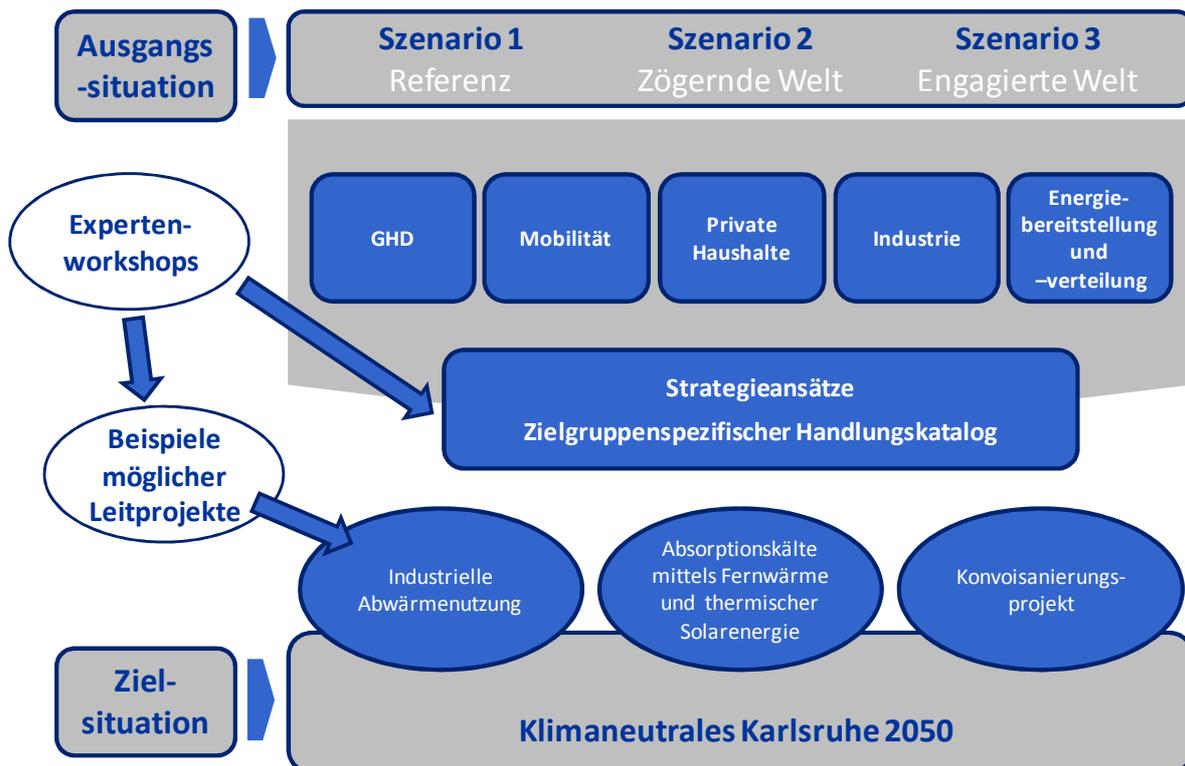
nisatorische Maßnahmen. Dabei besteht der Anspruch, ein Optimum an Kosteneffizienz und Akzeptanz bei den betroffenen Zielgruppen bei Realisierung eines größtmöglichen Potenzials an CO₂-Minderung zu erreichen. Zugleich soll die Gefahr von negativen Nebeneffekten minimiert werden.

Methodik und Aufbau der Studie

Den Ausgangspunkt der Untersuchung bildet die Energie- und CO₂-Bilanz des Klimaschutzkonzeptes aus dem Jahr 2009. Um eine langfristige und umsetzungsfähige Klimaschutzstrategie für Karlsruhe zu erstellen, werden in einem nächsten Schritt die wichtigsten Handlungsfelder mit Hilfe von drei Szenarien entwickelt. Neben einem *Referenzszenario* skizzieren zwei Klimaschutzszenarien (*zögernde Welt* und *engagierte Welt*) mögliche künftige Entwicklungen. Darin werden Annahmen zum politischen, rechtlichen, ökonomischen und sozialen Umfeld getroffen, die die äußeren, von der Stadt Karlsruhe nicht beeinflussbaren Rahmenbedingungen bis 2050 beschreiben. Diese Annahmen bilden die Grundlage für die jeweiligen Ausprägungen der Parameter, die in die wissenschaftlichen Modelle Eingang gefunden haben.

Die Studie denkt vom Ziel her, d. h. 2 Tonnen CO₂ pro Kopf und Jahr ist das Ziel, welches es 2050 zu erreichen gilt. Um dieses Ziel zu erreichen, werden wichtige Parameter, wie beispielsweise die mögliche Sanierungsrate oder die denkbaren Energieeffizienzverbesserungen und Energiesubstitutionen, identifiziert. Diese „Stellschrauben“ werden unter unterschiedlichen Annahmen zu den äußeren Rahmenbedingungen mit Hilfe von wissenschaftlichen Simulationsmodellen quantifiziert und diskutiert. Aus den Modellierungsergebnissen leiten sich die wichtigen Handlungsfelder für effektiven Klimaschutz ab.

Abb. 1-1: Methodisches Vorgehen der Machbarkeitsstudie



Für die einzelnen Handlungsfelder werden Einzelmaßnahmen oder Maßnahmenbündel vorgeschlagen, die gemeinsam mit unterschiedlichen Akteuren der Wirtschaft, der Stadt und ihren Gesellschaften sowie verschiedenen Nichtregierungsorganisationen in neun Workshops diskutiert und weiterentwickelt wurden. Gleichzeitig gaben die durchgeführten Workshops Raum für neue Ideen und Vorstellungen zu möglichen Investitionen und neuen Handlungsfeldern. Alle in den Arbeitsgruppen posi-

tiv bewerteten Maßnahmen wurden schließlich mit Hilfe eines Bewertungsschemas³ auf ihr Einsparpotenzial, ihre Durchsetzbarkeit und Akzeptanz konkretisiert.

Folgende Sektoren, für die jeweils Workshops durchgeführt wurden, werden dabei unterschieden:

- die Gebäude und Elektrogeräte in privaten Haushalten,
- die Gebäude im GHD-Sektor und
- die Prozesswärme im GHD-Sektor,
- das verarbeitende Gewerbe inkl. Raffinerien und Baugewerbe
- Mobilität, d.h. der innerstädtische Straßenverkehr und der öffentliche Personenverkehr sowie
- die innerstädtische Endenergiebereitstellung (Energieumwandlung und Endenergieverteilung von Strom, Fernwärme, Gas, Heizöl, sonstige Brennstoffe und Energiebezug) sowie die erneuerbaren Energien.

Darüber hinaus widmete sich ein zusätzlicher Workshop ausschließlich dem Konsumverhalten der Bevölkerung. Auch wenn sich nachhaltiges Konsumverhalten nur zu einem geringen Teil in der CO₂-Bilanz für Karlsruhe niederschlägt, ist die Einbeziehung dieses Themas dadurch gerechtfertigt, dass 45 % des persönlichen CO₂-Fußabdrucks durch das individuelle Konsumverhalten bestimmt wird. (UBA 2009).

Durch die direkte Zusammenarbeit⁴ von Experten und Wissenschaftlern mit Vertretern zahlreicher Organisationen und lokaler Akteursgruppen wurden Strategien und Handlungsempfehlungen für das Stadtgebiet Karlsruhe „von unten“ entwickelt. Die direkte Einbindung der lokalen Akteure schafft – so hoffen die Autoren – eine der Grundlagen für einen künftigen breiten Konsens und eine effektive Umsetzung auf dem Weg in eine klimaneutrale Zukunft Karlsruhes.

Die im Rahmen dieser Studie erarbeiteten Maßnahmen setzen bei bestehenden Hemmnissen an, die wirksamen Klimaschutz bislang noch oft behindern.

Besonders markante Einzelmaßnahmen wurden als *Leitprojekte* gekennzeichnet: Sie haben z. T. Pioniercharakter und machen das anspruchsvolle Ziel Karlsruhes und die Vorbildfunktion dieser Maßnahme deutlich. Es sind Maßnahmen, die zur Nachahmung anregen, die ein besonders hohes CO₂-Minderungspotenzial erschließen oder die eine große Zahl an Personen erreichen.

Darüber hinaus sind einzelne weitere Ideen für mögliche Leitprojekte aufgeführt, die nur zum Teil detailliert ausgearbeitet wurden.

Die Leitprojekte und Maßnahmen sind in den Textabschnitten zu den einzelnen Sektoren beschrieben. Einzelne Leitprojekte und Maßnahmen sind übergreifend und wirken in mehreren Sektoren.

In Teil III befindet sich eine Gesamtübersicht über alle vorgeschlagenen Leitprojekte und Maßnahmen, in der zu jedem Leitprojekt und zu jeder Maßnahme ein Formblatt enthalten ist, das eine Beschreibung und Bewertung enthält. Das separat auf einer CD gelieferte Excel-Tool ermöglicht eine Auswahl der Maßnahmen nach unterschiedlichen Kriterien. Hierzu wird nach verschiedenen Eigenschaften gefiltert, die vom Nutzer mit Schiebereglern eingestellt werden können.

Schließlich werden Strategieempfehlungen für einen Klimaschutzfahrplan für die Stadt Karlsruhe gegeben.

³ Das Maßnahmenbewertungsschema ist detailliert auf Seite 74 ff. dargestellt und erläutert.

⁴ Eine Auflistung der beteiligten Institutionen findet sich im Anhang auf Seite 72.

2. Ausgangssituation in Karlsruhe

2.1. Allgemeine Informationen

Karlsruhe ist Oberzentrum der Region Mittlerer Oberrhein und mit knapp 310.000 Einwohnern die drittgrößte Stadt in Baden-Württemberg. Das Stadtgebiet mit einer Fläche von knapp 174 km² verteilt sich auf insgesamt 27 Stadtteile. Die Einwohnerdichte liegt bei rund 1.780 Einwohnern pro km². Über 39 % der Fläche befinden sich in städtischem Besitz. Etwa 40 % des Stadtgebiets sind bebaute Flächen oder Verkehrsflächen⁵.

Karlsruhe ist eine aktive Wissenschafts-, Forschungs- und Hightech-Metropole. Dafür stehen beispielsweise das aus Universität und Forschungszentrum hervorgegangene Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die Technologieregion Karlsruhe sowie namhafte Forschungseinrichtungen und Dienstleistungsunternehmen im Bereich der Informationstechnologien. Mit der EnBW Energie Baden-Württemberg AG und den Stadtwerken Karlsruhe beherbergt die Stadt gleich zwei der großen Energieversorger im Land. Darüber hinaus ist Karlsruhe Standort der größten Raffinerie in Deutschland sowie zahlreicher weiterer Industrieunternehmen. Die Karlsruher Rheinhäfen zählen zu den bedeutendsten Binnenhäfen in Europa. Karlsruhe ist weiterhin international bekannt für sein integriertes Stadtbahn- und Straßenbahnnetz.

2.2. Klimabilanz

Ausgangspunkt der Studie bildet eine Klimabilanz der Stadt Karlsruhe für das Jahr 2008, die die Sektoren private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistung (GHD), Industrie und Verkehr⁶ (ohne Luftverkehr und Bundesautobahnen) berücksichtigt. Die Struktur der Bilanz ist angelehnt an die erste CO₂-Bilanz, die für das Basisjahr 2007 im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes 2009 durch das IFEU-Institut erstellt wurde⁷.

Analog zur Systematik des Klimaschutzkonzeptes basiert die Bilanz dieser Studie auf dem Endenergieansatz und dem Territorialprinzip. Da die energiebedingten CO₂-Emissionen nicht unmittelbar gemessen werden, wird deren Freisetzung über die eingesetzte Endenergie erfasst. Mithilfe von Emissionsfaktoren (siehe Tab. 7-32) errechnet sich aus der Endenergiebilanz⁸ die CO₂-Bilanz der Stadt.

Die vor Ort eingesetzten Brennstoffe führen zu direkten CO₂-Emissionen in Karlsruhe. Eine Ausnahme bildet die Endenergieform Strom, da hier die Emissionen am Ort der Erzeugung und nicht am Ort der Nutzung entstehen. Diese indirekten Emissionen werden dennoch den Stromnutzern zugerechnet. Daher werden für Strom die energiewirtschaftlichen Emissionsfaktoren⁹ angesetzt, die die direkten Emissionen des bundesweiten Kraftwerkparks berücksichtigen.

Auf dem Stadtgebiet Karlsruhe befindet sich ein Kohlekraftwerk zur Stromproduktion. Dessen Emissionen werden in den Regionalbilanzen nicht berücksichtigt, da die stromseitigen Emissionen – wie oben beschrieben – über den Stromverbrauch bilanziert werden. Ähnliches gilt für die Mineralölraffinerie. Da die Verkehrsemissionen über die direkten und indirekten Emissionen des Sektors Mobilität bilanziert werden, würde eine Einbeziehung der Raffinerie methodisch eine

⁵ AfS 2011

⁶ Berechnung lediglich der CO₂-Emissionen durch die Gutachter des Verkehrsentwicklungsplanes

⁷ Es handelt sich jedoch um keine Fortschreibung der IFEU-CO₂-Bilanz. Daher sind die Bilanzen nicht direkt miteinander vergleichbar.

⁸ Der Endenergiebedarf (ohne Verkehr) beträgt 2007 in Karlsruhe 7,2 GWh. Weitere Informationen siehe Seite 12 im Anhang.

⁹ Angesetzt wurde der Emissionsfaktor für den bundesweiten Strommix.

Doppelbilanzierung ergeben. Um die besondere Bedeutung dieser beiden Anlagen zu beleuchten, wurden sie in den Kapiteln 4.3 und 4.5 gesondert behandelt.

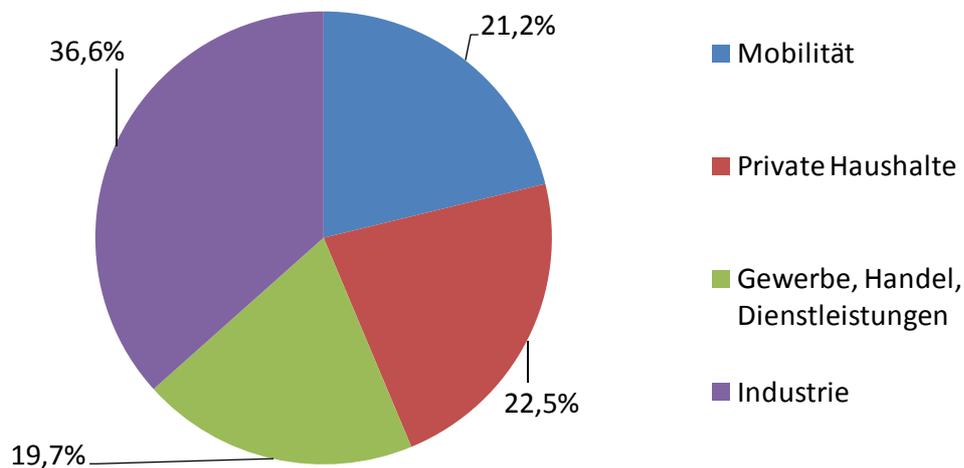
Entsprechend dem Territorialprinzip wird die Prozesskette von Verbrauchs- und Investitionsgütern - im Gegensatz zum Vorgehen bei der Ermittlung des „Carbon Footprint“ - nicht einbezogen.

Ebenfalls analog zum Vorgehen des IFEU-Institutes im Jahre 2009 werden lediglich die energiebedingten CO₂-Emissionen, nicht jedoch andere Treibhausgase berücksichtigt. Aufgrund des hohen Aufwandes einer quantitativen Erfassung der übrigen Treibhausgase, aber auch wegen ihres für Karlsruhe vergleichsweise niedrigen Anteils werden sie nicht quantifiziert.

Auf Basis des Strommixes in Deutschland ergeben sich für die Stadt Karlsruhe Gesamtemissionen von knapp 3 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 2008, was einer Pro-Kopf-Emission von 9,9 Tonnen pro Jahr entspricht. Bei Einbezug der Raffinerie in Karlsruhe erhöht sich der CO₂-Ausstoß auf 19 Tonnen pro Kopf und Jahr, was aber aus den oben aufgeführten Gründen in dieser Darstellung nicht weiter verfolgt wird.

Es entfallen je rund ein Fünftel der Gesamtemissionen auf Privathaushalte, GHD und den Verkehr; der Industriebereich ist mit 37 % überproportional beteiligt.

Abb. 2-1: CO₂-Bilanz nach Verbrauchssektoren in 2008



Quelle: Eigene Darstellung

2.3. Derzeitige Klimaschutzaktivitäten – eine Kurz-Bilanz

Leitcharakter hat neben dem Klimaschutzkonzept mit 80 Maßnahmen die Beteiligung Karlsruhes am European Energy Award®. Im Mai 2010 wurde Karlsruhe als zweite Großstadt in Baden-Württemberg mit einem Zielerreichungsgrad von 63 % mit dem Award ausgezeichnet. Auf Beschluss des Gemeinderats beteiligt sich die Stadt Karlsruhe auf europäischer Ebene am Konvent der Bürgermeister und ist im Januar 2011 dem Klimabündnis beigetreten.

Derzeit wird ein Verkehrsentwicklungsplan erarbeitet. Dabei finden Umwelt- und Klimaschutzgesichtspunkte besondere Berücksichtigung.

Karlsruhe hat sich in den letzten Jahren zudem erfolgreich als Fahrradstadt positioniert und verfügt über einen international beachteten, gut ausgebauten Nahverkehr (Stichwort Karlsruher Modell). Schließlich besitzt Karlsruhe ein leistungsstarkes Carsharing-System und ist die Stadt mit den meisten Carsharing-Fahrzeugen pro Einwohner in Deutschland. Die Stadtwerke Karlsruhe sind seit 1995 nach dem europäischen EMAS-Standard validiert. Die jährlich aktualisierte Umwelterklärung wurde in den letzten Jahren um einen eigenen Klimareport ergänzt. Die Stadtwerke Karlsruhe sind das erste kommunale Energieversorgungsunternehmen in Deutschland, das die Auszeichnung eines

Ausgangssituation in Karlsruhe

Klimaschutzunternehmens der Klimaschutzinitiative der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft durch den DIHK erhielt. Bundesweiten Modellcharakter besitzt die Nutzung industrieller Abwärme aus der Mineralö Raffinerie Oberrhein (MiRO) für das Fernwärmenetz, die derzeit in einer ersten Stufe mit 40 MW thermischer Leistung umgesetzt wird. Mit den Bürgerbeteiligungsanlagen Solarpark I bis III wurde eine signifikante Steigerung der Strombereitstellung durch Photovoltaik in Karlsruhe erzielt. Die Industrie- und Handelskammer sowie die Handwerkskammer bieten ihren Mitgliedsunternehmen eine Erstberatung zur betrieblichen Energieeffizienz an, bei der auch über bestehende Förderprogramme informiert wird. Auch werden in Karlsruhe regelmäßig Vorträge und Seminare zu Energie- und Klimaschutzthemen veranstaltet, z. B. durch IHK, HK, Hochschulen, VDI-Bezirksverein, die Architektenkammer oder lokale Agenda-Gruppen.

Unter Projektträgerschaft des städtischen Umwelt- und Arbeitsschutzes besteht das Energie-Effizienz-Netzwerk Karlsruhe (EEN-KA), in dem sich 10 lokale Unternehmen zusammengeschlossen haben. Im Netzwerk erhalten Sie Unterstützung durch Experten-Beratung und Erfahrungsaustausch. Auch ECOfit, ein Umweltberatungsprogramm des Landes Baden-Württemberg, das einen praxisorientierten Einstieg in das betriebliche Umweltmanagement ermöglicht, wird in Karlsruhe aktuell im zweiten Jahr durchgeführt. Ein weiterer Energieeffizienztisch richtet sich an Hotels.

3. Definition der Szenarien

3.1. Grundannahmen

Ob das 2-Tonnen-Ziel pro Kopf in der Stadt Karlsruhe erreicht werden kann, hängt nicht nur davon ab, ob und welche Maßnahmen in Karlsruhe ergriffen werden. Vielmehr spielen die Entwicklung der ökonomischen und demographischen Faktoren, der Energie- und Klimaschutzgesetzgebung, der Energiepreise, der Technologien, aber auch der Lebensstile der Menschen in den Industrieländern eine entscheidende Rolle. Hierbei sind vor allem die Entwicklungen in Europa und Deutschland von Bedeutung, also Rahmenbedingungen, auf die die Stadt Karlsruhe selbst keinen direkten Einfluss hat.

Für einen Ausblick in die Zukunft ist die Szenariomethodik ein geeignetes und etabliertes Instrument. Sie ermöglicht es, unterschiedliche mögliche Zukunftsentwicklungen in eine Analyse einzubeziehen. In der vorliegenden Studie wurden drei Szenarien mit denjenigen Faktoren erstellt, die die CO₂-Emissionen in Karlsruhe maßgeblich beeinflussen. Die Szenarien *Referenz*, *zögernde Welt* und *engagierte Welt* bilden den Rahmen für die konkreten Maßnahmen, die in den vier Endenergiesektoren und dem Umwandlungssektor der Stadt Karlsruhe implementiert wurden, um das 2-Tonnen-Ziel zu erreichen.

Die drei Szenarien unterscheiden sich in erster Linie durch die weltweit vorherrschenden Einstellungen in der Gesellschaft hinsichtlich der Bedeutung von sozialen Verhalten gegenüber den Mitmenschen. Im Szenario *engagierte Welt* setzt sich in der Gesellschaft ein Klima der Rücksichtnahme und Toleranz durch, wohingegen diese Einstellungen in der *zögernden Welt* deutlich weniger stark ausgeprägt sind. Im *Referenzszenario* behalten diese Werte den Stellenwert, den sie heute haben. Diese unterschiedlichen Einstellungen haben zum einen Effekte auf das individuelle Verhalten, zum anderen werden in Demokratien in der *zögernden Welt* und eher noch in der *engagierten Welt* Politiker danach gewählt, wie stark sie sich für den Klimaschutz einsetzen. In zentralistischen Systemen wie z. B. China wird in der *zögernden Welt* der Umwelt- und Klimaschutz verstärkt in die Planungen einbezogen. Diese Tendenz ist in der *engagierten Welt* noch deutlicher ausgeprägt.

In dem *Referenzszenario* bleibt die Einstellung in der Gesellschaft und die Politik zum Klima- und Umweltschutz wie sie heute ist. Zwar wird dem Klima- und Umweltschutz ein großer Stellenwert zugeschrieben, konkret erfolgen aber keine einschneidenden weiteren Initiativen in diese Richtung. Es werden lediglich die bereits verabschiedeten Gesetze umgesetzt.

Im Szenario der *zögernden Welt* setzt sich global die Erkenntnis durch, dass die Adaptionkosten in der Zukunft deutlich höher sein werden als die Vermeidungskosten in den kommenden Jahrzehnten. Dies führt dazu, dass sich zum einen Teile der Bevölkerung stärker klimagerecht verhalten und zum anderen internationale Regelungen erlassen werden, die die Begrenzung der Treibhausgasemissionen zum Ziel haben. Die Wirksamkeit dieser Initiativen wird aber von einflussreichen Interessengruppen sowie von Egoisten und Partikularinteressen einzelner Länder verwässert.

Im Szenario der *engagierten Welt* werden in diesem Jahrzehnt die politischen Weichen in den meisten Ländern der Welt so gestellt, dass ernsthaft der Versuch unternommen wird, den weltweiten Temperaturanstieg bis zum Ende dieses Jahrhunderts auf 2°C bezogen auf das Jahr 1880 zu begrenzen. Dies führt dazu, dass sowohl in der EU, aber auch auf Bundes- und Landesebene entsprechende Initiativen gestartet, Gesetze zur Unterstützung dieses Zieles erlassen und klimaschonende Technologien entwickelt werden. Diese Rahmenbedingungen haben direkte Auswirkungen auf die Höhe der CO₂-Emissionen von Karlsruhe (z. B. über die CO₂-Emissionen pro verbrauchter Kilowattstunde Strom nach deutschem Strommix). Indirekt nehmen sie Einfluss darauf, in welchem Umfang noch zusätzliche Maßnahmen in Karlsruhe notwendig sind, um das 2-Tonnen-Ziel zu erreichen.

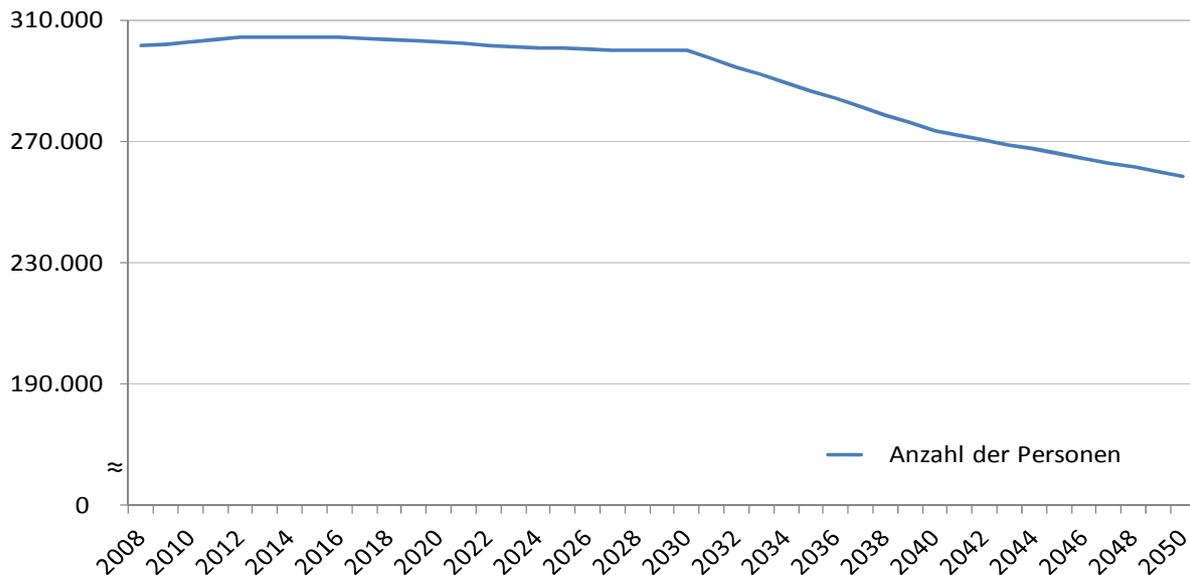
Auch wenn sich die drei Szenarien in den Ausprägungen vieler Parameter unterscheiden (vgl. Kapitel

Definition der Szenarien

3.2, 3.3, 3.4 und 5.3) so sind einige Grundannahmen in den drei Szenarien konstant. In allen Szenarien gleich ist die Bevölkerungsentwicklung, die Umsetzung der schon beschlossenen Gesetze, der Atomausstieg bis zum Jahr 2022 sowie die Ausprägung des Klimawandels in Karlsruhe.

Entsprechend der Prognosen des Bevölkerungsfonds der Vereinten Nationen wird die **Bevölkerung** bis 2050 weiterhin deutlich zunehmen, aber mit sich abschwächenden Zuwachsraten (UNFPA 2009). In Deutschland wird die Bevölkerung, die schon seit 2004 schrumpft, weiter abnehmen. Für Karlsruhe wird angenommen, dass die aktuelle leichte Bevölkerungszunahme bis 2014 anhält und in diesem Jahr mit ca. 305.000 Personen die höchste Bevölkerung erreicht wird. Im Jahr 2050 beträgt die Bevölkerungszahl nur noch ca. 258.000 Personen und damit 15% weniger als im Jahr 2010 (siehe Abb. 3-1).

Abb. 3-1: Bevölkerungsentwicklung von Karlsruhe



Quelle: Stadt Karlsruhe 2010, Statistisches Landesamt BW 2011)

Die unterschiedlichen Bedingungen in den Szenarien führen dazu, dass unterschiedliche Mengen an CO₂ emittiert werden, was Auswirkungen auf den menschlich verursachten Treibhauseffekt hat. So ist es sehr naheliegend, dass z.B. die weltweiten **Temperaturen** im *Referenzszenario* höher liegen als im Szenario *zögernde Welt* oder gar in der *engagierten Welt*. Allerdings gibt es keine verlässlichen Annahmen, wie sich diese nach Szenarien differenzierte Temperaturentwicklung auf das Stadtgebiet von Karlsruhe auswirken wird. Im Projekt KliWa¹⁰ wird prognostiziert, dass sich die Anzahl der heißen Tage im Jahresdurchschnitt von 16 auf 32 Tage verdoppeln wird, ebenso Tage mit Temperaturen über 30 °C. Für die Szenarien wird davon ausgegangen, dass zwischen 1990 und 2050 die Durchschnittstemperatur im Schnitt um 1,75 °C zunimmt. Durch die Tendenz zu wärmeren Wintern sinken die jährlichen Heizgradtage bis 2050 um 18,4. Da bis 2050 sowohl die jährliche Zahl an Kühltage (+62 %) als auch die mittlere Kühlgradzahl (+36,7 %) ansteigen, nehmen die Kühlgradtage bis 2050 um 121,4 zu¹¹.

Außerdem ist in allen drei Szenarien angenommen, dass der 2011 von der Bundesregierung beschlossene Ausstieg aus der Kernenergie zum Jahr 2022 vollzogen wird.

In die lokalen Betrachtungen fließen neben den aktuell beschlossenen und geplanten **Klimaschutzmaßnahmen** der EU und des Bundes auch die des Landes (Baden-Württemberg 2010) und die bestehenden Szenarienbetrachtungen aus dem aktuellen Klimaschutzkonzept der Stadt

¹⁰ KLIWA ist die Abkürzung für das Kooperationsvorhaben "Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft" <http://www.kliwa.de/download/kliwazukunftsbw.pdf> (Abb. 9)

¹¹ WWF 2009

Karlsruhe sowie die Planungen der Stadtwerke Karlsruhe ein (IFEU 2008, Stadt Karlsruhe 2009).

3.2. Referenzszenario

Die **gesellschaftliche Orientierung** in Bezug auf die Individualität und die soziale Ausrichtung entspricht sowohl weltweit und regional als auch lokal in etwa der heutigen Orientierung. Das bedeutet, dass soziale Verantwortung, auch gegenüber den zukünftigen Generationen, sich nicht stärker durchsetzt. Der bestehende Trend zur Verkleinerung der Haushalte setzt sich weiter fort, so dass im Jahr 2050 im Durchschnitt nur noch 1,9 Personen in einem Haushalt leben, während es 2010 noch 2,1 Personen waren. Die vornehmliche Orientierung am materiellen Konsum bleibt weiterhin bestehen und erhöht sich entsprechend des zunehmenden Bruttosozialproduktes pro Kopf.

Es findet keine Einigung über klimapolitische Ziele auf internationaler Ebene statt und es gibt keine ambitionierten Klimaschutzziele der EU und der Bundesregierung nach 2020. Über die beschlossenen **Richtlinien, Gesetze, Verordnungen** etc. hinaus werden keine effektiven Maßnahmen mehr verabschiedet.

Die **Wirtschaftsentwicklung** in Deutschland steigt moderat um knapp 40 Prozent. Die wirtschaftlich etwas stärkere Stellung Karlsruhes bleibt auch in Zukunft erhalten was sich in einem Wachstum der Bruttowertschöpfung in Karlsruhe bis 2050 um rund 45 % widerspiegelt. Dabei wird sich der intersektorale Strukturwandel zugunsten des Gewerbe-Handel-Dienstleistungs-Sektors weiter fortsetzen, der mit gut 53 % zwischen 2008 und 2050 auf knapp 15 Mrd. € Bruttowertschöpfung bis zum Jahre 2050 zunimmt.

Tab. 3-1: Bruttowertschöpfungsentwicklung (BWS) der Karlsruher Wirtschaft (Produzierendes Gewerbe und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD), 2008-2050)

BWS in 1.000.000 €	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050	Jährliche Zuwachs- rate
GHD	9.680,00	10.858,33	12.256,67	13.370,00	14.363,33	14.860,00	53,51%	1,03%
Produzierendes Gewerbe	2.770,00	2.910,00	3.090,00	3.180,00	3.188,00	3.190,00	15,16%	0,34%
Summe	12.450,00	13.768,33	15.346,67	16.550,00	17.551,33	18.050,00	44,98%	0,89%

Quelle: IREES, eigene Berechnungen, Karlsruher Wirtschaftsspiegel 2010/2011, StaLABW

Die Verringerung der Personen pro Haushalt und die wirtschaftliche Verbesserung führen dazu, dass trotz abnehmender Bevölkerung die **Wohnfläche pro Kopf** in Karlsruhe bis 2050 um rund 6 Prozent zunimmt.

Die Verknappung des Öls hat zur Folge, dass immer kostspieligere Verfahren der Ölförderung angewendet werden müssen. Dies hat zur Folge, dass der Ölpreis von 94 auf 130 USD¹² per Barrel¹³ im Jahr 2050 steigt.

Die Rohstoffverknappung führt dazu, dass auch die Preise für die anderen fossilen Energieträger steigen. Für die Industrie ergeben sich folgende Preise: Der Preis von leichtem Heizöl steigt von 787 auf 1.275 € / t; von schwerem Heizöl von 394 auf 1.053 € / t, von Erdgas von 3,5 auf 5,1 €-Cent / kWh und für Steinkohle von 118 auf 263 € / t. Für Haushalte steigen die Preise von Heizöl von 77 auf 134 €-Cent pro l und von Heizgas von 7,1 auf 9,1 €-Cent pro kWh. Durch die steigende Nachfrage und das

¹² Alle Preise real mit Preisbasis 2008. In den Werten ist keine Inflation enthalten

¹³ Ein Barrel entspricht rund 159 Liter.

Definition der Szenarien

stagnierende Angebot nimmt auch der Preis von Kaminholz von 82 auf 125 € pro Ster¹⁴ zu.

Die Energiepreisveränderungen führen dazu, dass sich der **Einsatz von Energieträgern** am bundesdeutschen Strom- und Heizgasmix deutlich verändert (siehe Tab. 3-2). So steigt z.B. der Anteil der regenerativen Energieträger an der Stromproduktion von 15 im Jahr 2008 auf 58 % im Jahr 2050. Im ersten Halbjahr 2011 betrug der Anteil der regenerativen Energien bereits 20 %. Innerhalb des nahezu gleichbleibenden Kohleanteils verschieben sich die Anteile zugunsten der Steinkohle und im Heizgas steigt der Anteil von regenerativ erzeugtem Gas von 7 auf 37 Prozent in 2050.

Unter den Bedingungen des *Referenzszenarios* bleibt die **Raffinerie** in Karlsruhe mit der jetzigen Kapazität bestehen.

Tab. 3-2: Entwicklung der Energieträgerstruktur von Strom und Heizgas in Deutschland im Referenzszenario

Angaben in %		2008	2020	2035	2050
Strom	Kernenergieanteil	25	9	-	-
	Steinkohleanteil	21	22	18	13
	Braunkohleanteil	25	26	13	12
	Erdgasanteil	14	8	19	16
	REG-Anteil	15	35	50	58
Heizgas	Erdgas	100	99	94	91
	REG-Anteil	0	1	6	9

REG = Regenerative Energie

3.3. Zögernde Welt - Szenario

Die **Gesellschaft** orientiert sich zunehmend an der Erlangung individueller Vorteile und der soziale Zusammenhalt wird gelockert. Die Einpersonenhaushalte nehmen zu und damit nimmt die durchschnittliche Anzahl der Personen pro Haushalt von heute 2,1 auf 1,8 bis 2050 ab. Dieser Rückgang ist stärker als im *Referenzszenario*. Die Orientierung am materiellen Konsum nimmt weiter zu.

Bis 2020 erfolgt keine internationale Einigung auf eine engagierte **Klimaschutzpolitik**. Aus der Erkenntnis, dass der einsetzende Klimawandel die wirtschaftliche Existenz in vielen Regionen bedroht, kommt es, wenn auch zögerlich, zu international verbindlichen Klimaschutzziele. Demnach werden sowohl weltweit als auch auf EU-, Bundes- und Landesebene nur relativ geringe Anforderungen an den Klimaschutz, gemessen an den Erfordernissen einer 2°C-Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs durchgesetzt. In dieser *zögernden Welt* sind die Rahmenbedingungen durch die EU- oder nationale Gesetzgebung nicht so ambitioniert wie in der *engagierten Welt*, gehen aber über die Vorgaben im *Referenzszenario* hinaus.

Die **Wirtschaftsentwicklung** in Deutschland steigt nur um 38 Prozent. Insgesamt fällt der Zuwachs der Bruttowertschöpfung 2008-2050 für Karlsruhe infolge der nur moderaten Nachfrage- und Substitutionswirkungen der Initiativen der klimaneutralen Kommunen in Deutschland und Europa mit 44,5 % ungefähr einen halben Prozentpunkt geringer aus. Eine detaillierte Darstellung der BWS Entwicklung für die einzelnen Branchen in Industrie und GHD findet sich im Anhang.

Trotz der Verringerung der Personenzahl pro Haushalt hat die etwas geringere Wirtschaftsleistung in der *zögernden Welt* zur Folge, dass die **Wohnfläche pro Kopf** etwas niedriger ist als im *Referenzszenario*.

¹⁴ Ster = Ein Raummeter entspricht einem Würfel von einem Meter Seitenlänge, also einem Rauminhalt von einem Kubikmeter 1-metriger, geschichteter Holzscheite, einschließlich der Zwischenräume in der Schichtung (Wikipedia 2011)

Bis ca. 2020 wird der Ölverbrauch weltweit im Vergleich zum *Referenzszenario* wenig besteuert, was dazu führt, dass dieser weiter zunimmt. Dies hat zur Folge, dass die zu günstigen Preisen erschließbaren Quellen schneller abnehmen und der **Preis** für Öl von 94 auf 143 USD pro Barrel deutlicher steigt als im *Referenzszenario*.

Die hohen Ölpreise und die Zertifikatkosten schlagen sich auch in den Endkundenpreisen nieder. So steigt für die Industrie der Preis für leichtes Heizöl von 787 auf 1.403 und für schweres Heizöl von 394 auf 1.158 € je Tonne. Der Preis für Erdgas nimmt von 3,5 auf 5,6 €-Cent / kWh und der von Steinkohle von 118 auf 289 € / t zu. Aber auch für die Haushalte steigen die Preise. So müssen für leichtes Heizöl pro l 147 anstatt 77 €-Cent und für Erdgas pro kWh 10,0 anstatt 7,1 €-Cent gezahlt werden. Die steigende Nachfrage führt dazu, dass 2050 141 anstatt 84 € pro Ster Kaminholz gezahlt werden.

Der **Energieträgereinsatz** im Szenario *zögernde Welt* verändert sich schneller als im Referenzszenario (Tab. 3-3). Vor allem bei der Kohle wird früher und deutlicher von Braunkohle auf Steinkohle umgestellt, aber auch der Einsatz von regenerativen Energieträgern am Strom bzw. am Heizgas steigt früher und stärker.

Auch unter den Bedingungen der zögernden Welt bleibt die **Raffinerie** in Karlsruhe mit der jetzigen Kapazität bestehen.

Tab. 3-3: Entwicklung der Energieträgerstruktur von Strom und Heizgas in Deutschland im Szenario *zögernde Welt*

Angaben in %		2008	2020	2035	2050
Strom	Kernenergieanteil	25	8	-	-
	Steinkohleanteil	21	21	15	9
	Braunkohleanteil	25	23	10	6
	Erdgasanteil	14	12	18	16
	REG-Anteil	15	36	57	69
Heizgas	Erdgas	100	99	92	88
	REG-Anteil	0	1	8	12

REG = Regenerative Energie

3.4. Engagierte Welt – Szenario

In den Gesellschaften setzen sich weltweit, regional und lokal stärker Positionen des sozialen Zusammenhalts und der Vorsorge durch. Zwar werden in der Regel die historischen Entwicklungen bei den Parametern fortgeführt. Es macht sich aber auch die stärkere Orientierung am Wohlergehen der gesamten Gemeinschaft, den folgenden Generationen und der Mitwelt bemerkbar. Das westlich geprägte Konsumverhalten setzt sich weltweit weiter durch, es werden aber auch Bestrebungen einer Orientierung am "guten Leben für alle" stärker, in denen der materielle Konsum einen deutlich geringeren Stellenwert hat.

Die stärkere Orientierung in der Gesellschaft an sozialem Zusammenhalt hat zur Folge, dass weniger Personen in Einzelhaushalten leben. Generell läuft die Entwicklung zu kleineren Haushalten langsamer ab als im Szenario *zögernde Welt* (z.B. durch Wohngemeinschaften der über Fünfzigjährigen, eine geringere Zahl an Scheidungen, Wohnprojekte). Aus diesem Grund reduziert sich die Zahl der Personen pro Haushalt bis zum Jahr 2050 nur unwesentlich auf 2,0.

Neben den bereits sicheren Regelungen, Planungen etc. werden auch neue Regelungen verabschiedet und im Wesentlichen eingehalten, die dem Schutz der Gesundheit und der Umwelt sowie dem sozialen Ausgleich dienen. Bis 2020 erfolgt international eine Einigung auf eine verbindliche Klimaschutzpolitik, die auch in Deutschland und in Baden-Württemberg umgesetzt wird. Hierdurch erhöhen sich die Preise fossiler Energieträger, was die Durchsetzung von Energieeffizienz-Investitionen und den Einsatz von erneuerbaren Energien beschleunigt. Als Folge verbessert sich die Energieeffizi-

Definition der Szenarien

enz in den kommenden 10 bis 20 Jahren schneller als in den anderen Szenarien, aber auch die Energieträgersubstitution bei den Brennstoffen wird forciert. Die Energieversorgung wird stärker dezentral und lokal / regional orientiert und die Bedeutung der Stadtwerke als örtliche Energieversorger wächst. Energieeffizientere Lösungen nehmen vor allem in den Bereichen Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie bei Querschnittstechnologien wie Motoren, Pumpen und Druckluftherzeugung zu. Hier wird der verstärkte Einsatz der besten verfügbaren Technologie angenommen.

Das Bruttosozialprodukt steigt in Deutschland mit 36 % etwas geringer als in den anderen Szenarien und auch die Bruttowertschöpfung in Karlsruhe nimmt mit einer Zunahme von 42 % weniger stark zu. Die Branchenaufteilung unterscheidet sich leicht von der in den beiden anderen Szenarien infolge höherer Investitionen zulasten des Konsums.

Die Steigerung der Wirtschaftskraft führt dazu, dass die Wohnfläche pro Haushalt bis 2050 um 7 % gesteigert wird.

Unfälle bei der Förderung, dem Transport und der Verarbeitung von fossilen Energierohstoffen haben den Effekt, dass zum einen immer höhere Auflagen an die Rohstoffförderung gestellt werden und zum anderen einige Rohstoffquellen gar nicht erschlossen werden dürfen. Dies betrifft vor allem die unkonventionellen Rohstofflagerstätten von Methanhydrat, Tiefseeöl, Ölsande, Öfschiefer und Schiefergas.

Die Verringerung der erschließbaren Energiequellen, die hohen Auflagen an die Sicherheit, Umwelt- und Klimaverträglichkeit sowie Importsteuern auf fossile Energieträger erhöhen die Energiepreise für fossile Brennstoffe deutlich. Die Importpreise für Öl nehmen von 94 auf 306 USD pro Barrel zu.

In der Industrie wirken sich die steigenden Energiepreise sehr deutlich aus. Die Preise für leichtes Heizöl steigen von 787 auf 2.142 und die für schweres Heizöl von 394 auf 1.661 € pro t. Der Erdgaspreis steigt von 3,5 auf 10,0 €-Cent pro kWh und der Preis von Steinkohle von 118 auf 440 € pro t. Für Haushalte macht sich die Preissteigerung vor allem beim leichten Heizöl, das von 77 auf 206 €-Cent pro l und für Heizgas, das von 7,1 auf 15,3 €-Cent pro kWh steigt, bemerkbar. Auf Grund der hohen Nachfrage und des begrenzten Angebots steigt auch der Preis von Kaminholz von 84 auf 156 EUR/Ster. Die Energieträgerstruktur (siehe Tab. 3-4) hat sich in diesem Szenario am stärksten verändert. Herauszuheben ist, dass bis 2050 kein Kraftwerk mehr mit Braunkohle Strom erzeugen wird. Regenerative Energien erreichen im Strommix und im Heizgasmix einen besonders hohen Anteil.

Unter den Bedingungen des *engagierte-Welt*-Szenarios wird die Raffinerie in Karlsruhe ab 2040 nur noch mit der halben Kapazität gegenüber heute bestehen.

Tab. 3-4: Entwicklung der Energieträgerstruktur von Strom und Heizgas in Deutschland im Szenario *engagierte Welt*

Angaben in %		2008	2020	2035	2050
Strom	Kernenergieanteil	25	7	-	-
	Steinkohleanteil	21	23	11	4
	Braunkohleanteil	25	20	7	-
	Erdgasanteil	14	15	18	16
	REG-Anteil	15	36	64	80
Heizgas	Erdgas	100	99	91	86
	REG-Anteil	0	1	9	14

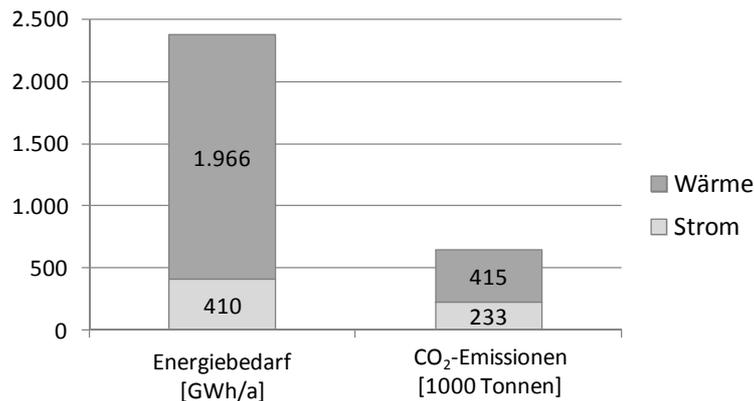
REG = Regenerative Energie

4. Sektorspezifische Potenzialanalyse

4.1. Private Haushalte

Der Energiebedarf der privaten Haushalte in Karlsruhe, der sich in Wärme und elektrische Energie unterteilen lässt, betrug im Jahr 2010 2.376 GWh. Zu seiner Deckung wurden 648.000 Tonnen CO₂ emittiert (vgl. Abb. 4-1).

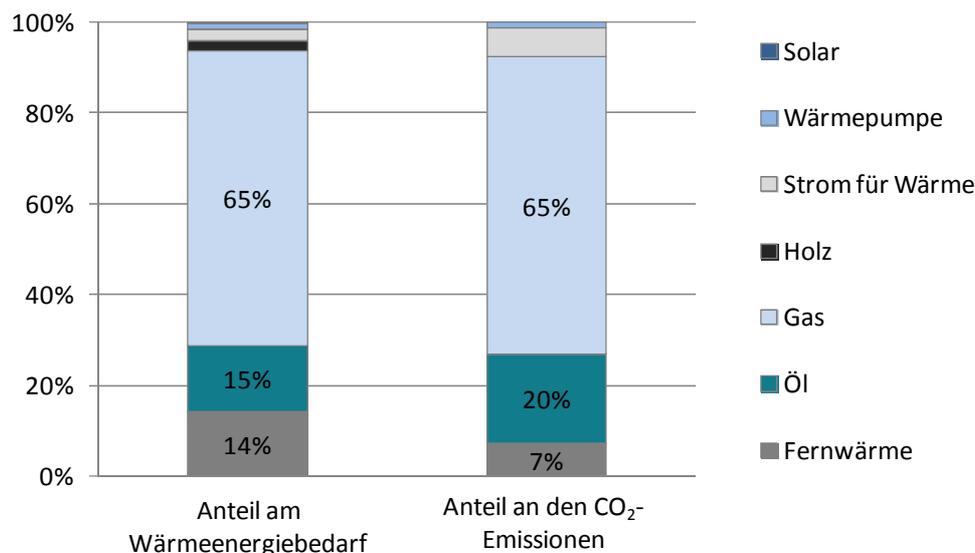
Abb. 4-1: Anteile von Wärme und elektrischer Energie am Gesamtenergiebedarf [GWh/a] und den Gesamt-CO₂-Emissionen [1.000 Tonnen] der privaten Haushalte in Karlsruhe im Jahr 2010.



Wärmebedarf

Etwa 64 % der Gesamt-CO₂-Emissionen, 415.000 Tonnen CO₂, sind dem Wärmebedarf zuzurechnen. Dieser Anteil entspricht 1,4 Tonnen CO₂ pro Kopf. (vgl. Abb. 4-1). Beim Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser dominiert Erdgas mit 65 %, gefolgt von Öl und Fernwärme. Bei Betrachtung der CO₂-Emissionen der Energieträger hat die Fernwärme lediglich einen Anteil von 7 % gegenüber Heizöl mit ca. 20 % (vgl. Abb. 4-2).

Abb. 4-2: Energieträgerverteilung zur Deckung des Heizwärme- und Warmwasserbedarfs und die entsprechenden CO₂-Emissionen der privaten Haushalte in Karlsruhe im Jahr 2010.



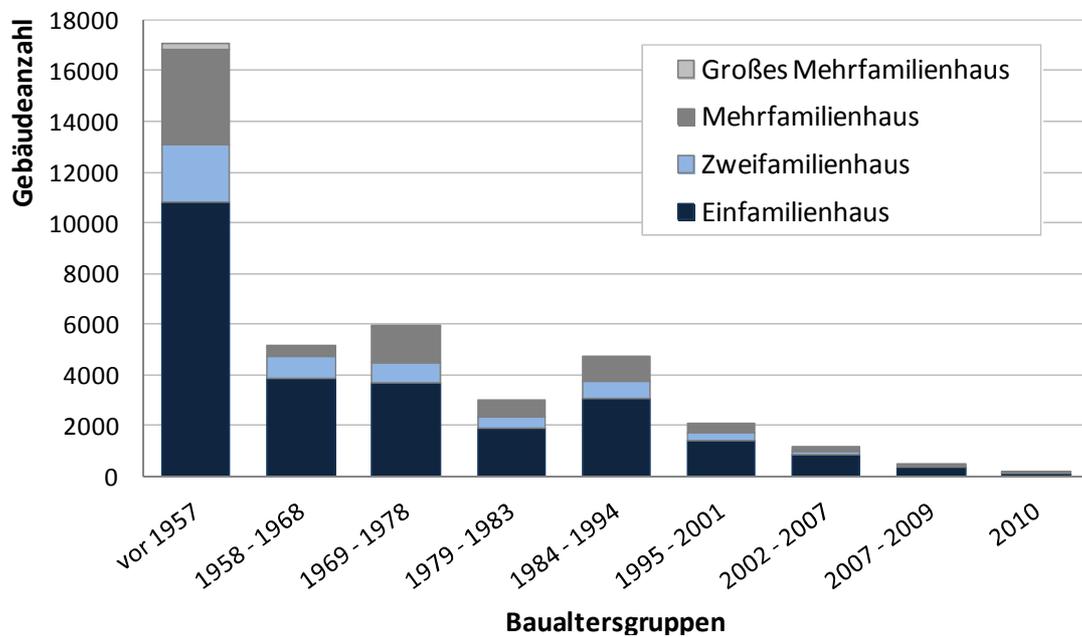
Der Wärmebedarf der privaten Haushalte wird maßgeblich durch den Gebäudetyp und die Wärmedämmqualität beeinflusst. Die Wärmedämmqualität wird wiederum durch Gebäudetyp sowie Baualter bestimmt. Etwa 80 % der 39.432 Bestandgebäude im Jahr 2010 in Karlsruhe sind Ein- und Zweifamilienhäuser (vgl. Abb. 4-3). Sie haben einen Anteil von fast 50 % am Gesamtwärmebedarf der

Private Haushalte

privaten Haushalte.¹⁵

Unter der Annahme, dass alle bis 2010 rückgebauten Gebäude Altbauten aus dem Zeitraum von vor 1950 bis 1958 sind, sind etwa 60 % aller Gebäude in Karlsruhe älter als 40 Jahre, d. h. vor 1970 erbaut. (vgl. Abb. 4-3). Unter der Annahme, dass ein Teil dieser Altbauten bereits saniert wurde, beträgt der durchschnittliche Wärmebedarf dieser älteren Gebäude etwa 205 kWh/m²/a.

Abb. 4-3: Altersstrukturverteilung der Bestandsgebäude in Karlsruhe im Jahr 2010



Quelle: AFS 2008; SSKA 2011. Einteilung der Baualtersklassen in Anlehnung an IWU 2005.

Der durchschnittliche Wärmebedarfswert aller Wohngebäude in Karlsruhe von 140 kWh/m²/a ist mehr als doppelt so hoch wie der Bedarf eines Niedrigenergiehauses von 50 kWh/m²/a (nach EnEV 2009). Die jährliche energetisch wirksame Sanierungsquote liegt in Deutschland und auch in Karlsruhe derzeit bei etwa 1 %. Die verschiedenen Bauelemente wie Fenster, Außenwand, Dach/oberste Geschossdecke und Bodenplatte/Decke zu unbeheizten Räumen weisen dabei sehr unterschiedliche Sanierungsraten auf (vgl. Tab. 4-1).¹⁶

Tab. 4-1: Umsetzungsrate der energetischen Sanierung bis 2009 bei Bestandsbauten in Karlsruhe bezogen auf einen Zeitraum von 20 Jahren

Bauelement	Anteil der Altbauten (Baujahr vor 1990) mit energetischer Sanierung des entsprechenden Gebäudeelements seit 1990 im Jahr 2010
Fenster	41%
Dach/ Oberste Geschossdecke	30%
Außenwand	11%
Bodenplatte/Decke zu unbeheizten Räumen	8%

Quelle: Vgl. CO₂online gGmbH 2011.

Elektrische Energie

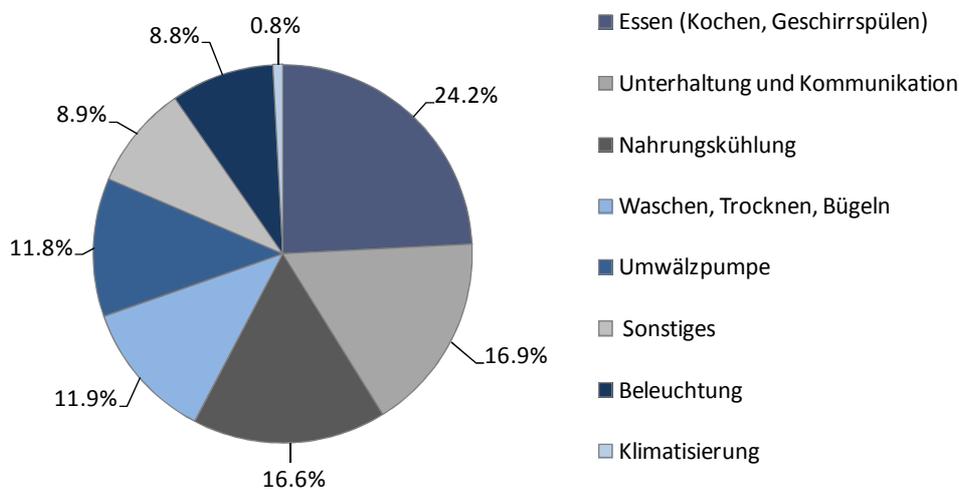
¹⁵ Diese Verteilung basiert auf den statistischen Angaben über die Altersstruktur der Wohngebäude in Karlsruhe (AFS 2008, SSKA 2011) der Aufteilung von Wohneinheiten auf Ein-(EFH), Zwei- (ZFH), Mehr- (MFH) und große Mehrfamilienhäuser (GMH) und der diesbezüglichen Zuordnung der Wohngebäudeeigenschaften aus der deutschen Gebäudetypologie des IWU 2005.

¹⁶ Vgl. CO₂online gGmbH 2011; KfW 2011; Dena 2011

Bei einer Bevölkerung von 302.861 Personen und einer Wohneinheitenanzahl von 146.604 im Jahr 2010 leben in Karlsruhe durchschnittlich 2,1 Personen in einer Wohneinheit.¹⁷ Der Bedarf an elektrischer Energie dieses durchschnittlichen Haushalts für 2010 beträgt 2.800 kWh/a (ohne Heizstrom). Insgesamt wurden 2010 in privaten Haushalten in Karlsruhe knapp 410 GWh elektrische Energie (ohne Heizstrom) verbraucht. Das entspricht einem Anteil von 17 % am Gesamtendenergiebedarf und 36 % an den Gesamt-CO₂-Emissionen der privaten Haushalte (vgl. Tab. 4-3)

Die Höhe des Strombedarfs der privaten Haushalte hängt maßgeblich von der Energieeffizienz der Geräte, die sich auf den durchschnittlichen spezifischen Verbrauch pro Gerät auswirkt, ab, ferner von der Geräteausstattung der Haushalte. Betrachtet man die Aufteilung des Bedarfs an elektrischer Energie auf die unterschiedlichen Anwendungsbereiche wird deutlich, dass der Bereich Kochen und Geschirrspülen etwa 1/4 des durchschnittlichen Strombedarfs ausmacht (vgl. Abb. 4-4). Des Weiteren umfassen die Bereiche Nahrungskühlung und Unterhaltung und Kommunikation jeweils 1/6 des Strombedarfs der Privaten Haushalte.

Abb. 4-4: Verteilung des elektrischen Energiebedarfs der privaten Haushalte (ohne Heizstrom) in Karlsruhe im Jahr 2010.



4.1.1. CO₂-Minderungspotenziale und Ergebnisse

Sowohl der Bedarf für Wärmeenergie als auch für elektrische Energie nimmt in allen Szenarien ab 2008 ab. Unter Berücksichtigung einer jährlichen Sanierungsrate von 1%, sinkt der durchschnittliche Wärmebedarf im *Referenzszenario* bis 2020 auf 127 kWh/m²/a und bis 2050 um relativ 50 % auf 70 kWh/m²/a. Im Szenario *engagierte Welt* beträgt der Rückgang des Wärmeenergiebedarfs gegenüber 2008 sogar 70 %. auf dann noch 582 GWh/a. Hier wird von einer jährlichen Sanierungsrate von 2% ausgegangen. In diesem Szenario würden sich die CO₂-Emissionen im Wärmebereich um 88% reduzieren. Erheblich geringer fällt die Reduktion des Strombedarfs aus. Hier kommt es im *Referenzszenario* zu einem Rückgang von 34 % auf 271 GWh/a und im Szenario *engagierte Welt* zu einem Rückgang von 48 % auf 213 GWh/a.

Tab. 4-2 und Tab. 4-3 sowie Abb. 4-5 und Abb. 4-6 zeigen die Ergebnisse für die Entwicklung des Endenergiebedarfs sowie der CO₂-Emissionen im Bereich der privaten Haushalte in Karlsruhe im Rahmen der drei Szenarien von 2008 bis 2050. Im *Referenzszenario* betragen die Gesamt-CO₂-Emissionen der privaten Haushalte für das Jahr 2050, bezogen auf die prognostizierte Bevölkerung, 0,8 t CO₂ pro Kopf. Im Szenario *engagierte Welt* sinken die Emissionen auf 0,3 t CO₂ pro Kopf.

¹⁷ SISK 2011

Tab. 4-2: Endenergiebedarf der privaten Haushalte in Karlsruhe (in GWh/a)

Szenarien	Basisjahr	Endenergiebedarf für die Wärmebereitstellung			Basisjahr	Energiebedarf für elektrische Geräte		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenz	1.979	1.719	1.303	824	411	377	308	271
Zögernde Welt		1.643	1.177	755		376	302	257
Engagierte Welt		1.564	1.020	582		368	275	213

Tab. 4-3: CO₂-Emissionen der privaten Haushalte in Karlsruhe (in 1.000 Tonnen)

Szenarien	Basisjahr	Aus dem Endenergiebedarf für die Wärmebereitstellung			Basisjahr	Aus dem Energiebedarf für elektrische Geräte		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenz	440,0	332,8	218,9	121,7	234,2	212,9	125,9	86,4
Zögernde Welt		313,3	174,2	89,5		201,4	99,9	52,4
Engagierte Welt		291,5	134,3	51,4		192,0	70,1	19,5

Abb. 4-5: Entwicklung der CO₂-Emissionen der privaten Haushalte in Karlsruhe für die Wärmebereitstellung

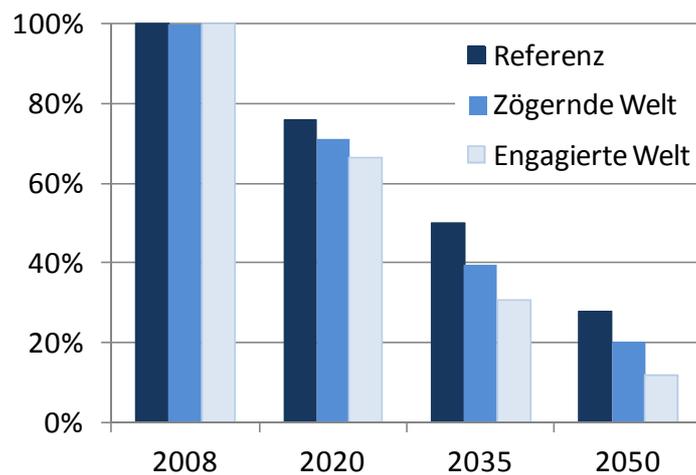
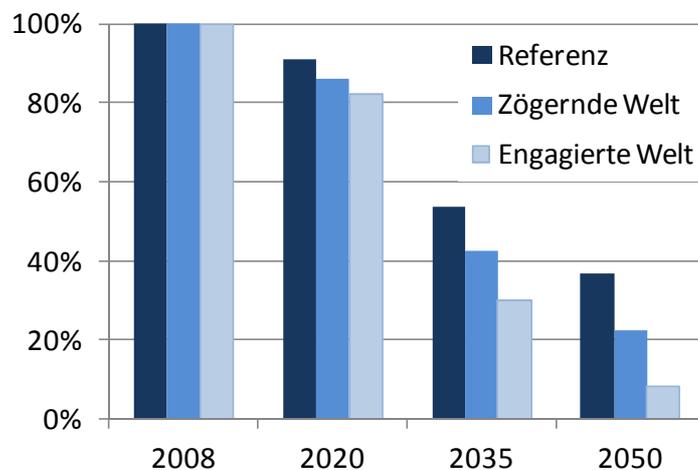


Abb. 4-6: Entwicklung der CO₂-Emissionen der privaten Haushalte für Strombedarf



Im Folgenden werden die vorhandenen Potenziale näher erläutert.

Wärmebedarf

Um den Wärmebedarf in privaten Haushalten und die damit verbundenen Emissionen zu reduzieren, sind die beiden Bereiche Energieeffizienz der Gebäudehülle und Anlagentechnik von Bedeutung. Der Wärmebedarf kann durch eine Verbesserung der Wärmedämmqualität sowie durch eine Effizienzsteigerung in der Anlagentechnik vermindert werden. Die Effizienzsteigerung in der Anlagentechnik kann mit einem Energieträgerwechsel verbunden sein. Die Wahl des Energieträgers und die Rentabilität der verschiedenen Anlagentechnikvarianten hängen dabei von der Höhe des Wärmebedarfs ab.

Die Wärmedämmqualität der Gebäude bestimmt die Höhe des Wärmebedarfs in den privaten Haushalten maßgeblich. Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes hat den größten Beitrag zur Reduktion des Energiebedarfs in diesem Bereich, noch vor der Sanierung der Anlagentechnik. Um das 2-Tonnen-Ziel 2050 zu erreichen und den aktuellen Gesamt-Nutzwärmebedarfs um bis 65% zu reduzieren, ist neben einem Sanierungszyklus der Anlagentechnik von 20 Jahren eine jährliche energetische Sanierungsquote von mindestens 2% ab 2012 notwendig. Bei verzögertem Beginn ist eine entsprechend höhere jährliche Sanierungsquote erforderlich.

Gebäudehülle

Für die Modellierung des Wärmebedarfs bis 2050 wird in allen drei Szenarien ein durchschnittlicher Sanierungszyklus der Gebäudehülle von 40 Jahren angesetzt, was einer jährlichen Sanierungsquote von 2,5% (100% geteilt durch 40 Jahre) entspricht. Da jedoch nicht alle zur Sanierung anstehenden Gebäude energetisch vollsaniert oder überhaupt saniert werden, werden in den drei Szenarien verschiedene Raten für die energetische Sanierung angenommen, die abhängig von den äußeren Rahmenbedingungen und den lokalen Bestrebungen eine jährliche Sanierungsquote von bis zu 2% simulieren. Das entspricht dem Doppelten der heutigen, jährlichen Sanierungsquote von rund 1% der Bestandsgebäude in Karlsruhe.

Die prozentuale Umsetzungsrate für die energetische Sanierung (vgl. Tab. 4-4) wird ab 2011 für alle Gebäudeelemente (Dach/ oberste Geschossdecke, Fenster, Außenwände, Bodenplatte/ Decke zu unbeheizten Räumen) gleich gesetzt, so dass im Falle einer energetischen Sanierung eine Vollsanierung unterstellt wird. Dabei ist zu erwähnen, dass insbesondere durch die energetische Sanierung der Außenwände die möglichen Energieeinsparungen sehr groß sind. Sie betragen etwa 45% der möglichen Gesamteinsparungen, da diese Elemente gewöhnlich den Großteil der Gebäudehüllfläche einnehmen. Die Sanierung der Fenster, die etwa 5 % der Gebäudehülle ausmachen, tragen trotz ihrer geringen Fläche etwa 23 % zur Energieeinsparung bei. Denn insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten hat sich die energetische Qualität der Fenster stark verbessert. Das Energieeinsparpotenzial über die Dämmung der Dachfläche/ der obersten Geschossdecke entspricht etwa dem der Fenster. Für die oberste Geschossdecke besteht nach EnEV die Pflicht zur nachträglichen Dämmung, insofern diese nicht begehbar, aber zugänglich ist. Die tatsächliche Umsetzung einer energetischen Dämmung der obersten Geschossdecke ist jedoch gering, da die Eigentümer von EFH und ZFH diese Pflicht nur im Falle eines Eigentümerwechsels erfüllen müssen und weitere Ausnahmen gelten, wenn die Maßnahme nachweislich unwirtschaftlich ist.¹⁸ Die Dämmung der Bodenplatte/Decke zu unbeheizten Räumen hingegen hat einen geringen Einfluss auf die energetische Gesamteffizienz der Gebäudehülle.

Die Bestimmungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) werden sicherlich auch in Zukunft schrittweise verschärft. Es wird angenommen, dass die rechtlich vorgeschriebene Qualität der Gebäudehüllelemente für Sanierung und Neubau weiter steigen wird. Somit wird 2020 für Wohngebäude mindestens der Passivhausstandard erreicht, mit entsprechenden Qualitäten der Gebäudehüllelemente und mechanischem Luftwechsel (vgl. Tab. 4-4). Ab 2020, für Neubauten ab

¹⁸ Albrecht 2010

2030, bleibt die vorgeschriebene Qualität der Gebäudehüllelemente gleich, das heißt die entsprechenden Wärmedurchgangskoeffizienten der Elemente für Sanierung und Neubau bleiben gleich. Die hier berücksichtigten Vorschriften zum energetischen Standard von Neubauten und für die Sanierung von Bestandsgebäuden im Rahmen der Energieeinsparverordnung (EnEV) entwickeln sich in allen drei Szenarien gleich. Die gesetzlichen Vorgaben zur Umsetzung, die damit verbundene lokale Kontrolle, deren Erfüllung durch die Stadt Karlsruhe und die somit am Ende tatsächlich realisierten Umsetzungsraten in der Sanierung des Karlsruher Gebäudebestandes unterscheiden sich jedoch in den Szenarien. Technisch ist die Passivhausqualität der Gebäudeelemente bereits jetzt realisierbar. In Zukunft werden die Elemente und deren Herstellung im Zuge der Standardisierung kostengünstiger, die Energie wird teurer und der Einsatz der Passivhauskomponenten in Gebäuden wird wirtschaftlicher. Bereits jetzt ist dieser Trend gegenüber den Anfängen in den 90er Jahren deutlich erkennbar.

Tab. 4-4: Kennzahlen für die Qualität der Gebäudehüllelemente beim Neubau und bei der Sanierung von Bestandsgebäuden bis 2050.

Elemente der Gebäudehülle	Wärmedurchgangskoeffizient (W/(m ² *K))					
	2011	2012	2020	2030	2040	2050
Saniert/Neubau ab						
Sanierung						
Dach / oberste Geschossdecke	0,21	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12
Außenwände	0,24	0,17	0,12	0,12	0,12	0,12
Bodenplatte/Decke zu unbeheizten Räumen	0,3	0,21	0,15	0,15	0,15	0,15
Fenster	1,3	1	0,7	0,7	0,7	0,7
Neubau						
Dach / oberste Geschossdecke	0,2	0,15	0,12	0,1	0,1	0,1
Außenwände	0,21	0,15	0,12	0,1	0,1	0,1
Bodenplatte/Decke zu unbeheizten Räumen	0,3	0,21	0,15	0,12	0,12	0,12
Fenster	1,3	1	0,7	0,6	0,6	0,6

Quelle: In Anlehnung an IWU 2009.

Anlagentechnik

Die Qualität der Anlagentechnik, ausgedrückt als Jahresnutzungsgrad der Anlagentechnik (siehe Begriffserläuterung), ist neben der Wärmedämmqualität die zweite entscheidende Stellschraube zur Reduktion des Wärmebedarfs in den privaten Haushalten. In den Szenarien wird davon ausgegangen, dass ab 2011 im Bereich der öl- und gasbefeuerten Heizungsanlagen ausschließlich Brennwerttechnik eingesetzt wird, was in der Realität derzeit noch nicht vollständig der Fall ist. Abhängig davon, welche jährliche Sanierungsrate in Karlsruhe umgesetzt werden kann, entwickeln sich die mittleren Nutzungsgrade für die einzelnen Energieträger bis 2050. Höhere Jahresnutzungsgrade führen zur Minderung der Wärmeverluste. Die Differenz zwischen Nutz- und Endenergie nimmt ab und die erforderliche Energie zur Deckung des Wärmebedarfs fällt geringer aus. In den Szenarien wird zwischen Anlagensanierungszyklen von 20 (*engagierte Welt*) und 30 Jahren (*Referenzszenario*) unterschieden. Die Reduktion von Wärmeverlusten durch die bessere Qualität der Anlagentechnik im Gegensatz zum Technikstand von 2010 führt in den Szenarien abhängig vom Anlagensanierungszyklus zu Energieeinsparungen zwischen 130 und 136 GWh/a im Jahr 2050. Dies entspricht etwa 7% des gesamten Endwärmebedarfs im Jahr 2010.

Im Bereich der Anlagentechnik besteht die Option des Energieträgerwechsels. Die Wahl des Energieträgers hängt mitunter von der Höhe des Wärmebedarfs ab.

Elektrische Energie

Die durch die elektrische Energie bedingten CO₂-Emissionen im Bereich der privaten Haushalte können einerseits durch die Verbesserung der Emissionsfaktoren von Strom durch die Substitution von fossilen durch erneuerbare Energieträger reduziert werden. Dieser Aspekt wird im Rahmen der Energiebereitstellung im Kapitel 4.5 näher beleuchtet. Andererseits können die CO₂-Emissionen durch die Reduktion des Bedarfs an elektrischer Energie in den Haushalten reduziert werden. Dies ist wiederum durch die Effizienzsteigerung der elektrischen Geräte sowie deren bewusst reduzierten Einsatz im Haushalt erreichbar. Herde und Geräte zur Nahrungsmittelkühlung, wie Kühlschrank, Kühl-Gefrier- und Gefriergeräte, haben sehr hohe spezifische Verbräuche (vgl. Tab. 4-5). Weitere weiße Geräte, wie Waschmaschinen, Wäsche- und Wäschetrockner, weisen ebenfalls große spezifische Stromverbräuche auf. Für die weitere Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen spezifischen Gerätestromverbräuche im Bestand wird in allen Szenarien je nach Gerät eine Lebensdauer zwischen 10 und 20 Jahren angenommen.¹⁹

Tab. 4-5: Spezifische Verbräuche von elektrischen Geräten im Jahr 2010.

Elektrische Geräte	Spezifischer Stromverbrauch pro Gerät 2010 (durchschnittlicher Jahresstromverbrauch der Geräte im Bestand)
	<i>kWh/(Gerät*a)</i>
Wäschetrockner	573,7
Elektroherd	365
Umwälzpumpe	330
Kühl-Gefriergerät	298,3
Wäschetrockner	277
Gefriergerät	274,3
Kühlschrank	237
Geschirrspüler	229,3
Licht	229
Waschmaschine	205,7
Farb-TV	177
PC	158,7
Kaffeemaschine	85
Radio-Hifi	50
Dunstabzugshaube	44,3
Mikrowelle	34,3
Video/DVD	29,3
Bügeleisen	24,7
Toaster	24,7
Fön	24,7
Staubsauger	23,7

Quelle: Vgl. Prognos, Öko-Institut e.V. 2009.

Im Allgemeinen wird in allen drei Szenarien von einer identischen Entwicklung in den Geräteausstattungen der Haushalte bis 2050 ausgegangen. Nur die Ausstattung mit Kommunikations- und Unterhaltungsgeräten wie PC, Fernseher, Video und Hifi-Anlagen ändert sich entsprechend der Veränderungen der Haushaltsgröße in den drei Szenarien (vgl. Abb. 4-5).

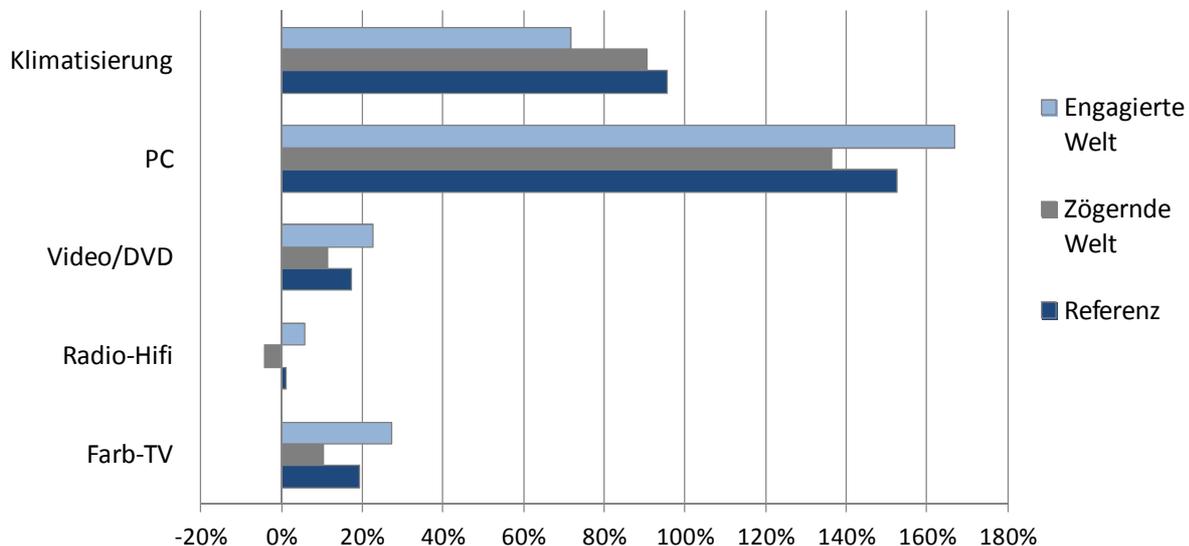
Für einige Haushaltsgeräte wie Herd, Mikrowelle und Waschmaschine reduziert sich im Szenario *zögernde Welt* der Energiebedarf pro Gerät und Haushalt gegenüber dem *Referenzszenario*, weil die

¹⁹ Vgl. WWF 2009

Private Haushalte

Zahl der Personen pro Haushalt geringer ist (siehe Kapitel 3). Im Szenario *engagierte Welt* erhöht sich der Verbrauch pro Gerät und Haushalt der genannten Geräte entsprechend der zunehmenden durchschnittlichen Haushaltsgröße.

Abb. 4-7: Veränderung der Haushaltsausstattung bezüglich ausgewählter Geräte (%) in Karlsruhe 2010 gegenüber 2050 in den Szenarien.



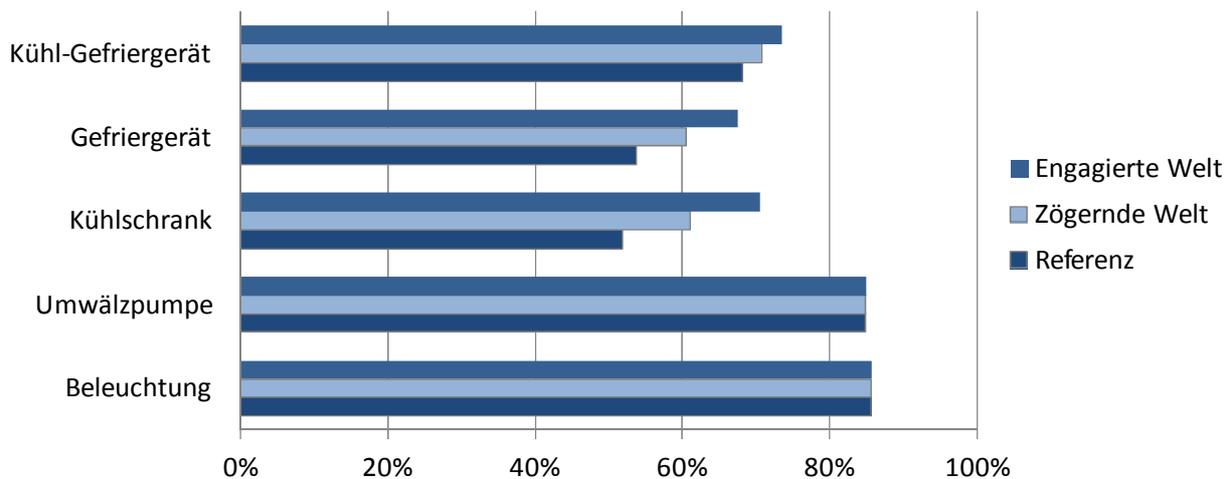
Quelle: Vgl. Prognos, Öko-Institut e.V. 2009.

Der Strombedarf für die Klimatisierung von Räumen fällt derzeit noch gering aus, da nur ein geringer Anteil der Haushalte heute über eine Klimaanlage verfügt (vgl. Abb. 4-5). Die Klimatisierung wird in Zukunft in den privaten Haushalten in Karlsruhe an Bedeutung gewinnen. Die Entwicklung ist in den Szenarien unterschiedlich stark ausgeprägt. Im *Referenzszenario* besitzen 100 % der Haushalte eine Klimaanlage. Im Szenario der *engagierten Welt* sind hingegen nur etwa 75 % der Haushalte mit einer Klimaanlage ausgestattet. Darüber hinaus steigt der diesbezügliche Strombedarf im Szenario *engagierte Welt* weniger stark als in den anderen beiden Szenarien. Grund hierfür ist die höhere jährliche energetische Sanierungsrate bei den Wohngebäuden in Karlsruhe und die damit einhergehende höhere Dämmqualität der Gebäudeelemente.²⁰

Umwälzpumpen und Beleuchtung haben derzeit einen Anteil von jeweils 10 % am Stromverbrauch in den privaten Haushalten (vgl. Abb. 4-6). In diesen Bereichen, wie auch bei Kühl- und Gefriergeräten, zeichnen sich jedoch bereits heute enorme Effizienzsteigerungen ab, so dass hier große Potenziale zur Stromeinsparung und Emissionsminderung bis 2050 liegen (vgl. Abb. 4-6). Insbesondere bei Kühl- und Gefriergeräten können im Szenario *engagierte Welt* durch Ausschöpfung von technischen Möglichkeiten die Effizienzgewinne 2050 gegenüber 2010 noch erhöht werden. Im Bereich der Umwälzpumpen und bei der Beleuchtung sind im Szenario *engagierten Welt* keine Verbesserungen gegenüber dem *Referenzszenario* zu verzeichnen, da bereits heute durch technische Fortschritte hohe Effizienzsteigerungen erreicht werden können²⁰. Um die möglichen Einsparungen an elektrischer Energie durch die Effizienzverbesserung in den Geräten auszuschöpfen, sind Maßnahmen wichtig, die den Austausch alter Lampen, Umwälzpumpen und Kühl- und Gefriergeräte anstoßen, wie etwa über Aktionswochen in Fachgeschäften und entsprechende Energiesparchecks und Energieberatungen. Diese Maßnahmen werden im Kapitel 5.1.3 nochmal im Detail aufgegriffen.

²⁰ Vgl. WWF 2009.

Abb. 4-8: Effizienzsteigerung (%) bezogen auf den spezifischen Verbrauch ausgewählter Geräte 2050 gegenüber 2010 in den Szenarien.



Quelle: Vgl. Prognos, Öko-Institut e.V. 2009.

4.1.2. Hemmnisse und fördernde Faktoren

Wärmebedarf

Wie aus Kapitel 4.1.1 ersichtlich, liegt bei den privaten Haushalten das größte Nutzenergieeinsparpotenzial im Bereich der Raumwärme. Durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle kann der Heizwärmebedarf von Wohngebäuden erheblich gesenkt werden. Eine jährliche energetische Sanierungsquote von 2 % (Szenario *engagierte Welt*) entspricht bei den Modellannahmen durchschnittlich etwa 230.000 m² Wohnfläche in Karlsruhe. Jedoch liegt die jährliche Sanierungsquote in Karlsruhe derzeit bei etwa 1 %, denn insbesondere im Bereich der energetischen Gebäudesanierung gibt es große Hemmnisse, die die Erschließung der Energieeinsparpotenziale verhindern. Die Sanierung der Anlagentechnik ist ebenfalls eher verhalten, so dass man aktuell von einem Sanierungszyklus von mehr als 20 Jahren ausgehen kann. Der hohe Investitionsbedarf und die lange Amortisationszeit bei einer umfassenden energetischen Sanierung der Gebäude sind entscheidende Größen bei der Identifikation von Hemmnissen. Diese unterscheiden sich zum Teil bezüglich der beteiligten Akteure als Investoren, so dass im Rahmen der Studie zwischen

- Selbstnutzenden Eigentümern (EFH, ZFH),
- Vermietern von wenigen Häusern/Wohnungen,
- Eigentümergemeinschaften und
- Wohnungsbaugesellschaften unterschieden wird.

Bei den selbstnutzenden Eigentümern und Vermietern von wenigen Häusern/Wohnungen stehen finanzielle Hemmnisse wie auch bestimmte Informationsdefizite im Vordergrund.

- Aus finanzieller Sicht besteht Unsicherheit über die eigene finanzielle Entwicklung, Mangel an Eigenkapital und die gleichzeitige Ablehnung des Verschuldens durch die Aufnahme von Krediten.
- Ältere Hausbesitzer wollen oder können wegen des im Allgemeinen hohen finanziellen Aufwands keine energetischen Sanierungsmaßnahmen mehr durchführen und überlassen dies den Erben.
- Bei den Vermietern hemmen die eingeschränkten Umlagemöglichkeiten der Sanierungskosten die Bereitschaft zur energieeffizienten Sanierung. So führt die Eigentümer-Nutzer-Konstellation dazu, dass Investitionen unterbleiben, da der Investor selbst langfristig keinen Nutzen aus seiner Investition erzielen kann und damit verbundene Kosten nur langfristig und auch nicht im vollem Umfang auf die Mieter umlegen kann.

Private Haushalte

- Darüber hinaus bestehen weitere Informationsdefizite, die auch im Rahmen des in der Studie durchgeführten Workshops mit Vertretern von Wohnungsbaugenossenschaften, der Innungen, der Handwerkskammer, des Mieter- und Bauvereins und der Bausparkassen deutlich wurden. So schätzen viele Gebäudeeigentümer die energetische Gebäudequalität sehr gut ein. Es mangelt an Kenntnissen über energetische Einsparpotenziale und die gesetzlichen Vorgaben der EnEV. Weiterhin besteht Unsicherheit bezüglich der tatsächlichen energetischen Einsparpotenziale durch eine Sanierung, so dass durch die Zweifel am Kosten-Nutzen-Verhältnis energetische Sanierungsmaßnahmen insgesamt unterlassen werden. Außerdem sind vorhandene Förderprogramme und Finanzierungsmodelle für energetische Sanierungen wie auch für energieeffiziente Neubauten unzureichend bekannt.²¹

Eigentümergeinschaften sind durch heterogene Eigentümerstrukturen (Streubesitz) geprägt, so dass energetische Sanierungsmaßnahmen, die meist eine im Konsens zu fällende Investitionsentscheidung darstellen, schwer verwirklicht werden können.

Wohnungsbaugesellschaften besitzen meist gutes Fachwissen und Professionalität, so dass hier kein Informationsdefizit vorliegt. Das entscheidende Hemmnis liegt vielmehr wieder in der Eigentümer-Nutzer-Konstellation.

In dem Workshop wurde darüber hinaus deutlich, dass neben den Gebäudeeigentümern auch bei den Handwerkern und Hausmeistern meist ein Informationsdefizit besteht, insbesondere bezüglich

- der EnEV-Vorgaben,
- der angemessenen Dimensionierung der Anlagentechnik,
- der Möglichkeiten des Einsatzes von Erneuerbaren Energien und
- der Finanzierungsmöglichkeiten, wie etwa Contracting.

Elektrische Energie

Bezüglich des Strombedarfs der privaten Haushalte bestehen, wie im Kapitel 4.1.1 aufgezeigt, ebenfalls größere Energieeinsparpotenziale bei bestimmten Haushaltsgeräten/Geräteklassen.

So können unter Berücksichtigung der Modellannahmen durch den regelmäßigen Austausch von veralteten Haushaltsgeräten durch solche der jeweils besten Energieeffizienzklasse beim Kauf neuer Geräte im Jahr 2050 mindestens 34 %, 139 GWh/a, des derzeitigen elektrischen Nutzenergiebedarfs (ohne Heizstrom) der Karlsruher Haushalte eingespart werden.

Es existieren in diesem Zusammenhang jedoch auch entscheidende Hemmnisse, wie:

- Höhere Erstinvestitionen für energieeffiziente Geräte gegenüber weniger effizienten Geräten.
- Energieeffiziente Geräte weisen oft verschiedene Einstellungs- und Bedienungsmöglichkeiten auf, die die Nutzer überfordern.
- Beim Kauf besteht ein Informationsdefizit im Hinblick auf die Kostenersparnis durch Energieeinsparungen während der Lebensdauer des Gerätes.

Darüber hinaus ist die Effizienz von Geräten und deren Austausch in privaten Haushalten durch die Stadt Karlsruhe schwer zu kontrollieren.

Die Überwindung dieser Hemmnisse erfordert verschiedene Aktivitäten auf unterschiedlichen Ebenen, wie etwa bestehende Bestrebungen der bundesweiten Einführung des EU-Labels zur Kennzeichnung des Stromverbrauchs von Elektrogeräten sowie des Top-Runner-Ansatzes, um die Verbreitung von energieeffizienten Produkten zu beschleunigen.

²¹ Vgl. Albrecht 2010.

4.1.3. Maßnahmen

Wärmebedarf

In Anlehnung an die Differenzierung der Hemmnisse nach Entscheidertypen, sind auch die Maßnahmen entsprechend auszurichten.

Zur Überwindung der finanziellen Hemmnisse existieren diverse Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene sowie auch Fördergelder der Stadt Karlsruhe für Sanierungen (z. B. Bonusprogramm Altbau). Diese Förderprogramme und alternative Finanzierungsmöglichkeiten sind den selbstnutzenden Eigentümern, Vermietern von wenigen Häusern/Wohnungen sowie auch den ausführenden Handwerkern meist unzureichend bekannt. Das entscheidende Handlungsfeld der Stadt Karlsruhe liegt hier folglich in der Reduktion des Informationsdefizits. Neben der Information über vorhandene Fördermöglichkeiten und Finanzierungsmodelle gilt es, die selbstnutzenden Eigentümer und Vermieter für die vorhandene Sanierungsbedürftigkeit der Gebäude und der Anlagentechnik zu sensibilisieren.

Dem mangelnden Konsens bei Investitionsentscheidungen für die energetische Sanierung von Eigentümergemeinschaften mit heterogenen Eigentümerstrukturen kann ebenfalls über einen Ausgleich von Informationsdefiziten und mit einer verstärkten Sensibilisierung für die energetische Sanierung entgegengewirkt werden.

Da die Handwerker und Hausmeister durch Ihre Arbeit häufig Zugang zu den privaten Wohngebäuden und zur Anlagentechnik bekommen, sollten diese bezüglich der Schnellerkennung der Sanierungsbedürftigkeit und großer energetischer Einsparmöglichkeiten von/bei Gebäuden und der Anlagentechnik sensibilisiert werden und eine Weiterbildung zur entsprechenden Beratung der Hausbesitzer und Bewohner erhalten.

Weiter besteht gerade bei Eigentumsübergang bzw. beim Erwerb eines Bestandsgebäudes eine große Bereitschaft für bauliche Änderungen und die energetische Verbesserung der Gebäudesubstanz. Um den Käufern und Mietern die Möglichkeiten der energetischen Verbesserung der Gebäude/ Wohnungen aufzuzeigen, müssten insbesondere Makler bezüglich der Sanierungsbedürftigkeit von Gebäuden und der Anlagentechnik durch Schulungen beispielsweise im Rahmen der Maklerausbildung sensibilisiert werden. Damit eine energetische Erstberatung durch Makler für diese attraktiv wird, ist zunächst ein Anreizsystem zu entwickeln.

Im Handlungsbereich der Stadt Karlsruhe liegt in diesem Zusammenhang das Angebot von Schulungen über die IHK, Handwerkskammer, die Innungen und die Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur zur Weiterbildung der entsprechenden Berufsgruppen. Diese Schulungen sollten folgende Aspekte abdecken:

- Beratung der Hauseigentümer und Bewohner
 - zur Sensibilisierung bezüglich der Sanierungsbedürftigkeit von Gebäuden und der Anlagentechnik (Hausmeister, Handwerker, Makler),
 - bezüglich möglicher Finanzierungsmodelle für eine energetische Sanierung und den Einsatz Erneuerbarer Energien (Handwerker, Makler) sowie
 - zu vorhandenen Förderprogrammen für die energetische Sanierung und Neubau auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene (Handwerker, Makler).
- Bedarfsgerechte Kontrolle und Einstellung der Anlagentechnik und Identifikation und Behebung von Energieverlusten in diesem Bereich (Handwerker, Hausmeister).
- Einführung in Finanzierungsmodelle wie Contracting für energetische Sanierung und für den Einsatz erneuerbarer Energien sowie die Anleitung zur Integration dieser in das Angebotsspektrum des Handwerkbetriebs als zusätzliches Geschäftsfeld. Dies ist Bestandteil der Contracting- Offensive und des Erfahrungsaustausch-Programms, die als Maßnahmen im Kapitel zum Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor näher beschrieben werden.

Zur Überwindung der Hemmnisse bei Wohnungsbaugesellschaften auf Grund des Eigentümer-Nutzer-Dilemmas kann ein Contracting-Angebot für Anlagentechnik, für Anlagen zur Nutzung von

Private Haushalte

erneuerbaren Energien (EE) und für Elemente der Gebäudehülle die Kosten verlagern, und so finanzielle Abhilfe und die Bereitschaft zur energetischen Sanierung schaffen. Der Contracting-Aspekt wird wegen seiner ebenfalls hohen Relevanz für den GHD-Sektor näher unter Kapitel 4.2.1 beschrieben.

Die Stadt besitzt bei ihren eigenen Grundstücken den größten Einfluss. Seit Verabschiedung des Klimaschutzkonzeptes wird in der Regel in den vorhabenbezogenen Bebauungsplänen für Wohngebäude der energetische Standard orientiert am KfW-Effizienzhaus 70 für Neubauten und KfW-Effizienzhaus 85 für Bestandsgebäude festgeschrieben. Diese Zielgröße liegt damit über dem durch die EnEV gesetzlich vorgeschriebenen Mindeststandard²²

Als weiterführende Maßnahme ist die Durchsetzung der bestehenden Zielsetzungen sowie die Festlegung von höheren energetischen Standards (z.B. Passivhausstandard, Nutzung von erneuerbare Energien, Fernwärmeanschluss) sehr wichtig. Ebenso ist dieser hohe energetische Gebäudestandard auch im Rahmen der Vermietung von öffentlichen Grundstücken wie auch beim Verkauf dieser Grundstücke im Rahmen eines öffentlich-rechtlichen Vertrages festzulegen. Der städtische Eigentumsanteil an allen Grundstücken im Stadtkreis beträgt 15 % (11.000 Grundstücke). (Der Anteil an Bebauungsfläche hiervon ist derzeit nicht bekannt.) Das CO₂-Minderungspotential ist abhängig von der jährlichen Anzahl und Größe der Verkäufe von bebauten und bebaubaren Grundstücken, und der konkreten Umsetzungsqualität von energetischen Gebäudestandards. Darüber hinaus wäre das Heranziehen von weiteren Aspekten abzuwägen, wie beispielsweise die Erhöhung der Geschossflächenzahl bei Umsetzung eines bestimmten energetischen Standards als Anreiz für die energetische Sanierung von Gebäuden auf städtischen Grundstücken. Die angesprochene Maßnahme hat ebenfalls eine hohe Relevanz im GHD-Bereich und wird daher unter Kapitel 4.2.1 weiter erläutert.

Elektrische Energie

Im Zusammenhang mit dem elektrischen Energiebedarf, insbesondere um das Informationsdefizit und die Hemmnisse bezüglich der Gerätebedienung abzubauen, kann die Stadt im Rahmen von Energiesparchecks die Nutzer über den tatsächlichen, jährlichen Energiebedarf einzelner Haushaltsgeräte und über individuelle Einsparpotenziale informieren. Die Bedienung kann an Mustergeräten vor Ort demonstriert werden. Als Ergänzung zu den bereits vorhandenen Förderprogrammen für unter anderem Umwälzpumpen, Mini-BHKWs und Wärmepumpen der Stadtwerke Karlsruhe können beispielsweise durch Rabatte, Boni oder teilweise Kostenübernahmen Anreize für besonders energieeffiziente Maßnahmen in privaten Haushalten, zum Beispiel zum Austausch bestimmter Geräte mit einer großen Effizienzverbesserung, geschaffen werden. Diese Hemmnisse lassen sich über Aktionswochen mit Demonstrationsobjekten und unabhängigen Energieberatern vor Ort in Haushaltwarengeschäften verringern.

²² Stadt Karlsruhe 2010b

Tab. 4-6: Maßnahmen für die privaten Haushalte in Karlsruhe

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure	Zeitraum	Minderungspotenzial
Schulungen zur Heizanlagenkontrolle und -einstellung sowie zur Identifikation sanierungsbedürftiger Gebäude von privaten Haushalten und im GHD-Sektor	<ul style="list-style-type: none"> Zum Teil vertiefende Maßnahme 	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Hausmeister Handwerker, insbesondere Heizungsbauer 	<ul style="list-style-type: none"> Handwerkskammern/Innungen Industrie- und Handelskammer (IHK) Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK) 	<ul style="list-style-type: none"> Ab 2009. Vertiefung und Erweiterung der Maßnahme über städtische Liegenschaften in Karlsruhe hinaus auf Wohngebäude (sowie auch Nichtwohngebäude) notwendig 	Nicht direkt quantifizierbar
Entwicklung eines Anreizsystems für Makler o. ä. als Erstberater zur Gebäudesanierung	<ul style="list-style-type: none"> Neue Maßnahme 	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Makler o. ä. 	<ul style="list-style-type: none"> Industrie und Handelskammer Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK) 	<ul style="list-style-type: none"> Ab 2012 	<ul style="list-style-type: none"> Nicht direkt quantifizierbar
Aktionswochen in Geschäften zu energieeffizienten Haushaltsgeräten und Gebäudeelementen	<ul style="list-style-type: none"> Zum Teil vertiefende Maßnahme 	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Private Haushalte 	<ul style="list-style-type: none"> Einrichtungshäuser Baumärkte Geschäfte mit Haushaltsgeräten Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK) Stadtwerke Karlsruhe 	<ul style="list-style-type: none"> Ab 2012 	<ul style="list-style-type: none"> Nicht direkt quantifizierbar Abhängig von der Anzahl der durchgeführten Maßnahmen sowie von deren Umfang.
Anreize für besonders energieeffiziente Maßnahmen in privaten Haushalten	<ul style="list-style-type: none"> Vertiefende, zum Teil neue Maßnahme 	Hoch	<ul style="list-style-type: none"> Private Haushalte 	<ul style="list-style-type: none"> Stadt Stadtwerke Karlsruhe Groß- und Einzelhandel 	<ul style="list-style-type: none"> 2012 	<ul style="list-style-type: none"> Nicht direkt quantifizierbar. Abhängig von der Anzahl und dem Umfang der Aktivierung.

Tab. 4-6: Maßnahmen für die privaten Haushalte in Karlsruhe

Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laufende Kosten für Schulungen zur optimalen Einstellung der Anlagentechnik, zur Identifikation von Sanierungsbedürftigen Gebäuden (auch Umgang mit Wärmebildkameras) und zur Kommunikation mit Sensibilisierung der Hausbewohner. ▪ Einstellung möglicherweise zusammen mit vorhandener regelmäßiger Kontrolle der Anlagentechnik durch Schornsteinfeger und als selbstverständlicher Bestandteil bei Reparaturarbeiten. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Angebot neuer und vertiefender Schulungen für Hausmeister und Handwerker über die IHK, Handwerkskammer und Innungen. ▪ Um die Umsetzung und Erfolg der Schulungsinhalte zu prüfen, könnten GHD-Betriebe zur Aufstellung von betriebsspezifischen Fact-Sheets verpflichtet werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zum Teil M66
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosten für die Konzeptentwicklung und Implementierung in die Schulungen. ▪ Darauf keine zusätzlichen Kosten, wenn in Maklerlehrgänge der IHK integriert. Keine zusätzlichen Kosten, wenn in Maklerlehrgänge der IHK integriert. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklung eines Anreizsystems in Zusammenarbeit mit der KEK. ▪ Darauf folgende Integration der Schulungen im Rahmen der Makleraus- und -weiterbildung durch die IHK und Übernahme als Bestandteil der Abschlussprüfung des Immobilienmaklerlehrgangs. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nein
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technische und kaufmännische, unabhängige Berater für die Aktionszeit vor Ort. ▪ Kurzschulung des Verkaufspersonals. ▪ Werbung für die Aktionswochen auf Straßenbahnen und durch Kurzfilme in den Karlsruher Kinos zu Effekten der energieeffizienten Gebäudesanierung, z.B. zum Austausch alter Umwälzpumpen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wurde zum Teil bereits von den Stadtwerken Karlsruhe ein bis zweimal pro Jahr mit einem Informationsbus auf Wochenmärkten und Baumärkten durchgeführt. ▪ Im Rahmen der Aktionswochen wird diese Form der Aktivitäten ausgebaut und breiter kommuniziert. Es wäre jedoch insbesondere der Einsatz von unabhängigen Energieberatern wichtig. ▪ Beispielaktionen vor Ort: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stromzähler: Welche elektrischen Geräte werden in einem durchschnittlichen Haushalt in Karlsruhe benutzt, wie viel Energie benötigen diese und wie vielen CO₂-Emissionen entspricht dies auf das Jahr umgerechnet? ▪ Vergleich von energieeffizienten und alten Geräten. Darstellung der Energie- und Instandhaltungskosten. ▪ Wärmebildkamera 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zum Teil ähnlich zu M58
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Derzeit nicht quantifizierbar 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergänzend zu den bestehenden Förderprogrammen könnte bei nachweislicher Umsetzung (z. B. Quittung eines neuen Haushaltsgeräts) von besonders energieeffizienten Maßnahmen in privaten Haushalten: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sanierungsmaßnahmen, ▪ Austausch alter Geschirrspülmaschinen, ▪ Geräten der Nahrungskühlung, ▪ Elektroherde, ▪ alter Umwälzpumpen und ▪ Einsatz von Energiesparlampen / LED-Lampen ein Teil der Kosten von der Stadt Karlsruhe oder den Stadtwerken übernommen werden. ▪ Finanzielle Anreize, wie Rabatte und Boni, im Groß- und Einzelhandel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ähnlich zu M58, M64

4.1.4. Leitprojekte

Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes liefert den entscheidenden Beitrag zur Reduktion des Energiebedarfs bei den privaten Haushalten. Bei einer jährlichen energetische Sanierungsquote von 2 % durch die Sanierung von Gebäuden, insbesondere der Gebäude, die vor 1979 in Karlsruhe erbaut wurden, könnten über 975 GWh Nutzenergie im Jahr 2050 eingespart werden. Dies entspricht etwa 78% der Nutzenergieeinsparungen bei den privaten Haushalten entspricht,. Derzeit liegt die energetische Sanierungsrate pro Jahr in Karlsruhe jedoch bei etwa 1 %. Zur Erreichung des 2-Tonnen-Ziel 2050 ist eine jährliche energetische Sanierungsquote von mindestens 2% ab 2012 notwendig beziehungsweise bei verzögertem Beginn eine entsprechend höhere jährliche Sanierungsquote.

Im Rahmen des Workshops mit verschiedenen Akteuren im Bereich der privaten Haushalte wurden diverse Maßnahmen diskutiert und bewertet. Aus dem Workshop sind die folgenden Botschaften der Teilnehmer besonders herauszustellen:

- Das Bewusstsein und Interesse der Akteure muss gesteigert werden durch die Visualisierung und Quantifizierung von energetischen Mängeln sowie der Wirkung von Maßnahmen zur Energieeffizienz und -einsparung, insbesondere anhand von konkreten Kleinmaßnahmen.
- Die Beratung und Aufklärungsarbeit sollte durch eine neutrale Person ohne Eigeninteresse erfolgen.
- Die Kundennähe sowie die Berücksichtigung individueller und stadtteilspezifischer Bedürfnisse sind sehr wichtig.

Basierend auf diesen Aussagen, den Diskussionen im Workshop und den herausgearbeiteten Potenzialen und Hemmnissen haben sich für den Bereich der privaten Haushalte die drei folgenden Leitprojekte herauskristallisiert, welche eine Anzahl an Maßnahmen umfassen (Anhang):

- Low-Carbon-Stadtteil
- Konvoisanierungsprojekte
- Musterhausoffensive

Diese drei Projekte wurden als Leitprojekte eingestuft, da mit ihnen viele Entscheidungsträger, die auf die Qualität der Gebäude im Bereich der privaten Haushalte Einfluss nehmen können, erreicht werden. Die Projekte dienen der Überwindung der bestehenden Hemmnisse im Bereich der energetischen Sanierungsmaßnahmen, indem sie Anschaulichkeit, Transparenz und Greifbarkeit erhöhen. Sie zielen insbesondere darauf ab, lokale Akteure zu aktivieren und die privaten Haushalte bezüglich ihrer eigenen Handlungsmöglichkeiten bei der Minderung von CO₂-Emissionen in Karlsruhe durch greifbare und verständliche Demonstrationsobjekte zu sensibilisieren und zum Handeln anzustoßen. Es kann auf stadtteilspezifische Bedürfnisse eingegangen und entsprechende Synergien können genutzt werden. Durch die Projekte werden Energieeinsparmöglichkeiten verständlich und spürbar, so dass eine zunehmende Akzeptanz gegenüber der Durchführung von Sanierungs- und weiteren Energieeffizienzmaßnahmen zu erwarten ist.

Leitprojekt: Low-Carbon-Stadtteil

Es wird ein integriertes Gesamtkonzept entwickelt und umgesetzt, das zur größtmöglichen CO₂-Emissionsminderung in einem Stadtteil führt. Es umfasst die emissionsarme Energie-bereitstellung und die Minimierung des Energieeinsatzes, vor allem für Gebäude, Verkehr und Konsum. Um eine große Außenwirkung zu erreichen, sollte hierzu ein relativ zentrales Stadtquartier mit einer hohen Wohndichte ausgewählt werden, wie z. B. ein Teil der Süd-, Ost- oder Weststadt. Auch zu berücksichtigen sind die Besitzverhältnisse im Quartier, da unterschiedliche Akteure mit den unterschiedlichen Motiven einbezogen werden, z. B. Wohnbaugesellschaften oder/und Hausbesitzer. Ausgangsbasis für die Planung des Low-Carbon-Stadtteils ist die Analyse der aktuellen Energiebedarfsstruktur. Hierauf erfolgt eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung dieses Energiebedarfs ohne weitere Maßnahmen und die konzeptionelle Einbeziehung von unterschiedlichen Maßnahmen. Schwerpunkte der Maßnahmen

sind: Aufwertung einzelner Wohnblöcke zu "Plusenergiegebäuden" (Gebäude produzieren in der Bilanz über das Jahr mehr Energie als sie verbrauchen). Erzeugter überschüssiger Strom wird ins Netz eingespeist oder zum Aufladen von Batterien (z. B. für Elektroautos) genutzt. Der Verkehr im Stadtteil wird auf die Reduzierung von CO₂ optimiert. Die Maßnahmen erhöhen neben der Reduzierung der CO₂-Emissionen auch die Lebensqualität allgemein, z. B. durch Verringerung der Lärmemissionen, des Unfallrisikos und der Emissionen von Luftschadstoffen wie Feinstaub und NO_x. Die CO₂-Emissionen des Konsums im Low-Carbon-Stadtteil werden verringert, indem die Konsumenten für die CO₂-Wirkung des Konsums sensibilisiert werden und ihnen Informationen zum CO₂-verantwortlichen Handeln an die Hand gegeben werden (z. B. Produktkennzeichnungen). Unterstützend könnte ein Wettbewerb "Klimaeffizientes Unternehmen" oder zur Mobilisierung der privaten Haushalte ein Wettbewerb "Energietagebuch" ausgelobt werden. Ein weiterer Weg zur Einbindung der Stadtteilbevölkerung bzw. der Stadtteilwirtschaft wäre durch die Initiierung eines, Lokalen Agendaprozesses auf Stadtteilebene möglich. Innerhalb des angestrebten Low Carbon Stadtteils könnten auch weitere Leitprojekte oder Maßnahmen umgesetzt werden. Hierzu bieten sich vor allem an: Die Durchführung von Konvoisanierungen (Leitprojekt 2, PH-1, s.o.), die Errichtung eines oder mehrerer Low Carbon-Musterhäuser (Leitprojekt 3, PH3, s.o.) und die Realisierung eines energieeffizienten Supermarktes (GHD-2). Als Ergebnis könnte ein Vorzeigestadtteil mit überregionaler Sichtbarkeit, wie z.B. der Stadtteil Vauban in Freiburg, entstehen.

Leitprojekt: Konvoisanierungsprojekte

Um die jährliche energetische Sanierungsquote in Karlsruhe auf mindestens 2% zu erhöhen, muss die energetische Sanierung von Gebäuden auf breiter Basis umgesetzt werden. Karlsruhe hat derzeit 27 Stadtteile, welche wiederum weiter in mehrere Stadtviertel zu untergliedern sind (Abb. 4-7).²³ Die Stadtteile und auch die Stadtviertel haben unterschiedliche charakteristische städtebauliche Gegebenheiten, wie etwa Baualter der Gebäude, deren Struktur und bauliche Qualität. Durch spezifische Sanierungsvorhaben in Quartieren mit homogener Gebäudestruktur kann der Energiebedarf der Gebäude auf einer breiten Basis und mit großer Wirkung gesenkt werden. Durch eine starke Einbindung der Zielgruppe in einem partizipativen Prozess wird eine hohe Identifikation mit dem Sanierungsvorhaben und die Bewusstseinsbildung für das Thema und die Möglichkeiten erreicht.

Aufgrund der Homogenität der Quartiere kommen starke Synergieeffekte zum Tragen, die die Umsetzung eines hohen CO₂-Einsparpotenzials ermöglichen. Gleichzeitig bringen Wiederholungseffekte, Standardisierung und Mengenrabatte für die Eigentümer einen wirtschaftlichen Vorteil. Ähnlich einer Baugruppe entsteht eine Sanierungsgruppe, welche nach einer Gruppenberatung in einem iterativen Planungsprozess eine Sanierungslösung erarbeitet. Die anschließende Umsetzung kann als „betreute“ Konvoisanierung erfolgen.

Die Stadt kann mit stadtteilbezogenen Informationskampagnen größere Bauträger, Wohnbaugenossenschaften und Wohnungsbaugesellschaften aktivieren. Die Informationskampagnen sollten interaktive Elemente, z. B. Wärmebilder, zur Demonstration der Sanierungswirkung und zur Quantifizierung der Einsparpotenziale enthalten. Durch Veröffentlichung eines regelmäßigen Energieberichts für Haushalte und lokale Betriebe in der jeweiligen Stadtteilzeitung oder in den BNN können Erfolge kommuniziert werden. Neben einem hohen CO₂-Minderungseffekt haben Konvoisanierungsprojekte positive Auswirkungen auf das Image eines Stadtteils, die Stadtteilgestaltung und die Stadtteilentwicklung als Ganzes.

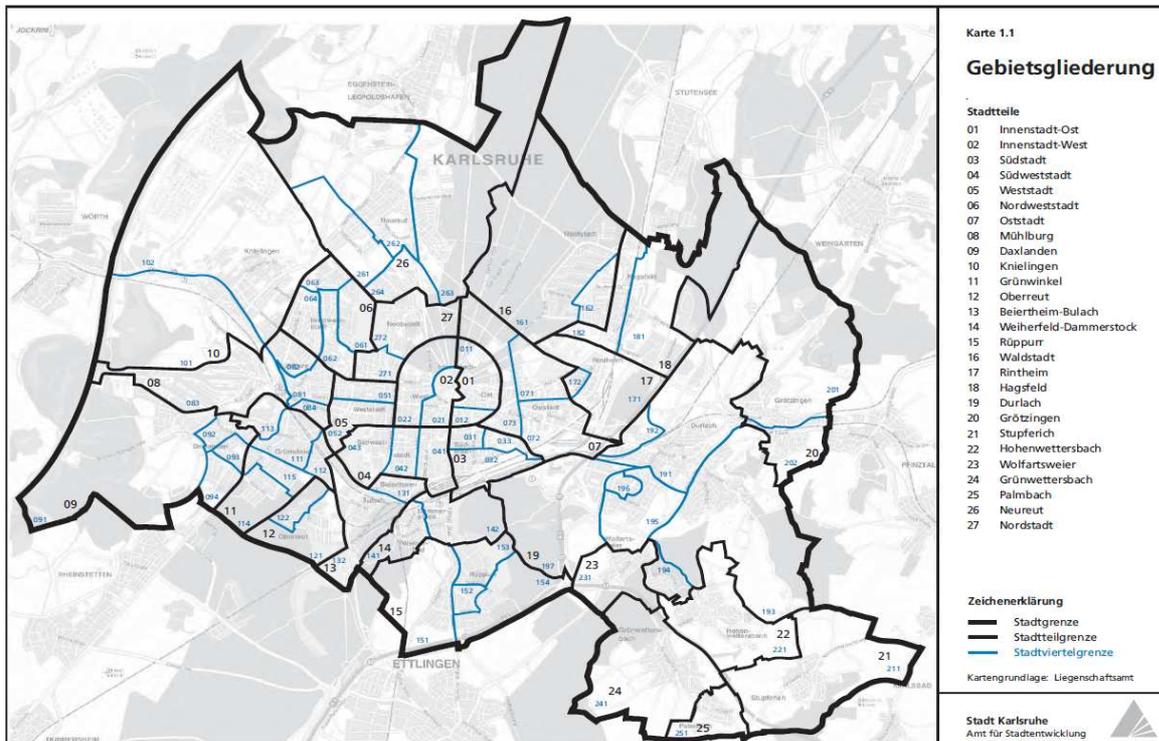
Die Wirksamkeit dieses Leitprojekts zeigt sich in bereits verwirklichten Sanierungsprojekten, wie etwa dem „Rintheimer Feld“ der Volkswohnung. Ziel des Sanierungsprojekts „Rintheimer Feld“ war die Minderung des Primärenergieeinsatzes und der CO₂-Emissionen in diesem Quartier um etwa 80 % unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit. Die Sanierungsarbeiten sind abgeschlossen und die

²³ Stadt Karlsruhe 2011

Zielerreichung wird derzeit analysiert.²⁴

Die Kooperation mit Partnern aus Forschung und Praxis, der Einbezug von lokalen Institutionen, wie Kirchengemeinden, Vereinen, und auch die Aktivierung der Bevölkerung waren bei beiden Vorhaben entscheidend für den Erfolg. Somit sollten die stadtteilspezifischen Ansprachen in Form von Informationskampagnen und die individuellen Sanierungskonzepte in Zusammenarbeit mit lokalen Partnern, wie Energieberatern, Handwerkern, Vereinen, Kirchengemeinden, dem Stadtplanungsamt, der Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur und den Stadtwerken Karlsruhe erarbeitet und durchgeführt werden.

Abb. 4-9: Stadtteile in Karlsruhe



Quelle: Stadt Karlsruhe 2011

Derzeit sind eine Reihe an Sanierungsgebieten in Karlsruhe ausgeschrieben²⁵. Im nächsten Schritt wären die entsprechenden Gebiete für eine Konvoisanierung zu benennen. Über das neu aufgelegte KfW-Förderprogramm für integrierte Quartierskonzepte des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, für welches 92 Millionen Euro 2012 zu Verfügung stehen, können Zuschüsse für die Erstellung von integrierten Konzepten auf Stadtquartiersebene beantragt werden.²⁶

Leitprojekt: Musterhausoffensive

Eines der großen Hemmnisse zur Durchführung von Sanierungsmaßnahmen sind Informationsdefizite und Unsicherheiten bei den Gebäudeeigentümern zur energetischen Gebäudequalität und zu energetischen Einsparpotenzialen. Dieses Hemmnis kann überwunden und die Akzeptanz von Sanierungsmaßnahmen gesteigert werden, wenn die Wirkungen von Sanierungsmaßnahmen an konkreten repräsentativen Beispielobjekten anschaulich, verständlich und greifbar gemacht werden.

Daher werden im Rahmen des Leitprojekts „Musterhausoffensive“ bei den privaten Haushalten, im GHD-Bereich und der Industrie energetisch herausragende Sanierungsprojekte als „Musterhäuser“

²⁴ BINE 2010

²⁵ Siehe <http://www.karlsruhe.de/bauen/bauenplanen/sanierung> [letzter Aufruf: 01.12.2011]

²⁶ BMVBS 2011b

identifiziert. Aktuelle laufende Sanierungsprojekte mit neuen innovativen Techniken und Maßnahmen werden begleitet.

Die Mustergebäude können über Innungen, Energieberater, Architektenkammer und Stadtwerke oder im Rahmen eines Wettbewerbs identifiziert werden. Insbesondere stadtteigene Demonstrationsbauten können als Vorreiter dienen.

In den Musterhäusern erfolgen gebündelte bereichs- und branchenspezifische Demonstrationen und Beratungen zu den Möglichkeiten der Energieeinsparung und deren maßnahmenbezogene Quantifizierung durch unabhängige Energieberater, Architekten und Handwerker.

Der gebündelte Betreuungsaufwand in den Musterhäusern wäre durch entsprechende Förderung seitens der Stadt zu finanzieren. Angedacht ist auch eine Vorstellung der Demonstrationsbauten im Rahmen der Stadtausstellung 2015 und/oder auf thematisch passenden Veranstaltungen, wie Tag der Architektur und Energietag BW.

Für die Kommunikation der Musterhäuser auf Stadtebene sind die Objekte in einem Projektkatalog zusammenzufassen. Die Kosten für die Datensammlung und die Erstellung des Projektkatalogs können eventuell über Kooperationen mit dem KIT bzw. der Hochschule Karlsruhe im Rahmen eines Forschungsprojekts oder über Bachelor- und Masterarbeiten gemindert werden.

Im GHD-Bereich sind geeignete Musterhäuser beispielhafte energieeffiziente und CO₂-arme Rechenzentren, Supermarktfilialen, Hotels, Restaurants, Bäckereien, Metzgereien, Wäschereien und Schwimmbäder. Konkret zählt hierzu auch der neue OP- und Bettentrakt im Städtischen Klinikum, der z. Zt. geplant wird und eine ausgezeichnete Gelegenheit bietet, Energieeffizienz und Klimaschutz zu demonstrieren.

Im Bereich der Industrie könnte ein Musterhaus ein Null-CO₂-Fabrikationsgebäude sein. Dies wird bereits von einem Großunternehmen im Bereich der Konsumgüterindustrie im Karlsruher angestrebt. Das Unternehmen möchte diesen neuen Standard durch effiziente Bauweise, Abwärmenutzung und Biomassenutzung für die Wärmeerzeugung realisieren. Die Bereitschaft des Unternehmens, sich an der „Musterhausoffensive“ zu beteiligen, ist bei Durchführung des Leitprojekts zu prüfen.

4.2. Gewerbe, Handel, Dienstleitungen

Der gesamte Endenergiebedarf des Karlsruher GHD-Sektors betrug im Jahr 2008 etwa 1,9 TWh (siehe Tab. 4-11). Neben Angaben der Stadt Karlsruhe (2009) zum Strombedarf des GHD-Sektors (2008: 189 GWh von den SWK geliefert) und zum Fernwärmebedarf (2008: 325 GWh von den SWK geliefert) sind kaum Daten zum Energiebedarf vom GHD-Sektor in Karlsruhe öffentlich verfügbar. Deshalb musste über vorliegende Daten für einzelne Branchen des GHD-Sektors der Bundesrepublik (AGEB, 2009) anhand der Beschäftigten Karlsruhes der Brennstoff- und Strombedarf 2008 für die einzelnen GHD-Sektoren Karlsruhes geschätzt werden. Der Energiebedarf umfasst auch die Energie für die Heizung und Klimatisierung des Gebäudebestandes des GHD-Sektors (vgl. 4.2.1).

Gegliedert wurde der GHD-Sektor in vier Branchen, bei denen ein hoher Prozess-Energiebedarf besteht. Die übrigen Dienstleistungsbranchen wurden unter Sonstiges zusammengefasst (siehe Tab. 4-8).

Die aus den Energieverbräuchen errechneten CO₂-Emissionen des GHD-Sektors in Karlsruhe betragen 2008 knapp 589.000 t oder 2,0 t CO₂ pro Kopf. Als Haupttreiber für den zukünftigen Energiebedarf im GHD-Sektor wurde die Bruttowertschöpfungsentwicklung (BWS) gewählt, für den Gebäudebereich im GHD-Sektor wurde auch die Zahl der Beschäftigten herangezogen.²⁷

²⁷ Die Aufteilung des Karlsruher GHD-Sektors erfolgt in Anlehnung an die deutsche Klassifikation der Wirtschaftszweige (Statistisches Bundesamt 2008).

Tab. 4-7: Disaggregation des Karlsruher GHD-Sektors mit Schwerpunkt energieintensiver Branchen, Brennstoff- und Strombedarf sowie CO₂-Emissionen, 2008

Branchen	Brennstoffbedarf ¹⁾ in GWh	Strombedarf in GWh	Endenergiebedarf in GWh	CO ₂ -Emissionen in Tonnen
Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	228	163	391	k.A.
Gastgewerbe (Hotels, Gaststätten etc.)	233	82	315	k.A.
Information und Kommunikation (Universität, Hochschulen etc.)	605	221	826	k.A.
Gesundheits- und Sozialwesen (Krankenhäuser, Heime etc.)	75	42	119	k.A.
Sonstiges (inkl. Banken u. Versicherungen, private Dienstleistungen, Rest der öffentlichen Dienstleistungen)	149	67	216	k.A.
GHD-Sektor insgesamt	1.290	575	1.865	588.714
¹⁾ Inkl. Fernwärme, brennbare Biomasse und Abfallstoffe				

Quelle: IREES, eigene Berechnungen; Stadt Karlsruhe, 2009

Etwa 66 % des Gesamtenergiebedarfs von 1,9 TWh des GHD-Sektors in Karlsruhe im Jahr 2008 sind dem Gebäudebetrieb zuzuordnen. Die Energie für den Gebäudebetrieb umfasst dabei den Brennstoff- und Strombedarf für Raumheizung, -kühlung, Kommunikation und Beleuchtung. In der vorliegenden Studie werden diese Energiekomponenten für bestimmte Kategorien entsprechend der Gebäudenutzung der GHD-Branchen, in Anlehnung an die Unterteilung von ISI, IfE und GfK 2009, untersucht (vgl. Tab. 4-8).²⁸

Tab. 4-8: Unterteilung des GHD-Sektors

Branchen	Unterkategorien
Gastgewerbe	Beherbergung
	Gaststätten
Gesundheit, Sozialwesen	Heime
	Krankenhäuser
	Schulen
	Bäder
	Turnhallen
	Mehrzweckhallen
	Museen und Theater
Handel	Einzelhandel und KFZ
	Großhandel
Herstellungsbetriebe	Herstellungsbetriebe
Bürogebäude	Verwaltungsgebäude
	Sonstige Bürogebäude

In Verbindung mit Daten aus statistischen Erhebungen auf Stadt- und Landesebene wurden für die Betrachtung des Gebäudebereichs die Anteile der Erwerbstätigen in den in Tab. 4-9) dargestellten GHD-Kategorien in Karlsruhe für das Jahr 2008 ermittelt.²⁹

Die weitere Entwicklung der Erwerbstätigenzahl in den Branchen unterscheidet sich in den drei Szenarien (vgl. Tab. 4-9).

²⁸ BMWi 2010²⁹ Vgl. AfS 2010; Statisches Landesamt BW 2011, 2008; Stadt Karlsruhe 2010

Tab. 4-9: Entwicklung der Anzahl Erwerbstätiger als Summe über alle Branchen des Karlsruher GHD-Sektors, 2008 bis 2050 in den drei Szenarien

Szenarien	Anzahl der Erwerbstätigen			
	2008	2020	2035	2050
Referenz	115.767	117.885	110.579	106.864
Zögernde Welt	115.767	113.516	110.468	106.758
Engagierte Welt	115.767	113.339	110.026	106.223
Differenz Referenz / Engagierte Welt	0	4.546	553	641

Quelle: Stadt Karlsruhe, AfS 2010 und Prognos, Öko-Institut e.V. 2009.

Tab. 4-10: Entwicklung der Bruttowertschöpfung des Karlsruher GHD-Sektors, 2008 bis 2050 im Referenzszenario und im Szenario engagierte Welt

Szenarien	Bruttowertschöpfung (in Mio.€)					
	2008	2015	2025	2035	2045	2050
Referenz	9.680	10.858	12.257	13.370	14.363	14.860
Engagierte Welt	9.680	10.780	12.061	13.050	13.963	14.420
Differenz Referenz / Engagierte Welt	-	-78.166	-196	-320	-400	-440

Quelle: IREES, eigene Berechnungen; Statistisches Jahrbuch der Stadt Karlsruhe, 2010

Die unterstellte Entwicklung entspricht einem Zuwachs der Bruttowertschöpfung von rund 54 % im Referenzszenario und rund 49 % im Szenario engagierte Welt (siehe Tab. 4-10). Überdurchschnittlich entwickeln sich im Referenzszenario das Gesundheitswesen sowie die Branche Information und Kommunikation. Die überdurchschnittliche BWS-Entwicklung im Gesundheitswesen (78 % Zuwachs 2008-2050) wird hauptsächlich dem Pflegebereich aufgrund der Überalterung der Bevölkerung als auch infolge der höheren Lebenserwartung sowie der Trennung vieler Ehen mit höherem Pflegebedarf (mehr Singles) unterstellt. Das Gastgewerbe verzeichnet im Gegensatz dazu einen leicht unterdurchschnittlichen Zuwachs der BWS (2008-2050: 45 %) infolge weiterer Rationalisierung und geringerer Wohnbevölkerung. Als Haupttreiber für die Entwicklung des Gebäudebestandes in den einzelnen Bereichen des GHD-Sektors wurde die Anzahl der Erwerbstätigen gewählt.

Im Folgenden werden die möglichen Entwicklungen im Gebäudebereich des GHD-Sektors getrennt ausgewiesen (vgl. Kapitel 4.2.1) und anschließend der gesamte GHD-Sektor einschließlich seiner energieintensiven Branchen betrachtet (vgl. Kapitel 4.2.2)

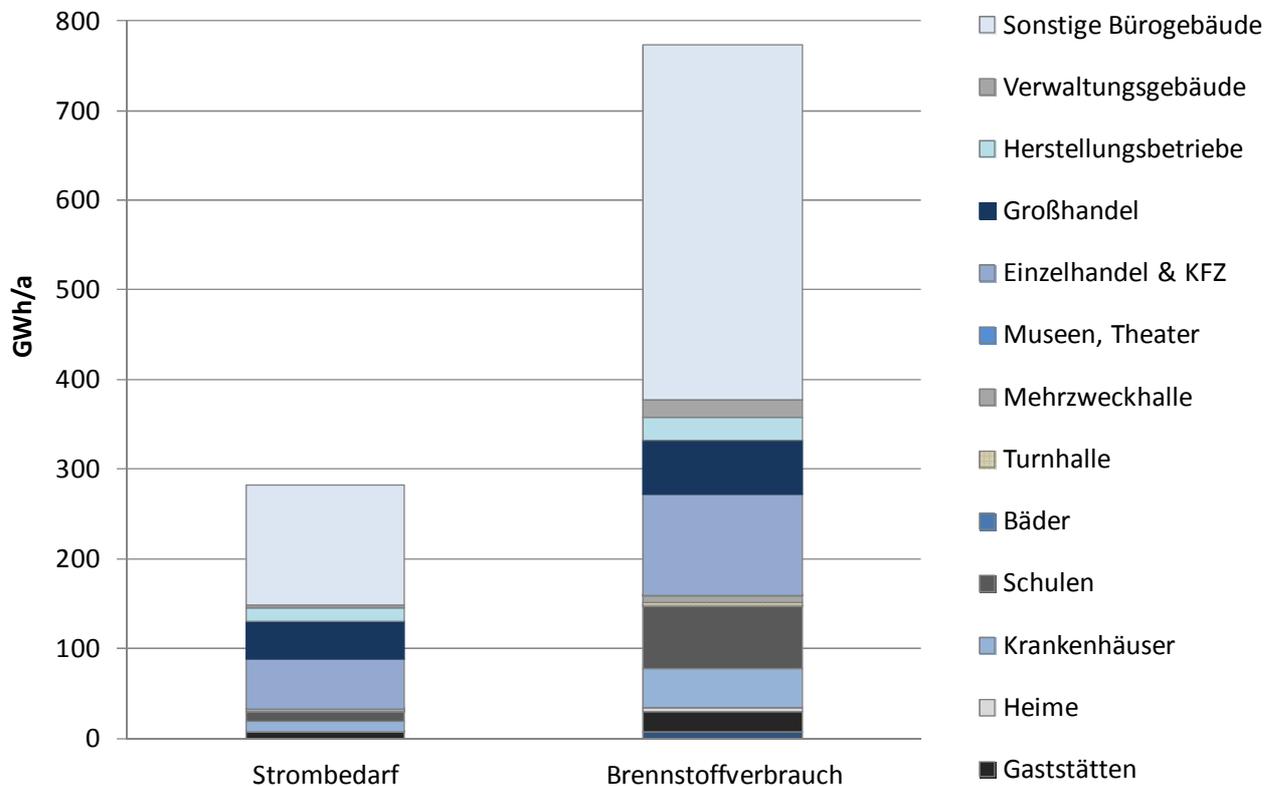
4.2.1. Gebäude des GHD-Sektors

Zur näheren Untersuchung des gebäudebezogenen Energiebedarfs des Karlsruher GHD-Sektors, wird zunächst der Gesamtenergiebedarf des GHD-Sektors mit Hilfe von branchenspezifischen Vergleichswerten für den spezifischen Brennstoff- und Stromverbrauch pro Bezugseinheit (m^2 bzw. Erwerbstätige) ermittelt. Basis ist hier die Verteilung der Erwerbstätigen auf die einzelnen GHD-Bereiche.^{30 31} Der Gesamtenergiebedarf wird weiter auf die Bereiche Prozessenergie und Energie für den Gebäudebetrieb aufgeteilt. Die branchenspezifische Aufteilung des Wärme- und Strombedarfs für den Gebäudebetrieb auf Raumwärme, -kühlung, Beleuchtung und Kommunikation ermöglicht eine detaillierte Betrachtung dieser Teilbereiche³⁰. Der Brennstoff- und Stromverbrauch des

³⁰ Vgl. BMWi 2009³¹ Vgl. BMVBS 2009.

gesamten GHD-Sektors in Karlsruhe beträgt für Raumwärme, -kühlung, Beleuchtung und Kommunikation im Jahr 2008 1,2 TWh. Unternehmen in büroähnlichen Gebäuden haben daran einen Anteil von etwa 50 %. Wie schon bei den privaten Haushalten ist in allen Branchen der Brennstoffverbrauch, vorwiegend für die Heizung von Räumen, größer als der Strombedarf (vgl. Abb. 4-10).

Abb. 4-10: Brennstoff- und Strombedarf für Raumwärme, -kühlung, Beleuchtung und Kommunikation im GHD-Sektor in Karlsruhe 2008.



Neben den büroähnlichen Gebäuden, welche Verwaltungsgebäude und sonstige Bürogebäude umfassen, haben

- Herstellungsbetriebe,
- Großhandel,
- Einzelhandel und KFZ-Betriebe,
- Schulen und
- Krankenhäuser.

den größten Anteil am Gesamtenergiebedarf für den Gebäudebetrieb im GHD-Sektor in Karlsruhe (vgl. Abb. 4-10).

4.2.1.1.CO₂-Minderungspotenziale

Betrachtet man den Energiebedarf im GHD-Sektor für den Gebäudebetrieb 2008 genauer, wird deutlich, dass über 70% davon für die Heizung von Räumen als Brennstoff benötigt wird. Von den restlichen 30% Strombedarf sind über 60% der Beleuchtung zuzurechnen.

Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes und energieeffiziente Neubauten kann der Brennstoffbedarf für Raumwärme im GHD-Sektor bis 2050 um etwa 60% reduziert werden. Durch den Austausch alter Beleuchtungssysteme kann der Strombedarf ebenfalls um bis zu 60% reduziert werden. In diesem Bereich wird durch die Vorgaben der EU in den nächsten Jahren eine erhebliche Energieeinsparung insbesondere durch technische Verbesserungen erreicht. Die Beleuchtung könnte

somit als „Selbstläufer“ bezeichnet werden. Dennoch stellt sie einen Ansatzpunkt für Maßnahmen dar, durch die die Umsetzungsgeschwindigkeit in diesem Bereich erhöht werden kann. Ähnlich wie bei den privaten Haushalten steigt jedoch der Strombedarf für Klimaanlage im *Referenzszenario* bis 2050 um das 6-fache an. Im Szenario *engagierte Welt* steigt der Strombedarf für Klimaanlage weniger stark (3-fach) auf Grund der realisierten höheren energetischen Qualität der Gebäude.³²

Im Allgemeinen kann die Energieintensität in allen GHD-Branchen bis 2050 durch die Realisierung erheblicher Effizienzpotenziale (siehe

³² Vgl. WWF 2009.

Tab. 4-14) gesenkt werden³².

Tab. 4-11 und Tab. 4-12 sowie Abb. 4-11 und Abb. 4-12 zeigen die Ergebnisse für die Entwicklung des Endenergiebedarfs sowie der CO₂-Emissionen für die Gebäudenutzung im GHD-Sektor im Rahmen der drei Szenarien 2008 bis 2050. Die CO₂-Emissionen für die Gebäudenutzung im GHD-Sektor bezogen auf die prognostizierte Bevölkerung betragen im Jahr 2008 1,1 t CO₂ pro Kopf und können bis 2050 im *Referenzszenario* auf 0,5 t CO₂ pro Kopf gesenkt werden. Im Szenario *engagierte Welt* sind es 0,2 t CO₂ pro Kopf im Jahr 2050.

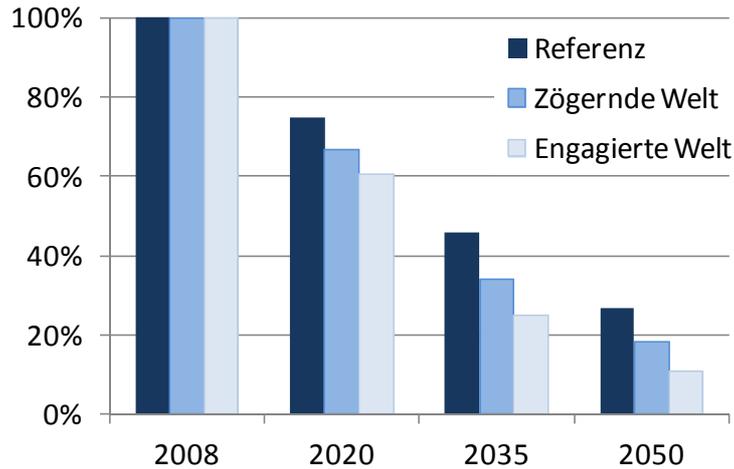
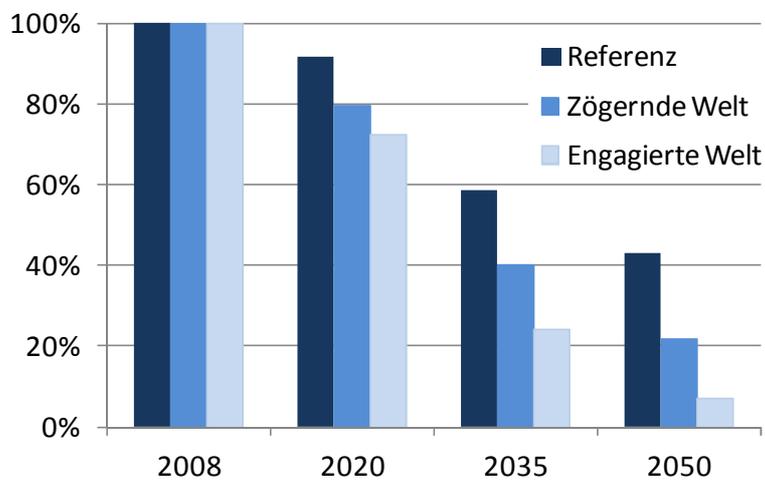
Tab. 4-11: Endenergiebedarf des Karlsruher GHD-Sektors (in GWh/a)

Szenarien	Basisjahr	Brennstoffe u. ä.			Basisjahr	Strom		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenz	954	842	634	509	282	262	231	218
Zögernde Welt		765	528	402		239	194	171
Engagierte Welt		721	422	297		223	151	121
Differenz Referenz / Engagierte Welt	-	121,0	212,8	211,5	-	38,4	80,2	97,4

Tab. 4-12: CO₂-Emissionen des Karlsruher GHD-Sektors (in 1000 Tonnen)

Szenarien	Basisjahr	aus Brennstoffe u. ä.			Basisjahr	aus Strom		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenz	191,8	144,0	88,2	51,8	161,0	147,8	94,5	69,4
Zögernde Welt		128,1	65,6	35,4		128,1	64,2	35,0
Engagierte Welt		116,2	47,8	21,2		116,3	38,6	11,1
Differenz Referenz / Engagierte Welt	-	27,8	40,4	30,6	-	31,5	55,9	58,4

Sowohl der Energiebedarf für Wärme wie auch für Strom nimmt in allen Szenarien ab 2008 ab. Im *Referenzszenario* sinkt der Wärmebedarf bis 2050 um 45 %. Neben energetischen Sanierungsmaßnahmen und energieeffizienten Neubauten wird hier von einer durchschnittlichen Effizienzsteigerung von 35 % zwischen 2008 bis 2050 ausgegangen. Im Szenario *engagierte Welt* ist der Rückgang des Wärmeenergiebedarfs um 68 % gegenüber 2008 auf 297 GWh erheblich. Hier wird von einer durchschnittlichen Effizienzsteigerung 2008 bis 2050 von 60 % ausgegangen. Die Annahmen im Szenario *engagierte Welt* setzen somit eine enorme technische Entwicklung voraus und würden die CO₂-Emissionen im Wärmebereich um 88 % reduzieren. Etwas geringer fällt die Reduktion des Strombedarfs aus. Hier kommt es im *Referenzszenario* zu einem Rückgang von 23 % auf 218 GWh und im Szenario *engagierte Welt* zu einem Rückgang von 57 % auf 121 GWh.

Abb. 4-11: CO₂-Emissionen des Karlsruher GHD-Sektors aus Brennstoff u. ä.**Abb. 4-12: CO₂-Emissionen des Karlsruher GHD-Sektors aus Strom**

4.2.1.2. Hemmnisse und fördernde Faktoren

Wie schon bei den privaten Haushalten, wurden auch bei der Analyse des Energiebedarfs für den Gebäudebetrieb im GHD-Sektor die größten Energieeinsparpotenziale durch die Reduktion des Heizwärmebedarfs identifiziert. Die energetische Sanierung der Gebäudehülle kann zu einer erheblichen Senkung des Heizwärmebedarfs der zu etwas 50 % büroähnlichen Gebäude führen.

Derzeit liegt jedoch der Fokus von GHD-Betrieben auf ihrem Kerngeschäft, der Produktion und den Dienstleistungen, was auch im Rahmen des Workshops deutlich wurde. Energiemanagement und mögliche Energieeinsparmaßnahmen, wie z.B. eine energetische Sanierung, stehen nicht im Blickpunkt der Leitungsebene. Außerdem mangelt es an Personal und Zeit, so dass entsprechende Aktivitäten meist vernachlässigt werden.³³

Es bestehen, wie schon bei den privaten Haushalten, bei den Gebäudenutzern selbst und bei den Handwerksbetrieben Informationsdefizite bezüglich Einsparpotenzialen, technischen Möglichkeiten, Vorgaben der EnEV und vorhandenen Förderungen und Finanzierungsmodelle zur energetischen Sanierung. Weiterhin bestehen Unsicherheiten bezüglich der tatsächlich energetischen Einsparpotenziale durch eine Sanierung, da branchenspezifische Vergleichswerte nicht bekannt sind oder sogar fehlen.

³³ Vgl. WWF 2009, Mc Keiver 2005, Walker 2008,

Gewerbe, Handel, Dienstleitungen

Analog zu den privaten Haushalten existiert im GHD-Sektor die Unterscheidung zwischen Eigennutzung und Gebäudenutzung im Mietverhältnis. Ein Großteil der Vermietungen erfolgt durch spezialisierte Unternehmen, vergleichbar mit Wohnungsbaugesellschaften im Privatsektor, so dass wiederum das Investor-Nutzer-Dilemma Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen hemmt.

Im GHD-Bereich bestehen jedoch bei Eigennutzern, im Gegensatz zu den privaten Haushalten, keine grundlegenden Hemmungen gegenüber einer Kreditaufnahme und einer damit verbundenen Verschuldung.

Die Implementierung von Anreizsystemen oder Beteiligungskonzepten für Mitarbeiter zur Förderung von Energiesparmaßnahmen scheitert oft an der Möglichkeit der persönlichen Zuordnung.

4.2.1.3. Maßnahmen

Zur Überwindung der zuvor genannten Hemmnisse im Bereich der Gebäudenutzung im GHD-Bereich sind Maßnahmen auf Stadtebene möglich, die im Folgenden näher beschrieben werden. Des Weiteren betrifft ein Teil der Maßnahmen, die im Kapitel „Private Haushalte“ für den Bereich Wärmeenergie aufgelistet sind, ebenfalls die Gebäude des GHD-Sektors.

Wie auch bei den privaten Haushalten, gilt es seitens der Stadt im Bereich der Gebäudenutzung im GHD-Sektor das Informationsdefizit der Unternehmen zu reduzieren. Die Unternehmen müssen bezüglich ihrer Effizienz- und Einsparpotenziale, über vorhandene Förderprogramme und mögliche Anreizsysteme für Mitarbeiter zur Energieeinsparung informiert und beraten werden. Dabei sollte auch eine Sensibilisierung für betriebsweite Energiesparkampagnen erfolgen.

Zur langfristigen Durchsetzung von Energiesparmaßnahmen in Unternehmen müssen energetische Aspekte in den Fokus der Leitungsebene gerückt werden, das heißt dass auch hierfür Management- und Kontrollinstanzen etabliert werden.

Bei der Übertragung des Schweizer KMU-Modells auf die Stadt Karlsruhe (sektorübergreifendes Leitprojekt GHD und Industrie, vgl. Kap. 5.2.2.4) sollen alle diese Aspekte Berücksichtigung finden. Darüber hinaus sollte das Energieeffizienz-Cluster für den Industriesektor auf den GHD-Sektor als Plattform für den branchenspezifischen Erfahrungsaustausch zu Themen der Energieeinsparung und Energieeffizienz ausgeweitet werden. Diese Plattform kann auch genutzt werden, um die vorhandenen, jedoch derzeit sehr gering nachgefragten branchenspezifischen Initialberatungen zu Energiemanagement-Themen durch die Industrie- und Handelskammer (IHK) besser zu kommunizieren.

Im Anschluss an die Initialberatungen können entgeltliche, branchenspezifische Beratungen angeboten werden, die z. B. die Weiterentwicklung von unternehmensspezifischen Ablaufplänen enthalten. Diesbezüglich könnten unternehmensspezifischen Problemstellungen im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten in Kooperation mit Instituten des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) oder der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft (HsKA) bearbeitet werden.

Die Stadt besitzt bei ihren eigenen Grundstücken den größten Einfluss. Sie hat daher die Möglichkeit über den in der EnEV gesetzlich vorgeschriebenen Mindeststandard hinaus höhere energetische Standards (z. B.: Passivhausstandard, Nutzung erneuerbarer Energien, Fernwärmeanschluss) festzulegen. Ebenso wären diese hohen energetischen Gebäudestandards beim Verkauf dieser Grundstücke im Rahmen eines öffentlich-rechtlichen Vertrages festzulegen. Die Festlegung auf den Passivhausstandard, zumindest für den Neubau, wurde im Rahmen der Workshops als sehr wichtig bewertet. Der städtische Eigentumsanteil an allen Grundstücken im Stadtkreis beträgt 15 % (11.000 Grundstücke). Der Anteil an Bebauungsfläche hiervon ist derzeit nicht bekannt. Das CO₂-Minderungspotential ist abhängig von der jährlichen Anzahl und Größe der Verkäufe von bebauten und bebaubaren Grundstücken, und der konkreten Umsetzungsqualität von energetischen Gebäudestandards. Darüber hinaus wäre das Heranziehen von weiteren Aspekten abzuwägen, wie beispielsweise die Erhöhung der Geschossflächenzahl bei Umsetzung eines bestimmten energetischen Standards als Anreiz für die energetische Sanierung von Gebäuden auf städtischen Grundstücken.

Im Workshop wurde deutlich, dass auch, wie bereits bei den privaten Haushalten aufgeführt, entscheidende Potenziale zur Reduktion von Heizwärme durch die Minimierung von Wärmeverlusten durch die bessere Qualität und optimierte Einstellung der Anlagentechnik bestehen. So greifen auch hier die Maßnahmen zur Entwicklung und Durchführung von Schulungsprogrammen zur Weiterbildung der Hausmeister und Handwerkern im Bereich der Heizanlagenkontrolle und -einstellung über die IHK, Handwerkskammer, Innungen und die KEK.

Tab. 4-13: Maßnahmen für den Karlsruher GHD-Sektor

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure	Zeit- raum	Minderungs- potenzial
Passivhausstandard	<ul style="list-style-type: none"> Erste Ansätze vorhanden, weiterführende Maßnahme 	<ul style="list-style-type: none"> Hoch 	<ul style="list-style-type: none"> Käufer von städtischen Grundstücken mit Bauabsicht Gebäudeeigentümer auf städtischen Grundstücken 	<ul style="list-style-type: none"> Stadt: Liegenschaftsamt, Bauordnungsamt 	<ul style="list-style-type: none"> Ab 2010 	<ul style="list-style-type: none"> Derzeit nicht quantifizierbar. Abhängig von der jährlichen Anzahl und Größe der verkauften bebauten und bebaubaren Grundstücke, und der konkreten Umsetzungsqualität von energetischen Gebäudestandards.
Konzeptentwicklung zur Beteiligung der Mitarbeiter, der Hausmeister oder des Facility-Managements an Energieeinsparungen	<ul style="list-style-type: none"> Vertiefende, zum Teil neue Maßnahme 	<ul style="list-style-type: none"> Hoch 	<ul style="list-style-type: none"> Leitung/ Management von kleinen und mittelständischen Unternehmen Mitarbeiter, Hausmeister und Facility Management von kleinen und mittelständischen Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> Stadt Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK) Industrie und Handelskammer (IHK) 	<ul style="list-style-type: none"> Ab 2012 	<ul style="list-style-type: none"> Nicht direkt quantifizierbar Durch eine betriebsweite Sensibilisierung kann in Anlehnung an die bereits abgeschlossene ECOfit-Runde mit etwa 500 Tonnen CO₂-Einsparung pro Jahr und Unternehmen kalkuliert werden.

Tab. 4-13: Maßnahmen für den Karlsruher GHD-Sektor

Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mehraufwand der städtischen Institutionen durch ▪ Kontrolle der Umsetzung. Höhere Investitionen für Bauherren für energetisch höhere Standards (ausführlichere Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen erfolgten u.a. in Stuttgart³⁴) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Im Bebauungsplan oder vertraglich Anforderungen an Gebäude über den gesetzlichen Mindeststandard hinaus (z.B. Passivhausstandard, erneuerbare Energien, Fernwärmeanschluss) festlegen ▪ 50 Morgen (1999), Ökosiedlung Geroldsäcker; in Tübingen werden bspw. Solarkollektoren auf Dachflächen vorgeschrieben ▪ Anreiz für Gebäude auf städtischen Grundstücken: Erhöhung der Geschossflächenzahl bei energetischer Sanierung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ja: M13, M14
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betriebsinternes Management (Strategie, Zielvereinbarungen, Verträge, Controlling), Beratungsaufwendungen zur Implementierung in Betrieben über IHK und Innungen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Maßnahmen finden bereits in anderen Bereichen Anwendung. ▪ Zum betriebsinternen Vorschlagswesen in mittelständischen Unternehmen gibt es schon gute Erfahrung bei den Workshop-Teilnehmern. ▪ Hausmeister und Facility Manager erhalten 5-10 % der Einsparung als Prämie. ▪ Ausweitung / Anpassung von ECOfit Karlsruhe auf eine breite Basis mit Hilfe der Ansprache und Kurzeinweisung der Unternehmen über die IHK und Innungen im Rahmen von branchenspezifischen Initialberatungen zu betriebsweiten Energieeinsparungskampagne: 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zum Teil Weiterentwicklung und Ausweitung von Aspekten in M65, M76, M77.

³⁴ Siehe: www.stuttgart.de [letzter Aufruf am 4.11.2011]

4.2.1.4. Leitprojekte

Es wurden im Rahmen der Studie entsprechend der Unterteilung des Energiebedarfs in Gebäudebetrieb und Prozessenergie im GHD-Bereich zwei Workshops durchgeführt. Im Workshop zum Gebäudebetrieb wurden mit den Teilnehmern Maßnahmen diskutiert und bewertet. Aus dem Workshop sind folgende Vorschläge der Teilnehmer besonders herauszustellen:

- Betriebsinterne Sensibilisierung der Mitarbeiter bezüglich Energieeffizienz im Unternehmen und Beteiligung der Mitarbeiter an Gewinnen/Einsparungen durch verwirklichte Energieeffizienzmaßnahmen
- Hausmeister und Facility-Manager einbinden
- Kooperationen/Netzwerke und Berücksichtigung branchenspezifischer Bedürfnisse
- Vertrauen aufbauen durch die Ansprache und Aktivierung der Unternehmen über die Industrie- und Handelskammer (IHK), Handwerkskammer und die Innungen

Basierend auf diesen Vorschlägen, den Diskussionen im Workshop und den herausgearbeiteten Potenzialen und Hemmnissen haben sich für den Bereich des Gebäudebetriebs im GHD-Sektor folgende Leitprojekte herauskristallisiert, die in Kap. 5.2.2.4 beschrieben werden, da sie gleichermaßen einen Fokus auf Gebäudehülle und Prozessenergie haben.

- exemplarische Realisierung eines hocheffizienten Supermarkts (vgl. Kapitel 5.2.2.4)
- Übertragung des Schweizer KMU- und Benchmark-Modells auf die Stadt Karlsruhe als Plattform für den branchenspezifischen Erfahrungsaustausch zu Themen der Energieeinsparung und Energieeffizienz³⁵(vgl. Kapitel 4.2.2.4)

Diese Projekte wurden als Leitprojekte identifiziert, da sie sich darauf konzentrieren, branchenspezifische und unternehmensspezifische Bedürfnisse zu berücksichtigen und Synergien zu nutzen.

4.2.2. Die Entwicklung des Endenergiebedarfes des gesamten GHD-Sektors

Der gesamte Endenergiebedarf des GHD-Sektors setzt sich einerseits aus dem Energiebedarf für die Gebäudeseite (Kapitel 4.2.1) und andererseits aus dem für die Produktion der jeweiligen Unternehmen notwendigen Prozessenergiebedarf zusammen.

4.2.2.1. Energieeffizienz- und CO₂-Minderungspotenziale

Die Autoren gehen davon aus, dass die Energieintensität (das Verhältnis von Endenergiebedarf und Bruttowertschöpfung) in allen GHD-Sektoren bis 2050 durch erhebliche Effizienzpotenziale gesenkt werden kann (vgl. Kirchner und Matthes, 2009). Diese Potenziale liegen je nach Wirtschaftszweig im Jahr 2020 bei etwa 19 - 35 % und im Jahr 2050 bei 49-75 % des Energiebedarfs im Basisjahr 2008 (siehe

³⁵ Siehe : www.enaw-kmu.ch [letzter Aufruf am 4.11.2011]

Tab. 4-14). Diese Absenkung der Energieintensität enthält nicht nur eine technisch und organisatorisch bedingte bessere Energienutzung und -umwandlung, sondern auch eine um etwa 1 %/a höhere Wertschöpfung pro genutzter Energieeinheit infolge von höherwertiger Arbeit und Strukturwandel in den Branchen des GHD-Sektors

Die größten Energieeffizienzpotenziale gibt es auf der Brennstoffseite, weil die stromseitigen Effizienzgewinne durch weitere Automation und entsprechenden zusätzlichen Strombedarf zum Teil „verdeckt“ werden.

Tab. 4-14: Vorhandene Potenziale der Verbesserung der Energieintensität bei Brennstoffen und Strom bis 2050 (gegenüber 2008) in %, unterteilt nach Wirtschaftszweigen (verwendet im Szenario engagierte Welt)

Branchen	Brennstoffe		Strom	
	2020	2050	2020	2050
Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	34,6 %	73,7 %	18,5 %	49,0 %
Gastgewerbe	33,0 %	72,2 %	19,5 %	51,1 %
Information und Kommunikation	34,6 %	73,7 %	24,3 %	59,9 %
Gesundheits- und Sozialwesen	33,0 %	72,2 %	19,5 %	51,1 %
Sonstiges	34,7 %	75,3 %	21,4 %	55,1 %

Quelle: IREES, eigene Berechnungen; Kirchner und Matthaes, 2009; Schломann u.a., 2011.

Die Substitution von CO₂-intensiven Energieträgern (z.B. Heizöl, Erdgas, etc.) hat in den Karlsruher GHD-Sektoren bereits begonnen. Denn schon heute beziehen einige Dienstleistungs- und Handwerksbetriebe grünen Strom, verfeuern Holz-Pellets und setzen mit Biogas angereichertes Erdgas ein oder betreiben Photovoltaik- sowie solarthermische Anlagen bzw. Wärmepumpen. Sie machen dies gegenüber ihrer Kundschaft häufig bekannt, um ihr grünes Image bzw. ihre nachhaltige Firmenphilosophie für Marketingzwecke einzusetzen. Mehrere Firmen dieser Gruppe beginnen, nach persönlichen Auskünften von Firmenvertretern im Rahmen der 30-Pilotnetzwerke³⁶ bzw. der im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Workshops, auch ihre Vorlieferanten nach dem „Carbon Foot Print“ zu fragen und in ihrer Nachhaltigkeitsanalyse mit zu berücksichtigen. Dieser Trend dürfte in Zukunft anhalten und zu einer Substitution der fossilen Energieträger sowie einer Beimischung mit Energieträgern aus erneuerbaren Energien beitragen (vgl. auch Kapitel 3.3 und 3.4), wobei sich die Beimischungen auch in Verminderungen der spezifischen CO₂-Emissionen zeigen³⁷.

Die Tab. 4-15 zeigt die maximalen Substitutionspotentiale des Szenarios *engagierte Welt* bis 2050. In diesem Szenario ist der Rückgang des Brennstoffbedarfs des gesamten GHD-Sektor von 1290 GWh auf 503 GWh (- 61 %) bis zum Jahre 2050 zu beobachten. Ebenso reduziert sich der Strombedarf von 575 GWh auf 371 GWh im Jahre 2050 (-35 %). Aufgrund der Substitution der fossilen Brennstoffe halbiert sich der Heizölanteil von 20 % (2008) auf 11 % (2050), der Erdgasanteil fällt von 50 % (2008) auf 29 % in 2050 zurück, wobei das Erdgas dann einen merklichen Teil an Biogas und eventuell auch an Wasserstoff aus erneuerbarem Strom enthält.

Von 2008 bis 2050 halbiert sich insgesamt der Fernwärmebedarf in absoluten Zahlen. Allerdings nimmt der Anteil der Fernwärme am Brennstoffbedarf von 25 % (2008) auf fast 46 % bis 2050 zu. Die Substitutionspotentiale bei der Fernwärme liegen in einer steigenden Abwärmenutzung und der Einspeisung in das Karlsruhe Netz bzw. in einem höheren Anteil Erneuerbarer gasförmiger Energieträger. Der Anteil der erneuerbaren Energien (insbesondere Pellets, solarthermische Nutzung) versechsfacht sich gegenüber 2008 zwar, aber absolut verdoppelt er sich nur infolge des rückläufigen Endenergiebedarfs (siehe oben).

³⁶ Siehe <http://30pilot-netzwerke.de/nw-de> [letzter Aufruf am 4.11.2011]

³⁷ Projekt 30 Pilotnetzwerke 2011

Tab. 4-15: Prozentualer Anteil der Energieträger am Brennstoffbedarf sowie der Stromanteil am Endenergiebedarf des GHD-Sektors, engagierte Welt-Szenario, 2008 bis 2050

Jahr	Heizöl	Erdgas	Fernwärme	Erneuerbare Energien	Sonstige ³⁸ Energieträger	Stromanteil am EEB
2008	19,7 %	49,5 %	25,2 %	2,3 %	3,3 %	30,8 %
2020	17,3 %	43,5 %	34,5 %	3,5 %	1,2 %	34,7 %
2035	13,6 %	36,0 %	40,6 %	8,5 %	1,2 %	39,1 %
2050	11,3 %	29,0 %	45,7 %	12,8 %	1,2 %	42,5 %

EEB: Endenergiebedarf

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Ergebnisse der Modellierung

Der Endenergiebedarf des gesamten GHD-Sektors (Gebäudeenergiebedarf und Prozessenergiebedarf) wurde anhand der im Anhang beschriebenen Methode berechnet. Während der Brennstoffbedarf (einschließlich Fernwärme, erneuerbaren Energien und sonstigen organischen Abfallstoffen) ab 2008 in allen Szenarien abnimmt, steigt der Strombedarf im *Referenzszenario* noch um etwa 6 % bis 2035 auf 611 GWh an, um anschließend leicht rückläufig zu sein (vgl. Tab. 4-15). Im Szenario *engagierte Welt* ist der Rückgang der Brennstoffe auf 503 GWh (- 61 %) bis zum Jahre 2050 erheblich; ebenso reduziert sich der Strombedarf in diesem Szenario auf 371 GWh im Jahre 2050 bzw. nimmt um 35 % gegenüber 2008 ab.

Für das Jahr 2020 ergibt sich ein Rückgang des Endenergiebedarfs von 1.865 GWh (1.290 GWh Brennstoffbedarf und 575 GWh Strombedarf) im Jahre 2008 um 7 % im *Referenzszenario* (auf 1.136 GWh Brennstoffbedarf und 601 GWh Strombedarf) und um 19,4 % auf 1.504 GWh (982 GWh Brennstoffbedarf und 522 GWh Strombedarf) im *engagierte Welt-Szenario*, was eine Effizienzsteigerung von 1,8 % pro Jahr bedeutet. Diese ist eine annähernde Verdopplung des Wertes, der allein durch die technische Weiterentwicklung bedingt ist. Dieser zusätzliche Effizienzgewinn des *engagierte Welt-Szenarios* wäre als gerade hinreichend für den GDH-Sektor zu bewerten, um das Ziel des Stadtrates für 2020 in diesem Endenergiesektor zu erreichen. Derzeit befindet sich der Karlsruher GDH-Sektor eher auf dem Pfad des *Referenzszenarios*. Somit ist es von zentraler Bedeutung, dass im GHD-Sektor deutlich mehr Maßnahmen ergriffen werden müssen, um das Ziel für 2020 zu erreichen.

Tab. 4-16: Brennstoff- und Strombedarf des Karlsruher GHD-Sektors (in GWh), 2008 bis 2050

Szenarien	Basisjahr	Brennstoffe u.ä.			Basisjahr	Strom		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenz	1.290	1.136	947	830	575	601	611	604
Zögernde Welt		1.037	750	583		553	508	459
Engagierte Welt		982	655	503		522	420	371

Quelle: Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Da der bundesweite Stromsektor sowie auch die meisten fossilen Brennstoffe oder die Fernwärme durch einen stetig steigenden Anteil (z.B. steigt der Biogasanteil beim Erdgas, etc.) von erneuerbaren Energieträgern dekarbonisiert werden (d. h. die CO₂-Emissionen werden insgesamt geringer), ließe sich das Ziel einer 20 prozentigen CO₂-Emissionsminderung für diesen Sektor auch bereits im Szenario *zögernde Welt* erreichen. Denn die CO₂-Emissionen gehen zwischen 2008 und 2020 von 588.800 t CO₂ (261.000 t CO₂ aus Brennstoffen und 327.800 t CO₂ aus Strom) um rd. 21 % auf 465.600 t CO₂ (169.400 t CO₂ aus Brennstoffen und 296.200 t CO₂ aus Strom) zurück und bis 2050 um 74 % (*zögernde Welt-Szenario*) und um 87 % auf 78.000 t CO₂ (44.500 t CO₂ aus Brennstoffen und

³⁸ z.B. Wärmepumpe, etc.

34.200 t CO₂ aus Strom) im Fall des *engagierte Welt-Szenarios* (siehe Tab. 4-17).

Tab. 4-17: CO₂-Emissionen des Karlsruher GHD-Sektors (1.000 Tonnen), 2008 bis 2050

Szenarien	Basis-jahr	aus Brennstoffen u.ä.			Basis-jahr	aus Strom		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenz	261,0	186,7	130,3	90,8	327,8	339,5	249,3	192,6
Zögernde Welt		169,4	96,9	60,4		296,2	168,0	93,6
Engagierte Welt		154,7	78,5	44,5		271,7	107,1	34,2

Quelle: Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Abb. 4-13: Entwicklung der CO₂-Emissionen für die Prozessenergie des GHD-Sektors in Karlsruhe für die Strombereitstellung

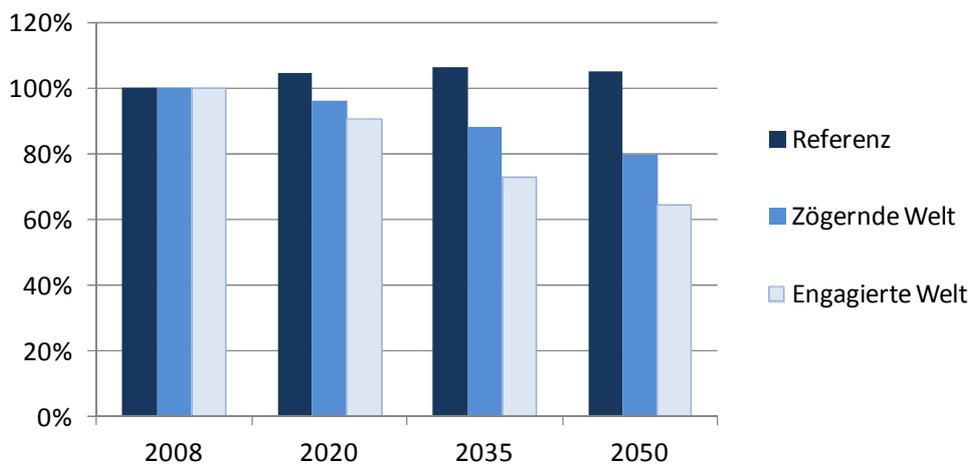
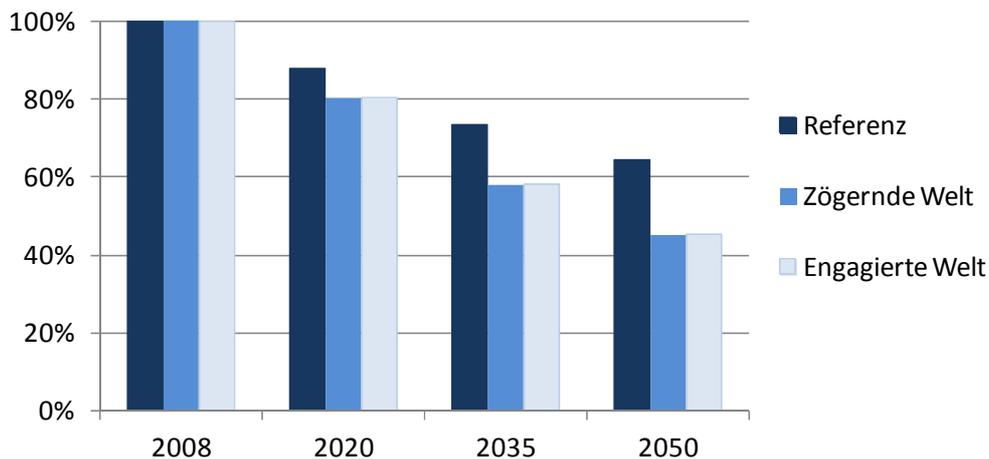


Abb. 4-14: Entwicklung der CO₂-Emissionen für die Prozessenergie des GHD-Sektors in Karlsruhe für die Wärmebereitstellung

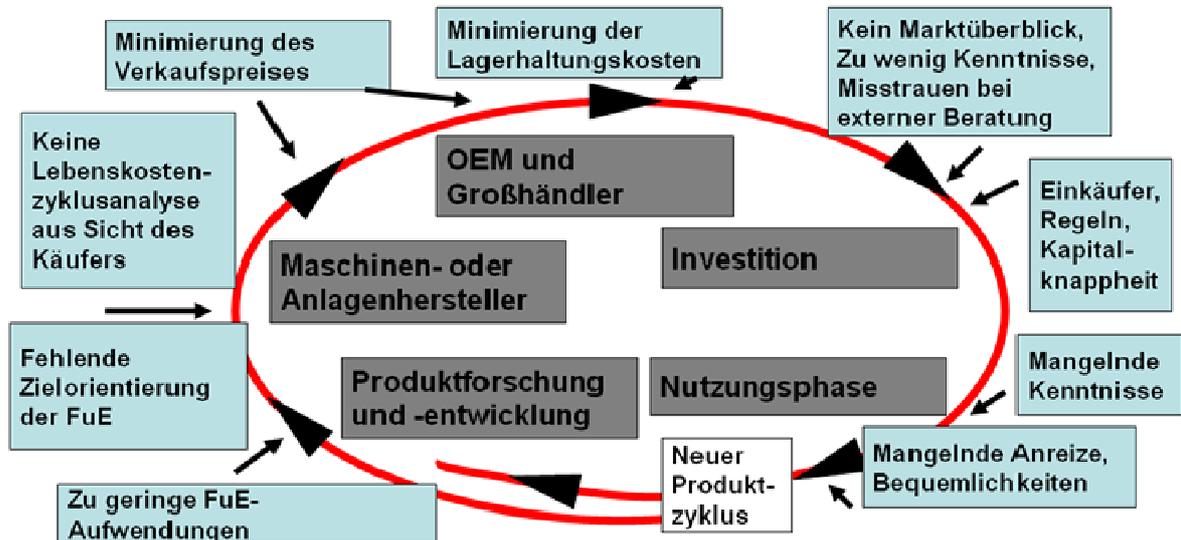


4.2.2.2. Hemmnisse und fördernde Faktoren

Gründe für die Nicht-Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen können entlang des gesamten Produktzyklus einer Energieeffizienz-Investition auftreten (vgl. Abb. 4-15). Beispielsweise sind nicht nur Betriebsleiter und beratende Ingenieure schlecht über eine neue Technik (z.B. einen Hocheffizienz-Motor) informiert. Auch zahlreiche Großhändler oder Anlagenhersteller haben kein Interesse daran, dieses effiziente Produkt in seinem Lager vorzuhalten oder in die Anlagen einzubauen, sei es wegen hoher Lagerkosten oder um im Preiswettbewerb den Zuschlag zu erhalten.

Dies bedeutet, dass einzelne Maßnahmen zur Beseitigung eines der bestehenden Hemmnisse häufig extrem geringe Wirkung zeigen, weil andere Hemmnisse nicht gleichzeitig durch entsprechende Maßnahmen beseitigt werden. Deshalb sind Maßnahmenbündel erforderlich, um eine erfolgreiche Energieeffizienzpolitik umsetzen zu können.

Abb. 4-15: Akteurs- und Zielgruppen (grau unterlegt innen im Produktzyklus) und mögliche Hemmnisse (blau unterlegt außerhalb des Produktzyklus)



Quelle: ISI 2009

Es existieren zahlreiche branchenübergreifende Faktoren, welche den Einsatz von wirtschaftlichen Energieeffizienz- und Substitutionsmaßnahmen in den Unternehmen und Betrieben des GHD-Sektors oder der Industrie verhindern:

- Bei vielen Branchen besteht die Befürchtung, dass der Einsatz von Effizienzmaßnahmen zu negativen Wirkungen auf ihre Kundengruppen oder ihr Personal führen könnte (geschlossene Tiefkühlregale und -theken, saisonal angepasste Raumtemperaturen in Verkaufsräumen, Restaurants und Hotels oder Bürogebäuden). Daher werden häufiger Maßnahmen aus Vorsicht nicht umgesetzt. Man wartet auf den Trendsetter und dessen positive oder negative Erfahrungen bzgl. Akzeptanz bei den Kunden und bei den eigenen Mitarbeitern.
- 85 % der deutschen Unternehmen treffen ihre Investitionsentscheidungen nicht auf Basis einer Lebenszykluskosten-Analyse (mittels Barwert oder interner Verzinsung), sondern ausschließlich anhand einer Amortisationszeitenbetrachtung, d.h. einem reinen Risikomaß³⁹. Das bedeutet, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Anlage abbricht, sobald sich diese amortisiert hat. Der Investor hat keinen Überblick, wie viel ihm die Anlage tatsächlich über deren gesamte Nutzungsdauer noch an „Gewinn“, d.h. weitere Kapitalrückflüsse bringt. Diese Entscheidungsroutine ist für die typisch langlaufenden Querschnittstechnologien sowie Produktionsmaschinen und -anlagen der energieintensiven Branchen des GHD-Sektors eines der größten Hemmnisse für energieeffiziente Investitionen, da oftmals Amortisationszeiten von zwei, drei Jahren gefordert werden.
- In vielen Unternehmen wird ein **Prioritätsunterschied** zwischen Investitionen in die eigentlichen Produktionsmaschinen und -anlagen auf der einen Seite, sowie in Verkaufsräume („strategische Investitionen“) und in Nebenanlagen (z. B. Druckluft, Heißwassererzeugung, Kälte und Klimatisierung, zuweilen auch Beleuchtung) gemacht. Bei begrenztem Investitionsbudget führt dies zu systematischer Benachteiligung von Energieeffizienz-Investitionen, insbesondere im

³⁹ Schröter, Weißfloch und Buschak, 2009

Sektorspezifische Potenzialanalyse

Bereich der Nebenanlagen.

- **Vorschriften**, insbesondere unklare gesetzliche Rahmenbedingungen für die Zukunft, stellen nach Aussagen von Workshop-Teilnehmern teilweise Hemmnisse dar. Zum Teil stehen veraltete technische Vorschriften technischen Verbesserungen im Weg.
- Die **Fluktuation von Energiepreisen** führen dazu, dass die Rentabilität von Maßnahmen variiert und daher Maßnahmen nahe der Rentabilitätsgrenze vorsichtshalber weniger umgesetzt werden.

Bei den **fördernden Faktoren** spielen weniger ökonomische Faktoren eine Rolle, sondern oft sozial- oder individual-psychologische Gründe sowie gruppendifferenzierende Marketing-Gründe: ein „grünes“ Produkt- oder Firmenimage sowie eine an der Nachhaltigkeit orientierte Lebensweise von Führungskräften und Mitarbeitern gelten als wichtige Faktoren für die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen. Dies kann zu einer höheren Zahlungsbereitschaft oder einem hohen persönlichen Engagement der Investoren und anderer beteiligter Akteure führen. Ein „grünes“ Produkt- oder Firmenimage ist insbesondere für Branchen mit Endkunden (z.B. im Lebensmittelbereich, zuweilen auch im Konsum- und Gebrauchsgüterbereich sowie Hotels und Restaurants) ein wichtiger Faktor.

Die zentrale Zielgruppe der Energieeffizienzpolitik sind die Energieanwender. Hierbei spielen die Unternehmensgröße und -struktur (z.B. Filialketten, Franchise-Ketten), aber auch die Kapitaleignerschaft (Familien-Unternehmen oder Kapitalgesellschaft auf Aktienmärkten) und die individuellen Präferenzen von Energieverantwortlichem und der Geschäftsleitung eine wichtige Rolle.

Familien-Unternehmen entscheiden viel häufiger als Großunternehmen nach Rentabilitätskriterien, auch ihre akzeptierten Amortisationszeiten sind wesentlich länger als bei anderen Unternehmen. Große Kapitalgesellschaften dagegen, insbesondere US-amerikanische Mutter-Unternehmen, haben extrem kurze Amortisationszeiten und zum Teil sehr kleine Investitionsbudgets an den deutschen oder europäischen Standorten.

Kleine Familien-Unternehmen haben sehr kurze Entscheidungswege. Innovative Techniken sind sehr schnell umsetzbar, wenn der Unternehmensbesitzer von den Maßnahmen überzeugt werden kann. Große Kapitalgesellschaften funktionieren eher wie Bürokratien mit jährlichen Investitionsplänen und anonymisierten Entscheidungsprozessen.

Bei kleineren Einzelunternehmen erweisen sich mangelnde Information über Effizienztechnologien und deren möglichen Betriebskostenreduktionen durch Energieeinsparungen als wesentliches Hemmnis. Aufgrund von Informationsdefiziten sind die Transaktionskosten (Such- und Entscheidungskosten) für die Einzelunternehmen im Vergleich zu den großen Filial- und Franchise-Unternehmen erheblich.

- Vielfach ist in den Einzelunternehmen kein spezielles Personal für Energieeffizienz Aspekte vorhanden. Unternehmen mit Energiefachpersonal schätzen ihr Energieeinsparpotenzial höher ein und setzen häufiger Energieeffizienzmaßnahmen um als Unternehmen ohne solches Fachpersonal.⁴⁰
- Schwierigkeiten bei der Kapitalbeschaffung für Energieeffizienzmaßnahmen sind bei Einzelunternehmen ein weiterer Grund, dass manche rentable Maßnahmen nicht umgesetzt werden, wenn die Unternehmen an der Kreditgrenze operieren oder nach der Regel handeln, Energieeffizienzinvestitionen nur aus dem Cash Flow zu finanzieren.
- Spezielle fördernde Faktoren für Einzelunternehmen sind positive Berichte von Kollegen in vergleichbaren Betrieben und seitens der eigenen Innung oder des eigenen Verbandes.

Im Gegensatz zu Einzelunternehmungen besitzen Filial- und Franchiseunternehmen meist eigene Energiebeauftragte oder gar eigene Abteilungen, die sich mit dem Thema Energieeffizienz gut auskennen. Damit ändert sich aber die Bedeutung einzelner Hemmnisse und fördernder Faktoren in

⁴⁰ KfW 2008, Schröter, Weißfloch und Buschak, 2009

vielen Fällen im Vergleich zu Einzelunternehmen. Jedoch stehen auch bei den großen Filial- und Franchise-Unternehmen Energieeffizienzinvestitionen in Konkurrenz zu Investitionen, die das Kerngeschäft der Unternehmen betreffen. Sie gehören damit häufig nicht zu den Investitionen mit hoher Priorität oder den strategischen Investitionen:

- Die notwendigen energietechnischen Kenntnisse sind häufig in den großen Unternehmen vorhanden, aber die Entscheidungswege sind oft sehr lang und anonym; oder in den Filialbetrieben fehlen die Umsetzungskennnisse vor Ort, wenngleich die Zentralen in den letzten Jahren sehr viele Empfehlungen und Best-Practice-Beispiele entwickelt haben.
- Im Grundsatz sind hinreichend Kapital und finanzielle Flexibilität in größeren Unternehmen gegeben, aber die langen Entscheidungswege zehren an der Motivation der Energieverantwortlichen.
- Langfristige und klare Energie- und klimapolitische Rahmenbedingungen sind ebenso wichtige fördernde Faktoren für Filial- und Franchise-Unternehmen wie ein Unternehmensleitbild zur Nachhaltigkeit und der Investitionshöhe angepasste vereinfachte kurze Entscheidungswege.
- Öffentliche Auszeichnungen für Energieeffizienz (wie z.B. der dena) oder für Nachhaltigkeit oder Klimaschutz (z.B. die Klimaschutzunternehmen des DIHK) sind wegen der Kundenorientierung häufig auch ein fördernder Faktor, falls die Geschäftsleitung über das Thema der Nachhaltigkeit oder Ressourceneffizienz bei den Kunden Marketingvorteile erreichen möchte.

4.2.2.3. Maßnahmen – insbesondere für die prozessintensiven Branchen

Die Karlsruher Unternehmen im GHD-Sektor haben mit den o. g. Hemmnissen zu kämpfen, oder sie sind sich häufig ihres Handlungsspielraumes und der fördernden Faktoren für energieeffizienzfördernde Maßnahmen nicht hinreichend bewusst. Auch hier ist zwischen kleineren Einzelunternehmen und größeren Filial- und Franchiseunternehmen zu unterscheiden.

Vorgeschlagene Maßnahmen

Die drei folgenden sektorübergreifenden Maßnahmen wurden als besonders erfolgsversprechend für den GHD- und Industriesektor identifiziert:

- eine jährliche Energiekonferenz (inkl. Preisverleihung an alle Endenergie-Sektoren),
- Informations- und Fortbildungsaktivitäten (seitens IHK, Innungen, VDI und anderer Akteure),
- Die Entwicklung eines Energieeffizienz-Clusters in der Stadt Karlsruhe (auf einem noch auszuwählenden Fachgebiet)

Jährliche Energiekonferenz mit Preisverleihungen an Gewinner aus allen Sektoren

Ziel ist es, im Rahmen der Messe WTT-Expo, einer regelmäßig in Karlsruhe stattfindenden Fachmesse für industrielle Wärme- und Kältetechnik, eine jährliche Energiekonferenz mit Preisverleihung durch den Karlsruher Oberbürgermeister für alle Sektoren zu organisieren. Dies sollte in Zusammenarbeit mit der Stadt Karlsruhe, der IHK, der HK, der Karlsruher Messe und Kongress GmbH sowie Hochschulen erfolgen, um die Ernsthaftigkeit der gemeinsamen Aufgabe nach außen hin zu kommunizieren. Da die Messe bereits existiert und auch Foren und Fachkongresse bereits zeitgleich stattfinden, lässt sich diese Maßnahme ohne Schwierigkeiten zu angemessenen Kosten (Vorbereitungskosten, Referenten- und Reisekosten, Catering, Raumkosten) realisieren; sie könnte auch durch Sponsoring-Aktivitäten unterstützt werden. Unter anderem könnte auch die Karlsruher Messe und Kongress GmbH einen Teil der organisatorischen Aufgaben übernehmen.

Die Maßnahme wird als besonders wichtig eingestuft, um ein klares Signal seitens der Stadt an die Geschäftsleitungen und Energiemanager von Karlsruher Unternehmen sowie an die beratenden Ingenieure, die Handwerker, die Gebäudeeigner und die Institutsleiter und Energieforscher der Karlsruher Forschungseinrichtungen zu senden.

Das tatsächliche CO₂-Minderungspotenzial dieser Maßnahme ist quantitativ nicht schätzbar. Jedoch

Sektorspezifische Potenzialanalyse

werden indirekte Einsparungseffekte durch die Signal- und Motivationswirkung der zu vergebenden Auszeichnungen erwartet. Des Weiteren könnte die Veranstaltung Energiemanager und potentielle Preisträger dazu motivieren, ambitioniertere Maßnahmen und Investitionen zur Energieeffizienz zu tätigen als zunächst geplant und das Image der Stadt Karlsruhe als Stadt mit ernsthafter Klimaschutzpolitik in Kooperation mit Wirtschaft und Forschung verbessern.

Erforderliche Handlungsschritte für die Umsetzung der Maßnahme beinhalten: Diskussion und Entscheidung in der Stadtverwaltung, Gespräche zwischen den Akteuren über Aufgabenverteilung/Verantwortlichkeit, Auslobung der sektoralen Auszeichnungen und die Berufung eines Beirates für die Preisvergabe. Wichtig ist auch die Regelmäßigkeit der Veranstaltung zur Festigung ihrer Glaubwürdigkeit. Flankierende Maßnahmen können sein: Sponsoring Karlsruher Unternehmen, laufende Maßnahmen der Stadt Karlsruhe sowie alle Maßnahmen der Karlsruher Akteure zur Energieeffizienz. Diese sollten aufgegriffen werden und im Rahmen der Veranstaltung der Öffentlichkeit präsentiert werden.

Informationsaktivitäten der Stadtspitze

Um das Thema auch zwischen den jährlichen Energiekonferenzen aktuell zu halten, wird vorgeschlagen, im Rahmen geplanter Informations- und Fortbildungsaktivitäten (vgl. Tab. 4-31) kontinuierlich Maßnahmen für die Wirtschaft bzw. für eigene Liegenschaften an Geschäftsleitungen und Energiemanager der Karlsruher Unternehmen, beratende Ingenieure, Handwerk und Gebäudeeigner sowie Institutsleiter und Energieforscher der Karlsruher Forschungseinrichtungen zu kommunizieren. Diese Kommunikation soll verstärkt zwischen den geplanten Jahreskonferenzen (siehe „Jährliche Energiekonferenz“) stattfinden. Mit einbezogen werden in die geplanten Informations- und Fortbildungsaktivitäten sollen unter anderem das Umwelt- und das Presseamt der Stadt, aber auch alle aktiven beteiligten Institutionen und Einzelpersonen, die Informationen zuliefern müssten. Die Signalwirkung des Energieeffizienzthemas soll von oberster Stelle forciert werden, optimalerweise durch persönliches Engagement seitens des Oberbürgermeisters. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Maßnahme ohne Schwierigkeiten zu relativ geringen Kosten (Infrastruktur bereits vorhanden) umsetzen lässt.

Die Maßnahme wird als wichtig eingestuft, um die Kontinuität der Klimapolitik der Stadt zu betonen. Derzeit gibt es noch keinen ausgeprägten ähnlichen Ansatz in Karlsruhe. Auch von dieser Maßnahme wird eine begleitende Motivationswirkung sowie eine Imageverbesserung für die Stadt Karlsruhe erwartet.

Erforderliche Handlungsschritte für die Umsetzung der Maßnahme beinhalten: Diskussion und Entscheidung in der Stadtverwaltung, Gespräche der Verwaltung mit Vertretern der einzelnen Sektoren, die Informationen über Aktuelles liefern würden, sowie regelmäßige Pressegespräche und Aktualisierung der Homepage mit persönlichen Bezügen/Hinweisen des Oberbürgermeisters. Wichtig ist es, stets aktuelle Information über die Tagespresse und das Internet zur Verfügung zu stellen, um die Ernsthaftigkeit der Klimaschutzpolitik der Stadt zu unterstreichen. Auch hier sollten die Maßnahmen der Akteure der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Energieeffizienz-Cluster Karlsruhe

Die Bildung eines Energieeffizienz-Clusters im Rahmen der soeben gegründeten Innovationsinitiative der Stadt, der Wirtschaft und von Forschungsunternehmen in Karlsruhe (und Region) zielt auf die verstärkte Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Forschung der Region ab. Angewandte Forschung und Entwicklung von Energieeffizienztechnologien mit Herstellern und Anwendern, Forschungsprojekte eines gemeinsamen Forschungsverbands, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten bzw. Praktika von Karlsruher Hochschülern zum Thema Energieeffizienz in Karlsruher Betrieben und Gebäuden sollen zur Stärkung der Innovationsaktivitäten der Stadt Karlsruhe im Bereich Energieeffizienz beitragen. Organisatorischer Ausgangspunkt könnte das EnergieForum Karlsruhe sein, das derzeit mit über 200 Unternehmen und Forschungseinrichtungen

zur Förderung der Energieforschung und Innovationen eine Kooperationsplattform errichtet⁴¹.

Das Energieeffizienz-Cluster gilt als sehr wichtiges Maßnahmenbündel zur Gewährleistung von langfristigen (Forschungs-) Anstrengungen und Innovationen im Bereich Energieeffizienz. Langfristig wird ein hohes CO₂-Minderungspotenzial durch die Entwicklung/Verbesserung von Energieeffizienztechnologien und organisatorischen Maßnahmen, sowie durch erweiterte Kenntnisse von Herstellern, Anwendern, beratenden Ingenieuren und Handwerkern erwartet. Maßnahmen innerhalb des Clusters haben eine hohe Multiplikatorwirkung. Mögliche Nebeneffekte beinhalten die Entwicklung neuer (energieeffizienterer) Produkte, ein erhöhtes Forschungsaufkommen in der Region, die Steigerung der Attraktivität des Standorts Karlsruhe für neue Unternehmen, die vermehrte Ansiedelung von Herstellern von Energieeffizienztechnologien (vielleicht auch deren Zulieferer) und folglich verkürzte Transportwege, Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Cluster-Betriebe und Know-how-Transfer. Als gedankliche Anregungen könnten der Energie-Cluster Schweiz und der Energie-Campus Nürnberg⁴² herangezogen werden.

Für die Umsetzung der Maßnahme bedarf es der Initiierung des Clusters durch eine Trägerorganisation und einer Anschubfinanzierung durch das Land Baden-Württemberg und die Stadt, ähnlich wie beim Energie Campus Nürnberg, der derzeit gerade startet. Des Weiteren müssen Sponsoren gewonnen werden und Kooperationen zwischen den einzelnen Akteuren in Wirtschaft und Forschung initiiert werden, sowie eine „Börse“ für Bachelor- u. Masterarbeiten und Post Graduate Praktika etabliert werden, welche durch Lehrstühle, Forschungseinrichtungen etc. betreut werden. Unterstützend sollten individuelle Beratungen (Strategieunterstützung), Potenzialbewertungen, Hilfe bei der Partnersuche, Projektentwicklung, etc. (Innovationsunterstützung) als auch eine Förderungs-Unterstützung (Hilfe bei der Antragsstellung, Suche nach passenden Fördermöglichkeiten, etc.) angeboten werden.

Neben diesen sektorübergreifenden Maßnahmen werden im Folgenden kurz mögliche Maßnahmen erläutert, welche auf die Hemmnisse und fördernden Faktoren des GHD-Sektors eingehen und nur die Karlsruher Akteure betreffen.

Contracting Initiative im GHD-Sektor der Stadt

Contracting für energiewandelnde Anlagen und Maschinen (z.B. BHKW, Druckluft, Kälteerzeugung) wird von vielen Unternehmen und den Verwaltungen von Gebietskörperschaften als Contractingnehmer noch nicht als vorteilhafte Option erfasst, oder die Risiken werden seitens der Contractinggeber als hinderlich eingeschätzt. Auch hier wird es eine Intensivierung der Informations- und Fortbildungsaktivitäten für Contractinggeber und -Nehmer geben müssen, vielleicht auch mehr Engagement der Karlsruher Banken.

Die Stadtwerke Karlsruhe könnten zusammen mit Partnern wie beratende Ingenieure, Industrieunternehmen und Banken spezielle Contracting-Produkte zu typischen und neuen Energieeffizienzinvestitionen anbieten, die von den KMU in den GHD-Subsektoren aus verschiedenen Gründen zu selten bzw. zu wenig aufgegriffen werden. Innovative Energie- und Wärmeversorgung; hier bieten sich für den GHD-Sektor insbesondere an: die Biomassenutzung, BHKWs oder Wärmepumpen in Handwerksbetrieben mit viel Warmwasserbedarf, Wärmeverbünde mit benachbarten Industriebetrieben mit Abwärmeüberschuss. Diese Investitionsbereiche sind prädestiniert für Contracting, so dass hier entsprechende Contracting-Geber (wie z. B. die SWK) motiviert werden sollten, möglicherweise zusammen mit Karlsruher Banken und einer Versicherung dieses Geschäftsfeld wesentlich zu intensivieren. Hierzu ist allerdings auch eine weitere Fortbildung und Ermunterung der Handwerks- und Installationsunternehmen erforderlich, diese Form der Dienstleistung aktiv anzubieten.

⁴¹ Siehe <http://www.energieforum-karlsruhe.de/index.php?id=20> [letzter Aufruf am 4. 11. 2011]

⁴² Energie-Cluster Schweiz: www.energie-cluster.ch; Energie-Campus Nürnberg: www.encn.de

Förderung effizienter Filialen oder Verkaufsstätten

Es gibt in Karlsruhe sowohl Handwerksbetriebe mit mehreren Filialen als auch Filialbetriebe von Konzernen, deren Hauptverwaltung nicht in Karlsruhe ihren Sitz hat (z. B. im Einzelhandel, in Hotels oder Restaurants). Prinzipiell ist es effizient, die Geschäftsleitung solcher Filialunternehmen anzusprechen. Wenn die Geschäftsleitung in Karlsruhe angesiedelt ist, bietet sich ein baldiges Gespräch mit der Geschäftsführung an, um die Idee einer besonders energieeffizienten Filiale zu erörtern. Bei den großen Kapitalgesellschaften mit Filialbetriebsstrukturen in ganz Deutschland sind häufig schon Konzepte für energieeffiziente Filialbetriebe vorhanden. Hier müsste vorab recherchiert werden, ob und unter welchen Bedingungen die vorhandenen Konzepte auf einen Filialbetrieb in Karlsruhe angewandt werden könnten. Die Stadtverwaltung oder eine andere Institution könnte derartige Sondierungsgespräche führen. Es gibt einen interessierten Investor im Bereich der Lebensmittel-Supermärkte (vgl. Leitprojekte, Kapitel 4.2.2.4).

Vortrags- und Erfahrungsaustausch-Programm Handwerker/Innungen

Die Handwerkskammer Karlsruhe, die Innungen und Verbände auf Landesebene, wie z.B. der DEHOGA, könnten ihre Informationen zu möglichen Energiekosteneinsparungen in der jeweils betroffenen Branche intensivieren, um die Aufmerksamkeit auf Möglichkeiten der Energiekostenreduktion bei den Betriebsleitern zu lenken. Die Innungen und Verbände könnten ab 2012 ein Vortrags- und Erfahrungsaustauschprogramm zur Energieeffizienz für die Karlsruher Unternehmen im GHD-Sektor anbieten. Außerdem sind die von Dritten angebotenen Informations- und Beratungsangebote (wie z.B. Ökoprotit und ECOfit) eine weitere Option, um die Betriebe auf ihre spezifischen Potentiale zur Energieeffizienz und zum Klimaschutz aufmerksam zu machen.

VDI-GET (Gesellschaft für Energietechnik) und andere VDI-Fachgruppen Karlsruhes könnten ihr bestehendes Fortbildungs- und Vortragsprogramm speziell auf die technisch interessanten Querschnittsthemen für KMU, Planungsingenieure und Installationsbetriebe konzentrieren und intensivieren. Ebenso sollen Vorträge und Einführung von elektronischen Investitionsberechnungshilfen für beratende Ingenieure und Handwerksbetriebe durchgeführt werden.

Bewusste Ansiedlung und Ermunterung von Investoren mit Investitionsplänen zu hocheffizienten Betrieben im Bereich der Prozessenergie-intensiven Branchen des GHD-Sektors

Hocheffiziente und CO₂-arme Realisierungen von Rechenzentren, Supermarktfilialen, Hotels, Restaurants, Bäckereien, Metzgereien, Wäschereien, Schwimmbädern; diese würden sich in der Regel als Neuinvestitionen anbieten, wozu die Wirtschaftsförderung bei Neuansiedlungen anregen könnte. Bei Re-Investitionen sind Energieberatungen, Teilnahme an Ökoprotit und ECOfit-Projekten sehr motivierend.

Tab. 4-18: Allgemeine Maßnahmen für Karlsruher Industrie und GHD

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure	Zeitraum
Jährliche Energiekonferenz	<ul style="list-style-type: none"> Karlsruher Messe und Kongress GmbH existiert bereits 	1	<ul style="list-style-type: none"> Geschäftsleitungen u. Energiemanager, beratende Ingenieure, Handwerk, Gebäudeeigner, Institutsleiter, Energieforscher 	<ul style="list-style-type: none"> Stadt Karlsruhe, Karlsruher Messe und Kongress GmbH, Mitveranstalter: IHK, HK, KIT, FHS, KEK 	<ul style="list-style-type: none"> Jährlich ab 2012
Informationsaktivitäten der Stadtspitze	<ul style="list-style-type: none"> noch kaum gestartet 	1-2	<ul style="list-style-type: none"> Geschäftsleitungen u. Energiemanager, beratende Ingenieure, Handwerk, Gebäudeeigner, Institutsleiter, Energieforscher 	<ul style="list-style-type: none"> Umwelt- und das Presseamt, aber auch alle aktiven beteiligten Institutionen und Einzelpersonen, die Informationen zuliefern müssten 	<ul style="list-style-type: none"> ab 2012
Energieeffizienz-Cluster Karlsruhe	<ul style="list-style-type: none"> Ein Nucleus: Energieforum Karlsruhe, Idee stark ausbaufähig 	1	<ul style="list-style-type: none"> Unternehmen bzw. Hersteller u. Anwender v. Energieeffizienztechnologien, Forschungseinrichtungen, Hochschüler bzw. Hochschulabgänger 	<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaftsförderung, Karlsruher Institut für Technologie, Hochschule Karlsruhe, Karlsruher Forschungseinrichtungen, Karlsruher Unternehmen, Hochschüler u. Hochschulabgänger, Hersteller u. Anwender v. Energieeffizienztechnologien, spezialisierte Beratungs- und Ingenieurbüros 	<ul style="list-style-type: none"> 2011-2020

Quelle: IREES, eigene Darstellung

Tab. 4-19: Maßnahmen für den Karlsruher GHD-Sektor

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure	Zeitraum
Contracting-Offensive GHD der Stadt	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau/ Intensivierung 	2	<ul style="list-style-type: none"> Karlsruher Handwerks- und Installationsunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> Stadtwerke Karlsruhe/neue Gemeinschafts-unternehmen, spezialisierte Beratungs- u. Ingenieurbüros, Handwerks- u. Installationsunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> 2011-2020
Förderung Effiziente Filialen oder Verkaufsstätten	<ul style="list-style-type: none"> SUPER-EFF-Programm BW sollte intensiviert werden 	1-2	<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaftsunternehmen d. Einzelhandels 	<ul style="list-style-type: none"> Stadtplanungsamt, Wirtschaftsförderung, spez. Beratungs- u. Ingenieurbüros, Handwerks- u. Installationsunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> 2012-2020 2. Periode: bis 2050
Vortrags- und Erfahrungsaustausch-Programm Handwerker/Innungen	<ul style="list-style-type: none"> zum Teil gestartet (auch ECOfit), aber deutlich ausbaufähig 	1-2	<ul style="list-style-type: none"> Handwerkskammer, Innungen, einzelnen Handwerker/ Installateuren Evtl. Planungs-, Architektur und Ingenieurbüro 	<ul style="list-style-type: none"> Handelskammer, Innungen, IHK Karlsruhe, Dritte 	<ul style="list-style-type: none"> Ab 2012
Bewusste Ansiedlung und Ermunterung von Investoren	<ul style="list-style-type: none"> Begrenzt vorhanden, ausbaufähig 	2	<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaftsunternehmen aller Dienstleistungssektoren 	<ul style="list-style-type: none"> Stadtplanungsamt, Wirtschaftsförderung, 	<ul style="list-style-type: none"> 2012-2020 2. Periode: bis 2050

Quelle: IREES, eigene Darstellung

Tab. 4 – 18: Allgemeine Maßnahmen für Karlsruher Industrie und GHD

Minderungspotenzial	Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
<ul style="list-style-type: none"> nur indirekt denkbar (Signalwirkung) 	<ul style="list-style-type: none"> Vorbereitungskosten, Referenten- und Reisekosten, Catering, Raumkosten 	<ul style="list-style-type: none"> ohne Schwierigkeiten zu realisieren, die Messe GmbH könnte einen Teil der Aufgaben übernehmen 	
<ul style="list-style-type: none"> nur sehr indirekt über Motivationswirkung und manche Informationen zu Erfolgen und Fortschritten 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten sind gering und i.a. durch die Beschäftigten im Umwelt- und Presseamt gedeckt 	<ul style="list-style-type: none"> ohne Schwierigkeiten zu realisieren das Umwelt- und das Presseamt könnten die Arbeiten übernehmen 	
<ul style="list-style-type: none"> Langfristiges Minderungspotenzial durch Entwicklung / Verbesserung von Energieeffizienztechnologien u. org. Maßnahmen, erweiterte Kenntnisse von Herstellern, Anwendern, beratenden Ingenieuren u. Handwerk. Maßnahmen haben hohe Multiplikatorwirkung 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Personal der Trägerorganisation, Forschungsförderung aus Mitteln der EU, Bund, Land und beteiligten Unternehmen, evtl. Informations- u. Veranstaltungskosten für die Stadt, IHK 	<ul style="list-style-type: none"> Zunächst Studie zur Fokusfindung der Themen des Clusters erforderlich; Anfangsinvestition in die Organisation des Clusters (ca. 10 Mio. €), zudem engagierte Projekt-Initiatoren in Forschungseinrichtungen u. Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> M78

Quelle: IREES, eigene Darstellung

Tab. 4-19: Maßnahmen für den Karlsruher GHD-Sektor

Minderungspotenzial	Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
<ul style="list-style-type: none"> mittel bis hoch 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Personal, Förderungen 	<ul style="list-style-type: none"> mit geringem Aufwand zu realisieren 	
<ul style="list-style-type: none"> Langfristig .Hoch (20–50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Personal, Gespräche, evtl. Förderungen 	<ul style="list-style-type: none"> 1.Phase: geringer Aufwand 2.Phase: geringfügig höherer Aufwand 	
<ul style="list-style-type: none"> Langfristig über verbesserte Kenntnisse und Entscheidungs-routinen sehr wirksam, aber schwer quantifizierbar wegen indirekter Wirkung auf Investitionen 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Personal, Referenten, Reisen und Räume (zum Teil in Stadt-Budgets enthalten) 	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Schwierigkeiten zu realisieren das Umwelt- und das Presseamt in Koordination mit Handwerkskammer und Innungen könnten die Arbeiten übernehmen 	
<ul style="list-style-type: none"> Kurzfristig eher geringe Bedeutung, bis 2050 aber hoch (30 – 50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Aufwand in der Wirtschaftsförderung (Investitionen liegen bei den Unternehmen) 	<ul style="list-style-type: none"> 2012 bis 2020 : langsame Intensivierung der Idee und der Auflagen/Verhandlungen für Neuinvestoren 	

Quelle: IREES, eigene Darstellung

4.2.2.4. Leitprojekte für den GHD-Sektor

Die Ziele der hier vorgeschlagenen Leitprojekte sind unterschiedlich: (1) die technisch-wirtschaftliche Machbarkeit von neuen Technologien oder Kooperationsformen zu prüfen, um sie zur Nachahmung empfehlen zu können, (2) bestehende oder vermutete Risiken besser einschätzen zu können und entsprechende Lösungen zur Risiko-Minderung zu erarbeiten; (3) Vertrauen unter den beteiligten Partnern aufzubauen, die bisher in dieser Form nicht zusammengearbeitet haben. Zur Erreichung der ersten beiden genannten Ziele wird es bei den Leitprojekten häufig auch zu einer Mitfinanzierung der Öffentlichen Hand kommen (EU-, nationale oder Landes-Ebene). Dies muss bei dem einzelnen Leitprojekt jeweils individuell bewertet und entschieden werden.

Aus dem Workshop mit den verschiedenen Akteuren des GHD-Sektors Ende Juni 2011 können folgende zusammenfassende Aussagen getroffen werden:

- Das Ziel eines Leitprojektes sollte im Betreiben von „ernstgemeintem Klimaschutz“ bestehen; d.h. die Leitprojekte sollen keine „reinen“ Showprojekte sein, vielmehr sollten sie schnell Nachahmer finden, sobald Fragen zur technischen Machbarkeit, zu Risiken und zur Akzeptanz geklärt wurden.
- Generell wurde festgestellt, dass sich Leitprojekte auf einer Gratwanderung zwischen Marketing/Imagebildung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und (bei Gebäuden) städtebaulichen Gesichtspunkten bewegen. Bzgl. der Wirtschaftlichkeit müsse das Thema der Unterscheidung von Risiko (Amortisationszeit) und Rentabilität (interne Verzinsung) intensiv kommuniziert werden.

Hauptziel aller betroffenen Akteure sollte die Etablierung von Leitprojekten mit hohem Multiplikatoreffekt sein, d. h., in Bereichen mit hohem Potenzial in der Nachahmung (möglichst im Karlsruher Raum) und mit hohem Erkenntnisgewinn bzgl. Risiko-Einschätzungen.

Konkret vorgeschlagene Leitprojekte:

Als mögliches Leitprojekt für den GHD-Sektor wurde konkret diskutiert und wird seitens der Autoren hier vorgeschlagen:

Leitprojekt: exemplarische Realisierung eines hocheffizienten Supermarkts in der Nordwest-Stadt

Ein Supermarkt-Konzept im Bereich der Lebensmittel ist eine großartige Gelegenheit, Gebäude mit extrem niedrigen Energiebedarf der breiten Einkäuferschicht bewusst zu machen, indem

- einerseits hocheffiziente und bauliche Maßnahmen für die Kunden demonstrierbar sind (z.B. Dreifachverglasung, hohe Wärmedämmung, tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung, Glastüren an Kühlmöbeln, Abwärmenutzung aus den Kälteanlagen, Holz als Bau-, Träger- und Verkleidungswerkstoff),
- zum anderen über Information dem Kunden deutlich gemacht wird, dass der verbleibende Restenergiebedarf mit erneuerbaren Energien gedeckt werden kann (z. B. grünen Strom, thermischen Solarkollektoren, geothermischer Wärmeerzeugung oder via Pelletsheizkessel).

Einen derartigen Green Building Supermarkt zu realisieren, wurde von einer Lebensmittelkette auf dem Workshop vorgeschlagen. Ein entsprechender Standort wurde in der Nordwest-Stadt gefunden. Hier ist allerdings noch die Akzeptanz der umliegenden Wohnbevölkerung zu erhöhen, die den Verlust eines Bolzplatzes für Jugendliche sowie mehr Autoverkehr befürchten. Durch ausgleichende und vorbeugende Maßnahmen kann die Stadtverwaltung versuchen, die Akzeptanz zu verbessern und somit positive Anregungen zur Nachahmung für die etwa 80 Supermärkte in Karlsruhe zu ermöglichen.

Die Finanzierung des Supermarkts (Gebäude und Einrichtungen) würden vom Investor bzw. dem Supermarktbetreiber übernommen. Der neue Supermarkt als „Green Building“ wäre in Karlsruhe der erste seiner Art und würde ein weiteres Signal für die Bevölkerung in der Nordwest-Stadt setzen, dass die Karlsruher Wirtschaft und die Stadt den Klimaschutz voranbringen wollen.

Das Leitprojekt könnte nicht nur für die Lebensmittel-Supermärkte eine Signalfunktion haben, sondern auch für ähnliche große Einzelhandels- und Großhandelsmärkte (z. B. Baumärkte, Elektronik-Branche, Bekleidung, Sportartikel, Sanitärprodukte etc.).

Als sektorübergreifendes Leitprojekt, auch für den Sektor Industrie, wird vorgeschlagen:

Leitprojekt: KMU-Modell für kleine Unternehmen in Karlsruhe

Inhalt dieser Maßnahme ist die Übertragung des Schweizer KMU-Modells auf die Situation in Deutschland und eine unmittelbare Anwendung für kleine Unternehmen in Karlsruhe. Auf diese Weise würden auch kleinere Unternehmen zu höheren

Realisierungsschritten von Energieeffizienz-Investitionen befähigt.

Der Beitrag des hier vorgeschlagenen KMU-Modells zum Klimaschutz lässt sich derzeit nur sehr grob aufgrund der Erfahrungen in der Schweiz abschätzen. Das dort seit etwa 2006 implementierte KMU-Modell hat fast vergleichbare Erfolge wie die Energieeffizienz-Netzwerke, d.h. man kann von einer Beschleunigung der Realisierung von Energieeffizienz-Maßnahmen auf 1,6 bis 1,8 % pro Jahr, d.h. fast einer Verdopplung des energietechnischen Fortschritts bei den betroffenen Betrieben ausgehen.

Die Zielgruppe sind Betriebe und Unternehmen aus Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit Jahresenergiekosten zwischen 30.000 und 150.000 €/a. Es handelt sich hierbei um mindestens 200 Unternehmen in Karlsruhe.

Das KMU-Modell wird folgende Merkmale aufweisen:

- Die Initialberatung wird ähnlich genau vorstrukturiert wie bei den Energieeffizienz-Netzwerken für die Karlsruhe Industrie, d.h. mit einer Vorabdaten-Abfrage, einer Betriebsbegehung (meist unterstützt durch das KfW-Beratungsprogramm),
- Die Erstellung eines Beratungsberichtes (mit Mindestanforderungen, Musterberichten), einer Maßnahmenliste mit Priorisierung nach Rentabilität der gefundenen Maßnahmen.
- ein jährliches Monitoring (internetbasierend) für jeden Betrieb,
- Um die Betriebe nach den Initialberatungen weiterhin zu motivieren, die gefundenen Potentiale auch umzusetzen, werden die Betriebe durch einen Betreuer (ein beratender Ingenieur) von Zeit zu Zeit kontaktiert. Damit soll sichergestellt werden, dass kein Betrieb aus Gründen von fehlenden Ratschlägen die identifizierten Potentiale nicht weiter verfolgt.

Grundsätzlich hätte das KMU-Modell auch die Möglichkeit, als Energiemanagement-System für kleine Unternehmen anerkannt zu werden. Es hat damit die Chance, als Nachweis für Rückzahlungen der Energie- und Stromsteuer und für die Erlangung des Spitzenausgleichs zu dienen.

Als vorantreibende Akteure könnte ein ähnliches Modell wie bei den Energieeffizienz-Netzwerken gewählt werden (Kooperation zwischen Umweltamt der Stadt und einem Ingenieurbüro oder wissenschaftlichen Institut). Ein Teil der Finanzierung könnte vom Bundes- oder Landes-Umweltministerium übernommen werden, die Beratungen würden über die KfW und die Betriebe finanziert.

Ideen für weiter zu verfolgende Maßnahmen mit Potenzial als Leitprojekte

Es wurden zwei weitere Ideen genannt, die im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter konkretisiert werden konnten.

- Die erste Idee des „grünen Zoos von Karlsruhe“ wäre aus pädagogischer Sicht zur Nachhaltigkeit gerade bei vielen jungen Besuchern von Bedeutung. Die Entwicklung eines Konzeptes des „Grünen Zoos“ und seiner späteren Umsetzungsmöglichkeiten mit entsprechenden Investitionen und organisatorischen Maßnahmen ist der erste hier empfohlene Schritt.
- Der Bau eines „klimaneutralen Stadions“, falls es zum Bau eines neuen Stadions kommen sollte, wäre eine weitere Gelegenheit, um die Idee des Klimaschutzes zu einem großen Teil der sportbegeisterten Bevölkerung und Fernsehzuschauer zu transportieren. Hierzu gibt es auch in Deutschland und weltweit schon erste Beispiele.

Industrie

Diese Ideen wurden im Workshop mit den Teilnehmern aus dem GHD-Sektor diskutiert bzw. genannt. Es wird für die Stadtverwaltung und die Wirtschaftsförderung darum gehen, betroffene Personen, Investoren oder Institutionen bzw. Arbeitsgemeinschaften zu identifizieren, die sich für das jeweilige Leitprojekt begeistern und es mit Engagement vorantreiben. Hierbei könnte auch das als Maßnahme vorgeschlagene Energieeffizienz-Cluster von Wirtschaft, Forschung und Stadt durch manche Idee zur weiteren konkreten Planung und Umsetzung sehr nützliche Beiträge leisten.

4.3. Industrie

Der gesamte Energiebedarf der Karlsruher Industrie einschließlich der Raffinerie beträgt im Basisjahr 2008 etwa 16.117 GWh. Davon entfallen 1.974 GWh (12,2 %) auf den Strom und 14.143 GWh (87,8 %) auf den Brennstoffbedarf. Dominiert wird der Energiebedarf des Industriesektors durch die Raffinerie im Stadtgebiet: auf sie sind 82 % des Energiebedarfs und 76 % der CO₂-Emissionen (3.415.000 t CO₂) zurückzuführen. Da ein großer Anteil der CO₂-Emissionen der Raffinerie der Kraftstofferzeugung zuzuordnen ist und diese Emissionen über den Sektor Verkehr erfasst werden, wird der Industriesektor im Folgenden ohne die Emissionen der Raffinerie betrachtet, sofern die Raffinerie nicht gesondert erwähnt wird. Im Vergleich zum GHD-Sektor sind die Werte des Industriesektors (ohne Raffinerien) lediglich doppelt so hoch, was den hohen Anteil des GHD-Sektors an der Wirtschaftsleistung von Karlsruhe widerspiegelt. Die Verteilung des Endenergiebedarfs (Brennstoffbedarf + Strombedarf) sowie der CO₂-Emissionen im Jahr 2008 ist für die einzelnen Branchen (Mineralölverarbeitung, Papiergewerbe/Druck- und Verlagswesen, Ernährungsgewerbe, Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen, etc.) in der folgenden Tab. 4-20 abgebildet.

Tab. 4-20: Brennstoff- und Strombedarf sowie CO₂-Emissionen 2008 für ausgewählte energieintensiver Branchen des Karlsruher Industrie-Sektors

Branchen	Brennstoffbedarf in GWh	Strombedarf in GWh	Endenergiebedarf in GWh	CO ₂ -Emissionen in 1000 t
Ernährungsgewerbe, Tabakverarbeitung	132	59	191	k. A.
Papiergewerbe, Druck- und Verlagswesen	438	257	694	k. A.
Mineralölverarbeitung	12.385	749	13.134	3.415
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	289	241	530	k. A.
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	148	86	234	k. A.
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	63	98	161	k. A.
Herstellung von Metallerzeugnissen	35	29	64	k. A.
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektrischen und optischen Erzeugnissen	53	73	126	k. A.
Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen, sonstiger Fahrzeugbau	47	58	105	k. A.
Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	121	103	225	k. A.
Wasserversorgung, Abfallentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	40	56	96	k. A.
Baugewerbe	91	73	165	k. A.
Steine Erden, Glas, Keramik, Metallerzeugung und -verarbeitung	249	46	295	k. A.
Sonstiges	53	45	98	k. A.
Industrie-Sektor insgesamt	14.143	1.974	16.117	4.490

Quelle: IREES, eigene Berechnungen; Stadt Karlsruhe, 2009

Für die Prognose der zukünftigen CO₂-Emission im Sektor Industrie wird die Bruttowertschöpfungs-entwicklung der einzelnen Branchen als grundlegende Einflussgröße festgelegt.

Tab. 4-21: Entwicklung der Bruttowertschöpfung des Karlsruher Industrie-Sektors, 2008 bis 2050 im Referenzszenario und im Szenario engagierte Welt

Szenarien	Bruttowertschöpfung (in Mio.)					
	2008	2015	2025	2035	2045	2050
Referenz	2.770	2.910	3.090	3.180	3.188	3.190
Engagierte Welt	2.770	2.967	3.162	3.250	3.258	3.260
Differenz Referenz / Engagierte Welt	-	57	72	70	70	70

Quelle: IREES, eigene Berechnungen; Karlsruher Wirtschaftsspiegel 2010/2011; Statistisches Landesamt BW

Als Erhebungsgrundlage für die Ermittlung der Anzahl der Unternehmen im Industriesektor in Karlsruhe dienen die Informationen des Statistischen Landesamtes⁴³. Für die Ermittlung der Bruttowertschöpfung der einzelnen Branchen des Karlsruher Industriesektors für das Jahr 2008 wurden die Informationen aus dem Karlsruher Wirtschaftsspiegel 2010/2011: „Wirtschaftliche Grunddaten zum Standort Karlsruhe für das Produzierende Gewerbe“, des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg⁴³ sowie die spezifischen Wertschöpfungszahlen für die Bundesrepublik⁴⁴ verwendet (weitere Angaben vgl. Kapitel 7.4.3).

Dominiert wird das verarbeitende Gewerbe in Karlsruhe (ohne die Raffinerie) durch die Branche Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen mit rund 445 Mio. € (16 %), gefolgt vom Baugewerbe mit knapp 420 Mio. € (15 %).

Für den gesamten Industriesektor ergibt sich im *Referenzszenario* ein Zuwachs der Bruttowertschöpfung von 2.770 Mio. € im Jahre 2008 auf 3.190 Mio. € im Jahre 2050, d.h. um rund 15 % oder durchschnittlich 0,34 % pro Jahr. Allerdings entwickeln sich die einzelnen Branchen nicht gleichförmig, vielmehr findet ein Strukturwandel statt:

- Leicht überdurchschnittlich entwickelt sich nur das Papiergewerbe (+19 %).
- Die Mineralölwirtschaft sowie die Verarbeitung von Steine und Erden stagnieren nach einem anfänglich leichten Zuwachs in den kommenden Jahrzehnten.
- die Branchen Baugewerbe, Wasserver- und Abfallentsorgung, die Herstellung von EDV-Geräten und Elektrotechnik sowie Reparatur und Installation von Maschinen und Anlagen sehen sich infolge der abnehmenden Bevölkerungszahl einer rückläufigen Bruttowertschöpfung zwischen 5 und 9 % bis zum Jahr 2050 gegenüber.
- Infolge weiter steigender Pro-Kopf-Einkommen und hohen Exportraten verändern die übrigen Branchen ihre Bruttowertschöpfung überdurchschnittlich stark: Gummi (+27 %), die chemische Industrie (+29 %), die Metallverarbeitung (+47 %), die pharmazeutische Industrie (+51 %), der Maschinenbau und Fahrzeugbau (+66 %) sowie „sonstige“ mit +42 %.

Insgesamt bleibt allerdings der Karlsruher Industrie ein relativ kleiner Anteil an der Bruttowertschöpfung der Karlsruher Wirtschaftsleistung, da der GHD-Sektor mit rund 77 % bereits heute den Hauptanteil an der Bruttowertschöpfung generiert⁴⁵.

Im Szenario *engagierte Welt* ergibt sich für den gesamten Industriesektor ein leicht höherer Zuwachs der Bruttowertschöpfung von 2008 bis 2050 als im *Referenzszenario*. Er wird mit rund 18 % oder durchschnittlich 0,4 % pro Jahr beziffert. Gründe dafür sind die Substitution von fossilen Energieträgern durch Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Zu den Verlierern

⁴³ Statistisches Landesamt BW 2011

⁴⁴ Statisches Bundesamt 2008

⁴⁵ Karlsruher Wirtschaftsspiegel, S.80-84.

im Szenario *engagierte Welt* gegenüber dem *Referenzszenario* gehören in erster Linie die Lebensmittelindustrie, die Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen und vor allem die Mineralölwirtschaft (Umschichtung von Konsumausgaben zu Investitionsausgaben). Die Mineralölwirtschaft sieht sich einem Einbruch der Bruttowertschöpfung von minus 50 % im Vergleich zum *Referenzszenario* gegenüber⁴⁶, wobei hier auch Varianten einer Schließung der Raffinerie vor 2050 oder einer Beibehaltung der vollen Kapazität (bei Schließung anderer europäischer Raffinerien) berechnet wurde. Zu den eindeutigen Gewinnern gehört vor allem der Maschinenbau, dessen Bruttowertschöpfung in diesem Szenario im Jahr 2050 beinahe 84 % über dem Ausgangswert im Jahr 2008 liegt.

Für das Szenario *zögernde Welt* wurden Anpassungen der Bruttowertschöpfungsentwicklung vorgenommen, vor allem unter dem Aspekt der Bevölkerungsentwicklung Karlsruhes und durch Annahmen bezüglich der Karlsruher Wirtschaftsentwicklung bzw. deren Strukturwandel. Dies führt zu Werten der Bruttowertschöpfung zwischen denen des *Referenzszenarios* und der engagierten Welt. Im Szenario *zögernde Welt* ergibt sich für den gesamten Industriesektor ein Zuwachs der Bruttowertschöpfung von 2008 bis 2050 um rund 16 % (durchschnittlich 0,35 % pro Jahr). Der skizzierte Strukturwandel ist umso ausgeprägter, je mehr und je früher eine engagierte Klimapolitik weltweit praktiziert wird.

4.3.1.CO₂-Minderungspotentiale

Die Potenziale zur Verbesserung der Energie-Intensität der Industriebranchen enthalten sowohl die technischen Energieeffizienzverbesserungen als auch die Trends zu weniger energieintensiven Produkten, höherer Wertschöpfung je Produktionseinheit und zunehmende Anteile produktbezogener Dienstleistungen. Im Ergebnis liegen die Potenziale - je nach Wirtschaftszweig - im Jahr 2020 bei etwa 8 – 47 % des Brennstoffbedarfs im Basisjahr 2008 und im Jahr 2050 bei 29-70 % (siehe Tab. 4-22). Die Potenziale auf der Stromseite fallen deutlich geringer aus, weil die stromseitigen Effizienzgewinne durch weitere Automation, neue Elektroverfahren und entsprechenden zusätzlichen Strombedarf zum Teil verdeckt werden.

Tab. 4-22: Vorhandene Potenziale zur Verbesserung der Energieintensität für Brennstoffe und Strom bis 2050 (gegenüber 2008) in Prozent, unterteilt nach Wirtschaftszweigen (im Szenario *engagierte Welt*)

Branchen	Brennstoffe		Strom	
	2020	2050	2020	2050
Ernährungsgewerbe, Tabakverarbeitung	39,7 %	70,0 %	33,9 %	46,2 %
Papiergewerbe, Druck- und Verlagswesen	28,5 %	57 %	33,9 %	41,3 %
Mineralölverarbeitung	8,2 %	29 %	- 4,7 %	26,4 %
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	43,3 %	68 %	39,0 %	42,1 %
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	37,5 %	67 %	45,0 %	52,2 %
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	45, %	72 %	20,3 %	43,5 %
Herstellung von Metallerzeugnissen	34,5 %	64 %	41,7 %	47,8 %
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektrischen und optischen Erzeugnissen	47,6 %	69 %	46,3 %	68,1 %
Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen, sonstiger Fahrzeugbau	47,6 %	69 %	59,9 %	64,1 %
Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	45,0 %	64 %	26,2 %	52,2 %

⁴⁶ Renssen 2011

Branchen	Brennstoffe		Strom	
	2020	2050	2020	2050
Wasserversorgung, Abfallentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	18,5 %	45 %	38, %	52,2 %
Baugewerbe	31,2 %	55 %	23,8 %	36,2 %
Steine Erden, Glas, Keramik, Metallerzeugung und -verarbeitung	28,3 %	56 %	15,5 %	29,7 %
Sonstige Industriezweige ⁴⁷	45,0%	64 %	36,2 %	52,2 %

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

In Tab. 4 - 23 sind die Substitutionspotenziale der Energieträger im *engagierte Welt-Szenario* aufgeführt. Sie sind als Maximalwerte zu verstehen. In diesem Szenario geht der Heizölanteil an den Brennstoffen von heute 5 % auf null zurück, der Erdgasanteil fällt von heute 73 % auf 46 % in 2050, wobei das Erdgas dann einen erheblichen Teil an Biogas enthält (vgl. Kapitel 4.5). Die Fernwärme dagegen nimmt von heute knapp 4 % auf 12 % zu, allerdings bei einem um 63 % verminderten Brennstoffbedarf (vgl. Tab. 4 – 24). In absoluten Zahlen ausgedrückt stagniert der Fernwärmebedarf somit. Der Anteil der erneuerbaren Energien (insbesondere Pellets, solarthermische Nutzung und Nutzung biogener Abfallstoffe) verzehnfacht sich zwar. In absoluten Zahlen ausgedrückt, bedeutet dies eine Vervielfachung der Energiemenge. Der Anteil an den Brennstoffen beträgt dann 16 %, wobei die Brennstoffe 83 % des Endenergiebedarfs der Karlsruher Industrie im Jahr 2050 ausmachen.

Tab. 4-23: Prozentualer Anteil der Energieträger am Brennstoffbedarf sowie der Stromanteil am Endenergiebedarf des Industriesektors (ohne Raffinerie), engagierte Welt-Szenario, 2008 bis 2050

Jahr	Heizöl	Erdgas	Fernwärme	Erneuerbare Energien	Sonstige ⁴⁸ Energieträger	Strom am EEB
2008	4,9 %	73,2 %	3,7 %	1,6 %	16,6 %	41,1 %
2020	1,8 %	69,3 %	5,3 %	4,4 %	19,3 %	43,1 %
2035	1,0 %	56,2 %	8,6 %	9,5 %	24,8 %	47,5 %
2050	0,0 %	46,0 %	12,0 %	16,0 %	26,0 %	50,0 %

EEB: Endenergiebedarf

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Würde man die Brennstoffe der Raffinerie mit ihrem hohen Anteil von etwa 80 % des Brennstoffbedarfs der Karlsruher Industrie mit einbeziehen, würden sich die Werte der Substitutionspotenziale in Tab. 4-15 entsprechend vermindern. Denn die Brennstoffe der Raffinerie sind im wesentlichen Schweröl und Raffineriegase, die für andere Wärmenutzungszwecke außerhalb der Raffinerie nicht benutzt werden können. Die Raffinerie selbst hat keine wesentlichen Substitutionspotenziale, da sie die vermarktbareren Produkte aus dem Rohöl herausdestilliert und den Rest der brennbaren Kohlenwasserstoffe für die eigene Wärmeerzeugung verwendet.

Ergebnisse der Modellierung

Der Gesamtendenergiebedarf (Summe aus Brennstoff- und Strombedarf) der Industrie fällt im *Referenzszenario* von 16.117 GWh 2008 um 15,5 % auf 13.617 GWh im Jahr 2050 ab (siehe Tab. 4-24). Dabei nimmt der Strombedarf nur um knapp 10% auf 1.785 GWh im Jahr 2050 ab, während der Brennstoffbedarf sich um gut 16 % auf 11.832 GWh reduziert. Hierbei wird unterstellt, dass die heutige Produktionskapazität der Raffinerie weiterhin besteht.

Im Szenario *engagierte Welt* sinkt der Gesamtendenergiebedarf der Industrie um 61 % auf 6.295 GWh im Jahr 2050. Dies beinhaltet einen Rückgang des Brennstoffbedarfs um etwa 63 % sowie

⁴⁷ Holzgewerbe, Bergbau u. Gewinnung von Steinen und Erden; Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe; Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, Herstellung von Möbeln, Herstellung von sonstigen Waren

⁴⁸ z.B. solarthermische Anlagen, Nutzung von organischen Abfallstoffen

Industrie

des Strombedarfs um 45 %. In dieser Variante des Szenarios halbiert sich die Produktion der Karlsruher Raffinerie bis 2050.

Tab. 4-24: Endenergiebedarf der Karlsruher Industrie (in GWh), 2008 bis 2050

	Basis-jahr	Brennstoffe (inkl. Fernwärme u. a.)			Basis-jahr	Strom		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenzszenario								
Industrie-Sektor (ohne Raffinerie)	1.758	1.754	1.718	1.551	1.225	1.191	1.270	1.206
Raffinerie	12.385	12.429	11.797	10.281	749	724	674	579
Industrie-Sektor insgesamt	14.143	14.183	13.515	11.832	1.974	1.915	1.944	1.785
Zögernde Welt								
Industrie-Sektor (ohne Raffinerie)	1.758	1.457	1.261	1.095	1.225	1.048	1.027	957
Raffinerie	12.385	12.016	10.342	8.459	749	710	604	505
Industrie-Sektor insgesamt	14.143	13.473	11.603	9.554	1.974	1.758	1.631	1.462
Engagierte Welt								
Industrie-Sektor (ohne Raffinerie)	1.758	1.279	971	807	1.225	967	879	807
Raffinerie	12.385	11.373	7.930	4.406	749	678	470	275
Industrie-Sektor insgesamt	14.143	12.652	8.901	5.231	1.974	1.645	1.349	1.082

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Basierend auf der Entwicklung des Endenergiebedarfes der Karlsruher Industrie sowie der Substitution von fossilen Energieträgern ganz oder teilweise durch erneuerbare Energieträger sowie durch Abwärmenutzung im Bereich der Fernwärme (Abb. 4-26 und Kapitel 3.4) können Reduktionen der absoluten CO₂-Emissionen im Industriesektor (in Abhängigkeit vom entsprechenden Szenario) zwischen 27 % im Referenzfall und 72 % im Szenario *engagierte Welt* erzielt werden (siehe Tab. 4-25). Die hohen Verminderungen im Strombereich sind wesentlich auf die zunehmenden Anteile der erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung zurückzuführen.

Tab. 4-25: CO₂-Emissionen der Karlsruher Industrie (in 1.000 Tonnen), 2008 bis 2050, für die Szenarien

Szenarien	Basis-jahr	aus Brennstoffen (inkl. Fernwärme u. a.)			Basis-jahr	aus Strom (zunehmende Anteile erneuerbare Energien)		
	2008	2020	2035	2050	2008	2020	2035	2050
Referenzszenario								
Industrie-Sektor (ohne Raffinerie)	398	379	339	274	698	673	518	385
Raffinerie	2.988	2.994	2.835	2.465	427	409	275	185
Industrie-Sektor insgesamt	3.386	3.373	3.174	2.739	1.125	1.082	793	570
Zögernde Welt -Szenario								
Industrie-Sektor (ohne Raffinerie)	398	311	240	182	698	562	340	195
Raffinerie	2.988	2.892	2.485	2.025	427	380	200	103
Industrie-Sektor insgesamt	3.386	3.203	2.725	2.207	1.125	942	540	298
Engagierte Welt-Szenario								
Industrie-Sektor ohne Raffinerie	398	267	172	120	698	504	224	74
Raffinerie	2.988	2.736	1.901	1.053	427	353	120	25
Industrie-Sektor insgesamt	3.386	3.003	2.073	1.173	1.125	857	344	99

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Abb. 4-16: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Industriesektors in Karlsruhe für die Strombereitstellung

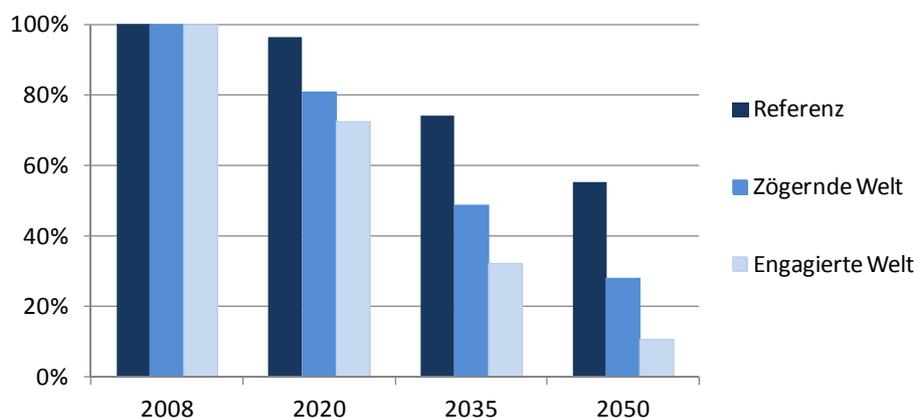
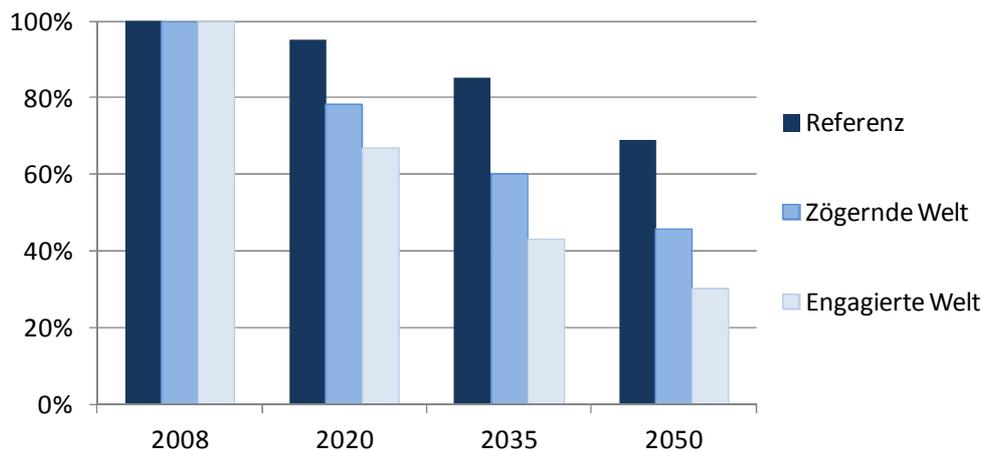


Abb. 4-17: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Industriesektors in Karlsruhe für die Wärmebereitstellung



4.3.2. Hemmnisse und fördernde Faktoren

Um die dargestellten Zielwerte im Szenario *engagierte Welt* zu erreichen, müssen auch im Industriesektor Hemmnisse überwunden und fördernde Faktoren gestärkt werden.

Die allgemeinen sektorübergreifenden Hemmnisse wurden bereits im Kapitel 4.2 besprochen und gelten auch für die Karlsruher Industriebetriebe. Zusätzlich existieren zahlreiche branchenübergreifende Faktoren, welche den Einsatz von wirtschaftlichen Energieeffizienz- und Substitutions-Maßnahmen in der Industrie behindern:

- Bei vielen Branchen besteht die Befürchtung, dass der Einsatz von Effizienzmaßnahmen zu negativen Produkt- und/oder Prozesseigenschaften führen könnte. Daher werden Maßnahmen aus Vorsicht nicht umgesetzt. Man wartet auf den „first mover“ und positive Erfahrungen.
- Wie auch im GHD-Sektor gilt hier, dass die Mehrheit der Unternehmen ihre Investitionsentscheidungen nicht auf Basis einer Lebenszykluskosten-Analyse trifft, sondern ausschließlich anhand einer Amortisationszeitenbetrachtung. Wenn Amortisationszeiten von zwei bis drei Jahren gefordert werden, entstehen grundlegende Hemmnisse für die hier untersuchten Industriezweige im Bereich der Energieeffizienzinvestitionen für langlaufende Produktionsmaschinen und -anlagen.
- Ähnlich wie im Bereich GHD stellt die Priorisierung von Investitionen, welche das eigentliche Geschäftsfeld des Unternehmens betreffen, ein wesentliches Hemmnis für Energieeffizienz-Investitionen dar.
- Vorschriften sind, wie bereits im GHD-Sektor erläutert, ein weiteres Hemmnis für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Fluktuation von Energiepreisen und die als aufwändig beurteilte Beantragung von Fördermitteln bei Investitionen, Beratung oder Forschung gelten auch im Bereich der Industrie als wesentliches Hemmnis (vgl. Kapitel 4.2).

Auf der anderen Seite stellen, zusätzlich zu den bereits in Kapitel 4.2 erwähnten fördernden Faktoren, im Bereich der Industrie Nachhaltigkeits- oder Energieeffizienzpreise, der Grüne Dow Jones Index oder Zertifikate wie EMAS oder DIN EN ISO 16001 Anreize für Unternehmensleitungen dar, der Energieeffizienz einen höheren Stellenwert im Unternehmen zu geben. Zusätzlich sind sie ein weiterer Anreiz für einen Energiemanager, da sie zu höherer sozialer Anerkennung in seinem Unternehmen oder seiner sozialen Gruppe führen.

Grundsätzlich können die Industriebetriebe nach Größe unterschieden werden. Bei den kleinen und mittleren Unternehmen konnten Einflussfaktoren für die Durchführung von Energieeffizienzmaß-

nahmen aus den Bereichen „Finanzen“, „Prozesse und Energiedaten“ sowie „Organisatorisches“ identifiziert werden (siehe Tab. 4-26). Bei dieser Unternehmensgröße erweisen sich gerade fehlende Informationen bzw. fehlende Marktüberblicke über Effizienztechnologien und die möglichen Betriebskostenreduktionen als wesentliches Hemmnis. Aufgrund von Informationsdefiziten erhöhen sich die Transaktionskosten (Such- und Entscheidungskosten) für die kleinen und mittleren Unternehmen im Vergleich zu den großen Unternehmen erheblich.

Tab. 4-26: Hemmende Einflussfaktoren auf die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen bei kleinen Unternehmen

Hemmende Einflussfaktoren	kleine Unternehmen			
	sehr wichtig	wichtig	weniger wichtig	unbedeutend
Finanzen				
Amortisationsdauer		○		
Eigen- und Fremdkapitalverfügbarkeit	○			
Kurzfristiger Planungshorizont			○	
Konkurrenz mit anderen Investitionen	○	○		
Stellenwert Energiekosten	○			
Hoher Aufwand für Förderanträge und Genehmigungen		○		
Unsichere Rahmenbedingungen und Planungsunsicherheiten	○			
Prozesse und Energiedaten				
Mangel an prozessspezifischen Detailkenntnissen	○	○		
Befürchtung negativer Produkt- oder Prozesseigenschaften	○			
Mangelhafter Überblick über Energieverbrauch	○			
Informationsdefizit über Energie-Effizienz-Technologien	○			
Fehlender Maßnahmenvergleich und Abgrenzung, Zieldefinition		○		
Nachrangige Durchführung von Effizienzmaßnahmen	○			
Organisatorisch				
Innerbetrieblicher Informationsfluss			○	
kein Energiebeauftragter vorhanden	○			
Komplexe Entscheidungsfindung				○
Fehlende Motivation	○			
Fehlende Kompetenz	○			

Quelle: IREES, eigene Darstellung

Für Großunternehmen können folgende Hemmnisse identifiziert werden (vgl. Tab. 4-27).

Tab. 4-27: Hemmende Einflussfaktoren auf die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen bei großen Unternehmen

Hemmende Einflussfaktoren	große Unternehmen			
	sehr wichtig	wichtig	weniger wichtig	unbedeutend
Finanzen				
Amortisationsdauer	○			
Eigen- und Fremdkapitalverfügbarkeit			○	
Kurzfristiger Planungshorizont	○			○
Konkurrenz mit anderen Investitionen			○	
Stellenwert Energiekosten		○		○
Hoher Aufwand für Förderanträge und Genehmigungen		○	○	
Unsichere Rahmenbedingungen und Planungsunsicherheiten	○			
Prozesse und Energiedaten				
Mangel an prozessspezifischen Detailkenntnissen			○	○
Befürchtung negativer Produkt- oder Prozesseigenschaften	○			
Mangelhafter Überblick über Energieverbrauch				○
Informationsdefizit über Energie-Effizienz-Technologien			○	
Fehlender Maßnahmenvergleich und Abgrenzung, Zieldefinition	○			
Nachrangige Durchführung von Effizienzmaßnahmen			○	
Organisatorisch				
Innerbetrieblicher Informationsfluss	○			
kein Energiebeauftragter vorhanden			○	
Komplexe Entscheidungsfindung auf Konzernebene	○	○		
Fehlende Motivation	○	○		
Fehlende Kompetenz			○	

Quelle: IREES, eigene Darstellung

4.3.3. Maßnahmen

In Kapitel 4.2 wurden bereits die sektorübergreifenden Maßnahmen für Industrie und GHD näher erläutert. Die folgenden vier Maßnahmen sind speziell an die Bedürfnisse der Karlsruher Industrieunternehmen angepasst, um die Wirkung hemmender Faktoren abzuschwächen und die Wirkung fördernder Faktoren zu verstärken.

Informations- und Fortbildungsaktivitäten zum Themenkomplex Energieeffizienz

Aufgrund der bisherigen, zum Teil unzureichenden Maßnahmen zu Vortragsangeboten soll ein Vortrags- und Übungsprogramm aufgebaut werden, welches einerseits Vorträge und Übungen zu elektronischen Investitionsberechnungshilfen bietet und andererseits speziell auf die technisch interessanten Querschnittsthemen für KMU, Planungingenieure und Installationsbetriebe eingeht. Des Weiteren soll ein solches Programm den Erfahrungsaustausch zum Thema Energieeffizienz zwischen Karlsruher Wirtschaftsunternehmen (z.B. Besuch von Best-Practice-Beispielen) ermöglichen.

In diesem Rahmen sollen auch qualifizierte Beratungsmöglichkeiten verstärkt werden, z. B. durch die Einführung eines „Gütesiegels“. Auf diese Weise werden den Unternehmen vermehrt Informationen bezüglich der vorhandenen Fördermöglichkeiten von Energieeffizienzmaßnahmen geboten. Dies soll in Zusammenarbeit mit der IHK Karlsruhe, den VDI Arbeitsgruppen, spezialisierten Ingenieurbüros und Professoren der Fachhochschule geleistet werden, wobei Kosten für Personal, Referenten, Reisen und Räume veranschlagt werden müssen, die wahrscheinlich nicht voll über Tagungsbeiträge der Teilnehmer erlöst werden können.

Des Weiteren wird eine erhöhte Nachfrage an Energieeffizienzberatung durch beratende Ingenieurbüros in Karlsruhe sowie eine positivere Besetzung des Themas Energieeffizienz in der Karlsruher Industrie durch das Gesamtprogramm der Karlsruher Akteure (Kongress, Auslobungen und Summe der Einzelmaßnahmen mit deren veröffentlichten guten Erfahrungen) erwartet. Dies führt zu einer stärkeren Aufmerksamkeit der Geschäftsleitungen und dadurch auch zu der erwarteten Nachfrage nach Energieberatung und Contracting.

Für die Umsetzung der Maßnahme ist es notwendig, spezielle Programme (Vorträge, Übungen, Workshops, etc.) zu zentralen Themen zu erstellen und zu koordinieren, die Zusammenarbeit zwischen IHK, VDI, Ingenieurbüros, Fachhochschulen, etc. zu lancieren, ein aktuelles und hochwertiges Vortrags- und Schulungsprogramm („Qualitätssiegel“) zu entwickeln und zu etablieren sowie die Teilnahme am Fortbildungsprogramm zu fördern, beispielsweise über Tarifierreize bei ambitionierten Zielsetzungen zur Energieeffizienz oder Ähnliches (siehe Zürich). Weitere Energieeffizienz-Netzwerke in Karlsruhe

Weitere Energieeffizienz-Netzwerke sowie Ökoprofit und ECOfit-Gruppen in Karlsruhe

Ziel ist es, als sektorübergreifendes Leitprojekt ein KMU-Modell für kleine Unternehmen in Karlsruhe einzuführen (vgl. Leitprojekte des GHD-Sektors, Kapitel 5.2.2.4) und für die größeren Unternehmen Karlsruhes zwei bis drei weitere Energieeffizienznetzwerke zu etablieren. Auch die Teilnahme an branchenspezifischen überregionalen Netzwerken ist denkbar. Teilnehmer/Beteiligte der Netzwerke stellen einerseits die Karlsruher Unternehmen und andererseits Ingenieurbüros, Berater, Energieeffizienz-Kontraktoren sowie die IHK, EVUs, SWK und KEK dar.

Da bereits ein Energieeffizienz-Netzwerk im Rahmen des 30-Pilot-Netzwerk-Projektes vom Umweltamt der Stadt Karlsruhe betrieben wird, sollte es nicht schwierig sein, weitere Netzwerke für entsprechende Unternehmen zu realisieren, wie dies auch in anderen Städten nunmehr zu beobachten ist (z.B. Nürnberg, Krefeld, Bielefeld). Im Rahmen der Akquisition für Unternehmen für weitere Energieeffizienz-Netzwerke ist mit deutlichen Akquisitionskosten zu rechnen, da diese Formen des Erfahrungsaustausches und der Informationsgewinnung bei den Betrieben noch wenig bekannt oder gänzlich unbekannt sind. Die jährlichen Kosten an der Netzwerk-Teilnahme werden auf circa 5.500 € bis 8.000 € pro Unternehmen geschätzt, bei der Teilnahme der kleineren Unternehmen im KMU-Modell oder an einem Ökoprofit- bzw. ECOfit-Projekt auf 1.500 bis 2.000 € pro Jahr. Diese Kosten sollten

nach anfänglicher Bezuschussung von den teilnehmenden Unternehmen selbst finanziert werden können, da eine deutliche Beschleunigung der Senkung der Energiekosten durch die Teilnahme erreicht wird. Hinzu kommt nach dem 1.1.2013 wahrscheinlich die Rückzahlung des Spitzenausgleichs der Strom- und Energiesteuer, wenn die Unternehmen an einem Energieeffizienz-Netzwerk teilnehmen. Bei den kleinen Unternehmen besteht zudem die Möglichkeit der Bezuschussung der Initial- und Detailberatung durch die KfW.

Die Maßnahme wird als sehr wichtig eingestuft, da ein jährliches Minderungspotenzial von mehr als 2 % pro Jahr pro teilnehmendes Unternehmen erwartet wird⁴⁹.

Erforderliche Handlungsschritte für die Umsetzung der Maßnahme beinhalten: Identifikation von möglichen Teilnehmern eines weiteren Energieeffizienz-Netzwerkes seitens eines möglichen Initiators/Moderators; Informationsaktivitäten für kleine und mittlere Unternehmen über das KMU-Modell; Identifizierung von geeigneten Branchen für die Branchennetzwerke. Wichtig sind die Festlegung einer möglichen Leitung der Maßnahmen (SWK, KEK, EnBW, IREES, etc.), die Durchführung einer Informationsveranstaltungsreihe zum Thema Energieeffizienz-Netzwerke und KMU-Modell sowie die Klärung einer anfänglichen Förderung der Teilnahme an den Netzwerken und dem KMU-Modell durch das Land Baden-Württemberg.

Initiative für ausgewählte technische Kampagnen

Rentable technologische Maßnahmen für die Karlsruher Industrie, wie z.B. hocheffiziente Druckluft-erzeugung und -verteilung, eine verstärkte firmeninterne Abwärmenutzung, die Einführung hocheffizienter Transformatoren oder der Einsatz von Energiemanagementsystemen könnte Gegenstand einer speziellen Technologie-Initiative sein. Durch diesen Fokus auf bestimmte Investitionen sollten, in Zusammenarbeit mit verschiedenen Technologieanbietern und den Stadtwerken, Unternehmen aller Größenklassen in Karlsruhe angesprochen werden. Eine derartige Initiative wäre vor allem für die Erfassung der Energieflüsse sowie Energiebedarfsschwerpunkte in den beteiligten Unternehmen von besonderer Bedeutung.

Die Einführung von derartigen ausgewählten Effizienztechnologien wird als wichtige Maßnahme angesehen, da sie den Energiebedarf exemplarisch reduzieren können und die Aufmerksamkeit der Karlsruher Unternehmen auf die Möglichkeit der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien gelenkt wird. Als zusätzlichen Effekt gewinnen die Unternehmen durch diese Maßnahmenbündel einen detaillierten Überblick über die Energieflüsse innerhalb ihres Betriebes.

Ein erster erforderlicher Handlungsschritt für die Umsetzung des Maßnahmenbündels ist die enge Zusammenarbeit zwischen den Gründern einer derartigen Initiative, dem produzierenden Gewerbe und den Technologieanbietern. Flankierende Maßnahmen wären Informationsveranstaltungen zum Thema der ausgewählten Energieeffizienztechnologien, eventuelle finanzielle Anreize für den Einsatz dieser Technologien sowie die Verbreitung eines positiven Image von Energieeffizienz und Klimaschutz für teilnehmende Unternehmen durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Initiative. Die Ergebnisse der Initiative könnten dann in die verschiedenen Formen des Erfahrungsaustausches der Energieeffizienz-Netzwerke, von Ökoprofit-, und ECOfit-Projekten sowie des geplanten KMU-Modells übertragen und dort schnell verbreitet werden.

Abwärmenutzung im Betrieb bei Nachbarbetrieben⁵⁰, zur Einspeisung in das Fernwärmenetz und zur Nutzung von ORC-Anlagen

Die Erstellung einer Studie bezüglich der Abwärme-Potenziale von Karlsruher (eher energieintensiven) Industriebetrieben mit Temperatur- und Aufkommensdynamik wird als erster Schritt empfohlen, um die interne Abwärmenutzung und die Potenziale von Nahwärmenetzen in Karlsruher

⁴⁹ BNN, 2011; Köwener, Jochem und Mielicke, 2011

⁵⁰ vgl. Stadt Karlsruhe 2009 (M 19), 2010b

Industrie

Industriegebieten bzw. Einspeisemöglichkeiten in das Fernwärmenetz zu ermitteln. Hierbei sollte zugleich auch die Frage von Potenzialen der Kälteerzeugung durch Ab- bzw. Fernwärme-Nutzung behandelt werden (vgl. Maßnahme 19 aus dem Klimaschutzkonzept 2009). Möglichkeiten der Abwärmenutzung sind nicht nur die Warmwasser – oder Heißwassererzeugung, sondern bei höheren Abwärmertemperaturen und –mengen auch die Nutzung zur Stromerzeugung in ORC-Anlagen oder Sterlingmaschinen.

Ob diese verschiedenen Optionen bei heutigen Energiepreisen als rentabel angesehen werden können und welche Risiken von den Investoren nicht getragen werden, muss man im Einzelfall entscheiden. Auf alle Fälle wird es notwendig sein, ein Versicherungskonzept zur Risiko-Absicherung zu entwickeln. Hierzu besteht ein Interesse eines großen Versicherungsunternehmens.

Es sei abschließend erwähnt, dass auch weitere Maßnahmen der Karlsruher Industrie ergriffen werden können, die nicht der Initiative der Stadt Karlsruhe bedürfen, die aber durch Ermutigung seitens der Stadt und der IHK vielleicht noch eher Aufnahmebereitschaft in der Karlsruher Industrie finden könnten. Als Beispiel sei hier der Einbezug von Lieferanten in die Umweltzertifizierung bzw. Lebenszyklusanalysen seitens Karlsruher Unternehmen und öffentlicher Einrichtungen (Initiative „Effiziente Bauteile“) genannt. Diese Maßnahme zielt in erster Linie auf mittlere und große Unternehmen sowie deren Lieferanten in Karlsruhe ab. Unterstützend könnten in diesem Maßnahmenbündel die IHK, spezialisierte Berater und Forschungsinstitute tätig werden.

Die Maßnahme wird mittelfristig als wichtig, auf lange Sicht sogar als sehr wichtig eingestuft. Langfristig wird das CO₂-Minderungspotenzial durch den Einbezug der Lieferanten in die Effizienzanalysen und -bemühungen als hoch eingeschätzt (schnellere Realisierung rentabler Potentiale). Zudem werden Effizienzsteigerungen und Umweltverträglichkeit in der Lieferkette gefördert und Multiplikatoreffekte bei den energieeffizienten Lieferanten erwartet.

Erforderliche Handlungsschritte für die Umsetzung der Maßnahme beinhalten: Information der Mitglieder von IHK bzw. HK sowie der Netzwerkträger und des KMU-Modells durch Informationsbroschüren, Newsletter, Publikationen, etc.; Herausheben von Best-Practice Beispielen, etc. (siehe Maßnahme jährliches Symposium). Die Strategie sollte sein, den Dialog mit Geschäftsführern, Einkäufern und Zulieferern, und Auftragnehmern zu fördern sowie Einkaufsempfehlungen (Zusammenstellung der empfehlenswerten Labels, etc.) und Hinweise für die Ermittlung von CO₂-Fußabdrücken von Produkten zu entwickeln. Zusätzlich sollten die größeren Unternehmen angeregt werden, sich nach verschiedenen Normen (EMAS; DIN 16.001; LEEN) zertifizieren zu lassen.

Tab. 4-28: Maßnahmen für den Karlsruher Industriesektor

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure	Zeitraum
Informations- und Fortbildungsaktivitäten zum Themenkomplex Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ausbaufähig nach Inhalten und Tiefe 	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiemanager, Karlsruher Unternehmen, Planungsingenieure, Berater, Installations- und Wartungsfirmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IHK, VDI, KEA, KEK, Ingenieurbüros, FH 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2011-2020
weitere Energieeffizienz-Netzwerke und Ökoprotit- und ECOfit Projekte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existenz eine EE-Netzwerks in KA, ausbaufähig ▪ ECOfit Förderprogramm 	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KMU und Großunternehmen (auch im GHD-Sektor) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IHK, EVUs, SWK, KEK, Ingenieurbüros, Berater, EE-Kontraktoren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1. Phase: 2012-2020
Initiative für ausgewählte technische Kampagnen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Druckluft effizient, Ausbau Abwärmenutzung ▪ Einsatz hocheffizienter Transformatoren noch selten ▪ EMS bisher nur geringer Einsatz 	1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KMU und Großunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technologieanbieter, SWK, dena, vorbereitet von Fhg-ISI oder IREES 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2012-2020
Abwärmenutzung für Nachbarbetriebe, Fernwärmeeinspeisung und betriebsinterne Stromerzeugung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zunächst Analyse der Abwärmepotentiale der als geeignet angesehenen Betriebe (auch Kältebedarf abfragen) ▪ Versicherungskonzept erarbeiten ▪ Konkrete Projekte 	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energie-intensive Betriebe als Quelle und Betriebe mit NT-Wärmebedarf oder Kältebedarf als Senke 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forschung, Beratende Ing. Technologiehersteller, Versicherer, Betriebe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2012 -2020

Quelle: IREES, eigene Darstellung

Tab. 4-28: Maßnahmen für den Karlsruher Industrie-Sektor

Minderungspotenzial	Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
▪ hoch	▪ Kosten für Personal, Referenten, Reisen und Räume	▪ Einfach zu realisieren, aber zunächst geringe Resonanz bei den Zielgruppen zu erwarten (vgl. Hemmnisse)	
▪ mehr als 2%/a pro Unternehmen	▪ 3.500 € bis ca. 8.000 € pro Unternehmen im Jahr	▪ EE-Netzwerke: einfach Akquise von Unternehmen: aufwändiger KMU-Modell/Branchennetzwerke: aufwändiger	▪ M 75
▪ abhängig von Unternehmen; effiziente Transformatoren 0,5% d. Strombezugs	▪ abhängig von Maßnahme	▪ je nach Umfang der Maßnahme sowie nach Unternehmenstyp und -größe reicht die technische Realisierbarkeit von relativ einfach bis zu äußerst aufwändig	▪ flankierend M 77
▪ mittel, schwer abschätzbar zum jetzigen Zeitpunkt	▪ für die Stadt gering, für die betroffenen Betriebe und eventuell die SWK hohe Investitionen	▪ technisch erprobt in den meisten Fällen, allerdings häufig nicht realisiert wegen Risiken der unabsehbaren Risiken bei Produktionsänderungen einer der beiden Partner.	

Quelle: IREES, eigene Darstellung

4.3.4. Leitprojekte

Die im Folgenden genannten Leitprojekte wurden in einem Workshop im Juli 2011 angerissen und zum Teil anschließend mit einigen Akteuren vertieft. Sie sind in einem unterschiedlichen Grad der Konkretisierung und Projektreife. Ein Leitprojekt, die Einführung des KMU-Modells aus der Schweizer Industrie⁵¹ nach Deutschland (und auch nach Karlsruhe) durch die in Karlsruhe ansässige Stiftung für Ressourceneffizienz und Klimaschutz, wurde bereits als sektorübergreifendes Leitprojekt im GHD-Abschnitt, Kapitel 5.2.2.4) erläutert.

Leitprojekt: Absorptionskälte mittels Fernwärme und thermischer Solarenergie

Eine neue willkommene Technik zum Ausgleich des geringen Fernwärmebedarfs im Sommerhalbjahr ist die Erzeugung von Kälte durch eine Absorptionstechnik, die ihrerseits Wärme von einem Temperaturniveau benötigt, die über das Fernwärmenetz geliefert werden kann. Dies führt bei vielfacher Anwendung in Gebäuden und Wirtschaft zu geringen Kapitalkosten je gelieferter Wärmeeinheit und ermöglicht eine weitere verbesserte Nutzung der Abwärme aus der Karlsruher Raffinerie auch im Sommer. Die Autoren empfehlen daher, eine Absorptionsanlage als ein Leitprojekt in einem größeren Gebäude (des Landes, der Stadt oder eines privaten Unternehmens) oder in einem Unternehmen mit großem Kältebedarf zu realisieren.

In Bereichen, in denen keine Fernwärme verfügbar ist, könnte Absorptionskälte auch mittels thermischer Solarenergie erzeugt werden.

Leitprojekt: Null-CO₂-Fabrikationsgebäude

Ein großes Karlsruher Unternehmen der Konsumgüterindustrie könnte das erste Beispiel eines Großunternehmens im Karlsruher Raum sein, das diesen neuen Standard durch effiziente Bauweise, Abwärmenutzung und Biomassenutzung für die Wärmeerzeugung überzeugend realisiert. Bestärkung dieser Investitionsidee seitens der Stadt Karlsruhe wären für das Projekt sicherlich förderlich, vielleicht auch eine Förderung oder wissenschaftliche Begleitung des Projektes, auch um später über die gemessenen Erfolge von dritter Seite berichten zu können.

Derzeit ist in Deutschland ein Trend bei den Konsumgüter-nahen Unternehmen zu erkennen, dass sie aus Gründen der gesellschaftlichen Verantwortung und der Imagebildung bei ihren Kunden derartige Produktionsgebäude errichten, langfristig auch eine Rentabilität wegen steigender Energiepreise erwarten (Beispiele gibt es in Kassel, SMA, Crailsheim, Procter & Gamble oder Freudenberg, Aarburg).

Nach der erfolgreichen Einspeisung der Abwärme von der Raffinerie MiRO in das Karlsruher Fernwärmenetz der SWK (bisher 40 MW) könnte eine zweite Ausbaustufe mit weiteren 40 MW ein Beispiel sein, wie Stadtwerke durch Aufnahme industrieller Abwärme die CO₂-Emissionen ihrer Fernwärme deutlich reduzieren können.

Leitprojekt: Zweite Ausbaustufe Abwärmenutzung aus der Karlsruher Raffinerie

Weiterhin gibt es eine Reihe von Leitprojekt-Ideen für die Karlsruher Industrie, die aber noch weiter recherchiert und geplant werden müssen. Hierbei handelt es sich um

⁵¹ Siehe www.enaw-kmu.ch

Leitprojekt: Planung und Errichtung eines energieeffizienten - und klimagerechten Gewerbegebietes

Eines der neu auszuweisenden Gewerbegebiete soll als energieeffizientes und klimagerechtes Gewerbegebiet geplant und errichtet werden. Dies könnte auch ein

Projekt des o. g. Energieeffizienz-Clusters sein. Für diese industriellen Neubaugebiete – aber auch bei der Restrukturierung von bestehenden Industriegebieten – können auch bestehende Optionen der Nutzung erneuerbarer Energien konsequent berücksichtigt werden, insbesondere bei Investitionen in neue Fabrikationshallen und deren Energieversorgung. Das Null-CO₂-Fabrikationsgebäude ist ein möglicher Bestandteil des energieeffizienten Gewerbegebietes, ebenso Abwärmenutzung in benachbarten Betrieben, Mobilitätsmanagement und Logistikkonzepte für die Unternehmen.

Als **weiterführende Idee** oder auch im Rahmen des energieeffizienten Gewerbegebietes könnten **saisonale Wärmespeicher** bei Unternehmen mit hoher Abwärme oder solarthermischen Anlagen errichtet werden. Mit saisonalen Wärmespeichern bestehen Erfahrungen aus Wohn-Neubaugebieten in Hamburg, Friedrichshafen oder Neckarsulm, wo derartige Konzepte mit gutem Erfolg schon Ende der 1990er Jahre umgesetzt wurden. Das Ziel ist das Auffangen von Lastwechseln und insbesondere die Senkung des Bedarfs an fossilen Energieträgern im Winterhalbjahr durch die saisonalen Speicher, die im Sommer durch solarthermische Wärme und Abwärme gefüllt wurden.

4.4. Mobilität

Karlsruhe verfügt bereits heute über einen leistungsfähigen ÖPNV: auf sieben Tram- und zehn Stadtbahnlinien absolvieren allein die Verkehrsbetriebe Karlsruhe (VBK) jährlich etwa neun Mio. Wagenkilometer. Mit dem Karlsruher Modell – der Verknüpfung von Tram und S-Bahn – hat Karlsruhe bereits in den 1990-er Jahren Neuland beschritten und ein attraktives Angebot geschaffen. Zusätzlich zum schienengebundenen Verkehr leisten die VBK auf derzeit 28 Omnibuslinien jährlich 4,1 Mio. Wagenkilometer. Das hochwertige Angebot spiegelt sich im Erfolg wieder: Die Fahrgastzahlen entwickeln sich in den vergangenen Jahren kontinuierlich positiv, allein die VBK erzielten in 2010 etwa 111 Mio. Fahrgäste. Karlsruhe engagiert sich für den weiteren Ausbau des Schienennetzes: mit dem Bau der Kombilösung wird der ÖPNV künftig noch leistungsfähiger.

Darüber hinaus wirkt die Stadtplanung mit weiteren Instrumenten auf eine Verkehrsentwicklung hin, die zur Verbesserung von Lebensqualität und Gesundheit beiträgt und den Anforderung an Nachhaltigkeit entspricht - etwa durch Stadtteilradrouten, Neubau von Radabstellanlagen, dem Verkehrsleitsystem oder der Umweltzone.

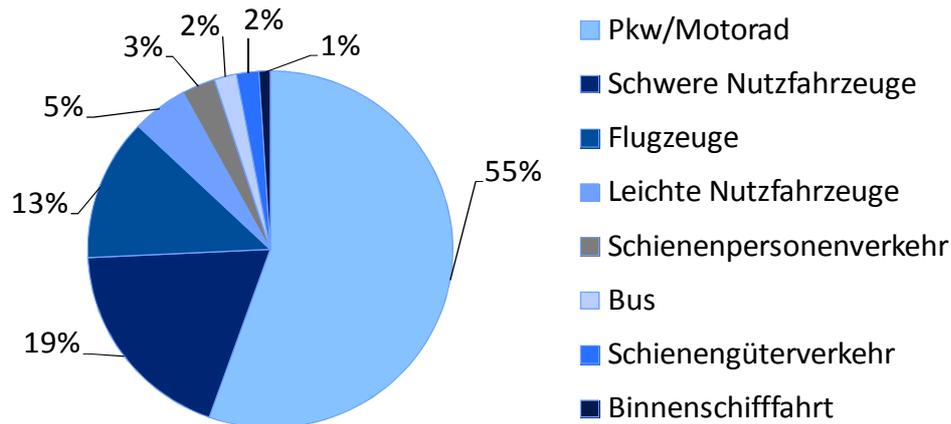
Karlsruhe ist wichtiger Knotenpunkt für Güterverkehre in Nord-Ost- und Süd-West-Richtung, zudem selbst Quelle und Ziel von Güterverkehren. Hierfür bieten die Autobahnanbindung (A5, A8), das intermodale Güterumschlagsterminal Schiene/Straße (DUSS) sowie Rheinhäfen gute Bedingungen.

Mit aktuell etwa 20 % hat der Verkehrssektor jedoch einen erheblichen Anteil an den CO₂-Emissionen⁵². Diese verteilen sich zu rund 74 % auf den Personenverkehr, während der verbleibende Rest von ca. 26 % dem Güterverkehr zuzurechnen ist.

Betrachtet man die einzelnen Verkehrsmittel, so wird deutlich, dass einerseits der motorisierte Individualverkehr und andererseits der Straßengüterverkehr die wesentlichen Quellen verkehrlicher Emissionen sind (vgl. Abb. 4-18).

⁵² Stadt Karlsruhe 2010b

Abb. 4-18: Quellen verkehrlicher Emissionen in Deutschland

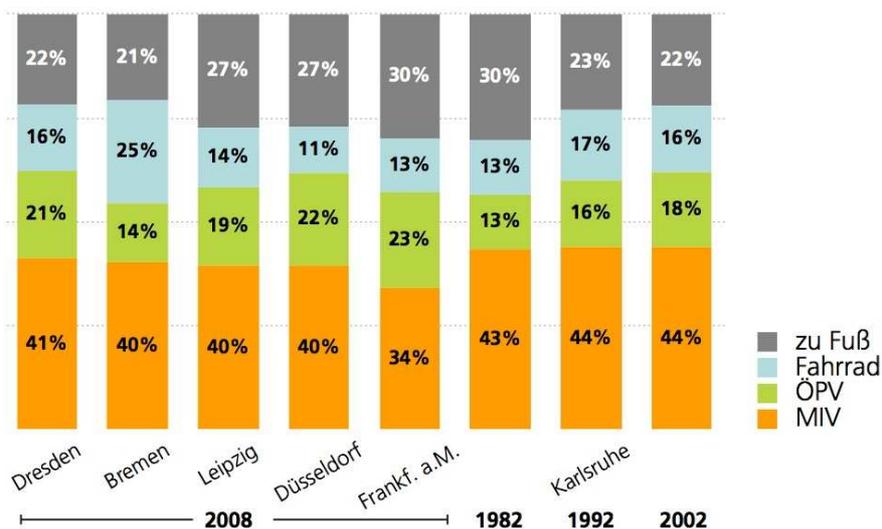


Quelle: auf Basis von Infas/DLR/BMVBS (2009)

Die aktuellen Emissionen des Verkehrssektors (rund 2,1 t pro Einwohner jährlich) entsprechen der Summe der Emissionen für alle Sektoren, die Karlsruhe für das Jahr 2050 anstrebt. Unter der Maßgabe, dass der Anteil des Verkehrs an den Gesamtemissionen auch in Zukunft bei etwa einem Fünftel liegt, müssen die Pro-Kopf-Emissionen auf ca. 0,4 t, d.h. um 80 % reduziert werden.

Karlsruhe weist – zumindest zum Stand 1992 und 2002 – einen etwas höheren Verkehrsmittelanteil (Modal-Split) des motorisierten Individualverkehrs als andere deutsche Städte gleicher Größenordnung (vgl. nachfolgende Abbildung zum Modal-Split) auf. Dementsprechend sind die Verkehrsmittel des Umweltverbundes (Fuß- und Radverkehr, ÖV) unterrepräsentiert und ausbaubar. In zahlreichen deutschen Städten ist ein rückläufiger Trend beim Anteil des motorisierten Verkehrs erkennbar.⁵³ Inwieweit die Stadt Karlsruhe diese Veränderungen ebenfalls vollzieht, wird in der derzeit laufenden Mobilitätsstudie untersucht - die Ergebnisse stehen jedoch noch aus.

Abb. 4-19: Modal-Split nach Wegen – Karlsruhe im Vergleich



Quelle: Probst & Consorten 2011 auf Basis von Infas/DLR/BMVBS 2009 sowie UBA 2008/2009

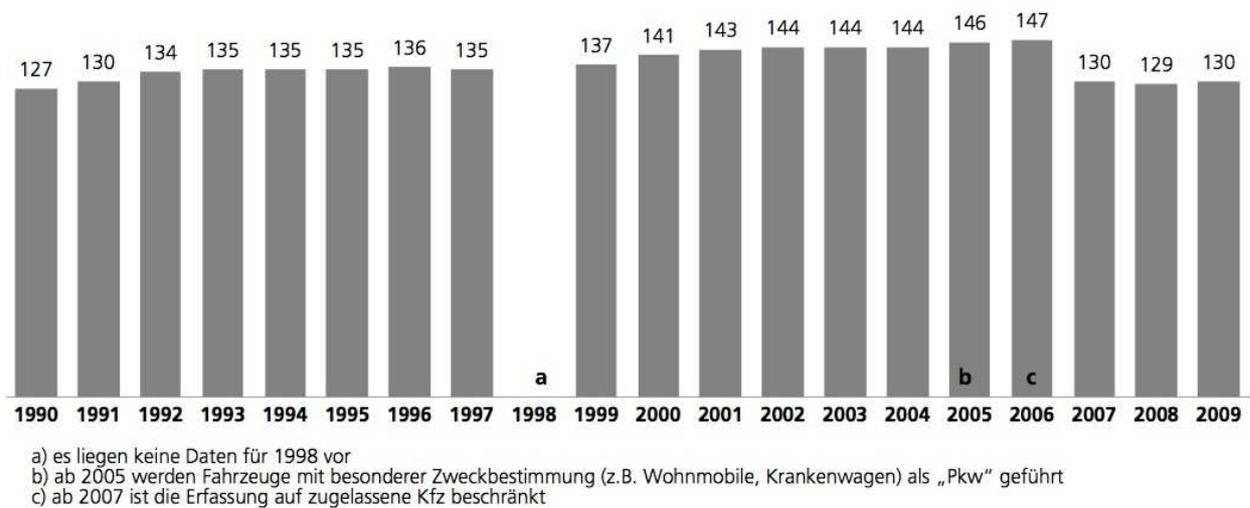
Aktuelle Studien und Prognosen, sowohl auf Bundesebene⁵³, als auch die bereits vorliegenden, vorläufigen Modellierungsergebnisse zum Karlsruher Verkehrsentwicklungsplan (VEP) 2025 belegen, dass im motorisierten Individualverkehr eine Sättigung erreicht ist, d.h. es sind keine erheblichen Zunahmen der Fahrleistungen absehbar⁵⁴. Dieser Trend wird durch den offenbar stagnierenden Kfz-

⁵³ vgl. infas/DLR/BMVBS Mobilität in Deutschland 2008

⁵⁴ Habermehl & Follmann und VBK 2011

Bestand bestätigt (vgl. nachfolgende Abbildung).

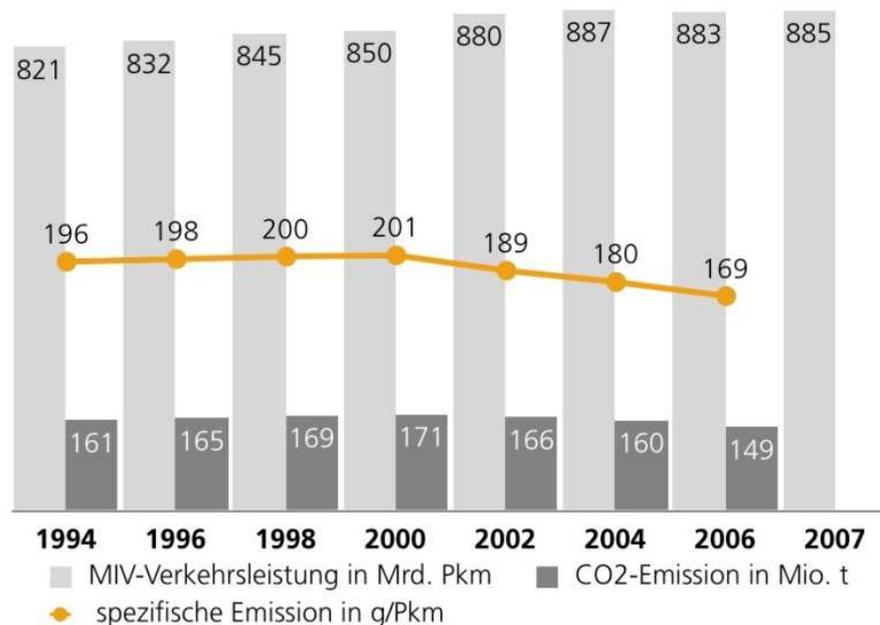
Abb. 4-20: Entwicklung des Karlsruher-Pkw-Bestandes (in Tsd.)



Quelle: auf Basis von Stadt Karlsruhe (2011)

Abb. 4-21 verdeutlicht, dass die Stagnation der Fahrleistung in Kombination mit einer leichten, aber stetigen Verminderung der fahrzeugbezogenen Emissionsintensität der Fahrzeuge bereits zu einem spürbaren Emissionsrückgang führt.

Abb. 4-21: Entwicklung der Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs und der CO₂-Emissionen in Deutschland



Quelle: auf Basis von Infas/DLR/BMVBS 2009 sowie UBA 2008/2009

Dieser positive Trend ist im Güterverkehr jedoch nicht erkennbar. Insbesondere für grenzüberschreitenden Verkehr wird langfristig eine erhebliche Zunahme prognostiziert (vgl. Tab. 4-29). Die nationale Langfristprognose für den Güterverkehr zeigt, dass fahrzeugbezogene Effizienzgewinne durch eine Zunahme der Verkehrsmengen aufgezehrt werden⁵⁵.

⁵⁵ Ifeu 2010

Tab. 4-29: Prognostizierte Güterverkehrsentwicklung in Mrd. Tonnen-Kilometer.

	2005	2030	2050	Differenz 2005 - 2050
Gesamtverkehr	581	982	1.218	+110 %
Binnenverkehr	298	439	487	+63 %
Durchgangsverkehr	83	196	260	+213 %
Straßengüterverkehr	404	707	873	+116 %

Quelle: Protrans 2007.

Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass erst ab 2025 die Kohlendioxidemissionen aus dem Verkehr insgesamt abnehmen. Diese werden durch fahrzeugseitige Effizienzgewinne (vgl. Tab. 4-30) und Stagnation bzw. leichte Rückgänge im Personenverkehr verursacht.

Tab. 4-30: Entwicklung der spezifischen Emissionen im Referenzszenario.

Bezug	2008	2020	2035	2050
Pkw	177	140	94	48
Bus	945	742	548	405
L NFZ	270	248	202	156
S NFZ	845	777	632	489

L/S NFZ: leichte/schwere Nutzfahrzeuge

Quelle: auf Basis von Ifeu 2010, Abgleich mit Habermehl & Follmann und VBK 2011

Konkret bestehen im Verkehr vier Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Emissionsreduktion: Fahrtenhäufigkeit, Fahrtlänge, Besetzung/Auslastung (diese Aspekte zusammengenommen ergeben die Fahrleistung) sowie die fahrzeugspezifische Emissionsintensität.

Für die Realisierung der Karlsruher Klimaziele ist ein Paradigmenwechsel im Mobilitätsverhalten hin zu effizienteren Verkehrsmitteln des Umweltverbundes, kürzeren Wegelängen und weniger motorisierten Fahrten nötig.

Auch für den **Güterverkehr** lassen sich klare Anforderungen ableiten: kürzere Transportweiten (z.B. durch regionale Beschaffung), verbesserte Auslastung (durch Sendungsbündelung) sowie emissionsärmere Antriebe (etwa durch kürzere Re-Investitionszyklen).

4.4.1.CO₂-Minderungspotentiale

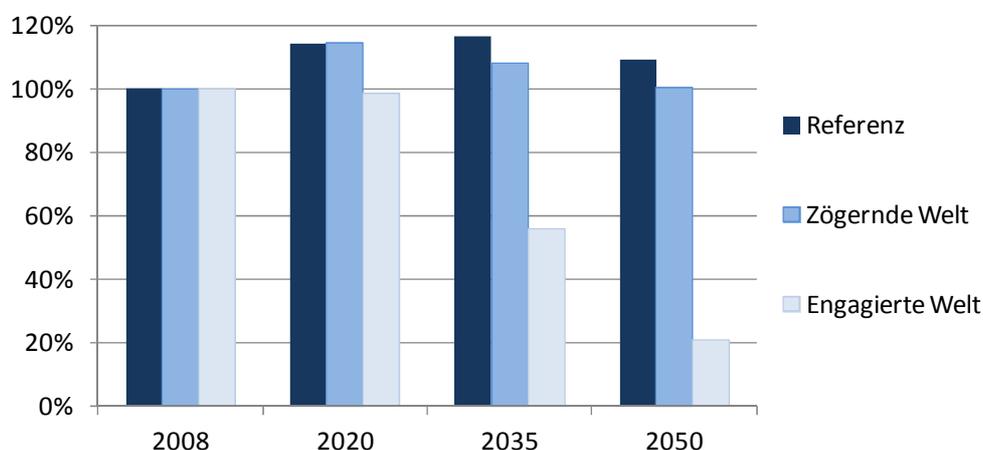
Die Emissionsminderungspotenziale sind im Wesentlichen durch die Wirkung der Maßnahmen determiniert. Die drei Szenarien unterscheiden sich zum einen durch die Auswahl der einzelnen Maßnahmen, zum anderen auch über das Jahr der Maßnahmenumsetzung ab dem sich die Wirkung entfaltet. Zwischen den Szenarien wird bewusst keine unterschiedliche Intensität bei der Maßnahmenumsetzung unterstellt. Vielmehr ist Ausgangspunkt, dass in allen Szenarien die jeweils umgesetzten Maßnahmen mit gleicher Konsequenz realisiert werden. Die Zielwerte der Maßnahmenwirkung sind daher bei allen Szenarien identisch, der absolute Minderungsbeitrag jedoch aufgrund unterschiedlicher Startjahre verschieden. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Entwicklung der Emissionen im Verkehrsbereich in den drei aufgestellten Szenarien.

Tab. 4-31: Jährliche CO₂-Emissionen des Karlsruher Verkehrs in Tonnen pro Einwohner.

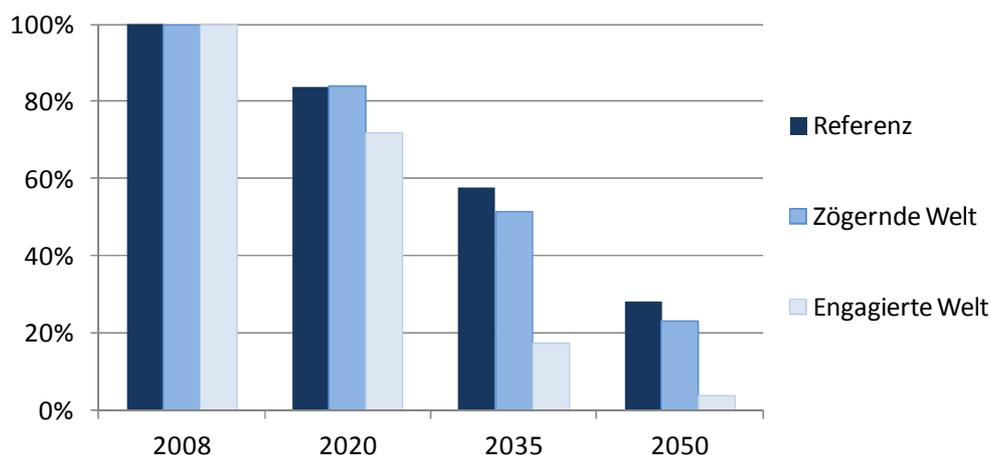
		2008		2020		2035		2050	
Referenz-szenario	Güterverkehr	0,58	100%	0,66	115%	0,71	124%	0,74	128%
	Personenverkehr	1,52	100%	1,27	84%	0,92	60%	0,5	33%
	Gesamt	2,1	100%	1,94	92%	1,63	78%	1,24	59%
Zögernde Welt	Güterverkehr	0,58	100%	0,66	115%	0,66	115%	0,68	117%
	Personenverkehr	1,52	100%	1,27	84%	0,82	54%	0,41	27%
	Gesamt	2,1	100%	1,94	92%	1,48	71%	1,08	52%
Engagierte Welt	Güterverkehr	0,58	100%	0,57	99%	0,34	58%	0,14	25%
	Personenverkehr	1,52	100%	1,09	72%	0,28	18%	0,07	4%
	Gesamt	2,1	100%	1,67	79%	0,62	29%	0,21	10%

Quelle: Modellrechnungen Probst & Consorten Marketing-Beratung.

Abb. 4-22: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Güterverkehrs in Karlsruhe



4-23: Entwicklung der CO₂-Emissionen des Personenverkehrs in Karlsruhe



Die Ergebnisse der Modellierung zeigen, dass im **Personenverkehr** mithilfe der ausgearbeiteten Maßnahmen in der *engagierten Welt* die Klimaziele für 2050 erreicht werden können. Ein großer Teil der Fahrten kann in effizienteren Verkehrsmitteln (Bus, Tram, S-Bahn) gebündelt, kurze Strecken können auf Fahrrad und Fußverkehr verlagert werden. Durch individuelle Entscheidungen, etwa in den Bereichen Konsum, Wohnort und Freizeitziele können zusätzlich Wege verkürzt oder vermieden werden. Im *Referenzszenario* und im *Szenario zögernde Welt* sinken die Emissionen zwar ebenfalls (2050: im *Referenzszenario* auf 33 %, *zögernde Welt* 27 %), erreichen aber nicht das notwendige Niveau von 20 % im Vergleich zu 2008.

Im **Güterverkehr** bedarf es deutlich größerer Anstrengungen, um die Zielstellung zu erreichen. Mit dem Maßnahmenpaket der *engagierten Welt* ist dies möglich (siehe Anhang). Zudem könnte ein Teil der im Güterverkehr erforderlichen Emissionsminderung vom Personenverkehr getragen werden, da der Personenverkehr die größeren Reduktionspotenziale birgt.

4.4.2. Hemmnisse und fördernde Faktoren

Grundsätzlich sind die Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Maßnahmen und Erreichung der Klimaschutzziele aktuell als gut einzuschätzen. An dieser Stelle seien nur stichwortartig erwähnt:

- wachsendes Bewusstsein in der Bevölkerung für Belange des Umwelt- und Klimaschutzes, für Ressourcenknappheit und –effizienz,
- abnehmende Bedeutung von Pkw-Besitz⁵⁶
- zunehmendes Interesse an innerstädtischem Wohnen⁵⁷
- technologische Entwicklungen emissionsärmerer Antriebe: zunehmende Elektrifizierung der Antriebe, Hybridantrieb, Verwendung von Gas statt Diesel als Kraftstoff.
- steigende Energiekosten sind wahrscheinlich.

Es bestehen jedoch Hemmnisse, die die Maßnahmenumsetzung erschweren. Mobilität und Konsum sind maßgeblich durch Gewohnheiten geprägt. Die Überwindung dieser Gewohnheiten ist nur mittel- bis langfristig möglich.

Maßnahmenumsetzung erfordert Engagement aller Akteure. Dies beinhaltet sowohl personelle als auch finanzielle Unterstützung. Insbesondere vor dem Hintergrund beschränkter kommunaler Ressourcen stellt sich die Frage, wie Endnutzer stärker an der Finanzierung beteiligt werden können und dafür die Akzeptanz geschaffen werden kann.

Schließlich sei jedoch auch betont, dass in den vergangenen Jahren fahrzeugseitige Effizienzgewinne im Personenverkehr durch steigende Ansprüche etwa an Komfort (Klimatisierung) und Sicherheit (Sicherheitssysteme) zunichte gemacht wurden. Insbesondere durch die Klimatisierung von Fahrzeugen des öffentlichen und des Individualverkehrs stieg der Energiebedarf spürbar an. Dieser Trend ist jedoch weitgehend abgeschlossen und weitere Ausstattungsmerkmale mit ähnlich hohem Energiebedarf scheinen aktuell nicht in der Diskussion zu sein.

4.4.3. Maßnahmen

Im Projekt wurden acht Maßnahmen für den Güterverkehr und sieben Maßnahmen für den Personenverkehr herausgearbeitet. Zwei weitere Maßnahmen wirken simultan sowohl auf Güterverkehr als auch auf den Personenverkehr. Die einzelnen Schritte der Maßnahmenidentifizierung sind im Anhang erläutert.

Das erarbeitete und modellierte Maßnahmenpektrum umfasst dabei sowohl nicht-restriktive Maßnahme, also Maßnahmen die auf eine freiwilligen Verhaltensänderung abzielen – beispielsweise aus den Bereichen Information/Kommunikation, Motivation – als auch restriktive/ordnungsrechtliche Maßnahmen, die spürbare Einschränkungen im Bereich der Verkehrsinfrastruktur darstellen.

Bezüglich des Umsetzungsaufwandes unterscheiden sich die vorgeschlagenen Maßnahmen erheblich. Die Bandbreite reicht von Maßnahmen, die bereits mit kleinem Budget und geringen Vorlaufzeiten umsetzbar sind – beispielsweise Kommunikations- bzw. Motivationsansätze - bis zu Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur mit entsprechend langen Planungsauern und hohen Kosten. Bei den besonders drastischen Maßnahmen (Absenkung Geschwindigkeit, City-Maut, Güter-

⁵⁶ Infas 2009

⁵⁷ BMVBS 2011

konsolidierungszentren und elektrischer Güterverkehr) wurde davon ausgegangen, dass über ihre Umsetzung erst im Rahmen der Erarbeitung eines künftigen Verkehrsentwicklungsplans für die Zeit nach 2025 beschlossen wird.

Maßnahmen für den Personenverkehr:

Verstärkte Anreize zur Nutzung des Umweltverbundes: Karlsruhe verfügt infrastrukturell über hervorragende Bedingungen beim Umweltverbund. Dennoch, der Anteil der Nutzer ist ausbaufähig.

Diese Maßnahme zielt auf eine Nutzungsintensivierung durch "weiche Maßnahmen" ab. Das Spektrum der möglichen Ansätze ist sehr breit und umfasst insbesondere

- Zielgruppenmarketing (Schüler, junge Erwachsene, Senioren),
- Jobticketvermarktung sowie
- betriebliches und kommunales Mobilitätsmanagement.

Zielgruppe dieses Maßnahmenbündels sind alle Einwohner, insbesondere aber Berufspendler, die neben Fahrten zur Arbeit auch zur Nutzung des Umweltverbundes in der Freizeit motiviert werden. Das Emissionsminderungspotenzial wird als hoch eingeschätzt. Zur Umsetzung bestehen keine besonderen Anforderungen. Ein positiver Nebeneffekt kann darin bestehen, dass sich die Erlössituation von Verkehrsunternehmen /-verbund weiter verbessert. Zu beachten ist, dass Maßnahmen, die auf Gewohnheitsänderung abzielen, erst mittel- bis langfristig ihre Wirkung entfalten.

Verbesserung der Erstnutzertauglichkeit des ÖPNV: Durch Verbesserung der Erstnutzertauglichkeit können zusätzliche Nutzer gewonnen werden. Wesentliche Ansatzpunkte sind die Vereinfachung der Benutzeroberfläche oder die Verbesserung des Images durch Kommunikationsmaßnahmen. Zielgruppe sind bisherige Nichtnutzer des Umweltverbundes. Diese Maßnahme wird als Leitprojekt empfohlen (siehe nachfolgende Detailbeschreibung).

Beschleunigung Umweltverbund: Karlsruhe unterstützt bereits den ÖV, z. B. durch umfangreiche straßenbauliche Maßnahmen. Durch konsequente Vorrangschaltung nicht nur für den ÖV, sondern auch für den Rad- und Fußverkehr an Lichtsignalanlagen (Verkehrsampeln), kann die Geschwindigkeit des Umweltverbundes gesteigert und damit dessen Attraktivität - im Vergleich zum motorisierten Individualverkehr - verbessert werden. Die erfolgreiche Maßnahmenumsetzung sollte kommuniziert werden, da diese graduellen Verbesserungen sonst kaum bewusst wahrgenommen werden.

Innerstädtischer Lieferdienst für Einkäufe: Viele Fahrten werden alleine deswegen mit dem Pkw unternommen, weil schwere, unhandliche Einkäufe nach Hause transportiert werden sollen. Ein möglicher Ansatz besteht darin, einen Lieferservice für den Transport der Einkäufe zu etablieren. Die Einkäufe verschiedener Kunden werden an der Kasse der teilnehmenden Geschäfte konsolidiert und nach Geschäftsschluss zum Endkunden ausgeliefert.

Dieser Dienst schafft in erster Linie einen Opportunitätsnutzen: Der Kunde kann sich darauf verlassen, dass er seine Einkäufe bequem nach Hause bekommen könnte und deshalb nicht vom eigenen Pkw abhängig ist.

Zielgruppe sind alle Karlsruher Einzelhandelskunden. Insbesondere vor dem Hintergrund des demographischen Wandels erscheint ein selbsttragendes Geschäftsmodell möglich. Vorbild für eine erfolgreiche Etablierung eines derartigen Systems am Markt ist die Stadt Innsbruck.

e-Ticket im ÖV: Im Zuge des Übergangs vom Papierfahrtschein zum e-Ticket (elektronisches Fahrgeldmanagement) wird erwartet, dass die ÖPNV-Benutzung für den Fahrgast sich vereinfacht. Je nach Ausbaustufe müssen Fahrgäste nicht mehr den richtigen Tarif herausuchen und dafür eine geeignete Menge Kleingeld mitführen, sondern der richtige Tarif wird automatisch vom System ermittelt und berechnet und vom Kartenguthaben oder hinterlegten Konto abgebucht. Erfolgreiche Beispiele für die Einführung eines e-Tickets im Nahverkehr sind London oder Hongkong. In Deutschland sind einige Systeme bereits etabliert (etwa Augsburg und Hanau), zahlreiche weitere Systeme befinden sich im Aufbau (z. B. RMV-Rhein-Main-Verkehrsverbund, Hamburg und Münster). Prüfwert ist die Erweiterung zur Mobilitätskarte für alle Verkehrsträger (auch Carsharing, Mietwagen, Mieträder) sowie für den Fernverkehr. Potenzielle Nutzer sind alle Einwohner von Karlsruhe sowie Pendler und Touristen.

Modernisierung der Fahrzeugflotte des ÖV, insbesondere Busse: Die im ÖV eingesetzten Fahrzeuge verfügen typischerweise über eine lange Nutzungsdauer und lange Abschreibungszeiträume. Andererseits entwickelt sich die Antriebs- und Abgasreinigungstechnik derzeit rasant. Dieser Zusammenhang führt dazu, dass immer nur ein geringer Anteil an Fahrzeugen dem aktuellsten Stand bezogen auf Umweltfreundlichkeit entspricht. Es wird empfohlen zu prüfen, inwiefern eine konsequentere Modernisierung der Fahrzeuge der öffentlichen Verkehrsmittel forciert werden kann. Dies betrifft vorrangig den Bereich Busse. Maßgebliche Akteure sind die Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH, die Albtalverkehrsgesellschaft mbH sowie der Karlsruher Verkehrsverbund. Durch ökonomische Anreize kann der Modernisierungsprozess beschleunigt werden.

Reduzierung der Parkplätze im öffentlichen Raum: Die Verfügbarkeit von Parkplätzen ist häufig entscheidend dafür, ob der Pkw oder der Umweltverbund für Fahrten in die Innenstadt genutzt wird oder ob Innenstadtbewohner sich für den Besitz eines eigenen Pkw entscheiden. Diese Maßnahme sieht die konsequente Verringerung des Bestandes an Parkplätzen im öffentlichen Raum vor. Dadurch wird das Pkw-Parken in vorhandene Parkhäuser gelenkt und deren Auslastung verbessert. Durch Ausweisen exklusiver oberirdischer Carsharing-Stellflächen ist eine Stärkung des Carsharing möglich. Nicht mehr benötigte Stellflächen können in urbane Räume konvertiert werden. Ein positiver Nebeneffekt ist, dass Infrastruktur zum Laden von E-Fahrzeugen in Parkhäusern preisgünstiger realisiert werden kann und sich die Investitionen durch höhere Nutzungsintensität eher rentieren. Weitere positive Effekte sind die Verbesserung der Aufenthaltsqualität in der Innenstadt sowie Verbesserung der Erlössituation von städtischen Parkhäusern.

Weiterentwicklung des Schienennetzes für den öffentlichen Verkehr (ÖV): Das Netz an Stadt-, Straßen- und Regionalbahnen erschließt bereits weite Bereiche der Stadt Karlsruhe. Untersuchungen zeigen, dass (potenzielle) Fahrgäste ein vorhandenes Schienenangebot mehr als ein Busangebot schätzen ("Schienenbonus"). Durch ein dichteres Schienennetz - vor allem am Stadtrand - können weitere Fahrgäste für den Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf Tram/S-Bahn motiviert werden. Bei infrastrukturellen Maßnahmen sind jedoch lange Planungshorizonte und hohe Kosten zu beachten.

Maßnahmen sowohl für Personen- als auch Güterverkehr:

Absenkung Straßenverkehrsgeschwindigkeiten: Durch Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30km/h (innerorts) sowie auf 60 km/h für Stadtautobahnen wird die Attraktivität der Nutzung des Pkw vermindert. Diese Maßnahme zählt zu den ordnungsrechtlichen Maßnahmen und wurde bereits im Rahmen der Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans 2025 untersucht. Die Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit entfaltet für Personenverkehr und Güterverkehr uneinheitliche Wirkungen: da der Personenverkehr häufiger die zulässige Höchstgeschwindigkeit erreicht als der Güterverkehr, ist im Personenverkehr die Minderungswirkung stärker. Der Verkehr wird durch diese Maßnahme flüssiger, so dass der Güterverkehr sogar leicht zunehmen könnte. Der Geschwindigkeitsvorteil von Hauptstraßen schwindet, deshalb werden Verkehre stärker in Quartiere verlagert.

City-Maut: Einige europäische Städte (London, Oslo) haben mit der Einführung einer Innenstadt-Maut gute Erfahrungen gemacht. Die Gebührenhöhe kann - je nach verkehrspolitischen Zielstellungen - beispielsweise nach Emissionsstandard, tatsächlicher Auslastung oder Fahrzeuggröße differenziert werden. Diese Maßnahme kann sowohl für den Güterverkehr, als auch für den Personenverkehr wirken. Für den Güterverkehr schafft diese Maßnahme, je nach Gebührenhöhe, einen spürbaren Anreiz zur Bündelung von Warenströmen bzw. zur Anschaffung emissionsärmerer Fahrzeuge. Im Bereich des Personenverkehrs bewirkt diese Maßnahme vorrangig Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund. Diese Maßnahme bringt insbesondere für staubelastete Verkehrsräume hohe Entlastungswirkung und verbessert Auslastung und Geschwindigkeit des ÖV.

Maßnahmen für den Güter- bzw. (Personen-) Wirtschaftsverkehr:

Förderung Mobilitätsmanagement und regionale Wirtschaftskreisläufe: Dieses Maßnahmenbündel zielt darauf ab, Reise- und Transportweiten zu verkürzen. Einzelmaßnahmen sind beispielsweise die Förderung von Mobilitätsmanagement(-konzepten) (siehe Leitprojekte Verkehr), Promotion regionaler Wirtschaftskreisläufe, Offenlegung und Kommunikation von Carbon-Footprints bei Gütern und Dienstleistungen. Es wird empfohlen, dieses Maßnahmenbündel als Leitprojekt umzusetzen. Im

nachfolgenden findet sich eine Detaildarstellung des Ansatzes. Das Thema Mobilitätsmanagement ist in dieser Studie dem Güter- bzw. (Personen-) Wirtschaftsverkehr zugeordnet, da Hauptansprechpartner für die Umsetzung die Unternehmen selbst sind.

Logistikkonzepte für Gewerbe- / Industriestandorte: Im Zuge der Standortauswahl oder der (Um-) Gestaltung von Standorten bestehen teilweise noch Optimierungsmöglichkeiten, etwa Ein- und Ausfahrten für Lkw auf Straßen höchster Kategorie, Anbindung an den ÖPNV und Schienengüterverkehr. Logistikkonzepte beinhalten:

- eine explizite Darstellung, wie Ver- und Entsorgung, Anlieferung, Kundenverkehre und ggf. auch standortinterne Logistik umgesetzt werden,
- eine quantitative Abschätzung der entstehenden Verkehrsmengen sowie
- ggf. Empfehlungen zu Optimierungen.

Ein solches Konzept ermöglicht den Beteiligten die Bewertung der verkehrlichen Wirkungen und initiiert eine intensive Diskussion der Anforderungen und Verhältnisse vor Ort. Als Maßnahme für Karlsruhe wird vorgeschlagen für verkehrsintensive Vorhaben die Erarbeitung eines solchen Konzeptes den Projektträgern in der Baugenehmigungsphase mindestens zu empfehlen, sofern möglich einzufordern und/oder die Erarbeitung finanziell zu fördern.

Direkte Förderung CO₂-Minderung: Für die Klimawirkung ist es unerheblich, wo die CO₂-Emissionen gespart werden. CO₂-Minderung kann daher dort starten, wo sie am kosteneffizientesten erreichbar ist. Ausgangspunkt für diese Maßnahme ist die These, dass im Bereich des Güterverkehrs Minderungspotenziale bestehen, deren Erschließung unter aktuellen Kostenstrukturen aus Unternehmenssicht eigenwirtschaftlich nicht darstellbar ist. Gelingt es Unternehmen, Emissionen kostengünstiger einzusparen als dies der Stadt selbst möglich ist, so kann es vorteilhaft sein, die unternehmensseitige Maßnahmenumsetzung finanziell zu beanreizen. Voraussetzung für eine solche Maßnahme ist ein verlässlicher Evaluierungs- / Controllingansatz.

Modernisierung städtischer Fuhrpark: Die Stadt Karlsruhe besitzt bereits eine Vorreiterrolle im Fuhrparkmanagement, wodurch die städtische Fahrzeugflotte bereits erheblich reduziert werden konnte. Durch eine noch konsequentere Beschaffungspolitik mit Anforderungen, die über aktuell bestehenden Abgasnormen hinausgehen, kann die Emissionsintensität der eigenen Fahrzeuge noch etwas verbessert werden. Auch in der Kooperation mit Carsharing-Anbietern kann die Stadt Karlsruhe höchste Emissionseffizienz einfordern.

Bahnanschlüsse für Gewerbe-/ Logistikstandorte: Im Falle deutlich steigender Kraftstoffkosten wird die Bedeutung der Belieferung auf der Schiene steigen. Zahlreiche Gewerbe- und Logistikstandorte sind trotz räumlicher Nähe nicht bzw. nicht mehr an das Schienennetz angeschlossen. Es wird vorgeschlagen, in Planungsprozessen künftig stärker darauf zu achten, dass Standorte an das Bahnnetz angeschlossen sind bzw. die Möglichkeit besteht, diese bei Bedarf unverzüglich anschließen zu können.

Konsolidierungszentren am Stadtrand und Bündelung der Güterströme: Diese Maßnahme bedingt höchstes Engagement der Stadt Karlsruhe. Im Falle, dass die erforderlichen Emissionsminderungsraten mittelfristig nicht erreicht werden, ist zu prüfen, ob Güterströme, die in das Stadtgebiet gerichtet sind, am Stadtrand gebrochen und gebündelt werden können. Durch stärkere Bündelung wird die Auslastung weiter erhöht und die Anzahl an Leerfahrten verringert. Dazu sind jedoch spezielle Konsolidierungszentren erforderlich. Es ist auch denkbar, die gebündelten Güterströme durch einen "Generalunternehmer" in die Stadt zu führen.

Elektrischer Güterverkehr: Durch elektrische Antriebe können lokale Emissionen vermieden werden. Während im Personenverkehr elektrische Antriebe bereits verfügbar sind, ist dies im Bereich des Güterverkehrs - abgesehen von Kleinlieferwagen oder Spezialfahrzeugen - derzeit nicht absehbar. Hinderungsgrund dafür ist die geringe Energiedichte elektrischer Energiespeicher verglichen mit fossilen Brennstoffen. Die Maßnahme geht davon aus, dass künftig (in der Modellierung nach 2025) auch für den Güterverkehr geeignete Technologien zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, einen Großteil der Fahrten mit elektrischem Antrieb zu absolvieren.

Tab. 4-32: Maßnahmen für den Karlsruher Personenverkehr

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure
Maßnahmenbündel: Verstärkte Anreize zur Nutzung des Umweltverbundes	Erweiterung / konsequente Umsetzung bereits verankerter Maßnahmen	1	Einwohner Karlsruhes, insbesondere Berufspendler	Verkehrsunternehmen /-verbund, Stadt Karlsruhe
Maßnahmenbündel zur Verbesserung der Erstnutzertauglichkeit des ÖPNV	Erweiterung / konsequente Umsetzung bereits verankerter Maßnahmen	1	Einwohner, Pendler, Touristen, insbesondere bisherige Nichtnutzer	Verkehrsunternehmen /-verbund, Stadt Karlsruhe
Beschleunigung Umweltverbund	Erweiterung / konsequente Umsetzung bereits verankerter Maßnahmen	2	Einwohner, Pendler, insbesondere Fuß- und Radverkehrsteilnehmer, ÖV-Nutzer	Stadtplanungsamt, Verkehrsbetriebe /-verbund
Innerstädtischer Lieferdienst für Einkäufe	neu	2-3	Einwohner, insbesondere Karlsruher Einzelhandelskunden	Betreiber, z.B. Verkehrsbetriebe /-verbund
E-Ticket im ÖV	neu	2-3	Einwohner von Karlsruhe, insbesondere Touristen, Pendler	Verkehrsbetriebe /-verbund
Modernisierung ÖV-Fahrzeugflotte	Erweiterung / konsequente Umsetzung bereits verankerter Maßnahmen	3	Einwohner, Pendler, Touristen	Verkehrsbetriebe /-verbund
Reduzierung Parkplätze im öffentlichen Raum	Erweiterung / konsequente Umsetzung bereits verankerter Maßnahmen	1	Pkw-Fahrer: Personenverkehr und Personenwirtschaftsverkehr	Stadtplanungsamt
Weiterentwicklung ÖV-Schienennetz	bereits verankert	2	Einwohner, Pendler, Touristen	Verkehrsbetriebe /-verbund

Quelle: Probst & Consorten Marketing-Beratung, 2011

Tab. 4-33: Maßnahmen sowohl auf Personen- als auch auf Güterverkehr wirkend

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure
Absenkung Straßenverkehrsgeschwindigkeiten	im VEP 2025 bereits untersucht	3	Nutzer von Pkw, Lkw, Motorrädern	Stadtverwaltung
City-Maut	neue Maßnahme	1 (falls Minderungsziele durch andere Maßnahmen nicht erreicht)	alle ins Stadtgebiet einfahrende Pkw und Lkw	Stadtverwaltung

Quelle: Probst & Consorten Marketing-Beratung, 2011

Tab. 4-32: Maßnahmen für den Karlsruher Personenverkehr.

Zeitraum	Minderungspotenzial	Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
▪ kurzfristig umsetzbar	▪ hoch	▪ geringe Kosten	▪ sehr gut	▪ ähnlich M52, M53, M60
▪ kurzfristig umsetzbar	▪ hoch	▪ geringe Kosten	▪ sehr gut	▪ ähnlich M52, M53, M60
▪ kurzfristig umsetzbar	▪ mittel	▪ geringe Kosten	▪ sehr gut	▪ Nahverkehrsplan 2006
▪ kurzfristig umsetzbar	▪ mittel	▪ mglw. öff. Anschubförderung nötig	▪ sehr gut	
▪ mittelfristig	▪ mittel	▪ erhebliche Kosten für Infrastruktur und ggf. Karten	▪ zunehmende Lösungsvielfalt verfügbar	
▪ kontinuierlich, mittelfristig	▪ mittel	▪ erhebliche Kosten, ggf. Einspareffekte durch Kraftstoffeffizienzgewinne	▪ gut	▪ M54, Nahverkehrsplan 2006
▪ kontinuierlich, mittelfristig	▪ hoch	▪ zunächst Kosten für Verkehrsraumumgestaltung, langfristig Einsparungen	▪ gut	▪ Stärkung Car-sharing: M51
▪ kontinuierlich, langfristig	▪ mittel („Schiennenbonus“)	▪ erhebliche Kosten	▪ lange Planung	▪ M52, Nahverkehrsplan 2006

Quelle: Probst & Consorten Marketing-Beratung, 2011

Tab. 4-33: Maßnahmen sowohl auf Personen- als auch auf Güterverkehr wirkend

Zeitraum	Minderungspotenzial	Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
▪ spätestens ab 2025	▪ Personenverkehr: moderat; Güterverkehr: keine	▪ geringe Kosten	▪ gut	
▪ spätestens ab 2025	▪ hoch	▪ Einnahmen aus Maut und Zusatzlösungen im ÖV möglich	▪ Erfassungs- und Abrechnungsinfrastruktur erforderlich	

Quelle: Probst & Consorten Marketing-Beratung, 2011

Tab. 4-34: Maßnahmen für den Karlsruher Güter- und (Personen-) Wirtschaftsverkehr

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure
Maßnahmenbündel Förderung betriebliches Mobilitätsmanagement und regionale Wirtschaftskreisläufe	Erweiterung bereits verankerter Maßnahme	1	Unternehmen, Verkehrserzeuger (Einkaufszentren, Krankenhäuser, Universität etc.)	Stadtplanungsamt, Verkehrserzeuger
Logistikkonzepte für Gewerbe-/ Industriestandorte	neu	2	Investoren, Betreiber von Gewerbe- und Industriestandorten	Stadtplanungsamt, Verkehrserzeuger
Direkte Förderung CO₂-Minderung	neu	3	Unternehmen, Verkehrserzeuger (Einkaufszentren, Krankenhäuser, Universität etc.)	Stadtverwaltung
Modernisierung städtischer Fuhrpark	Konsequente Umsetzung bereits verankerter Maßnahme	2	Stadt Karlsruhe und städtische Unternehmen	Stadtverwaltung
Bahnanschlüsse für Gewerbe-/ Logistikstandorte	neu	2	Betreiber, Inhaber von Gewerbe- o. Logistikstandorten	Stadtplanungsamt, Betreiber
Konsolidierungszentren am Stadtrand und Bündelung Güterströme	neu	1 (falls Minderungsziele durch andere Maßnahmen nicht erreicht)	Alle Verkehre mit dem Ziel Stadtgebiet Karlsruhe	Stadtplanungsamt (ggf. als Projektsteuerer), Speditionen
elektrischer Güterverkehr	neu	1 (falls Minderungsziele durch andere Maßnahmen nicht erreicht)	gesamter Güterverkehr, außer nichtverlagerbare Spezialladungen (Übergrößen, teilweise Gefahrgüter etc.)	dto.

Quelle: Probst & Consorten Marketing-Beratung, 2011

Tab. 4-34: Maßnahmen für den Karlsruher Güter- und (Personen-) Wirtschaftsverkehr

Zeitraum	Minderungs- potenzial	Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
▪ kurzfristig umsetz- bar	▪ hoch	▪ Budget für Mobilitätskonzepte	▪ sehr gut	▪ M49: Mobilitätsmana- gement
▪ kurzfristig umsetz- bar	▪ mittel	▪ geringe Kosten	▪ sehr gut	
▪ kurzfristig umsetz- bar	▪ mittel	▪ Kosten für Verwaltung und für ökonomische. Anreize	▪ sehr gut	
▪ kontinuierlich	▪ gering	▪ Kosten durch kürzere Re- Investitionszyklen, Einsparun- gen durch verringerten Kraft- stoffbedarf	▪ gut	▪ M50
▪ kontinuierlich	▪ mittel	▪ geringe Kosten	▪ Abhängig von bereits ge- planter Flächennutzung	
▪ Entscheidung spätestens 2025, erhebliche Zeitspan- ne bis zur Umset- zung	▪ hoch	▪ selbsttragendes Geschäftsmo- dell möglich	▪ Herausforderung: Verfüg- barkeit geeigneter Flächen	
▪ Entscheidung spätestens 2025, erhebliche Zeitspan- ne bis zur Umset- zung	▪ hoch	▪ selbsttragendes Geschäftsmo- dell möglich	▪ Schwierig, da Fahrzeu- ge/Infrastruktur noch nicht vollständig verfügbar	

Quelle: Probst & Consorten Marketing-Beratung, 2011

Ergebnisse der Maßnahmenmodellierungen für den Personenverkehr

Nicht-restriktive Maßnahmen können sowohl in der *engagierten Welt* als auch in der *zögernden Welt* umgesetzt werden. Dazu zählen im Personenverkehr die Maßnahmenbündel „Verstärkte Anreize zur Nutzung des Umweltverbundes“ oder die „Verbesserung der Erstnutzertauglichkeit des ÖPNV“. Sie erzielen bereits erhebliche Emissionsminderungswirkung. Ebenfalls in der *zögernden Welt* wurde die Einführung eines E-Tickets für den ÖPNV sowie die Modernisierung der ÖV-Fahrzeugflotte modelliert. Sie sind zwar mit höheren Umsetzungskosten verbunden, wirken sich jedoch vermutlich mittelfristig positiv auf die Erlössituation der Verkehrsbetriebe aus, so dass gute Argumente für ihre Umsetzung bestehen. Insbesondere die Einführung eines E-Tickets kann für eine Verkehrsverlagerung auf den ÖPNV motivieren und führt daher zu erheblicher Emissionsminderung.

Die Maßnahme mit der höchsten Wirksamkeit stellt jedoch die Einführung einer City-Maut dar. Beispiele wie London und Oslo zeigen, dass damit einerseits in kurzer Zeit eine starke Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund bewirkt werden kann, andererseits sich deutliche Verbesserungen hinsichtlich des Verkehrsflusses (mittlere Geschwindigkeiten, Reduktion Parksuchverkehr) einstellen. Die Wirkung dieser Maßnahme ist über die Höhe der Gebühren differenziert einstellbar, zudem kann die Emissionsintensität der Fahrzeuge bei der Gebührenfestsetzung berücksichtigt werden. Der Zielwert des Verkehrsträgeranteils des ÖPNV (Modal-Split) durch diese Maßnahme liegt mit 21 % nur 3 % über dem Stand von 2002⁵⁸ und in der Größenordnung anderer deutscher Großstädte - etwa Magdeburg oder Dresden (beide 21 %)⁵⁹. Der Zielwert liegt jedoch noch deutlich unter dem bereits erreichten ÖV-Modal-Split in Berlin (27 %) oder Frankfurt a.M. (23 %). Vor dem Hintergrund des aktuellen und absehbaren Standes der Infrastruktur in Karlsruhe erscheint dieser Wert realistisch. Da die Umsetzung dieser Maßnahme großes Engagement der Akteure sowie nicht unerheblichen administrativen und infrastrukturellen Aufwand fordert, wurde sie ausschließlich dem Szenario *engagierte Welt* zugeordnet.

Ergebnisse der Maßnahmenmodellierungen für den Güterverkehr

Analog zum Personenverkehr wurde für alle auf den Güterverkehr wirkenden Maßnahmen geprüft, in welchem Umfang sie dazu beitragen müssen, die Klimaziele zu erreichen und den Szenarien zugeordnet. Nicht-restriktive Maßnahmen im Güterverkehr sind beispielsweise Mobilitätsmanagement oder ökonomische Anreize zur CO₂-Einsparung. Diese vergleichsweise leicht umsetzbaren Maßnahmen werden sowohl in der *engagierten* als auch in der *zögernden Welt* umgesetzt.

Für das Szenario *zögernde Welt* wurde modelliert, dass, wenn nach dem Auslaufen des Verkehrsentwicklungsplans 2025 die Nicht-Erreichung der Emissionsreduktionsziele festgestellt wird, die Modernisierung des städtischen Fuhrparks forciert sowie die Absenkung der Straßenverkehrsgeschwindigkeiten beschlossen wird. Für die Maßnahmen „Absenkung der Straßenverkehrsgeschwindigkeiten“ wurde prognostiziert, dass sie möglicherweise keinen emissionsmindernden Einfluss auf den Güterverkehr, wohl aber auf den Personenverkehr hat. Dies liegt darin begründet, dass Nutzfahrzeuge aufgrund der langsameren Beschleunigung nur zu einem geringeren Anteil als Pkw die erlaubte Höchstgeschwindigkeit erreichen und sich somit der Verkehrsfluss für den Güterverkehr nicht spürbar verschlechtert.

Mittels ordnungspolitischer Maßnahmen kann jedoch auch der Güterverkehr spürbar beeinflusst werden, etwa durch die Einführung einer City-Maut oder die Konsolidierung von Gütern in einzurichtenden Zentren am Stadtrand. Diese Maßnahmen sind nur im Szenario *engagierte Welt* denkbar. Die wirksamste und zugleich drastischste Maßnahme stellt die Umstellung des Güterverkehrs auf elektrischen Antrieb dar. Abgesehen von dieser Maßnahme erzielt die City-Maut die höchsten Emissionsminderungspotenziale.

Als Fazit für den Bereich Verkehr/Mobilität kann festgehalten werden, dass im *Referenzszenario* die Emissionen zwar erheblich sinken (auf 59 % im Vergleich zu 2008), das Ziel der Reduktion auf 20 % gegenüber 2008 aber nicht erreicht wird. Dies trifft ebenso auf das Szenario *zögernde Welt* zu (Min-

⁵⁸ Socialdata 2002

⁵⁹ Ahrens 2009

derung auf 52 %). Mit dem Maßnahmenpaket im Szenario *engagierte Welt* kann die Emission jedoch in 2050 auf rund 10 % der Emission von 2008 verringert werden. Die erforderliche Reduktion wird in diesem Szenario erreicht.

Um zu testen, ob die Klimaziele auch in der *zögernden Welt* erreichbar sind, wurde die Maßnahme City-Maut testweise auch in diesem Szenario aktiviert. Das Modell zeigt, dass allein durch diese Maßnahme die Emissionen aus dem Verkehr um etwa 9 % auf 43 % gemindert werden können, die erforderliche Reduktion wird nicht erreicht. Ein weiterer Test betraf die Frage, ob in der engagierten Welt auch mit einem weniger umfangreichen Maßnahmenpaket die Klimaziele erreicht werden können. Bereits bei Deaktivierung der Maßnahme „elektrischer Güterverkehr“ übersteigt die verbleibende Emission mit 28 % den Zielwert von 20 % deutlich.

4.4.4. Leitprojekte

Die nachfolgend vorgestellten Maßnahmen bieten sich als Startpunkt einer klimaverträglichen Verkehrsentwicklung an. Je nach tatsächlicher Entwicklung der Emissionen im Verkehrsbereich sind die weiteren Maßnahmen umzusetzen. Die Maßnahmen sind als „Leitprojekte“ anzusehen, da sie:

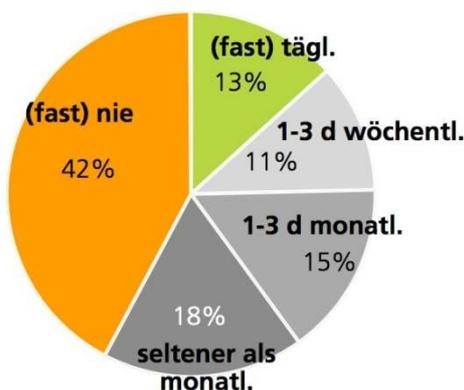
- eine hohe Relevanz aufweisen, d.h. große Bevölkerungsgruppen erreichen,
- auf die erforderlichen Änderung bei Einstellung und Verhalten abzielen und zudem
- unverzüglich umsetzbar sind.

Leitprojekt: Maßnahmenbündel zur Verbesserung der Attraktivität des Umweltverbundes für Erstnutzer

Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass ein Großteil der Bevölkerung (bundesweit 42%) den ÖPNV nie oder fast nie verwenden, ein weiterer erheblicher Teil

nur sehr selten (vgl. nachfolgende Abbildung). Dies steht im deutlichen Gegensatz zur hohen Leistungsfähigkeit, die der Karlsruher ÖPNV aufweist – vor allem mit Blick auf den erreichten Stand bei Infrastruktur, Fahrzeugen, Fahrtenangebot und Komfort. Ebenso ungenügend und ausbaufähig ist der Fuß- und Radanteil in Karlsruhe.

Abb. 4-24: Nutzungshäufigkeit des ÖPNV (in % Personen, 40.626 Befragte).



Quelle: auf Basis von Infas/DLR/BMVBS 2009

Offenbar bestehen zahlreiche Barrieren zur Nutzung des ÖPNV bzw. des Umweltverbundes - abseits der infrastrukturellen und betrieblichen Ausgestaltung. Das entscheidende Potenzial liegt in der Gewinnung der bisherigen Nichtnutzer und der Motivierung von Wenigfahrern für die weitere Verlagerung von Fahrten auf den Umweltverbund. Durch Verbesserung der Erstnutzertauglichkeit können zusätzliche Nutzer für den ÖPNV gewonnen werden. Wesentliche Ansatzpunkte sind die Vereinfachung der Benutzeroberfläche oder die Verbesserung des Images durch Kommunikationsmaßnahmen.

Abb. 4-25: Kundenzentrum am Marktplatz.



Quelle: Ralf Hedel, 2011

Dafür wird folgendes Bündel von Maßnahmen empfohlen:

- **proaktive Information zum Umstieg vom Auto auf den Umweltverbund:** Empfohlen wird, verkehrsträgerübergreifende, persönliche Beratungsangebote auszubauen. Ein erster wichtiger Ansatz besteht darin, weitere Beratungsangebote in das bereits etablierte und zentral gelegene Kundenzentrum von VBK und KVV am Marktplatz, etwa zu Mietwagen, Fernverkehr, Carsharing oder Leihrad-Systemen zu integrieren.
- **Optimierung der Benutzeroberfläche:** Ein hoher Anteil der Karlsruher Bevölkerung nutzt nicht oder sehr selten den ÖPNV in Karlsruhe. Selbst wenn es gelingt, einen Nutzungsimpuls zu setzen, gibt es zahlreiche Hürden und Unsicherheiten, mit denen sich der potenzielle Nutzer konfrontiert sieht. Sogar Stammkunden fällt es häufig schwer, sich abseits der von ihnen häufig genutzten Strecken zu orientieren. Um diese Nutzungsbarrieren abzubauen und aus der positiven „Erstnutzungserfahrung“ einen Anreiz für die häufigere Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in Karlsruhe zu geben, eignet sich eine systematische Analyse und konsequente Optimierung der Medien an den wesentlichen Kontaktpunkten, z.B. :
 - •Tarif- und Vertriebsinformationen (Automaten, Kundenzentrum, externe Vertriebsstellen),
 - •Aufbereitung des Streckennetzes und des Fahrtenangebotes sowie
 - •Informationen bei Störungen und Bearbeitung von Kundenanliegen.
- Dies betrifft sowohl Informationen, die der (potenzielle) Fahrgast *vor*, *während* und *nach* der Fahrt benötigt.
- Eine Besonderheit stellt die enge Verknüpfung von Verkehrsunternehmen und –verbund in Karlsruhe dar. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass die Vorteile dieser Situation auch für einen klaren und auch für Nichtexperten verständlichen Außenauftritt genutzt werden sollen.
- **Verbesserung der Wahrnehmung:** um die Aufmerksamkeit der Nicht-Nutzer zu gewinnen und Nutzer zu bestärken, werden die oben genannten Maßnahmen optimal durch kommunikative Maßnahmen flankiert. Mögliche Ansatzpunkte sind etwa die Kommunikation der Aspekte Flexibilität im Netz, „Reisezeit gleich Nutzzeit“, Preiswürdigkeit sowie der ökologischen Dimension.

Die Kosten-Effizienz ist als besonders gut einzuschätzen. Zu beachten ist jedoch, dass Gewohnheitsänderungen Zeit bedürfen. Akteure bei dieser Maßnahme sind Verkehrsunternehmen /-verbund (VBK, KVV, AVG), die Stadt Karlsruhe sowie weitere Mobilitätsdienstleister (z.B. Carsharing).

Leitprojekt: Förderung Mobilitätsmanagement und regionale Wirtschaftskreisläufe

Ausgangspunkt dieses Maßnahmenbündels ist die Erkenntnis, dass ein Großteil der dienstlich veranlassten Wege heute mit dem Pkw oder Lkw absolviert wird. Unstrittig ist, dass ein erheblicher Anteil dieser Pkw-Fahrten etwa

durch die Mitnahme von Material oder Werkzeug begründet ist und nicht auf den Umweltverbund verlagert werden kann.

Die Erfahrungen, etwa aus den Projekten des Programms *effizient mobil*⁶⁰ zeigen aber, dass mit „weichen“ Maßnahmen aus dem Bereich Information, Kommunikation und Motivation sowie Koordination die Nutzung des Umweltverbundes spürbar gestärkt werden kann. Beispielhafte Maßnahmen sind die Abstimmung von Dienstplänen mit Fahrplänen oder elektronische Abfahrtstafeln für das Bus- und Bahnangebot der nächsten Haltestellen bei Unternehmen, um die Nutzbarkeit und Wahrnehmung des ÖV zu verbessern.

Die Entwicklung von Mobilitätsmanagementkonzepten erfordert stets eine fundierte Analyse der Erfordernisse und Möglichkeiten vor Ort. Diese Aufgabe ist häufig von Unternehmen fachlich nicht leistbar, zudem ist diese Aufgabe nur in wenigen Unternehmen personell unteretzt. Es wird daher empfohlen, Anreize für die Erarbeitung und die Umsetzung von Mobilitätsmanagementkonzepten zu setzen – etwa durch eine finanzielle Unterstützung seitens der Stadt Karlsruhe.

Wichtige anzusprechende Akteure sind Unternehmen und Verkehrserzeuger (Einkaufszentren, Krankenhäuser, Bildungseinrichtungen etc.). Die Erarbeitung von Mobilitätsmanagementkonzepten ist umgehend umsetzbar und die ökonomische Effizienz wird als sehr gut beurteilt.

Die Maßnahme kann durch städtische Wettbewerbe, Siegel der Stadt oder der dena (Deutschen Energie-Agentur GmbH) für ausgezeichnetes Mobilitätsmanagement flankiert werden.

Transportaufwendungen spielen bei Beschaffungsvorgängen häufig eine untergeordnete Rolle, so dass häufig von weit entfernten Lieferanten eingekauft wird. Hier wird die Promotion regionaler Wirtschaftskreisläufe sowie die Offenlegung und Kommunikation von Carbon-Footprints empfohlen. Die Stadt als großer Nachfrager kann durch strenge Vorgaben bei eigenen Beschaffungen eine Vorreiterrolle einnehmen.

Durch sehr gute Kosten-Effizienz besitzen beide Leitprojekte sehr hohe Priorität.

4.5. Energiebereitstellung

Die energiebedingten CO₂-Emissionen hängen wesentlich von den Anteilen der Energieträger Gas, Öl, Kohle, Fernwärme und der erneuerbaren Energien am Gesamtenergiebedarf ab. Die CO₂-Emissionen können sowohl durch Reduktion des Energiebedarfs als auch durch die Wahl von Energieträgern mit geringen spezifischen CO₂-Emissionen (ohne Berücksichtigung der Vorketten), wie beispielsweise Holz und Solarenergie, reduziert werden.

Derzeit werden fast 100 % des Wärmebedarfs und über 60 % des Strombedarfs in Karlsruhe durch fossile Energieträger gedeckt. Außerdem stammen 22 % des Stroms noch aus Kernenergie (vgl. Abb. 4-26). Der Anteil der Kernenergie muss bis spätestens 2022 über fossile und/oder erneuerbare Energieträger gedeckt werden.^{61 62}

Die *Stromerzeugung durch das Kohlekraftwerk* der EnBW am Karlsruher Rheinhafen wurde in die Bilanz des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen von Karlsruhe aus folgenden Gründen nicht mit einbezogen:

- Der vom Kohlekraftwerk erzeugte Strom wird landes- und bundesweit vertrieben, so dass er

⁶⁰ dena 2011b

⁶¹ SWK 2011a.

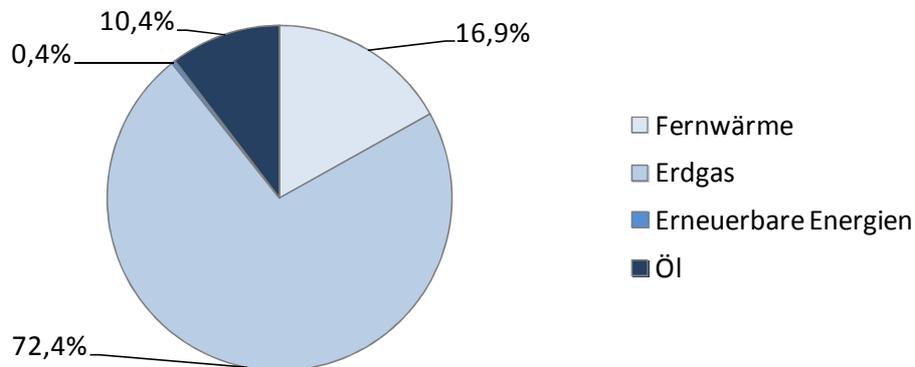
⁶² Stadt Karlsruhe 2010b

Energiebereitstellung

nicht ausschließlich den Karlsruher Stromverbrauchern zugerechnet werden kann.

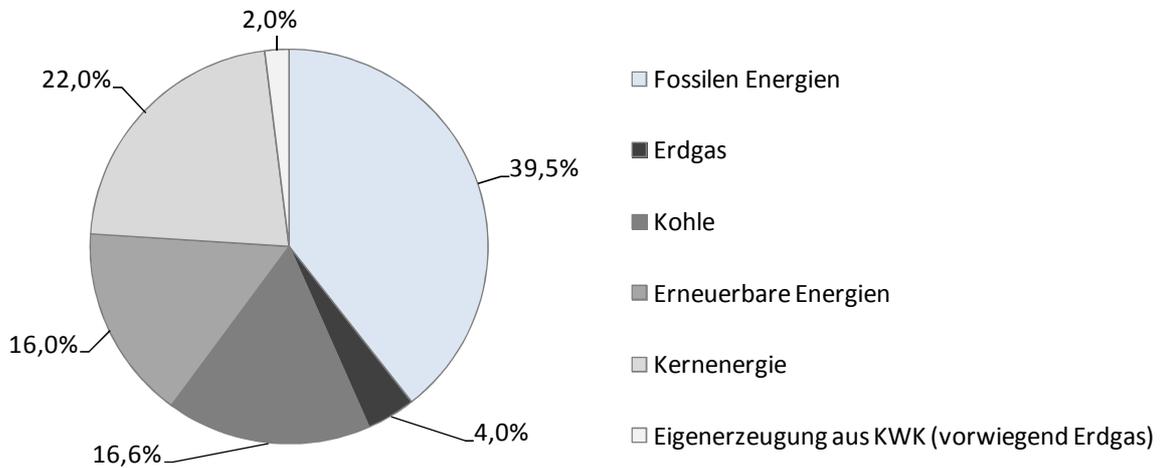
- Da der in Karlsruhe verbrauchte Strom mit den bundesdurchschnittlichen CO₂-Emissionen bewertet wird, würde eine Berücksichtigung des Kohlekraftwerkes zu Doppelzählung führen.

Abb. 4-26: Energieträgermix [%] zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs in Karlsruhe 2010.



Quelle: Vgl. SWK 2011a.

Abb. 4-27: Energieträgermix [%] zur Deckung des Strombedarfs in Karlsruhe 2010.



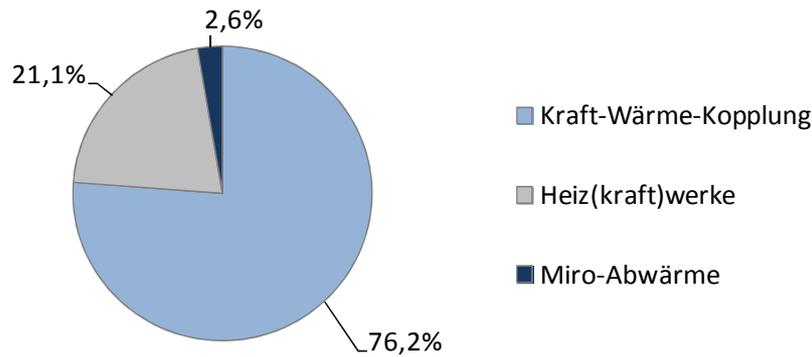
Quelle: Vgl. SWK 2011a.

Die Energieträgerverteilungen in den einzelnen Bereichen private Haushalte, GHD und Industrie und deren zukünftige Entwicklungen werden unter den jeweiligen Sektoren im Anhang dieser Studie näher erläutert.

4.5.1. CO₂-Minderungspotenziale

Ausgehend von der derzeitigen hauptsächlich von fossilen Energieträgern geprägten Energiebereitstellung in Karlsruhe bestehen in diesem Bereich enorme Potenziale, die CO₂-Emissionen bis 2050 zu senken. Neben den Anteilen der verschiedenen Energieträger am Gesamt-Energiebedarf, spielt die Zusammensetzung von Energieträgern wie Strom, Fernwärme und Gas (Erdgas, Biogas) aus fossilen und erneuerbaren Energiequellen eine entscheidende Rolle.

Die Fernwärme (FW)-Erzeugung, die rund 17 % des Wärmebedarfs in Karlsruhe abdeckt, setzt sich 2010 aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Frischwärme aus Heizwerken und der Abwärme der Mineralö Raffinerie zusammen (vgl. Abb. 4-28).

Abb. 4-28: Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung in Karlsruhe 2010.

Quelle: Vgl. SWK 2011a.

Die zu über 76 % in KWK erzeugte Fernwärme wird hierbei zu 86 % aus dem steinkohlebefeuelten Block 7 des Rheinhardendampfkraftwerks (RDK) ausgekoppelt. Die restlichen 14 % werden über das Heizkraftwerk (HKW) West, das zu etwa 50 % im KWK-Betrieb läuft und vorwiegend mit Erdgas und zu einem geringen Anteil mit Öl betrieben wird, gewonnen. Die Frischwärme (21 %) wird neben dem HKW aus den vorwiegend erdgasbasierten Heizwerken der Stadtwerke gewonnen. Die Auskopplung von **Abwärme** der Raffinerie und deren Einspeisung in das FW-Netz erfolgt seit November 2010. Die Abwärme, die in diesen 2 Monaten ausgekoppelt wurde, deckt bereits fast 3 % des jährlichen FW-Bedarfs. In diesem Bereich zeichnen sich daher in Zukunft große CO₂-Minderungspotenziale ab. Jährlich können durch diese erste Ausbaustufe mit einer Kapazität von 40 MW (unter Annahme von 7500 Betriebsstunden pro Jahr) 300 GWh FW erzeugt werden. So kann der Anteil der Abwärme an der FW-Erzeugung bereits 2011 mehr als 15 % betragen.⁶³ Die Abwärme verursacht bilanziell keine CO₂-Emissionen, so dass sich die Emissionen für die Fernwärmeproduktion von derzeit etwa 107 g-CO₂/kWh ebenfalls reduzieren.

Im *Referenzszenario* wird die bereits angedachte zweite Ausbaustufe zur Auskopplung der Abwärme aus der Raffinerie mit einer Kapazität von weiteren 40 MW nicht realisiert. Die erste Ausbaustufe kann jedoch zu 100 % ausgelastet werden, so dass bei jährlich 7500 Betriebsstunden 300 GWh in das FW-Netz eingespeist werden. Im Regelbetrieb ist 2050 neben der Abwärme und der ausgekoppelten FW des RDK 8 von etwa 1000 Stunden pro Jahr keine zusätzliche Wärme über die Eigenproduktion der Stadtwerke in Heizwerken und Heizkraftwerk West notwendig. Dennoch müssen die Anlagen weiterhin für den Reservebetrieb vorgehalten werden. 2050 wird die FW in Karlsruhe aus etwa 58 % reiner Abwärme und 42 % Wärme aus KWK erzeugt.

Im Szenario *zögernde Welt* wird eine 2. Ausbaustufe von 40 MW zur Nutzung der Abwärme von der Raffinerie, wenn auch etwas verzögert, realisiert. Somit können ab 2030 zusätzlich 180.000 MWh Abwärme pro Jahr von der Raffinerie bezogen werden. Der Abwärmebezug aus der 1. Ausbaustufe geht auf Grund eines leichten Rückgangs in der Produktion gegenüber dem *Referenzszenario* etwas zurück und beträgt im Jahr 2050 noch 240.000 MWh pro Jahr. Die Stadtwerke speisen ab 2020 selbst keine Wärme mehr in das FW-Netz ein und Block 8 des RDK läuft 2050 nur noch etwa 650 Stunden pro Jahr.

Im Szenario *engagierte Welt* wird eine 2. Ausbaustufe zur Nutzung der Abwärme von der Raffinerie bereits bis 2020 realisiert, somit können ab 2020 pro Jahr 180.000 MWh Abwärme zusätzlich zu den 300.000 MWh pro Jahr der 1. Ausbaustufe von der Raffinerie bezogen werden. Wegen des Rückgangs des BIP bis 2050 und der Produktionsanpassung der Raffinerie wird 2050 jedoch nur noch 75 % Abwärme der eigentlichen 480.000 MWh pro Jahr in das Fernwärmenetz eingespeist. Somit werden bis 2035 weitere Quellen zur Abwärmenutzung von insgesamt 20 MW erschlossen und neben der geplanten ORC-Anlage von 40 MW eine weitere 40 MW-Anlage zur KWK-Produktion errichtet, um die Fördergelder zur Förderung von KWK im Fernwärmebereich nutzen zu können. Die Stadtwerke speisen ab 2020 im Regelbetrieb selbst keine Wärme mehr in das Fernwärmenetz ein. Die eigenen Anla-

⁶³ SWK 2011a.

Energiebereitstellung

gen werden nur für den Fall des Reservebetriebes beim Ausfall der Abwärmenutzung eingesetzt. Weiter wird bis 2050 wegen des geringen Wärmebedarfs im Gebäudebereich auch keine Wärme aus Block 8 des RDK mehr benötigt. 2050 setzt sich die FW-Erzeugung in Karlsruhe in diesem Szenario somit aus etwa 37 % reiner Abwärme und 63 % Wärme aus KWK zusammen. KWK erfolgt in diesem Szenario mit einer Organic Rankine Cycle (ORC)-Anlage, bei der Strom unter Einsatz von organischen Arbeitsmitteln wie Ammoniak oder Butan an Stelle von Wasserdampf hergestellt werden kann. Dies erfolgt bei niedrigeren Temperaturen als bei herkömmlichen Kraftwerken, so dass die Abwärme auch im KWK-Betrieb genutzt werden kann.

Die Erzeugung des Stroms besteht heute bundesweit zu ca. 60 % aus fossilen Energiequellen und zu je rund 20 % aus Kernenergie und erneuerbaren Energien. Diese Erzeugungsstruktur wird sich in Zukunft durch den Anstieg der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung deutlich ändern. Da in der ersten Phase bis 2022 die Zunahme an regenerativ erzeugtem Strom hauptsächlich mit einer Abnahme der Kernenergieproduktion einher geht, wirkt sich diese Verschiebung in der Stromerzeugung bis zu diesem Jahr kaum auf die durchschnittlichen Emissionen pro kWh aus. Nach 2022 kann der CO₂-Emissionsfaktor für Strom – je nachdem welches Szenario eintritt – bis auf 20 % des heutigen Wertes abnehmen.

Derzeit ist beim Gas ist das CO₂-Reduktionspotenzial gegenüber der Fernwärme wesentlich geringer, da die Biomasse, die zur Biogasproduktion beitragen kann, begrenzt ist und die Erzeugung synthetischen Gases erst in der Entwicklungsphase ist. Sollten sich die hohen Erwartungen an die Erzeugung synthetischen Gases aus Überschussstrom erfüllen, könnte eine Wärmeversorgung hierüber CO₂-neutral erfolgen und damit gegenüber der Fernwärme die klimaverträglichere Energieform werden.

4.5.2. Hemmnisse und fördernde Faktoren

Die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs in Karlsruhe ist, wie aus den vorangegangenen Kapiteln ersichtlich, von vielen Faktoren und Entwicklungen in anderen Bereichen abhängig, auf die die Akteure der Energiebereitstellung keinen direkten Einfluss haben. Hinzu kommt, dass Maßnahmen in diesem Bereich auf lange Sicht geplant werden müssen und meist mit hohen Investitionen verbunden sind. Als Akteure der Energiebereitstellung werden hier insbesondere die Stadtwerke Karlsruhe betrachtet. Durch die Infrastruktur der Stadtwerke sind gewisse Rahmenbedingungen vorgegeben, wie die vorhandene Anlagenstruktur, das Fernwärme- und Gasnetz. Ferner bestehen Zielvorgaben, den KWK-Anteil von 60 % über die Fernwärmeerzeugung zu erreichen, um die damit verbundenen Zuschüsse in Anspruch nehmen zu können. Diese Rahmenbedingungen haben einen entscheidenden Einfluss auf die zukünftige Verteilung und den Mix der Energieträger zur aktuellen und zukünftigen Deckung des Energiebedarfs. Die Verteilung und der Mix beeinflussen maßgeblich die CO₂-Emissionen.

Um Aussagen über die zukünftige Entwicklung in der Energieträgerverteilung und des Energieträgermix zur Deckung des Energiebedarfs in Karlsruhe in dieser Studie zu machen, wurden folgende Aspekte berücksichtigt. Zur Sicherung der Wärmeversorgung bei einem gleichzeitigen Ausfall der Versorgung durch die Raffinerie über Abwärme sowie durch die EnBW über die KWK-Wärme des RDK, haben die eigenen Anlagen der Stadtwerke eine Kapazität von etwa 520 MW (vgl. Tab. 4-35).

Tab. 4-35: Kapazitäten der Heiz- und Heizkraftwerke der SWK in 2010

Anlage	Kapazität [MW]	Energieträger (Annahme der Verteilung in %)
Heizkraftwerk West	380	Erdgas (98%) / Öl (2%)
Heizwerk Waldstadt	40	Erdgas (99%) / Öl (1%)
Heizwerk Ahaweg	100	Erdgas(99%) / Öl (1%)

Quelle: Vgl. SWK 2011a und SWK 2010.

Die Sicherung der **Wärmeversorgung** durch die eigenen Anlagen der SWK muss auch in 2050 für den Fall des Reservebetriebes gegeben sein. Somit werden die Anlagen entsprechend ihres Alters im Laufe der Jahre erneuert. Hierbei wird in allen Szenarien die bestehende Infrastruktur des Heizkraftwerkes und der Heizwerke weiter genutzt und die Kessel erneuert. Der Kessel 6/2 des HKW West, welcher vorwiegend mit Erdgas und zu einem geringen Anteil mit Öl betrieben wird, kann bis 2025 genutzt werden und muss dann ersetzt werden. Hier wird der Neubau eines Kessels am HKW West wie bislang auf Erdgasbasis angenommen. Die Kessel der Heizwerke (HW) Ahaweg und Waldstadt, welche ebenfalls vorwiegend mit Erdgas und zu einem geringen Anteil mit Erdöl betrieben werden, müssen bis 2035 erneuert werden.

Für den steinkohlebefeuerten Block 7 (ca. 200 MW) des RDK gibt es kein verbindliches Stilllegungsdatum. Es wird konservativ angenommen, dass dieser ca. 2025 vom Netz genommen wird. Da durch die Kraft-Wärme-Kopplung 13 % mehr Brennstoff benötigt wird als bei der reinen Stromherstellung, werden der Wärmeproduktion etwa 47 g-CO₂/kWh zugerechnet. Bei Ersatz der Wärmeproduktion des RDK 7 durch erneuerbare Energien mit spezifischen Emissionswerten von 0 g CO₂/kWh könnten demnach über 30.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden. Ab spätestens 2013 kann jedoch aus dem kohlebefeuerten Block 8 des RDK, dessen spezifischer Emissionswert für die Wärmeproduktion ungefähr dem des Block 7 entspricht, zusätzlich bis zu 220 MW thermische Leistung als Fernwärme ausgekoppelt werden. In diesem Fall würden die CO₂-Emissionen nicht entscheidend vermindert.^{64 65}

Der Ausbau der netzgebundenen Energieversorgung mit Strom, FW und Gas ist mit großen Investitionen und einem langen Planungshorizont verbunden. Somit ist eine flexible Anpassung der Energiebereitstellung an die sich ändernde Nachfrage nur sehr begrenzt möglich und nur bei entsprechendem Absatzpotenzial rentabel. Daher ist eine Kombination von großen Energiebereitstellungsanlagen ergänzt um kleine dezentrale Anlagen in Gebieten mit geringer Energienachfrage von Vorteil. Vor dem Hintergrund der Reduktion von CO₂-Emissionen bieten sich hier Anlagen auf Basis von erneuerbaren Energien wie Sonne und Wind an. Karlsruhe hat in diesem Zusammenhang als eine der wärmsten und sonnigsten Städte Deutschlands insbesondere im Bereich der Nutzung von Sonnenenergie große Potenziale.⁶⁶

4.5.3. Maßnahmen

Zur Ausschöpfung der Potenziale unter Berücksichtigung der in Karlsruhe gegebenen Rahmenbedingungen im Bereich der Energiebereitstellung sind entsprechende Maßnahmen (vgl. Tab. 4-36) auf Stadtebene möglich, die im Folgenden näher beschrieben werden.

An erster Stelle bei den Maßnahmen zur Energiebereitstellung steht der Ausbau des FW-Netzes. Hier sind die von den Stadtwerken bereits geplanten Erweiterungen bis 2020 (dritte FW-Hauptleitung: Anschluss von 30.000 Haushalten und weiteren Nichtwohngebäuden⁶⁵) fortzusetzen, um den derzeit noch geringen prozentualen Anteil der FW am Wärmebedarf in Karlsruhe von derzeit 17 % zu erhöhen. Dadurch kann der Einsatz der fossilen Energieträger reduziert werden. In Abhängigkeit von den Szenarien liegt der FW-Anteil somit 2020 bei etwa 20 % und bis 2050 zwischen 25 und 30 %. Allerdings sind der Ausbau des FW-Netzes und die damit verbundene Erschließung neuer Absatzmärkte wichtig, um den Wegfall des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen im Gebäudebestand zu kompensieren. Der Wärmebedarf wird jedoch voraussichtlich schneller abnehmen als der Ausbau möglich ist, so dass sich der reelle FW-Absatz reduzieren wird. Für Klimatisierung bietet sich die Nutzung von Fernwärme mittels Absorptionskälteanlagen an.

Einhergehend mit dem Ausbau des FW-Netzes sollte der FW-Mix, der zurzeit ebenfalls noch vorwiegend auf fossilen Energieträgern beruht (wenngleich im Rahmen von KWK), angepasst werden. Das heißt, dass ein hoher Anteil von alternativen Energien mit nur geringen bzw. ohne CO₂-Emissionen

⁶⁴ EnBW 2011.

⁶⁵ SWK 2010

⁶⁶ DIN V 4108-6: 2003-06.

Energiebereitstellung

am FW-Mix angestrebt werden sollte. In diesem Zusammenhang bietet sich der Ausbau zu Nutzung der Abwärme der Raffinerie bzw. die Suche nach alternativen Abwärmequellen an.

Wie aus Kapitel 0 ersichtlich, wird davon ausgegangen, dass die Raffinerie 2050 noch bestehen wird. In der Produktpalette wird es jedoch vereinzelt zu Anpassungen kommen, so dass die Höhe der Abwärmenutzung in den einzelnen Szenarien unterschiedlich ausfällt. Die Stadtwerke Karlsruhe streben einen KWK-Deckungsanteil an der Wärmeeinspeisung von mindestens 60 % an. Die Zielerreichung wird, wie oben beschrieben, im Rahmen der einzelnen Szenarien geprüft.

Wird jedoch die Nutzung der Abwärme aus der Raffinerie wider Erwarten 2050 nicht mehr möglich sein, muss der entsprechende Anteil des Wärmebedarfs über alternative Abwärmequellen gedeckt werden. Diese Alternativen könnten beispielsweise im Rahmen von Forschungsarbeiten in Kooperation mit Instituten des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) oder der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft (HsKA) identifiziert werden. Im Rahmen des Workshops wurde hier als möglicher Partner ein großer Reifenhersteller genannt. Können keine weiteren Abwärmequellen identifiziert werden, wird der neue kohlebefeuerte Block 8 des RDK über KWK den Wärmebedarf decken. Dies würde jedoch die zukünftigen spezifischen CO₂-Emissionen der Fernwärme entsprechend der Szenarien mehr als verdoppeln.

Durch den auf Grund energetischer Gebäudesanierung bis 2050 voraussichtlich rückläufigen Wärmebedarf übersteigen die vorhandenen Kapazitäten der Wärmebereitstellung in Karlsruhe den Wärmebedarf deutlich. Um den Wärmeüberschuss auszugleichen, wird das FW-Netz in Karlsruhe ausgebaut.

Das vorhandene Gasnetz kann zur Speicherung von Ökostrom in Form von synthetischem Gas herangezogen werden. Aus überschüssigem Ökostrom wird über Elektrolyse und weitere chemische Prozesse unter Zugabe von Kohlendioxid synthetisches Erdgas/Methan erzeugt. Hierbei können etwa 60 % der ursprünglich im Strom enthaltenen Energie auf Methan übertragen werden. Auf diese Weise kann fossiles Erdgas durch aus erneuerbaren Energien erzeugtes Gas verdrängt werden.

Gleichzeitig ist die Wechselwirkung zwischen dem Ausbau der Fernwärme und einer konkurrierenden Gasversorgung durch synthetisches Methan bei der langfristigen Planung zu berücksichtigen.

Weitere Maßnahmen im Bereich Energiebereitstellung sind:

Energieatlas Karlsruhe

Um die konsequente Nutzung lokaler Energieressourcen zu fördern, ist zum einen eine Erhebung der Potenziale notwendig. Um diese Potenziale möglichst umfassend zu nutzen, Synergieeffekte zu erkennen und Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten, bietet es sich an, die Potenziale und die Orte der Energienachfrage in einem Energieatlas darzustellen. Der Aufbau dieses digitalen Atlases besteht aus mehreren "Layern". Jeder dieser "Layer" oder Schichten stellt ein Thema dar. Enthalten sind die Schichten: Gebäude und Straßen, Wärmenachfrage, Kältenachfrage, Stromnachfrage, Wärmeversorgung, Kälteversorgung, Stromversorgung (jeweils mit Produktions-, Leitungs- und Umwandlungsinfrastruktur), Solarenergiepotenziale, Windenergiepotenziale, Biomassepotenziale, Geothermische Potenziale, Wasserkraftpotenziale, Speicherpotenziale). Wichtige Informationen zur Ermittlung der darzustellenden Daten wird voraussichtlich die Studie zur Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien in Karlsruhe liefern, die im Auftrag der Stadtwerke derzeit erstellt wird. Da Karlsruhe zu groß ist, um sich mit lokalen regenerativen Energien vollständig versorgen zu können, wäre es sinnvoll diesen Atlas zusammen mit dem Landkreis Karlsruhe zu erstellen. Hierdurch würde der Nutzen des Atlases zum Beispiel für die Planung von Energiewandlungsanlagen wie z. B. Biomasseverwertungsanlagen nochmals deutlich verbessert. Der Atlas kann das Herzstück einer Strategie zur Hebung der lokalen regenerativen Energiepotenziale Karlsruhes darstellen. Da es bisher in Deutschland zwar unterschiedliche Ansätze zur Erstellung von Energieatlanten gibt, aber bisher noch kein Atlas über Energieerzeugung-, -leitung und -potenziale für eine Stadt in der Größenordnung von Karlsruhe erstellt wurde, hätte dieses Projekt- neben dem praktischen Wert auch das Potenzial, Karlsruhe in diesem Feld weit über die Region hinaus bekannt zu machen.

Nutzung öffentlicher Flächen zum Anbau von Kurzumtriebspappeln

Die Stadt Karlsruhe verfügt über eine Vielzahl von Flächen, die als Grünland genutzt werden und in der Regel verpachtet sind. Es bietet sich an, diese Flächen für die Erzeugung von Energierohstoffen zu

nutzen. Eine der nachhaltigsten Wege zur Nutzung von ehemaligen Grünlandflächen ist, wie eine Studie im Auftrag des Landesministeriums für ländlichen Raum gezeigt hat, die Erzeugung von Energieholz durch den Anbau von Kurzumtriebspappeln. Hierdurch könnte die größte Menge an Energie pro Fläche mit den geringsten negativen Nebeneffekten produziert werden. Der Nutzen könnte noch erhöht werden, wenn man die Erfahrungen aus Halle an der Saale, der Partnerstadt von Karlsruhe, nutzt und neben der energetischen (z. B. Nahwärmeversorgung mit Holzhackschnitzeln) eine stoffliche Verwertung der aus den Pappeln gewonnenen Biomasse realisiert.

Bioenergieregion Karlsruhe

Gemeinsam mit dem Landkreis Karlsruhe kann eine Bioenergieregion Karlsruhe entstehen. Da Biomasse das CO₂, das bei der Verbrennung freigesetzt wird, zuvor der Atmosphäre entzogen hat, ist ihre Nutzung CO₂-neutral. In der Stadt Karlsruhe gibt es unterschiedliche Biomassequellen, die zur Energieproduktion genutzt werden können. Die wichtigste Quelle sind die biogenen Abfallstoffe der Haushalte, die in der Biotonne gesammelt werden. Hinzu kommen private Grünabfälle aus den Grünabfallcontainern, aber auch im GHD-Sektor fallen in Restaurants, Großküchen, Märkten, Bäckereien, Fleischereien, Schreinereien etc. und der Industrie z.B. Brauereien große biogene Abfallmengen an. Eine weitere Quelle ist das Landschaftspflegematerial aus den städtischen Grünflächen. Am Stadtrand kommen noch die land-, forst- und gartenwirtschaftlichen Reststoffe hinzu. Ein Großteil dieser Abfälle wird kompostiert und Gewerbeabfälle werden zum Teil außerhalb der Stadt entsorgt. Durch dieses Vorgehen geht der Stadt der Energiegehalt, der in der Biomasse enthalten ist, verloren. Es bietet sich an, einen Teil dieser Bioabfälle vor Ort energetisch zu nutzen. Für die feuchten Anteile der Biomasse bietet sich die Nutzung zur Erzeugung von Biogas an. Die trockenen, holzigen Teile könnten in einer Verbrennungsanlage eingesetzt werden.

Tab. 4-36.: Maßnahmen für den Bereich Energiebereitstellung in Karlsruhe

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure	Zeitraum
Konzept zur Abwärmenutzung und Einspeisung in das FW-Netz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erste Ausbaustufe zur Nutzung der Abwärme der Raffinerie (40MW) realisiert ▪ Konzeptionelle Überlegungen bezüglich einer zweiten Ausbaustufe (40MW) bestehen (vgl. Leitprojekt Industrie, Kap. 5.3.4) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hoch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Raffinerie, ▪ Alternative Abwärmequellen über Betreiber von Anlagen mit Abwärmepotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SWK 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 2020
Energieatlas Karlsruhe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen durch Ermittlung der Potenziale regenerativer Energien vorhanden (Studie liegt im Frühjahr 2012 vor) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hoch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bevölkerung, Unternehmen, Energieversorger, Stadtwerke 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Katasteramt, Liegenschaftsamt, Umwelt- und Arbeitsschutz, Stadtwerke, Energieagentur Landkreis Karlsruhe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schnell umsetzbar
Nutzung öffentlicher Flächen zum Anbau von Kurzumtriebspappeln	<ul style="list-style-type: none"> ▪ neu, Erfahrungen in der Partnerstadt Halle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liegenschaftsamt, Pächter städtischer Flächen, Gartenbauamt, Stadtwerke 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Liegenschaftsamt, Stadtwerke (Energieerzeugung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schnell umsetzbar
Bioenergieregion Karlsruhe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen vorhanden, auf denen aufgebaut werden kann: Bioenergiekonzept Landkreis Karlsruhe, Biomassestudie KA 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hoch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amt für Abfallwirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amt für Abfallwirtschaft, Gartenbauamt, Energieagentur Landkreis KA und weitere 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schrittweise realisierbar

Tab. 4-36: Maßnahmen für den Bereich Energiebereitstellung in Karlsruhe

Minderungs- potenzial	Finanzieller Aufwand	Techn. Realisierbarkeit	Bezug KSK 2009
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die prognostizierte Wärmelieferung der zweiten Ausbaustufe beträgt 180.000 MWh/a und entspricht bei dem derzeitigen CO₂-Emissionsfaktor von 216 g/kWh des erdgasbasierten Heizkraftwerkes in Karlsruhe 38.880 Tonnen CO₂ pro Jahr. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Kosten der zweiten Ausbaustufe werden bei etwa 15 Mio. € liegen. ▪ Eine Unterstützung durch das Umweltbundesministerium sollte ebenfalls wieder angestrebt werden. ▪ Die Kosten zur Nutzung von alternativen Abwärmequellen können derzeit nicht quantifiziert werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gegeben (z.B. im Rahmen von Forschungsarbeiten) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ M18
<ul style="list-style-type: none"> ▪ hoch (indirekt) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ in einfacher Form direkt realisierbar, in komfortabler und anpassungsfähiger Ausführung noch Entwicklungsbedarf 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ mittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gut zu realisieren 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ entsprechend der großen Menge an biogenen Reststoffen hoch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mittel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gut zu realisieren 	

4.5.4. Leitprojekte

Leitprojekt: Bürgerbeteiligungsanlagen für Solar- und Windenergie

Um die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieträgerzusammensetzung auch auf lokaler Ebene in Karlsruhe voranzutreiben, bilden Bürger-

beteiligungsanlagen für Solar- und Windenergie ein weiteres Leitprojekt. In diesem Bereich wurden in Karlsruhe bereits gute Erfahrungen gemacht und es besteht weiterhin großes Interesse der Karlsruher Bürger an solchen Beteiligungsprojekten, welche derzeit eine risikoarme Geldanlage mit relativ hoher Rendite darstellen (Bspw. beträgt die Rendite auf das gebundene Kapital in Solarpark I und II etwa 5 %). Es können große Anlagen zur Nutzung von Erneuerbaren Energien, wie Photovoltaik und Windenergie, über das Eigenkapital von vielen einzelnen Privatpersonen vollständig finanziert werden. Bei Beteiligungsprojekten wird eine Vielzahl von Akteuren eingebunden und dadurch werden die Bürger bezüglich Energieeffizienz- und CO₂-Minderungsmaßnahmen sensibilisiert. Das Potenzial für Bürgerbeteiligungsanlagen liegt in Karlsruhe insbesondere im Bereich der Photovoltaik, da Karlsruhe eine der Städte mit der höchsten Globalstrahlung in Deutschland ist.

Bereits seit 2005 existiert von den Stadtwerken ein umfassendes Programm zur Förderung der Photovoltaik in Karlsruhe, in dessen Rahmen beispielsweise bereits drei Solarparks mit einer Gesamtkapazität von über 2600 kW erfolgreich verwirklicht wurden. Dieses Programm soll im Rahmen des Leitprojektes ausgebaut werden.⁶⁷

Mögliche Investitionen im Bereich der Geothermie wurden im Workshop diskutiert. Hier wurden jedoch die Risiken und die Kosten der Bohrungen als zu hoch eingeschätzt.

Leitprojekt: Konzept zur Substitution von Erdgas durch synthetisches Gas

Zusätzliche Kapazitäten im Bereich der Wärmebereitstellung, wie etwa durch die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen und der gleichzeitig rückläufige

Wärmebedarf auf Grund energetischer Sanierungen im Gebäudebestand lassen das Wärmeangebot in Karlsruhe die Wärmenachfrage übersteigen. Um hier wieder ein Gleichgewicht herzustellen, ist es notwendig das FW-Netz entsprechend auszubauen, welches die Stadtwerke Karlsruhe bereits konkret planen und durchführen. .

Das in Karlsruhe vorhandene Gasnetz kann zur Speicherung von Ökostrom in Form von synthetischem Gas herangezogen werden.

Da Karlsruhe über ein großes Erdgasnetz verfügt und die Zusammensetzung (fossile und erneuerbaren Energiequellen) von Energieträgern, wie Gas, eine entscheidende Rolle bezüglich der Höhe der CO₂-Emissionen spielen, wurde die Erstellung eines Konzepts zur Substitution von Erdgas und zur Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien als Leitprojekt identifiziert.

In diesem Zusammenhang soll für Karlsruhe ein Konzept zur Substitution von fossilem Erdgas durch synthetisches Gas erstellt werden.

Aus überschüssigem Ökostrom wird über Elektrolyse und weitere chemische Prozesse unter Zugabe von Kohlendioxid synthetisches Methan, erzeugt, das wie Erdgas universell einsetzbar ist. Hierbei können etwa 60 % der ursprünglich im Strom enthaltenen Energie auf Methan übertragen werden.⁶⁸ Der so gespeicherte Ökostrom kann somit in Karlsruhe als Ausgleichsenergie genutzt werden, wenn

⁶⁷ SWK 2011b

⁶⁸ BINE 2010

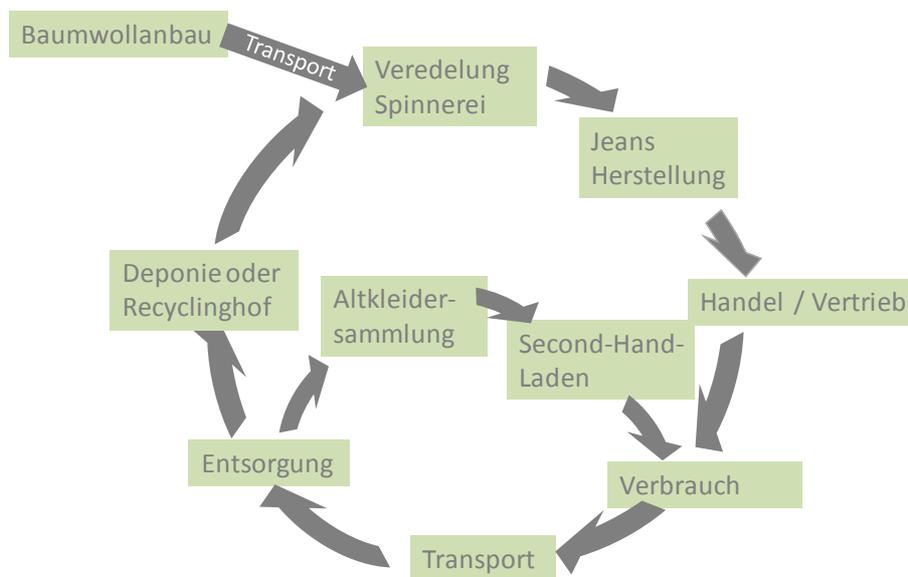
die Sonne nicht scheint beziehungsweise der Wind nicht weht (Stromerzeugung in KWK) oder auch fossiles Erdgas für Wärmeanwendungen substituieren. Die CO₂-Emissionen reduzieren sich somit durch die Substitution von fossilem Erdgas sowie durch die Speicherung von Strom in Form von Erdgas, der sonst ungenutzt verloren gehen würde.

Neben der Integration dieser Speichertechnik in das Energiebereitstellungsnetz von Karlsruhe ist die Abschätzung der Wirkung auf die leitungsgebundene Wärmeversorgung in Karlsruhe in diesem Rahmen näher zu untersuchen.

4.6. Konsum

In der Karlsruher CO₂-Bilanz lassen sich auf der Basis des Territorialprinzips diejenigen Emissionen ablesen, die im Stadtgebiet erzeugt werden. Karlsruhe und seine Bürger sind aber auch verantwortlich für die Emissionen, die nicht im Stadtkreis ausgestoßen werden, sondern an anderen Orten im Zusammenhang mit der Produktion von Gütern entstehen, die in Karlsruhe konsumiert werden. Beispielsweise seien hier Lebensmittel, Bekleidung und auch Elektrogeräte genannt. Ein umfassender „ökologischer Fußabdruck“ muss daher den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen, beginnend mit der Gewinnung der Rohstoffe für das Produkt bis hin zu den bei der Entsorgung entstehenden Emissionen.

Abb. 4-29: Produktlebenszyklus eines Kleidungsstücks am Beispiel einer Jeans



Quelle: Eigene Darstellung, KEK

Auch wenn in Karlsruhe Produkte produziert werden, deren Konsum oder Nutzung nicht ausschließlich in Karlsruhe stattfinden, werden in der Summe wesentlich mehr Produkte und damit verbundene CO₂-Emissionen importiert als exportiert. Die Gesamtsumme aller CO₂-Emissionen einer konsumbasierten CO₂-Bilanz ist somit deutlich schlechter als nach dem Territorialprinzip. Der CO₂-Fußabdruck⁶⁹ beträgt rund 15,1 t CO₂ pro Kopf⁷⁰.

Dass diese alternative Betrachtung eines CO₂-Fußabdrucks legitim oder vielleicht sogar die nach dem Verursacherprinzip korrektere ist, ergibt sich auch aus der Tatsache, dass Treibhausgasemissionen

⁶⁹ Der CO₂-Fußabdruck ist im Gegensatz zu der territorialen CO₂-Bilanz die Summe aus den im Land entstandenen und den importierten Emissionen weniger den exportierten Emissionen. In Deutschland betragen die Pro-Kopf-Emissionen nach dem Territorialprinzip ca. 11t CO₂, wohingegen der Fußabdruck ca. 15t CO₂ groß ist.

⁷⁰ NTNU 2011, Bundesweiter Carbon Footprint

Konsum

weltweit entstehen und weltweit reduziert werden müssen. Eine Verantwortung gegenüber dem Klimawandel besteht demzufolge global. Hinzu kommt, dass klimatische Veränderungen oft gerade in den Ländern gravierender zu spüren sein werden, in die die CO₂-Emissionen der durch die Industrienationen verwendeten Produkte und Dienstleistungen verlagert worden sind.

Betrachtet man den durchschnittlichen CO₂-Fußabdruck eines Bundesbürgers nach Konsumbereichen, zeigt sich, dass Bauen und Wohnen (29,2 %) den höchsten Anteil einnimmt. Bereits an zweiter Stelle folgt der Bereich der Produktionsgüter, Bekleidung und Lebensmittel mit insgesamt 27,2 %, gefolgt von der Mobilität mit 21,6 %⁶². Da die Bereiche Bauen und Mobilität in der vorangegangenen sektoralen Analyse bereits detailliert betrachtet wurden, soll auch der Lebensbereich des Konsums angerissen werden. Dabei geht es nicht allein um die Reduktion von CO₂-Emissionen zur Erlangung der Klimaneutralität, sondern um den erweiterten Aspekt der Nachhaltigkeit. Nachhaltigkeit bedeutet, dass „ [...] die gegenwärtige Generation ihre Bedürfnisse so befriedigt, ohne die Fähigkeit der zukünftigen Generation zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen zu können.“ (WCED 1987). In diesem Sinne sollte das Ziel Karlsruhes ebenso ein nachhaltiger Konsum und damit verantwortungsbewusster Konsum im Hinblick auf die Zukunftschancen künftiger Generationen sein.

4.6.1.CO₂-Minderungspotenziale

Ein nachhaltiger Konsum zeichnet sich durch einen ressourcenschonenden und damit auch CO₂-armen Fußabdruck aus. Zahlreiche CO₂-Rechner⁷¹ sind verbunden mit konkreten Handlungsempfehlungen für den Konsumenten, wie er seinen individuellen ökologischen Fußabdruck verringern kann. Im Allgemeinen geht es dabei um mehrere Stellschrauben, mit denen durch Konsumentenscheidungen Einfluss auf eine weltweit nachhaltige Entwicklung genommen werden kann. Folgende drei Fragen zeigen die Einflussmöglichkeiten nachhaltigen Konsums auf:

1) **Wie intensiv wird das Produkt genutzt?**

Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer bestimmen maßgeblich den ökologischen Fußabdruck. Wird das Produkt neu oder gebraucht erworben oder nur auf Zeit geliehen oder gemietet? Ist die gesamte Produktionskette inklusive des Ressourcenverbrauchs notwendig, damit der Erwerber der alleinige Nutzer des Gerätes wird? Je höher der Nutzungsgrad des Produktes ist, umso ressourcenschonender und CO₂-ärmer wird der Fußabdruck. Die Nutzungsdauer eines Produktes hängt ungewollt direkt mit der Langlebigkeit des Produktes zusammen und gewollt mit den persönlichen Entscheidungen der Konsumenten.

2) **Was wird konsumiert?**

Der Konsument kann entscheiden, ob er Erdbeeren im Januar aus Spanien oder im Sommer aus regionalem und ökologischem Anbau bezieht. Die CO₂-Bilanz bei regionalen und saisonalen Produkten ist wesentlich günstiger.

Mit dem teilweisen oder vollständigen Umstieg auf vegetarische oder rein pflanzliche Ernährung an Stelle von Fleisch kann ein großer Anteil an Treibhausgasen eingespart werden.

⁷¹ CO₂-Rechner: http://uba.klima-aktiv.de/umleitung_uba.html (UBA), <http://co2-rechner.wwf.de/wwf/> (WWF), http://greenpeace.klima-aktiv.com/umleitung_greenpeace.html (Greenpeace), http://www.lfu.bayern.de/energie/co2_rechner/index.htm (Bayrisches Landesamt für Umwelt), http://www.stadtwerke-karlsruhe.de/swka-de/inhalte/service/sparrechner/co2_rechner.php (SWK)

3) Was passiert nach der Nutzung mit dem Produkt?

Wird das konsumierte Produkt fachgerecht entsorgt? Zu welchem Anteil kann das Produkt recycelt werden und damit zurück in den Produktlebenszyklus fließen? Je höher die Recyclingquote ist, desto weniger Rohstoffe müssen zusätzlich gewonnen werden.

4.6.2. Hemmnisse und fördernde Faktoren

Um die Entwicklung zu einem nachhaltigeren Konsum in Karlsruhe zu fördern, ist es notwendig, die Hemmnisse für Verhaltensänderungen zu kennen und fördernde Faktoren zu stärken. Aus diesem Grund wurden im Rahmen eines Workshops mit einer Vielzahl von Karlsruher Akteuren mögliche Hemmnisse und Strategieansätze zur Überwindung der Hemmnisse diskutiert.

Die Teilnehmer des Expertenworkshops sind sich einig, dass es eine Vielzahl von Argumenten gibt, einen nachhaltigen Lebensstil zu führen: neben gesellschaftlichen und gesundheitlichen zählen auch finanzielle Vorteile dazu.

Einigkeit herrscht ferner darüber, dass ein Bewusstseinswandel nicht von heute auf morgen geschieht. Der Konsument darf nicht bevormundet werden, sondern er soll für das Thema sensibilisiert werden und ihm soll der Weg hin zu einem nachhaltigen Lebensstil ermöglicht und aufgezeigt werden. Aktionen und interaktive Projekte helfen, nachhaltigen Konsum greifbar, erlebbar und alltagsbezogen zu machen, damit dieser einfach umgesetzt werden kann. Es wird als unwahrscheinlich angesehen, dass der Konsument allein über eine Philosophie des Verzichts erreicht werden kann. Der direkte Nutzen für den Konsumenten muss zielgruppenorientiert herausgearbeitet werden. Nachhaltiger Konsum muss als attraktiv und modern empfunden werden können. So lassen sich zukünftig bisher ungewöhnliche Medien einsetzen, z.B. in Form von Telefonanwendungen („App“) und Online-Portalen. Zusätzlich müssen Maßnahmen dort ansetzen, wo die Negativfolgen nicht nachhaltigen Konsums verringert werden können.

Während das gleiche Niveau bei nachhaltigem Konsum von einer Gruppe als zu oberflächlich angesehen wird, empfindet eine andere Gruppe dieses Niveau bereits als Überforderung. Sensibilisierungsmaßnahmen sollten diese Diskrepanz aufgreifen und vermitteln, dass auch schon kleine Schritte sinnvoll und richtig sind. Auf diese Weise können möglichst viele Verbraucher einbezogen werden.

Inzwischen engagiert sich eine Vielzahl von ehrenamtlichen Aktionsgruppen in Karlsruhe im Bereich des nachhaltigen Konsums. Durch Professionalisierung könnten die oft von großem Engagement getragenen Aktivitäten mehr Aufmerksamkeit und Breitenwirkung erzielen. Die sichtbaren Erfolge ehrenamtlicher Aktionsgruppen zeigen, dass es nicht an Methoden und Ideen mangelt.

Auch wenn Informationen und Angebote zum nachhaltigen Konsum für den Interessierten verfügbar sind, ist das Bewusstsein für den Zusammenhang zwischen Konsum und Klimaschutz kaum vorhanden. Dies ist das entscheidende Hindernis dafür, dass die Zielgruppe der Konsumenten überhaupt erreicht wird.

Für die Effektivität von Sensibilisierungsmaßnahmen selbst müssen Aktions- und Beratungsangebote zielgruppenspezifisch (Ältere, Schüler, Familien, Migranten etc.) aufbereitet werden, und zwar in Bezug auf die Sprache, den Darstellungsstil und Argumentationslinien.

4.6.3. Maßnahmen

Mit den nachfolgenden Maßnahmen kann eine Sensibilisierung für das Thema „Nachhaltiger Konsum“ in der Bevölkerung unterstützt werden. Dabei wirken die Maßnahmen über den Konsum hinaus auch auf andere Lebensbereiche wie beispielsweise Wohnen/Bauen, Energie und Mobilität.

Stadt als nachhaltiger Essensanbieter

Die Stadt bietet in ihren Kantinen täglich Mittagsmenüs an, die zunehmend weniger Fleisch beinhalten.

Konsum

ten. In städtischen oder städtisch bezugsstufen Schulen, Kindertagesstätten, Krankenhäusern und Heimen erhalten regionale und ökologisch erzeugte Produkte grundsätzlich Vorrang. Mit Preissignalen zu Gunsten vegetarischer Menüs wird diese Gruppe von angebotenen Essen unterstützt. Da diese Maßnahme eine hohe Multiplikatorwirkung entfaltet, stellt sie im Bereich Konsum ein Leitprojekt dar.

Nachhaltiger Konsumführer

Das bestehende webbasierte Ökofair-Portal wird ausgebaut und als Telefonanwendung ("App") zur Verfügung gestellt. Nachhaltige Einzelhandelsanbieter, Restaurants, Unternehmen etc. erscheinen in Druckversion auf dem Stadtplan, der an Neubürger und Touristen kostenlos vergeben wird. Im Ökofair-Portal ist gleichzeitig ein Eventkalender integriert, der neben aktuellen klimafreundlichen Aktionen und Aktivitäten auch Informationen zu saisonalen Produkten beinhaltet. Dieser Kalender kann ebenfalls als Druckversion jährlich über den Müllkalender an die Karlsruher Bürger verteilt werden. Stadtplan und Jahreskalender haben einen QR-Code (Fotolink), mit dem man über sein Smartphone das Ökofairportal erreichen kann, und sich schließlich das Karlsruher „App“ zum nachhaltigen Konsum installieren kann.

Nachhaltigkeitszentrum

Die Stadt bietet ein regelmäßiges Angebot zu Nachhaltigkeitsthemen (z.B. Reparieren, „teilen statt besitzen“, Recycling) für verschiedene Zielgruppen an. Die Zielgruppe kann damit aktiv erleben, wie Nachhaltigkeit einfach umsetzbar ist. Ausgangspunkt ist ein Nachhaltigkeitszentrum, das mit anderen Akteuren oder selbständig zielgruppenorientiert und kontinuierlich Nachhaltigkeitsthemen anbietet. Zu den Themen könnten Vorträge und Workshops das Angebot ergänzen.

Öffentliche Beschaffung

Die Stadt als Vorbildträger muss ihren Einkauf nach allen drei Kriterien der Nachhaltigkeit ausrichten und damit ökologischen und sozialen Aspekten den gleichen Stellenwert wie der Wirtschaftlichkeit einräumen. Regelmäßige Fortschrittsberichte zeigen die Entwicklung und den Verbesserungsbedarf auf. Das Stadtmarketing kann die Aktivitäten und Erfahrungsberichte der Stadt kommunizieren und damit Authentizität schaffen.

Tab. 4-37: Maßnahmen im Bereich Konsum

Beschreibung	Status	Priorität	Zielgruppe	Akteure	Zeitraum	Minderungspotenzial	Techn. Realisierbarkeit
Stadt als nachhaltiger Essensanbieter	▪ neu	▪ Hoch	▪ Bürger	▪ Stadt	▪ Ab 2012	▪ nicht direkt quantifizierbar	▪ Sehr gut
Nachhaltiger Konsumführer	▪ Ökofair-Portal von Karlsruhe verfügbar	▪ Hoch	▪ Interessierte internetvernetzte Bürger, Neubürger, Touristen	▪ Stadt	▪ Ab 2012	▪ nicht direkt quantifizierbar	▪ Sehr gut
Nachhaltigkeitszentrum	▪ Aktive ehrenamtliche Gruppierungen	▪ Hoch	▪ Bürger	▪ Stadt	▪ Ab 2013	▪ nicht direkt quantifizierbar	▪ gut
Nachhaltige öffentliche Beschaffung	▪ Kriterien vorhanden, Umsetzung notwendig	▪ Hoch	▪ Bürger	▪ Stadt	▪ Ab 2012	▪ nicht direkt quantifizierbar	▪ Sehr gut

5. Strategieempfehlungen für einen Klimaschutzfahrplan

Die Studie hat bisher aufgezeigt, wie sich die CO₂-Emissionen Karlsruhes unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen entwickeln werden. Dabei haben Modellierungen für die verschiedenen Sektoren Auskunft gegeben, ob die auf den jeweiligen Sektor entfallende Emissionsminderung ausreichend ist, um in der Gesamtschau bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen. Ein von den Autoren sowie zahlreichen Experten in neun Workshops erarbeiteten Bündel von Einzelmaßnahmen und Leitprojekten dient dazu, den mit dem Klimaschutzkonzept 2009 gestarteten Prozess zur Verringerung der CO₂-Emissionen in Karlsruhe zu beschleunigen.

Die im Folgenden beschriebenen strategischen Empfehlungen und Hinweise sollen helfen, diesen Prozess abzusichern.

Maßnahmen und Leitprojekte

Die im Anhang beschriebenen Maßnahmen beruhen auf den Erfahrungen vieler Experten und Akteure in Karlsruhe. Sie spiegeln sowohl die Kenntnisse als auch die Erwartungen sehr unterschiedlicher Anspruchsgruppen wider und basieren auf einem breiten Konsens der beteiligten Akteure. Die Maßnahmen setzen dort an, wo in Karlsruhe Hemmnisse für wirksamen Klimaschutz bestehen. Auch wenn nicht alle Maßnahmen detailliert ausgearbeitet werden konnten, sind die wesentlichen Faktoren für eine Einschätzung der Erfolgswahrscheinlichkeit der Maßnahme angegeben. Über die Faktoren CO₂-Minderungspotenzial, finanzieller Aufwand, technische Realisierbarkeit, Umsetzungszeit, Akzeptanz und mögliche Nebeneffekte erhalten die Entscheidungsträger Anhaltspunkte für eine eigene Bewertung und mögliche Priorisierung.

Alle Maßnahmen mit den vier wichtigsten Faktoren wurden zudem in einem „**Steuerungstool**“ zusammengefasst. Mit seiner Hilfe kann über einzelne oder kombinierte Filter eine Auswahl der Maßnahmen unter dem Blickwinkel des jeweiligen Faktors getroffen werden. Das auf Microsoft Excel basierende Steuerungstool ist dieser Studie als CD beigelegt.

Besonders effiziente Maßnahmen wurden als **Leitprojekte** hervorgehoben. Die herausgehobene Stellung dieser Maßnahmen basiert auf ihrer besonderen Wirksamkeit, ihrer sehr hohen Wirtschaftlichkeit, ihrer Breitenwirkung oder ihrer Pilot- oder Multiplikatorfunktion.

Das Paket der Maßnahmen und Leitprojekte ist als Gesamtpaket zu verstehen. Die Umsetzung dieser oder mindestens vergleichbar wirksamer Maßnahmen wurde bei der Modellierung unterstellt. Dabei entfaltet sich die Wirkung einiger Maßnahmen erst zu einem späteren Zeitpunkt voll. Wie im Maßnahmenpaket des Klimaschutzkonzeptes 2009 sind auch hier die vorgeschlagenen Maßnahmen keine abschließende Aufzählung: technische Entwicklungen, Verschiebungen des Kosten-Nutzen-Verhältnisses oder andere Faktoren können zu einer Neubewertung der Maßnahme führen. Sofern jedoch wesentliche Teile des Maßnahmenpaketes nicht oder nur mit deutlichen Verzögerungen in die Umsetzung gelangen, wird ohne gleichwertige Ersatzmaßnahmen die Erreichung des Klimaziele sehr unwahrscheinlich.

Der Maßnahmenkatalog, der im Rahmen der Studie Klimaneutrales Karlsruhe 2050 mit zahlreichen Akteuren entwickelt wurde, wird abhängig von der Entwicklung der äußeren Rahmenbedingungen noch durch weitere Aktivitäten ergänzt werden müssen. Dabei ist zu erwarten, dass in der Auseinandersetzung mit den politischen und gesellschaftlichen Akteuren (Bürger, Unternehmen, Verwaltung, Verbände etc.) intensive Diskussionen über die Verteilung der Einsparziele auf die einzelnen Sektoren, Wechselwirkungen von Maßnahmen zwischen den Bereichen, Priorisierung und zeitliche Abfolge von Maßnahmen sowie Zweckmäßigkeit von regulatorischen und Fördermaßnahmen zu erwarten sind. Hierzu wird als **weiterführende Idee für ein Leitprojekt ein Klimaschutz-Navigator** vorgeschlagen. Der Klimaschutz-Navigator ist ein PC-basiertes interaktives Entscheidungshilfe-Instrument für kommunale Klimaschutzkonzepte. Er stellt eine Möglichkeit dar, die Handlungsmöglichkeiten und die CO₂-Minderungswirkung von vorgeschlagenen und umgesetzten Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen darzustellen, sowie dem Nutzer die Auswirkungen seiner eigenen Vorstellungen und Überlegungen (Auswahl von Einzelmaßnahmen) auf das Gesamtergebnis (z.B. CO₂-Ausstoß, Kosten) zu verdeutlichen und so interaktiv und „spielerisch“ ein Verständnis für die Sinnhaftigkeit dieser Vor-

stellungen zu entwickeln. Somit wird statt weniger Szenarien, die möglicherweise als „willkürlich“ empfunden werden, eine „Multi-Szenario“-Technik möglich. Eine Optimierung führt der Benutzer durch, indem er mehrere Routen verfolgt bei denen er unterschiedliche Maßnahmenkombinationen wählt und die Wirkung dieser Kombinationen erfährt. Das Konzept ist im Anhang näher erläutert.

Ein solcher Klimaschutznavigator könnte zunächst von den 9 Kommunen, die Machbarkeitsstudien zur Klimaneutralität erstellt haben, genutzt und getestet werden, wäre aber auch skalierbar auf Landes- oder Bundesebene.

CO₂-Monitoring und Steuerung

Ein engagiertes Klimaschutzkonzept erfordert ein kontinuierliches und zeitnahe Monitoring, um sicherzustellen, dass die angestrebten Ziele erreicht und ggf. Steuerungsmaßnahmen getroffen werden. Für das Klimaschutzkonzept 2009 wurde daher festgelegt, die Klimabilanz in einem drei bis vier Jahres-Rhythmus zu aktualisieren und jährlich über die Fortschritte zu berichten. Die großen zeitlichen Abstände bei der CO₂-Bilanz erlauben keine zeitnahe Prüfung, ob sich die tatsächlichen Emissionen auf dem angestrebten Pfad befinden und erschweren zugleich eine frühzeitige Reaktion auf mögliche Fehlentwicklungen. Die Autoren empfehlen daher, zumindest eine vereinfachte Klimabilanz mit Kernindikatoren in kürzeren Abständen fortzuschreiben.

Klimaschutzziel für Karlsruhe 2020 als geeigneter Meilenstein ?

Bei der Betrachtung der erwarteten Minderungspfade in den drei Szenarien wird deutlich, dass das errechnete Ziel des Klimaschutzkonzeptes 2009 für 2020 von minus 27 % gegenüber 2007 bei den CO₂-Emissionen nur im Szenario *engagierte Welt* auf dem Pfad zur Klimaneutralität liegt. Da es bislang keine Anhaltspunkte dafür gibt, dass sich die Welt vom *Referenzszenario* zur *engagierten Welt* verändern wird, wäre ein blindes Vertrauen auf diese Entwicklung fahrlässig. Das gleiche gilt für die Annahme, dass mit fortschreitender technischer Entwicklung Emissionsminderungen künftig leichter und preiswerter würden und ein späterer Start eines über das Klimaschutzkonzept 2009 hinausgehenden CO₂-Minderungsprogramms keine negativen oder sogar positive Auswirkungen auf die Erreichung des 2-Tonnen-Ziels hätte. Wenn in Karlsruhe das Ziel der CO₂-Neutralität bis 2050 erreicht werden soll, müssen die Maßnahmen so gewählt werden, dass auch unter ungünstigen Rahmenbedingungen in einem ausreichenden Umfang Emissionen gemindert werden. Neben der Überprüfung des Minderungsziels für 2020 sollten auch für die kommenden Dekaden Minderungsziele, etwa im Abstand von 5 Jahren, verbindlich festgelegt werden. Angesichts des langen Zeitraums von fast vier Jahrzehnten müssen neben der Zielerreichung auch die Pfade und Zwischenziele mit den eingetretenen Ergebnissen verglichen, überprüft und falls notwendig angepasst werden. Mit dem Leitprojekt „Klimaschutz-Navigator“ könnte ein Instrument geschaffen werden, das die Diskussion der Akteure unterstützt und bei der Entscheidung hilft, rechtzeitig die richtigen Maßnahmen zu treffen. Dieses wäre auch für andere Kommunen anwendbar.

Kompensation als zulässige Ausgleichsmaßnahme für Klimaneutralität ?

Sofern Karlsruhe Gefahr läuft, trotz der Maßnahmen und Leitprojekte das Klimaschutzziel von 2 Tonnen pro Kopf und Jahr bis 2050 durch ungünstigere äußere Rahmenbedingungen wie im Referenzszenario oder der zögernden Welt zu verfehlen, müsste es zusätzliche weitergehende Maßnahmen ergreifen, möglicherweise in erheblichem Umfang und mit erheblichem Aufwand. Als Handlungsoption, nicht als Ausweichmanöver, stellt sich die Frage, ob Maßnahmen Karlsruhes in anderen Ländern geboten sind, in denen mit dem gleichen finanziellen Aufwand größere CO₂-Minderungen erzielbar sind. Dort lassen sich Minderungen häufig zu etwa einem Zehntel der Kosten realisieren. Zunächst sollte jedoch das Potenzial wirtschaftlich rentabler Maßnahmen in Karlsruhe erschlossen werden.

Unter bestimmten Voraussetzungen kann sich Karlsruhe zertifizierte Emissionsminderungen aus Projekten der internationalen Entwicklungszusammenarbeit gutschreiben lassen. Der wichtigste Aspekt ist, dass ein Transfer von Minderungsmengen nicht dazu führen darf, dass in Karlsruhe oder den Gastländern notwendige und zumutbare Minderungsverpflichtungen umgangen werden. Zudem muss der Transfer nach internationalem Recht möglich sein. Notwendig ist auch die Einhaltung anerkannter Standards, die in den vergangenen Jahren entwickelt wurden (z.B. gold standard). Ferner müssen Projektentwickler und Projekte sorgfältig ausgewählt werden. Unter diesen strengen Bedin-

gungen kann eine Kompensation vernünftig und geboten sein, zumal Karlsruhe derzeit noch weit vom klimaverträglichen 2-Tonnen-Ziel entfernt ist und sich wie alle Kommunen in den Industrienationen einen Teil der niedrigen Emissionen der Entwicklungsländer „borgen“ muss⁷².

Die Rolle der Stadt

In fast allen Workshops wurde die wichtige künftige Schlüsselrolle der Stadt beim Klimaschutz betont. Dies bezieht sich zum einen auf den Vorbildcharakter beim aktiven Klimaschutz. Authentisches und glaubwürdiges Fordern und Motivieren setzt die Anwendung der gleichen Maßstäbe im eigenen Verantwortungsbereich voraus. Hier hat die Stadt Karlsruhe trotz vieler positiver Einzelbeispiele noch Nachholbedarf, z. B. im Gebäudebereich, wie die Ergebnisse des eea® zeigen. Gerade an den öffentlichen Einrichtungen wie Krankenhäusern, Bädern, Schulen oder am Rathaus muss das städtische Bekenntnis zur Klimaneutralität durch sichtbare und messbare Maßnahmen ablesbar sein. Als Arbeitgeber von rund 14.000 Beschäftigten bei Stadtverwaltung und städtischen Gesellschaften sowie als Auftraggeber wirkt die Vorbildfunktion nach innen wie nach außen.

Eine **Maßnahme** ist daher die **klimaneutrale Stadtverwaltung**. Die Stadtverwaltung hat direkten und indirekten Einfluss auf einen wesentlichen Teil der CO₂-Emissionen im Stadtgebiet. Sollte sie sich entscheiden bis 2030 CO₂-neutral zu werden, so würde dadurch nicht nur ein wichtiger Beitrag zur CO₂-Reduktion geleistet; dies hätte auch einen kaum zu überschätzenden Vorbild- und Motivations-effekt für andere Akteure in der Stadt.

In Karlsruhe finden Neubauten im kommunalen Bereich in Zukunft nur in sehr geringem Umfang statt. Handlungsmöglichkeiten ergeben sich deshalb durch energetische Sanierungen der bestehenden Bausubstanz. Da die Bestandssanierung in Deutschland allgemein der Bereich ist, in dem am meisten Energie eingespart werden kann, würden Vorzeigemaßnahmen nicht nur in Zukunft den kommunalen Finanzhaushalt entlasten, sondern auch in Karlsruhe und darüber hinaus Vorzeigecharakter besitzen. Lokal und regional gesehen würde besonders die energetische Sanierung des Rathauses Beachtung finden. Das Beispiel der energetischen Sanierung dieses alten Weinbrennerhauses unter Wahrung des originalen Charakters wäre richtungweisend für ähnliche Gebäude in der Stadt und der Region. Hohe Einsparungen könnten aber auch in der energetischen Sanierung von Funktionsbauten der 50er und 60er Jahre erzielt werden. Zusätzlich wäre es sinnvoll die Straßenbeleuchtung inklusive der Ampelanlagen auf energiesparsame LED-Systeme umzustellen, die neben der Energie- und CO₂-Einsparung auch eine deutliche Verringerung der Serviceintervalle und damit weitere Kosteneinsparungen bedeuten. Ein weiterer wesentlicher Bereich der klimaneutralen Stadtverwaltung ist die Berücksichtigung von Klimaskriterien im Beschaffungswesen. In diesem Feld hat die Stadt einen sehr großen Gestaltungsspielraum (s. M-K2 und M-GV3).

Sollte die Stadtverwaltung den Beschluss fassen, bis 2030 in ihrem Einflussbereich CO₂-neutral zu werden, so wäre dies ein über Baden-Württemberg hinausreichendes Beispiel für die mögliche Verantwortung, die eine Stadt übernehmen kann.

Zum zweiten kann die Stadt ihre Rolle als Netzwerkknoten noch deutlich ausbauen. Sie wird bislang bei den Anspruchsgruppen noch nicht als Motor für ambitionierten Klimaschutz in Karlsruhe wahrgenommen, auch wenn einzelne Aktivitäten der Vergangenheit erkennbare Wirkung zeigen. Der städtische Anteil an den CO₂-Gesamtemissionen beträgt nur rund 2,2 %, so dass wesentliche Emissionsminderungen vor allem im unmittelbaren Handlungsbereich anderer Akteure erzielbar sind. Daher zielen viele Maßnahmen darauf ab, die Hemmnisse bei diesen Akteuren zu verringern. Kontinuierliche Information und Motivation seitens der Stadt sind Grundvoraussetzungen hierfür und auf langfristige Wirkung ausgelegt. So wünschen sich beispielsweise Unternehmen mehr öffentliche Anerkennung für engagierten Klimaschutz. Energieeffizienznetzwerke, bei denen die Ergebnisse und Erfolge öffentlich gewürdigt und verbreitet werden, sind ein möglicher und besonders wirksamer und kostengünstiger Ansatz.

Durch einen überzeugenden Klimaschutzfahrplan bis 2050 kann Karlsruhe durchaus die gleiche Wir-

⁷² WBGU 2009

Strategieempfehlungen für einen Klimaschutzfahrplan

kung erzielen wie es beim öffentlichen Personennahverkehr gelungen ist. Die Multiplikatorwirkung war auch der bestimmende Zweck des Landesprogramms, mit dem diese Studie gefördert wird. Klimaneutralität als kommunales strategisches Langfristziel ist keine momentane Marketingaktion, sondern hat in ersten kommunalen Netzwerken auf Bundes- und Landesebene eine rasant zunehmende Bedeutung erlangt⁷³. Karlsruhe kann als Mitglied der „first mover“ mit dem klaren Ziel der Klimaneutralität und einem messbaren Klimaschutzfahrplan seinen Platz in der Reihe anderer engagierter Kommunen zu Recht einnehmen.

⁷³ Klima-Bündnis <http://www.klimabuendnis.org/national-policy-germany0.html?&L=1>
Covenant of Mayors http://www.konventderbuergemeister.eu/index_de.html
100 % Erneuerbare-Energie-Regionen <http://www.100-ee.de/>

6. Quellenverzeichnis

- AfS (Amt für Stadtentwicklung) (Hrsg.) (2008): *Wohnen und Bauen in der Stadt – 7.Sachstandsbericht 2008*. Karlsruhe.
- AfS (Amt für Stadtentwicklung) (Hrsg.)(2010): *Daten und Fakten 2010*, Stadt Karlsruhe.
- AfS (Amt für Stadtentwicklung) (Hrsg.) (2010a): *Statistisches Jahrbuch 2010*. Stadt Karlsruhe.
- AfS (Amt für Stadtentwicklung) (Hrsg.) (2011): *Daten und Fakten*, 36. Auflage, August 2011
- AfS (Amt für Stadtentwicklung) (Hrsg.)(2011a): *Statistisches Jahrbuch 2011*, Stadt Karlsruhe
- AGEB (AG Energiebilanzen e.V.) (2009): *Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland 1990-2007 und Auswertungstabellen 1990-2008*. Stand 28. Oktober 2009. DIW Berlin, EEFA, Köln, online verfügbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de> [letzter Aufruf am 4.11.2011].
- Ahrens, G.-A. (2009). *Endbericht zur Verkehrserhebung Mobilität in Städten – SrV 2008 und Auswertungen zum SrV-Städtepegel*. Dresden.
- Albrecht, T. et al. (2010): *Zum Sanieren motivieren – Eigenheimbesitzer zielgerichtet für eine energetische Sanierung gewinnen*. Projektverbund ENEF-Haus (Hrsg.).
- BINE (2010): *Integrales Energiekonzept für ein Wohnquartier*, BINE Informationsdienst, Projektinfo 01/10.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) / VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) (2010): *In Deutschland Fortschritt produzieren – Effizienzfabrik – Innovationsplattform Ressourceneffizienz in der Produktion*. Frankfurt a.M.
- BMU (Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2010): *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global "Leitstudie 2010"*, Berlin.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) / BBSR (Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung) (Hrsg.) (2009): *Benchmarks für die Energieeffizienz von Nichtwohngebäuden*, BBSR-Online-Publikation 09/2009.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2011a): *Weißbuch Innenstadt. Starke Zentren für unsere Städte und Gemeinden*. Berlin, Bonn.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2011b): *Pilotphase für integrierte energetische Quartierskonzepte ab 15.11.2011*, Pressemitteilung, 14.11.2011.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (Hrsg.) (2010): *Studie: Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, Projekt Nr. 12/10*, Berlin.
- BMWi (Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie) (2009): *Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006*, Projektnummer 45/05, Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Karlsruhe, München, Nürnberg.
- BNN (2011): *Investitionen in Klimaschutz – Das Energie-Effizienz-Netzwerk zieht eine erste Bilanz*, BNN Ausgabe vom 18.10.2011
- Braun, S. et al. (2011): *Morgenstadt*. In: Forum Nachhaltig Wirtschaften. 04/2011, S. 10-53
- CO₂online gGmbH (2011): *Heizatlas*. online verfügbar unter: <https://ratgeber.co2online.de> [letzter Aufruf am 10.08.2011].
- DBB (Deutscher Brauer-Bund) (2009): *Die deutsche Brauwirtschaft in Zahlen 2008*. Berichte des Deut-

Quellenverzeichnis

- schen Brauer-Bundes, Berlin. Stand 31.Dezember 2009, online verfügbar unter: [http://www1.brauer-nord.de/brauer9.nsf/e7a291052e43215e852567240071e2ad/3153338b91266fc6c125760a0033a16d/\\$FILE/Die%20deutsche%20Brauwirtschaft%20in%20Zahlen%202008.pdf](http://www1.brauer-nord.de/brauer9.nsf/e7a291052e43215e852567240071e2ad/3153338b91266fc6c125760a0033a16d/$FILE/Die%20deutsche%20Brauwirtschaft%20in%20Zahlen%202008.pdf) [letzter Aufruf am 27.10.2011].
- dena (2011a): *Hausbesitzer sanieren immer weniger*. online verfügbar unter: <http://www.dena.de/themen/thema-bau/pressemitteilungen/pressemitteilung/hausbesitzer-sanieren-immer-weniger/> [letzter Aufruf am 26.10.2011].
- dena (2011b): *effizient-mobil: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung von „effizient-mobil“*. Online verfügbar unter: <http://www.effizient-mobil.de/> [letzter Aufruf am 11.10.2011]
- Difu (Deutsches Institut für Urbanistik) (Hrsg.) (2011): *Klimaschutz in Kommunen: Praxisleitfaden*. Berlin.
- DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) Vornorm DIN V 4108-6: 2003-06: *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs*.
- EC JRC (European Commission, Joint Research Centre) (2011): *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), Interactive Maps*. online verfügbar unter: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php> [letzter Aufruf am 22.08.2011].
- EnBW (Energie Baden-Württemberg AG) (2011): *Der steinkohlebefeuerte Block RDK 8*. online verfügbar unter: http://www.enbw.com/content/de/der_konzern/enbw/neubauprojekte/steinkohlekraftwerk_rdk_8/index.jsp [letzter Aufruf am 05.08.2011].
- Forster, P. et al (2007): *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing* In: Solomon, S. et al (eds.): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Geden, O. (2010): *Der langsame Abschied vom 2-Grad-Ziel – Ein klimapolitisches Symbol steht vor der Ablösung*. In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* Jg. 60 Heft 8, S.24-27.
- Habermehl & Follmann; Stadt Karlsruhe (2011): *Verkehrsentwicklungsplan Karlsruhe – Vorinformation zum 4. Verkehrsforum am 14. Juli 2011 – Wirkungsanalyse der Szenarien*. Karlsruhe.
- IEA (Internationale Energieagentur) (Hrsg.) (2010): *World Energy Outlook 2010*, Paris.
- Ifeu (2010): *Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030 (TREMODO, Version 5)*. Endbericht. Heidelberg.
- Infas/DLR/BMVBS (2009). *Alltagsverkehr in Deutschland. Struktur - Aufkommen - Emissionen - Trends. Bonn. Mobilität in Deutschland MID 2008 – Ergebnispräsentation*. Bonn.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (Hrsg.) (2007): *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Valencia.
- IWO (Institut für Wärme und Oeltechnik e.V.) (2011): *Rechtliche Rahmenbedingungen*. online verfügbar unter: <http://www.iwo.de/fachwissen/rechtliche-rahmenbedingungen/> [letzter Aufruf am 08.09.2011].
- IWR (Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien) (2011): *ORC-Anlagen*. online verfügbar unter : <http://www.iwr.de/orc-anlagen/> [letzter Aufruf am 16.08.2011].

- IWU (Institut Wohnen und Umwelt GmbH) (2005): *Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze*. Darmstadt.
- KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) (2011): *Energiewende in Deutschland – ein Einstieg in das post-fossile Zeitalter?* In: KfW-Research, Akzente Heft 48, Frankfurt a. Main.
- Köwener, D., Jochem, E. und Miliecke, U. (2011): *Energy Efficiency Networks for companies – Concepts, achievements and prospects*, ECEEE 2011
- KWKG (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz) (2009): *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung*. KWKG 2002, zuletzt geändert durch Art. 5 G v. 21.08.2009.
- LIV (Landesverband des Schornsteinfegerhandwerks Baden-Württemberg) (2009): *Altersstruktur der Feuerungsanlagen für Bezirksschornsteinfegermeister*.
- Loga, T. (2009): *Standard EnEV 2007/2009 + EnEWG (ErneuerbareEnergienWärmeGesetz)*, online verfügbar unter: <http://www.iwu.de/downloads/fachinfos/fachtagungen/bauen-und-sanieren-mit-passivhauskomponenten/> [letzter Aufruf am 15.09.2011].
- Loga, T., Imkeller-Benjes, U. (1997): *Energiepaß Heizung/Warmwasser – Energetische Qualität von Baukörpern und Heizungssystemen*. IWU (Institut Wohnen und Umwelt GmbH) (Hrsg.), Darmstadt.
- LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (Hrsg.) (2009): *Klimawandel in Baden-Württemberg: Fakten – Folgen – Perspektiven*. Karlsruhe.
- Prognos (2010): *Studie – Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung*, Projekt Nr. 12/10
- Prograns (2007): *Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050*. Basel.
- Projekt 30 Pilot-Netzwerke (2011) *Zweiter Newsletter März 2011*. online verfügbar unter: www.30pilot-netzwerke.de/nw-de/downloads/newsletter/30-PNW_Newsletter_Maerz_2011.pdf [letzter Aufruf am 24.10.2011]
- Renssen, S. van (2011): *European refineries face 'dramatic' future*. European Petroleum Industry Association, Brussels.
- RWI (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung) (2009): *Die Klimavorsorgeverpflichtung der deutschen Wirtschaft – Monitoringbericht 2008*. Essen.
- Schröter, M., Weißfloch, U. und Buschak, D. (2009): *Energieeffizienz in der Produktion – Wunsch oder Wirklichkeit? Energieeinsparpotenziale und Verbreitungsgrad energieeffizienter Techniken*, Modernisierung der Produktion, Mitteilungen aus der ISI –Erhebung, Nr. 51, November 2009
- Servicestelle Kommunaler Klimaschutz (2011): *Informationen online verfügbar unter: <http://www.kommunaler-klimaschutz.de/>* [letzter Aufruf am 4.11.2011]
- SISKA (2011): Statistisches Informationssystem Karlsruhe. *Sachgebiet 03: Bauen und Wohnen, Wohnungen und Wohngebäude seit 1950*. online verfügbar unter : <http://www1.karlsruhe.de/Stadtentwicklung/siska/sgt/sgt03010.htm> [letzter Aufruf am 09.08.2011].
- Socialdata (2002): *Mobilitätsdaten: Verkehrsmittelwahl*. online Verfügbar unter: http://www.socialdata.de/daten/vm_d.php (letzter Aufruf am 11.10.2011).
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2011): *Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung*. Sondergutachten, Berlin.
- Stadt Karlsruhe (2010b): *Klimaschutz in Karlsruhe - 1. Fortschrittsbericht 2010 –* , Stadt Karlsruhe Umwelt- und Arbeitsschutz.

Quellenverzeichnis

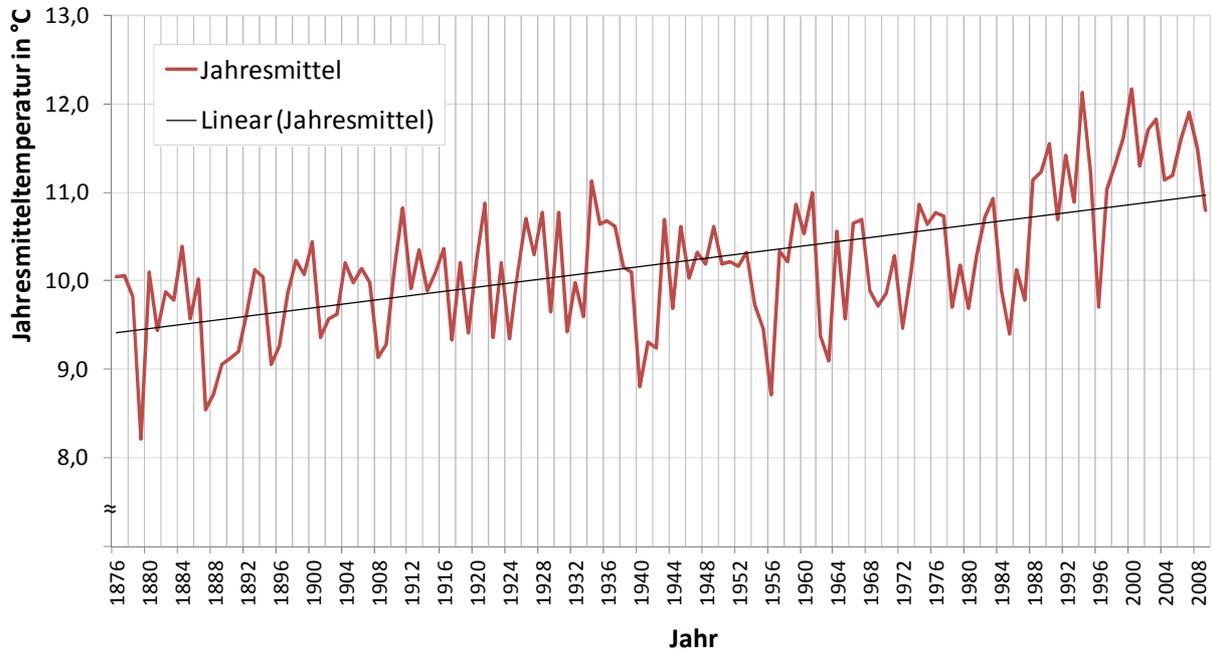
- Stadt Karlsruhe (2009): *Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009 – Handlungsrahmen für den kommunalen Klimaschutz*, Karlsruhe.
- StaLa BW (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg) (2011): *Informationen siehe <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/Tabelle.asp?H=BevoelkGebiet&U=03&T=98015021&E=GA&A=Karlsruhe&R=GE212000>* [letzter Aufruf am 4.11.2011]
- Statistisches Bundesamt (2008): Fachserie 4, Reihe 3.1, Produktion im Produzierenden Gewerbe.
- Statistisches Bundesamt (2009): *Erhebung über die Energieverwendung. Energieverbrauch nach Energieträgern. Berichtszeitraum 2007 sowie Stromerzeugungsanlagen 2007 der Betriebe im Bergbau und Verarbeitenden Bergbau. Brennstoffeinsatz für die Strom- und/oder Wärmeerzeugung nach Energieträgern*. Wiesbaden.
- SWK (Stadtwerke Karlsruhe) (Hrsg.) (1996): *Karlsruher Energiekonzept*.
- SWK (Stadtwerke Karlsruhe) (Hrsg.) (2010): *Trinkwasser und Energie jederzeit für Sie – Geschäftsbericht 2010 des Konzerns Stadtwerke GmbH und der Stadtwerke Karlsruhe Netze GmbH*.
- SWK (Stadtwerke Karlsruhe) (Hrsg.) (2011a): *Umwelterklärung 2011 mit Klimareport – Aktualisierte Kennzahlen*. Karlsruhe.
- SWK (Stadtwerke Karlsruhe) (Hrsg.) (2011b): *Homepage der Stadtwerke Karlsruhe*. Online verfügbar unter: www.stadtwerke-karlsruhe.de [letzter Aufruf am 13.10.2011].
- VBK (Verkehrsbetriebe Karlsruhe) (2011): *VBK-Fahrgäste fahren zu 100 Prozent mit Ökostrom*. Pressemitteilung vom 14.8.2011.
- VDF (Verband der Fleischwirtschaft e.V.) (2009): *Wirtschaftliche Entwicklung 2008. Jahresbericht des Verbandes der Fleischwirtschaft 2008/2009*. Bonn. online verfügbar unter: http://www.v-d-f.de/download/SHOW/pdf_ablage/jahresbericht_2008_2009/ [letzter Aufruf am 24.10.2011].
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (Hrsg.) (2009): *Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz: Sondergutachten*. Berlin.
- Witzenhausen Institut (2010): *Machbarkeitsstudie zur Biomasseverwertung in der Stadt Karlsruhe*, Studie im Auftrag der Stadt Karlsruhe (Umwelt- und Arbeitsschutz)
- WWF (World Wide Fund For Nature) (2009): *Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken*. Basel, Berlin.

Teil II - Anhang

7. Anhang

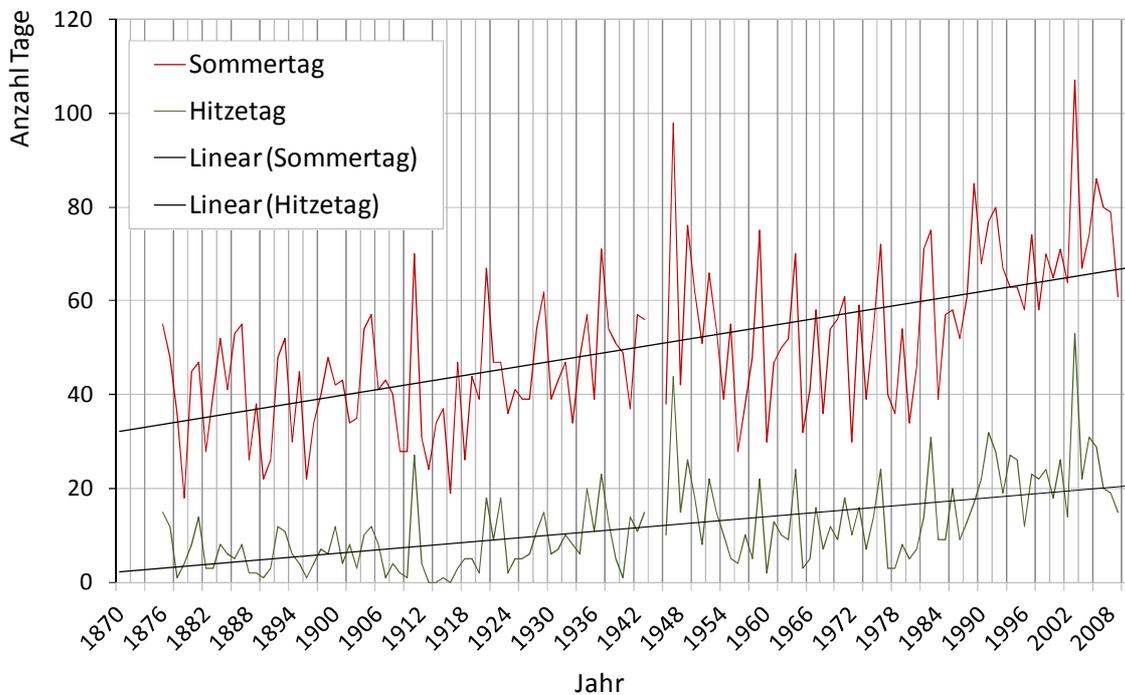
7.1. Klimatische Ausgangssituation

Tab. 7-1: Jahresmitteltemperaturen in Karlsruhe, 1876 - 2009



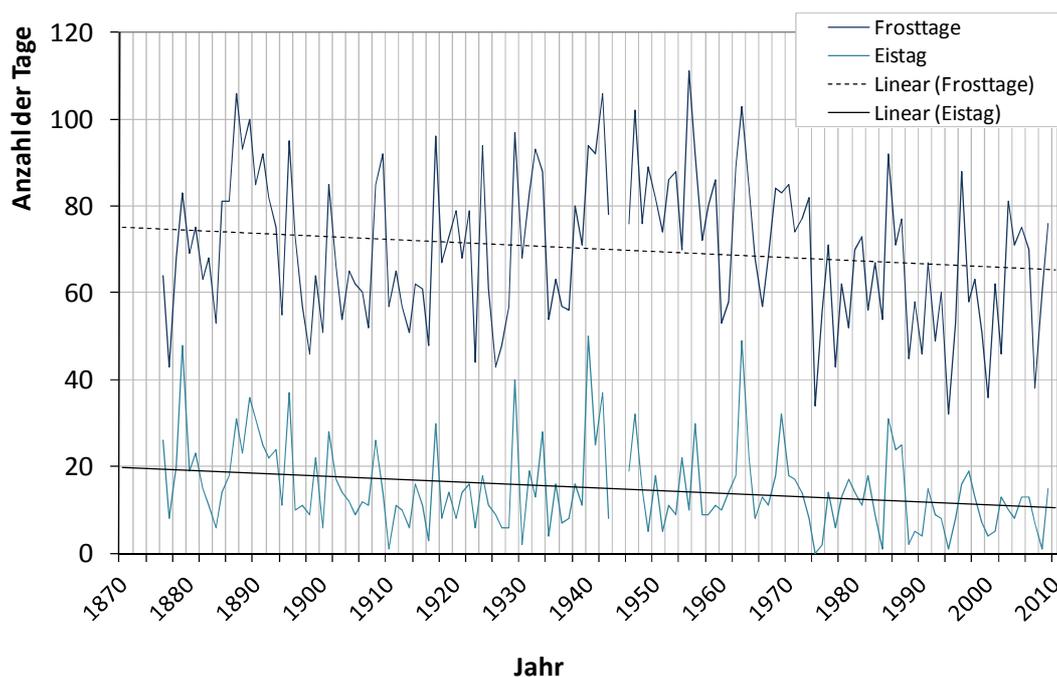
Quelle: Deutscher Wetterdienst 2011

Tab. 7-2: Anzahl der Sommer- und Hitzetage in Karlsruhe, 1876 - 2009



Quelle: Deutscher Wetterdienst 2011

Tab. 7-3: Anzahl der Eis- und Frosttage in Karlsruhe, 1876 - 2009



Quelle: Deutscher Wetterdienst 2011

7.2. Klimabilanz

Tab. 7-4: CO₂-Bilanz in Karlsruhe, 2007 (witterungskorrigiert, inklusive Verkehr)

in 1000 Tonnen CO ₂	Erdgas	Fernwärme	Heizöl EL	Sonstiges	Strom	Kraftstoffe	Summe	Anteil
Private Haushalte	262,51	46,48	82,04	0,55	287,66	-	679,24	21,1%
GHD	141,40	75,43	67,47	0,09	321,95	-	606,33	18,8%
Industrie	329,45	13,25	19,29	59,29	817,88	-	1.239,15	38,5%
Stadt	12,49	13,33	1,25	0,03	34,93	-	62,03	1,9%
Verkehr	-	-	-	-	23,42	611,78	635,20	19,7%
Summe	745,84	148,48	170,05	59,97	1.485,82	611,78	3.221,94	

Quelle: IFEU 2009

Tab. 7-5: Endenergiebilanz in Karlsruhe, 2007 (witterungskorrigiert, ohne Verkehr)

in 1000 Tonnen CO ₂	Erdgas	Fernwärme	Heizöl EL	Sonstiges	Strom	Summe	Anteil
Private Haushalte	1.151	224	256	11	453	2.096	29,0%
GHD	620	364	211	2	507	1.704	24,0%
Industrie	1.445	64	60	299	1.288	3.157	44,0%
Stadt	55	64	4	41	55	219	3,0%
Summe	3.271	717	531	353	2.303	7.175	

7.3. Szenarien

Tab. 7-6: Unterscheidungskriterien der Szenarien im Vergleich

	2008	Referenz	Zögernde Welt	Engagierte Welt
Personen pro Haushalt	2,1	1,9	1,8	2,0
Anstieg Wohnfläche in qm / Haushalt gegenüber 2008		+6,2%	+5,8%	+7,1%
Wirtschaftsentwicklung Deutschland		+ 40%	+38%	36%
Wirtschaftsentwicklung Karlsruhe		+ 45%	44,5%	42%
Importpreis Öl USD / Barrel	94	130	143	306
Industriepreis leichtes Heizöl € / t	787	1.275	1.403	2.142
Industriepreis schweres Heizöl € / t	394	1.053	1.158	1.661
Industriepreis Erdgas €-Cent / kWh	3,5	5,1	5,6	10,0
Industriepreis Steinkohle € / t	118	263	289	440
Haushaltspreis Heizöl €-Cent / l	77	134	147	206
Haushaltspreis Heizgas €-Cent / kWh	7,1	9,1	10,0	15,3
Kaminholz € / Ster	82	125	141	156
Raffinerie Karlsruhe	Aktuelle Kapazität	aktuelle Kapazität	aktuelle Kapazität	Halbe aktuelle Kapazität

7.4. Modellierungen

7.4.1. Private Haushalte – Vorgehen bei der Maßnahmenmodellierung

Im Rahmen der Studie wird der Heiz- und Warmwasserbedarf für den Sektor private Haushalte ausgehend von der Gebäudebestandsstruktur in Karlsruhe, wie sie in der folgenden Tabelle abgebildet ist, ermittelt.

Tab. 7-7: Gebäudebestandsstruktur in Karlsruhe in Anlehnung an die deutsche Gebäudetypologie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU)

Baualterklasse nach IWU Gebäudetypologie	Baualter	Anzahl der Gebäude in Karlsruhe				Summe Gebäude	Anteile der Baualterklassen
		EFH	ZFH	MFH	GMF		
D	vor 1950-1957	10.776	2.309	3.761	220	17.066	43%
E	1958-1968	3.860	827	379	33	5.099	13%
F	1969-1978	3.658	784	1.436	31	5.909	15%
G	1979-1983	1.900	407	663	0	2.970	8%
H	1984-1994	3.068	657	964	0	4.689	12%
I	1995-2001	1.420	304	372	0	2.096	5%
J	2002-2007	813	174	134	0	1.121	3%
K	2007-2009	349	75	58	0	482	1%
L	2010	109	23	18	0	150	0,4%
Summe Gebäude		25.953	5.560	7.785	284	39.582	
Gebäudetyppverteilung		66%	14%	20%	1%		

Der jährlichen Energiebedarf für Heizwärme und Warmwasser in privaten Haushalten wurde in Anlehnung an die Berechnungsmethode der DIN V 4108-6: 2003-06 „Wärmeschutz und Energie-

Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs“ und des „Energiepaß Heizung/Warmwasser“ ermittelt. Die Berechnung wird im Folgenden mit Hilfe von Formeln im Detail beschrieben. Die nachstehenden Symbole werden hierbei verwendet.^{74 75}

Tab. 7-8: Symbolverzeichnis für die PH

Symbol	Bezeichnung	Einheit
AEB,a	Energiebezugsfläche (beheizte Wohnfläche nach IWU, 2005) im Jahr a	[m ²]
A _i	Fläche des Bauteils i (IWU, 2005)	[m ²]
AF,i	Fensterfläche mit Orientierung i (IWU, 2005)	[m ²]
AG _{i,a}	Grad der Ausstattung der Haushalte mit Gerät i im Jahr a	[-]
EF _{i,a}	Spezifische CO ₂ -Emissionen des Energieträgers i im Jahr a	[g/kWh]
EF _{El,a}	Spezifische CO ₂ -Emissionen für Strom im Jahr a	[g/kWh]
EMS _{CO2,a}	gesamte CO ₂ -Emissionen im Jahr a	[t]
ET _{i,a}	Anteil des Energieträgers i am Gesamtwärmebedarf im Jahr a	[%]
f _i	Reduktionsfaktor Transmissionswärmeverluste des Bauteils i	[-]
G _i	Globalstrahlung während der Heizzeit auf eine Fläche mit Orientierung i	[kWh/(m ² a)]
g _{senkr,i}	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung (für Globalstrahlung bei senkrechter Einstrahlung)	[-]
HH _a	Anzahl der Haushalte in Karlsruhe im Jahr a	[Stk]
k _{i,a}	k-Wert des Bauteils i, in Anlehnung an IWU, 2005, Tab. 4-4 und in Abhängigkeit von der Umsetzungsrate der energetischen Sanierung im Jahr a	[W/(m ² K)]
n	energetisch wirksamer Luftwechsel	[h ⁻¹]
n _{Anlage}	durch die Lüftungsanlage erbrachter mittlerer Luftwechsel	[h ⁻¹]
n _{Rest}	Restluftwechsel durch Undichtigkeiten und (unvermeidliches) Öffnen von Türen	[h ⁻¹]
NG _{i,a}	Jahresnutzungsgrad der Anlagentechnik des Energieträgers i im Jahr a	[-]
Q _{El,a}	Gesamtstrombedarf im Jahr a	[kWh/a]
q _{El,i,a}	Spezifischer Strombedarf des Haushaltsgerätes i im Jahr a	[kWh/a]
Q _{G,a}	nutzbare Wärmegewinne im Jahr a	[kWh/a]
Q _{H,a}	Heizwärmebedarf im Jahr a (Nutzenergiebedarf Raumwärme)	[kWh/a]
q _i	Wärmeabgabe-Leistung innerer Wärmequellen in der Heizzeit pro m ² Energiebezugsfläche	[W/m ²]
Q _{J,a}	innere Wärmequellen im Jahr a	[kWh/a]
Q _{L,a}	Lüftungswärmeverluste im Jahr a	[kWh/a]
Q _{N,a}	Endenergiebedarf Heizwärme im Jahr a	
Q _S	solare Einstrahlung im Jahr a	[kWh/a]
Q _{T,a}	Transmissionswärmeverluste im Jahr a	[kWh/a]
Q _{V,a}	Gesamte Wärmeverluste im Jahr a	[kWh/a]
Q _{w,a}	Gesamter jährlicher Warmwasserbedarf im Jahr a	[kWh/a]
r _i	Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Minderung der solaren Strahlung durch das Fenster	[-]
q _{EL,i,a}	spezifischen Strombedarfe der Haushaltsgeräte im Jahr a	[kWh/Gerät/a]
q _W	Warmwasserbedarf pro m ² Energiebezugsfläche	[kWh/(m ² a)]
VL	Luftvolumen des Gebäudes	[m ³]
☒F,a	Anteil der Freien Wärme, der für die Raumheizung genutzt werden kann im Jahr a	[kWh/a]
☒WRG	Wärmerückgewinnungsgrad der kontrollierten Lüftung	[kWh/a]
☒a☒	Gradstunden (= 0,024 * Gradtagszahl nach VDI 3807) im Jahr a	[kKh/a]

⁷⁴ DIN V 4108-6: 2003-06

⁷⁵ IWU 1997.

7.4.1.1. Berechnung der Nutzenergie bei privaten Haushalten

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs in den privaten Haushalten erfolgt in Anlehnung an IWU (1997). Zur Errechnung des Heizenergiebedarfs in den privaten Haushalten werden die lokalen Klimadaten für Karlsruhe herangezogen und es wird eine Heizgrenze von 12°C und eine mittlere Raumtemperatur von 19 °C angesetzt. Die jährliche Globalstrahlung in Karlsruhe auf eine senkrechte Fläche während der Heizzeit von Oktober und April, da in diesen Monaten die mittlere Außentemperatur unter 12 °C liegt⁷⁶, ist in Tab. 7-9 für die vier Himmelsrichtungen angegeben.

Tab. 7-9: Summe der jährlich durchschnittlichen Globalstrahlung in Karlsruhe auf eine senkrechte Fläche in den Monaten Oktober bis April.⁷⁷

Himmelsrichtung	Summe der jährlich durchschnittlichen Globalstrahlung in Karlsruhe Oktober bis April [kWh/(m ² a)] (senkrecht)
Nord	96
Ost/West	217
Süd	392

Die Länge der Heizzeit und die Heizgradtagzahl sind weitere Temperaturdaten, die zur Berechnung des Heizenergiebedarfs in den privaten Haushalten notwendig sind, sind.

Tab. 7-10 zeigt die Entwicklung der Heizzeidlänge und der Gradstunden (=0,024*Heizgradtagzahl) in Karlsruhe bis 2050 für alle 3 Szenarien bei einem Rückgang der Heizgradtagzahl um 18,4 % und der Länge der Heizzeit um 15 %.

Tab. 7-10: Entwicklung der Heizzeidlänge und Gradstunden in Karlsruhe bis 2050.⁷⁸

		2010	2020	2030	2040	2050
Heizzeidlänge	d/a	228	219,45	210,9	202,35	193,80
Gradstunden	kKh/a	81,36	77,62	73,87	70,13	66,39

7.4.1.2. Heizenergie

$$Q_{H,a} = Q_{V,a} - Q_{G,a}$$

Formel 1: Heizwärmebedarf der privaten Haushalte

Wärmeverluste

$$Q_{V,a} = Q_{T,a} - Q_{L,a}$$

Formel 2: Wärmeverluste

$$Q_{T,a} = \left(\sum_i f_i \cdot k_{i,a} \cdot A_i \right) \cdot \Theta_a$$

Formel 3: Transmissionswärmeverluste

f_i , der Reduktionsfaktor ist:

1,0 für Bauteile, die an die Außenluft grenzen. Hier Außenwände, Fenster und Dach.

0,5 für Bauteile, die an einen Kellerraum, den Erdboden und andere unbeheizte, isolierte Gebäudezonen grenzen. Hier die Kellerdecke.

$$Q_{L,a} = 0,34 \cdot n \cdot V_L \cdot \Theta_a$$

Formel 4: Lüftungswärmeverluste

Für das Luftvolumen V_L wird hier das beheizte Gebäudevolumen (IWU, 2005) nach EnEV angesetzt.

⁷⁶ DIN V 4108-6: 2003-06.

⁷⁷ EC JRC 2011.

⁷⁸ Vgl. DIN V 4108-6: 2003-06: Tabelle A.2: Region 11; Referenzort Stuttgart.

Der energetisch wirksame Luftwechsel, n , wird wie folgt ermittelt:

$$n = (1 - \eta_{WRG}) \cdot n_{Anlage} + n_{Rest}$$

Formel 5: energetischer Luftwechsel bei einer mechanischen Lüftungsanlage (Passivhaus)

Wobei für Wohngebäude als zeitlicher Mittelwert für den Luftwechsel in der Heizzeit

- $n_{Anlage} = 0,4$ [1/h], bei einer mechanischen Lüftungsanlage und
- $n = 0,6$ bei natürlicher Lüftung

angenommen wird.

In Anlehnung an die DIN V 4701 wird im Rahmen dieser Studie ein Wärmerückgewinnungsgrad (η_{WRG}) von 70 % ab 2020 für Neubauten und energetisch sanierte Bestandsgebäude angenommen.

Der Restluftwechsel durch undichte Stellen n_{Rest} nimmt den Wert 0,1 [1/h] bei einer mechanischen Lüftungsanlage an.

Für die Gradstunden Θ_a und die Länge der Heizzeit t_H werden die Werte aus Tab. 7-10 verwendet.

Wärmegewinne

$$Q_{G,a} = \eta_F \cdot Q_{F,a}$$

Formel 6: Wärmegewinne

$$Q_{F,a} = Q_S + Q_{I,a}$$

Formel 7: Freie Wärme

$$\eta_{F,a} = 1 - 0,3 \cdot \frac{Q_{F,a}}{Q_{V,a}}$$

Formel 8: Ausnutzungsgrad Freie Wärme

$$Q_S = r_i \cdot g_{senk,i} \cdot \sum_i G_i \cdot A_{F,i}$$

Formel 9: Solarstrahlung

Mit einem Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung der Minderung der solaren Strahlung durch das Fenster von $r_i = 0,36$.

Für die Globalstrahlung G_i werden die Werte aus Tab. 7-9 verwendet und der Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung $g_{senk,i}$ ist abhängig vom Verglasungstyp (vgl. Tab. 7-11).

Tab. 7-11: g-Werte der Verglasung.⁷⁹

Bau-/Sanierungsjahr	Verglasungstyp	g_{senk} [-]
Bis 1994	Doppelverglasung	0,76
1995-2020	Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung	0,63
Ab 2020	Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung	0,49

$$Q_{I,a} = 0,024 \cdot q_i \cdot t_{H,a} \cdot A_{EB,a}$$

Formel 10: Innere Wärmequellen

Wobei die Summe der spezifischen Wärmeabgabeleistungen innerer Wärmequellen q_i mit

- 2,5 für Einfamilien- und Zweifamilienhäuser
- 3,2 für Mehrfamilienhäuser

angenommen wird.

⁷⁹ Vgl. IWU, 1997.

Warmwasserbedarf

$$Q_{W,a} = q_W \cdot A_{EB,a}$$

Formel 11: Warmwasserbedarf der privaten Haushalte

Mit einem jährlichen Warmwasserbedarf q_W pro m^2 Energiebezugsfläche von $17 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$.

Berechnung des Endenergiebedarfs der privaten Haushalte für Heizwärme

$$Q_{N,a} = Q_{H,a} \cdot \sum_i ET_{i,a} / NG_{i,a}$$

Formel 12: Endheizenergie der privaten Haushalt für Heizwärme

In den beiden folgenden Tabellen sind die verwendeten Nutzungsgrade sowie die Energieträgerverteilung im Neubau und im Bestand 2010 und für die jeweiligen Szenarien 2050 aufgeführt.

Tab. 7-12: Anlagennutzungsgrade in % im Bestand und im Neubau 2010 und 2050 der privaten Haushalte in Karlsruhe

	2010		2050			
	Neubau	Bestand	Neubau	Bestand		
Energieträger				Referenz	Zögernd	Engagiert
Fernwärme	90,0	90,0	97,4	95,5	95,9	96,5
Öl	80,0	77,0	86,6	84,9	85,2	85,8
Gas	90,0	77,5	97,4	95,5	95,9	96,5
Holzpellets	80,0	70,0	86,6	84,9	85,2	85,8
Strom für Wärme ohne Wärmepumpe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
für Wärme mit Wärmepumpe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Solarthermie	90,0	80,0	97,4	95,5	95,9	96,5

Zwischen den Jahren wird linear interpoliert.

Tab. 7-13: Energieträgerverteilung in % zur Wärmebereitstellung im Bestand und im Neubau 2010 und 2050 der privaten Haushalte

	2010			2050								
	Neubau		Bestand	Neubau						Bestand		
	EFH, ZFH	MFH		EFH, ZFH			MFH			Referenz	Zögernd	Engagiert
Energieträger			Referenz	Zögernd	Engagiert	Referenz	Zögernd	Engagiert				
Fernwärme	5,0	18,8	16,1	8,7	11,2	13,7	27,4	30,1	32,9	24,6	27,4	30,1
Öl	9,5	4,0	14,1	3,2	1,6	0,0	1,0	0,5	0,0	4,3	2,2	0,0
Erdgas	64,6	70,3	62,9	32,1	26,1	20,0	50,2	38,7	27,2	62,1	52,1	42,0
Holzpellets	5,9	2,3	1,9	14,0	15,1	16,2	5,4	5,9	6,4	3,0	5,5	8,0
Strom, ohne Wärmepumpe	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strom, mit Wärmepumpe	13,3	2,5	1,6	28,0	29,1	30,1	7,0	15,3	23,5	2,4	5,2	8,0
Solarthermie	1,7%	1,4	0,4	14,0	17,0	20,0	9,0	9,5%	10,0	2,0	5,0	8,0

Zwischen den Jahren wird linear interpoliert.

7.4.1.3. Elektrische Energie

$$Q_{El,a} = \sum_i q_{El,i,a} \cdot AG_{i,a} \cdot HH_a$$

Formel 13: Strombedarf der privaten Haushalte

Für die Jahre 2010 und 2050 werden die Werte für die spezifischen Strombedarfe der Haushaltsgeräte $q_{El,i,a}$ und die jeweiligen Geräteausstattungsgrade ($AG_{i,a}$) in den Haushalten in Anlehnung an Prognos, Öko-Institut e.V (2009) angenommen. (Siehe auch Tab. 4-5 und Tab. 7-14)

Tab. 7-14: Verbrauchsbezogener Ausstattungsgrad (%) der Privaten Haushalte in Karlsruhe mit Haushaltsgeräten 2050.⁸⁰

Haushaltsgeräte	Verbrauchsbezogener Ausstattungsgrad (%) mit Haushaltsgeräten 2050.		
	Referenz	Zögernd	Engagiert
Beleuchtung	100%	100%	100%
Kühlschrank	46%	46%	46%
Gefriergerät	80%	80%	80%
Kühl-Gefriergerät	57%	57%	57%
Waschmaschine	39%	39%	39%
Geschirrspüler	85%	85%	85%
Waschtrockner	62%	62%	62%
Wäschetrockner	26%	26%	26%
Farb-TV	170%	161%	179%
Radio-Hifi	100%	95%	106%
Video/DVD	111%	105%	117%
PC	304%	288%	320%
Bügeleisen	100%	100%	100%
Staubsauger	100%	100%	100%
Kaffeemaschine	100%	100%	100%
Toaster	98%	98%	98%
Fön	93%	93%	93%
Dunstabzugshaube	72%	72%	72%
Mikrowelle	100%	100%	100%
Elektroherd	84%	84%	84%
Gasherd	11%	11%	11%
Umwälzpumpe	100%	100%	100%
Klimatisierung	100%	100%	100%

⁸⁰ Vgl. WWF 2009

7.4.1.4.CO₂-Emissionen

$$EMS_{CO_2,a} = Q_{El,a} \cdot EF_{El,a} + Q_{H,a} \cdot \sum_i ET_{i,a} \cdot / NG_{i,a} \cdot EF_{i,a}$$

Formel 14: gesamte jährliche CO₂-Emissionen der privaten Haushalte

Mit $EF_{El,a}$ und $EF_{i,a}$ entsprechend den spezifischen CO₂-Emissionen der Energieträger im Jahr a (siehe Tab. 7-32)

7.4.2.GHD - Vorgehen bei der Maßnahmenmodellierung

Tab. 7-15: Verteilungs- und Entwicklungsannahmen im GHD-Sektor.

	Strom- und Wärmebedarfsverteilung auf die Verbrauchsbereiche Kraft, Prozesswärme und -kälte, Raumwärme und -kälte, Beleuchtung, Kommunikation	Erwerbstätige bis 2050	Effizienzsteigerung bis 2050
Quelle	ISI, IfE, GfK, 2009	Vgl. Prognos AG und Öko-Institut, 2009	Vgl. Prognos AG und Öko-Institut, 2009
Branche	Verteilung in Anlehnung an	Entwicklung in Anlehnung an	Entwicklung in Anlehnung an
Beherbergung		Gastgewerbe	sonstige Dienstleistung
Gaststätten		Gastgewerbe	sonstige Dienstleistung
Heime		Gesundheits-, Sozialwesen	Gesundheitswesen
Krankenhäuser		Gesundheits-, Sozialwesen	Gesundheitswesen
Schulen		Sonstiges	Unterrichtswesen
Bäder		Sonstiges	sonstige private Dienstleistungen
Turnhalle	Schulen	Sonstiges	sonstige private Dienstleistungen
Mehrzweckhalle	Schulen	Sonstiges	sonstige private Dienstleistungen
Museen; Theater	Schulen	Sonstiges	sonstige private Dienstleistungen
Einzelhandel und KFZ		Groß- und Einzelhandel	Handel
Großhandel		Groß- und Einzelhandel	Handel
Herstellungsbetriebe		Herstellung von Metall	Handwerk, Kleinbetriebe
Verwaltungsgebäude	Büro	Sonstiges	Öffentliche Verwaltung
Sonstige Bürogebäude		Sonstiges	sonstige private Dienstleistungen

Tab. 7-16: Symbolverzeichnis für den GHD-Sektor

Symbol	Bezeichnung	Einheit
a	Jahr	
$BZE_{i,(a/2008)}$	Bezugseinheit der Branche i im Jahr a bzw. im Basisjahr 2008 (Erwerbstätige bzw. Fläche) (in Anlehnung an ISI, IfE, GfK 2009; Stadt Karlsruhe, AfS 2010; SLA BW, 2008)	[Erw bzw. m ²]
$EF_{i,a}$	Spezifische CO ₂ -Emissionen des Energieträgers i im Jahr a	[g/kWh]
$EF_{El,a}$	Spezifische CO ₂ -Emissionen für Strom im Jahr a	[g/kWh]
$EMS_{CO_2,a}$	gesamte jährliche CO ₂ -Emissionen im Jahr a	[t]
$ER_{i,a}$	Entwicklungsrate in der Branche i im Jahr a bezogen auf das Basisjahr 2008 (in Anlehnung an Prognos, Öko-Institut e.V. 2009)	[-]
$ES_{i,a}$	Effizienzsteigerung in der Branche i im Jahr a im Vergleich zum Basisjahr 2008	[-]
$ET_{i,a}$	Anteil des Energieträgers i am Gesamtwärmebedarf im Jahr a	[-]
$NG_{i,a}$	jährlich durchschnittlicher Nutzungsgrad der Anlagentechnik des Energieträgers i im Jahr a	[-]
$Q_{H,a}$	Brennstoffbedarf (Nutzenergiebedarf) im Jahr a	[kWh/a]
$q_{H,i,a}$	Spezifischer Brennstoffbedarf der Branche i im Jahr a	[kWh/BZE/a]
$Q_{El,a}$	Strombedarf (Nutzenergiebedarf) im Jahr a	[kWh/a]
$q_{El,i,a}$	Spezifischer Strombedarf der Branche i im Jahr a	[kWh/BZE/a]
$Q_{N,a}$	Endenergie Heizwärme im Jahr a	[kWh/a]
$VB_{j,i}$	Anteil des Verbrauchsbereich j am Gesamtenergiebedarf (Brennstoff bzw. Strom) der Branche i (in Anlehnung an ISI, IfE, GfK, 2009)	[-]

7.4.2.1. Berechnung des gebäudebezogenen Energiebedarfs des GHD-Sektors

Brennstoffbedarf für Raumheizung und –kühlung im GHD-Sektor

$$Q_{H,a} = \sum BZE_{i,a} \cdot q_{H,i,a} \cdot \sum_j VB_{j,i}$$

Formel 15: Nutzenergie Brennstoff des GHD-Sektors für Raumheizung und –kühlung

Wobei in Anlehnung an ISI, IfE, GfK, 2009 (Tab. 7-15) jeweils zwischen den folgenden Verbrauchsbereichen j unterschieden wird:

- Prozesswärme
- Prozesskälte
- Kraft
- Klimakälte
- Raumheizung

In diesem Abschnitt werden bei der Berechnung des Brennstoffbedarfs nur die Anteile von Klimakälte und Raumheizung berücksichtigt.

$$q_{H,i,a} = q_{H,i,2008} \cdot (SV_{index,i,a})$$

Formel 16: Spezifischer Brennstoffbedarf der Branche i des GHD-Sektors im Jahr a

Mit $q_{H,i,a}$ in Anlehnung an ISI, IfE, GfK, 2009, BMVBS, BBSR 2009.

Mit $SV_{index,i,a}$ = indexierter spezifischer Energiebedarf in der Branche i im Jahr a bezogen auf den Energiebedarf im Basisjahr 2008 (siehe Tab. 7-17). (Effizienzsteigerung in der Branche i im Jahr a: $ES_{i,a} = 1 - SV_{index,i,a}$). Mit $ES_{i,a}$ in Anlehnung an Prognos AG und Öko-Institut, 2009, siehe auch Tab. 7-17)

Tab. 7-17: Indexierte spezifische Energiebedarfe $SV_{index,i,a}$ 2010 und 2050 bezogen auf das Basisjahr 2008 der einzelnen Branchen.⁸¹

Branche	Indexierter spez. Energiebedarf bzgl. Basisjahr 2008 (%)					
	2010			2050		
	Referenz	Zögernd	Engagiert	Referenz	Zögernd	Engagiert
Beherbergung	99,4%	98,4%	97,4%	72,9%	58,6%	44,4%
Gaststätten	99,4%	98,4%	97,4%	72,9%	58,6%	44,4%
Heime	99,1%	98,6%	98,1%	44,1%	36,9%	29,8%
Krankenhäuser	98,7%	97,8%	96,9%	43,9%	36,7%	29,4%
Schulen	100,1%	99,6%	99,1%	43,8%	35,1%	26,5%
Bäder	100,2%	99,5%	98,7%	72,9%	59,6%	46,3%
Turnhalle	100,5%	100,1%	99,7%	73,1%	59,9%	46,8%
Mehrzweckhalle	100,5%	100,1%	99,7%	73,1%	59,9%	46,8%
Museen; Theater	100,2%	99,5%	98,7%	72,9%	59,6%	46,3%
Einzelhandel & KFZ	98,7%	97,4%	96,2%	69,9%	52,2%	34,5%
Großhandel	98,7%	97,4%	96,2%	69,9%	52,2%	34,5%
Herstellungsbetriebe	98,7%	97,4%	96,2%	69,9%	52,2%	34,5%
Verwaltungsgebäude	100,0%	99,5%	99,0%	56,2%	46,3%	36,4%
Sonstige Bürogebäude	100,2%	99,5%	98,7%	72,9%	59,6%	46,3%

Zwischen den Jahren wird linear interpoliert.

$$BZE_{i,a} = BZE_{i,2008} \cdot ER_{i,a}$$

Formel 17: Bezugseinheit der Branche i des GHD-Sektors im Jahr a

Mit $ER_{i,a}$ in Anlehnung an Prognos AG und Öko-Institut, 2009, siehe auch Tab. 7-15.

$$Q_{N,a} = Q_{H,a} \cdot \sum_i ET_{i,a} / NG_{i,a}$$

Formel 18: Endenergie Brennstoff des GHD-Sektors für Raumheizung und -kühlung

In den beiden folgenden Tabellen sind die verwendeten Jahresnutzungsgrade der Anlagentechnik sowie die Energieträgerverteilung im GHD-Sektor 2010 und für die jeweiligen Szenarien 2050 aufgeführt.

⁸¹ Vgl. WWF 2009

Tab. 7-18: Anlagennutzungsgrade im GHD-Sektor 2010 und 2050.

Energieträger	Nutzungsgrade (%)			
	2010	Referenz, 2050	Zögernd, 2050	Engagiert, 2050
Fernwärme	90,00%	95,52%	95,90%	96,46%
Öl	76,55%	84,91%	85,24%	85,75%
Gas	76,80%	95,52%	95,90%	96,46%
Holzpellets	70,00%	84,91%	85,24%	85,75%
Strom für Wärme ohne Wärmepumpe	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Strom für Wärme mit Wärmepumpe	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Solarthermie	80,00%	95,52%	95,90%	96,46%

Zwischen den Jahren wird linear interpoliert.

Tab. 7-19: Energieträgerverteilung im GHD-Sektor 2010 und 2050.

Energieträger	Energieträgerverteilung (%)			
	2010	Referenz, 2050	Zögernd, 2050	Engagiert, 2050
Fernwärme	31,5%	40,8%	41,4%	42,0%
Öl	15,1%	7,3%	6,6%	6,0%
Gas	47,4%	30,4%	28,2%	26,0%
Holzpellets	1,1%	5,4%	5,7%	6,0%
Strom für Wärme ohne Wärmepumpe	1,5%	0,5%	0,3%	0,0%
Strom für Wärme mit Wärmepumpe	2,9%	10,6%	12,3%	14,0%
Solarthermie	0,6%	5,0%	5,5%	6,0%

Zwischen den Jahren wird linear interpoliert.

Strombedarf für Raumheizung und –kühlung, Beleuchtung und Kommunikation im GHD-Sektor

$$Q_{El,a} = \sum_i BZE_{i,a} \cdot q_{El,i,a} \cdot \sum_j VB_{j,i}$$

Formel 19: Strombedarf des GHD-Sektors für Raumheizung und –kühlung, Beleuchtung und Kommunikation

Wobei jeweils zwischen den folgenden Verbrauchsbereichen j unterschieden wird:

- Prozesswärme
- Prozesskälte
- Kraft
- Klimakälte - Strom
- Raumheizung – Strom
- Beleuchtung
- Kommunikation

In diesem Abschnitt werden bei der Berechnung des Strombedarfs nur die Anteile von Klimakälte, Raumheizung, Beleuchtung und Kommunikation berücksichtigt.

$$q_{El,i,a} = q_{El,i,2008} \cdot (SV_{index,i,a})$$

Formel 20: Spezifischer Strombedarf der Branche i des GHD-Sektors im Jahr a

7.4.2.2. Berechnung der gebäudebezogenen CO₂-Emissionen im GHD-Sektor

$$EMS_{CO_2,a} = Q_{El,a} \cdot EF_{El,a} + Q_{H,a} \cdot \sum_i ET_{i,a} / NG_{i,a} \cdot EF_{i,a}$$

Formel 21: Gesamte jährliche gebäudebezogenen CO₂-Emissionen des GHD-Sektors

Mit $EF_{El,a}$ und $EF_{i,a}$ entsprechend den spezifischen CO₂-Emissionen der Energieträger im Jahr a (siehe Tab. 7-32).

7.4.3. Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen - Prozessenergie

Für die weitere Entwicklung der BWS in Karlsruhe bis zum Jahr 2050 wurden folgende Annahmen unter Berücksichtigung eines durchschnittlichen Produktivitätszuwachses von 1,5%, sowie einer fallenden Bevölkerungsentwicklung in Karlsruhe (Senkung der arbeitsfähigen Bevölkerung von rund 50% in 2008 auf circa 39% in 2050), getroffen:

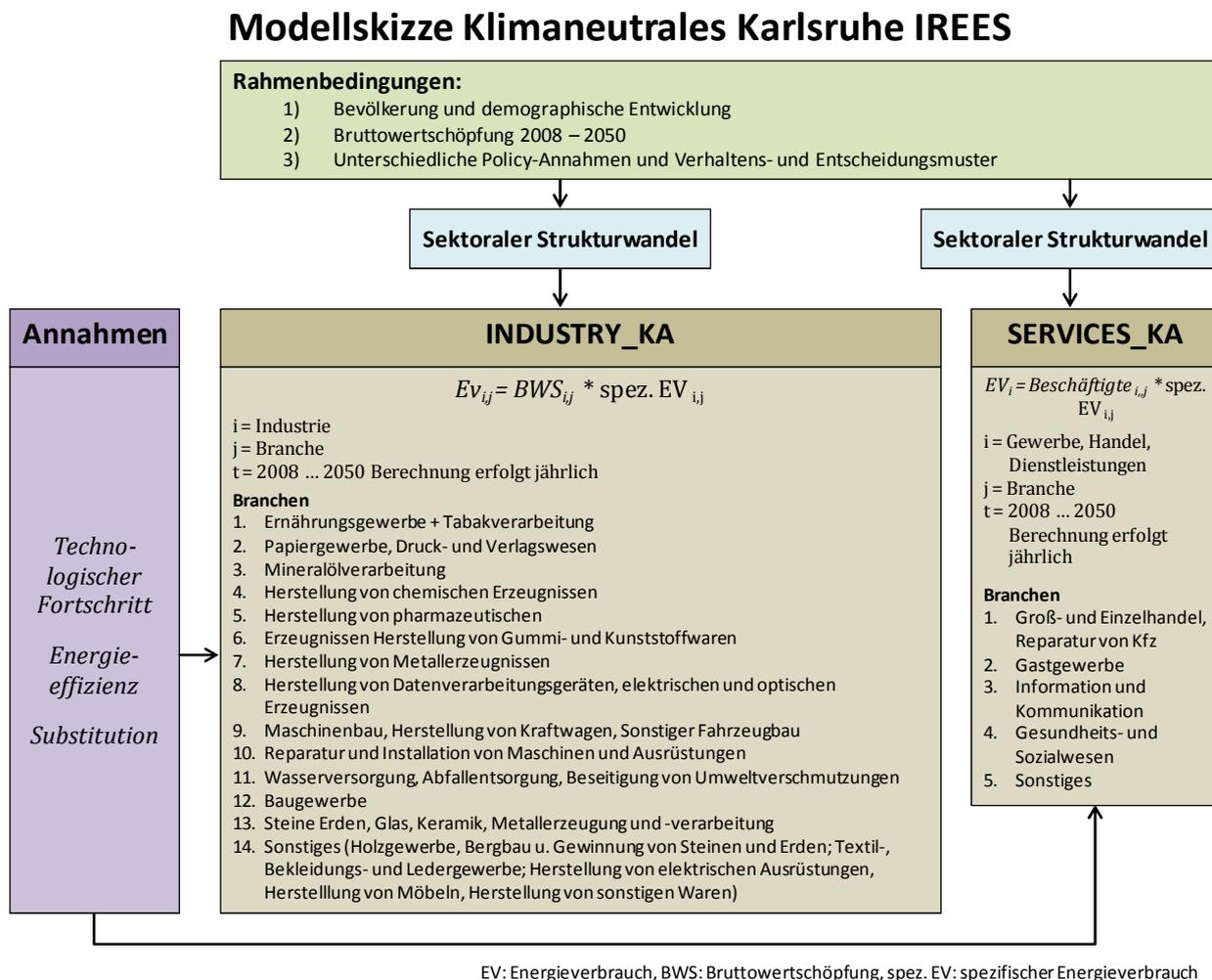
Tab. 7-20: Karlsruher Bruttowertschöpfungsentwicklung 2008-2050

BWS Karlsruhe	2008	2020	2035	2050	Wachstumsrate p.a.	Zuwachsrate 2008-2050
Insgesamt	12.450	14.700	16.560	18.050	0,89%	44,98 %
Produzierendes Gewerbe	2.770	3.000	3.180	3.190	0,34%	15,16 %
GHD	9.680	11.700	13.380	14.860	1,03%	53,51 %

Quelle: IREES, eigene Berechnungen, Karlsruher Wirtschaftsspiegel 2010/2011, Statistisches Landesamt BW

7.4.3.1. Industrie– Vorgehen bei der Maßnahmenmodellierung

Abb. 7-1: Graphische Modelldarstellung Industrie und GHD



EV: Energieverbrauch, BWS: Bruttowertschöpfung, spez. EV: spezifischer Energieverbrauch

Quelle: IREES, eigene Darstellung

Tab. 7-21 Referenzentwicklung der Bruttowertschöpfung der Karlsruher Industrie nach Branchen: 2008-2050 (in Preisen von 2007)

BWS in Mill. EUR	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050
10, 11, 12	Ernährungsgewerbe + Tabakverarbeitung	127,27	127,40	132,45	140,41	138,27	136,99	7,64 %
17, 18	Papiergewerbe, Druck- und Verlagswesen	118,04	127,12	139,06	146,69	142,48	140,18	18,76 %
19	Mineralölverarbeitung	151,59	155,28	161,10	164,03	155,49	151,06	-0,35 %
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	109,19	115,93	127,53	138,67	140,15	140,63	28,80 %
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	247,37	266,73	302,69	341,98	363,57	373,49	50,98 %
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	153,54	203,60	233,59	208,49	199,59	194,92	26,95 %
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	92,00	98,37	111,56	127,21	132,74	135,21	46,97 %
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektrischen und optischen Erzeugnissen	278,17	270,73	261,40	248,09	252,36	254,01	-8,68 %
28, 29, 30	Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen, Sonstiger Fahrzeugbau	248,84	278,90	326,42	372,23	400,62	413,79	66,29 %
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	444,93	433,02	418,11	396,81	404,68	407,83	-8,34 %
36, 37, 38, 39	Wasserversorgung, Abfallentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	161,41	164,12	168,35	169,29	158,63	153,17	-5,11 %
41, 42, 43	Baugewerbe	419,54	428,97	438,78	434,54	402,21	389,22	-7,23 %
23, 24	Steine Erden, Glas, Keramik, Metallherzeugung und -verarbeitung	24,88	26,60	27,00	26,00	25,33	25,00	0,48 %
8, 13, 14, 15, 16, 27, 31, 32	Sonstiges	193,24	213,23	241,96	265,57	271,89	274,50	42,05 %
SUMME		2.770,00	2.910,00	3.090,00	3.180,00	3.188,00	3.190,00	15,16 %

* Sonstiges: Holzgewerbe, Bergbau u. Gewinnung von Steinen und Erden; Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe; Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, Herstellung von Möbeln, Herstellung von sonstigen Waren

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Tab. 7-22: Bruttowertschöpfungsentwicklung der Karlsruher Industrie zögernde Welt: 2008-2050 (in Preisen von 2007)

BWS in Mill. EUR	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050
10, 11, 12	Ernährungsgewerbe + Tabakverarbeitung	127,27	127,65	131,22	138,93	136,79	135,52	6,49 %
17, 18	Papiergewerbe, Druck- und Verlagswesen	118,04	127,37	139,87	147,36	143,10	140,80	19,28 %
19	Mineralölverarbeitung	151,59	155,58	157,88	149,11	140,34	135,96	-10,32 %
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	109,19	116,16	128,27	139,30	140,76	141,25	29,36 %
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	247,37	267,24	299,88	338,37	359,69	369,50	49,37 %
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	153,54	204,00	234,94	209,43	200,47	195,77	27,50 %
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	92,00	98,56	114,02	130,86	136,47	138,97	51,05 %
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektrischen und optischen Erzeugnissen	278,17	271,25	267,17	255,21	259,45	261,07	-6,15 %
28, 29, 30	Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen, Sonstiger Fahrzeugbau	248,84	279,44	333,62	382,93	411,88	425,29	70,91 %
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	444,93	433,86	420,53	398,60	406,46	409,62	-7,93 %
36, 37, 38, 39	Wasserversorgung, Abfallentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	161,41	164,44	169,32	170,05	159,33	153,84	-4,69 %
41, 42, 43	Baugewerbe	419,54	429,81	443,87	444,71	412,23	399,14	-4,86 %

BWS in Mill. EUR	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050
23, 24	Steine Erden, Glas, Keramik, Metallherzeugung und -verarbeitung	24,88	26,65	27,60	26,75	26,05	25,69	3,28 %
8, 13, 14, 15, 16, 27, 31, 32	Sonstiges	193,24	213,64	239,71	262,77	268,98	271,57	40,54 %
	SUMME	2.770,00	2.915,64	3.107,88	3.194,39	3.201,98	3.204,00	15,67 %

* Sonstiges: Holzgewerbe, Bergbau u. Gewinnung von Steinen und Erden; Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe; Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, Herstellung von Möbeln, Herstellung von sonstigen Waren

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Tab. 7-23: Bruttowertschöpfungsentwicklung der Karlsruher Industrie engagierte Welt: 2008 - 2050 (in Preisen von 2007)

BWS in Mill. EUR	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050
10, 11, 12	Ernährungsgewerbe + Tabakverarbeitung	127,27	129,88	130,12	137,77	135,65	134,39	5,60 %
17, 18	Papiergewerbe, Druck- und Verlagswesen	118,04	129,59	142,31	149,93	145,61	143,26	21,36 %
19	Mineralölverarbeitung	151,59	158,30	144,99	117,21	89,42	75,53	-50,18 %
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	109,19	118,19	130,51	141,73	143,22	143,72	31,62 %
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	247,37	271,91	297,38	335,55	356,69	366,42	48,13 %
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	153,54	207,56	239,05	213,09	203,97	199,19	29,73 %
25	Herstellung von Metallernzeugnissen	92,00	100,28	119,66	138,90	146,23	149,58	62,59 %
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektrischen und optischen Erzeugnissen	278,17	275,99	280,38	270,88	278,01	281,01	1,02 %
28, 29, 30	Maschinenbau, Herstellung von Kraftwagen, Sonstiger Fahrzeugbau	248,84	284,32	350,12	406,43	441,35	457,78	83,97 %
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	444,93	441,44	427,88	405,57	413,56	416,78	-6,33 %
36, 37, 38, 39	Wasserversorgung, Abfallentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen	161,41	167,31	172,28	173,02	162,11	156,53	-3,03 %
41, 42, 43	Baugewerbe	419,54	437,32	460,86	471,17	447,48	438,84	4,60 %
23, 24	Steine Erden, Glas, Keramik, Metallherzeugung und -verarbeitung	24,88	27,12	28,96	28,39	27,91	27,66	11,17 %
8, 13, 14, 15, 16, 27, 31, 32	Sonstiges	193,24	217,37	237,71	260,58	266,74	269,31	39,36 %
	SUMME	2.770,00	2.966,60	3.162,20	3.250,22	3.257,95	3.260,00	17,69 %

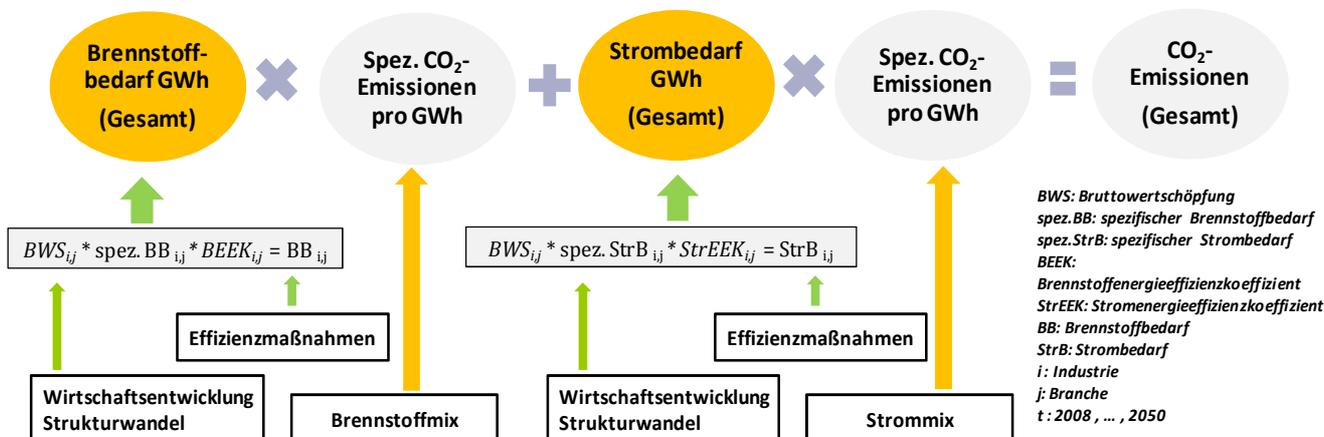
* Sonstiges: Holzgewerbe, Bergbau u. Gewinnung von Steinen und Erden; Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe; Herstellung von elektrischen Ausrüstungen, Herstellung von Möbeln, Herstellung von sonstigen Waren

Quelle: IREES, eigene Berechnungen

Abb. 7-2: Methodik Emissionen im Industriesektor

Emissionen im Industriesektor

Einflussfaktoren: Rahmenbedingungen; branchenabhängige bzw. szenarioabhängige Faktoren



Quelle: IREES, eigene Darstellung

7.4.3.2. Gewerbe, Handel Dienstleistungen – Prozessenergie

Tab. 7-24: Referenz Beschäftigungsentwicklung des Karlsruher GHD-Sektors: 2008-2050

Beschäftigte	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050	Zuwachsrate 2008-2050
45.2, 46, 47	Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	24.576	23.729	22.569	21.465	20.416	19.910	-18,98 %	-0,50%
55, 56	Gastgewerbe	3.368	3.439	3.371	3.142	2.988	2.944	-12,59 %	-0,32%
58-63	Information und Kommunikation (Universität, etc.)	11.442	11.283	11.170	11.170	11.059	10.949	-4,31 %	-0,10%
86, 87, 88	Gesundheits- und Sozialwesen (KH, Heime, etc.)	16.856	17.629	17.714	17.500	17.950	18.000	6,79 %	0,16%
64-66, 68, 69 - 82, 84, 85, 90 - 97	Sonstiges (inkl. Banken u. Versicherungen)	59.525	60.606	60.843	57.301	55.136	55.061	-7,50 %	-0,19%
	SUMME	115.767	116.686	115.666	110.579	107.549	106.864	-7,69 %	-0,19%

Quelle: IREES, eigene Berechnung

Tab. 7-25: Referenz Bruttowertschöpfungsentwicklung des Karlsruher GHD-Sektors: 2008-2050

BWS in 1000 Euro	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050	Zuwachsrate 2008-2050
45.2, 46, 47	Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	2.054.952	2.196.001	2.396.280	2.595.341	2.710.872	2.768.638	34,73 %	0,71%
55, 56	Gastgewerbe	281.619	319.469	357.640	379.911	399.544	409.360	45,36 %	0,89%
58-63	Information und Kommunikation (Universität, etc.)	956.737	1.045.352	1.189.301	1.350.605	1.465.207	1.522.508	59,14 %	1,11%
86, 87, 88	Gesundheits- und Sozialwesen (KH, Heime, etc.)	1.409.435	1.644.135	1.913.157	2.115.914	2.373.961	2.502.984	77,59 %	1,38%
64-66, 68, 69 - 82, 84, 85, 90 - 97	Sonstiges (inkl. Banken u. Versicherungen)	4.977.256	5.653.376	6.400.289	6.928.229	7.413.749	7.656.510	53,83 %	1,03%
	SUMME	9.680.000	10.858.333	12.256.667	13.370.000	14.363.333	14.860.000	53,51 %	1,03%

Quelle: IREES, eigene Berechnung

Tab. 7-26: Beschäftigungsentwicklung des Karlsruher GHD-Sektors zögernde Welt: 2008-2050

Beschäftigte	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050	Zuwachsrate 2008-2050
45.2, 46, 47	Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	24.576	23.753	22.599	21.444	20.408	19.891	-19,07 %	-0,50%
55, 56	Gastgewerbe	3.368	3.338	3.239	3.139	3.007	2.941	-12,68 %	-0,32%
58-63	Information und Kommunikation (Universität, etc.)	11.442	11.349	11.254	11.159	11.012	10.938	-4,40 %	-0,11%
86, 87, 88	Gesundheits- und Sozialwesen (KH, Heime, etc.)	16.856	17.116	17.299	17.483	17.816	17.982	6,68 %	0,15%
64-66, 68, 69 - 82, 84, 85, 90 - 97	Sonstiges (inkl. Banken u. Versicherungen)	59.525	58.975	58.109	57.244	55.752	55.006	-7,59 %	-0,19%
	SUMME	115.767	114.532	112.500	110.468	107.994	106.758	-7,78 %	-0,19%

Quelle: IREES, eigene Berechnung

Tab. 7-27: Bruttowertschöpfungsentwicklung des Karlsruher GHD-Sektors zögernde Welt: 2008-2050

BWS in 1000 Euro	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050	Zuwachsrate 2008-2050
45.2, 46, 47	Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	2.054.952	2.188.280	2.379.977	2.572.906	2.686.571	2.743.404	33,50 %	0,69%
55, 56	Gastgewerbe	281.619	317.852	353.495	373.021	393.910	404.355	43,58 %	0,86%
58-63	Information und Kommunikation (Universität, etc.)	956.737	1.042.225	1.176.489	1.322.891	1.430.534	1.484.356	55,15 %	1,05%
86, 87, 88	Gesundheits- und Sozialwesen (KH, Heime, etc.)	1.409.435	1.643.044	1.908.496	2.105.673	2.352.337	2.475.668	75,65 %	1,35%
64-66, 68, 69 - 82, 84, 85, 90 - 97	Sonstiges (inkl. Banken u. Versicherungen)	4.977.256	5.647.391	6.389.209	6.915.509	7.399.981	7.642.217	53,54 %	1,03%
	SUMME	9.680.000	10.838.792	12.207.667	13.290.000	14.263.333	14.750.000	52,38 %	1,01%

Quelle: IREES, eigene Berechnung

Tab. 7-28: Beschäftigungsentwicklung des Karlsruher GHD-Sektors engagierte Welt: 2008-2050

Beschäftigte	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050	Zuwachsrate 2008-2050
45.2, 46, 47	Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	24.576	23.736	22.547	21.358	20.313	19.791	-19,47 %	-0,51%
55, 56	Gastgewerbe	3.368	3.336	3.231	3.126	2.993	2.926	-13,12 %	-0,33%
58-63	Information und Kommunikation (Universität, etc.)	11.442	11.340	11.227	11.115	10.960	10.883	-4,88 %	-0,12%
86, 87, 88	Gesundheits- und Sozialwesen (KH, Heime, etc.)	16.856	17.102	17.257	17.413	17.732	17.892	6,15 %	0,14%
64-66, 68, 69 - 82, 84, 85, 90 - 97	Sonstiges (inkl. Banken u. Versicherungen)	59.525	58.929	57.972	57.014	55.492	54.731	-8,05 %	-0,20%
	SUMME	115.767	114.444	112.235	110.026	107.491	106.223	-8,24 %	-0,20%

Quelle: IREES, eigene Berechnung

Tab. 7-29: Bruttowertschöpfungsentwicklung des Karlsruher GHD-Sektors engagierte Welt: 2008-2050

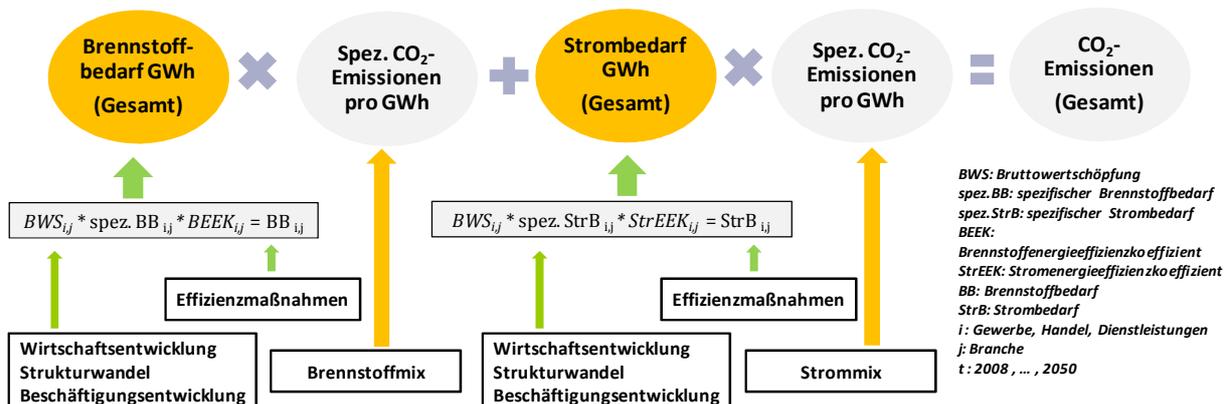
BWS in 1000 Euro	Branchen	2008	2015	2025	2035	2045	2050	Zuwachs 2008-2050	Zuwachsrate 2008-2050
45.2, 46, 47	Groß- und Einzelhandel, Reparatur von Kfz	2.054.952	2.165.116	2.331.069	2.505.600	2.613.667	2.667.700	29,82 %	0,62%
55, 56	Gastgewerbe	281.619	313.000	341.059	352.350	377.010	389.340	38,25 %	0,77%
58-63	Information und Kommunikation (Universität, etc.)	956.737	1.032.843	1.138.053	1.239.750	1.326.517	1.369.900	43,18 %	0,86%
86, 87, 88	Gesundheits- und Sozialwesen (KH, Heime, etc.)	1.409.435	1.639.771	1.894.514	2.074.950	2.287.463	2.393.720	69,84 %	1,27%
64-66, 68, 69 - 82, 84, 85, 90 - 97	Sonstiges (inkl. Banken u. Versicherungen)	4.977.256	5.629.438	6.355.971	6.877.350	7.358.677	7.599.340	52,68 %	1,01%
	SUMME	9.680.000	10.780.167	12.060.667	13.050.000	13.963.333	14.420.000	48,97 %	0,95%

Quelle: IREES, eigene Berechnung

Abb. 7-3: Methodik Emissionen im Gewerbe, Handel, Dienstleistungssektor

Emissionen im GHD-Sektor

Einflussfaktoren: Rahmenbedingungen; branchenabhängige bzw. szenarioabhängige Faktoren



7.4.4. Mobilität – Vorgehen bei der Maßnahmenmodellierung

Zur Erarbeitung des Maßnahmenspektrums wurde folgendes Vorgehen gewählt:

1. Analysen vor Ort,
2. Auswertung aktueller Planungen und Vorhaben in Karlsruhe (VEP, Klimaschutzkonzept u.a.),
3. Recherchen zum Erfolg ähnlich gelagerter Projekte in Deutschland,
4. Besprechungen mit Fachkollegen aus dem Personen- und Güterverkehrsbereich,
5. Vertiefende Besprechung der Maßnahmen in drei Workshops,
6. Modellierung der Maßnahmenwirkung und Zuordnung auf Szenarien.

Modellierung der Maßnahmenwirkung im Verkehr

Die Modellierung der Maßnahmenwirkung mit dem Prognosehorizont 2050 erfolgt aggregiert für das gesamte Stadtgebiet; die Verfeinerung der Modellierung etwa auf einzelne Straßenzüge oder Verkehrserzeuger wäre unververtretbar, spekulativ und aufwändig.

Zur Prüfung, ob das vorgeschlagene Maßnahmenspektrum ausreichend zum Erreichen der Klimaziele ist, wurde folgendermaßen vorgegangen: Zunächst erfolgt die Quantifizierung der insgesamt erforderlichen Emissionsminderung. Anschließend werden verkehrliche Wirkungen für jede Maßnahme einzeln - qualitativ - abgeschätzt (Verlagerung Modal-Split, Veränderungen Reiseweite, Veränderung Emissionsintensität). Diese qualitative Schätzung wird anschließend in numerische Zielwerte umgesetzt. Zusätzlich wird für jede Maßnahme das Startjahr bestimmt. Vorlaufzeiten für die Maßnahmenumsetzung wurden berücksichtigt. Zudem kann aus drei verschiedenen Funktionen die Wirkungsentfaltung charakteristisch ausgewählt (schnelle Wirkungsentfaltung in den ersten Jahren nach Einführung der Maßnahme – etwa bei restriktiven Maßnahmen wie City-Maut oder verzögerte Wirkungsentfaltung – z.B. bei Ansätzen die auf Veränderungen der Gewohnheit abzielen). Zusätzlich steht eine mittlere Entfaltungsgeschwindigkeit zur Auswahl. Je nach Szenario kann das Startjahr jeder Maßnahme variieren.

Alle Maßnahmen wurden separat - ohne Wechselwirkungen zwischen einzelnen Maßnahmen - modelliert, d.h. gegenseitige Verstärkung oder Verminderung der Wirkung. Es wird davon ausgegangen, dass sich beide Effekte die Waage halten.

Bei der Modellierung der Maßnahmenwirkung im Bereich des Güterverkehrs werden Änderungen bei Fahrleistung und Technikeffizienz für einen auswählbaren Fahrzeuganteil berücksichtigt. Die Modellierung erfolgt getrennt nach leichten und schweren Nutzfahrzeugen. Auf weitere Differenzierungen wurde aufgrund der Datenverfügbarkeit (Gütergruppen, logistische Anforderungen, Sendungsgrößen) verzichtet.

Emissionsfaktoren von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren (Otto/Diesel) wurden von Langfristprognose für das Bundesgebiet übernommen⁸². Für elektrische Antriebe öffentlicher Verkehrsmittel wurde die Verwendung von „Öko-Strom“ - d.h. Emissionsfreiheit in der Vorkette – angenommen, da die Verkehrsbetriebe Karlsruhe bereits seit 2011 alle Straßenbahnen mit Öko-Strom betreiben⁸³.

Transitverkehre wurden nicht gesondert modelliert - es wird davon ausgegangen, dass das Verhältnis der modellierten Fahrten zum Gesamtverkehr über dem Modellierungszeitraum konstant bleibt.

Im Ergebnis ist für das jedes Szenario – mit dem jeweiligen Maßnahmenset – die Emissionsminderungswirkung für die Jahre 2008, 2020, 2035 sowie 2050 ablesbar und es kann

⁸² ifeu 2010

⁸³ VBK 2011

überprüft werden, ob die Klimaziele erreicht werden.

Abstimmung mit weiteren Planungen und Programmen in Karlsruhe

Die hier dargestellte Machbarkeitsstudie zur Klimaneutralität der Stadt Karlsruhe ergänzt die in Karlsruhe erarbeiteten bzw. in Erarbeitung befindlichen Planungen und Programme. Bei der Maßnahmenentwicklung für den Verkehr wurden folgenden Unterlagen berücksichtigt:

- Nahverkehrsplan (2006)
- Klimaschutzkonzept (2009)
- Karlsruhe Masterplan (2015)
- Informationen zur Kombilösung
- Verkehrsentwicklungsplan 2025

Im Rahmen des Projektes fand eine Abstimmung zwischen den an der Erarbeitung beteiligten Büros insbesondere zu folgenden Aspekten statt:

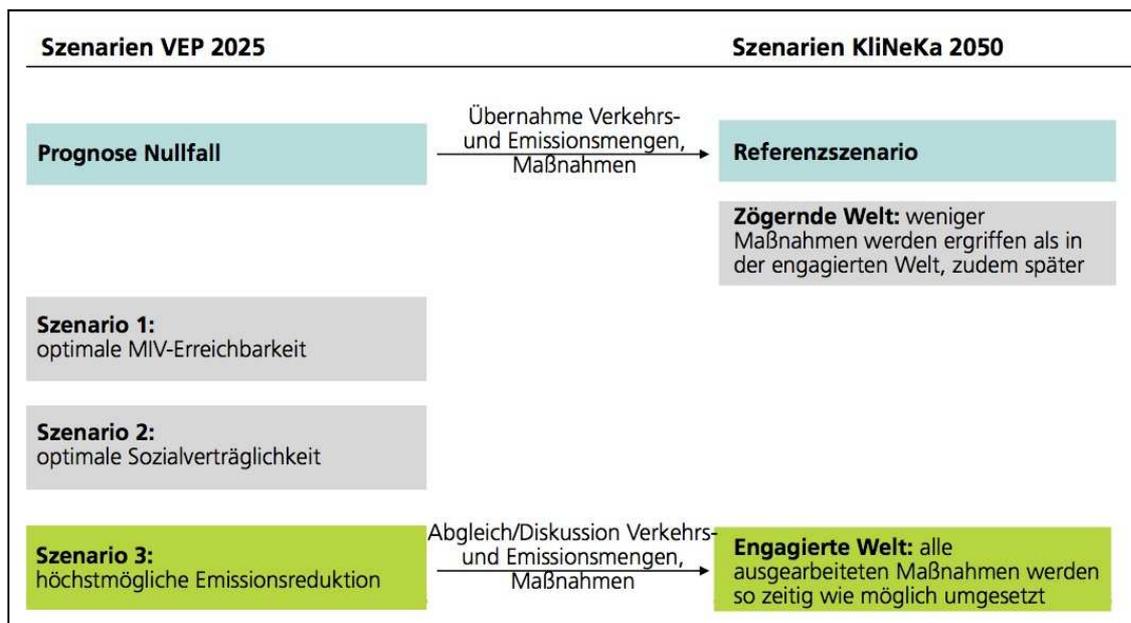
- modellierte Maßnahmen,
- Szenarien und zugrunde liegende Annahmen sowie
- Modellierungsgrundsätze.

Die nachfolgende Abb. 7-4 visualisiert den Zusammenhang der Szenarien. Im VEP 2025 werden der „Nullfall“ sowie drei Szenarien mit *spezifischen* Zielstellungen (optimale MIV-Erreichbarkeit, optimale Sozialverträglichkeit oder höchstmögliche Emissionsreduktion) modelliert.

Zwei Szenarien in beiden Studien sind vergleichbar (Prognose Nullfall - *Referenzszenario*, Szenario 3 *engagierte Welt*), die anderen beiden Szenarien haben in der anderen Studie keine Entsprechung.

Für das *Referenzszenario* wurde aus der Prognose „Nullfall“ des VEP 2025 die Verkehrsmengen und die spezifischen Emissionsintensitäten übernommen. Die weitere Entwicklung des Referenzszenarios nach dem Prognosezeitraum des VEP, d.h. nach 2025 wird als Fortschreibung kalkuliert. Die Zielstellung des Szenarios *engagierte Welt* entspricht der des „Szenario 3 – höchstmögliche Emissionsreduktion“ des VEP 2025, wobei in der vorliegenden Machbarkeitsstudie zur Klimaneutralität ein umfassenderes Maßnahmenset ausgewählt wurde.

Abb. 7-4: Zusammenhang der Szenarien im Verkehrsentwicklungsplan und in der Machbarkeitsstudie zur Klimaneutralität.



Quelle: Probst & Consorten Marketing-Beratung

7.5. Workshops

Tab. 7-30: Übersicht über die durchgeführten Workshops und die Anzahl ihrer Teilnehmer

	Workshop	Verantwortlicher	Datum	Gruppen / Organisationen	Anzahl der Teilnehmer
1	Private Haushalte	DFIU	15. Juni 2011	14	14
2	GHD – Gebäude	DFIU	29. Juni 2011	12	12
3	Industrie	IREES	28. Juni 2011	12	16
4	GHD – Prozessenergie	IREES	14. Juli 2011	11	13
5	Mobilität	P & C	27. Juni 2011	6	10
6	Energiebereitstellung	KEK	12. Juli 2011	5	12
7	Güterverkehr	P & C	25. August 2011	4	4
8	ÖPNV	P & C	25. August 2011	1	4
9	Konsum	KEK	8. September 2011	9	11
Gesamt				74	96

Tab. 7-31: Übersicht über die an den Workshops teilgenommenen Gruppen & Organisationen

	Workshop	Teilnehmende Organisationen/Gruppen
1	Private Haushalte	Amt für Umwelt und Naturschutz, Architektenkammer, AK Energie, Elektro-Innung Karlsruhe, Gebäudeenergieberater, Haus & Grund Karlsruhe e. V., Handwerker, LUBW, Stadtwerke Karlsruhe, Verband Wohneigentum, VOLKSWOHNUNG
2	GHD – Gebäude	Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft Karlsruhe, ATW-IVENSYS AG, b.i.g. facility management gmbh, dieBauingenieure, ENFO-Energieberatung, EnoCom GmbH (ZG Raiffeisen), Handwerkskammer Karlsruhe, Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Kreishandwerksmeister, Planwerk Karlsruhe GmbH, Volksbank Karlsruhe
3	Industrie	Industrie- und Handelskammer Karlsruhe, Afa, L'Oréal Produktion Karlsruhe GmbH, Stadtwerke Karlsruhe GmbH, Metalle in Form – Geräteteile GmbH, Dr. Willmar Schwabe GmbH & Co. KG, Schmidt & Eger GmbH, MiRO Mineralölraffinerie Oberrhein GmbH, Aluplast GmbH, Maus GmbH, Siemens AG, Wirtschaftsförderung Karlsruhe
4	GHD – Prozessenergie	DEHOGA, REWE Group, Stadtwerke Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft Karlsruhe, KEK, 1&1 Internet AG, Volksbank Karlsruhe, Städtisches Klinikum gGmbH, T.P.I., Hotel Kübler, W&W Projektberatung
5	Mobilität	KASIG, Stadtplanungsamt, StadtMobil, ProBahn e.V., KVVH, Raumobil
6	Energiebereitstellung	Stadtwerke Karlsruhe, Amt für Umwelt- und Arbeitsschutz
7	Güterverkehr	PTV AG, Research & Innovation Logistics Systems, Verband Spedition und Logistik e.V. Baden-Württemberg, Deutsche Umschlaggesellschaft SchieneStraße (DUSS) mbH, Protektor Gaggenau
8	ÖPNV	KVV, VBK
9	Konsum	Nachhaltige Eleganz, Amt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Vegetarierbund e.V., KIT, Stadtwerke Karlsruhe, ITAS, LUBW, Marktamt, Fachhochschule Karlsruhe

7.6. Glossar

Eistag

Tag, an dem die Tageshöchsttemperatur stets unter 0°C bleibt.

Frosttag

Tag, an dem die Tagestiefsttemperatur unter 0°C ist.

Hitzetag

Tag, an dem die Tageshöchsttemperatur 30°C erreicht oder übersteigt.

Sommertag

Tag, an dem die Tageshöchsttemperatur 25°C erreicht oder übersteigt.

Heizgradtag

Die Heizgradtage sind ein Maß für den Wärmebedarf eines Gebäudes während der Heizperiode. Sie stellen den Zusammenhang zwischen Raumtemperatur und der Außenlufttemperatur für die Heiztage in einem bestimmten Zeitraum dar (nach VDI 2011).

Kühlgradtage

Die Kühlgradtage sind ein Maß für den Energiebedarf eines Gebäudes während der Kühlperiode. Sie stellen den Zusammenhang zwischen Raumtemperatur und der Außenlufttemperatur für die Kühltag in einem bestimmten Zeitraum dar (nach VDI 2011).

Treibhausgase

Treibhausgas	Entstehung	Treibhausgaspotenzial (100 Jahre)
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	Verbrennung fossiler Energieträger, Waldrodung, Holzverbrennung	1
Methan (CH ₄)	Viehhaltung, Reisanbau, Verbrennung von Biomasse, Mülldeponien, Gewinnung und Nutzung fossiler Brennstoffe	25
Lachgas/Distickoxid (N ₂ O)	Düngung in der Landwirtschaft, Verbrennen von Biomasse und fossilen Energieträgern	298
Fluorchlorwasserstoffe (FCKW)	Treibgas in Sprühdosen, Treibmittel in Schäumen und Dämmstoffen, Kühlmittel in Kühlschränken und Klimaanlage	14.800

Quelle:

Witterungskorrektur

Um den Jahresenergiebedarf mit anderen Jahren vergleichen zu können, wird dieser mit Hilfe der Gradtagszahl witterungskorrigiert. Die Gradtagszahl ist die Summe der Differenzen von Innen- und Außentemperatur aller Heizungstage, d.h. aller Tage an denen es im Jahr unter 15°C ist (Heizgrenztemperatur). Aus der jahresspezifischen Gradtagszahl und des langjährigen Mittels ergibt sich ein Korrekturfaktor, mit dem der Jahresenergiebedarf multipliziert wird.

CO₂-Äquivalente

Für die Berechnung der treibhauswirksamen Emissionen wurden die direkten CO₂-Emissionen bilanziert. Bilanzraum ist das Stadtgebiet von Karlsruhe. Ausnahmen von der Regel nur die direkten Emissionen zu bilanzieren sind der Strom, das Heizgas und das Erdöl. Für Sie wurden jeweils Emissionsfaktoren in g CO₂ pro kWh Endenergie ermittelt.

Ausgangspunkt beim Strom sind die Emissionsfaktoren die in Erdmenger 2007 für die einzelnen Einsatzstoffe der Stromproduktion angesetzt wurden. In einem zweiten Schritt wurden diese Faktoren in den 2020er, 2035er und 2050er-leicht abgesenkt, da wir davon ausgehen, dass die Klimateffizienz der Stromgewinnung, wie schon in der Vergangenheit, in der Zukunft zunehmen wird. Diese jahrestypischen Emissionsfaktoren wurden mit der Menge an Strom, die auf der Grundlage des jeweiligen Energierohstoffs in den einzelnen Szenarien erzeugt werden, multipliziert. Anschließend wurde ein Mittel aus den Werten der Einsatzstoffe gebildet.

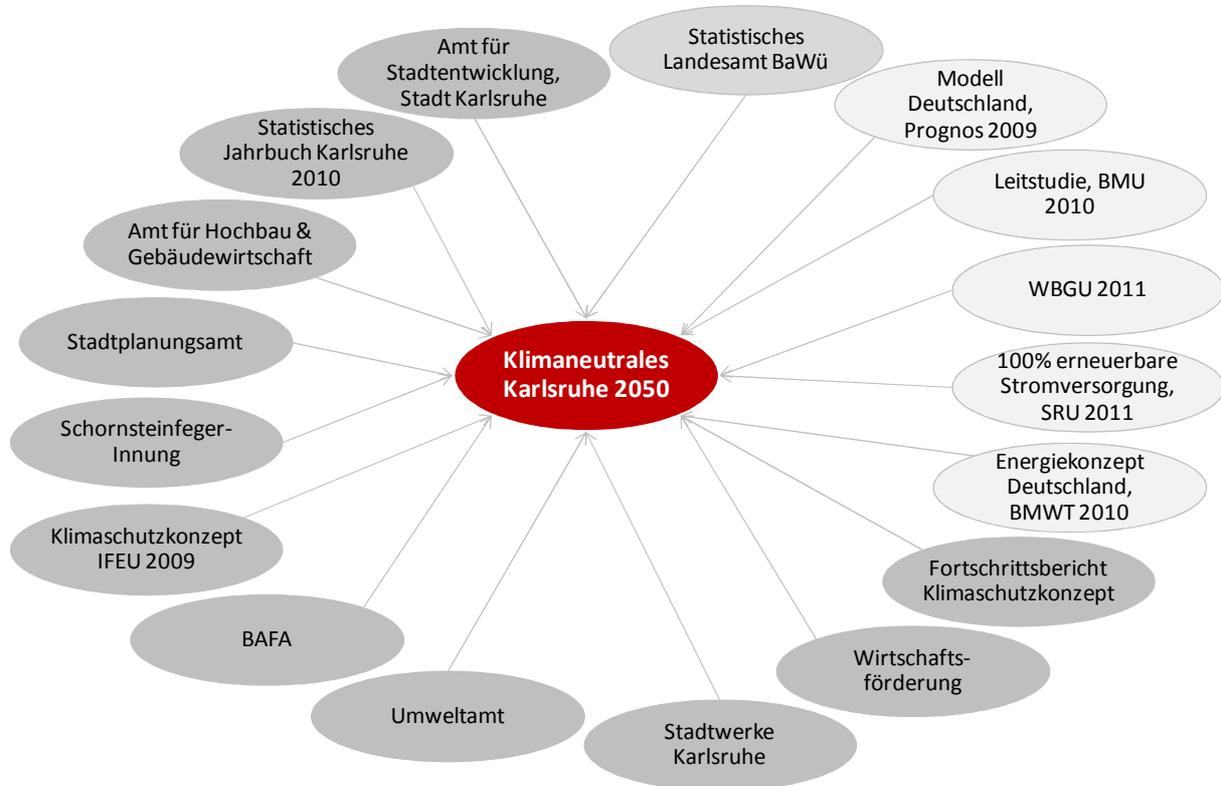
Tab. 7-32: Entwicklung der Emissionsfaktoren in den drei Szenarien

	Szenarien	Einheit	2008	2020	2035	2050
Strom	Referenz	<i>g CO₂/kWh</i>	570	565	408	319
	Zögernde	<i>g CO₂/kWh</i>	570	536	331	204
	Engagierte	<i>g CO₂/kWh</i>	570	521	255	92
Fernwärme	Referenz	<i>g CO₂/kWh</i>	90	30	26	17
	Zögernde	<i>g CO₂/kWh</i>	90	29	14	12
	Engagierte	<i>g CO₂/kWh</i>	90	20	13	0
Heizgas	Referenz	<i>g CO₂/kWh</i>	234	230	216	206
	Zögernde	<i>g CO₂/kWh</i>	234	229	211	197
	Engagierte	<i>g CO₂/kWh</i>	234	228	206	191
Heizöl	Referenz	<i>g CO₂/kWh</i>	285	283	279	275
	Zögernde	<i>g CO₂/kWh</i>	285	282	279	272
	Engagierte	<i>g CO₂/kWh</i>	285	281	275	270

7.7. Sonstiges

7.7.1. Datenerhebung

Abb. 7-5: Datenerhebungsquellen für die Machbarkeitsstudie



7.7.2. Grobkonzept: Klimaschutznavigator

7.7.2.1. Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Machbarkeitsstudie „Klimaneutrales Karlsruhe 2050“ zeigt für die vier Sektoren Privathaushalte, Verkehr, Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) eine Vielzahl von Möglichkeiten auf, den Klimaschutz in Karlsruhe zu intensivieren.

Der Maßnahmenkatalog, der im Rahmen der Studie Klimaneutrales Karlsruhe 2050 mit zahlreichen Akteuren entwickelt wurde, wird abhängig von der Entwicklung der äußeren Rahmenbedingungen noch durch weitere Aktivitäten ergänzt werden müssen. Dabei ist zu erwarten, dass in der Auseinandersetzung mit den politischen und gesellschaftlichen Akteuren (Bürger, Unternehmen, Verwaltung, Verbände etc.) intensive Diskussionen über die Verteilung der Einsparziele auf die einzelnen Sektoren, Wechselwirkungen von Maßnahmen zwischen den Bereichen, Priorisierung und Timing von Maßnahmen sowie Zweckmäßigkeit von regulatorischen und Fördermaßnahmen zu erwarten sind. Der Klimaschutz-Navigator stellt eine Möglichkeit dar, die verfügbaren und zukünftig zu erarbeitenden Informationen für diesen Diskussions- und Moderationsprozess so aufzubereiten, dass auch fachlich nicht intensiv mit der Materie befasste Teilnehmer oder solche, welche schlicht nicht die Zeit haben, die Informationsfülle produktiv zu verarbeiten, konstruktiv in diesen Diskussionsprozess eingebunden werden können.

Da die Akzeptanz bei den Akteuren und Zielgruppen eine wichtige Grundlage ist, um Klimaschutz in der Breite umzusetzen, wurde der Klimaschutznavigator als Leitprojekt eingestuft. Die erste Version

könnte zunächst von den 9 Kommunen, die Machbarkeitsstudien zur Klimaneutralität erstellt haben, genutzt und getestet werden. Dies fördert auch die Vernetzung und bessere Zusammenarbeit zwischen den Klimaschutz-Kommunen. Der Navigator erlaubt eine bessere Steuerung der Klimaschutzaktivitäten und erleichtert das Monitoring der Maßnahmenumsetzung und –wirkung. Die Praxis-Erfahrungen der Kommunen mit dem Klimaschutz-Navigator sollen in die Weiterentwicklung des Instrumentes einfließen.

Bei der Entwicklung des Klimaschutz-Navigators sollte ein Steuerkreis eingerichtet werden, dem die Landesenergieagentur KEA und/oder die LUBW angehören.

7.7.2.2.Grundidee und deren Motivation

Die Grundidee basiert auf zwei Überlegungen:

- Es soll dem Diskussionsteilnehmer möglich sein, die Auswirkungen seiner eigenen Vorstellungen und Überlegungen (Teilziele, Einzelmaßnahmen) auf das Gesamtergebnis (z.B. CO₂-Ausstoß, Kosten) zu erfahren und so interaktiv und „spielerisch“ ein Verständnis für die Sinnhaftigkeit dieser Vorstellungen zu entwickeln. Somit wird statt weniger (möglicherweise als „willkürlich“ empfundener) Szenarien eine „Multi-Szenario“-Technik möglich.
- Dem Diskussionsteilnehmer soll das Vertrauen in die Gültigkeit der „Wenn-Dann“ Aussagen gegeben und der Anreiz vermieden werden, „ungewünschte“ Ergebnisse durch Kritik an Einzelelementen im System abzuwehren.

Aus beiden Anforderungen ergibt sich zuerst einmal der Ansatz, das System mit einer Software aufzubauen, in der die Informationen in Form von Algorithmen abgelegt, über eine Benutzerschnittstelle die Eingabe und Variation von Annahmen sowie über geeignete Ausgaben z.B. die grafische Darstellung der resultierenden Wirkungen erfolgt.

Um auch die zweite Überlegung zu berücksichtigen, wurde nach Beispielen gesucht, in denen bereits heute Menschen im täglichen Leben Systemen vertrauen, die aus großen Datenmengen in intransparenter Weise Handlungsempfehlungen erzeugen. Hier erscheint die Verkehrsnavigation (Auto/Fahrrad/Fußgänger) eine geeignete Referenz, welche aus

- Wegstücken
- deren Eigenschaften und Besonderheiten (mögliches Tempo, Maut)
- Satellitendaten (GPS)
- Verkehrsmeldungen (TMS)
- Nutzerpräferenzen

Wegvorgaben erzeugen, welchen wohl 90% der Benutzer blind vertrauen.

Um bei der Verwendung des alltäglich gebrauchten Begriffes „Navigator“ („Navi“) keine Missverständnisse aufkommen zu lassen, wird vorsorglich auf folgendes hingewiesen:

- Der Klimaschutz-Navigator dient wie das „Navi“ der Orientierung
- Der Klimaschutz-Navigator wertet wie das „Navi“ viele Einzelinformationen aus
- Der Klimaschutz-Navigator liefert im Gegensatz zum „Navi“ nicht mit wenigen Eingaben (Start, Ziel) den „richtigen“ Weg und ein Ergebnis (wie Entfernung, Ankunftszeit), sondern erfordert viele Eingaben, um einige Ergebnisse (wie CO₂-Ausstoß, Kosten) zu erzeugen. Eine Optimierung soll nicht das System, sondern der Benutzer durchführen. Dabei muss dieser sogar mehrere Routen verfolgen (in Privathaushalten, GHD etc.). Insofern ist der „Klimaschutznavigator“ eher als Moderationswerkzeug zu betrachten.

Entsprechend obigen Überlegungen hat KEK Dr. Walter gebeten, ein erstes Konzept zu erstellen, wie ein solcher „Klimaschutznavigator“ im Rahmen der Projektfortsetzung realisiert werden könnte.

7.7.2.3. Versionenperspektive

Grundsätzlich sollte die Entwicklung neuer Technologien und Lösungen in mehreren Schritten verlaufen. Dies gilt insbesondere, wenn zu Beginn die Anforderungen an das System noch nicht vollständig bekannt sind. Dies ist aber bei innovativen Systemen regelmäßig der Fall. Wird ein System aber nachträglich auf neue Anforderungen angepasst, entsteht überproportional hoher Aufwand durch Änderungen von Teilelementen oder der Systemarchitektur. Deshalb wird ein Vorgehen in Einzelschritten (Versionen) empfohlen, in denen mit jeweils angemessenem Aufwand ein aktuell sinnvolles Ergebnis erreicht wird. Dabei ist auf die Möglichkeit der Wiederverwendung bei höheren Versionen zu achten.

Welche Bereiche sollten bei den Versionen hauptsächlich berücksichtigt werden?

- Eingabedaten: Anfangs werden vor allem „Metadaten“ zur Verfügung stehen (Beispiel: Sanierungsrate bei Gebäudebestand). Diese werden später vermutlich noch detailliert (z.B. Sanierungsrate bei Heizungen, Gebäudeautomatisierung) und vor allem mit Einzelmaßnahmen verknüpft (z.B. Förderprogramm zum Wechsel auf BHKW, Angebotspakete der lokalen Handwerkerschaft).
- Verknüpfungen zwischen den Bereichen: Ein Investitionsprogramm bei Privathaushalten wird auch in anderen Sektoren, also z.B. der Produktion von Gebäudekomponenten und im Verkehrsaufkommen Effekte zeigen.
- Generierte Ansichten: Bei den Kosten sind für die Stadt die städtischen Förderungen und vielleicht Mehreinnahmen durch die lokale Anregung des Wirtschaftslebens wichtig, für Bürger und Unternehmen ihre eigenen Investitionen. Nicht alle Ansichten werden gleichzeitig generiert werden können.
- „Drill Down“: Oft wird gewünscht, dass durch „anklicken“ einer Ausgabe die dahinter liegenden Informationen detailliert sichtbar gemacht werden. Dieser „Komfort“ ist (außer bei dafür besonders vorgesehenen Werkzeugen wie „Business Intelligence“) aufwendig und daher selektiv einzuführen.
- Interaktivität: Neben einem lokal laufenden Programm (z. B. bei KEK) ist denkbar, dies auf Arbeitsrechnern von Nutzern zu installieren oder online zur Verfügung zu stellen.
- Wiederverwendung: Wenn ein geeignetes System für Karlsruhe erfolgreich aufgebaut wurde, erscheint die Übertragung auf andere Kommunen oder die Ergänzung zu einem hierarchischen System (Kommune, Land, Bund) denkbar. Neben dem Vorteil einer schnelleren Umsetzung von Effizienzmaßnahmen (Lerneffekt, kopieren statt neu erfinden) ist hierbei auch eine Kostenteilung oder gar Erzielung von Lizenzeinnahmen denkbar, um die Entwicklungskosten abzudecken.
- Technologie: Als Technologiebasis sollte neben Verfügbarkeit, Performanz und Softwarekosten auch der Aufwand für Entwicklung, Pflege und Migrationsfähigkeit berücksichtigt werden. Hierbei sollten nach Möglichkeit Entwicklungswerkzeuge oder Plattformen genutzt werden, welche mit geringerem Aufwand eine Adaption an die Aufgabenstellung erlauben. Obwohl grundsätzlich Standardwerkzeuge wie Excel denkbar sind, sollte auch die Anwendbarkeit modernerer Komponenten (Report-Generatoren, Navigationssysteme, Business Intelligence-Werkzeuge) geprüft werden.
- Pflege und Betreuung: Neben der reinen Softwareseite sind in einen Projekt- und Versionsplan auch Aktivitäten wie Eingabe von Daten, Aktualisierung von Daten und Modellen, Fehlerbehebung, Hotline etc. zu berücksichtigen.

Folgende Versionen sind für den Klimaschutznavigator denkbar:

- Version 0.0: Entwicklungsprototyp auf Excel-Basis, mit dem Grundfunktionalitäten zur Diskussion von Komplexitäten und Bedienschnittstellen mit Studierernstellers und Pilotanwendern implementiert werden
- Version 1.0: Erstes Nutzersystem auf Basis der identifizierten Software-Plattform mit Abbil-

derung der fünf Sektoren und deren aus den Studien gelieferten Algorithmen (ggf. über geeignete Schnittstellen), Verstellmöglichkeit voreingestellter Teilziele (Einzelmaßnahmen zu deren Erreichung nur, soweit sie geliefert wurden, sonst Metaebene), Abbildung der Algorithmen aus allen 5 Sektoren (aber ohne Berücksichtigung der Wechselwirkungen), grafische Darstellung ausgewählter Eingaben/Ausgaben (z.B. Entwicklung schrittweise gestufter Zielvorgaben, Entwicklung CO₂ gesamt/pro Sektor, ausgelöste Investitionen jeweils über die Zeitachse)

- Version 2.0: Erste Weiterentwicklung z.B. mit Berücksichtigung von Einzelmaßnahmen je Sektor, Ausgabe Gesamtergebnis (CO₂, Kosten) mit Möglichkeit des „Drill Down“ (Hineinzoomen), Berücksichtigung von Randbedingungen und Wechselwirkungen erster Ordnung.

7.7.2.4.Vorschlag Version 1.0

Inputdaten

Benötigt werden folgende Inhalte

- Basisdaten der Szenarien (mit Gültigkeit für alle Sektoren, z.B. Bevölkerung und deren Entwicklung, Klimadaten, Energiebereitstellung Bundestrom-Mix, Zinssätze für Fremdkapital)
- Sektordaten Input (aus den einzelnen Studien) sowie für Energiesektor
- Sektoralgorithmen (numerische und/oder logische Beziehungen) inklusive Effekt auf CO₂-Ausstoß, Investitionen, Amortisationszeitraum etc.

a) Beispiel Privathaushalt

Unterteilung in Strom und Wärme mit Unterkategorien Strom

- Verbrauchsgruppen (Beleuchtung, Waschen/Trocknen/Bügeln, Nahrungskühlung, Klimatisierung, Umwälzpumpe, Unterhaltung/Kommunikation, Sonstiges)
- Effizienzsteigerung in spezifischen Verbräuchen pro Verbrauchsgruppe
- Energiebereitstellung Bundestrom-Mix

Unterkategorien Wärme

- Gebäudetypologie (nach IWU)
- Gebäudealter
- Gebäudeteil (Hülle mit Dach/Außenwände/Kellerdecke/Fenster, Anlagen)
- Sanierungsraten (Hüllenkomponenten, Anlagenkomponenten)
- Energiebereitstellung (Öl, Gas, Fernwärme, Strom)

Outputdaten

Im ersten Schritt werden benötigt für noch festzulegende Input/Outputdaten (siehe Vorschlag Version 1.0)

- Grafische Darstellung der Daten (Input und/oder Output) über Zeitraum bis 2050 (oder festzulegende Teilzeiträume)
- Dito, mit mehreren gestapelten Datenlinien („Schläuche“)
- Darstellung einer geordneten Sequenz von Blöcken („Stapel“) von Einzelmaßnahmen oder Zielen (geordnet nach abfallender kommerzieller Attraktivität, z.B. abnehmender CO₂-Einsparung pro Euro, steigendem Amortisationszeitraum etc.)

b) Beispiel Kosten für Eigner vs. Kosten für Stadt

Als Beispiel für mögliche Varianten der Darstellung je nach Zielgruppe mögen hier „Kosten“ verwendet werden. Natürlich ist es unverzichtbar, dass das System jene Kosten aufzeigt, die ein Gebäudebesitzer oder Unternehmen investieren muss, um eine bestimmte Maßnahme umzusetzen oder ein

Teilziel zu erreichen. Zusätzlich wird dieser sich für zukünftige Ersparnisse und oder Breakeven-Zeitpunkt interessieren. Sollte diese Maßnahme jedoch von der Kommune gefördert werden, wird diese einen Teil dieses Investments aufbringen müssen, was eine andere Darstellung erfordert (Kosten des Besitzers, Kosten der Kommune). Es ist frühzeitig festzulegen, in welcher Priorität solche Einzelansichten implementiert werden sollen.

Bedienerschnittstelle

Das System benötigt mehrere Möglichkeiten zur Bedienung:

Der Nutzer wird mausbasiert und intuitiv Eingabedaten verändern (Schieberegler), Optionen wählen oder verwerfen (Haken setzen), aus Ausgabeoptionen wählen (was, welcher Sektor, Zeitraum) und innerhalb der Ausgaben mausbasiert zoomen oder hineinklicken. (Zwischen-)Ergebnisse sollten als Ausgabedatei und/oder Druckprotokoll datiert und mit Versionsnummer der SW und Eingabedaten erzeugt, gespeichert und gedruckt werden können.

Die Bearbeiter der Studien und/oder ein von KEK benannter Fachmann/-frau wird die Inputdaten und Algorithmen pro Sektor von Hand eingeben oder idealerweise importieren (ggfs. in einem Konversionsprogramm vorverarbeiten). Updates der Daten und Algorithmen sollten zur Verfeinerung, Aktualisierung und Ergänzung möglich sein.

Ein Systembetreuer wird gemeinsam mit dem Softwarehersteller in der Lage sein, Neuinstallationen herzustellen, Updates zur Fehlerkorrektur/Funktionserweiterung (1.1, 1.2) aufzuspielen sowie Versionsmigrationen durchzuführen (1.x zu 2.x).

Skalierbarkeit

Wenn das System mittelfristig vom Einzelbenutzersystem mit relativ wenigen Daten zum Vielfachbenutzersystem über das Web mit umfangreicher Datenbank fortentwickelt werden soll, sind frühzeitig geeignete Technologien vorzusehen, um einen Migrationsprozess zu erlauben. Für Version 1.0 scheint ein Einzelplatzsystem ausreichend, welches über CD oder USB-Stick auf mehreren nicht miteinander kommunizierenden Rechnern implementiert werden kann, die jeweils für einen einzelnen Diskussionsteilnehmer zur Verfügung stehen. Bezüglich der Komplexität erfolgt eine erste Abschätzung der benötigten Parameter wie folgt:

- Globaldaten: 10 (Bevölkerung, Klima, Zinssatz etc.)
- Sektordaten: 20 je Sektor (insgesamt 100 wie Sanierungsrate, Effizienzerhöhung Kfz, Produktivitätssteigerung Industrie etc.)
- Outputdaten: Grafisch: 3 Ausgabeformate („Schlauch“ CO₂, Kosten/Investitionen, „Stapel“ Änderung Vorgaben/Maßnahmen), jeweils für Einzelsektor oder Gesamt (insgesamt 6 Kombinationen, also 18 generierbare Anzeigen), ggfs. zusätzlich mit Ausgabe in Tabellenform.

7.7.2.5.Überlegungen zur Implementierung

Technologie

Unter den zu untersuchenden Werkzeugen erscheinen interessant:

- Berechnungsprogramme (Excel, MATLAB): Hier werden Formeln oder physikalische Modelle implementiert
- Navigationsalgorithmen (Ford-Fulkerson, Bellman-Ford) und darauf basierende Toolkits: Hier werden beste Wege aus einer Datenbank ermittelt und ausgewählt. Diese Technologie könnte man insbesondere verwenden, um für gegebene Randbedingungen eine erste „beste Lösung“ zu ermitteln, die dann Grundlage für Variationen durch den Nutzer sein könnte.
- Business-Intelligence-Werkzeuge, insbesondere CUBEs. Diese werden im Unternehmensumfeld für ähnliche Aufgabenstellungen (Analyse mehrdimensionaler Daten) eingesetzt und sind ggfs. hier anwendbar. Eine erste Einschätzung geht davon aus, dass Version 1.0

Excel-basiert sein dürfte, ab Version 2.0 eher BI-Techniken einzusetzen wären. Hierbei kann möglicherweise das BI-Tool „Palo for Excel“ eingesetzt werden, das Excel um gewisse BI Möglichkeiten erweitert.

Programmierung

Es ist gut vorstellbar, dass die Programmierung und ggfs. Teile der Versions- und Technologieplanung im Rahmen von Studien-/Bachelor-/Masterarbeiten an interessierten Hochschulen durchgeführt werden.

Projektsteuerung

Zur Projektsteuerung gehören insbesondere

- Die Abstimmung der Spezifikationen mit Nutzern, Datenlieferanten und Softwareentwicklung
- Termin- und Versionsplanung, Test und Abnahme der Softwarestände
- Strukturierung in Phasen und Meilensteine
- Eskalation im Bedarfsfall.

Grobaufwand

Noch ohne Detailschätzung ist von folgenden Arbeitspaketen auszugehen:

Arbeitspaket	Inhalt
0	Erstellung Pflichtenheft
1	Projektsteuerung (Systemkonzept, Abstimmung, Terminplanung)
2	Systemarchitektur, Systemfunktionalität definieren (Fachkonzept)
3	Systemfunktionalitäten implementieren
4	Datenverarbeitungssystem für Sektoren implementieren (Nutzerschnittstelle Input/Output, Datenschnittstelle Daten/Algorithmen)
5	Daten und Algorithmen je Sektor (fünf) abbilden (Import von Daten und Algorithmen)
6	Test (Korrektheit der Implementierung pro Sektor, gesamt)
7	Anwendertests, Feinkorrekturen

Teil III – Leitprojekte- und Maßnahmenkatalog

8. Leitprojekte- und Maßnahmenkatalog

8.1. Übersicht

Tab. 8-1: Übersicht der Leitprojekte

	Bereich	Titel	Seite
L - PH 1	Private Haushalte	Low-Carbon-Stadtteil	161
L - PH 2	Private Haushalte	Konvoisanierungsprojekte	162
L - PGI 3	Private Haushalte / GHD / Industrie	Musterhausoffensive	164
L - GHD 1	GHD	Exemplarische Realisierung eines hocheffizienten Supermarktes	165
L - GI 1	GHD / Industrie	Energieeffizienzberatung nach dem Schweizer KMU-Modell für kleine Unternehmen in Karlsruhe	166
L - I 1	Industrie	Absorptionskälte mittels Fernwärme und thermischer Solarenergie	167
L - I 2	Industrie	Null-CO ₂ -Fabrikationsgebäude	168
L - I 3	Industrie	Zweite Ausbaustufe Abwärmenutzung Raffinerie für Fernwärme	169
L - I 4	Industrie	Energieeffizientes Gewerbegebiet	170
L - PV 1	Verkehr	Verbesserung der Attraktivität des ÖPNV für Erstnutzer	171
L - GV 1	Verkehr	Förderung Mobilitätsmanagement und regionale Wirtschaftskreisläufe	172
L - E 1	Energiebereitstellung	Bürgerbeteiligungsanlagen für Solar- und Windenergie	173
L - E 2	Energiebereitstellung	Konzept zur Substitution fossilen Erdgases durch synthetisches Methan und/oder H ₂ incl. Abschätzung der Wirkung auf leitungsgebundene Wärmeversorgung	174

Tab. 8-2: Übersicht der Maßnahmen

	Bereich	Titel	Seite
M - PH 1	Private Haushalte	Aktionswochen in Geschäften zu energieeffizienten Haushaltsgeräten und Wohnbauelementen	175
M - PG 2	Private Haushalte / GHD	Schulungen von Hausmeistern und Handwerkern zum energieeffizienten und bedarfsgerechten Betrieb der Gebäudetechnik	176
M - PH 3	Private Haushalte	Entwicklung eines Anreizsystems für Makler o. ä. als Erstberater zur Gebäudesanierung	178
M - PH 4	Private Haushalte / GHD	Passivhausstandard für Neubau und Sanierung auf städtischen Grundstücken bzw. beim Verkauf dieser Grundstücke	179
M - PH 5	Private Haushalte	Kommunale Anreize für besonders energieeffiziente Maßnahmen in privaten Haushalten	180
M - GI 1	GHD + Industrie	Jährliche Energieeffizienzkonferenz der Stadt Karlsruhe	181
M - GI 2	GHD + Industrie	Informationsaktivitäten der Stadtspitze	182
M - GI 3	GHD + Industrie	Energieeffizienz-Cluster Karlsruhe	183
M - GHD 1	GHD	Contracting-Offensive GHD der Stadt	184
M - GHD 2	GHD	Förderung von effizienten Filialen und Verkaufsstätten in Karlsruhe	185

Leitprojekte- und Maßnahmenkatalog

	Bereich	Titel	Seite
M - GHD 3	GHD	Vortrags- und Erfahrungsaustausch-Programm mit IHK, Handwerkskammer und Innungen	186
M - GHD 4	GHD	Konzeptentwicklung zur Beteiligung der Mitarbeiter, der Hausmeister oder des Facility Managements an Energieeinsparungen und betriebsweite Sensibilisierung	187
M - GHD 5	GHD	Bewusste Ansiedlung und Ermunterung von Investoren mit Investitionsplänen zu hocheffizienten Betrieben	189
M - I 1	Industrie	Informations- und Fortbildungsaktivitäten zum Themenkomplex "Energieeffizienz"	190
M - I 2	GHD + Industrie	Weitere Energieeffizienz-Netzwerke in Karlsruhe	191
M - I 3	Industrie	Initiative für ausgewählte technische Kampagnen	192
M - I 4	Industrie	Abwärmennutzung im Betrieb bei benachbarten Betrieben und für die Fernwärme / ORC-Anlagen	193
M - PV 1	Verkehr	Verstärkte Anreize zur Nutzung des Umweltverbundes	194
M - PV 2	Verkehr	Beschleunigung Umweltverbund	195
M - PV 3	Verkehr	Innerstädtischer Lieferdienst für Einkäufe	196
M - PV 4	Verkehr	E-Ticket im öffentlichen Verkehr	197
M - PV 5	Verkehr	Modernisierung der Fahrzeugflotte des öffentlichen Verkehrs	198
M - PV 6	Verkehr	Reduzierung der Parkplätze im öffentlichen Raum	199
M - PV 7	Verkehr	Weiterentwicklung des Schienennetzes für den öffentlichen Verkehr	200
M - M 1	Verkehr	Absenkung Straßenverkehrsgeschwindigkeiten	201
M - M 2	Verkehr	City-Maut	202
M - GV 1	Verkehr	Logistikkonzepte für Gewerbe- / Industriestandorte	203
M - GV 2	Verkehr	Direkte Förderung CO2-Minderung	204
M - GV 3	Verkehr	Modernisierung städtischer Fuhrpark	205
M - GV 4	Verkehr	Bahnanschlüsse für Gewerbe- / Logistikstandorte	206
M - GV 5	Verkehr	Konsolidierungszentren am Stadtrand und Bündelung Güterströme	207
M - GV 6	Verkehr	Elektrischer Güterverkehr	208
M - E 1	Energiebereitstellung	Konzept zur Abwärmennutzung und Einspeisung in das Fernwärmenetz	209
M - E 2	Energiebereitstellung	Energieatlas Karlsruhe	210
M - E 3	Energiebereitstellung	Nutzung öffentlicher Flächen zum Anbau von Kurzumtriebspappeln	211
M - E 4	Energiebereitstellung	Bioenergieregion Karlsruhe	212
M - K 1	Konsum	Nachhaltiger Konsumführer	213
M - K 2	Konsum	Nachhaltige öffentliche Beschaffung	214
M - K 3	Konsum	Stadt als nachhaltiger Essensanbieter	215
M - K 4	Konsum	Nachhaltigkeitszentrum	216
M - A 1	Allgemein	Klimaneutrale Stadtverwaltung	217

Tab. 8-3: Übersicht der Ideen

	Bereich	Titel	Seite
I - A 1	Allgemein	Klimaschutznavigator	218

8.2. Erläuterungen

Hinweise zur Kurzbezeichnung der Leitprojekte und Maßnahmen

Der Kurzbezeichnung setzt sich aus folgenden drei Komponenten zusammen

- Maßnahme/Leitprojekt/Idee (M/L/I)
- Lebensbereich (Sektor)
- Laufende Nummer

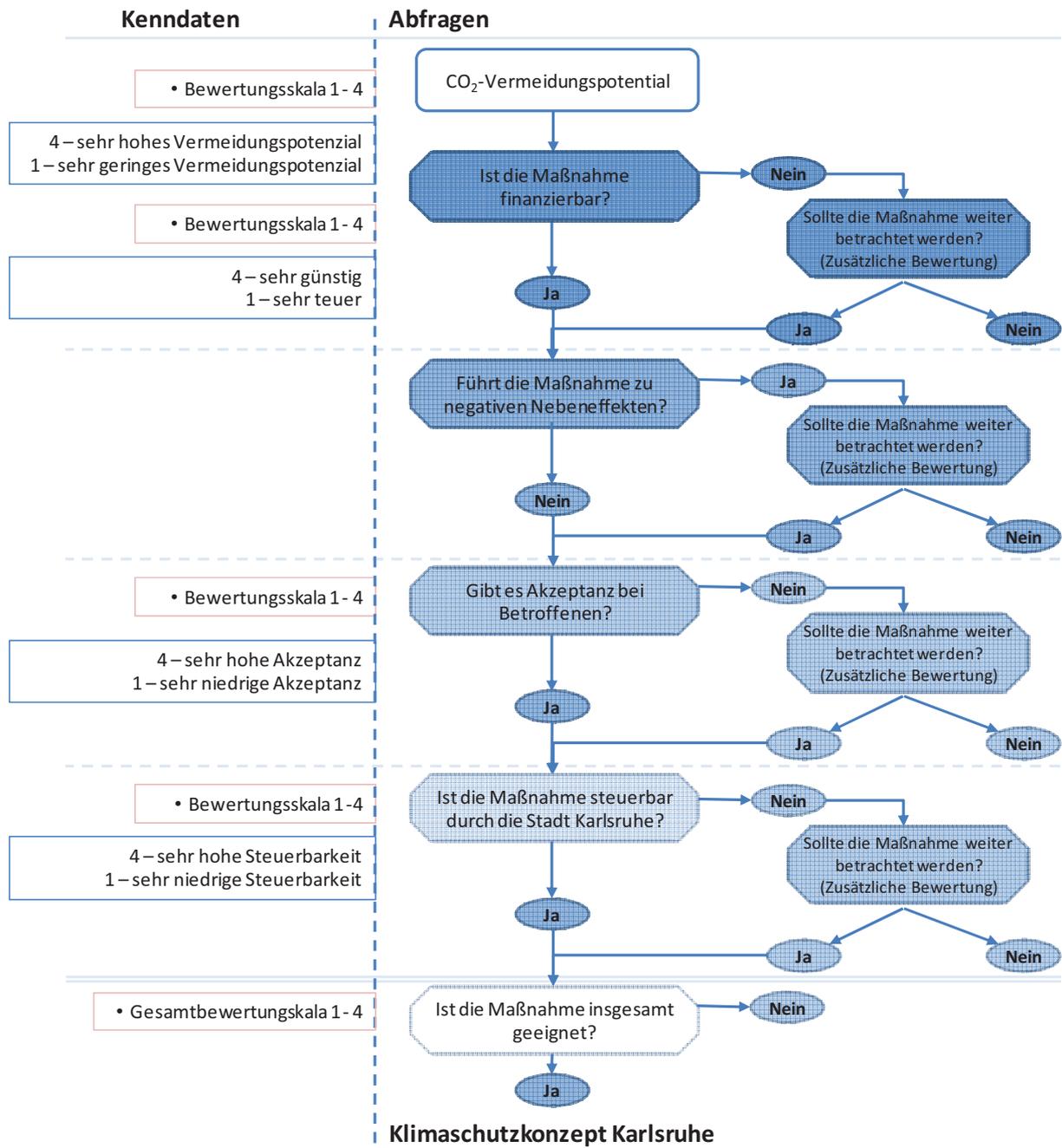
Für die Lebensbereiche/Sektoren werden folgende Abkürzungen verwendet:

PH	Private Haushalte
PG	Private Haushalte/Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
PGI	Private Haushalte / Gewerbe, Handel, Dienstleistungen / Industrie
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GI	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen / Industrie
I	Industrie
M	Mobilität (Übergreifend)
PV	Personenverkehr
GV	Güterverkehr
E	Energiebereitstellung
K	Konsum
A	Allgemein

Bewertungsmethodik der vorgeschlagenen Leitprojekte und Maßnahmen

Das Schema dient der einheitlichen Bewertung und Priorisierung der betrachteten Maßnahmen. Es umfasst sechs Fragen, wobei jedem Kriterium eine Bewertung in Form von Punkten von 4 bis 1 zugeordnet wird. Die Punktezahl steht für die Einstufung von sehr hoch bis sehr niedrig. Je höher die Punktezahl, desto positiver ist die Maßnahme bewertet.

Abb. 8-1: Maßnahmenbewertungsschema



Quelle: Eigene Darstellung, KEK gGmbH

Die Bewertung erfolgt vorrangig durch die Bearbeiter unter Zuhilfenahme der Ergebnisse aus den Workshops und zahlreichen Gesprächen mit Akteuren.

a. CO₂-Minderungspotenzial

Das CO₂-Minderungspotenzial wird in Tonnen CO₂ soweit wie möglich mit Hilfe der Modellierungen quantifiziert und in das Punktesystem eingestuft. Maßnahmen mit hohem Einsparpotenzial werden entsprechend hoch bewertet. Um eine Maßnahme einstufen zu können, wird das vorgeschlagene Projekt so konkret wie möglich definiert.

Punkte	Jährliches CO ₂ -Minderungspotenzial
4	> 20.000 Tonnen pro Jahr
3	5.000 bis 20.000 Tonnen pro Jahr
2	500 bis 5.000 Tonnen pro Jahr
1	< 500 Tonnen pro Jahr

b. Technische Realisierbarkeit

Hier wird angegeben, ob die Maßnahme derzeit technisch realisierbar ist, d.h. ob es die technischen Voraussetzungen für die Umsetzung der Maßnahme bereits gibt, bzw. an welchen Gegebenheiten direkt vor Ort angeknüpft werden kann.

c. Finanzieller Aufwand

Unter diesem Kriterium werden die Kosten für die Stadt bewertet. Soweit es möglich ist, wird der finanzielle Aufwand der Umsetzung des Projektes unter gewählten Spezifikationen quantifiziert. Andernfalls findet eine subjektive Einschätzung statt. Die Kosten werden dabei unterschieden in Investitions- und laufende Kosten. Folgende Übersicht gibt die Klassifizierung der Bewertungspunkte an. Jede Maßnahme erhält zwei Bewertungen, aus denen das arithmetische Mittel insgesamt berechnet wird.

Punkte	Investitionskosten	Jährliche laufende Kosten
4	< 50.000 €	< 5.000 €
3	50.000 bis 500.000 €	5.000 bis 50.000 €
2	500.000 € bis 2.000.000 €	50.000 € bis 200.000 €
1	> 2.000.000 €	> 200.000 €

d. Nebeneffekte

Sowohl positive als auch negative Nebeneffekte sollen hier qualitativ eingeschätzt werden.

Positive Nebeneffekte:

- lokale Wertschöpfung beispielsweise in Form von Schaffung und/oder Sicherung lokaler Arbeitsplätze
- Verringerung der Umweltverschmutzung (Lärm, Feinstaub etc.)
- Mit besonders innovativen Projekten, d.h. zu denen es höchstens vereinzelte Pilotprojekte gibt, kann die Kommune eine Vorreiterrolle in Sachen Klimaschutz einnehmen.

Negative Nebeneffekte:

- Z.B. ökologisch fragwürdiger Abbau von Seltenen Erden

e. Hemmnisse/Akzeptanzbewertung

Auf Basis der durchgeführten Workshops und einer subjektiven Einschätzung wird die Akzeptanz der Maßnahme durch die angesprochenen Zielgruppen bewertet.

f. Steuerbarkeit durch Stadt bzw. Akteure

Dieses Kriterium prüft, welche Akteure mittelbar und unmittelbar an der Umsetzung der Maßnahme beteiligt sind. Danach wird bewertet, inwieweit die Stadt auf die Umsetzung Einfluss nehmen kann, sei es direkt oder durch eventuelle Kooperationen oder Initiativen. In dieser Hinsicht kann eine Maßnahme mit wenigen Akteuren eine höhere Steuerbarkeit bedeuten, da weniger Koordinations- und Mobilisierungsaufwand notwendig ist.

Leitprojekte- und Maßnahmenkatalog

g. Priorität/Gesamtbewertung

In die subjektive Gesamtbewertung fließen alle vier betrachteten Kriterien ein. Dabei wird keine mathematische Gewichtung der einzelnen Aspekte vorgenommen.

h. Strategie und flankierende Maßnahmen

An dieser Stelle sollen die Maßnahmen des Maßnahmenkataloges aufgezeigt werden, die Einfluss auf die hier vorgestellte Maßnahme haben. Das beinhaltet eine Strategieempfehlung, welche Maßnahmen gekoppelt durchgeführt werden sollten.

i. Weitere Hinweise

Im Maßnahmen- und Leitprojektekatalog werden in einem zusätzlichen Punkt weiterführende Hinweise angegeben, wie z.B. ähnliche Maßnahmen im Klimaschutzkonzept von 2009 oder Erfahrungen zur Durchführung der spezifischen Maßnahme aus anderen Klimaschutzkonzepten.

8.3. Beschreibungen der Maßnahmen und Leitprojekte

Low-Carbon-Stadtteil	L - PH 1
Kurzbeschreibung	
<p>Es wird ein integriertes Gesamtkonzept entwickelt und umgesetzt, das zur größtmöglichen CO₂-Emissionsminderung in einem Stadtteil führt. Es umfasst die emissionsarme Energiebereitstellung und die Minimierung des Energieeinsatzes, vor allem für Gebäude, Verkehr und Konsum. Ausgangsbasis ist die Analyse der aktuellen Energiebedarfsstruktur. Hierauf erfolgt eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Energiebedarfs (Gegenüberstellung von Referenzszenario und der Wirkung unterschiedlicher Maßnahmen). Schwerpunkte der Maßnahmen sind: Aufwertung einzelner Wohnblöcke zu "Plusenergiegebäuden" (Gebäude produzieren in der Bilanz über das Jahr mehr Energie als sie verbrauchen). Erzeugter überschüssiger Strom wird ins Netz eingespeist oder zum Aufladen von Batterien (z.B. für Elektroautos) genutzt. Der Verkehr im Stadtteil wird auf die Reduzierung von CO₂ optimiert. Die Maßnahmen erhöhen neben der Reduzierung der CO₂-Emissionen auch die Lebensqualität allgemein, z.B. durch Verringerung der Lärmemissionen, des Unfallrisikos und der Luftschadstoffemissionen wie Feinstaub und NO_x. Die CO₂-Emissionen des Konsums im Low-Carbon-Stadtteil werden verringert, indem die Konsumenten für die CO₂-Wirkung des Konsums sensibilisiert werden und ihnen Informationen zum CO₂-verantwortlichen Handeln gegeben werden (z.B. Produktkennzeichnungen). Als Ergebnis könnte ein Vorzeigestadtteil mit überregionaler Sichtbarkeit, wie z.B. der Stadtteil Vauban in Freiburg, entstehen.</p>	
Zielgruppe	
Stadtplanungsamt, Stadtteilverwaltung; lokale Gruppen, Unternehmen, Bewohner und Bildungseinrichtungen	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	3
mittel bis hoch	
Technische Realisierbarkeit	
Kann technisch realisiert werden.	
Finanzieller Aufwand	1
Bei Gestaltung als partizipativer Prozess relativ hoher Aufwand. Kosten für Koordination des Prozesses, evtl. Folgekosten, falls z.B. kommunale Liegenschaften im Zuge des Prozesses energetisch optimiert werden sollen	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Stärkung des Zusammenhalts im Viertel, Verringerung der Luftverschmutzung, Hebung lokaler Energiepotenziale, örtliche Wertschöpfung.	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	3
Sanierungskosten für die Immobilienbesitzer	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
Hohe Priorität, da Ergebnis mit Vorzeigeeffekt und Ausstrahlungsfunktion	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Wohnbaugesellschaft oder/und Hausbesitzer; gut von der Stadtverwaltung selbst oder in ihrem Auftrag steuerbar	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
<p>Auslobung eines Wettbewerbs "Klimaeffizientes Unternehmen", Wettbewerb "Energietagebuch", Initiieren eines lokalen Agendaprozess auf Stadtteilebene. Um eine große Außenwirkung zu erreichen, muss der Low-Carbon-Stadtteil ein zentrales Stadtquartier mit einer hohen Wohndichte sein, wie z. B. ein Teil der Süd-, Ost- oder Weststadt. Die Besitzverhältnisse werden berücksichtigt. Innerhalb des angestrebten Low Carbon Stadtteils werden weitere Leitprojekte oder Maßnahmen umgesetzt. Hierzu bieten sich vor allem an: Die Durchführung von Konvoisanierungen (Leitprojekt L - PH 2), die Errichtung eines oder mehrerer Low Carbon-Demonstrationsgebäude (Leitprojekt L - PH 3) und die Realisierung eines energieeffizienten Supermarktes (Leitprojekt L - GHD 1).</p>	
Weitere Hinweise	
Wichtig ist eine starke Einbindung der lokalen Bevölkerung, Wirtschaft und der sonstigen Akteure	

Konvoisanierungsprojekte

L - PH 2

Kurzbeschreibung

Karlsruhe kann in Stadtgebiete mit unterschiedlichen charakteristischen städtebaulichen Gegebenheiten, wie etwa Baualter, Struktur und bauliche Qualität der Gebäude eingeteilt werden. Durch spezifische Sanierungsvorhaben in Quartieren mit homogener Gebäudestruktur kann der Energiebedarf der Gebäude auf einer breiten Basis und mit großer Wirkung gesenkt werden.

- Partizipativer Prozess:

Durch eine starke Einbindung der Zielgruppe wird eine hohe Identifikation mit dem Sanierungsvorhaben und die Bewusstseinsbildung für das Thema und die Möglichkeiten erreicht.

- Gruppenberatung und anschließende „betreute“ Konvoisanierung :

Aufgrund der Homogenität der Quartiere kommen starke Synergieeffekte zum Tragen, die die Umsetzung eines hohen CO₂-Einsparpotenzials ermöglichen. Gleichzeitig bringen Wiederholungseffekte, Standardisierung und Mengenrabatte für die Eigentümer einen wirtschaftlichen Vorteil. Ähnlich einer Baugruppe entsteht eine Sanierungsgruppe, welche in einem iterativen Planungsprozess eine Sanierungslösung erarbeitet.

In diesem Rahmen sind stadtteilbezogene Informationskampagnen in Kooperation mit Energieberatern, lokalen Handwerkern und den Stadtwerken mit interaktiven Elementen, wie Wärmebildaufnahmen zur Demonstration der Sanierungswirkung und der Quantifizierung der Einsparpotenziale sinnvoll, sowie auch die Veröffentlichung eines regelmäßigen Energieberichts für Haushalte und lokale Betriebe in der lokalen Presse.

Zielgruppe

- Gebäudeeigentümer, Wohnbaugenossenschaften, Wohnungsbaugesellschaften

CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial

3

- Nicht direkt quantifizierbar

- Durch die Sanierung insbesondere der Gebäude, die vor 1979 in Karlsruhe erbaut wurden, können mit einer jährlichen Sanierungsquote von 2 % und bei einem verhaltenen Anlagensanierungszyklus von 30 Jahren, über 975 GWh Nutzenergie im Jahr 2050, was etwa 78% der Nutzenergieeinsparungen bei den privaten Haushalten entspricht, eingespart werden.

Technische Realisierbarkeit

- Bereits verwirklichte Sanierungsprojekte werden weitergeführt und vertieft wie etwa das Projekt „Rintheimer Feld“ der Volkswohnung und das Projekt der Stadtwerke Karlsruhe zum Ersatz von Nachtstromspeicherheizungen in den Quartieren Bergwaldsiedlung und „Im Speitel“.

- Die Kooperation mit Partnern aus Forschung und Praxis, die Einbeziehung von lokalen Institutionen wie Kirchengemeinden oder Vereinen und auch die Aktivierung der Bevölkerung waren bei beiden Vorhaben entscheidend für den Erfolg.

- Auf Seiten der Qualität der Bauteile ist im Allgemeinen der derzeitige Passivhausstandard technisch realisierbar.

- Der Auftakt der Infokampagnen könnte in der Waldstadt im Bereich der Anlagentechnik erfolgen zu dem Thema "Alternativen zur elektrischen Warmwasseraufbereitung in - mit Fernwärme versorgten - Gebäuden".

- Die derzeit ausgeschriebenen Sanierungsgebiete in Karlsruhe sind unter folgendem Link vermerkt:

<http://www.karlsruhe.de/bauen/bauenplanen/sanierung>.

Finanzieller Aufwand

3

Für die Gebäudeeigentümer sind die Investitionen für Gebäudehüllelemente mit einem niedrigeren Wärmedurchgangskoeffizienten höher. Wenn Sie jedoch ohnehin gesetzlich vorgeschrieben werden, besteht insbesondere die Herausforderung, die tatsächliche Umsetzung in Karlsruhe zu beschleunigen und zu kontrollieren. Somit fallen Kosten für stadtteilbezogene Informationskampagnen und für die Beratung der Stadtteilbewohner an.

Nebeneffekte (positiv + negativ)

- Stadtteilspezifische Ansprache und individuelle Sanierungskonzepte

- Positive Auswirkungen auf das Image eines Stadtteils, die Stadtteilgestaltung und die Stadtteilentwicklung als Ganzes

Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	3
- hohe Erstinvestitionen, die durch entsprechend neue Contractingvertragskonstruktionen unter Einbeziehung der Handwerker möglicherweise verringert werden können - Eigentümer-Nutzer-Dilemma.	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
Sehr hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	4
- KEK, Stadtplanungsamt, Vereine, Kirchengemeinde, Schulen, Volkswohnung, Stadtwerke Karlsruhe	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
- Musterhausoffensive (L-PGI 3) - Kommunale Kofinanzierung besonders energieeffizienter Maßnahmen in privaten Haushalten. - Niedrigenergiehaus- und Passivhausstandard vorschreiben für Neubau und Sanierung auf städtischen Grundstücken bzw. beim Verkauf dieser Grundstücke - Schulungen zur Heizanlagenkontrolle und -einstellung sowie zur Identifikation sanierungsbedürftiger Gebäude	
Weitere Hinweise	
Zum Teil ähnlich zu M24 des Klimaschutzkonzeptes Karlsruhe 2009	

Musterhausoffensive	L - PGI 3
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Bei privaten Haushalten, aber auch im GHD-Bereich und der Industrie werden energetisch herausragende Sanierungsprojekte als Musterhäuser identifiziert und im Rahmen einer Musterhausoffensive vorgestellt. Aktuelle laufende Sanierungsprojekte mit neuen innovativen Techniken und Maßnahmen werden begleitet. Anhand der Musterhäuser erfolgt eine Demonstration und Beratung zu den Möglichkeiten der Energieeinsparung von privaten Haushalten im Wärme- und Strombereich und deren maßnahmenbezogene Quantifizierung. Entsprechende branchenspezifische Demonstration und Beratung im GHD-Bereich und in der Industrie.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>- Gebäudeeigentümer (im Bereich private Haushalte, GHD, Industrie), Bauinteressierte, Wohnbaugenossenschaften</p>	
<p>CO2-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>nicht direkt quantifizierbar</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>- Städteigene Demonstrationsbauten als Vorreiter, weitere geeignete Objekte werden über Innungen, Energieberater, Architektenkammer und Stadtwerke oder im Rahmen eines Wettbewerbs identifiziert - Vorstellung der Demonstrationsbauten möglicherweise im Rahmen der Stadtausstellung 2015 und/oder auf thematisch passenden Veranstaltungen, wie Tag der Architektur und Energietag Baden-Württemberg</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>- Kosten für die Datensammlung und die Erstellung des Projektkatalogs (evtl. Kooperation mit dem KIT bzw. der Hochschule Karlsruhe in Form eines Forschungsprojekts oder Bachelor- und Masterarbeiten) - Betreuungsaufwand (Berater, Handwerker), jedoch jeweils bei den Demonstrationsbauten gebündelt</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Multiplikator Energieeinsparungsmöglichkeiten werden greifbar, verständlich und spürbar, sodass die Akzeptanz gegenüber der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen steigt.</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Information der Zielgruppen private Haushalte und Unternehmen über die Demonstrationen und das Betreuungsangebot</p>	4
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>Sehr hoch</p>	4
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Öffentliche Gebäude, energetisch herausragende Sanierungsprojekte, unabhängige Energieberater, Handwerker, Architektenkammer, Stadtwerke Karlsruhe</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>- Konvoisanierungsprojekte - Kommunale Kofinanzierung besonders energieeffizienter Maßnahmen in privaten Haushalten - Aktionswochen in Geschäften zu energieeffizienten Haushaltsgeräten und Wohngebäudeelementen - Low-Carbon-Stadtteil</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Exemplarische Realisierung eines hocheffizienten Supermarktes	L - GHD 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Gebäude mit extrem niedrigen Energiebedarf im Lebensmittelbereich sollen das Bewusstsein der Einkäufer für den Klima- bzw. Umweltschutz fördern. Dies erfolgt zum einen durch bauliche Maßnahmen (für den Kunden sichtbar) und zum anderen durch zusätzliche Informationen über die Nutzung regenerativer Energien (z.B. thermische Solarkollektoren)</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Einzelhandels- und Großhandelsmärkte, auch in anderen Konsumgüterbereichen</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <ul style="list-style-type: none"> - hohes Einsparpotential durch Wärmedämmung, tageslichtabhängige Beleuchtung, Nutzung von grünem Strom, etc. - genaues Einsparpotential abhängig von jeweiliger Fallstudie - ein hocheffizienter Supermarkt spart ungefähr 200 bis 300 t CO₂ pro Jahr (maximal) - wenn alle Karlsruher Supermärkte innerhalb von 10 Jahren saniert wären, würde sich die Einsparung auf vielleicht 25.000 t CO₂ in 2020 aufsummieren 	3
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>komplexes System ist technisch realisierbar, jedoch mit viel planerischem Aufwand und höheren (rentablen) Investitionen verbunden</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Finanzierung wird vom Investor/Supermarktbetreiber übernommen</p>	2
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Signalwirkung ("green building") - Stadt wie Supermärkte engagieren sich für den Klimaschutz Vorbildwirkung sowohl auf Bevölkerung als auch auf branchenähnliche Unternehmen (Baumärkte, Elektronikbranche, etc.). Auch andere Unternehmen werden veranlasst, hocheffiziente Supermärkte etc. zu bauen</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Akzeptanz der umliegenden Wohnbevölkerung (z.B. Zweifel aufgrund von erhöhtem Verkehrsaufkommen, Verlust von bisher anderweitig genutzten Flächen (z.B. Grünflächen, Bolzplätzen, etc.))</p>	3
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>mittel</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadtplanungsamt, Unternehmen des Lebensmittelhandels</p>	2
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>Maßnahmen der Stadt zur Akzeptanzerhöhung bei umliegender Wohnbevölkerung; Ausgleichsmaßnahmen erwägen (Bolzplatz auf dem Dach des Gebäudes; kleine grüne Parkanlagen), siehe L - PG 3</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Energieeffizienzberatung nach dem Schweizer KMU-Modell für kleine Unternehmen in Karlsruhe	L - GI 1
Kurzbeschreibung	
Übertragung des Schweizer KMU-Modells auf kleine Unternehmen der beiden Sektoren "Industrie" und "Gewerbe, Handel, Dienstleistungen" in Karlsruhe. Auf diese Weise würden auch kleinere Unternehmen, die Jahresenergiekosten zwischen 30.000 - 150.000 € aufweisen, zu höheren Realisierungsschritten von Energieeffizienz-Investitionen befähigt. <i>(Das Schweizer KMU-Modell umfasst: Energie-Checkup mit Vorschlag von wirtschaftlichen Effizienzmaßnahmen, Zielvereinbarung, Monitoring, Klimaschutzlabel und mögliche Befreiung von CO₂-Abgabe und Detailvorschriften; zusätzliche finanzielle Förderung durch Klimastiftung Schweiz, Städte, Gemeinden und EVU)</i>	
Zielgruppe	
Kleine und mittlere Betriebe und Unternehmen aus der Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD), von denen es mindestens 200 in Karlsruhe gibt	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
In der Schweiz ist das Modell seit 2006 implementiert und hat fast vergleichbare Erfolge wie die Energieeffizienz-Netzwerke, d.h. man kann von einer Beschleunigung der Realisierung von Energieeffizienz-Maßnahmen auf 1,6 bis 1,8 % pro Jahr (fast eine Verdopplung des energietechnischen Fortschritts bei den betroffenen Betrieben) ausgehen	
Technische Realisierbarkeit	
<ul style="list-style-type: none"> - Intialberatung - einfach zu realisieren - Erstellung Beratungsberichte - eher einfach zu realisieren - jährliches Monitoring - geringer Aufwand (Internet-basiert) - regelmäßige Betreuung - mittlerer Aufwand 	
Finanzieller Aufwand	3
evt. Teilfinanzierung durch Bundes- oder Landes-Umweltministerium; Beratungsfinanzierung durch KfW bzw. die Unternehmen selbst	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Anerkennung als Energiemanagementsystem und somit Möglichkeit für Steuervergünstigungen (Spitzenausgleichsanspruch) der Unternehmen	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	2
<ul style="list-style-type: none"> - Zeitmangel sowie andere Prioritäten der Zielgruppen (insbesondere kleine und mittlere Unternehmen) - Akzeptanz der Netzwerke bei Mittel- und Großunternehmen höher - Personalmangel (z.B. kein Energiemanager vorhanden) - Gleiche Kundengruppen 	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
Hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	3
Umweltamt der Stadt Karlsruhe, Beratungs- und Ingenieurbüros, Forschungsinstitute, etc.	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
siehe M - I 2: weitere Energieeffizienz-Netzwerke in Karlsruhe	
Weitere Hinweise	

Absorptionskälte mittels Fernwärme und thermischer Solarenergie	L - I 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Klimatisierungskälte aus Absorptionskälteanlagen in einem geeigneten und vielfach reproduzierbaren Anwendungsfall. Hierdurch wird die Auslastung des Fernwärmenetzes im Sommerhalbjahr besser gewährleistet, zumal die zunehmende thermische Solarenergienutzung für Warmwasser den sommerlichen Wärmebedarf durch Fernwärme reduzieren dürfte. Die Absorptionskälte ist ein zentraler Schlüssel, um die Kapitalkosten des Fernwärmenetzes zu senken.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Kleine, mittlere- und große Unternehmen der Karlsruher Industrie und von Dienstleistungssektoren mit Klimatisierungs- und Prozesskältebedarf in der Nähe des Fernwärmenetzes</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>hohes Einsparpotential infolge der Substitution von Strom durch Karlsruher Fernwärme, das nur geringe CO₂-Emissionswerte aufweist. Wenn das Potenzial hinreichend ausgeschöpft wäre, könnte die CO₂-Minderung zwischen 5.000 und 20.000 t pro Jahr liegen.</p>	3
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>Technische Realisierung in Stadtteilen mit existierender Fernwärmeversorgung wäre relativ einfach, im Gegensatz dazu bei fehlender Fernwärmeversorgung relativ aufwändig (und nicht wirtschaftlich) durch mobile Wärmespeicher</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>schwierig abzuschätzen, da abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, der Leistungshöhe und den Jahresnutzungsstunden der Kälteanlage. Bei Büro- und anderen Nichtwohngebäuden mit internen Lasten (PCs und Beleuchtung) und mehr als 3000 m² sollte die Rentabilität gegeben sein. Contracting-Angebote könnten wichtig sein.</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>führt bei vielfacher Anwendung in Gebäuden und Wirtschaft zu geringen Kapitalkosten je gelieferter Wärmeeinheit und ermöglicht, auch im Sommer eine verbesserte Nutzung der Abwärme aus der Karlsruher Raffinerie</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Zeitaufwand für die Akquisition der Kältekunden könnte hoch sein; Kunden und Installations-Handwerk kennen i.a. die Technik nicht (sondern nur die Kompressionskälte); die Investitionskosten sind höher bei der Absorptionstechnik (auch wegen der Anschlusskosten), aber die Betriebskosten sind deutlich geringer. Die Wirtschaftlichkeit muss mit interner Verzinsung ermittelt werden, denn das Risikomaß der Amortisationszeit wird viele Kunden abschrecken.</p>	2
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>hoch, für die Stadtwerke Karlsruhe besonders wichtig</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>SWK, Raffinerie, Karlsruher Industrie- und Dienstleistungsunternehmen, Stadtverwaltung, Die Steuerbarkeit geht über entsprechende Angebote von Contracting-Unternehmen und gute Fachkenntnisse Karlsruher Planer und Installationsbetriebe</p>	3
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>eine gute Vorbereitung von Contracting, Verträgen, Fachkenntnisse der Planer und Installationsbetriebe sind Voraussetzung für ein Gelingen der Diffusion dieser Technik</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Null-CO₂-Fabrikationsgebäude	L - I 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Neu- oder Umbau eines Fabrikationsgebäudes zu einem klimaneutralen Gebäude. Innovative Firmen aus dem Energieeffizienznetzwerk Karlsruhe könnten die ersten Beispiele eines Großunternehmens im Bereich der Konsumgüterindustrie im Karlsruher Raum sein, die diesen neuen Standard durch effiziente Bauweise, Abwärmenutzung und Biomassenutzung für die Wärmeerzeugung überzeugend realisieren. Es gibt derartige Realisierungen bereits in einigen deutschen Unternehmen.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Kleine, mittlere- und große Unternehmen der Karlsruher Industrie und von Karlsruher Dienstleistungsunternehmen (dort als Null-CO₂-Nichtwohngebäude)</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>einzelfallspezifisch, daher ist keine generelle Aussage möglich. Prinzipiell weisen Fabrikationsgebäude heute in der Regel noch große Effizienzpotentiale sowie CO₂-Minderungspotenziale durch erneuerbare Energien und Abwärmenutzung auf. Wenn viele Unternehmen sich zu derartigen Gebäudeinvestitionen entschließen würden, wäre die CO₂-Emissionsminderung größer als 20.000 t CO₂ pro Jahr.</p>	4
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>eher einfach, da auf altbewährte Technik gesetzt werden kann (z.B. Schnelllauftore, Isolierung, Abwärmenutzung, Wärmepumpen, Verbrennung von Abfallstoffen oder organischen Abfallgasen oder Nutzung eines Pelletkessels)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Die Investitionen sind hoch (0.5 bis 2 Mio. € pro Fall). Die Finanzierung wird vom Investor übernommen, kann zum Teil auch im Contracting erfolgen; evtl. Fördermöglichkeiten durch KfW, oder spezielle Bundes- oder Landesförderung.</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Signalwirkung ("green building") - Stadt wie Industrieunternehmen engagieren sich für den Klimaschutz - Reduktion der Energieabhängigkeit - Vorbildwirkung: auch andere Industrieunternehmen werden veranlasst, CO₂-neutrale Fabrikationsgebäude zu bauen (Werbung mit 'green image', Erschließung weiterer Kundengruppen oder Erhöhung der Marktanteile) 	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Unternehmen priorisieren andere Investitionen, welche ihr Kerngeschäft betreffen, gegenüber Energieeffizienzinvestitionen, zumal sehr langfristig wirksame Investitionen in Gebäude oder langlebige Energiewandler; fehlende Kenntnisse und Lebenskostenzyklusbetrachtungen, immer noch alleinige Orientierung an der Amortisationszeit (einem Risikomaß und keinem Rentabilitätsmaß wie die interne Verzinsung)</p>	2
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>hoch, da noch große Effizienzpotentiale mit relativ geringem Aufwand gehoben werden können</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Karlsruher Industrieunternehmen, Stadtplanungsamt und Stadtspitze, erfahrene Planer und Installationsbetriebe; die Stadtspitze müsste an potentiell interessierte Unternehmen mit einem gut vorbereiteten Informationspaket herantreten</p>	3
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>Contracting bei SWK forcieren; Fortbildung für Planer und Installationsbetriebe forcieren; Werben für die Idee seitens der Stadtspitze; Errichtung eines energieeffizienten und klimagerechten Gewerbegebietes</p>	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>Man kann sich an existierenden Beispielen in anderen Städten Deutschlands Ideen holen.</p>	

Zweite Ausbaustufe Abwärmenutzung Raffinerie für Fernwärme	L - I 3
Kurzbeschreibung	
Nach der erfolgreichen Einspeisung der Abwärme der Raffinerie in das Karlsruher Fernwärmenetz der SWK (bisher 40 MW) kann die zweite Ausbaustufe mit weiteren 40 MW ein Beispiel sein, wie die Stadtwerke durch Aufnahme industrieller Abwärme die CO ₂ -Emissionen ihrer Fernwärme deutlich reduzieren können.	
Zielgruppe	
Stadtwerke Karlsruhe und Raffinerie Karlsruhe	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
Das CO ₂ -Minderungspotenzial beträgt etwa 65.000 Tonnen pro Jahr.	
Technische Realisierbarkeit	
Gegenüber dem Vorläuferprojekt wegen der gewonnenen Erfahrungen relativ einfach zu realisieren, da die erste Ausbaustufe bereits realisiert ist und die Transportleistung schon entsprechend ausgelegt wurde.	
Finanzieller Aufwand	2
die Investition im Raffineriebereich beträgt etwa 15 Mio. €, Die Kapitalkosten können durch die Erlöse bei der Fernwärme gut gedeckt werden. Die Investitionen für Transportleitung und Einbindung sind weitgehend bereits in der ersten Phase erfolgt.	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Vermeidung von brennstoffbedingten Emissionen in Siedlungsgebieten mit Fernwärmeanschluss; langfristig stabilere Fernwärmepreise.	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
Risikoabsicherung bei Änderungen der Produktions- und Verteilbedingungen bei den Partnern erforderlich; durch geringe CO ₂ -Emissionen und stabile Fernwärmepreise dürfte die Akzeptanz steigen.	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	3
Raffinerie, SWK, Stadtverwaltung; Steuerbarkeit wegen der Erfahrungen in der 1. Phase und der beiden Partner sehr gut.	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
siehe L - I1: Absorptionskälte mittels Fernwärme sehr wichtig; Anschluss der Fernwärme an fernwärmewürdige Siedlungs- und Industriegelände sehr wichtig.	
Weitere Hinweise	
siehe auch M16 des Klimaschutzkonzeptes Karlsruhe 2009	

Energieeffizientes Gewerbegebiet	L - I 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Planung und Errichtung eines energieeffizienten und klimagerechten Gewerbegebietes könnte man für eines der neu auszuweisenden Gewerbegebiete erwägen, entscheiden und in Angriff nehmen. Dies könnte auch ein Projekt des o. g. Energieeffizienz-Clusters sein. Für diese industriellen Neubaugebiete – aber auch bei der Restrukturierung von bestehenden Industriegebieten – könnten auch bestehende Optionen der Nutzung erneuerbarer Energien konsequent berücksichtigt werden, insbesondere bei Investitionen in neue Fabrikationshallen und deren Energieversorgung. Das Null-CO₂-Fabrikationsgebäude ist ein möglicher Bestandteil des energieeffizienten Gewerbegebietes, ebenso Abwärmenutzung in benachbarten Betrieben, Mobilitätsmanagement und Logistikkonzepte für die Unternehmen.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Die Stadtwerke Karlsruhe, Stadtverwaltung, an einer Ansiedlung interessierte Unternehmen, angesiedelte Unternehmen im Fall einer Restrukturierung.</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>Das Minderungspotenzial hängt von dem betroffenen Gewerbegebiet ab. Es kann von einer Minderung von wenigstens 2000 bis 5000 Tonnen CO₂ ausgegangen werden.</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>Technisch steht dem Konzept nichts im Weg.</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Die Investitionen dürften sich seitens der Unternehmen auf mehr als 2 Mio. € belaufen, aber das Meiste davon wäre rentabel.</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - sehr hoher Imagegewinne für die Stadt - geringe energiebedingte Emissionen des Gewerbegebietes 	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> - beschränktes Verständnis der an einer Ansiedlung interessierten Unternehmen - hoher Überzeugungs- und Akquisitionsaufwand der Wirtschaftsförderng - hohe Komplexität in der Planung des Gewerbegebietes 	2
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>mittel, da die Hemmnisse eine Herausforderung sind</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wirtschaftsförderung und Planungsamt, interessierte Unternehmen - Steuerbarkeit vorhanden, aber Akquisitionsaufwand zu meistern 	3
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informationskampagne der Stadtspitze zusammen mit dem Land und der IHK - Contractingangebot durch Contractoren, u.a. die SWK 	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>Das Null-CO₂-Fabrikationsgebäude ist ein möglicher Bestandteil des energieeffizienten Gewerbegebietes, ebenso Abwärmenutzung in benachbarten Betrieben, Mobilitätsmanagement und Logistikkonzepte für die Unternehmen.</p>	

Verbesserung der Attraktivität des ÖPNV für Erstnutzer	L - PV 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Ausgangspunkt ist die Erkenntnis, dass ein Großteil der Bevölkerung den ÖPNV nie oder fast nie verwendet, ein weiterer erheblicher Teil nur sehr selten. Dies steht im deutlichen Gegensatz zur hohen Leistungsfähigkeit, die der Karlsruher ÖPNV aufweist – vor allem mit Blick auf den erreichten Stand bei Infrastruktur, Fahrzeugen, Fahrtenangebot und Komfort. Durch Verbesserung der Erstnutzertauglichkeit können zusätzliche Nutzer für den ÖPNV gewonnen werden. Wesentliche Ansatzpunkte sind die Vereinfachung der Benutzeroberfläche oder die Verbesserung des Images durch Kommunikationsmaßnahmen. Empfohlene Maßnahmen sind :</p> <p>(1) proaktive Information zum Umstieg vom Auto auf den Umweltverbund: Empfohlen wird, verkehrsträgerübergreifende, persönliche Beratungsangebote auszubauen. Ein erster Ansatz besteht darin, weitere Beratungsangebote in das bereits etablierte und zentral gelegene Kundenzentrum von VBK und KVV am Marktplatz, etwa zu Mietwagen, Fernverkehr, Car-Sharing oder Leihrad-Systemen zu integrieren.</p> <p>(2) Optimierung der Benutzeroberfläche: Ein hoher Anteil der Karlsruher Bevölkerung nutzt nicht oder sehr selten den ÖPNV in Karlsruhe. Gelingt es einen Nutzungsimpuls zu setzen, gibt es zahlreiche Hürden und Unsicherheiten, mit denen sich der potenzielle Nutzer konfrontiert sieht. Selbst Stammkunden fällt es häufig schwer, sich abseits der von ihnen häufig genutzten Strecken zu orientieren. Um diese Nutzungsbarrieren abzubauen und aus der positiven „Erstnutzungserfahrung“ einen Anreiz für die häufigere Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in Karlsruhe zu geben, eignet sich eine systematische Analyse und konsequente Optimierung der Medien an den wesentlichen Kontaktpunkten, z.B. :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tarif- und Vertriebsinformationen (Automaten, Kundenzentrum, Hinweise auf externe Vertriebsstellen), - Aufbereitung des Streckennetzes und des Fahrtenangebotes sowie - Informationen bei Störungen und Bearbeitung von Kundenanliegen. <p>Dies betrifft Informationen, die der (potenzielle) Fahrgast vor, während und nach der Fahrt benötigt. Eine Besonderheit stellt die enge Verknüpfung von Verkehrsunternehmen und –verbund in Karlsruhe dar. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass die Vorteile dieser Situation für einen klaren und auch für Nichtexperten verständlichen Außenauftritt genutzt werden sollen.</p> <p>(3) Verbesserung der Wahrnehmung: um die Aufmerksamkeit der Nicht-Nutzer zu gewinnen und Nutzer zu bestärken, werden die oben genannten Maßnahmen optimal durch kommunikative Maßnahmen flankiert. Mögliche Ansatzpunkte sind etwa die Kommunikation der Aspekte Flexibilität im Netz, „Reisezeit gleich Nutzzeit“, Preiswürdigkeit sowie der ökologischen Dimension.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Einwohner, Einpendler, Touristen, insbesondere bisherige Nicht-Nutzer</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>hoch, vgl. PV 1, stets hoher Anteil Erstnutzer im ÖPNV</p>	4
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>sehr gut, keine speziellen Anforderungen</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Kosten für Überarbeitung der Benutzeroberfläche oder weiterer Kommunikationsmaßnahmen</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>bessere Erlössituation bei ÖPNV-Unternehmen und -Verbund</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>hohe Akzeptanz</p>	4
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>sehr hoch, da hoher Anteil Erstnutzer im ÖV, vergleichsweise geringe Kosten</p>	4
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Verkehrsunternehmen /-verbund, Stadt Karlsruhe</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Förderung Mobilitätsmanagement und regionale Wirtschaftskreisläufe	L - GV 1
Kurzbeschreibung	
<p>Ausgangspunkt dieses Maßnahmenbündels ist die Erkenntnis, dass ein Großteil der dienstlich veranlassten Wege heute mit dem Pkw oder Lkw absolviert wird. Ein erheblicher Anteil dieser Pkw-Fahrten ist etwa durch die Mitnahme von Material oder Werkzeug begründet und kann nicht auf den Umweltverbund verlagert werden. Die Erfahrungen, etwa aus den Projekten des Programms "effizient mobil" – zeigen aber, dass mit „weichen“ Maßnahmen aus dem Bereich Information, Kommunikation und Motivation sowie Koordination die Nutzung des Umweltverbundes spürbar gestärkt werden kann. Beispielhafte Maßnahmen sind die Abstimmung von Dienstplänen mit Fahrplänen oder elektronische Abfahrtstafeln für das Bus- und Bahnangebot der nächsten Haltestellen bei Unternehmen, um die Nutzbarkeit und Wahrnehmung des ÖV zu verbessern.</p> <p>Die Entwicklung von Mobilitätsmanagementkonzepten setzt eine fundierte Analyse der Erfordernisse und Möglichkeiten vor Ort voraus. Diese Aufgabe ist häufig von Unternehmen fachlich nicht leistbar, zudem ist diese Aufgabe nur in wenigen Unternehmen personell untersetzt.</p> <p>Es wird daher empfohlen, Anreize für die Erarbeitung und die Umsetzung von Mobilitätsmanagement-konzepten zu setzen – etwa durch eine finanzielle Unterstützung seitens der Stadt Karlsruhe.</p> <p>Transportaufwendungen spielen bei Beschaffungsvorgängen häufig eine untergeordnete Rolle, so dass häufig von weit entfernten Lieferanten eingekauft wird. Hier wird die Promotion regionaler Wirtschaftskreisläufe sowie die Offenlegung und Kommunikation von Carbon-Footprints empfohlen. Die Stadt als großer Nachfrager kann durch strenge Vorgaben bei eigenen Beschaffungen eine Vorreiterrolle einnehmen.</p>	
Zielgruppe	
Unternehmen, Verkehrserzeuger (Einkaufszentren, Krankenhäuser, Universität etc.)	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	1
mittel	
Technische Realisierbarkeit	
sehr gut	
Finanzieller Aufwand	4
gering	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
lokale/regionale Wirtschaftsförderung	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
vermutlich gute Akzeptanz	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
hoch, da sofort umsetzbar	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Unternehmen, Verkehrserzeuger (Einkaufszentren, Krankenhäuser, Universität etc.), Verkehrsverbund, KEK	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Die Maßnahme kann durch städtische Wettbewerbe, Siegel der Stadt oder der dena (Deutschen Energie- Agentur GmbH) für ausgezeichnetes Mobilitätsmanagement flankiert werden.	
Weitere Hinweise	

Bürgerbeteiligungsanlagen für Solar- und Windenergie	L - E 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Durch Bürgerbeteiligungsanlagen kann der Ausbau der erneuerbaren Energien gesteigert werden. Es können große Anlagen zur Nutzung von erneuerbaren Energien wie Photovoltaik und Windenergie über das Eigenkapital von vielen einzelnen Privatpersonen vollständig finanziert werden. Seit 2005 existiert von den Stadtwerken ein umfassendes Programm zur Förderung der Photovoltaik in Karlsruhe, in dessen Rahmen bereits drei Solarparks erfolgreich verwirklicht wurden. Dieses Programm soll ausgebaut werden, um das Potenzial der erneuerbaren Energien beschleunigt zu erschließen.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Private Investoren - Bereitstellung von Flächen durch die Stadt und andere 	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>Die Einsparungen sind abhängig von der Größe des Solarparks.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solarpark I: ca. 400 Tonnen CO₂/Jahr - Solarpark II: ca. 240 Tonnen CO₂/Jahr - Solarpark III: ca. 845 Tonnen CO₂/Jahr. 	4
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>Seit 2005 existiert von den Stadtwerken ein umfassendes Programm zur Förderung der Photovoltaik in Karlsruhe, in dessen Rahmen bereits mehrere Bürgerbeteiligungsanlagen verwirklicht wurden. In Karlsruhe wurde die Bürgerbeteiligungsanlage, das „Karlsruher Sonnendach“, mit einer Gesamtleistung von 50 kW (rund 45 MWh Jahresertrag) auf dem Verwaltungsgebäude in der Daxlander Straße 72 von den Stadtwerken in drei Ausbaustufen realisiert. Weiter wurden erfolgreich drei Solarparks als Bürgerbeteiligungsprojekte finanziert (Solarpark I (840 kW), II (500 kW), III (geplant 500 kW)). Solarpark III wurde wegen großer Nachfrage auf über 1300 kW erweitert.</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Die Investitionen für den Solarpark I beliefen sich auf rund 4 Mio. Euro. Die Anlage wurde über eine Beteiligungsgesellschaft finanziert, an welcher die Stadt Karlsruhe ca. 26 % und die Stadtwerke Karlsruhe rund 14 % der Anteile hält. Die restlichen 60 % werden durch das Eigenkapital von über 170 Privatpersonen gedeckt. Der Solarpark II mit 1,4 Mio. Euro und III mit anfänglich 2 Mio. Euro sind ausschließlich über das Eigenkapital von privaten Investoren finanziert.</p> <p>Die Rendite auf das gebundene Kapital in Solarpark I und II beträgt etwa 5%.</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>In Folge staatlicher garantierter Einspeisevergütungen risikoarme Geldanlage.</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Derzeit gute Rendite und daher hohe Nachfrage.</p>	4
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>Sehr hoch</p>	4
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadtwerke Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft der Stadt Karlsruhe</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>Ausweitung auf andere erneuerbare Energien, wie etwa Windkraftanlagen und Geothermie.</p>	

Konzept zur Substitution fossilen Erdgases durch synthetisches Methan und/oder H2 incl. Abschätzung der Wirkung auf leitungsgebundene Wärmeversorgung	L - E 2
Kurzbeschreibung Durch den in Folge energetischer Gebäudesanierung sinkenden Wärmebedarf entstehen freie Kapazitäten im Karlsruher Gasnetz, die zur Speicherung von Ökostrom in Form von synthetischem Gas herangezogen werden können. Aus überschüssigem Ökostrom wird über Elektrolyse und weitere chemische Prozesse unter Zugabe von Kohlendioxid synthetisches Erdgas/Methan erzeugt. Hierbei können derzeit etwa 60 % der ursprünglich im Strom enthaltenen Energie auf Methan übertragen werden (BINE: "Überschüssigen Strom in Erdgas umwandeln", 30.04.2010). Die Auswirkungen auf die leitungsgebundene Wärmeversorgung der Stadt sollen abgeschätzt werden.	
Zielgruppe Stadtwerke Karlsruhe, andere Energieerzeuger und -versorger in Karlsruhe	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	2
Derzeit nicht quantifizierbar	
Technische Realisierbarkeit Technik der Methanisierung noch in der Entwicklung, eine erste größere Anlage in Deutschland von 10 MW Leistung soll 2012 errichtet werden; Wasserstoffherzeugung über Elektrolyse ist verfügbar, großtechnische Anlagen aber noch kaum vorhanden.	
Finanzieller Aufwand	2
Aufwand der Studie mittel	
Nebeneffekte (positiv + negativ) Karlsruhe verfügt über ein großes Erdgasnetz, welches als Pufferspeicher genutzt werden kann.	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	3
Noch in der Entwicklung, jedoch sehr zukunftssträftig.	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
Sehr hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Stadtwerke Karlsruhe	
Strategie und flankierende Maßnahmen - Konzept zur Abwärmenutzung und Einspeisung in das Fernwärmenetz	
Weitere Hinweise	

Aktionswochen in Geschäften zu energieeffizienten Haushaltsgeräten und Wohngebäudeelementen	M - PH 1
Kurzbeschreibung	
Durchführung der Aktionswochen in Elektrogeschäften, Einrichtungshäusern und Baumärkten mit individueller, neutraler Beratung auch zur Dimensionierung von Haushaltsgeräten entsprechend der Größe des Haushaltes.	
Zielgruppe	
Private Haushalte	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	2
- nicht direkt quantifizierbar - abhängig von den durchgeführten Maßnahmen sowie von deren Umfang	
Technische Realisierbarkeit	
- Wurde zum Teil bereits von den Stadtwerken Karlsruhe ein bis zweimal pro Jahr mit einem Informationsbus auf Wochenmärkten und Baumärkten durchgeführt. - Im Rahmen der Aktionswochen wird diese Form der Aktivitäten ausgebaut und breiter kommuniziert. Dabei werden freie unabhängige Energieberater eingesetzt. Beispielaktionen vor Ort: - Stromzähler: Welche elektrischen Geräte werden in einem durchschnittlichen Haushalt in Karlsruhe benutzt, wie viel Energie benötigen diese und wie vielen CO ₂ -Emissionen entspricht dies auf das Jahr umgerechnet? - Vergleich von energieeffizienten und alten Geräten. Darstellung der Energie- und Instandhaltungskosten. - Wärmebildkamera	
Finanzieller Aufwand	4
- Technische und kaufmännische unabhängige Berater für die Aktionszeit vor Ort. - Kurzschulung des Verkaufspersonals. - Werbung für die Aktionswochen zu Effekten der energieeffizienten Gebäudesanierung, z.B. zum Austausch alter Umwälzpumpen.	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	3
Aktivierung der Akteure, Einrichtungshäuser, Baumärkte, Geschäfte mit Haushaltsgeräten	
Priorität (Gesamtbewertung)	3
hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	3
Einrichtungshäuser, Baumärkte, Geschäfte mit Haushaltsgeräten, Koordination durch KEK	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
- Demonstrationsgebäude mit öffentlicher Betreuung und Projektkatalog. - kommunale Kofinanzierung besonders energieeffizienter Maßnahmen in privaten Haushalten.	
Weitere Hinweise	
Zum Teil ähnlich zu M58 des Klimaschutzkonzeptes Karlsruhe 2009	

Schulungen von Hausmeistern und Handwerkern zum energieeffizienten und bedarfsgerechten Betrieb der Gebäudetechnik	M - PG 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Hausmeister und Handwerker haben eine Schlüsselposition für die optimale Einstellung und Betriebsweise von Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen. Um das Einsparpotenzial im Bereich der Anlagentechnik zu erschließen, müssen Hausmeister und Handwerker Energieverluste in diesem Bereich erkennen und beheben. Durch Schulungen sollen sie für energieeffizienten Anlagenbetrieb, die Sanierungsbedürftigkeit der Anlagen sowie für Schwachstellen in der Anlagentechnik stärker sensibilisiert werden. Um eine ganzheitliche Sichtweise zu fördern, umfasst das Schulungsprogramm auch die Sensibilisierung für Schwachstellen in der Gebäudehülle.</p> <p>Die Schulungsprogramme für Hausmeister und Handwerker werden durch IHK, Handwerkskammer, Innungen und KEK entwickelt und durchgeführt. Sie umfassen die Weiterbildung der Hausmeister und Handwerker im Bereich Kontrolle und bedarfsgerechte Einstellung der Anlagentechnik mit Schwerpunkt auf Energieeffizienz, das Erkennen von energetischen Schwachstellen an Gebäuden und Anlagentechnik sowie die Kompetenz, Hauseigentümer und –nutzer für energetische Verbesserungen an ihren Gebäuden (wirkungsvolle Maßnahmen, Finanzierungsmöglichkeiten, Förderprogramme) zu informieren und zu sensibilisieren.</p> <p>Ziel ist es, dass die energieeffiziente und bedarfsgerechte Einstellung von Anlagen als selbstverständlicher Bestandteil bei Reparaturarbeiten und Kontrollen der Anlagentechnik erfolgt.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>- Hausmeister und Handwerker, insbesondere Heizungsbauer</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>nicht direkt quantifizierbar.</p>	3
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>- Angebot neuer / vertiefender Schulungen für Hausmeister und Handwerker über die Informationswege der IHK, Handwerkskammer und Innungen.</p> <p>- Schulung zur optimalen Einstellung der Anlagentechnik, zur Identifikation von sanierungsbedürftigen Gebäuden (auch Umgang mit Wärmebildkameras) und zur Kommunikation mit Sensibilisierung der Hauseigentümer und -nutzer.</p> <p>- Einstellung möglicherweise zusammen mit vorhandener regelmäßiger Kontrolle der Anlagentechnik durch Hausmeister und als selbstverständlicher Bestandteil bei Reparaturarbeiten</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>- abhängig von Umfang der Schulungsoffensive</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>- Hemmnis: Schulungskosten, Kontrolle</p> <p>- Vorteile durch Kundennähe</p>	3
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>hoch</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Industrie und Handelskammer (IHK), Handwerkskammer, Innungen, Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK)</p>	4

Strategie und flankierende Maßnahmen

- kommunale Kofinanzierung besonders energieeffizienter Maßnahmen in privaten Haushalten
- Konvoisanierungsprojekte
- Vortrags- und Erfahrungsaustauschprogramm Handwerkskammer und Innungen
- Verknüpfung der Maßnahme mit bestehenden Angeboten, z. B. Fachpartnerdatenbank Energieregion Karlsruhe
- zur Erfolgskontrolle der Maßnahme: Auswertung der Energieverbräuche; bei GHD-Betrieben: Veröffentlichung von betriebsspezifischen Fact-Sheets

Weitere Hinweise

Zum Teil vertiefende Maßnahme, ähnlich zu M66

Entwicklung eines Anreizsystems für Makler o. ä. als Erstberater zur Gebäudesanierung	M - PH 3
Kurzbeschreibung	
<p>Beim Eigentumsübergang/ beim Erwerb eines Bestandsgebäudes besteht eine große Bereitschaft der Hauseigentümer und -bewohner für bauliche Änderungen und die energetische Verbesserung der Gebäudesubstanz. Käufern und Mietern sollen daher die Möglichkeiten der energetischen Verbesserung der Gebäude/ Wohnungen aufgezeigt werden. In diesem Zusammenhang werden Makler und vergleichbare Berufsgruppen bezüglich der Sanierungsbedürftigkeit von Gebäuden und der Anlagentechnik durch Schulungen über die IHK und die KEK im Rahmen der Maklerausbildung oder -weiterbildung sensibilisiert. Es ist ein Anreizsystem zu entwickeln, so dass Makler einen Nutzen aus der Erstberatung der Käufer und Mieter zur Gebäudesanierung erlangen.</p>	
Zielgruppe	
Makler und vergleichbare Berufsgruppen	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	1
nicht direkt quantifizierbar	
Technische Realisierbarkeit	
<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung eines Anreizsystems in Zusammenarbeit mit der KEK. - Anschließende Integration der Schulungen im Rahmen der Makleraus- und -weiterbildung durch die IHK und Übernahme als Bestandteil der Abschlussprüfung des Immobilienmaklerlehrgangs. 	
Finanzieller Aufwand	4
<ul style="list-style-type: none"> - Kosten für die Konzeptentwicklung und Implementierung in die Schulungen. - keine zusätzlichen Kosten, wenn in Maklerlehrgänge der IHK integriert. 	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
Fehlendes Interesse und Handlungsbedarf bei den Maklern	
Priorität (Gesamtbewertung)	2
Mittel	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Industrie und Handelskammer (IHK), Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK)	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> - Konvoisanierungsprojekte - kommunale Kofinanzierung besonders energieeffizienter Maßnahmen in privaten Haushalten. 	
Weitere Hinweise	

Passivhausstandard für Neubau und Sanierung auf städtischen Grundstücken bzw. beim Verkauf dieser Grundstücke	M - PH 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Da die Stadt bei ihren eigenen Grundstücken den größten Einfluss ausüben kann, werden hohe energetische Standards, die über den gesetzlichen Mindeststandard hinausgehen (z.B.: Passivhausstandard, Erneuerbare Energien, Fernwärme-Anschluss) festgelegt, bspw. bereits in den Bebauungsplänen für die Sanierung und den Neubau von Gebäuden auf städtischen Grundstücken bzw. beim Verkauf dieser Grundstücke im Rahmen eines städtebaulichen Vertrages.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Käufer von städtischen Grundstücken mit Bauabsicht und bei Erbpachtgrundstücken</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <ul style="list-style-type: none"> - derzeit nicht quantifizierbar - abhängig von der Anzahl der Grundstücksverkäufe und der konkreten Umsetzungsqualität 	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> - In den Bauleitplänen bzw. im städtebaulichen Vertrag werden Anforderungen an Gebäude über den gesetzlichen Mindeststandard hinaus festgelegt (z.B. Passivhausstandard, EE, FW-Anschluss). Bsp. Bebauungsplan 50 Morgen (1999), Ökosiedlung Geroldsäcker; in Tübingen werden bspw. Solarkollektoren auf Dachflächen vorgeschrieben. - Bei Nichteinhaltung der vereinbarten energetischen Vereinbarungen zahlt der Käufer einen Aufschlag auf den Grundstückspreis. Anreiz für Gebäude auf städtischen Grundstücken kann die Erhöhung der Geschossflächenzahl bei der Durchführung einer energetischer Sanierung sein. 	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mehraufwand der städtischen Institutionen durch Kontrolle der Umsetzung. - Höhere Investitionen für Bauherren für energetisch höhere Standards (ausführlichere Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen erfolgten u.a. in Stuttgart: www.stuttgart.de/sde/presse/printpdf.php?id=298830) 	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Höherer Kontrollaufwand für die Stadt - Höhere Investitionen für die Bauherren 	2
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadt: Liegenschaftsamt, Bauordnungsamt</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konvoisanierungsprojekte - Low-carbon Stadtteil 	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>vergleichbare Maßnahmen im Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009 sind M13, M14</p>	

Kommunale Anreize für besonders energieeffiziente Maßnahmen in privaten Haushalten	M - PH 5
Kurzbeschreibung	
<p>Ergänzend zu den Förderprogrammen der Stadtwerke bzw. dem Bonusprogramm Altbau werden bei nachweislicher Umsetzung besonders energieeffizienter Maßnahmen in privaten Haushalten zusätzliche (finanzielle) Anreize geschaffen. Förderungswürdig könnten sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sanierungsmaßnahmen, - Austausch alter Geschirrspülmaschinen, - Geräte der Nahrungskühlung, - Elektroherde, - alter Umwälzpumpen und - Einsatz von Energiesparlampen 	
Zielgruppe	
Private Haushalte	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	3
Nicht direkt quantifizierbar.	
Technische Realisierbarkeit	
Wenn besonders energieeffiziente Maßnahmen nachweislich (Quittung eines neuen Haushaltsgeräts) umgesetzt wurden, wird ein Teil der Kosten von der Stadt Karlsruhe übernommen.	
Finanzieller Aufwand	3
derzeit nicht quantifizierbar.	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
Aktivierung der privaten Haushalte	
Priorität (Gesamtbewertung)	3
mittel	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Stadt, Stadtwerke Karlsruhe, Handel	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> - Schulungen zur Heizanlagenkontrolle und -einstellung sowie zur Identifikation sanierungsbedürftiger Gebäude. - Demonstrationsgebäude mit öffentlicher Betreuung und Projektkatalog. - Aktionswochen in Geschäften zu energieeffizienten Haushaltsgeräten und Wohngebäudeelementen. - Konvoisanierungsprojekte. 	
Weitere Hinweise	
zum Teil vertiefende Maßnahme, ähnlich zu M58, M64 des Klimaschutzkonzeptes Karlsruhe 2009	

Jährliche Energieeffizienzkonferenz der Stadt Karlsruhe	M - GI 1
Kurzbeschreibung	
Die Stadt veranstaltet gemeinsam mit der IHK, HK, Stadtwerken und KIT sowie der Hochschule im Zwei-Jahresrhythmus gemeinsam mit der Messe für Wärmetausch u. Fernwärme (und eventuell einer anderen Energie-relevanten Messe) eine Energieeffizienzkonferenz mit Fachprogramm zur Energieeffizienz- u. Klimaschutz-Politik v. Städten mit Preisverleihung durch den Oberbürgermeister für alle Sektoren (Hausbesitzer/Architekt, Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie)	
Zielgruppe	
Geschäftsleitungen und Energiemanager der Karlsruher Unternehmen und der Region; Beratende Ingenieure, Handwerk, Gebäudeeigner, Institutsleiter, Energieforscher der Karlsruher Forschungseinrichtungen	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	2
nur indirekt durch Signal- und Motivationswirkung durch die zu vergebenden Auszeichnungen	
Technische Realisierbarkeit	
Ohne Schwierigkeiten zu realisieren; die Messe GmbH könnte einen Teil der Aufgaben übernehmen	
Finanzieller Aufwand	2
Die Kosten der Stadt und der Mitveranstalter umfassen die Vorbereitungskosten, Referenten- und Reisekosten, Catering, Raumkosten. Ein Sponsoring ist denkbar, um die Kosten zu teilen.	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Das Management muss in einer Hand mit hoher Motivation liegen, hierzu muss sich die Stadt fest verpflichten Es darf nicht zu einem Einmal-Ereignis führen, es muss klar signalisiert werden, dass eine neue Tradition beginnt	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
Das Management muss in e. Hand mit hoher Motivation liegen, hierzu muss sich d. Stadt fest verpflichten. Es darf nicht zu einem Einmal-Ereignis führen, es muss klar signalisiert werden, dass eine neue Tradition beginnt.	
Priorität (Gesamtbewertung)	3
besonders wichtig, um ein klares Signal seitens der Stadt zu senden	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Stadt Karlsruhe, Messe GmbH, Mitveranstalter: IHK, KEK, HK, KIT, Hochschule Karlsruhe	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
siehe M - GI 2: Informationsaktivitäten der Stadtspitze	
Weitere Hinweise	

Informationsaktivitäten der Stadtspitze	M - GI 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Kontinuierliche Kommunikation der Karlsruher Stadtspitze über die Maßnahmen für die Wirtschaft und für die eigenen Liegenschaften (leuchtendes und vorangehendes Beispiel), als Zwischen-Kommunikation zwischen den Terminen der jährlichen Energieeffizienzkonferenz zu verstehen</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Geschäftsleitungen und Energiemanager der Karlsruher Unternehmen und der Region beratende Ingenieure, Architekten, Handwerker, Gebäudeeigner, Institutsleiter</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>nur indirekt über Motivationswirkung und Informationen zu Erfolgen und Fortschritten</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>ohne Schwierigkeiten zu realisieren; das Umwelt- und das Presseamt könnten die Arbeiten übernehmen</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Kosten sind gering und i.a. durch die Beschäftigten im Umwelt- und Presseamt gedeckt</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Motivation der Energiemanager und der Presseverantwortlichen in Karlsruhe steigt; Image der Stadt Karlsruhe für eine ernsthafte Klimaschutzpolitik mit intensiver Kooperation mit Wirtschaft und Forschung nimmt zu und verfestigt sich</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Das Kommunikations-Management muss in einer Hand mit hoher Motivation liegen (z.B. im Umweltamt) Informations-Holschuld der Stadt und Informations-Bringschuld der Vertreter der Akteure sollte vereinbart werden, um Fehler zu vermeiden und Aktualität zu gewährleisten</p>	2
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>wichtig, um die Kontinuität der Politik der Stadt zu betonen</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Das Umwelt- und das Presseamt der Stadt, aber auch alle aktiven beteiligten Institutionen und Einzelpersonen, die Informationen zuliefern</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>siehe M A.1: Jährliche Energieeffizienzkonferenz der Stadt Karlsruhe, M A.5: Nullemissionsstadtverwaltung Klimaneutrale Stadtverwaltung</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Energieeffizienz-Cluster Karlsruhe	M - GI 3
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Ausgehend vom Energieforum: Aufbau eines Energieeffizienz-Clusters in Zusammenarbeit mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Karlsruhe und der Region Angewandte Forschung und Entwicklung von Energieeffizienztechnologien mit Herstellern und Anwendern; Forschungsprojekte eines gemeinsamen Forschungsverbundes Diplom-, Master- und Bachelor-Arbeiten bzw. Praktika von Karlsruher Hochschülern zum Thema Energieeffizienz in Karlsruher Betrieben und Gebäuden Analysen der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsalternativen (alternativen Dämm- und Anlagentechniken) von Gebäuden</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Karlsruher Unternehmen bzw. Hersteller und Anwender von Energieeffizienztechnologien, Forschungseinrichtungen, Hochschüler bzw. Hochschulabgänger, IHK, Innungen und Handwerkskammer</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>Langfristiges Minderungspotential durch Entwicklung / Verbesserung von Energieeffizienztechnologien und organisatorische Maßnahmen, erweiterte Kenntnisse von Herstellern, Anwendern, beratenden Ingenieuren und Handwerk. Maßnahmen haben hohe Multiplikatorwirkung</p>	3
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>Es braucht die Anfangsinvestition in die Organisation des Clusters, zudem engagierte Projekt-Initiatoren in Forschungseinrichtungen u. Unternehmen</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Kosten für Personal der Trägerorganisation, Forschungsförderung aus Mitteln der EU, Bund, Land und beteiligten Unternehmen, evtl. Informations- u. Veranstaltungskosten für die Stadt, IHK, etc. (etl. Anschubfinanzierung)</p>	2
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Entwicklung neuer (energieeffizienterer) Produkte; erhöhtes Forschungsaufkommen in der Region; Steigerung der Attraktivität des Standorts Karlsruhe für neue Unternehmen; vermehrte Ansiedelung von Herstellern von Energieeffizienztechnologien sowie deren Zulieferer -> verkürzte Transportwege; Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Cluster-Betriebe; Know-how-Transfer; Einbindung von energetisch wirksamen Aspekten in die Lehre und Sensibilisierung der Unternehmensleiter und Mitarbeiter von Morgen bezüglich Energieeffizienz Verringerter Aufwand bei der Analyse von Einsparpotentialen alternativer energetischer Sanierungen für die einzelnen Akteure</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Zeitmangel bzw. Befürchtung negativer Produkt- oder Prozesseigenschaften durch Energieeffizienzmaßnahmen; hohe Akzeptanz der teilnehmenden Unternehmen</p>	4
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>Wichtiges Maßnahmenbündel zur Gewährleistung von langfristigen (Forschungs-) Anstrengungen und Innovationen im Bereich Energieeffizienz</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadt Karlsruhe (Wirtschaftsförderung); Karlsruher Institut für Technologie, Hochschule Karlsruhe, Karlsruher Forschungseinrichtungen (z.B. Fraunhofer-Institute, etc.), Karlsruher Unternehmen, Hochschüler u. Hochschulabgänger, Hersteller u. Anwender v. Energieeffizienztechnologien, spezialisierte Beratungs- und Ingenieurbüros</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>siehe auch M78 aus dem Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Contracting-Offensive GHD der Stadt	M - GHD 1
Kurzbeschreibung Start einer Contracting-Offensive (z.B. Einspar-Contracting) im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen in Karlsruhe Aufbau/Intensivierung von Kleinanlagen-Contracting	
Zielgruppe Karlsruher Handwerks- und Installationsunternehmen (Franchise-Nehmer)	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial mittel bis hoch	4
Technische Realisierbarkeit Mit geringem Aufwand zu realisieren	
Finanzieller Aufwand Kosten für Personal, Förderungen	3
Nebeneffekte (positiv + negativ) Rasche Erneuerung des existierenden Anlagenbestandes hin zu energieeffizienteren Anlagen Verstärkte Nachfrage bei Herstellern von Energieeffizienztechnologien Verstärkte Nachfrage bei Beratungs- und Ingenieurbüros Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch gesenkte Energiekosten Kenntniserweiterung in kleinen Handwerks- und Installationsunternehmen	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung Für Großunternehmen eher uninteressant, da eigene Kompetenzen meistens hinreichend vorhanden sind Großunternehmen wollen den Nutzen d. Anlage bzw. die entstehende Rendite selbst abschöpfen	3
Priorität (Gesamtbewertung) Maßnahmenbündel mit hoher Priorität	3
Akteure/Steuerbarkeit Stadtwerke Karlsruhe bzw. neue Gemeinschaftsunternehmen der Stadtwerke (Franchise-Geber), spezialisierte Beratungs- und Ingenieurbüros, Handwerks- und Installationsunternehmen, Finanzinstitutionen (z.B. Sparkassen, etc.)	4
Strategie und flankierende Maßnahmen Fortbildungsaktivitäten für Contractinggeber und -nehmer, Kompetenzbildung bei Handwerks- und Installationsunternehmen, siehe M-GHD 3	
Weitere Hinweise siehe auch M 8 aus dem Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009	

Förderung von effizienten Filialen und Verkaufsstätten in Karlsruhe	M - GHD 2
Kurzbeschreibung	Kontaktaufnahme der Stadt (oder delegierter Institutionen) mit Vertretern der Filialisten für Best Practice-Beispiele; Energetische Optimierung/Sanierung von Kaufhäusern bzw. Filialen verschiedener Branchen (z.B. Supermarkt-Filialen, Kaufhäuser, Banken); Nachhaltigkeitskriterien für Neubauten von Gewerbegebäuden in Karlsruhe
Zielgruppe	Wirtschaftsunternehmen des Einzelhandels (Familienunternehmen bis hin zu internationalen Konzernen und deren Filialen)
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	3
	Auch langfristig hohes Potential bei Querschnittstechnologien (ca. 20 - 50%)
Technische Realisierbarkeit	Erste Phase (Ansprache) mit geringem Aufwand zu realisieren. Zweite Phase benötigt eine längere Planungszeit und vertiefte Verhandlungen mit Akteuren
Finanzieller Aufwand	3
	Kosten für Personal, Gespräche, evtl. Förderungen bei der Stadt (Wirtschaftsförderung)
Nebeneffekte (positiv + negativ)	Karlsruhe kann zur Modellstadt, insbesondere für energieeffizientes Sanieren von Gebäuden des Handels werden und Vorbildcharakter für andere Städte erlangen; bei den Planungen können neue Konzepte verwirklicht werden (z.B. Absorptionskälte aus Fernwärme, Contracting, Solar-Saisonspeicher)
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
	Akzeptanz zum Teil niedrig, noch erhebliche Hemmnisse in einigen Branchen; aufgeschlossen sind Lebensmittelketten: interessierter Investor im Bereich der Lebensmittel-Supermärkte
Priorität (Gesamtbewertung)	4
	Maßnahme mit hoher Priorität
Akteure/Steuerbarkeit	4
	Stadtplanungsamt und Wirtschaftsförderung, spezialisierte Beratungs- und Ingenieurbüros, Handwerks- und Installationsunternehmen
Strategie und flankierende Maßnahmen	Durchführung von Sondierungsgesprächen mit Filialbetrieben in Karlsruhe
Weitere Hinweise	

Vortrags- und Erfahrungsaustausch-Programm mit IHK, Handwerkskammer und Innungen	M - GHD 3
Kurzbeschreibung Organisation eines Vortrags- und Erfahrungsaustausch-Programms im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Best-Practice Beispiele werden identifiziert und gegenseitig besucht. Eine Reihe von technischen Präsentationen werden organisiert als Unterstützung für Investitionsentscheidungen. Aktive Anfrage der Innungsmeister für Besuche technischer Berater des jeweiligen Handwerkzweiges. Weitere Optionen: Informations-/Beratungsangebote durch Dritte (ECOfit, etc.)	
Zielgruppe Handwerkskammer, Innungen, einzelne Handwerker, Unternehmen Teilweise Planungs-, Architektur und Ingenieurbüro	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial Langfristig über verbesserte Kenntnisse und Entscheidungsrountinen sehr wirksam, aber schwer quantifizierbar wegen indirekter Wirkung auf Investitionen und organisatorische Maßnahmen in Unternehmen	4
Technische Realisierbarkeit Einfach zu realisieren, aber zunächst geringe Resonanz bei den Zielgruppen zu erwarten (vgl. Hemmnisse)	
Finanzieller Aufwand Kosten für Personal, Referenten, Reisen und Räume (zum Teil in Budgets enthalten, zum Teil noch zu akquirieren über Teilnehmerbeiträge oder Sponsoren)	3
Nebeneffekte (positiv + negativ) Positive Entwicklung der Bedeutung von Kenntnissen zur Energieeffizienz und ihre wirtschaftliche Vorteile; Zusätzliche Energieeffizienzberatung durch qualifizierter Handwerker in Karlsruhe und Umgebung; Energieeffizienz wird ein positiv besetzter Wert.	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung Zeitmangel sowie andere Prioritäten der Zielgruppen; Geschäftsführungen sehen dies Thema als „unwichtig“; Schlechte Vortragsqualität, ungeeignete Form des Wissenstransfers	2
Priorität (Gesamtbewertung) Wichtiges Maßnahmenbündel zur Kenntniserweiterung	3
Akteure/Steuerbarkeit Handwerkskammer, KEK	3
Strategie und flankierende Maßnahmen siehe M I 1: Informations- und Fortbildungsaktivitäten zum Themenkomplex "Energieeffizienz"	
Weitere Hinweise	

Konzeptentwicklung zur Beteiligung der Mitarbeiter, der Hausmeister oder des Facility Managements an Energieeinsparungen und betriebsweite Sensibilisierung

M - GHD 4

Kurzbeschreibung

- Konzeptentwicklung durch die Stadt in Zusammenarbeit mit der KEK und der IHK
- Mitarbeiterbeteiligung an der Finanzierung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in kleinen und mittelständischen Betrieben (z. B. kann der Mitarbeiter seinen Betrag aus der Gewinnbeteiligung in die Finanzierung dieser Anlagen investieren und er bekommt dafür entsprechende Erträge aus der Energieproduktion ausgezahlt; bei einer Beteiligung an Sanierungsmaßnahmen erhält der Mitarbeiter z. B. einen erhöhten Rabatt auf haus eigene Produkte).
- Übertragung des Fifty-Fifty-Konzepts von Schulen auf andere GHD-Bereiche: 50 % der durch bewusstes Nutzerverhalten eingesparten Energiekosten steht für soziale u.ä. Zwecke zur Verfügung bzw. erfolgt die Aufteilung über vorher festgelegte Zielvereinbarungen zwischen den Mitarbeitern und dem Hausmeister.
- Betriebsspezifische Schwachstellen durch ein betriebsinternes Vorschlagswesen aufdecken. Der Vorschlagende erhält eine Prämie für konkrete Energieeffizienz-Umsetzungsvorschläge (Vorstellung der Idee im Rahmen eines Werkstatt-Workshops von Mitarbeitern für Mitarbeiter).
- Sensibilisierung zur betriebsinternen Energieeffizienz und zu Energieeinsparungen durch betriebsweite Kampagnen: Nutzung von diversen firmeninternen Informationskanälen und unter Einbeziehung aller Unternehmensbereiche und Hierarchiestufen.

Zielgruppe

- Leitung/Management von kleinen und mittelständischen Unternehmen
- Mitarbeiter
- Hausmeister und
- Facility Management von kleinen und mittelständischen Unternehmen

CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial

3

- Nicht direkt quantifizierbar
- Durch eine betriebsweite Sensibilisierung kann in Anlehnung an die bereits abgeschlossene ECOfit-Runde mit etwa 500 Tonnen CO₂-Einsparung pro Jahr und Unternehmen kalkuliert werden.

Technische Realisierbarkeit

- Die Maßnahmen finden bereits in anderen Bereichen Anwendung.
- Zum betriebsinternen Vorschlagswesen in mittelständischen Unternehmen gibt es schon gute Erfahrung bei den Workshop-Teilnehmern.
- Hausmeister und Facility Manager erhalten 5-10 % der Einsparung als Prämie.
- Ausweitung / Anpassung von ECOfit Karlsruhe auf eine breite Basis mit Hilfe der Ansprache und Information der Unternehmen über die IHK und Innungen im Rahmen von branchenspezifischen Initialberatungen zu betriebsweiten Energieeinsparungskampagne:
 - Energie-Monitoring
 - Hinweise zur Sensibilisierung und Verhaltensänderung
 - Selbstverpflichtung der Mitarbeiter zu selbst ausgewählten Energiesparverhalten (Verlosung als Anreiz zur Teilnahme)
 - Anschreiben der Betriebsleitung und regelmäßige Rundschreiben
 - Betriebsweite Plakate
 - Aktionsstand in Kantine

Finanzieller Aufwand

4

Betriebsinternes Management (Strategie, Zielvereinbarungen, Verträge, Controlling), Beratungsaufwendungen zur Implementierung in Betrieben über IHK und Innungen.

Nebeneffekte (positiv + negativ)

Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	3
- Fokus auf Kerngeschäft und dadurch mangelnde Zeit, Ressourcen und mangelndes Interesse der Unternehmensleitung am Energieeinsparmaßnahmen: - Implementierung - Umstrukturierung - Energiecontrolling - Informationsdefizit	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
Sehr hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	4
- Stadt - Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK) - Industrie- und Handelskammer (IHK)	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
- Schweizer KMU-Modell - Energieeffizienz-Cluster	
Weitere Hinweise	
Zum Teil Weiterentwicklung und Ausweitung von Aspekten in M65, M76, M77.	

Bewusste Ansiedlung und Ermunterung von Investoren mit Investitionsplänen zu hocheffizienten Betrieben	M - GHD 5
<p>Kurzbeschreibung Hocheffiziente und CO₂-arme Realisierungen von Rechenzentren, Supermarktfilialen, Hotels, Restaurants, Bäckereien, Metzgereien, Wäschereien, Schwimmbädern. Diese würden sich in der Regel als Neuinvestitionen anbieten, wozu die Wirtschaftsförderung bei Neuansiedlungen anregen könnte. Bei Re-Investitionen werden Energieberatungen, Teilnahme an Ökoprotit / Ecofit-Projekten angeregt und unterstützt.</p>	
<p>Zielgruppe Wirtschaftsunternehmen</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial kurzfristig eher geringe Bedeutung, langfristig jedoch hohes Einsparpotential (30-50% bis 2050)</p>	3
<p>Technische Realisierbarkeit Kontinuierliche Intensivierung der Idee und der Auflagen/Verhandlungen für Neuinvestoren (2012 bis 2020)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand Aufwand in der Wirtschaftsförderung (Investitionen müssen von Unternehmen selbst getragen werden)</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Demonstration des städtischen Engagements zum Thema Energieeffizienz und Klimaschutz (z.B. Städtisches Klinikum) nach außen</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p>	3
<p>Priorität (Gesamtbewertung) hoch</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit Stadtplanungsamt, Wirtschaftsförderung, spez. Beratungs- u. Ingenieurbüros, Handwerks- u. Installationsunternehmen</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen Energieberatungen, Teilnahme an Ökoprotit u. Ecofit-Projekten im Falle von Re-Investitionen</p>	
<p>Weitere Hinweise siehe L - PH 3</p>	

Informations- und Fortbildungsaktivitäten zum Themenkomplex "Energieeffizienz"	M - I 1
Kurzbeschreibung Speziell ausgerichtetes Vortragsprogramm; Vorträge und Übungen zu elektronisch basierten Investitionsberechnungshilfen; Besuchsprogramm für Best-Practice-Beispiele in Gebäuden und Unternehmen im Umkreis von ca. 100 Kilometern; „Gütesiegel“ für Berater, Architekten sowie Gutachter; Etablierung einer qualifizierten Beratungsmöglichkeit; verstärkter Hinweis auf KfW-geförderte Beratungen	
Zielgruppe Planungsingenieure, Architekten, Berater, Gebäudeeigner, Bauausbaugewerbe, Installations- und Wartungsfirmen; Energiemanager, Controller und Einkäufer der Karlsruher Unternehmen (eher KMU) in der Industrie	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial Langfristig über verbesserte Kenntnisse und Entscheidungsroutinen sehr wirksam, aber schwer quantifizierbar wegen indirekter Wirkung auf Investitionen und organisatorische Maßnahmen in Unternehmen und Gebäuden.	3
Technische Realisierbarkeit Einfach zu realisieren, aber zunächst geringe Resonanz bei den Zielgruppen zu erwarten (vgl. Hemmnisse)	
Finanzieller Aufwand Kosten für Personal, Referenten, Reisen und Räume (zum Teil in Budgets enthalten (z.B. IHK oder Innungen), zum Teil noch zu akquirieren über Teilnehmerbeiträge oder Sponsoren)	2
Nebeneffekte (positiv + negativ) Positive Entwicklung der Bedeutung von Kenntnissen zur Energieeffizienz und ihre wirtschaftliche Vorteile; zusätzliche Energieeffizienzberatung durch beratenden Ingenieur-Büros in Karlsruhe und Umgebung; Energieeffizienz wird ein positiv besetzter Wert in der Karlsruher Industrie.	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung Zeitmangel sowie andere Prioritäten der Zielgruppen; Geschäftsführungen sehen dieses Thema als „unwichtig“; Schlechte Vortragsqualität, ungeeignete Form des Wissenstransfers, keine Möglichkeiten individueller Nachfrage und Erläuterungen; Personalmangel (z.B. kein Energiemanager vorhanden)	3
Priorität (Gesamtbewertung) Wichtiges Maßnahmenbündel zur Kenntniserweiterung	3
Akteure/Steuerbarkeit IHK Karlsruhe, VDI Arbeitsgruppen, KEA, spezialisierte Ingenieurbüros, Professoren der Fachhochschule, KEK	4
Strategie und flankierende Maßnahmen siehe M A.1: Jährliche Energieeffizienzkonferenz der Stadt Karlsruhe und M A. 2: Informationsaktivitäten der Stadtspitze, L - PH 3: Demonstrationsgebäude mit öffentlicher Betreuung und Projektkatalog	
Weitere Hinweise Vergleiche auch M58 aus dem Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009	

Weitere Energieeffizienz-Netzwerke in Karlsruhe	M - I 2
Kurzbeschreibung	
<p>- Energieeffizienznetzwerke auf der Basis eines KMU-Modells (d.h. Erweiterung der Zielgruppe zu kleineren Unternehmen);</p> <p>- zusätzlich 2-3 weitere Energieeffizienz-Netzwerke für mittlere und große Unternehmen in Karlsruhe</p> <p>Im Juli 2011 startete in Karlsruhe die zweite ECOfit-Runde (Umweltberatungsprogramm des Landes Baden-Württemberg), in deren Rahmen sich sieben Teilnehmer mit Themen des Umweltmanagements auseinandersetzen und ausgewählte Maßnahmenbündel zum Umweltschutz umsetzen. Die Erfahrungen aus ECOfit sowie anderen Netzwerken im Bereich der KMU können für ein Energieeffizienzwerk genutzt werden.</p>	
Zielgruppe	
Kleine, mittlere- und große Unternehmen der Karlsruher Industrie und verschiedener Dienstleistungssektoren	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
Mehr als 2 % pro Jahr Minderungspotential pro teilnehmendem Unternehmen	
Technische Realisierbarkeit	
<p>Weitere Energieeffizienznetzwerke sind einfach zu realisieren; aufwändiger ist die Akquise von Unternehmen. Das KMU-Modell und die Branchennetzwerke benötigen mehr Aufwand, da dieses Konzept in Deutschland noch neu ist und deshalb noch mehr Barrieren bzw. eine geringere Akzeptanz vorhanden sind.</p>	
Aufwand/ Kosten	3
<p>5.500 € bis ca. 8.000 € jährliche Netzwerkkosten; Teilnahmekosten für kleinere Unternehmen bzw. Ökoprofit-/ECOfit-Projekt 1.500 € bis 2.000 € pro Jahr. Vorteilhaft ist eine anfängliche Bezuschussung, danach müssen die Unternehmen jedoch selbst die Kosten tragen. Weiter Möglichkeiten der Bezuschussung für Unternehmen (Initialberatung, Detailberatung) durch KfW, etc.</p>	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
<p>Positives Image für teilnehmende Unternehmen</p> <p>Multiplikator-Effekt innerhalb einer Branche oder Unternehmen</p>	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	2
<p>Zeitmangel sowie andere Prioritäten der Zielgruppen (insb. KMUs); Akzeptanz der Netzwerke bei Mittel- und Großunternehmen höher; Personalmangel (z.B. kein Energiemanager vorhanden); gleiche Kundengruppen</p>	
Priorität (Gesamtbewertung)	3
Hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	4
IHK, EVUs, SWK, KEK, Ingenieurbüros, Berater, EE-Kontraktoren	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
<p>Aktion-Federführung: IHK, EVUs, SWK,KEK; Informationsveranstaltungsreihe zum Thema EE-Netzwerke; Evtl. Förderung der Teilnahme an den Netzwerken. Tarifieren bei ambitionierten Zielsetzungen zur Energieeffizienz (wie z.B. in Zürich)</p>	
Weitere Hinweise	
<p>Ein EE-Netzwerk ist bereits im Rahmen des 30 Pilot-Netzwerk-Projektes in Karlsruhe etabliert; Das KMU-Modell , (in der Schweiz etabliert) befindet sich zur Zeit in Deutschland in Entwicklung und könnte in Karlsruhe etabliert werden - Erste Phase 2012 bis 2020 weitere Phasen nach 2020 möglich; Identifikation von möglichen Teilnehmern eines weiteren EE-Netzwerks seitens eines möglichen Initiators/Moderators; Informationsaktivitäten für KMUs über KMU-Modell; Identifizierung von geeigneten Branchen (z.B. Hotels, Lebensmittelindustrie, usw.) für die Branchennetzwerke</p> <p>Vergleiche auch M75 aus dem Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009</p>	

Initiative für ausgewählte technische Kampagnen	M - I 3
Kurzbeschreibung Verstärkte firmeninterne Abwärmenutzung in Industrieunternehmen; Programm zur schnellen Einführung hocheffizienter Transformatoren / Ersatz alter Transformatoren; Einführung von Mess- und Energiemanagementsystemen; hocheffiziente Druckluftherzeugung	
Zielgruppe Kleine, mittlere und große Industrieunternehmen in Karlsruhe	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial Quantitativ abhängig von der Einzelbetrachtung jedes Unternehmens; effiziente Transformatoren: 0,5% des gesamten Strombezuges	4
Technische Realisierbarkeit Je nach Umfang der Maßnahme sowie nach Unternehmenstyp und -größe reicht die technische Realisierbarkeit von relativ einfach bis zu äußerst aufwändig.	
Finanzieller Aufwand Quantitativ schwer zu bewerten, da jede Maßnahme in Abhängigkeit vom Unternehmen individuell betrachtet werden muss	2
Nebeneffekte (positiv + negativ) Die Unternehmen erhalten einen detaillierten Überblick über die Energieflüsse innerhalb ihres Unternehmens. Möglicher Erfahrungsaustausch (Energieeffizienz-Netzwerke, Ökoprotit- und ECOfit-Projekten, geplantes KMU-Modell)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung Investoren führen keine Lebenszyklusanalysen durch; kein Marktüberblick vorhanden; zu geringe Energieeffizienzkenntnisse vorhanden; Misstrauen gegenüber externer Beratung; Transaktionskosten; Kapitalknappheit bzw. keine Effizienzvorgaben für Einkäufer; mangelnde Anreize; Bequemlichkeit; negative Auswirkungen auf Produktion und Produktqualität werden befürchtet.	3
Priorität (Gesamtbewertung) Besonders wichtiges Maßnahmenbündel zur Erfassung der Energieflüsse sowie von Energiebedarfsschwerpunkten in Unternehmen. Die Einführung von Effizienztechnologien (hocheffiziente Transformatoren, Abwärmenutzungstechnologien, etc.) ist gleichfalls eine sehr wichtige Maßnahme, da der Energiebedarf aktiv reduziert wird.	4
Akteure/Steuerbarkeit Technologieanbieter; SWK, Ingenieur- und Beratungsbüros von Karlsruhe	4
Strategie und flankierende Maßnahmen siehe M I.2: Weitere Energieeffizienznetzwerke in Karlsruhe	
Weitere Hinweise Weitere mögliche Maßnahme, welche nicht die Initiative der Stadt benötigt: Einbeziehung von Lieferanten in die Umweltzertifizierung bzw. Lebenszyklusanalysen seitens Karlsruher Unternehmen und öffentlicher Einrichtungen (Initiative „Effiziente Bauteile“)	

Abwärmenutzung im Betrieb bei benachbarten Betrieben und für die Fernwärme / ORC-Anlagen	M - I 4
Kurzbeschreibung	
<p>Die Erstellung einer Studie bezüglich der Abwärme-Potenziale von Karlsruher Industriebetrieben mit Temperatur- und Aufkommensdynamik als erster Schritt, um die interne Abwärmenutzung und die Potenziale von Nahwärmenetzen in Karlsruher Industriegebieten zu ermitteln.</p> <p>Hierbei solle auch die Frage von Potenzialen der Kälteerzeugung durch Ab- bzw. Fernwärme-Nutzung behandelt werden. der Einsatz von ORC-Anlagen, die die industrielle Abwärme mit niedrigen Temperaturen nutzen können, wird bei Betrieben geprüft, die mindestens 250 °C warme Abwärme zur Verfügung haben. Mit Hilfe eines Contracting-Modells könnten dem Erstanwender die Bedenken zum Finanz- und Betriebsrisiko reduziert werden.</p>	
Zielgruppe	
Energieintensive Betriebe als Quelle und Betriebe mit Niedertemperatur-Wärmebedarf oder Kältebedarf als Senke	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
mittel, schwer abschätzbar zum jetzigen Zeitpunkt	
Technische Realisierbarkeit	
technisch erprobt in den meisten Fällen, allerdings häufig nicht realisiert wegen schwer einschätzbarer Risiken bei Produktionsänderungen einer der beiden Partner	
Finanzieller Aufwand	2
für die Stadt gering, für die betroffenen Betriebe und eventuell die Stadtwerke hohe Investitionen	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Engere Kooperation zwischen benachbarten Firmen; Netzwerkbildung	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	3
Angst vor langfristiger Bindung bzw. vor Ausfall des Unternehmens, welches als Wärmesenke fungiert, und umgekehrt (Ausfall der Wärmequelle)	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Forschung, beratende Ingenieure, Technologiehersteller, Versicherer, Betriebe	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Weitere Hinweise	
siehe auch M19 aus dem Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009	

Verstärkte Anreize zur Nutzung des Umweltverbundes	M - PV 1	
Kurzbeschreibung	Karlsruhe verfügt infrastrukturell über hervorragende Bedingungen beim Umweltverbund. Dennoch ist der Anteil der Nutzer ausbaufähig. Diese Maßnahme zielt auf eine Nutzungsintensivierung durch "weiche Maßnahmen" ab. Das Spektrum der möglichen Ansätze ist sehr breit und umfasst insbesondere Zielgruppenmarketing (Schüler, Junge Erwachsene, Senioren), Jobticketvermarktung sowie betriebliches und kommunales Mobilitätsmanagement.	
Zielgruppe	Zielgruppe dieses Maßnahmenbündels sind alle Einwohner, insbesondere aber Berufspendler, die neben Fahrten zur Arbeit auch zur Nutzung des Umweltverbundes in der Freizeit motiviert werden.	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	hoch, da aktuell noch hoher Anteil des motorisierten Individualverkehrs, unterdurchschnittlicher Anteil ÖPNV	4
Technische Realisierbarkeit	keine speziellen Anforderungen	
Finanzieller Aufwand	Kosten für Kampagnen und Personal	4
Nebeneffekte (positiv + negativ)	bessere Erlössituation bei ÖPNV-Unternehmen und -Verbund	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	vermutlich mittel- bzw. langfristiger Prozess der Änderung von Gewohnheiten	4
Priorität (Gesamtbewertung)	sehr hoch, weil hoher Einfluss auf Mobilitätsgewohnheiten und vergleichsweise geringe Kosten	4
Akteure/Steuerbarkeit	Verkehrsunternehmen /-verbund, Stadt Karlsruhe	4
Strategie und flankierende Maßnahmen		
Weitere Hinweise		

Beschleunigung Umweltverbund	M - PV 2
Kurzbeschreibung	
<p>Karlsruhe unterstützt bereits den ÖV, z.B. durch umfangreiche bauliche Maßnahmen. Durch noch konsequentere Vorrangschaltung nicht nur für den ÖV, sondern auch für Rad- und Fußverkehr an Lichtsignalanlagen (Verkehrsampeln) kann die Geschwindigkeit des Umweltverbundes gesteigert und damit dessen Attraktivität - im Vergleich zum motorisierten Individualverkehr - verbessert werden. Die erfolgreiche Maßnahmenumsetzung sollte kommuniziert werden, da diese graduellen Verbesserungen sonst kaum bewusst als positiv wahrgenommen werden.</p>	
Zielgruppe	
<p>Einwohner, Einpendler, insbesondere Fuß- und Radverkehrsteilnehmer, ÖV-Nutzer</p>	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	2
<p>moderat, da die Beschleunigung nur verzögert wahrgenommen wird</p>	
Technische Realisierbarkeit	
<p>Optimierung Lichtsignalanlagen-Steuerung technisch möglich</p>	
Finanzieller Aufwand	4
<p>geringer Aufwand für Optimierungsmaßnahmen</p>	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
<p>positiv: Kosteneinsparungen im ÖV</p>	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
<p>derzeit keine Umsetzungshemmnisse</p>	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
<p>hoch , da geringer Aufwand</p>	
Akteure/Steuerbarkeit	4
<p>Stadtplanungsamt, Verkehrsbetriebe / Verkehrsverbund</p>	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
<p>Die erfolgreiche Maßnahmenumsetzung sollte kommuniziert werden, da sonst Zeit bis zur individuellen Wahrnehmung der Verbesserung verloren geht.</p>	
Weitere Hinweise	

Innerstädtischer Lieferdienst für Einkäufe	M - PV 3
Kurzbeschreibung	Viele Fahrten werden alleine deswegen mit dem Pkw unternommen, weil (eventuell) schwere, unhandliche Einkäufe nach Hause transportiert werden sollen. Ein möglicher Ansatz besteht darin, einen Lieferservice für den Transport der Einkäufe nach Hause zu etablieren. Die Einkäufe verschiedener Kunden werden an der Kasse der teilnehmenden Geschäfte konsolidiert und nach Geschäftsschluss zum Endkunden ausgeliefert. Zielgruppe sind alle Karlsruher Einzelhandelskunden. Insbesondere vor dem Hintergrund des demographischen Wandels erscheint ein selbsttragendes Geschäftsmodell möglich. Vorbild für eine erfolgreiche Etablierung eines derartigen Systems am Markt ist die Stadt Innsbruck.
Zielgruppe	Einwohner, insbesondere Karlsruher Einzelhandelskunden
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	moderat 2
Technische Realisierbarkeit	Realisierbarkeit wurde in anderen Städten (z.B. Innsbruck) belegt
Finanzieller Aufwand	nach Anlaufphase mglw. selbsttragendes Geschäftsmodell möglich 2
Nebeneffekte (positiv + negativ)	positiv: bessere Eigenversorgung auch bei körperlichen Einschränkungen möglich, neue Beschäftigungsmöglichkeit
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	Gewinnung von Bekanntheit und Inanspruchnahme des Angebotes benötigt Zeit 3
Priorität (Gesamtbewertung)	mittel bis hoch 3
Akteure/Steuerbarkeit	Verkehrsbetriebe / Verkehrsverbund, ggf. privater Investor, Einzelhandel 3
Strategie und flankierende Maßnahmen	Kommunikation des Angebotes, Bündelung mit ÖPNV-Stammkundentarif möglich
Weitere Hinweise	insbesondere vor dem Hintergrund des demographischen Wandels wichtig

E-Ticket im öffentlichen Verkehr	M - PV 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Durch den Übergang vom Papierfahrchein zum e-Ticket (elektronisches Fahrgeldmanagement) wird erwartet, dass die ÖPNV-Benutzung einfacher wird. Je nach Ausbaustufe müssen Fahrgäste nicht mehr den richtigen Tarif herausuchen und dafür eine geeignete Menge Kleingeld mitführen, sondern der richtige Tarif wird automatisch vom System ermittelt und berechnet und vom Kartenguthaben oder hinterlegten Konto abgebucht. Erfolgreiche Beispiele für die Einführung eines e-Tickets im Nahverkehr sind London oder Hongkong. In Deutschland sind einige Systeme bereits etabliert (etwa Augsburg und Hanau), zahlreiche weitere Systeme befinden sich im Aufbau (z.B. RMV, Hamburg und Münster). Prüfwert ist die Erweiterung zur Mobilitätskarte für alle Verkehrsträger (auch Car-Sharing, Mietwagen, Mieträder) sowie für den Fernverkehr.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Einwohner von Karlsruhe, insbesondere Touristen, Einpendler</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>mittel, abhängig von der Gewinnung von Fahrgästen für den ÖPNV</p>	3
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>zunehmende Lösungsvielfalt verfügbar</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>erhebliche Investitionen und Betriebskosten, mglw. Ausgleich durch Mehrerlöse im ÖPNV</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>bessere Erlössituation bei ÖPNV-Unternehmen und Verbund</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>moderat: erheblicher finanzieller Invest vs. mögliche Mehrerlöse</p>	4
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>mittel bis hoch</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Verkehrsbetriebe / Verkehrsverbund</p>	3
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Modernisierung der Fahrzeugflotte des öffentlichen Verkehrs	M - PV 5
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die im ÖV eingesetzten Fahrzeuge verfügen typischerweise über eine lange Nutzungsdauer und lange Abschreibungszeiträume. Andererseits entwickelt sich die Antriebs- und Abgasreinigungstechnik derzeit rasant. Dieser Zusammenhang führt dazu, dass immer nur ein geringer Anteil an Fahrzeugen dem aktuellen technischen Stand bezogen auf Umweltfreundlichkeit entspricht. Hier wird eine konsequente Modernisierung der Fahrzeuge der öffentlichen Verkehrsmittel empfohlen. Dies betrifft vorrangig den Bereich Busse.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Maßgebliche Akteure sind die Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH, Albtal Verkehrs Gesellschaft mbH sowie der Karlsruher Verkehrsverbund.</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>mittel</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>möglich</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>erhebliche Kosten für Fahrzeugmodernisierung, ggf. Einsparungen durch geringere Kraftstoffkosten</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>positive Publizität der Verkehrsunternehmen bzw. der Stadt in Sachen Energieeffizienz</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>erhebliche Kosten stellen Hindernis dar</p>	3
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>moderat</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Verkehrsbetriebe / Verkehrsverbund, ggf. Fördermittelgeber</p>	2
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Reduzierung der Parkplätze im öffentlichen Raum	M - PV 6
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Verfügbarkeit von Parkplätzen ist entscheidend dafür, ob der Pkw oder der Umweltverbund für Fahrten in die Innenstadt genutzt wird oder ob sich Innenstadtbewohner für den Besitz eines eigenen Pkw entscheiden. Diese Maßnahme sieht die Verringerung des Bestandes an Parkplätzen im öffentlichen Raum vor. Dadurch wird das Pkw-Parken in vorhandene Parkhäuser gelenkt und deren Auslastung verbessert. Durch Ausweisen exklusiver oberirdischer Car-Sharing-Stellflächen ist eine Stärkung des Car-Sharing möglich. Nicht mehr benötigte Stellflächen können in urbane Räume konvertiert werden. Ein positiver Nebeneffekt ist, dass Infrastruktur zum Laden von E-Fahrzeugen in Parkhäusern preisgünstiger realisiert werden kann und sich die Investitionen durch höhere Nutzungsintensität eher rentieren.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Pkw-Fahrer: Personenverkehr und Personenwirtschaftsverkehr</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>hoch, da Pkw-Fahrten in die Innenstadt unattraktiver und die Nutzung des Umweltverbundes gefördert werden</p>	4
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>sehr gut</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>moderat, ggf. für Flächenumgestaltung</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Verbesserung der Aufenthaltsqualität in der Innenstadt, Verbesserung der Erlössituation in städtischen Parkhäusern</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>aktuell keine Bewertung möglich</p>	1
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>hoch, da hohe Minderungswirkung und geringe Kosten</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadt Karlsruhe (Stadtplanungsamt, Polizeibehörde)</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>differenzierte Parkraumbewirtschaftung verbleibender Flächen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Weiterentwicklung des Schienennetzes für den öffentlichen Verkehr	M - PV 7
Kurzbeschreibung	
Das Netz an Stadt-, Straßen- und Regionalbahnen erschließt bereits weite Bereiche der Stadt Karlsruhe. Untersuchungen zeigen, dass (potenzielle) Fahrgäste ein vorhandenes Schienenangebot mehr als ein Busangebot schätzen ("Schienenbonus"). Durch ein dichteres Schienennetz - vor allem am Stadtrand - können weitere Fahrgäste für den Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf Tram/S-Bahn motiviert werden.	
Zielgruppe	
Nutzer des öffentlichen Verkehrs	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	
moderat	3
Technische Realisierbarkeit	
möglich, aber lange Planungszeiträume	
Finanzieller Aufwand	
erhebliche Kosten für Infrastruktur, aktuell keine Quantifizierung möglich	2
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	
langwieriger Planungs- und Beteiligungsprozess	3
Priorität (Gesamtbewertung)	
mittel, da langwierige Umsetzung und moderate Wirkung	3
Akteure/Steuerbarkeit	
Verkehrsbetriebe / Verkehrsunternehmen, Stadtplanungsamt, Bürgerbeteiligung	3
Strategie und flankierende Maßnahmen	
kommunikative Maßnahmen	
Weitere Hinweise	

Absenkung Straßenverkehrsgeschwindigkeiten	M - M 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Durch Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30km/h (innerorts) sowie auf 60 km/h für Stadtautobahnen / Schnellstraßen wird die Attraktivität der Nutzung des Pkw vermindert. Diese Maßnahme zählt zu den ordnungsrechtlichen Maßnahmen und wurde bereits im Rahmen der Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans 2025 untersucht. Die Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit entfaltet für Personen- und Güterverkehr uneinheitliche Wirkungen: da der Personenverkehr häufiger die zulässige Höchstgeschwindigkeit erreicht als der Güterverkehr, ist im Personenverkehr die Minderungswirkung stärker. Der Verkehr wird durch diese Maßnahme flüssiger, so dass der Güterverkehr sogar leicht zunehmen könnte.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Betroffen von dieser Maßnahme wäre der gesamte Straßenverkehr, d.h. sowohl Personenverkehr als auch Güterverkehr.</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>im Personenverkehr mittel, im Güterverkehr eher gering. Verbleibender Verkehr erfolgt in ungünstigeren Fahrzuständen</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>sehr gut</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Kosten für Planung und Ausschilderung</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>negativ: Verlagerung in Quartierstraßen, die die Hauptstraßen ihre Attraktivität teilweise einbüßen</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>vermutlich geringe Akzeptanz</p>	1
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>gering</p>	2
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadtplanungsamt</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>im Rahmen VEP 2025 modelliert</p>	

City-Maut	M - M 2
Kurzbeschreibung	
Einige europäische Städte wie London und Oslo haben mit der Einführung einer Innenstadt-Maut gute Erfahrungen gemacht. Die Gebührenhöhe kann - je nach verkehrspolitischen Zielstellungen - beispielsweise nach Emissionsstandard, tatsächlicher Auslastung oder Fahrzeuggröße differenziert werden. Diese Maßnahme kann sowohl für den Güterverkehr als auch für den Personenverkehr wirken. Für den Güterverkehr wird - je nach Gebührenhöhe - durch diese Maßnahme ein spürbarer Anreiz zur Bündelung von Warenströmen bzw. zur Anschaffung emissionsärmerer Fahrzeuge geschaffen. Im Bereich des Personenverkehrs bewirkt diese Maßnahme vorrangig Verkehrsverlagerungen auf den Umweltverbund. Diese Maßnahme bringt insbesondere für staubelastete Verkehrsräumen hohe Entlastungswirkung und verbessert Auslastung und Geschwindigkeit des ÖV.	
Zielgruppe	
alle ins Stadtgebiet einfahrende Pkw und Lkw	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
sehr hoch, schnelle Wirkungsentfaltung	
Technische Realisierbarkeit	
Erfassungs- und Abrechnungsinfrastruktur	
Finanzieller Aufwand	4
erheblicher Aufwand für Infrastruktur, Ausgleich durch Erlöse möglich	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Anstieg der ÖV-Geschwindigkeit und Möglichkeit zur Kosteneinsparung bei ÖV-Verkehrsunternehmen	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	1
vermutlich im Vorfeld geringe Akzeptanz	
Priorität (Gesamtbewertung)	1
aktuell gering, je nach tatsächl. Emissionsentwicklung ab 2025 hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Stadtplanungsamt	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Weitere Hinweise	

Logistikkonzepte für Gewerbe- / Industriestandorte	M - GV 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Im Zuge der Standortauswahl für neue Gewerbe- oder Industriestandorte oder bei deren Erweiterung bestehen teilweise Optimierungsmöglichkeiten, etwa bei der Erreichbarkeit von Bahnanschlüssen oder der Autobahnanbindung. Für derartige Vorhaben werden Logistikkonzepte verbindlich eingefordert. Sie beinhalten die explizite Darstellung, wie Anlieferung, Abholung und standortinterne Logistik umgesetzt werden. Die Erarbeitung eines solchen Konzeptes initiiert eine intensive Diskussion der Anforderungen und Verhältnisse vor Ort.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Investoren, Betreiber von Gewerbe- und Industriestandorten</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>tendenziell moderat</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>einfach</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Personalkosten Stadtverwaltung</p>	4
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>derzeit keine Bewertung möglich</p>	3
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>mittel</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadtplanungsamt, Investoren, Betreiber von Gewerbe- und Industriestandorten</p>	3
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>Förderung Mobilitätsmanagement und Promotion regionaler Wirtschaftskreisläufe</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Direkte Förderung CO₂-Minderung	M - GV 2
Kurzbeschreibung	
Für die Klimawirkung ist es unerheblich, wo die CO ₂ -Emissionen gespart werden. Maßnahmen können daher dort ansetzen, wo die Minderung am kosteneffizientesten erreichbar ist. Ausgangspunkt für diese Maßnahme ist die These, dass im Bereich des Güterverkehrs Minderungspotenziale erschlossen werden können. Hierbei kann es aus Sicht der Stadt Karlsruhe kosteneffizient sein, die Umsetzung von CO ₂ -Minderungsmaßnahmen durch finanzielle Anreize zu fördern bzw. die nachgewiesene Minderung zu belohnen. Voraussetzung für eine solche Maßnahme ist ein verlässlicher Evaluierungs- / Controllingansatz.	
Zielgruppe	
Unternehmen, Verkehrserzeuger (Einkaufszentren, Krankenhäuser, Universität etc.)	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	1
moderat	
Technische Realisierbarkeit	
möglich, erforderlich ist jedoch ein Controllingkonzept	
Finanzieller Aufwand	2
Kosten für Verwaltung und ökonomische Anreize, möglicherweise aber geringer als bei eigenen Ansätzen der Emissionsminderung	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Entwicklung von neuen Minderungsansätzen im Güterverkehrsbereich, Übertragung auf andere Städte, Ansatz zur Wirtschaftsförderung	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	2
hoch, falls Emissionsminderungen durch externe Partner preiswerter umsetzbar sind, sonst geringe Akzeptanz	
Priorität (Gesamtbewertung)	2
gering	
Akteure/Steuerbarkeit	3
Stadtverwaltung, Unternehmen, Verkehrserzeuger (Einkaufszentren, Krankenhäuser, Universität etc.)	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Weitere Hinweise	

Modernisierung städtischer Fuhrpark	M - GV 3
Kurzbeschreibung	
Die Stadt Karlsruhe besitzt bereits eine Vorreiterrolle im Fuhrparkmanagement, wodurch die städtische Fahrzeugflotte bereits erheblich reduziert werden konnte. Durch eine noch konsequentere Beschaffungspolitik, mit Anforderungen, die über aktuell bestehende Normen hinausgehen (z.B. besser als EEV) kann die Emissionsintensität der eigenen Fahrzeuge verbessert werden. Auch in der Kooperation mit Car-Sharing-Anbietern kann die Stadt Karlsruhe höchste Emissionseffizienz einfordern.	
Zielgruppe	
Stadt Karlsruhe und städtische Unternehmen	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	1
moderat, da Fuhrparkgröße teilweise bereits gering	
Technische Realisierbarkeit	
gut	
Finanzieller Aufwand	3
kurzfristig erheblich, langfristig Kostenersparnisse beim Kraftstoff möglich	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
positiv: Vorbildfunktion	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
Kosten	
Priorität (Gesamtbewertung)	2
mittel: schwache direkte Wirkung, aber gute Vorbildfunktion	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Stadtverwaltung, städtische Unternehmen	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Weitere Hinweise	

Bahnanschlüsse für Gewerbe-/ Logistikstandorte	M - GV 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Im Falle deutlich steigender Kraftstoffkosten wird die Bedeutung der Belieferung auf der Schiene steigen. Zahlreiche Gewerbe- und Logistikstandorte sind trotz räumlicher Nähe nicht bzw. nicht mehr an das Schienennetz angeschlossen. In Planungsprozessen ist künftig stärker darauf zu achten, dass Standorte an das Bahnnetz angeschlossen sind bzw. die Möglichkeit besteht, diese bei Bedarf unverzüglich anschließen zu können.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Betreiber, Inhaber von Gewerbe- o. Logistikstandorten</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>mittel</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>teilweise schwierig, umfangreiche Planungsprozesse</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Stadtverwaltung: gering, Unternehmensseite: aktuell nicht ermittelbar</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>aktuell vermutlich geringes Interesse seitens der Wirtschaft</p>	2
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>mittel</p>	2
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadtplanungsamt, Betreiber</p>	3
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>Logistikkonzepte</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Konsolidierungszentren am Stadtrand und Bündelung Güterströme	M - GV 5
Kurzbeschreibung	
Im Falle, dass die Emissionsminderungsraten mittelfristig nicht erreicht werden, ist zu prüfen, ob die Güterströme, die in das Stadtgebiet gerichtet sind, am Stadtrand gebrochen und gebündelt werden können. Durch stärkere Bündelung wird die Auslastung weiter erhöht und die Anzahl an Leerfahrten verringert. Dazu sind jedoch spezielle Konsolidierungszentren erforderlich. Es ist auch denkbar, die gebündelten Güterströme durch einen "Generalunternehmer" in die Stadt zu führen. Diese Maßnahme bedingt ein hohes Engagement der Stadt Karlsruhe.	
Zielgruppe	
Alle Verkehre mit dem Ziel Stadtgebiet Karlsruhe	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
hoch	
Technische Realisierbarkeit	
schwierig: Flächenverfügbarkeit	
Finanzieller Aufwand	2
derzeit nicht quantifizierbar, evtl. selbsttragendes Geschäftsmodell möglich	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	1
Herausforderung: Verfügbarkeit geeigneter Flächen. Nur umsetzbar mit ordnungsrechtlicher Grundlage oder ökonomischem Anreiz.	
Priorität (Gesamtbewertung)	1
aktuell gering, in Abhängigkeit der Emissionsintensität ab 2025 hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	3
Stadtplanungsamt (ggf. als Projektsteuerer), Speditionen, Unternehmen	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
City-Maut als ökonomischer Anreiz der Sendungsbündelung	
Weitere Hinweise	

Elektrischer Güterverkehr	M - GV 6
Kurzbeschreibung	
Durch elektrische Antriebe können lokale Emissionen vermieden werden. Während im Personenverkehr elektrische Antriebe bereits verfügbar sind, ist dies im Bereich des Güterverkehrs - abgesehen von Kleinlieferwagen oder Spezialfahrzeugen - derzeit nicht absehbar. Hinderungsgrund dafür ist die geringe Energiedichte elektrischer Energiespeicher verglichen mit fossilen Brennstoffen. Die Maßnahme geht davon aus, dass künftig (in der Modellierung nach 2025) auch für den Güterverkehr geeignete Technologien zur Verfügung stehen, die es ermöglichen, einen Großteil der Fahrten mit elektrischem Antrieb zu absolvieren.	
Zielgruppe	
gesamter Güterverkehr, außer nicht-verlagerbare Spezialladungen (Übergrößen, teilweise Gefahrgüter etc.)	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
hoch, wenn ein Großteil des Güterverkehrs mit regenerativ erzeugter Energie anstelle fossiler Kraftstoffe betrieben wird	
Technische Realisierbarkeit	
aktuell schwierig - geeignete Fahrzeuge/Infrastruktur noch nicht verfügbar	
Finanzieller Aufwand	2
Infrastrukturkosten erheblich, ggf. selbsttragendes Geschäftsmodell möglich	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	1
noch keine geeignete technische Lösung vorhanden, nur umsetzbar mit ordnungsrechtlicher Grundlage oder ökonomischen Anreiz.	
Priorität (Gesamtbewertung)	1
aktuell geringe Priorität, in Abhängigkeit der Emissionsintensität ab 2025 hoch	
Akteure/Steuerbarkeit	3
Stadtplanungsamt (ggf. als Projektsteuerer), Speditionen, Unternehmen	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
ordnungsrechtliche Grundlage oder starker ökonomischer Anreiz (City-Maut)	
Weitere Hinweise	

Konzept zur Abwärmenutzung und Einspeisung in das Fernwärmenetz	M - E 1
Kurzbeschreibung	
<p>Einhergehend mit dem Ausbau des Fernwärmenetzes sollte der Fernwärme-Mix, der zurzeit ebenfalls noch vorwiegend auf fossilen Energieträgern beruht, angepasst werden. Das heißt, dass ein hoher Anteil von alternativen Energien mit geringen CO₂-Emissionen am Mix angestrebt werden sollte. In diesem Zusammenhang bietet sich der Ausbau der Abwärmenutzung der Raffinerie an. Neben der bereits realisierten ersten Ausbaustufe (40 MW) bestehen konzeptionelle Überlegungen der Stadtwerke Karlsruhe zu einer zweiten Ausbaustufe von weiteren 40 MW. Darüber hinaus ist ein Konzept bezüglich der Nutzung alternativer Abwärmequellen bis 2050 zu entwickeln, um bei einem möglichen Wegfall der Abwärme aus der Raffinerie entsprechend abgesichert zu sein.</p>	
Zielgruppe	
<ul style="list-style-type: none"> - Mineralölraffinerie Oberrhein (MiRO) - Alternative Abwärmequellen 	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	4
<p>Die prognostizierte Wärmelieferung der 2. Ausbaustufe beträgt 180.000 MWh/a und entspricht bei dem derzeitigen CO₂-Emissionsfaktor von 216 g/kWh des erdgasbasierten Heizkraftwerkes in Karlsruhe 38.880 Tonnen CO₂ pro Jahr.</p>	
Technische Realisierbarkeit	
<p>Zur 2. Ausbaustufe der Raffinerie sind die technischen Aspekte bereits zwischen den Stadtwerken und der Raffinerie geklärt.</p> <p>Alternative Abwärmequellen könnten beispielsweise im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten oder Forschungsvorhaben in Kooperation mit Instituten des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) oder der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft (HsKA) identifiziert werden.</p>	
Finanzieller Aufwand	1
<ul style="list-style-type: none"> - Die Kosten der 2. Ausbaustufe werden in der Größenordnung der Investitionen der bereits verwirklichten 1. Ausbaustufe von 30 Mio. € liegen. - Eine Unterstützung durch das Umweltbundesministerium sollte ebenfalls wieder angestrebt werden. 	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	4
<p>Unsicherheit bezüglich der zukünftigen Abwärmeverfügbarkeit.</p>	
Priorität (Gesamtbewertung)	4
<p>Hoch</p>	
Akteure/Steuerbarkeit	3
<p>Stadtwerke Karlsruhe</p>	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau des Fernwärmenetzes - Gesamtkonzept zur künftigen Gas- und Fernwärmeversorgung 	
Weitere Hinweise	
<p>In Anlehnung an M18</p>	

Energieatlas Karlsruhe	M - E 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>In der konsequenten Nutzung lokaler Energieressourcen liegt eine große Chance zur Verringerung der städtischen klimarelevanten Emissionen. Um diese lokalen erneuerbaren Ressourcen zu nutzen, ist zum einen eine Erhebung der Potenziale notwendig. Um diese Potenziale möglichst umfassend zu nutzen, Synergieeffekte zu erkennen und Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten, bietet es sich an, die Potenziale und die Orte der Energienachfrage in einem Energieatlas darzustellen. Der Aufbau dieses digitalen Atlases besteht aus mehreren "Layern". Jeder dieser "Layer" oder Schichten stellt ein Thema dar. Enthalten sind die Schichten: Gebäude und Straßen, Wärmenachfrage, Kältenachfrage, Stromnachfrage, Wärmeversorgung, Kälteversorgung, Stromversorgung (jeweils mit Produktions-, Leitungs- und Umwandlungsinfrastruktur), Solarenergiepotenziale, Windenergiepotenziale, Biomassepotenziale, Geothermische Potenziale, Wasserkraftpotenziale, Speicherpotenziale). Wichtige Informationen zur Ermittlung der darzustellenden Daten wird die in Auftrag gegebenen Studie zur Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien in Karlsruhe liefern. Da Karlsruhe zu groß ist, um sich mit lokalen regenerativen Energien vollständig versorgen zu können, wäre es sinnvoll, diesen Atlas zusammen mit dem Landkreis Karlsruhe zu erstellen. Hierdurch würde der Nutzen des Atlases zum Beispiel für die Planung von Energiewandlungsanlagen wie z.B. Biomasseverwertungsanlagen nochmals deutlich verbessert (wenn z.B. ein idealer Standort eines Kraftwerks in der Nähe eines potenziellen Wärmeabnehmers "auf der anderen Seite der Stadtgrenze" liegt). Der Atlas kann das Herzstück einer Strategie zur Hebung der lokalen regenerativen Energiepotenziale Karlsruhes darstellen. Da es bisher in Deutschland zwar unterschiedliche Ansätze zur Erstellung von Energieatlanten gibt, aber bisher noch kein Atlas über Energieerzeugung-, -leitung und -potenziale für eine Stadt in der Größenordnung von Karlsruhe erstellt wurde, hätte dieses Projekt neben dem praktischen Wert auch das Potenzial, Karlsruhe in diesem Feld weit über die Region hinaus bekannt zu machen.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Bevölkerung, Unternehmen, Energieversorger, Stadtwerke</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>hoch</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>in einfacher Form direkt realisierbar, in komfortabler und anpassungsfähiger Ausführung noch Anpassungsbedarf</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Mittel</p>	3
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Chance eines Modells mit bundesweiter Beachtung</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>keine</p>	4
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>wegen des hohen Potenzials hoch</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Katasteramt, Liegenschaftsamt, Umwelt- und Arbeitsschutz, Stadtwerke, Energieagentur Landkreis KA</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>Von den Stadtwerken KA wurde eine Studie zur Ermittlung der Potenziale der Erneuerbaren Energien in Karlsruhe in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse werden im Frühjahr 2012 vorliegen und bilden einen Teil der Grundlage für den Energieatlas</p>	

Nutzung öffentlicher Flächen zum Anbau von Kurzumtriebspappeln	M - E 3
Kurzbeschreibung	
Die Stadt Karlsruhe verfügt über eine Vielzahl von Flächen, die als Grünland genutzt werden und in der Regel verpachtet sind. Es bietet sich an, diese Flächen für die Erzeugung von Energierohstoffen zu nutzen. Eine der nachhaltigsten Wege zur Nutzung von ehemaligen Grünlandflächen ist, wie eine Studie im Auftrag des Landesministeriums für ländlichen Raum gezeigt hat, die Erzeugung von Energieholz durch den Anbau von Kurzumtriebspappeln. Hierdurch könnte die größte Menge an Energie pro Fläche mit den geringsten negativen Nebeneffekten produziert werden. Der Nutzen könnte noch erhöht werden, wenn die Erfahrungen aus Halle an der Saale, der Partnerstadt von Karlsruhe, genutzt werden und neben der energetischen eine stoffliche Verwertung der aus den Pappeln gewonnenen Biomasse realisiert wird.	
Zielgruppe	
Städtisches Liegenschaftsamt, Pächter der städtischen Flächen, Stadtwerke, Gartenbauamt	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	2
mittel	
Technische Realisierbarkeit	
gut zu realisieren	
Finanzieller Aufwand	3
mittlerer Aufwand	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
Je nach Standort können die Plantagen positive oder negative Auswirkungen auf die Biodiversität und das Landschaftsbild haben.	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	3
Es könnte sein, dass die Pächter die Flächen anderweitig nutzen wollen. Die Maßnahme macht nur Sinn, wenn eine Abnahme des Holzes v.a. als Feuerholz oder für eine Verbrennungsanlage für Holz gegeben ist oder eine solche Anlage errichtet wird.	
Priorität (Gesamtbewertung)	3
mittlere	
Akteure/Steuerbarkeit	4
Städtisches Liegenschaftsamt und Stadtwerke könnten den Prozess recht gut steuern / hoch	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Erhebung der verpachteten Flächen und Erstellung einer KuP-Potenzialstudie. Realisierung der Bioenergieregion Karlsruhe, des Low Carbon Stadtteils und der Nullemissionsstadtverwaltung	
Weitere Hinweise	

Bioenergieregion Karlsruhe	M - E 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Zusammen mit dem Landkreis Karlsruhe kann eine Bioenergieregion Karlsruhe entstehen. Da Biomasse das CO₂, das bei der Verbrennung freigesetzt wird, zuvor der Atmosphäre entzogen hat, ist ihre Nutzung CO₂-neutral. In der Stadt Karlsruhe gibt es unterschiedliche Biomassequellen, die zur Energieproduktion genutzt werden können. Die wichtigste Quelle sind die biogenen Abfallstoffen der Haushalte, die in der Biotonne gesammelt werden. Hinzu kommen private Grünabfälle aus den Grünabfallcontainern, aber auch im GHD-Sektor fallen in Restaurants, Großküchen, Märkten, Bäckereien, Fleischereien, Scheinereien etc. und der Industrie z.B. Brauereien große biogene Abfallmengen an. Eine weitere Quelle sind das Landschaftspflegematerial aus den städtischen Grünflächen. Am Stadtrand kommen noch die land-, forst- und gartenwirtschaftlichen Reststoffe hinzu. Ein Großteil dieser Abfälle wird kompostiert und Gewerbeabfälle werden zum Teil außerhalb der Stadt entsorgt. Durch dieses Vorgehen geht der Stadt der Energiegehalt, der in der Biomasse enthalten ist, verloren.</p> <p>Es bietet sich an, einen Teil dieser Bioabfälle vor Ort energetisch zu nutzen. Für die feuchten Anteile der Biomasse bietet sich die Nutzung zur Erzeugung von Biogas an. Die trockenen, holzigen Teile könnten in einer Verbrennungsanlage eingesetzt werden.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Amt für Abfallwirtschaft</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>Entsprechend der großen Menge an biogenen Reststoffen hoch</p>	4
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>Technisch gut realisierbar</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Alle Bioabfälle, mit geringer Fehlwurfquote zu erfassen bedeutet einiges an Aufwand. Außerdem müssen Biogas- bzw. Verbrennungsanlagen gebaut werden.</p>	1
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Verringerung der Abfallentsorgungskosten</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Ev. Anwohnereinsprüche wg. möglicher Geruchsbelästigungen. Wenn die Anlagen allerdings bei den jetzigen Kompostanlagen errichtet werden, sollten diese jedoch gering sein, da durch die Kapselung der Abfälle die Geruchsbelastung sogar verringert werden könnte.</p>	3
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>durch das große Potenzial hoch</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Amt für Abfallwirtschaft, Gartenbauamt, Energieagentur Landkreis KA, Umwelt- und Arbeitsschutz, Stadtwerke gut steuerbar</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>-z.B. Bioenergiegewinnung aus Großküchenabfällen wie z.B. Hochschulmensen, Kombination mit dem Anbau von Kurzumtriebspappeln</p>	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>Das Bioenergiekonzept der Landkreises könnte in das Karlsruhe Gesamtkonzept einfließen. Zur besseren Nutzbarkeit des Bioabfalls der Haushalte wäre es sinnvoll, Maßnahmen zur Reduzierung der Fehlwürfe zu ergreifen.</p>	

Nachhaltiger Konsumführer	M - K 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Das bestehende webbasierte Ökofair-Portal wird ausgebaut und als Telefonanwendung ("App") zur Verfügung gestellt. Nachhaltige Einzelhandelsanbieter, Restaurants, Unternehmen etc. erscheinen in Druckversion auf dem Stadtplan, der an Neubürger und Touristen kostenlos vergeben wird.</p> <p>Auf dem ÖkoFairportal ist gleichzeitig ein Eventkalender integriert, der neben aktuellen klimafreundlichen Aktionen, Aktivitäten, auch Informationen zu saisonalen Produkten sowie die Müllabfuhr beinhaltet. Dieser Kalender kann ebenfalls als Druckversion jährlich über den Müllkalender an die Karlsruher Bürger verteilt werden.</p> <p>Stadtplan und Jahreskalender haben einen QR-Code (Fotolink), mit dem man über sein Smartphone das Ökofairportal erreichen kann, und sich schließlich das Karlsruher App zum Nachhaltigen Konsum installieren kann.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>internetversierte, interessierte Bürger, Neubürger und Touristen</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>nicht quantifizierbar</p>	
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>Am bestehenden webbasierten Online-Portal kann angeknüpft werden. Mit Hilfe des Mobile-Taggings können Link zum Portal (etc.) auf Printmedien publiziert und verbreitet werden. (http://de.wikipedia.org/wiki/Mobile_Tagging)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Laufende Kosten für Aktualisierung des Online-Portals, Stadtplan und Jahreskalender. Kosten für Implementierung des Karlsruher Apps.</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Förderung der regionalen Wirtschaft</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Damit die Bevölkerung das Angebot annimmt, muss das Angebot sehr gut beworben werden</p>	
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>Die Maßnahme kann direkt umgesetzt werden.</p>	
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadtmarketing, Umweltamt</p>	
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Nachhaltige öffentliche Beschaffung	M - K 2
Kurzbeschreibung Die Stadt als Vorbildträger muss ihren Einkauf nach ökologischen und sozialen Kriterien ausrichten. Regelmäßige Fortschrittsberichte zeigen die Entwicklung und Verbesserungsbedarf auf. Das Stadtmarketing kann die Aktivitäten und Erfahrungsberichte der Stadt kommunizieren und damit Authentizität schaffen.	
Zielgruppe Stadt Karlsruhe, Stadtmarketing	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial nicht quantifizierbar bzw. nicht der städtischen Territorialbilanz zurechenbar	3
Technische Realisierbarkeit Die ökologischen und sozialen Kriterien der öffentlichen Beschaffung existieren und müssen lediglich angewendet werden.	
Finanzieller Aufwand im Mittel keine Kosten	2
Nebeneffekte (positiv + negativ) Arbeitgeber und Arbeitnehmer der Stadt sind gleichzeitig Multiplikatoren.	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung "Vorbild-zu-sein" ist schwierig zu definieren. Mit der Öffentlichkeitsarbeit muss kommuniziert werden, dass auch kleine Schritte wichtig sind und gemeinsam Großes bewegen. Stadt darf nicht Zielscheibe für "Nachhaltigkeits-Kritiker" werden.	2
Priorität (Gesamtbewertung) Die Maßnahme ist direkt umsetzbar.	3
Akteure/Steuerbarkeit Stadt Karlsruhe	4
Strategie und flankierende Maßnahmen Informationsaktivitäten der Stadtspitze	
Weitere Hinweise	

Stadt als nachhaltiger Essensanbieter	M - K 3
Kurzbeschreibung	
Die Stadt bietet in ihren Kantinen täglich Mittagsmenüs an, die zunehmend weniger Fleisch beinhalten. In städtischen bezuschussten Schulen, Kindertageseinrichtungen, Krankenhäusern und Heimen erhalten regionale und ökologisch erzeugte Produkte grundsätzlich den Vorrang. Mit Preissignalen zu Gunsten vegetarischer Menüs wird diese Gruppe von angebotenen Essen unterstützt.	
Zielgruppe	
- Nutzer und Caterer der städtischen Kantinen sowie Kliniken, Schulen, Kindertageseinrichtungen und Heime	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	3
Weltweit entstehen 18 % der Treibhausgase durch die Produktion tierischer Lebensmittel. Für die Produktion von 200g Rindfleisch entstehen ca 1300 g CO ₂ -Äq.; für dieselbe Menge Kartoffeln (Gemüse) lediglich 60g (30g). Das genaue Minderungspotenzial kann schließlich durch einen Fortschrittsbericht und im Rahmen der Carbon Footprint-Kennzeichnung quantifiziert werden. Die Reduktion kann jedoch nicht ausschließlich der CO ₂ -Bilanz Karlsruhes gutgeschrieben werden.	
Technische Realisierbarkeit	
- sukzessive Reduktion des Fleischanteils und Umstieg auf vegetarische Komponenten - ggf. Quersubventionierung vegetarischer Menüs mit nicht-vegetarischen Menüs	
Finanzieller Aufwand	4
- Kosten für Schulung der Caterer und Informationsmaterialien (vegetarische Rezepte) sowie durchschnittliche Berechnung der Carbon Footprints pro Menü	
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
- Nutzer der städtischen Kantinen sind gleichzeitig Multiplikatoren und tragen alternative Rezeptideen in Form von Gerichten in ihr Umfeld (Familie, Freunde etc.)	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	2
- ggf. geringe Akzeptanz weniger versierter Fleischkonsumenten	
Priorität (Gesamtbewertung)	3
- Die Stadt nimmt Vorbildfunktion ein und zeigt auf, wie der eigene Fleischkonsum reduziert werden kann und welche Vorteile es mit sich bringt.	
Akteure/Steuerbarkeit	4
- Stadt	
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Weitere Hinweise	

Nachhaltigkeitszentrum	M - K 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Stadt bietet ein regelmäßiges Angebot zu diversen Themen für verschiedene Zielgruppen an. Die Zielgruppe kann damit aktiv erleben, wie Nachhaltigkeit einfach umsetzbar ist. Ausgangspunkt ist ein Nachhaltigkeitszentrum, das mit anderen Akteuren oder selbstständig zielgruppenorientiert und kontinuierlich Nachhaltigkeitsthemen anbietet. Zu den Themen könnten Vorträge und Workshops das Angebot ergänzen.</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>- Bürger (Schüler, Rentner, Familien, Arbeitssuchende, Neubürger, Ausländische Bürger etc.)</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>nicht quantifizierbar</p>	2
<p>Technische Realisierbarkeit</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Unterhaltungskosten für Nachhaltigkeitszentrum, Personalkosten für Betrieb und Aktionsanbieter sowie Materialkosten.</p>	2
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Jeder Teilnehmer ist gleichzeitig Multiplikator für seine Umwelt.</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p> <p>Damit die Bevölkerung das Angebot annimmt, muss das Angebot sehr gut beworben werden. Ebenfalls sollte es möglich sein, dass Arbeitssuchende ebenfalls "Aktionsanbieter" sein dürfen. Widerstand bzgl. Kosten-Vergleichbarkeit mit anderen städtischen Ausgaben</p>	2
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>sehr hoch</p>	3
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>Stadtmarketing, Lokale Agenda 21, Amt für Abfallwirtschaft, Umwelt- und Arbeitsschutz, Agentur für Arbeit, KIT, PH, KEK etc.</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p>	
<p>Weitere Hinweise</p>	

Klimaneutrale Stadtverwaltung	M - A 1
Kurzbeschreibung	
<p>Die Stadtverwaltung hat direkten und indirekten Einfluss auf einen wesentlichen Teil der CO₂-Emissionen im Stadtgebiet. Sollte sie sich entscheiden, bis 2050 CO₂-neutral zu werden, so würde dadurch nicht nur ein wichtiger Beitrag zur CO₂-Reduktion geleistet; dies hätte auch einen kaum zu überschätzenden Vorbild- und Motivationseffekt für andere Akteure in der Stadt. Der wichtigste Bereich ist der Einfluss auf den Energieverbrauch der kommunalen Gebäude. Neben den Kindergärten, Schulen, Schwimmbädern, Zoo und anderen Gebäuden mit Sondernutzungen sind es vor allem die Bürogebäude, deren CO₂-Emissionen die Stadt direkt beeinflussen kann. In Karlsruhe finden Neubauten im kommunalen Bereich in Zukunft nur in sehr geringem Umfang statt. Handlungsmöglichkeiten ergeben sich deshalb durch energetische Sanierungen der bestehenden Bausubstanz. Da die Bestandssanierung in Deutschland allgemein der Bereich ist, in dem am meisten Energie eingespart werden kann, würden Vorzeigemaßnahmen nicht nur in Zukunft den kommunalen Finanzhaushalt entlasten, sondern auch Vorzeigecharakter besitzen. Lokal und regional gesehen würde besonders die energetische Sanierung des Rathauses Beachtung finden. Das Beispiel der energetischen Sanierung dieses alten Weinbrennerhauses unter Wahrung des originalen Charakters wäre richtungsweisend für ähnliche Gebäude in der Stadt und der Region. Hohe Einsparungen könnten aber auch in der energetischen Sanierung von Funktionsbauten der 50er und 60er Jahre erzielt werden. Zusätzlich wäre es sinnvoll die Straßenbeleuchtung incl. der Ampelanlagen auf energiesparsame LED-Systeme umzustellen, die neben der Energie- und CO₂-Einsparung auch eine deutliche Verringerung der Serviceintervalle und damit weitere Kosteneinsparungen bedeuten. Ein weiterer Baustein ist die Optimierung des Managements der städtischen Gebäude. Eine Schlüsselposition nehmen hier die Hausmeister ein (s. M-PH2). Ein weiterer wesentlicher Bereich der klimaneutralen Stadtverwaltung ist die Berücksichtigung von Klimaschutzkriterien im Beschaffungswesen. In diesem Feld hat die Stadt einen sehr großen Gestaltungsspielraum (s. M-K2 und M-GV3).</p>	
Zielgruppe	
Stadtverwaltung, Bürger	
CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial	
hoch	4
Technische Realisierbarkeit	
Alle Maßnahmen sind technisch realisierbar	
Finanzieller Aufwand	
Bei vollständiger Umsetzung relativ hoher Aufwand	2
Nebeneffekte (positiv + negativ)	
"Erziehungs-" und "Vorbildeffekt" für städtische Angestellte und Bürger	
Hemmnisse/Akzeptanzbewertung	
Relativ hohe Investitionskosten	3
Priorität (Gesamtbewertung)	
Als Maßnahme für die Stadtverwaltung würde dieser umfassende Ansatz ihrer zentralen Rolle im kommunalen Geschehen gerecht. Die Umsetzung hätte deutschlandweit Vorzeigecharakter.	
Akteure/Steuerbarkeit	
Stadtverwaltung	4
Strategie und flankierende Maßnahmen	
Die meisten der anderen Maßnahmen könnten zur Umsetzung der klimaneutralen Stadtverwaltung beitragen: Mustergültige Sanierung des Rathauses (auch als Element der Musterhausoffensive), Bezug von Ökostrom	
Weitere Hinweise	
Unvermeidbare Emissionen könnten durch den Kauf von CO ₂ -Zertifikaten "neutralisiert" werden.	

Klimaschutznavigator	I - A 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der Klimaschutz-Navigator ist ein PC-basiertes interaktives Entscheidungshilfe-Instrument für kommunale CO₂-Bilanzen und Klimaschutzkonzepte zur transparenten Darstellung der</p> <ul style="list-style-type: none"> • Handlungsmöglichkeiten bei einer Vielfalt unterschiedlicher Klimaschutz-Maßnahmen (normative, Sensibilisierung, Incentivierung) • CO₂-Minderungswirkung von vorgeschlagenen und umgesetzten Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen • zusätzlich können auch CO₂-Minderungspotenziale, z. B. von erneuerbaren Energien dargestellt werden <p>Der Klimaschutz-Navigator dient dazu, dem Nutzer die Auswirkungen seiner eigenen Vorstellungen und Überlegungen (Auswahl von Einzelmaßnahmen) auf das Gesamtergebnis (z.B. CO₂-Ausstoß, Kosten) zu verdeutlichen und so interaktiv und „spielerisch“ ein Verständnis für die Sinnhaftigkeit dieser Vorstellungen zu entwickeln. Somit wird statt weniger Szenarien, die möglicherweise als „willkürlich“ empfunden werden, eine „Multi-Szenario“-Technik möglich. Eine Optimierung führt der Benutzer durch, indem er mehrere Routen verfolgt, bei denen er unterschiedliche Maßnahmenkombinationen wählt und die Wirkung dieser Kombinationen erfährt.</p> <p>Damit nutzt der Klimaschutz-Navigator verschiedenen Anspruchsgruppen als Diskussions- und Moderationswerkzeug, als Entscheidungshilfe-Instrument durch „Multi-Szenario-Technik“ und als Monitoring-Instrument bei der CO₂-Bilanzierung</p>	
<p>Zielgruppe</p> <p>Entscheidungsträger aus allen Bereichen der Akteure im Klimaschutz, z. B. Gemeinderäte, Umweltgruppen, Industrievertreter, GHD, interessierte Privatpersonen</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial/Einsparpotenzial</p> <p>nicht quantifizierbar</p>	3
<p>Technische Realisierbarkeit</p> <p>gut realisierbar: In mehreren Versions-Schritten zu entwickelndes System auf Basis von Berechnungsprogrammen (z. B. Excel, MATLAB), Navigationsalgorithmen und darauf basierenden Tool-kits oder Business-Intelligence-Werkzeugen.</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Schrittweise steigender Aufwand, für Programmierung ca. 100.000 €</p>	2
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Übertragbarkeit und Skalierbarkeit, führt zu besserer Vernetzung der Akteure im Klimaschutz</p>	
<p>Hemmnisse/Akzeptanzbewertung</p>	3
<p>Priorität (Gesamtbewertung)</p> <p>hoch</p>	4
<p>Akteure/Steuerbarkeit</p> <p>KEK, Steuerkreis (z. B. KEA, LUBW), Stadt Karlsruhe, ggf. weitere Kommunen</p>	4
<p>Strategie und flankierende Maßnahmen</p> <p>Finanzielle Förderung erforderlich</p>	
<p>Weitere Hinweise</p> <p>Der Klimaschutz-Navigator kann auf kommunaler Ebene für Klimaschutzkonzepte mit Horizont bis 2050 eingesetzt werden und ist auf andere Kommunen übertragbar, aber auch skalierbar (Landkreise, Bundesländer). Zunächst könnte er durch die 9 Kommunen, die Machbarkeitsstudien im Rahmen des Wettbewerbes "Klimaneutrale Kommune" eingesetzt werden. Der Klimaschutznavigator kann auch im Internet zur Verfügung gestellt werden.</p>	

Erstellt von der Arbeitsgemeinschaft
KEK, DFIU, ITAS, IREES GmbH, P&C im
Auftrag der Stadt Karlsruhe:

Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur gGmbH (KEK)

Dirk Vogeley
Birgit Groh
Sabine Wand

**Karlsruher Institut für Technologie
Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU)**

Anna Kühlen
Julian Stengel
Prof. Dr. Frank Schultmann

**Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)**

Dr. Volker Stelzer
Holger Wolpensinger

Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES GmbH)

Dr. Felix Reitze
Felipe Toro
Andrea Herbst
Prof. Dr. Eberhard Jochem

Probst & Consorten Marketing-Beratung (P&C)

Dr. Ralf Hedel
Jacob Kunze



Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg

Dezember 2011