

III Klimaschutz und *Energieeinsparung*

- 1 Grundlagen und Auswirkungen des Klimawandels auf globaler Ebene**
 - 1.1 Anthropogener Treibhauseffekt und globale Erwärmung**
 - 1.2 Folgen des Klimawandels**

- 2 Der Klimawandel und die Rolle der Kommunen**
 - 2.1 Potenzial der Kommunen**
 - 2.2 Klimaschutz in Ludwigshafen**
 - 2.2.1 Klima-Bündnis und Klimaschutzbeauftragter**
 - 2.2.2 Ludwigshafen – „Hauptstadt der Energieeffizienz“**

- 3 CO₂-Minderungsprojekte der Stadtverwaltung Ludwigshafen**

- 4 CO₂-Minderungsprojekte der Technischen Werke Ludwigshafen (TWL)**

- 5 CO₂-Minderungsprojekte der GAG**

- 6 Zusammenfassung und Ausblick**

- 7 Abkürzungsverzeichnis**

- 8 Literatur/Quellen**



1 Grundlagen und Auswirkungen des Klimawandels auf globaler Ebene

1.1 Anthropogener Treibhauseffekt und globale Erwärmung

Der natürliche Treibhauseffekt ist für die meisten Menschen überlebenswichtig. Der in der Atmosphäre vorhandene Wasserdampf und die natürlicherweise vorhandenen Treibhausgase – hauptsächlich das Kohlendioxid – bewirken, dass die global gemittelte bodennahe Lufttemperatur nicht -18 °C , sondern $+15\text{ °C}$ beträgt. Gäbe es den natürlichen Treibhauseffekt nicht, wäre die Erdoberfläche bis auf Teile der Tropen eisbedeckt.

Die Temperaturen der Atmosphäre haben sich im Laufe der Erdgeschichte mehrfach deutlich verändert, zum Beispiel zwischen den Warm- und Eiszeiten. Diese Klimageschichte als natürliche Veränderung des Klimas über einen längeren Zeitraum bezeichnet man auch als Klimawandel (im engeren Sinne). Sehr häufig wird aber unter Klimawandel nicht nur die natürliche sondern auch die zusätzlich durch den Menschen verursachte (anthropogene)

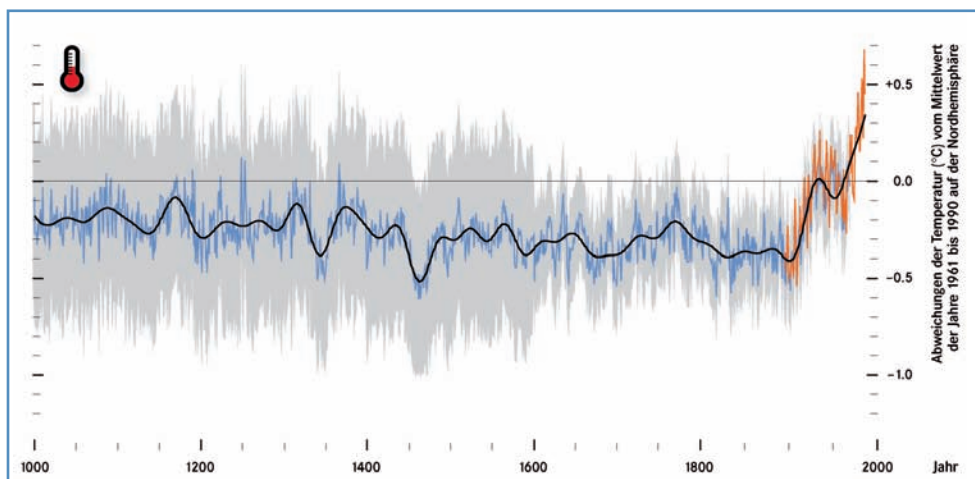
Veränderung des Klimas im Sinne einer globalen Erwärmung verstanden. Es ist Konsens, dass dieser anthropogene Treibhauseffekt die wichtigste Ursache für die globale Erwärmung ist, da ohne ihn die gemessenen Temperaturen nicht zu erklären sind. Der Temperaturanstieg wird im Wesentlichen durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe und in geringerem Maße auch durch die weltumfassende Entwaldung verursacht. Dadurch wird Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre angereichert.

Nach Messungen aus Eisbohrkernen wissen wir, dass in den letzten 800.000 Jahren die Konzentration an CO_2 in der Atmosphäre nie mehr als 300 ppmV (parts per million, Teile pro Million Volumenanteil) betragen hat.

Die Konzentration des CO_2 ist seit Beginn der Industrialisierung auf heute über 385 ppmV gestiegen. Dies ist wahrscheinlich der höchste Wert seit 20 Millionen Jahren.

Als Hauptbeweis für die derzeitige globale Erwärmung gelten die seit etwa 1860 vorliegenden weltweiten Temperaturmessungen sowie die Auswertungen verschiedener Klimaarchive. Diese zeigen eine

Zunahme der global gemittelten bodennahe Lufttemperatur um $0,74\text{ °C}$ ($\pm 0,18\text{ °C}$ Fehlertoleranz) zwischen 1906 und 2005. Am ausgeprägtesten ist die Erwärmung von 1975 bis heute. 2005 war das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen.



Temperaturentwicklung der letzten 1000 Jahre



Man geht davon aus, dass – abhängig von den Zuwachsraten aller Treibhausgase und dem angewandten Modell – bis 2100 mit einer Zunahme der globalen Durchschnittstemperatur um 1,1 °C bis 6,4 °C zu rechnen ist.

Der dabei maßgebliche, allerdings auch der mit der größten Unsicherheit behaftete Parameter ist die Prognose über die zukünftige Entwicklung der Weltwirtschaft. Da das Wirtschaftswachstum der Welt in der Vergangenheit stark mit dem Verbrauch an fossilen Energieträgern korrelierte und dies auch in der näheren Zukunft erwartet werden kann, erklärt sich hieraus auch die relativ große Bandbreite der von den Klimatologien prognostizierten Erwärmung.

1.2 Folgen des Klimawandels

Die Folgen des Klimawandels sind außerordentlich vielfältig. Betrachtet man zunächst nur die Temperaturentwicklung, so muss man feststellen, dass die Erwärmung – sieht man von wenigen Regionen ab – weltweit erfolgt, aber in sehr ungleichem Maße. Die Luft über Landflächen erwärmt sich allgemein stärker als über Wasserflächen. Folglich stiegen die Temperaturen auf der Nordhalbkugel, auf der sich ein Großteil der Landflächen befinden, in den vergangenen hundert Jahren stärker an als auf der Südhalbkugel. Besonders deutlich fiel die Erwärmung in der Arktis aus. Dort war sie im jährlichen Mittel etwa doppelt so hoch wie im globalen Durchschnitt.

Die Folgen sind Umweltveränderungen wie die verringerte Schneebedeckung, der steigende Meeresspiegel und die Gletscherschmelze.

Über den (ungleichen) Temperaturanstieg hinaus werden sich Wetterextreme wie Hochwasser, Stürme und Dürren häufen. Eine Erwärmung oberhalb von

2 °C birgt zudem erhöhte Risiken für das Aussterben zahlreicher Tier- und Pflanzenarten, deren Lebensräume nicht länger ihren Anforderungen entsprechen. Diese Arten werden verdrängt oder können aussterben, wenn sie den sich geografisch schnell verschiebenden Ökozonen nicht folgen können. Deshalb ist es notwendig, die globale Erwärmung auf nicht mehr als 2 °C zu begrenzen.

Die Maßnahmen, die der unnatürlichen globalen Erwärmung entgegenwirken und ihre Folgen abmildern und begrenzen sollen, werden mit dem Sammelbegriff „Klimaschutz“ bezeichnet. Neben der Verringerung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe sind Maßnahmen zur Anpassung an den unvermeidlichen Klimawandel nötig, wie etwa Deichbau und Katastrophenvorsorge.

Zur Begrenzung der CO₂-Emissionen haben sich die Staats- und Regierungschefs der Europäischen Union im März 2007 auf das Ziel verständigt, den CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2020 um mindestens 20 Prozent zu senken (im Vergleich zu 1990).

Die Bundesregierung hat am 5. Dezember 2007 einen umfassenden Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23. und 24. August 2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm vorgelegt. Das Paket besteht aus 14 Gesetzen und Verordnungen und sieben weiteren Maßnahmen. Damit wird Deutschland dem Ziel, bis zum Jahr 2020 den Ausstoß von Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 um 40 Prozent zu reduzieren, sehr nahe kommen: Laut dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) werden nach unabhängigen Untersuchungen 36 Prozent erreicht werden.



2 *Der Klimawandel und die Rolle der Kommunen*

2.1 *Potenzial der Kommunen*

Die bisherigen Analysen der regionalisierten Klimagutachten aus Deutschland und anderen europäischen Ländern bestätigen, dass folgende Aspekte der Klimaentwicklung für die Stadtentwicklung und den Gebäudebereich von besonderer Bedeutung sind

- Anstieg der Jahresdurchschnittstemperaturen, besonders im Winterhalbjahr
- Zunahme von Hitzewellen im Sommer
- Veränderungen im Wasserhaushalt (sommerliche Trockenheit, winterliche Zunahme der Niederschlagsmenge)
- Zunahme von Starkniederschlägen, insbesondere im Winter
- Steigende Hochwassergefahr im Winter und Frühjahr
- Zunahme von Winterstürmen
- Zunahme von Gewittern mit Hagel, Starkregen und Starkböen

Der bevorstehende Klimawandel stellt auch die Kommunen vor Herausforderungen, die sowohl den Klimaschutz, das heißt die Reduktion der Treibhausgasemissionen, als auch Anpassungsstrategien (Adaptation) und Strategien zur Wirkungsminde- rung (Mitigation) betreffen. Während schon seit mehreren Jahren die Auseinandersetzung mit dem Klimaschutz geführt wird, rücken die Themen Anpassung und Wirkungsminde- rung erst nach und nach ins Bewusstsein der kommunalen Ebene. Bis- her wurde meist verdrängt, dass der Klimawandel stattfinden wird und dass es dringend notwendig ist, sich auf diesen einzustellen. In Deutschland

wurde daher im Dezember 2008 die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel Dezember 2008“ erarbeitet. Darin werden zunächst die Grundsätze der Strategie, der aktuelle Kenntnis- stand zu den erwarteten Klimaänderungen (welt- weit und für Deutschland) und den damit verbun- denen möglichen Auswirkungen sowie der Umgang mit Unsicherheiten dargelegt. Darüber hinaus wer- den für 15 Handlungsfelder wie etwa Mensch, Bo- den oder Wasserhaushalt mögliche Klimafolgen kon- kretisiert und Handlungsoptionen skizziert, der internationale Kontext und der deutsche Beitrag zur Anpassung in anderen Teilen der Welt umrissen sowie die nächsten Schritte zur Weiterentwicklung der Deutschen Anpassungsstrategie beschrieben.

Die Kommunen haben erkannt, dass sie wichtige Akteure im globalen Klimaschutz darstellen:

- Jeder verbraucht Energie
- Jeder lebt in einer Kommune
- Städte können viele Bereiche beeinflussen
- Städte können politische Instrumente auf lokaler Ebene einsetzen
- Die lokale politische Ebene steht den Einwoh- nern am nächsten und kann diese mit einbezie- hen
- Städte sind für die lokale Infrastruktur und öffentliche Dienste zuständig

Viele Städte engagieren sich deshalb schon seit Jahren im Klimaschutz. Energieeinspar- und Klima- schutzmaßnahmen sind jedoch nicht nur zum Erhalt des Klimas wichtig, sie bringen einer Kommune auch ganz konkrete Vorteile und entlasten den städ- tischen Haushalt durch die Einsparung von Energie- kosten.

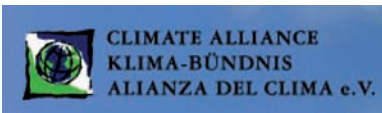


Als weitere Vorteile sind zu nennen:

- Belebung der lokalen Wirtschaft
- Verbesserung der Lebensqualität
- Versorgungssicherheit und Unabhängigkeit
- Imagepflege

2.2 Klimaschutz in Ludwigshafen

2.2.1 Klima-Bündnis und Klimaschutzbeauftragter



Die Stadt Ludwigshafen ist seit 1995 Mitglied des Klima-

Bündnisses. Dieses Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder/Alianza del Clima e.V. ist Europas größtes Städtenetzwerk zum Klimaschutz und hat sich den Erhalt des globalen Klimas als Ziel gesetzt. Die Mitglieder haben sich die Reduktion von klimaschädlichen Treibhausgasen als Ziel gesetzt und sind zum Erhalt der Regenwälder eine Partnerschaft mit den Indigenen Völkern des Amazonasbeckens eingegangen. In der Praxis wird dieses Ziel verfolgt durch die Erarbeitung und Umsetzung von Klimastrategien, insbesondere in den Bereichen Energie und Verkehr, Öffentlichkeitsarbeit über den Schutz der Regenwälder und den Verzicht auf die Nutzung von Tropenholz aus Raubbau.

Auch die Stadt Ludwigshafen hat sich damit verpflichtet, kontinuierlich die Treibhausgasemissionen zu vermindern. Ziel ist es, alle fünf Jahre die CO₂-Emissionen um 10 Prozent zu reduzieren.

Um eine Gesamtbilanzierung der CO₂-Emissionen der Städte zu erreichen, hat das Klimabündnis die Entwicklung einer Bilanzierungssoftware betrieben. Diese wird bei der Gesamtbilanzierung der CO₂-

Emissionen der Stadt Ludwigshafen, welche bis 2011 durch das IFEU-Institut in Heidelberg im Rahmen eines Integrierten Klimaschutzkonzeptes 2020 erstellt werden wird, eingesetzt.



Bilanzierungssoftware für die Klimabündnisstädte

Quintessenz aller Diskussionen innerhalb des Klima-Bündnisses ist die Erkenntnis, dass Klimaschutz eine „Querschnittsaufgabe“ ist, die alle Bereiche innerhalb der Stadt betrifft und somit im Verbund mit den lokalen Akteuren zu sehen ist. Daher ist auch eine breit angelegte Kommunikation notwendig. Um die Aktivitäten der Stadt zu koordinieren und den Klimaschutz auch in der Metropolregion voranzubringen, hat die Stadt im Juni 2008 einen Klimaschutzbeauftragten ernannt.

Die wichtigste Aufgabe des Klimaschutzbeauftragten ist die Zusammenführung der zahlreichen innerhalb und außerhalb der Verwaltung mit den Fragen des Klimaschutzes befassten Bereiche. Insofern ist zu prüfen, welche strukturelle und konzeptionelle Ausrichtung der Klimaschutz in Ludwigshafen haben kann.

Eine Bündelung der Zuständigkeit im Klimaschutz kann keine statische Aufgabe sein. Sie ist darauf



ausgerichtet, durch permanente Verbreiterung der Wissensbasis neue und effizientere Instrumente zu erkennen und umzusetzen. Zugleich ist es erforderlich, Veränderungen voranzutreiben, Ziele zu definieren und ihre Erreichung zu überprüfen. Deshalb sind Bemühungen im Klimaschutz vor dem Hintergrund sich ständig verändernder Rahmenbedingungen zu sehen. Die Tätigkeit des Klimaschutzbeauftragten muss somit nachhaltig und langfristig angelegt sein und bedarf einer breiten Unterstützung.

2.2.2 Ludwigshafen als „Hauptstadt der Energieeffizienz“

Energie sparen, Ressourcen schonen und dabei noch das Klima verbessern – eine Utopie? In Ludwigshafen am Rhein nicht, werden doch in der Industriestadt Technologien und Materialien sowie Projekte im Bereich des Wohnungsneubaus und der Altbauanierung umgesetzt, die zum Teil weltweit auf Resonanz stießen. Experten in diesem Gebiet sprechen deshalb davon, dass Ludwigshafen die „Hauptstadt der Energieeffizienz“ sei. Ortsansässige Firmen wie die BASF SE oder Saint Gobain Isover G+H AG haben die Entwicklung der Dämmtechnik maßgeblich vorangetrieben und stellen einige der effizientesten Dämmstoffe weltweit her. Eine Vorreiterrolle beim energieeffizienten Bauen haben die Ludwigshafener Wohnungsbaunternehmen wie das der BASF SE (LUWOG GmbH) oder die städtische Tochter GAG, deren Energiesparmaßnahmen in Kapitel 5 vorgestellt werden.

Über die Stadt- und Landesgrenzen hinaus bekannt wurde das von der LUWOG GmbH entwickelte erste 3-Liter-Haus Deutschlands im Bestand. Mit innovativer, oft aus Ludwigshafen stammender Energie- und Dämmtechnik ausgestattet, verbraucht dieser Prototyp eines sanierten Wohnblocks weniger Heizenergie

als ein neues Niedrigenergiehaus. Das Haus wurde als Best-Practice-Beispiel in den Beitrag Deutschlands zum UN-Weltgipfel in Johannesburg im Jahr 2002 aufgenommen. In dieser „Deutschen Strategie für eine nachhaltige Entwicklung“ wurde das Ziel formuliert, auf Grundlage der unter anderem auch in Ludwigshafen gemachten Erfahrungen bei der energieeffizienten Altbaumodernisierung bundesweit weitere Praxisbeispiele zur Nachahmung zu entwickeln.



Das erste 3-Liter-Haus Deutschlands im Bestand

Dem 3-Liter-Haus folgten in kurzer Folge die 1-Liter-Häuser, Stadtreihenhäuser im Brunckviertel, sowie das Null-Heizkosten-Haus. Die LUWOG GmbH hat bei letzterem ein Konzept entwickelt, das den Energieverbrauch durch energetische Modernisierungsmaßnahmen auf ein technisch-wirtschaftliches Optimum senkt. Die Restenergie wird durch Nutzung regenerativer Energiequellen gewonnen. Die Kosten der eingesparten Energie werden zur Refinanzierung benutzt. So fallen die Kosten für Beheizung und Warmwasserbereitung vollständig aus den Betriebskosten heraus.

Umfassende und fundierte Informationen über Wärmedämmung sowie zur innovativen und ressourcenschonenden Haustechnik erhalten in Ludwigshafen private Bauherren bei der jährlich stattfindenden Umweltmesse in der Eberthalle und der Immobilienmesse im Pfalzbau.



Außerdem unterstreicht die Stadt am Rhein die Wichtigkeit des Themas Energieeffizienz durch ihre Beteiligung bei der hier ansässigen EnergieEffizienzAgentur E2A. E2A ist ein Informationsnetzwerk mit einem breiten Gesellschaftskreis aus Unternehmen, Kammern und Kommunen, das eine Vielzahl von Veranstaltungen und Beratungen durchführt.



Null-Heizkosten-Haus der LUWOG E GmbH

Im Folgenden sollen sowohl die Projekte der Stadt Ludwigshafen als auch der Technischen Werke Ludwigshafen (TWL) und der Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und Städtebau (GAG) dargestellt werden, da sie als Töchter beziehungsweise starker Partner der Stadt tätig sind. Die folgenden Angaben beruhen im Wesentlichen auf dem Energiebericht 2007.

3 CO₂-Minderungsprojekte der Stadtverwaltung

Hier stehen Fragen der Minderung der Treibhausgasemissionen und der Energieeinsparung in der Stadt Ludwigshafen im Vordergrund.

Energiecontrolling

Der städtische Bereich Gebäudemanagement verfolgt das Ziel, die Energieeffizienz im Bestand und bei Neubauten zu steigern und gleichzeitig den

Einsatz von regenerativen Energien zu erhöhen. Dadurch werden die Kosten nachhaltig optimiert und CO₂-Emissionen verringert. Damit wurde erstmalig ein Energiecontrolling als Daueraufgabe der Verwaltung etabliert.

Unter anderem werden vom Energiecontrolling laufend notwendige Maßnahmen zur CO₂-Senkung initiiert: Zählerkontrolle bei allen Schulen, Kindertagesstätten und weiteren städtischen Gebäuden, Vor-Ort-Begehungen, Berichtswesen über gefundene Optimierungsmöglichkeiten beispielsweise bei der Heizungsregelung, Beleuchtung, wärmeschutztechnische Mängel usw.

Bei allen Neubauvorhaben wird ein Energiekonzept unter Einbeziehung aller relevanten Gewerke entwickelt (Stichwort: Integrale Planung). So wird durch Einflussnahme auf die Ausrichtung des Gebäudes nach Süden und durch die Architektur selbst auch der Nutzwärmeverbrauch im Heizfall begrenzt. Der Sonnenschutz ist so zu planen, dass tagsüber der Einsatz von Kunstlicht vermieden werden kann. Der Anteil der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien wird kontinuierlich gesteigert. Bei notwendig werdender Modernisierung von Wärmeerzeugungsanlagen und im Neubau wird der Einsatz von Biomassenenergie verstärkt in die Betrachtungen einbezogen.

Kraft-Wärme-Kopplung/BHKWs

Seit 2001 besteht zwischen der Stadt Ludwigshafen und der TWL ein sogenanntes Contracting bezüglich der Energieversorgung von bestimmten städtischen Liegenschaften. Dabei installieren die TWL auf ihre Kosten eine neue Heizungsanlage. Damit wird Energie gespart und der städtische Haushalt nicht belastet. Im Gegenzug bezahlt die Stadt die alten



„höheren“ Energiekosten an die TWL weiter. Auf dieser Weise amortisieren sich die Investitionskosten der TWL.

So wird zum Beispiel im Hallenbad-Süd ein Blockheizkraftwerk (BHKW) im Auftrag der Stadt von den TWL im Contracting betrieben. Ein Block-Heiz-Kraftwerk ist ein Kraftwerk, das elektrischen Strom und Wärme erzeugt. Es setzt dazu das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung ein, bei der bislang ungenutzte, bei der Produktion von Strom entstehende Wärme zu Heizzwecken genutzt wird. Die Abgabe von ungenutzter Abwärme an die Umgebung wird dabei weitgehend vermieden. Der höhere Gesamtnutzungsgrad gegenüber der herkömmlichen Kombination von lokaler Heizung und zentralem Großkraftwerk resultiert aus der Nutzung der Abwärme der Stromerzeugung direkt am Ort der Entstehung. Daher werden BHKWs vorzugsweise am Ort des Wärmeverbrauchs betrieben beziehungsweise die Nutzwärme wird in ein Nahwärmenetz eingespeist.

Im Rahmen der 2006 erfolgten Heizungsmodernisierung (Brennwertkessel) in der Rupprechtschule wurde in 2007 ebenfalls ein BHKW vom Bereich Gebäudemanagement installiert. Mit der 200.000 Euro teuren Investition sinkt nicht nur der Gasverbrauch um 10 Prozent. Zudem werden mit der Anlage jährlich rund 200.000 kWh Strom produziert. Durch diese Maßnahme werden die CO₂-Emissionen um jährlich 135 Tonnen gesenkt. Die Anlage amortisiert sich so schon nach sechs bis acht Jahren.

Im Rahmen notwendiger Heizungsanierungen werden weitere Projekte folgen, sofern ein wirtschaftlicher Betrieb eines BHKWs zu erwarten ist. Überdies sind im Rahmen des Contracting in 34 Schulen weitere BHKW in Betrieb, die von den TWL investiert, betrieben und betreut werden.



BHKW in der Rupprechtschule

Energieeinsparcontracting 34 Schulen

Dieses Projekt zählt bundesweit zu den größten Kooperationen von Kommunen mit externen Dienstleistern zur Sanierung von öffentlichen Gebäuden. Heizungen und Warmwasser-Erzeugungsanlagen von ausgewählten Ludwigshafener Schulen werden von den TWL in einem Zeitraum von 20 Jahren auf den neuesten Stand gebracht, ohne dass die Stadt dafür in die eigene Tasche greifen muss. Ziele des im Jahre 2002 gestarteten Projektes: Bei Projektende sollen 20 Prozent weniger Energie verbraucht und 30 Prozent weniger Kohlendioxid emittiert werden. Wird über dieses Ziel hinaus Energie eingespart, profitieren Stadt und TWL zu gleichen Teilen davon. Das im Auftrag der Stadt von den TWL durchgeführte Projekt hatte bereits nach fünf Jahren, das heißt im Jahre 2007, das anvisierte Ziel der Energieeinsparung übertroffen: Die Energieein-



sparung betrug über 20 Prozent und die CO₂-Einsparung über 30 Prozent. Es wurden 2.900 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart. In den BHKW und den Heizungsanlagen der Schulen konnte 2008 nochmals eine weitere Einsparung von 625 Tonnen gegenüber 2007 erreicht werden.

Erich Kästner-Schule

An der Schule findet – aufgrund der hohen Dringlichkeit – eine modellhafte Untersuchung der wirtschaftlichsten Lösungen für die energetische Sanierung von Schulen und deren Übertragbarkeit auf Gebäudetypen statt. Dabei soll geprüft werden, inwieweit die erfolgreich von der LUWOGÉ consult GmbH, einem Beratungsunternehmen für energieeffizientes Bauen und Tochter des BASF-Wohnungsunternehmens LUWOGÉ GmbH, beim Null-Heizkosten-Haus umgesetzten Methoden übertragen werden können (vergleiche Unterkapitel 2.2.2 Ludwigs-hafen – „Hauptstadt der Energieeffizienz“). Zusätz-

lich soll speziell für die Erich Kästner-Schule ein konkreter Modernisierungsvorschlag an den allgemeinen Ergebnissen abgeleitet werden. An dem Projekt sind neben der Stadt und der LUWOGÉ consult auch das Umweltministerium Rheinland-Pfalz und die Fachhochschule Kaiserslautern beteiligt.

Wilhelm-Hack-Museum

Das Wilhelm-Hack-Museum ist das Vorzeigebjekt für energieeffizientes Modernisieren im Museumsbereich in Deutschland. Möglich machte dies die Umsetzung des wirtschaftlichen Konzepts für die energieeffiziente Modernisierung des Hauses, das die LUWOGÉ consult im Auftrag der Stadt Ludwigs-hafen entwickelt hatte. In Zusammenarbeit mit den TWL lief bis Ende 2008 die rund 4,6 Millionen Euro teure Sanierung. Ergebnis: Bis zu 60 Prozent der bisherigen Energiekosten können künftig eingespart werden. Nach der Sanierung wurde sogar ein energetisches Niveau erreicht, das 40 Prozent unter



Photovoltaikanlage auf dem Dach des Wilhelm-Hack-Museums



den staatlichen Vorschriften der Energieeinsparverordnung für Neubauten liegt. Die Deutsche-Energie-Agentur (dena) hat das Projekt in ihr Förderprogramm aufgenommen.

Kurz nach der Wiedereröffnung des sanierten Museums im März 2009 erhielt es den Energie-Effizienz-Preis der Stiftung für Ökologie und Demokratie und der Energieagentur Speyer-Neustadt/Südpfalz. Im September wurde die Stadt Ludwigshafen mit dem Wilhelm-Hack-Museum als GreenBuilding Partner ausgezeichnet. Dieses Programm der EU zeichnet Eigentümer von Nichtwohngebäuden aus, bei denen im Rahmen einer Sanierung der Primärenergiebedarf um mindestens 25 Prozent gesenkt werden konnte. Das Wilhelm-Hack-Museum übertrifft diese Marke mit 67 Prozent deutlich.



Ludwigshafen wird GreenBuilding-Partner

Null-Emissions-Quartier Rheinufer Süd

Gemeinsam mit den TWL, der GAG und der LUWOWGE wird das Null-Emissionsquartier am Rheinufer-Süd geplant. Dieses Null-Emissions-Quartier soll die Energieversorgung der Zukunft darstellen. Eine hohe Wohn- oder Arbeitsplatzqualität wird mit zur Verfügung stehenden beziehungsweise weiterzuentwickelnden Technologien erreicht. Das Gesamtkonzept verbindet einen minimierten Energiebedarf mit optimierter Energiebereitstellung. Die Energie wird CO₂-frei bereitgestellt.

Die Idee ist, die notwendige Heizwärme durch solare Nahwärme, eine Brennstoffzelle und durch Anbindung an das vorhandene Fernwärmenetz bereitzustellen. Die elektrische Energie soll durch eine Solarstromanlage erzeugt werden.

Austauschprogramm Heizungsumwälzpumpen

Defekte Heizungsumwälzpumpen werden gegen elektronisch drehzahlgeregelte Pumpen ausgetauscht. Der Stromverbrauch der Pumpen reduziert sich dadurch in kürzester Zeit. Auf Initiative vom städtischen Gebäudemanagement bauen auch die TWL in den Energieeinsparcontracting-Schulen auf eigene Kosten diese Pumpen ein. Die Stromeinsparung kommt dabei der Stadt zugute.

Biomasse als Energieträger

In 2008 wurden zwei Heizungsanlagen mit Nutzung von Biomasse in Betrieb genommen. Die Feuerwache Nord erhielt eine Holzhackschnitzel-Heizanlage und die Sporthalle im Schulzentrum Mundenheim wird über eine Holzpellet-Anlage mit Wärme versorgt. Zusammen ergibt das eine Einsparung von rund 380 Tonnen CO₂ pro Jahr.

Solarenergie

Der Bereich Gebäudemanagement betreibt eigene Solaranlagen: eine 1.200 m² Absorberanlage sorgt für die Schwimmbadwassererwärmung im Freibad am Willersinnweiher, weitere 550 m² thermische Solaranlagen erwärmen das Wasser an Schulen und Sporthallen.

Mit einer Leistung von 65 Kilowatt ging im April 2008 eine der wohl größten Ludwigshafener Solaranlagen ans Netz. Auf den Dächern des Schulzentrums Edigheim erzeugt sie auf circa 650 m² rund



Oscar der Kanalbranche geht nach Ludwigshafen

Preis für Wärmetauscheranlage der Stadtentwässerung
Alljährlich im Herbst verleiht das Institut für unterirdische Infrastruktur (IKT) in Gelsenkirchen den „Goldenen Kanaldeckel“. 2008 wurden drei Stadtentwässerungen für ihre Projekte aus den Bereichen Innovationen im Kanalbetrieb, Grundstücksentwässerung und Abwasserwärmenutzung geehrt. Zwei Preise gingen nach Nordrhein-Westfalen, einer nach Rheinland-Pfalz für die innovative Abwasser-Wärmenutzungsanlage (kurz: AWN) der Ludwigshafener Stadtentwässerung.



Goldener Kanaldeckel 2008: ganz rechts der Chef der Ludwigshafener Stadtentwässerung und technischer Werkleiter Peter Lubenau

Seit 2006 wird für die Beheizung und Warmwasserversorgung des Kanalbetriebs am Unteren Rheinufer der Abwasserstrom des unmittelbar vorbeiführenden Hauptsammlers der Stadt genutzt. Der Betriebsstandort am Unteren Rheinufer umfasst einen Gebäudekomplex aus Werkstätten, Garagen, Hauptpumpwerk, Labor und dem Betriebsgebäude mit Büros, Sozial- und Sanitarräumen: insgesamt eine Fläche von gut 3000 Quadratmetern, die im Bedarfsfall zu beheizen ist. Außerdem brauchen täglich 60 Mitarbeiter nach getaner Arbeit warmes Wasser zum Duschen.

Begonnen hat das Projekt mit 30 Jahre alten Heizkesseln. Die Erneuerung der Heizungsanlage war fällig.



Alte Heizungsanlage des Kanalbetriebs am Unteren Rheinufer

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigte, dass das Projekt im Vergleich mit den Alternativen Blockheizkraftwerk, Holzpelletsfeuerung und konventionelle Ölheizung im Vorteil war. Die guten baulichen Randbedingungen – ein großer, begehbare Abwasserkanal liegt direkt neben den Betriebsgebäuden – und die vom Land Rheinland-Pfalz bereit gestellten Fördermittel für Modellprojekte zur effizienten Energieanwendung mit vollständiger Wärmenutzung in Höhe von 30.000 Euro machten die Entscheidung leicht. Der Bereich Stadtentwässerung und Straßenunterhalt des Wirtschaftsbetriebs Ludwigshafen (WBL) und die TWL beschlossen ein Energiecontracting. Das bedeutet: Die Stadtentwässerung stellt das Abwasser und

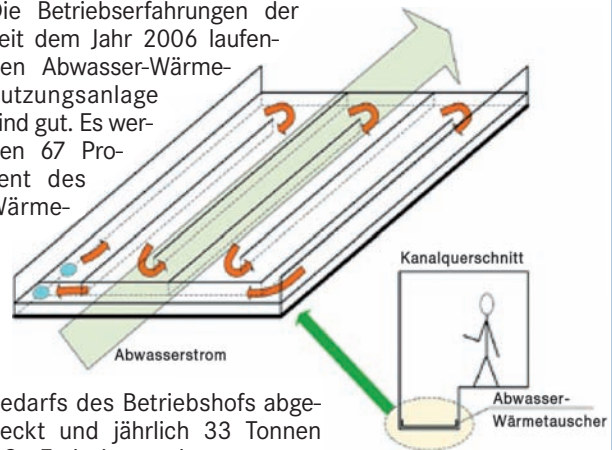
die AWN zur Verfügung, die TWL übernimmt die Herstellung der Anlage und ist für den Betrieb der Anlage zuständig.

Die Anlage

Die AWN besteht aus den Hauptbestandteilen Wärmetauscher und Wärmepumpen:

Die Wärmetauscher (WT) werden auf den Boden des Abwasserkanals montiert und so vom Abwasser überströmt. Das Abwasser hat ganzjährig eine Temperatur zwischen 12 °C und 21 °C. Die Wärmetauscher haben in der Summe eine Fläche von circa 10 Quadratmetern. Im Wärmetauscher zirkuliert der Solekreislauf; eine Flüssigkeit, die durch das Abwasser erwärmt wird. In den Wärmepumpen wird die lauwarme Sole auf eine höhere Temperatur komprimiert und diese über einen Pufferspeicher an den Heizkreislauf abgegeben. So soll eine Heizwärmeleistung von 90 kWth erzielt werden. Parallel zu der AWN wird ein Niedertemperatur (NT)-Öl-Kessel vorgehalten um Spitzenlasten im Winter oder aber auch Störungen und Reparaturfälle abzudecken.

Die Betriebserfahrungen der seit dem Jahr 2006 laufenden Abwasser-Wärmenutzungsanlage sind gut. Es werden 67 Prozent des Wärme-



bedarfs des Betriebshofs abgedeckt und jährlich 33 Tonnen CO₂-Emissionen eingespart.

Mit verschiedenen Maßnahmen soll der Wirkungsgrad der Abwasserwärmenutzung weiter gesteigert werden.

Das 2009 errichtete neue Bürogebäude wurde mit einer Fußbodenheizung ausgestattet. Da Fußbodenheizungen eine niedrigere Vorlauftemperatur von circa 35 °C bis 40 °C, benötigen, wird die Nutzung der Wärmepumpen optimiert.

Bei der Sanierung des über 30 Jahre alte Gebäudebestands werden die Wärmedämmung und die Isolierung besonders berücksichtigt. Diese Maßnahmen führen zu einem geringeren Wärmebedarf.

Wärmetauschersegment im Abwassersammelstrom

Technische Daten der Energiezentrale:

Energiecontracting mit der TWL für 15 Jahre

Abwasserwärmenutzungsanlage:

Heizwärmeleistung gesamt 90 kWth
Anzahl Wärmepumpen 2 Stück à 45 kWth
Wärmetauscherlänge 9,00 m lang,
1,10 m breit

Anzahl Wärmetauschersegmente 3 Stück

Kesselanlage:

Heizwärmeleistung 270 kWth
Inbetriebnahme 2006
Reduktion der CO₂ - Emission 33 t/a



60.000 Kilowattstunden Strom pro Jahr und vermeidet damit CO₂-Emissionen in der Größenordnung von rund 30 Tonnen jährlich. Die Photovoltaik-Anlage ist ein Gemeinschaftsprojekt der Technischen Werke (TWL), der Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und Städtebau (GAG) und der Stadt Ludwigshafen. Für diese Anlage haben die TWL Investitionen in Höhe von rund 320.000 Euro getätigt. Die Lebensdauer der Solaranlage beträgt mindestens 20 Jahre. Über die Einspeisevergütung wird mit einem Betrag von jährlich rund 28.000 Euro gerechnet. Die Anlage wird sich damit – unter Berücksichtigung der Finanzierungskosten – innerhalb von 16 Jahren amortisiert haben.



Photovoltaikanlage auf dem Dach des Schulzentrums Edigheim

Rund 15.000 m² an städtischen Dachflächen wird der Bereich Gebäudemanagement an drei Firmen zur Nutzung mit umweltfreundlichen Photovoltaikanlagen vermietet. Es wird eine Leistung der Anlagen von 1.440.000 KWh pro Jahr erwartet, die in das Stromnetz Ludwigshafen eingespeist werden. Damit trägt die Stadt zu einer CO₂-Reduzierung von 1152 Tonnen pro Jahr bei. Mit dieser Leistung nimmt die Stadt die Spitzenstellung unter den Großstädten in Rheinland-Pfalz und der Metropolregion ein.

Von 2000 bis Ende 2007 wurden die CO₂-Emissionen städtischer Objekte von 37.132 Tonnen pro Jahr um rund 7.500 Tonnen auf 29.632 Tonnen pro Jahr reduziert. Dies entspricht einer Einsparquote von 20 Prozent.

Die Frage, inwiefern das vorhandene Potenzial zur Energieeinsparung der Stadt Ludwigshafen ausgeschöpft werden kann, hängt im Wesentlichen davon ab, wie die personellen und finanziellen Rahmenbedingungen gestaltet sind. Die konkrete Durchführung von Projekten wird maßgeblich von der Haushaltslage beeinflusst, das heißt vom Umfang der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel.

Straßenbeleuchtung

Um Energieeinsparungen zu erzielen und dadurch Umweltbelastungen zu verringern, gibt es bei Straßenbeleuchtungen mehrere Möglichkeiten, die in Ludwigshafen kontinuierlich umgesetzt werden und nach und nach greifen:

- Einsatz moderner Lampen mit hoher Effizienz und Lichtausbeute
- Einsatz moderner Leuchten mit effizienter Spiegeltechnik
- Einsatz moderner Betriebstechnik
- Einsatz von Lichtmanagementsystemen

In den letzten neun Jahren wurde intensiv an der Erneuerung der Straßenbeleuchtung gearbeitet, um die Effizienz zu erhöhen. Eine ständig ansteigende Leuchtenanzahl im Stadtgebiet macht jedoch einen Vergleich zu den letzten Jahren sehr schwer.

Die Gesamtanschlussleistung kann dabei nicht der Maßstab sein, da diese abhängig von der Gesamtleuchtenanzahl steigt.



Die einzige Maßzahl, die eine genaue Aussage über die Effizienz einer Beleuchtungsanlage gibt, ist die spezifische Anschlussleistung einer Leuchte. Diese spezifische Anschlussleistung lag 1999 bei 119,5 Watt pro Leuchte (1997 bei 127 Watt pro Leuchte).

Trotz steigender Anzahl der Leuchten von damals 21.900 auf heute rund 24.500 Leuchten sank die Gesamtanschlussleistung um rund 100 kW. Dies bewirkte eine Reduzierung der spezifischen Anschlussleistung auf 102 Watt pro Leuchte.

Wäre die spezifische Anschlussleistung gleich geblieben, hätten wir bei der heutigen Leuchtenanzahl eine Mehrbelastung von 2.300 Tonnen CO₂ pro Jahr. Diese Reduzierung der Umweltbelastung wird sich in den nächsten Jahren im Zuge der weiteren Modernisierung des Leuchtenbestandes fortsetzen.

Verkehr

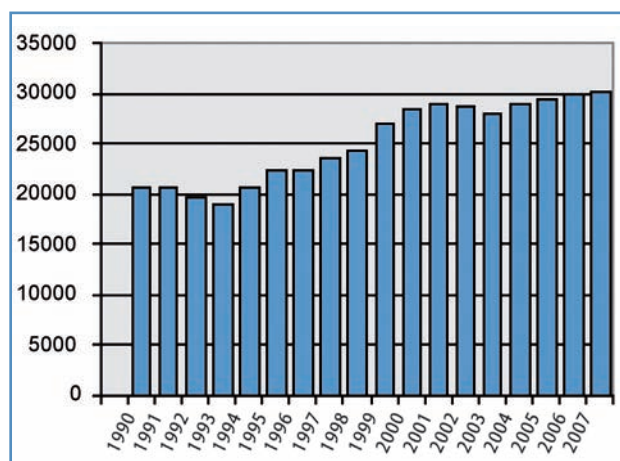
Im Verkehrsbereich kann eine Minderung des CO₂-Ausstosses durch die Förderung der umweltfreundlichen Verkehrsmittel, also des öffentlichen Personennahverkehrs und des Radverkehrs, erreicht werden. Eine genauere Bilanzierung der CO₂-Einsparung kann nur bei eingehender Analyse vorgenommen werden, so dass an dieser Stelle die Rad- und Bahnverkehrszahlen dargestellt werden.

Öffentlicher Personennahverkehr

Die S-Bahn RheinNeckar ging mit einer ersten Stufe im Dezember 2003 in Betrieb und wurde zwischenzeitlich weiter ausgebaut. Das attraktive S-Bahn-Angebot trägt dazu bei, dass zahlreiche Kfz-Fahrten insbesondere aus dem Umland vermieden werden konnten. Die Fahrgastzahlen der S-Bahn stiegen gegenüber dem vorherigen Zustand erheblich an. So wurden vor der Inbetriebnahme der S-Bahn am

Hauptbahnhof Ludwigshafen werktäglich circa 12.600 ein- und aussteigende Fahrgäste erfasst. Nach Inbetriebnahme der S-Bahn mit dem neuen Haltepunkt Ludwigshafen Mitte steigen in der Summe beider Bahnhöfe nun insgesamt circa 18.100 Fahrgäste im Zentrum von Ludwigshafen ein und aus, mit weiter steigender Tendenz. Diese Entwicklung wird auch unterstützt durch die Preisgestaltung (zum Beispiel Jedermann-Ticket, Job-Ticket) und Öffentlichkeitsarbeit des Verkehrsverbundes.

Neben diesen regionalen Aspekten sind auch im Stadtgebiet in den letzten 15 Jahren zahlreiche Verbesserungen erfolgt. Hierzu zählen beispielsweise der 10-Minuten-Takt im Straßenbahnbereich und der Ausbau der entsprechenden Infrastruktur wie etwa die Umgestaltung des Umsteigeknotens Berliner Platz. Seit 1990 konnte so die Fahrgastzahl um circa 50 Prozent gesteigert werden.



Fahrgastzahlen insgesamt von 1990 bis 2007

Radverkehr

Auch die Radverkehrsinfrastruktur wurde ständig erweitert und verbessert. So gibt es derzeit in Ludwigshafen Radwege auf circa 144 Kilometer Länge und über 4.000 öffentliche Fahrradabstellmöglichkeiten, davon allein etwa 800 in der Innenstadt.



Der Anteil des Radverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen der Ludwigshafener Bevölkerung beträgt derzeit 15 Prozent. Der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club ADFC ermittelt in seinem jährlichen Fahrradklimatest, wie fahrradfreundlich Deutschlands Städte sind. In diesen Umfragen wurde das Fahrradklima in Ludwigshafen immer wieder positiv bewertet. Insbesondere zu erwähnen sind die über dem Durchschnitt der Endnote bewerteten Beurteilungsfaktoren „zügiges Radfahren“ und „Zentrumserreichbarkeit“. Das Unfallgeschehen mit Radfahrer-beteiligung bewegte sich in den letzten Jahren auf einem relativ konstant niedrigen Niveau.

Im Rahmen der europaweiten „Woche der Mobilität“ veranstaltete die Stadt Ludwigshafen am Familien-Erlebnistag am 21. September 2008 im Wildpark Rheingönheim die Aktion „Radeln zum Wildpark – Mobil für den Klimaschutz“. Mitbürgerinnen und Mitbürger sollten animiert werden, aufs Rad zu steigen und die Radrouten Ludwigshafens kennen zu lernen und CO₂ einzusparen. Gleichzeitig wurde der Radweg von Rheingönheim nach Neuhofen eröffnet. Etwa 1800 Fahrradfahrer erradelten an dem Tag symbolisch je einen Euro. Die so gesammelte Summe wird für ein Klimaschutzprojekt eingesetzt.

Umweltbildung und Umweltkommunikation

Neben technischen und organisatorischen Maßnahmen bilden zielgruppenorientierte Öffentlichkeitsarbeit und Projekte mit der Absicht, das Umwelt- und Energiebewusstsein der jeweiligen Nutzer zu fördern, eine sinnvolle und notwendige Ergänzung. Dazu gehört seit 2002 das oben genannte Klimaschutz-Projekt „Energieeinsparcontracting 34 Schulen“.

Nachhaltige Bildung hat einen wesentlichen Einfluss auf das spätere Verhalten.

Das Umweltdienstleistungszentrum der Stadt Ludwigshafen bietet hier ein breites Spektrum von umweltpädagogischen Angeboten wie etwa den Verleih von Umwelterziehungsmodulen oder Unterstützung von Schulen und Kindertagesstätten bei Umweltprojekten. Desweiteren werden Informationsmaterialien erstellt und zu verschiedenen umweltrelevanten Themen wie etwa zum richtigen Umgang mit Energie und Wasser oder zu Förderprogrammen beim energetischen Sanieren beraten (Näheres siehe Kapitel XI Umweltkommunikation).

4 CO₂-Minderungsprojekte der TWL

Nachfolgend sind die Hauptprojekte der TWL zusammenfassend dargestellt.

Die wichtigen CO₂-Minderungsprojekte stellen die Fernwärme-Versorgungsgebiete Stadtmitte und Pfingstweide sowie die Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) dar.

Fernwärmeversorgung Stadtmitte

Die Fernwärmeversorgung Stadtmitte wird überwiegend über die Wärmeauskopplung aus der Müllverbrennungsanlage und die anschließende KWK-Ausnutzung im Fernheizkraftwerk realisiert. Die Abfallwirtschaftsgesellschaft GML mbH betreibt im Stadtgebiet Ludwigshafen ein Müllheizkraftwerk, das ständig an den neuesten technischen und gesetzlichen Standard angepasst wird (vergleiche auch Kapitel X Abfallwirtschaft). Primärenergie sind kommunale Abfälle, die durch die günstigen Strukturen der GML/TWL eine optimale Verwertung darstellen. Auch die Fernwärmeabsatzmenge im städtischen Bereich ist in Ludwigshafen günstig, da das Müllheizkraftwerk und das Fernheizkraftwerk (FHKW) stadtzentral gele-



gen sind. Derzeit werden im Fernwärmegebiet Stadtmitte je nach Witterung jährlich circa 110.000 MWh Wärme bei den Kunden abgesetzt.

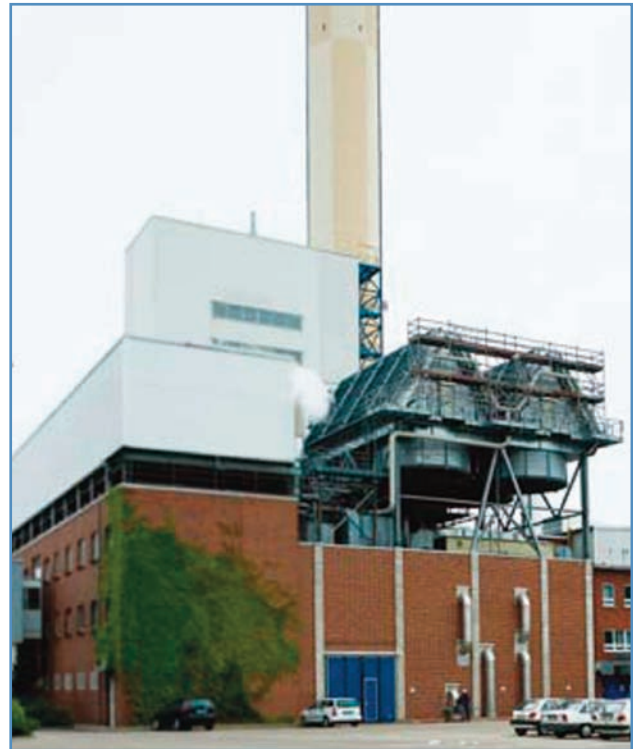
Dies entspricht, bei einem Kraftstoffeinsatz von 80 Prozent Gas und 20 Prozent Öl, einer **CO₂-Minderung von 78.027 Tonnen CO₂ pro Jahr**.

Emissionshandel

Mit Beginn des Jahres 2005 haben Deutschland und die EU ein neues Instrument für den Klimaschutz eingeführt: den Emissionshandel für das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂). Der Ausstoß dieses klimaschädlichen Gases, das Kraftwerke und andere Industrieanlagen an die Umwelt abgeben, wird durch den Emissionshandel kosteneffizient vermindert. Das Prinzip: Die Betreiber dieser Anlagen erhalten Zertifikate, welche zum Ausstoß einer genau festgelegten Menge an CO₂ berechtigen. Verursacht eine Anlage mehr Emissionen, muss ihr Betreiber zusätzliche Zertifikate ankaufen. Umgekehrt ermöglicht eine Reduzierung der Emissionen, die überzähligen Emissionszertifikate zu verkaufen und so Gewinn zu machen. Anstatt alle Anlagen auf die gleichen starren Emissionswerte festzulegen, wird den Unternehmen ökonomische Flexibilität ermöglicht. Denn für den Klimaschutz ist vor allem die Reduzierung der CO₂-Emissionen insgesamt wichtig – wo dies im Einzelnen geschieht, ist dabei weniger relevant. Der Emissionshandel ermöglicht somit, das klimaschädliche Kohlendioxid dort zu vermindern, wo dies zu den geringsten Kosten geschehen kann.

Der Ausstoß von Treibhausgasen wird damit zum Bestandteil der Kostenrechnung bei den anstehenden Investitionsentscheidungen für die Modernisierung des Kraftwerkparks in Deutschland. In den nächsten

15 Jahren werden auf Grund der Altersstruktur der Kraftwerke voraussichtlich mindestens 40.000 Megawatt elektrische Kraftwerksleistung ersetzt werden müssen. Der Emissionshandel wird dazu führen, dass im Rahmen dieses Modernisierungsprozesses effiziente Technologien und CO₂-arme Brennstoffe verstärkt genutzt werden. Er trägt somit zugleich maßgeblich dazu bei, das von der Bundesregierung in der Nachhaltigkeitsstrategie beschlossene Ziel einer Effizienzsteigerung von 3 Prozent pro Jahr zu erreichen.



Das Fernheizkraftwerk der TWL

Auch das Fernheizkraftwerk in Ludwigshafen ist im Emissionshandel aufgenommen und registriert. Für die Jahre 2005 bis 2007 sind für 44.180 Tonnen CO₂ Zertifikate zugeteilt worden. Im Jahr 2005 betrug die Ausschöpfung der Zertifikate 22.315 Tonnen. Im Jahr 2006 konnte die Ausschöpfung erneut auf 12.719 Tonnen gesenkt werden. Auf mittlerweile einem sehr niedrigen Niveau angekommen, hören die Bemühungen der TWL nicht auf. Nach ausge-



schöpften 3.140 t im Jahr 2007, konnte im FHKW 2008 nochmals eine Verminderung von fast 20 Prozent auf 2.546 t erreicht werden. Der Hauptgrund für die Senkung der CO₂-Emissionen ist der hohe Energieeintrag aus der Müllverbrennungsanlage der GML und der optimierte Energieeinsatz im FHKW.

Fernwärmegebiet Pfingstweide

Im Fernwärmegebiet Pfingstweide wird Wärme aus der Industrieanlage der BASF SE (Klärschlammverbrennungsanlage) ausgekoppelt. Da die ausgekoppelte Wärmemenge aus der BASF SE allein nicht ausreicht, wird im TWL-Heizwerk Pfingstweide mit Öl beziehungsweise Gas zugefeuert, um die gesamte Fernwärme-Versorgung abzusichern.

Derzeit werden im Fernwärmegebiet je nach Witterung circa 46.000 MWh Wärme abgesetzt, wovon derzeit 30.000 bis 35.000 MWh aus der BASF ausgekoppelt werden. Dies entspricht, bei einem Kraftstoffeinsatz von 80 Prozent Gas und 20 Prozent Öl, einer **CO₂-Einsparung von 10.784 Tonnen CO₂** im Jahr.

Auch das Fernheizkraftwerk Pfingstweide ist im Emissionshandel registriert. Für die Jahre 2005 bis 2007 sind pro Jahr 5.929 Tonnen CO₂-Zertifikate zugeteilt. Aufgrund der hohen Energieauskopplung der letzten Jahre aus der BASF SE konnte die Ausschöpfung auf 2.182 Tonnen CO₂ im Jahr 2005 und auf 772 Tonnen CO₂ im Jahr 2006 gesenkt werden. In den letzten beiden Jahren stagnierte die Absenkung im Bereich des CO₂-Ausstoßes von 2006.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

Als ein weiterer Bereich der CO₂-Minderungsprojekte können die im Stadtgebiet verteilten dezentralen KWK-Anlagen der TWL aufgeführt werden. Zusammen beliefern diese KWK-Anlagen die Objekte mit Wärme und Strom. Durch die KWK-Technologie tragen diese Anlagen zur CO₂-Reduktion im Stadtgebiet bei. Seit dem Jahr 2006 konnten hierdurch jährlich etwa **15.339 Tonnen CO₂** eingespart werden. Die Wärmeauskopplung betrug hierbei 40.444 MWh.

34-Schulen-Projekt der Stadt Ludwigshafen und der TWL

siehe Unterkapitel 3

Bilanz und Zukunftsperspektiven

In der Bilanz ergibt sich durch die effizientere Nutzung der Energie bei den CO₂-Minderungsprojekten der TWL eine Einsparung von rund 104.000 Tonnen CO₂ pro Jahr.

Die Fernwärmeausbaustrategie der TWL für die nächsten fünf Jahre beinhaltet die Erschließung von zusätzlichen 60.000 bis 100.000 MWh Fernwärme. Die Fernwärmeausbaugebiete sind in der Abbildung



Fernwärmeausbaugebiete (FW) der TWL



graphisch dargestellt und beinhalten im Wesentlichen die Gebiete Fernwärmeverdichtung Innenstadt, Fernwärmetrasse Mundenheim, Fernwärmetrasse Industriestraße/Mannheimer Straße sowie Teile von Oggersheim und den Zollhofhafen. Hierdurch werden **zukünftig** schätzungsweise circa **70.000 Tonnen CO₂** pro Jahr eingespart werden.

In der bereits im Aufsichtsrat der TWL genehmigten Pellet-Produktions-Anlage sollen Holzpellets für den Einsatz in Heizungsanlagen produziert werden. Durch den regionalen Einsatz dieser Holzpellets können **zukünftig circa 60.000 Tonnen CO₂** pro Jahr eingespart werden.

Die TWL setzen bei der Energieversorgung sowohl auf die vorhandenen zentralen Strukturen der Kraftwerke als auch auf den sinnvollen Einsatz von dezentralen KWK-Anlagen an bestimmten Energieschwerpunkten. Diese Kleinst-KWK-Anlagen, auch unter dem Begriff der stromproduzierenden Heizung geführt, werden mittelfristig ihre Nische in der Energieversorgung finden, so dass hierdurch weitere CO₂-Minderungen realisiert werden.

5 CO₂-Minderungsprojekte der GAG

Die Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und Städtebau (GAG) ist das größte kommunal verbundene Immobilienunternehmen in Rheinland-Pfalz. Bereits 1977 begann das Wohnungsunternehmen mit einem Modernisierungsprogramm den Austausch einfach verglaster Fenster durch Fenster mit Mehrscheiben-Isolierglas und den Einbau von Gas-Etagenheizungen als Ersatz für Einzel-Feuerstätten mit festem, flüssigem oder gasförmigem Energieträger.

Im Jahr 1976 beschloss der Bundestag das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), 1977 wurde die Wärmeschutzverordnung (WSchV) eingeführt und seit deren 1. Novellierung im Jahr 1984 kam zum Einbau von Isolierglasfenstern und den Gas-Etagenheizungen noch die energetische Aufwertung der Gebäudehülle mit Wärmedämm-Verbundsystem zur Ausführung.

Stetig steigende Energieverbräuche und ständig steigende Energiekosten führten 2002 zur Ablösung der Wärmeschutzverordnung durch die Energieeinsparverordnung (EnEV). In ihr sind erstmals Wärmeschutzverordnung und Heizungsanlagenverordnung (HeizAnV) vereint. Der Standard des Niedrigenergiehauses wird verbindlich für alle Neubauten.

Energetische Sanierung im Bestand

1983 installierte die GAG ihre erste Solaranlage auf dem Versuchs- und Vergleichsbauvorhaben Bürgermeister-Grünzweig-Straße und es folgten Projekte wie das Sonnenhaus am Adlerdamm. Das Wohngebiet Schillerschule kann als Beispiel einer energieeffizienten Modernisierungsmaßnahme nach den gültigen Richtlinien mit Vollwärmeschutz und An-



Wohnbebauung Schillerschule: Energetische Sanierung im Bestand



schluss an ein Heizsystem mit Kraft-Wärme-Kopplung genannt werden.

In der Ebertsiedlung und der Westendsiedlung realisiert die GAG seit 2002 die energetische Sanierung der denkmalgeschützten Wohnanlagen mit 725 beziehungsweise 779 Wohnungen. Der Wärmedämmstandard und der Anschluss an die Fernwärmeversorgung der TWL machen die betagten Wohnanlagen ebenso energieeffizient wie ein Neubau aus heutigen Tagen.

Passivhaustechnik

Seit 2004 hat die Passivhaustechnik Einzug im Unternehmen gehalten. So wurden zwei Mehrfamilienhäuser in Holzständerbauweise erstellt und in der Technologiemeile das „Null-Liter-Bürogebäude“ lu-teco mit rund 10.000 m² Gewerbefläche in Passiv-



lu-teco, eines der größten Bürogebäude im Passivhausstandard

haustechnik errichtet. Dabei kamen Erdwärme (siehe auch Kasten „Energie aus der Tiefe“), Photovoltaik, Betonkerntemperierung und Wärmerückgewinnung zur Anwendung. 2009 folgte der zweite Gewerbebau in Passivhaustechnologie, das lu-teco 2. Hervorragende Erfahrungen in der Passivhaus-Technologie im Neubau führten zur Anwendung auch in der Bestandsmodernisierung. Zwei bestehende Sechs-Familienhäuser aus den 60er Jahren in der Hoheloogstraße 1 und 3 wurden umgebaut und damit nach energetischer Sanierung „Passivhausstandard“ erreicht. 2008 folgten drei weitere Mehrfamilien-Passivhäuser in der Schlesierstraße.

Einsatz von Solaranlagen

Ebenfalls 2004 entschloss sich die GAG, geeignete Dächer aus dem eigenen Bestand mit Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) zu belegen. Das EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) schafft hierzu günstige Rahmenbedingungen durch die Einspeisevergütung. Der Ertrag in unserer Region wurde mit circa 950 kWh/kWp prognostiziert. Begonnen wurde in der Wegelburgstraße als Pilotprojekt mit einer Leistung von 33,54 kWp. Im Laufe des Jahres 2005 wurden hauptsächlich in der Gartenstadt weitere rund 509 kWp Leistung installiert. 2006/2007 folgten circa 345 kWp, so dass im GAG-Bestand derzeit insgesamt rund 887 kWp PV-Leistung vorhanden sind. Der Gesamtertrag dieser Anlagen belief sich in den vergangenen zwei Jahren auf circa 950 kWh/kWp und es können somit 842.000 kWh pro Jahr in das öffentliche Netz eingespeist werden.

Zum Ende des Jahres 2009 hat die GAG die Ein-Megawatt-Grenze zu überschritten und damit die größte Photovoltaikanlagenleistung im Stadtgebiet erreicht. Insgesamt liegen Module in einer Gesamt-



Energie aus der Tiefe

Die Nutzung von Erdwärme als Alternative zu fossilen Brennstoffen

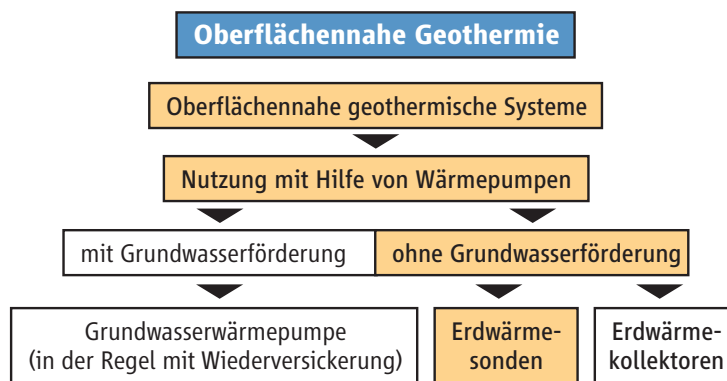
Wärme aus der Erde: Damit können auch in Ludwigshafen Häuser und Bürogebäude umweltfreundlich mit Energie versorgt werden. Der Oberrheingraben bietet hierfür optimale Ausgangsbedingungen.

Was ist Geothermie?

Geothermie oder Erdwärme ist die im zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Mit der Tiefe nimmt die Temperatur in den Gesteinsschichten durchschnittlich um 3 °C pro 100 Meter zu. Oft ist der Untergrund schon in zehn bis fünfzehn Metern Tiefe acht bis zehn Grad warm. Dieses Potenzial reicht für Heizung oder die Warmwasserversorgung aus. Bei der Nutzung der Erdwärme unterscheidet man zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie.

Oberflächennahe Geothermie

Für private Bauherren ist aus Kostengründen vorwiegend die flache, also oberflächennahe Geothermie interessant. Dabei wird die Wärme der oberen Bodenschichten bis circa 100 Metern in Abhängigkeit von der Bodenschichtung und der Bodenart genutzt.



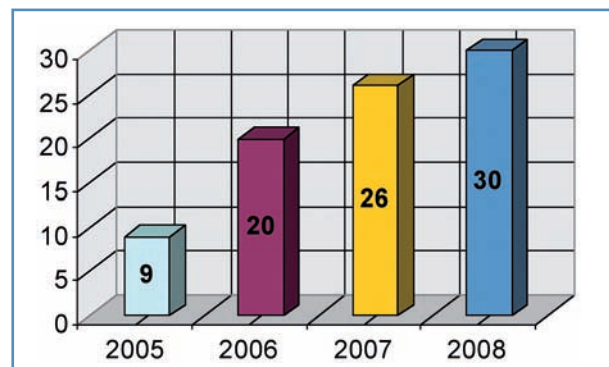
Die Auswahl der technischen Variante zur Erschließung (Erdsonden, Erdkollektoren, Wärmepumpe mit Grundwasserförderung) richtet sich nach den örtlichen Untergrundverhältnissen und der hydrogeologischen Situation, dem oberirdischen Platzangebot, sowie den Anwendungswünschen des Bauherren (Kühlen, Heizwärme, Warmwasser, Energiespeicherung).

Genehmigungen

Für die Niederbringung von Erdwärmesondenbohrungen ist bei der Unteren Wasserbehörde der Stadt Ludwigshafen eine wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen, denn das Grundwasser kann während des Bohrvorganges und vor allem bei der Durchteufung verschiedener Grundwasserstockwerke sowie bei der nicht ordnungsgemäßen Außerbetriebnahme einer Anlage verunreinigt werden.

Folgende Antragsunterlagen sind erforderlich: Ein Lageplan 1:25.000 und ein Detaillageplan 1:100, möglichst bereits mit Kurzangabe des zu erwartenden Bohrprofils unter Hinweis auf verwendete Unterlagen, wie zum Beispiel hydrogeologische Kartierung, Informationen aus nahe gelegenen Aufschlüssen sowie eine Beschreibung der Bohrtechnik und der Gesamtanlage mit einer Produktinformation des Herstellers. Die Beschreibung sollte Auskunft über Bohrverfahren, Bohrdurchmesser, Spülungszusätze, Wärmeträgerflüssigkeit, Kontrolleinrichtungen sowie den Umfang und die Dokumentation der Eigenkontrolle geben. Ein Antragsformular mit Merkblatt zu allen erforderlichen Antragsunterlagen ist bei der Unteren Wasserbehörde und unter www.ludwigshafen.de erhältlich.

Die Nutzung der Erdwärme mit Erdwärmesonden und deren Ausführung muss gemäß der Richtlinie 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“ des Verbandes deutscher Ingenieure, VDI, durchgeführt werden. Jedes Unternehmen, das sich mit dem Bau von Erdwärmesondenanlagen befasst, kennt diese Richtlinie. Jedes ordentlich arbeitende Unternehmen wird seine Anlagen auf der Basis dieser Richtlinie erstellen.



Anzahl Genehmigungsanträge Erdwärmesonden in Ludwigshafen



fläche von rund 10.500 Quadratmetern auf den hauseigenen Dächern des Immobilienunternehmens. Diese produzieren insgesamt 1,14 MWh Strom pro Jahr, die in das Versorgungsnetz der Technischen Werke Ludwigshafen (TWL) eingespeist werden. Die regenerativ erzeugte Strommenge entspricht somit einem jährlichen Stromverbrauch von 325 Haushalten. Umgerechnet vermeiden die PV-Anlagen mit ihrer erzeugten Strommenge (bezogen auf den deutschen Strommix, Angaben des Umweltbundesamtes, Stand 2008) jährlich rund 670 Tonnen CO₂ beziehungsweise 2.850.000 kWh Primärenergie (dies entspricht einem Äquivalent von 279.400 Litern Heizöl).

Der Wohnungsbestand der GAG mit derzeit rund 13.200 Wohnungen wurde seit 1977 zu über 60 Prozent nach den jeweils gültigen Vorgaben modernisiert und energetisch aufgewertet.

Dadurch konnten allein bis 1999 über 1.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden, bis heute liegt die Einsparung bei rund 5700 Tonnen pro Jahr. Zuzüglich der Einsparung durch oben genannte Solaranlagen von derzeit rund 500 Tonnen CO₂ pro Jahr beziehungsweise zukünftig 670 Tonnen CO₂ pro Jahr ergibt dies eine **Gesamteinsparung von 6200 beziehungsweise 6370 Tonnen CO₂ pro Jahr.**

Zur Verdeutlichung: 1 Liter Heizöl setzt bei Verbrennung 2,7 kg CO₂ frei. 5700 Tonnen CO₂ pro Jahr entsprechen damit 2,11 Millionen Liter Heizöl pro Jahr. Bei einem Heizölpreis von 0,70 Euro pro Liter ergibt das eine jährliche Einsparung von knapp 1,5 Millionen Euro an nicht mehr benötigtem Heizöl.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Fasst man die einzelnen und bisher zahlenmäßig erfassten Einsparungen zusammen, so ergibt sich folgendes Bild

	Einsparung (in Tonnen CO ₂ pro Jahr)
Stadt	9.800
TWL	104.000
GAG	6370
Gesamt	120170

Dies entspricht dem CO₂ Ausstoß von 45.000 Vier-Personen-Haushalten pro Jahr.

Durch gezielte Sanierungsmaßnahmen konnten in einzelnen Bereichen wie bei den 34 Ludwigshafener Schulen erhebliche Einsparungen mit über 30 Prozent CO₂-Reduzierung erreicht werden. Aber auch im Gesamtschnitt ist in den letzten zehn Jahren eine beachtliche Einsparquote von rund 25 Prozent erreicht worden. Schrittweise sollen die Maßnahmen auf der Grundlage der anstehenden Sanierungen fortgesetzt werden.

Erhebliche Einsparpotentiale wurden im Bereich der TWL erschlossen. Gerade die effizientere Nutzung der Energie führt hier zu erheblichen Emissionsminderungen. Die weitere umfangreiche Ausweitung des Fernwärmenetzes und weitere Maßnahmen werden erhebliche Emissionsminderungen in einer Größenordnung von schätzungsweise 130.000 Tonnen CO₂ mit sich bringen. Die GAG wird die bisher durchgeführten Maßnahmen weiterführen und entsprechende weitergehende CO₂-Emissionsminderungen voranbringen.

Aufgrund der unterschiedlichen Qualität der Statistiken und Bilanzierungsgrundlagen vor 1997 ist es



schwierig zum Bezugsjahr 1990 oder 1995 eine eindeutige Prozentangabe zur Reduzierung der CO₂-Emissionen zu machen.

Im Rahmen eines Integrierten Klimaschutzkonzeptes 2020 wird das IFEU-Institut in Heidelberg bis 2011 eine Gesamtbilanzierung der CO₂ Emissionen der Stadt Ludwigshafen vorlegen. Damit werden erstmals Zahlen vorliegen, die einen Vergleich mit anderen Städten erlauben.

7 *Abkürzungsverzeichnis*

a	Jahr
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e.V.
AWN	Abwasser-Nutzungsanlage
BASF SE	Badische Anilin- & Soda-Fabrik Societas Europaea (Europäische Gesellschaftsform)
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CO₂	Kohlendioxid
FHKW	Fernheizkraftwerk
GAG	Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und Städtebau
GML	Gemeinnützige Müllheizkraftwerksgesellschaft Ludwigshafen mbH
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt-Peak, Maßeinheit zur Kennzeichnung der genormten elektrischen Leistung (Nennleistung) einer Solarzelle
kWth	Kilowatt thermisch
LUWOG	Wohnungsunternehmen der BASF SE
LUWOG	consult Beratungsunternehmen der LUWOG
m²	Quadratmeter
MWh	Megawattstunde
PV	Photovoltaik
t	Tonne
TWL	Technische Werke Ludwigshafen
%	Prozent



8 Literatur/Quellen

- **Broschüre „Passivhaus im Mietwohnungsbestand“,**
GAG Ludwigshafen am Rhein, Ludwigshafen 2009
- **Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG,**
Hintergrundpapier, Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt, Dessau 2007
- **Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel,**
vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen, Bundesregierung Deutschland
- **Energiebericht der Stadt Ludwigshafen,**
Stadtverwaltung Ludwigshafen, 2007
- **GAG Ludwigshafen am Rhein – Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und Städtebau**
Ludwigshafen 2009
- **Klimaänderung und die Schweiz 2050**
Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft,
OcCC (Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung) und ProClim (Forum für Klima und Global Change), Bern 2007
- **Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder/Alianza del Clima e.V.,**
www.klimabuendnis.org, 2009
- **Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden,**
Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV), Mainz, 4. Fortschreibung 2007
- **LUWOGЕ GmbH,**
www.luwoqe.de, Ludwigshafen 2009
- **Mehr Klimaschutz durch Wettbewerb,**
Broschüre des BMU 2008, www.bmu.de
- **Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen,**
Umweltbundesamt, Berlin 2007
- **Technische Werke Ludwigshafen AG,**
Ludwigshafen 2009