



Klimaschutzkonzept für den Landkreis Weilheim-Schongau



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



ludwig bölkow
systemtechnik

Klimaschutzkonzept für den Landkreis Weilheim-Schongau

Studie im Auftrag des Landkreises Weilheim-Schongau

Volker Blandow
Werner Weindorf
Martin Zerta
Werner Zittel

Januar 2010



Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

www.lbst.de

Diese Arbeit wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 03KS0153 gefördert. Mit der Abwicklung der Fördermaßnahme war der Projektträger Jülich beauftragt.

Zusätzlich wurde die Arbeit durch die Lechwerke AG (LEW), die Erdgas Schwaben GmbH und durch E.ON Bayern AG gefördert.

B E R I C H T

Haftungsausschluss

Der Mitarbeiterstab der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH hat diesen Bericht erstellt.

Die Sichtweisen und Schlüsse, die in diesem Bericht ausgedrückt werden, sind jene der Mitarbeiter der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH. Alle Angaben und Daten sind sorgfältig recherchiert. Allerdings gibt weder die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH noch irgendeiner ihrer Mitarbeiter, Vertragspartner oder Unterauftragnehmer irgendeine ausdrückliche oder implizierte Garantie oder übernimmt irgendeine rechtliche oder sonstige Verantwortung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Nutzbarkeit irgendeiner Information, eines Produktes oder eines enthaltenen Prozesses, oder versichert, dass deren Nutzung private Rechte nicht verletzen würden.

Vom Pfaffenwinkel zum Sonnenwinkel

ein Klima des Aufbruchs erzeugen



Landrat Dr. Friedrich Zeller

Zwei Wahrheiten gehören heute zum Allgemeinwissen:

Erdöl wird knapp und unser Klima wandelt sich. Aber was bedeutet das für unseren Landkreis? Um diese Frage zu beantworten, hat der Kreistag die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH beauftragt, ein Klimaschutzkonzept für unseren Landkreis zu erarbeiten.

Das nun vor uns liegende Konzept ist ein Aufruf zum Handeln. Je früher wir uns auf schwindende fossile Energieträger einstellen, desto eher können wir unsere regionale Wirtschaft fit machen für die Zeit danach und ganz nebenbei schädliche Treibhausgase vermeiden. Der Kreistag hat sich im Juli 2007 das ehrgeizige Ziel gegeben, die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 um 40% zu reduzieren. Aus heutiger Sicht sind das nur mehr zehn Jahre. Das ist nicht viel Zeit, um Strukturen zu ändern! Dass das Klimaschutzkonzept, oder soll ich besser sagen, die Aufforderung zu Handeln, im Jahr 2010 publiziert wird, passt ganz gut. Immerhin hat der Regionaldekan für das Dekanat Weilheim, Peter Brummer, das Jahr 2010 zum Franziskus-Jahr ausgerufen. Alle Gläubigen sollen im Sinne des Umweltpatrons Franziskus sensibilisiert werden für die Belange der Natur und der Schöpfung, die alles Leben (und Überleben) garantiert. Außerdem sind 10 Jahre ein so kurzer Zeitraum, dass wir mit den Energie- und Klimaschutzmaßnahmen gleich loslegen müssen, um ans Ziel zu kommen. Dass wir nicht zu spät dran sind, kann man im Konzept nachlesen. Entscheidend ist nur, dass viele oder offen gesagt alle Akteure

mitmachen müssen, das Handwerk, die Landwirtschaft, die Industrie und die gesamte Bürgerschaft. Selbstverständlich kommt uns Kommunen eine wichtige Vorreiterrolle zu.

Um ein nahezu wissenschaftliches Werk dieses Umfangs zu erarbeiten, mussten viele Helfer unterstützen. Nur wenige kann ich hier nennen: Ich danke den Mitgliedern des Steuerkreises, pars pro toto Prof. Stefan Emeis, der den schönen Begriff „Vom Pfaffenwinkel zum Sonnenwinkel“ erfunden hat. Wichtige Impulse verdanken wir Prof. Wolfgang Seiler, dem Vorsitzenden unseres Klimabeirats. Dank gebührt unserem Mitarbeiter Norbert Weigl vom Sachgebiet Umweltschutz, der mit viel Geduld und Ausdauer ans Werk ging. Und natürlich gilt mein Dank Dr. Werner Zittel, der mit großem Sachverstand das Klimaschutzkonzept federführend erarbeitet hat.

Ich wünsche mir, dass das Klimaschutzkonzept unseres Landkreises von Vielen gelesen und begriffen wird. Wir wollen ein Gesamtklima des Aufbruchs schaffen, dann stehen die Vorzeichen gut, das gesetzte Klimaziel tatsächlich zu erreichen. Wirken Sie dabei mit!

Mit sonnigen Grüßen

Dr. Friedrich Zeller
Landrat

Vorbemerkung

Für die Zusammenstellung und Auswertung der Daten wurden im Rahmen der Befragungen teils vertrauliche Informationen verwendet. Diese finden nur in aggregierter Form Eingang in die Ergebnisdarstellung.

Für die Beschaffung der Daten waren die Mitarbeiter des Landratsamts, insbesondere Herr Norbert Weigl, die Mitglieder des Klimabeirats, aber auch Mitglieder verschiedener Agenda-21-Gruppierungen des Landkreises sehr aktiv und unterstützend tätig.

Besonders zu erwähnen ist aber die große Unterstützung, die wir bei kommunaler Verwaltung, Privatpersonen, Landwirten und Betrieben erfahren haben durch die Beantwortung der Fragen zum Energieverbrauch. Hierzu ist auch der unentgeltliche Einsatz zu klärenden Gesprächen, Betriebsbesichtigungen und tieferen Analysen bei Firmen und Gewerbebetrieben zu zählen. Insbesondere die Firmen UPM Kymmene und Roche Diagnostics, aber auch einige mittlere und kleinere Betriebe energieintensiver Branchen sind hier für ihre Unterstützung besonders zu erwähnen.

Es wurde ein Steuerkreis, bestehend aus Mitgliedern von Kreistag und Klimabeirat, eingerichtet, der die Arbeit begleitete: Hans Arpke, Prof. Dr. Stefan Emeis, Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinz Grehl (Kreisrat), Marcus Reichenberg (Kreisrat), Norbert Weigl und Dipl.-Ing. (FH) Achim Zitzmann. Dieser verfolgte in monatlichen abendlichen Besprechungen den Fortgang der Arbeiten und unterstützte die Datenbeschaffung. In vielen Diskussionen wurden wichtige Beiträge zur Verbesserung der Ergebnisse geleistet.

Ohne die Mitwirkung der oben erwähnten Personen und Gruppierungen wäre diese differenzierte Ausarbeitung und Darstellung der Ergebnisse nicht möglich gewesen. Ihnen gebührt an dieser Stelle unser Dank.



INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
KURZFASSUNG.....	- 1 -
1 EINLEITUNG	2-1
2 MOTIVATION.....	2-4
2.1 Klima	2-4
2.2 Verfügbarkeit fossiler Energieträger	2-8
2.3 Verfügbarkeit erneuerbarer Energien.....	2-14
2.4 Strukturwandel.....	2-15
2.5 Politische Rahmenbedingungen im Landkreis.....	2-17
2.6 Globale Ausgangslage.....	2-18
2.7 Regionale Ausgangslage: Siedlungs- und Verkehrsentwicklung des Landkreises Weilheim-Schongau	2-18
TEIL 1 – BESTANDSAUFNAHME VON ENERGIEVERBRAUCH UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN.....	2-23
3 METHODIK UND PROBLEMATIK EINER REGIONALEN ANALYSE DER KLIMARELEVANTEN TREIBHAUSGASE	3-24
4 ERMITTLUNG VON ENERGIEVERBRAUCH UND KLIMARELEVANTEN TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN NACH SEKTOREN	4-27
4.1 Strukturelle Basisdaten	4-27
4.2 Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen der öffentlichen Liegenschaften.....	4-31
4.2.1 Statistische Datenbasis und Methode.....	4-31
4.2.2 Temperaturbereinigung des Heizenergieverbrauchs	4-34
4.2.3 Detailergebnisse	4-35
4.2.4 Zusammenfassende Ergebnisse	4-59
4.3 Industrie und Gewerbe	4-70
4.3.1 Statistische Datenbasis.....	4-70
4.3.2 Fragebogenerhebung.....	4-72
4.3.3 Branchenspezifische Ergebnisse	4-79



4.3.4	Zusammenfassung.....	4-98
4.4	Landwirtschaft.....	4-112
4.4.1	Statistische Datenbasis und Auswertung der Befragungen	4-112
4.4.2	Viehhaltung	4-114
4.4.3	Anbauflächen	4-116
4.4.4	Kraftstoffverbrauch der Traktoren und Heizenergie.....	4-116
4.4.5	Zusammenfassung.....	4-117
4.4.6	Moore und Wälder.....	4-119
4.5	Haushalte	4-123
4.5.1	Statistische Datenbasis	4-123
4.5.2	Detaillierte Datenerhebung.....	4-127
4.5.3	Zusammenfassung.....	4-135
4.6	Verkehr	4-138
4.6.1	Statistische Datenbasis	4-138
4.6.2	Straßenverkehr	4-139
4.6.3	Schienenverkehr	4-142
4.6.4	Zusammenfassung.....	4-143
4.7	Energieerzeugung.....	4-145
4.7.1	Statistische Datenbasis	4-145
4.7.2	Stromerzeugung	4-145
4.7.3	Wärmeerzeugung	4-150
4.7.4	Kraftstofferzeugung.....	4-153
5	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE VON TEIL I.....	5-154
5.1	Energieverbrauch und THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern	5-154
5.2	Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen nach Gemeinden	5-162
5.3	Finanzielle Belastung des Landkreises durch Energieimporte	5-166
TEIL 2 – ERMITTLUNG DER POTENZIALE ZUR REDUKTION DER TREIBHAUSGAS – EMISSIONEN		5-167
6	EINSPARUNG.....	6-168
6.1	Öffentlicher Verbrauch.....	6-168



6.1.1	Übersicht	6-168
6.1.2	Kommunale Infrastrukturen.....	6-170
6.1.3	Kläranlagen	6-171
6.1.4	Gebäudebestand	6-171
6.1.5	Krankenhäuser.....	6-173
6.1.6	Schulen.....	6-173
6.1.7	Abwärmenutzung des Abwassers insbesondere bei Schwimm bädern	6-174
6.1.8	Landkreiseigene und kommunale Miet- und Sozialwohnungen.	6-174
6.1.9	Fahrzeuge.....	6-175
6.1.10	Einsparpotenzial im öffentlichen Sektor	6-175
6.2	Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.....	6-176
6.2.1	Gebäudehülle	6-176
6.2.2	Kälteerzeugung	6-177
6.2.3	Elektrische Motoren.....	6-178
6.2.4	Druckluft.....	6-178
6.2.5	Einsparpotenzial	6-178
6.3	Landwirtschaft.....	6-178
6.4	Wohngebäude und Haushalte	6-180
6.4.1	Brennstoffbedarf.....	6-180
6.4.2	Stromverbrauch	6-183
6.5	Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken.....	6-183
6.6	Verkehr /Mobilität.....	6-185
6.6.1	Weitere Maßnahmen, den übrigen Verkehr betreffend	6-189
6.6.2	Neue Antriebstechnologien und Kraftstoffe.....	6-190
7	ERNEUERBARE ENERGIEN.....	7-191
7.1	Flächennutzung im Landkreis	7-191
7.1.1	Flächennutzung im Jahr 2007.....	7-191
7.1.2	Änderung der Flächennutzung seit dem Jahr 1992.....	7-193
7.1.3	Welche Fläche wird für welchen Zweck genutzt?	7-194



7.2	Solarenergie.....	7-196
7.2.1	Methode der Potenzialermittlung.....	7-196
7.2.2	Hochrechnung auf den Landkreis	7-200
7.2.3	Solarthermie	7-201
7.3	Biomasse	7-210
7.3.1	Übersicht	7-210
7.3.2	Feste Biomasse	7-211
7.3.3	Biogas.....	7-215
7.4	Geothermie.....	7-224
7.4.1	Oberflächennahe Geothermie.....	7-226
7.4.2	Tiefe Geothermie	7-229
7.5	Wasserkraft	7-238
7.6	Windenergie	7-239
7.7	Zusammenfassung.....	7-241
8	SZENARIEN	8-247
8.1	Szenariohochrechnung bis 2020: Ausschöpfung der Einsparpotenziale... 8-247	
8.1.1	Szenario Energieeinsparung im öffentlichen Sektor bis 2020 8-247	
8.1.2	Szenario Energieeinsparung im gewerblich/industriellen Sektor bis 2020	8-248
8.1.3	Szenariorechnung Energieeinsparung im Wohngebäudebestand bis 2020	8-249
8.1.4	Reduktionsszenario für den motorisierten Individualverkehr	8-252
8.2	Szenariohochrechnung bis 2020: Ausschöpfung der regenerativen Erzeugungspotenziale.....	8-256
8.2.1	Szenariorechnung zur Abschätzung der Solarstromerzeugung bis zum Jahr 2020	8-256
8.2.2	Szenario Ausbau der thermischen Solaranlagen	8-258
8.2.3	Geothermie.....	8-258
8.2.4	Biomasse	8-259
8.2.5	Wasserkraft	8-260



8.2.6	Windenergie	8-260
8.3	Zusammenfassung.....	8-260
TEIL 3 – VORSCHLÄGE FÜR ERSTE MAßNAHMEN ZUR UMSETZUNG		8-263
9	ALLGEMEINE RANDBEDINGUNGEN	9-264
9.1	Externe Rahmenbedingungen.....	9-264
9.2	Landkreisinterne Randbedingungen	9-265
9.2.1	Vorarbeiten.....	9-265
9.2.2	Strukturen und Akteure	9-267
9.2.3	Ressourcen	9-268
9.3	Hauptpunkte der Potenzialanalyse	9-268
9.4	Möglichkeiten und Kompetenzen des Landkreises	9-269
10	KONKRETE MAßNAHMEN.....	10-270
10.1	Schaffung der Stelle eines Energiemanagers	10-270
10.2	Gründung einer Energieagentur.....	10-270
10.3	Begleitende Aktivitäten und Öffentlichkeitsarbeit	10-271
10.4	Landkreiseigene Gebäude.....	10-272
10.4.1	Sofort nach einer Beschlussfassung durchführbare Maßnahmen	10-272
10.4.2	Vorbereitende Aufgaben für längerfristige Maßnahmen	10-273
10.5	Motivation der Mitarbeiter des Landratsamtes.....	10-273
10.6	Fahrzeuge im Handlungsbereich des Landratsamtes	10-274
10.6.1	Nicht-investive Maßnahmen.....	10-274
10.6.2	Investive Maßnahmen	10-274
10.7	Zielgruppe Kommunen	10-274
10.8	Zielgruppe Schulen	10-275
10.9	Zielgruppe Unternehmen	10-275
10.10	Zielgruppe Landwirtschaft	10-276
10.11	Zielgruppe Bürger	10-276
10.11.1	Privater Energieverbrauch und Mobilitätsverhalten.....	10-276
10.11.2	Wohngebäude	10-277



	10.12 Verkehrsplanung für nachhaltiges Mobilitätsverhalten	10-278
	10.13 Überregionale Kooperationen.....	10-279
11	ZEITPLAN	11-280
	11.1 Liste der Top-15-Themen zur Umsetzung	11-280
	11.2 Vorbereitung des Kreistagsbeschlusses	11-281
	11.2.1 Kreistagsbeschluss.....	11-282
	11.2.2 Ausschreibung und Ausarbeitung eines Projekts zur Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes	11-282
	11.2.3 Durchführung einer Auftaktveranstaltung mit den wichtigen Gruppierungen des Landkreises.....	11-282
	11.2.4 Umsetzungskonzept für die Öffentlichkeitsarbeit	11-282
12	DETAILLIERUNG EINZELNER VORGESCHLAGENER MAßNAHMEN.....	12-283
	12.1 Schaffung der Stelle eines Energiemanagers	12-283
	12.2 Prüfung und Schaffung der Voraussetzungen der Gründung einer Energieagentur	12-284
	12.2.1 Energieagentur als begleitende Maßnahme des Strukturwandels .	12-284
	12.2.2 Trägerstruktur.....	12-285
	12.2.3 Aufgabenbereich	12-286
	12.2.4 Räumlichkeiten	12-286
	12.2.5 Finanzierung und Gründung	12-287
	12.2.6 Einrichtung eines Arbeitskreises zur Erstellung eines tragfähigen Konzeptes	12-287
	12.3 Begleitende Aktivitäten	12-288
	12.4 Landkreiseigene Gebäude.....	12-289
	12.5 Verkehrsplanung für nachhaltiges Mobilitätsverhalten	12-290
13	SCHLUSSFOLGERUNGEN	13-292
14	LITERATUR.....	14-294
	LUDWIG-BÖLKOW-SYSTEMTECHNIK GMBH.....	301



Abkürzungen

bbl	Barrel; 1 bbl entspricht einem Fass Öl mit 159 Litern Ölinhalt und einem Energieinhalt von 1590 kWh
BZ	Brennstoffzelle
CO ₂	Kohlendioxid
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EW	Einwohner
EGW	Einwohnergleichwert (Maßzahl für die Kapazität einer Kläranlage)
EWG	Energy Watch Group (siehe www.energywatchgroup.org)
g	Gramm
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GWh	Gigawattstunde = 1000 MWh (Energieeinheit)
HH	Haushalte
H ₂	Wasserstoff
IEA	Internationale Energieagentur mit Sitz in Paris
kWh	Kilowattstunde = 1000 Wattstunden (Energieeinheit)
kWh _{el}	Kilowattstunde elektrischer Strom (Stromverbrauchsmaß)
kWh _{th}	Kilowattstunde thermisch (Maß für den Wärme- oder Brennstoffverbrauch)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LBST	Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
m ³	Kubikmeter (1 m ³ Erdgas hat ca. 10 kWh Energieinhalt)
Mb	Millionen Barrel (Maß für den Energieverbrauch von Erdöl)
Mboe	Millionen Barrel Öläquivalent (1 Mboe = 1590 GWh)
Mb/Tag	Millionen Barrel pro Tag 1 Mb/Tag = 365 Mb/a
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
Mtoe	Millionen Tonnen Ölquivalent (Energieeinheit; 1 Mtoe entspricht 7,3 Mboe)
MWh	Megawattstunde = 1000 kWh (Energieeinheit)



MZH	Mehrzweckhallen
ORC	Organic Rankine Cycle
SVB	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
t	Tonne
WEO	World Energy Outlook, jährlich im November erscheinende Studie der Internationalen Energieagentur zur weltweiten Entwicklung der Energieversorgung in den kommenden 20 – 25 Jahren.
Zkm	Zugkilometer



KURZFASSUNG

Diese vorliegende Arbeit will die Leitplanken der künftigen Energieversorgung im Landkreis Weilheim-Schongau aufzeigen. Um diesem Zweck gerecht zu werden, wurde die Arbeit in drei große Blöcke strukturiert.

- Teil I: Analyse und Beschreibung der Energieversorgung und der klimarelevanten Emissionen im Jahr 2007 mit einer Rückrechnung auf das Jahr 1990.
- Teil II: Analyse der Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu reduzieren und die Restenergie möglichst mit regionaler erneuerbarer Energie bereitzustellen.
- Teil III: Vorschläge für erste Maßnahmen und Skizze eines Handlungskonzeptes.

Die in diesem Bericht durchgeführten Analysen und Szenariorechnungen zeigen:

- Der Landkreis hat bereits einen hohen Anteil an regenerativer Stromerzeugung, der vermutlich bis 2020 nochmals deutlich erhöht wird, so dass eine weitgehende Vollversorgung bis 2020 mit regenerativ erzeugtem Strom möglich erscheint, wenn man den mit Abstand größten Energieverbraucher – die Papierfabrik in Schongau – gesondert betrachtet.
- Das Klimaschutzziel des Kreistagsbeschlusses vom 23. Juli 2007, „bis zum Jahr 2020 mindestens 40% der klimarelevanten Emissionen gegenüber dem Jahr 1990 einzusparen“, ist erreichbar.
- Allerdings wird dieses Ziel nicht erreicht, wenn die bestehenden Trends in die Zukunft fortgeschrieben werden.

Damit dieses Ziel erreicht wird, müssen folgende Hemmnisse überwunden werden:

- Der Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen müssen insbesondere im Wohngebäudebestand deutlich reduziert werden. Die bisherige Sanierungsrate von etwa 1% p.a. muss deutlich gesteigert werden: auf etwa 8 % p.a. Um dies zu erreichen, ist ein wesentlich offensiveres Marketing notwendig. Das Landratsamt und die Kommunen werden hier auch über ihre Vorbildfunktion Einfluss nehmen müssen oder umgekehrt formuliert: Wenn Landratsamt und Kommunen mit ihrem Gebäudebestand nicht energetisch vorbildlich umgehen, kann das auch nicht vom privaten Wohnungsmarkt erwartet werden.
- Die Vorbildfunktion alleine wird aber nicht ausreichen. Es wird notwendig sein, auch aktiv an Eigentümergemeinschaften, Wohnbaugesellschaften und Hausbesitzer heranzutreten.
- Auch in Industrie, Handel und Gewerbe muss vor allem der Brennstoffverbrauch zur Wärmeerzeugung reduziert werden. Auch hier sind offensive Informations-



kampagnen zu Möglichkeiten der kostenneutralen Verbrauchsreduzierung, bestehenden technischen Möglichkeiten und staatlichen Anreizprogrammen notwendig. Mit der Einführung von Öko-Profit im Landkreis wurden bereits gute Ausgangsbedingungen geschaffen.

- Die kommunalen Verwaltungen sind aufgrund der streng begrenzten Budgets mit dieser Aufgabe teilweise überfordert. Hier sollte der Landkreis unterstützend und beratend tätig werden, indem entsprechende Aufgaben und Informationsaufbereitungen dort gebündelt werden.
- Eine zweite wesentliche Voraussetzung zur Erreichung des Klimaschutzzieles ist es, das Mobilitätsverhalten dahingehend zu beeinflussen, dass einerseits sparsamere Fahrzeuge gekauft werden und andererseits im Durchschnitt von jedem Fahrzeug im Landkreis die Jahresfahrleistung dauerhaft um mindestens 20 % reduziert wird. Die Erfahrung zeigt, dass moralische Appelle bisher wenig Einfluss auf das Fahrverhalten hatten. Das wird sich erst ändern, wenn auch hier eine wesentlich offensivere Informationsstrategie zur Veränderung der Leitbilder durchgeführt wird und die Kraftstoffpreise deutliche Preissignale setzen. In den vergangenen Jahren hat sich bereits angedeutet, dass hohe Benzinpreise durchaus eine Lenkungswirkung in die gewünschte Richtung haben. Der Einfluss des Landkreises hierauf ist jedoch begrenzt. Er kann vorrangig die Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs erhöhen.
- Die Gewerbestruktur des Landkreises ist in hohem Maße von der Kfz-Zulieferindustrie geprägt. Die aus umweltpolitischer Perspektive gewünschte Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs hat jedoch eine dämpfende Wirkung auf die Auto- und Autozulieferindustrie. Damit es hier nicht zu Verwerfungen kommt, müssen die mit dieser Veränderung verbundenen Probleme abgefangen und in positive Impulse gesetzt werden.
- Es ist aber auch offensichtlich, dass dieser Strukturwandel unabhängig vom Klimaproblem und dem Klimaschutzziel des Landkreises durch die zunehmende Verknappung und damit Verteuerung fossiler Kraftstoffe erzwungen wird. Dies wird die Akzeptanz der zu ergreifenden Maßnahmen bald erhöhen, da ein „weiter so wie bisher“ nicht mehr lange möglich sein wird.
- Der notwendige Umbau kommt einem radikalen Strukturwandel gleich, wie er ja auch in der Vergangenheit immer bei Änderung fundamentaler Randbedingungen stattfand. Diesen Strukturwandel gilt es in positiver Weise zu begleiten und zu unterstützen.
- Im Bereich der regenerativen Stromerzeugung liegt noch ein großes Potenzial. Allerdings wird dieses zunehmend bereits allein durch Marktmechanismen



(gestützt auf nationale Förderprogramme) erschlossen, so dass in diesem Bereich nur geringe finanzielle Unterstützung durch den Landkreis notwendig ist.

- Die in diesem Strukturwandel notwendigen Änderungen verlangen nach einem deutlichen Ausbau der entsprechenden Dienstleistungen und Produkte. Es wird ein zunehmender Teil der Bruttowertschöpfung in diesen Bereich verlagert werden. Diesen Trend gilt es zu unterstützen und zu nutzen.

Motivation

Die Veränderung der externen Randbedingungen wird die Verantwortlichen in Politik, Industrie und Gesellschaft zunehmend zwingen zu handeln. Ein „weiter so wie bisher“ wird nicht mehr lange möglich sein. Je länger der verbleibende Zeitraum ohne Handlungen verstreicht, umso stärker wird dieser Zwang werden und die Vielfalt der Optionen zunehmend einschränken, bis letztlich nur noch kurzfristiges Reagieren auf äußere Anlässe als einzige Option verbleibt.

Neben der fortschreitenden Klimaproblematik sind es vor allem ökonomische Zwänge, die durch die zurückgehende Verfügbarkeit an Primärenergieträgern entsprechende Reaktionen und Anpassungsprozesse erfordern. Glücklicherweise ziehen beide Kräfte – Klimaproblematik und Verknappung fossiler Energieträger – in dieselbe Richtung, nämlich auf einen Umstieg von einer primär fossil geprägten auf eine zunehmend regenerative Energieversorgung.

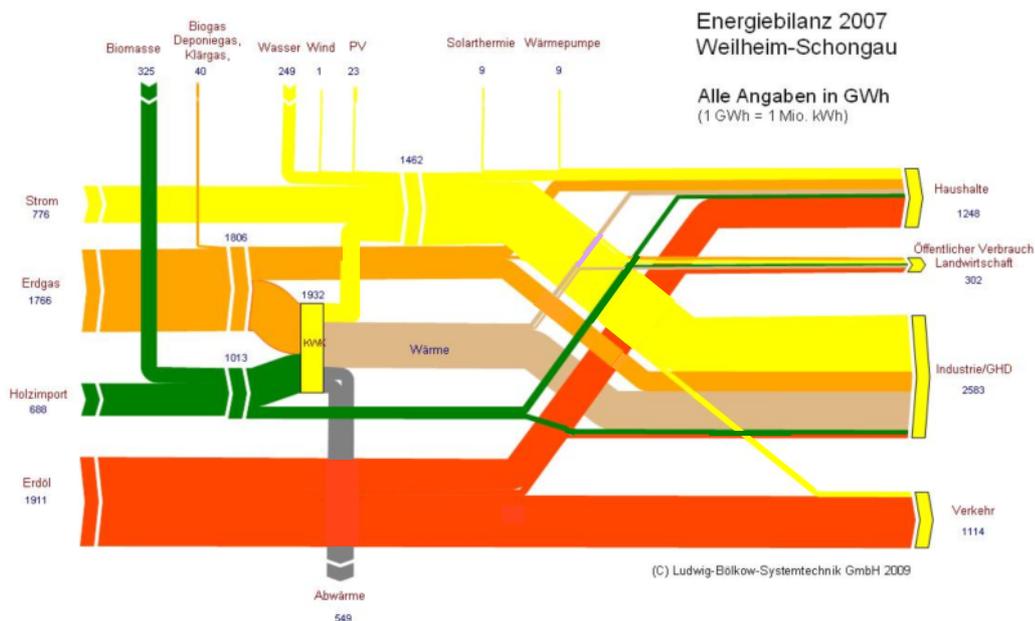
Teil I: Analyse von Energieverbrauch und Emissionen in den Jahren 2007 und 1990

Die Analyse des gegenwärtigen Energieverbrauchs zeigt:

- Der industrielle und gewerbliche Energieverbrauch dominiert bei Weitem. Dies ist vor allem auf den Bedarf des größten Energieverbrauchers des Landkreises – die Papierfabrik in Schongau – zurückzuführen. Dort werden etwa 80 Prozent des industriellen und gewerblichen Verbrauchs benötigt. Etwa eine Größenordnung weniger Energie wird vom zweitgrößten Energieverbraucher, der Firma Roche Diagnostics in Penzberg, benötigt. Der drittgrößte Energieverbraucher liegt wiederum etwa eine Größenordnung darunter. Erst bei den restlichen Unternehmen zeigt sich eine typische Mengenverteilung des Verbrauchs auf die einzelnen Wirtschaftsabteilungen und –zweige.
- Lässt man den größten Verbraucher außen vor, so verteilt sich der restliche Energieverbrauch recht gleichmäßig auf Haushalte, Industrie/Gewerbe und Verkehr. Der öffentliche Bereich und die Landwirtschaft haben am Energieverbrauch nur einen geringen Anteil. Dies trifft allerdings nicht für die klimarelevanten Emissionen zu.



- Die Abhängigkeit von Erdöl ist vor allem im Verkehrsbereich gegeben – zur Aufrechterhaltung des heutigen Mobilitätsverhaltens gibt es heute keine Alternative zu Benzin- und Dieselkraftstoffen.
- Im Gebäudebereich spielt Erdöl zwar eine dominierende Rolle, aber sowohl Erdgas und Fernwärme – wo verfügbar – als auch zunehmend Holz und andere Formen der Biomassenutzung ergänzen die Beheizung. Im landwirtschaftlichen Bereich haben Holzheizungen etwa 65% Anteil an der Wärmeerzeugung.
- Solarenergie und über Wärmepumpen genutzte Umgebungswärme tragen nur zu einem kleinen Teil zur Wärmebereitstellung bei. Der Anteil liegt bei 2 Prozent.
- Der Anteil regenerativer Energieerzeugung ist sehr hoch: Bezogen auf den Primärenergieverbrauch werden etwa 11% mit erneuerbarer Energie erzeugt. Der Anteil an der Stromversorgung beträgt etwa 30%.
- Die Stromerzeugung im Landkreis erfolgt entweder über regenerative Energie oder über Erdgas kombiniert mit Wärmeerzeugung und Einspeisung in Fern- und Nahwärmenetze.
- Dennoch bleibt ein großer Anteil an Erdgas und Erdöl, aber auch an fester Biomasse und Strom, der in den Landkreis importiert wird.

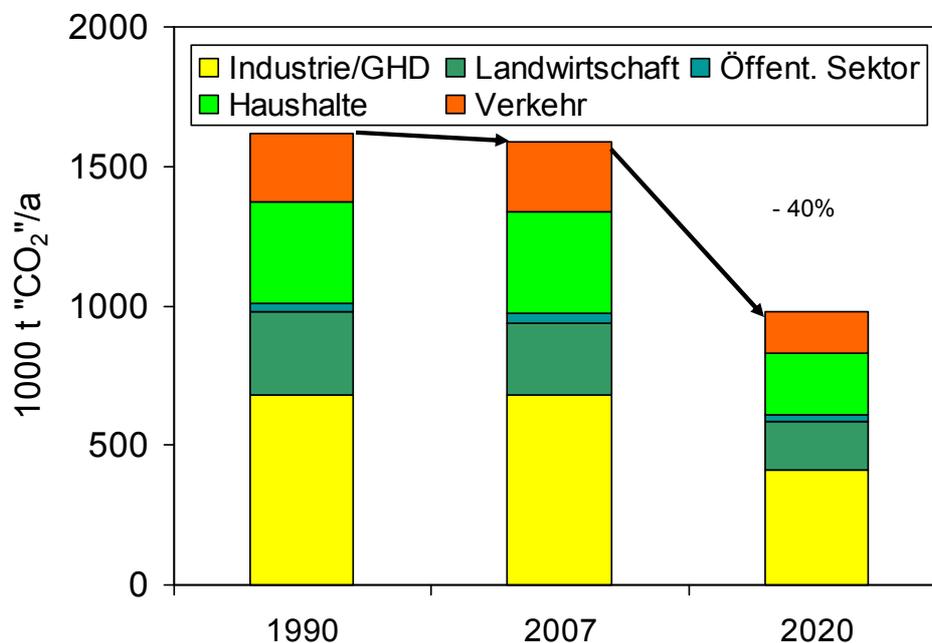


Energieflussdiagramm der Energieströme im Landkreis Weilheim-Schongau. Alle Angaben sind in GWh (1 GWh entspricht 1 Mio. kWh)



Die Treibhausgasemissionen summieren sich für das Jahr 2007 auf insgesamt 1,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalentwerte. Hierbei hat die Industrie mit 680.000 t/a den größten Anteil – dominiert durch die Papierfabrik in Schongau. Den zweitgrößten Anteil haben die Wohngebäude und privaten Haushalte mit 360.000 t/a. Die Emissionen der Landwirtschaft betragen 255.000 t/a, wobei vor allem die Methanemissionen aus der Verdauung der Rinder und Lachgasemissionen aus Tierexkrementen und Düngung der Felder hierzu beitragen. Diese Emissionen wurden in CO₂-Äquivalentwerte umgerechnet, um sie miteinander vergleichen zu können. Die Emissionen aus dem Verkehrsbereich betragen 250.000 t/a. Der öffentliche Bereich trägt mit 39.000 t/a nur geringfügig bei.

Seit 1990 haben sich die Emissionen leicht reduziert. Sowohl die Emissionen privater Haushalte und des Verkehrs haben zugenommen. Dies wurde jedoch durch eine starke Reduktion von fast 15% der Emissionen aus der Landwirtschaft mehr als ausgeglichen. Diese Reduktion ist vor allem auf rückläufige Rinderbestände der Landwirte zurückzuführen. Die Emissionen aus Industrie und Gewerbe sind in etwa konstant geblieben. Diese Zahl ist allerdings nicht sehr belastbar, da zu wenige Daten für eine belastbare Rückrechnung auf das Jahr 1990 vorlagen.

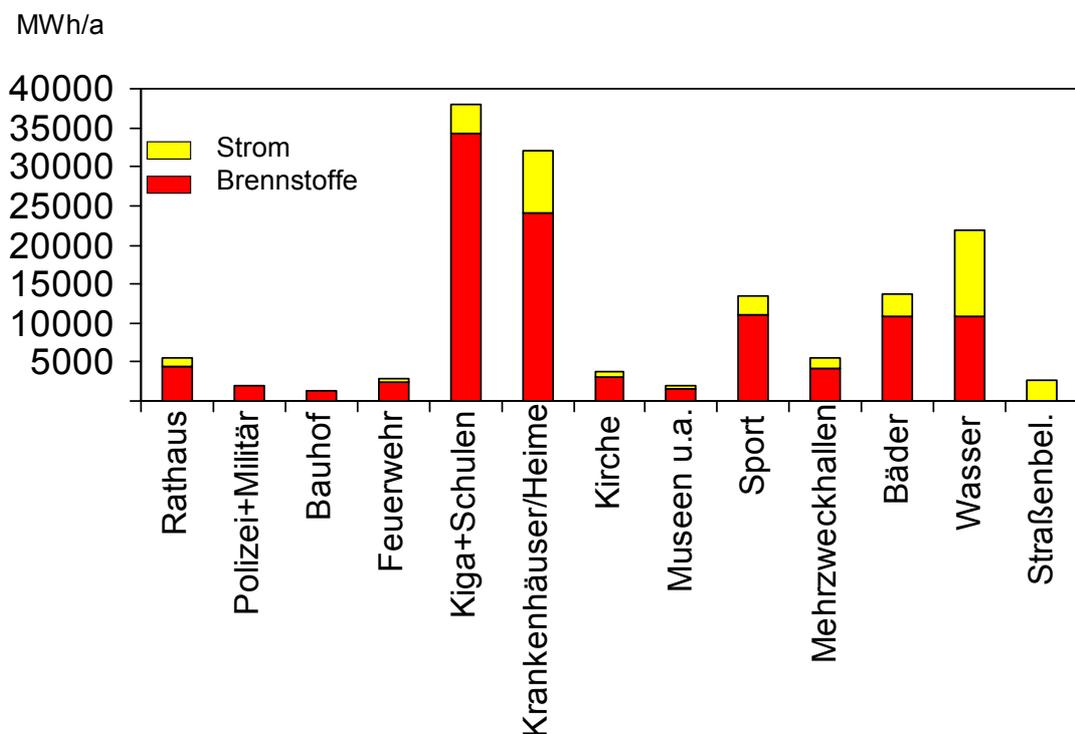


Anteil der Verbrauchssektoren an den CO₂-Emissionen im Jahr 2007 mit Rückrechnung auf das Jahr 1990 und Skizzierung der Forderung, bis zum Jahr 2020 die Emissionen um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren



Eine weitere Detaillierung des Energieverbrauchs zeigt die Anteile der einzelnen Gebäudeklassen innerhalb des öffentlichen Bereichs und der einzelnen Wirtschaftszweige.

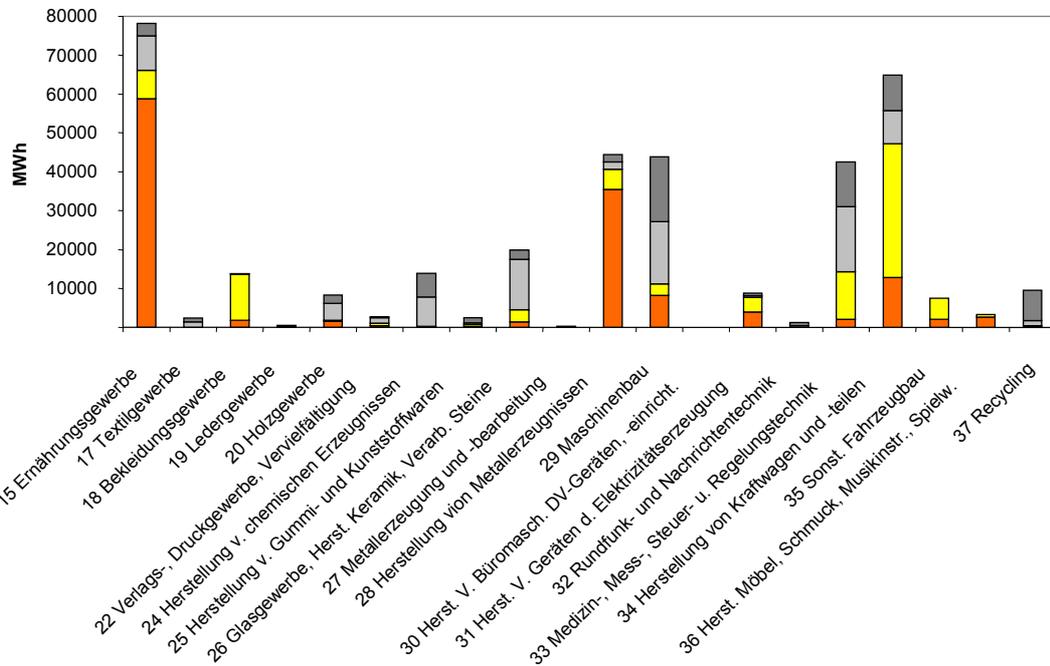
Mit Abstand den größten Energieverbrauch im öffentlichen Bereich haben Schulen und Krankenhäuser. Den drittgrößten Verbrauchsanteil hat die Wasserver- und -entsorgung inklusive der Kläranlagen. Hier fällt vor allem der hohe Stromverbrauch auf, der zum Betrieb der Pumpen benötigt wird. Bäder und Sportanlagen zeigen einen großen Wärmebedarf, der teilweise über Fernwärme (Erdgas und Biomasse), teilweise aber auch über Erdgas gedeckt wird.



Aufteilung des Energieverbrauchs der öffentlichen Gebäude

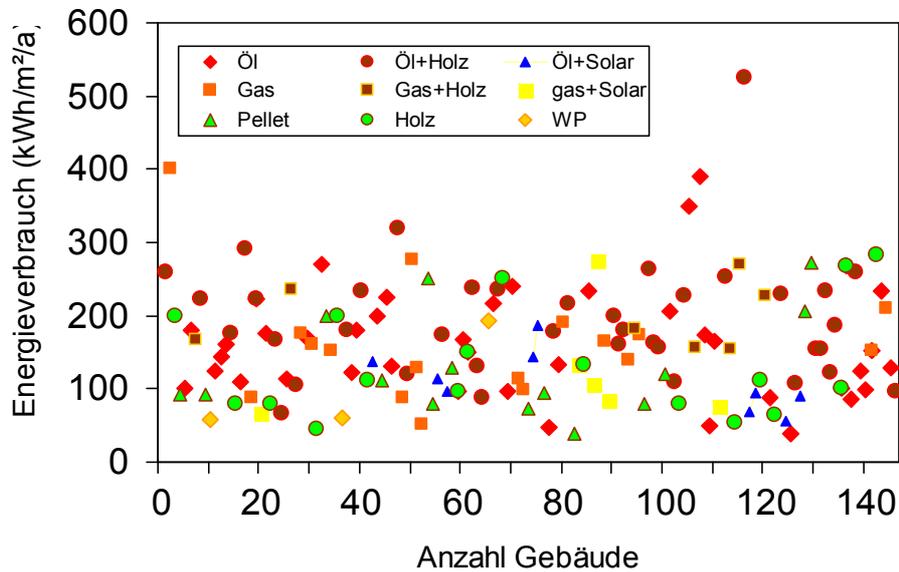
Die Aufteilung des Energieverbrauchs im Gewerbe zeigt vor allem Schwerpunkte im Ernährungsgewerbe (Bäckereien und Metzgereien), in der Kfz-Zulieferindustrie sowie im Maschinenbau und dem metallverarbeitenden Gewerbe. Hier sind allerdings die beiden größten Energieverbraucher UPM Kymmene und Roche Diagnostics nicht berücksichtigt.

Deren Berücksichtigung erhöht den Energieverbrauch des Gewerbes um 2600 GWh/a bzw. 2.600.000 MWh/a.



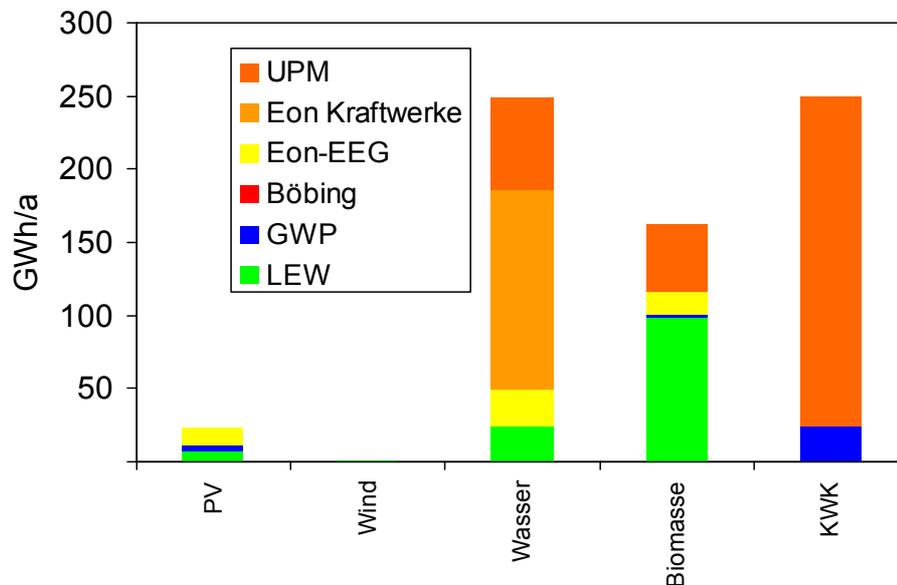
Aufteilung des Energieverbrauchs des produzierenden Gewerbes ohne die beiden größten Verbraucher Roche Diagnostics und UPM Kymmene

Die Analyse des privaten Energieverbrauchs zur Gebäudebeheizung zeigt eine breite Streuung um einen Mittelwert von 200 kWh/m²/a. Es fällt auf, dass Gebäude mit fossiler Beheizung (Erdöl oder Erdgas) und Zusatzbeheizung über einen Holzofen in der Regel einen größeren spezifischen Heizenergieverbrauch aufweisen als nur mit einem Energieträger beheizte Gebäude. Gebäude mit Solarenergie oder mit Wärmepumpen weisen meist einen sehr niedrigen Energieverbrauch auf.



Analyse des Heizenergieverbrauchs in Abhängigkeit vom Energieträger

Der Beitrag zur Stromversorgung aus regenerativer Energie und Kraft-Wärme-Kopplung liegt im Landkreis mit etwa 670 GWh bei 44% Anteil am gesamten Stromverbrauch.



Stromerzeugung mit regenerativer Energie im Landkreis und kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sowohl von Erdgas als auch von Biomasse

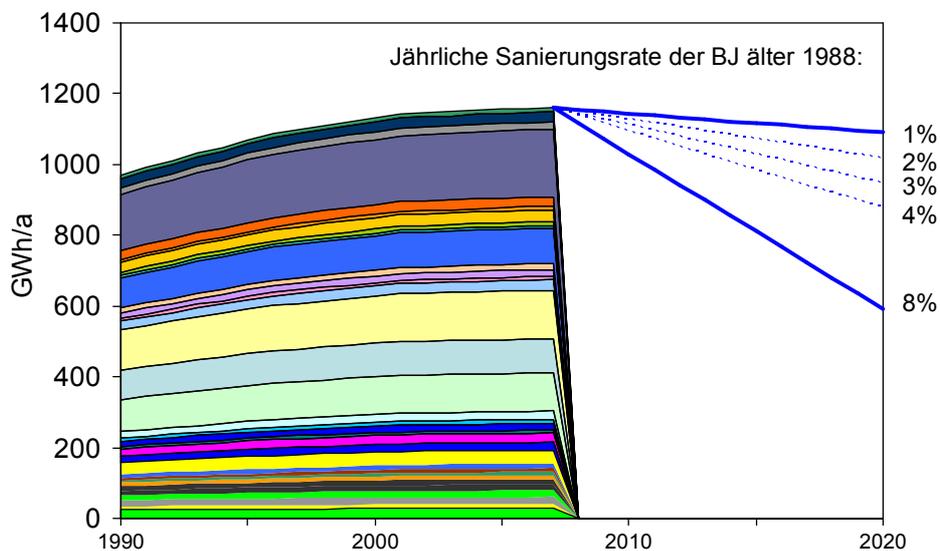


Teil II: Potenzial für Einsparmöglichkeiten und zur Nutzung regenerativer Energie

In Teil II der Analyse wurden die Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zur Nutzung von regenerativer Energie im Landkreis analysiert. Die Abbildung zeigt die Entwicklung des Heizenergieverbrauchs seit 1990. Der Anstieg des Verbrauchs verlangsamte sich in den vergangenen Jahren. Dies ist auf den immer geringer werdenden Energiebedarf der Neubauten zurückzuführen.

Um das Klimaschutzziel des Landkreises zu erreichen, bis 2020 die Emissionen um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren, muss vor allem der Energieverbrauch im Altbaubestand deutlich reduziert werden. Dies erfordert einerseits die Reduktion des Verbrauchs und zusätzlich die Veränderung der Heizungsstruktur auf effizientere und regenerative Heizungsanlagen.

Um die Emissionen nur durch Verbrauchsreduktion um 40% zu reduzieren, müssen jährlich etwa 8% des Altbaubestandes (Baujahr älter als 1990) energetisch saniert werden. Heute beträgt die Sanierungsrate etwa 1 % p.a. Es bedarf großer Anstrengungen, dieses Potenzial weiter auszureizen und die Sanierungsrate wenigstens zu verdrei- oder vervierfachen.



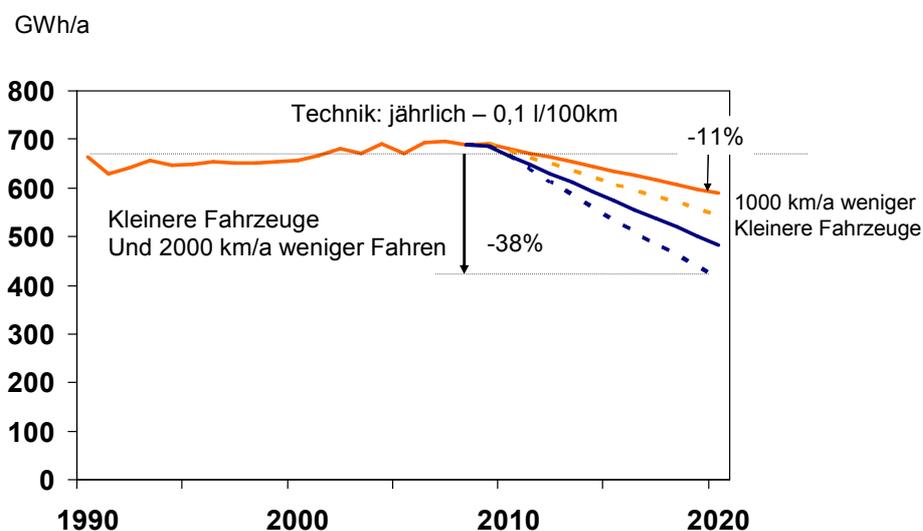
Entwicklung des Heizenergieverbrauchs von Wohngebäuden und Projektion bis zum Jahr 2020 unter der Annahme, dass 1, 2, 3, 4 oder 8% des Altbaubestandes jährlich energetisch saniert werden

Der Verkehrsbereich stellt das Sorgenkind der Klimaschutzpolitik dar, da in der Vergangenheit jede Effizienzverbesserung durch den Kauf größerer Fahrzeuge und



größere Fahraktivität kompensiert wurde. Im Landkreis stieg der Verbrauch bis zum Jahr 2006 an und stagniert seitdem. Die Abbildung zeigt die Verbrauchsentwicklung, falls der Energieverbrauch der im Landkreis gemeldeten Fahrzeuge im Mittel jedes Jahr um 0,1 l/100km zurückgeht – dies entspricht dem Trend der letzten Jahre. In Summe ergibt sich dadurch bis 2020 eine Verbrauchsreduktion um 11 %. Wird zusätzlich das Fahrverhalten derart beeinflusst, dass im Landkreisdurchschnitt jährlich um 100 km weniger als im Vorjahr gefahren wird – sei es durch Verzicht, verstärkten Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel oder verstärkte Nutzung von Fahrrädern/Elektrofahrrädern/Elektrofahrzeugen für Kurzstrecken – so ergibt sich gegenüber dem Jahr 1990 eine Reduktion um 18% bis zum Jahr 2020.

Sollte der Verbrauch durch technische Verbesserungen und bewusstes Kaufverhalten für sparsamere Fahrzeuge im Durchschnitt um jährlich 0,2 l/100 km gegenüber dem Vorjahr absinken, so ergibt dies in Summe eine Verbrauchsreduktion von 27% gegenüber 1990. Werden zusätzlich jedes Jahr im Durchschnitt etwa 200 km pro Fahrzeug gegenüber dem Vorjahr weniger gefahren, wird das Klimaschutzziel einer Verbrauchsreduktion um fast 40% gegenüber 1990 erreichbar machen.



Szenario zur Reduktion des Benzin- und Dieserverbrauchs von Pkw um annähernd 40% bis zum Jahr 2020

Der Beitrag alternativer Antriebstechnologien ist implizit über die reduzierte Fahrleistung und den reduzierten Kraftstoffverbrauch teilweise berücksichtigt. Doch aufgrund langer Einführungszeiten kann in den kommenden 10 Jahren kein großer Beitrag zur Reduktion



der Treibhausgase erwartet werden. Längerfristig wird der Effekt allerdings sehr wichtig und rechtfertigt die diesbezüglichen Anstrengungen.

Die Potenziale zur Reduktion des Stromverbrauchs sind am besten im industriellen und gewerblichen Bereich quantifizierbar, da sie dort meist auch mit ökonomischen Vorteilen verbunden sind.

Im privaten Bereich wurde in der Vergangenheit jede Effizienzsteigerung von Einzelgeräten durch die Anschaffung neuer Geräte in neuen Anwendungsbereichen ausgeglichen, so dass in Summe eine Verbrauchsreduktion vermutlich nur bedingt auf freiwilliger Basis, eher aber durch steigende Strompreise erreicht werden wird. In Summe wurde für den Landkreis ein Stromeinsparpotenzial bis 2020 von etwa 10% oder 60 GWh ermittelt.

Das Potenzial für Solarenergienutzung ist bereits bedeutend, wenn man nur alle geeigneten Dachflächen im Landkreis betrachtet. Die Abbildung zeigt den Anteil der geeigneten Süddächer – diese sind kostengünstiger zu erschließen – und der geeigneten Ost- und Westdächer. Dieses Potenzial wurde durch Auswertung von Satellitendaten für fünf Kommunen und Hochrechnung auf den Gebäudebestand des gesamten Landkreises ermittelt. In Summe könnte mengenmäßig der gesamte Strombedarf des Landkreises mit Solarstrom erzeugt werden, wenn etwa 80% der geeigneten Dachflächen genutzt würden.

Natürlich müssen in einer genaueren Betrachtung die täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen der Stromerzeugung berücksichtigt werden. Dies erfordert eine Anpassung der Stromversorgungsstrukturen, stellt aber kein grundsätzliches Problem dar. Allerdings benötigt diese Anpassung Vorlaufzeiten und Investitionen in die Adaption des Stromnetzes. Eine Berechnung dieser Aspekte liegt jenseits dieser Studie. Es ist aber durchaus sinnvoll, eine detaillierte Rechnung der Veränderungen in den Energieversorgungsstrukturen mit räumlicher und zeitlicher Auflösung in Simulationen durchzuspielen.

Solarenergie kann natürlich auch sinnvoll zur Bereitstellung von Wärme genutzt werden. Die Unterstützung der Warmwassererzeugung kann bereits heute wirtschaftlich sein, so dass der Anteil deutlich erhöht werden kann. Hier ist es oft mangelnde Information der Bauherren, die dies verhindert. Darüber hinaus ist auch die solare Heizungsunterstützung sinnvoll. Diese kann von Einzelgebäuden bis hin zu solaren Nahwärmenetzen reichen.

Das Potenzial zur Nutzung von Waldholz und fester Biomasse wurde anhand von statistischen Durchschnittswerten ermittelt. Die Bedingungen können jedoch von Gemeinde zu Gemeinde schwanken. Daher kann hier nur die pauschale Aussage getroffen werden, dass dieses Potenzial bereits weitgehend ausgeschöpft ist. Das bedeutet aber nicht, dass es nicht noch Möglichkeiten gibt, Hackschnitzelheizkraftwerke etc. mit heimischer Biomasse zu versorgen. Gerade weil Biomasse gut speicherbar ist, bildet sie



eine gute Ergänzung zur fluktuierenden Stromerzeugung mit Solarstrom und sollte soweit möglich genutzt werden.

Daher sind im Einzelfall genaue Analysen für die einzelnen Gemeinden durchzuführen.

Das Potenzial zur Biogaserzeugung ist noch nicht vollständig ausgeschöpft. Hier können vor allem im ländlichen Bereich Tierexkrememente (Rinder) und Grassilage zur lokalen Biogaserzeugung genutzt werden. Ein kleiner Anteil kann auch noch durch die weitgehende Nutzung von Klärgas aus Kläranlagen beigetragen werden. Diese Mengen werden teilweise genutzt (Penzberg, Schongau, Weilheim) und können vermutlich etwa ein Drittel des Strombedarfs der Kläranlagen selbst abdecken. Eine Verdoppelung des Gesamtpotenzials kann allerdings erreicht werden, wenn der Grasschnitt von Wiesen genutzt wird. Würde man von 10% der Grünflächen im Landkreis zweimal jährlich den Grasschnitt zu Biogas aufbereiten, dann erhielt man das in der Grafik dargestellte Potenzial.

Die größte Unsicherheit besteht in der Bewertung des Geothermiepotenzials. Dieses ist heute nur unzureichend bekannt. Eine bessere Kenntnis wird man nur durch sehr gute seismische Vorerkundung des Untergrundes und durch tatsächliche Bohrungen erreichen. Diese sind aber sehr teuer, so dass für jeden Investor ein Risiko besteht, das über eine Versicherung reduziert werden muss.

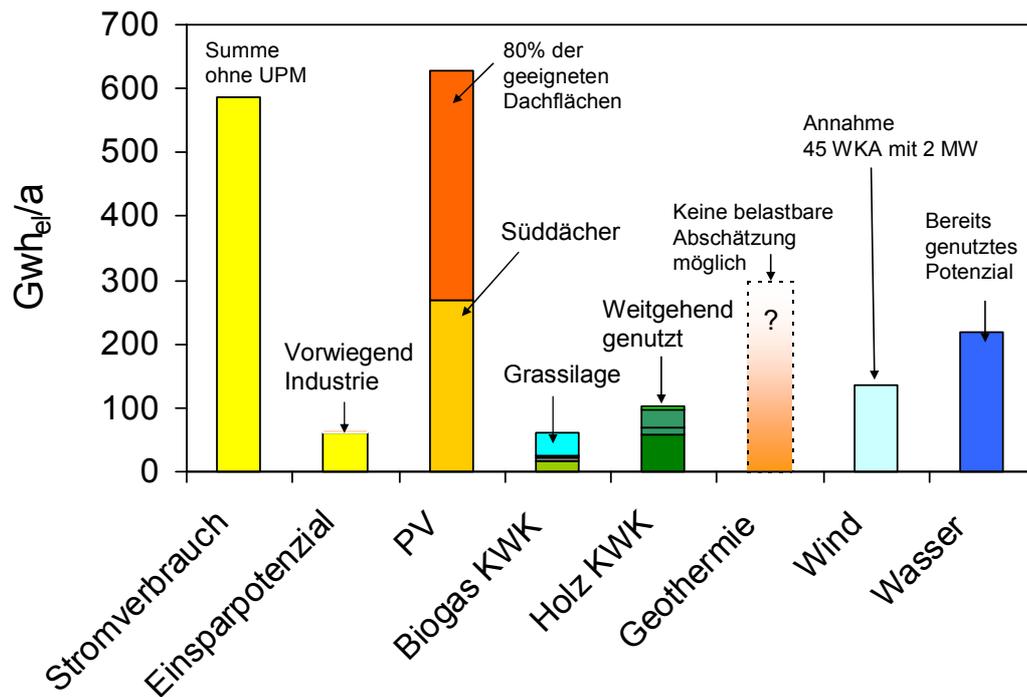
Sollten aber Projekte erfolgreich sein, dann kann Geothermie einen deutlichen Beitrag zur Strom- und auch zur Wärmeversorgung des Landkreises beitragen. Wird beispielsweise das Projekt in Bernried erfolgreich durchgeführt, dann werden allein durch dieses Projekt etwa 10% des Stromverbrauchs im Landkreis durch geothermisch erzeugten Strom bereitgestellt. Diese Chancen im Landkreis – es gibt in ganz Deutschland keine vergleichbar günstigen Voraussetzungen für Geothermienutzung wie im oberbayerischen Molassebecken – verdienen es, ausgelotet zu werden.

Heute gibt es im Landkreis ein Windrad mit etwa 1 GWh_e/a Stromerzeugung. Der bestehende Regionalplan in Kombination mit weiteren Ausschlusskriterien schränkt eine sinnvolle Windenergienutzung im Landkreis sehr stark ein, da fast jeder geeignete Standort auf einer Bergkuppe in einem Ausschlussgebiet liegt. Würden im Landkreis insgesamt 45 Windenergiekonverter mit jeweils 2 MW Leistung aufgestellt, so könnten damit ca. 135 GWh/a Strom erzeugt werden. Doch es ist heute nicht abschätzbar, wie groß die Akzeptanz hierfür sein wird und wie viele Anlagen tatsächlich realisiert werden. Prinzipiell stellt die Windenergienutzung jedoch eine Form der Stromerzeugung dar, die die täglichen und saisonalen Schwankungen der solaren Stromerzeugung ausgleichen kann. In jüngster Zeit gibt es Bestrebungen, entsprechende Vorranggebiete auszuweisen und den Regionalplan zu überarbeiten bzw. günstiger auszulegen.

Auch die Wasserkraftnutzung wird im Landkreis kontrovers diskutiert, sei es die Reaktivierung alter Anlagen oder der vorsichtige Bau neuer Kraftwerke. Wie auch immer



diese Diskussion entschieden wird, heute stellt die Wasserkraftnutzung durch die großen Laufwasserkraftwerke am Lech die Basis der regenerativen Stromerzeugung im Landkreis. Daher dürfte das Potenzial weitgehend ausgeschöpft sein, wiewohl im Einzelfall neue Anlagen lokal einen nennenswerten Beitrag zur Stromerzeugung liefern können.



Stromverbrauch im Jahr 2007, Einsparpotenzial und Möglichkeiten der regenerativen Stromerzeugung im Landkreis

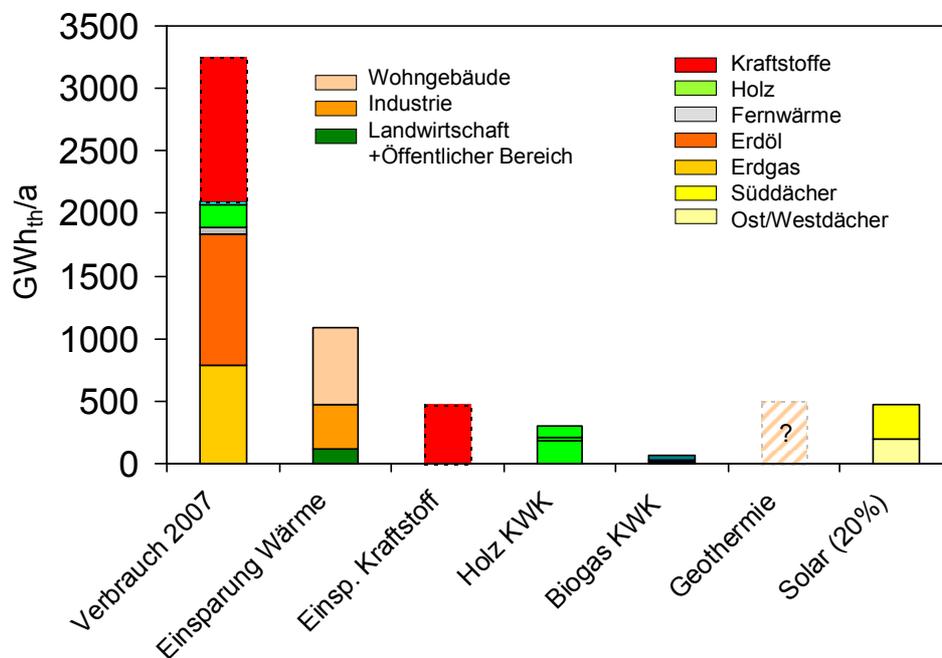
Das Potenzial zur regenerativen Stromerzeugung ist etwa doppelt so groß wie der heutige Stromverbrauch des Landkreises ohne Papierfabrik.

Im Gegensatz dazu ist das Potenzial zur regenerativen Wärmeerzeugung deutlich geringer. Insbesondere da der Verbrauch sehr hoch ist, wird es sehr schwer sein, diesen vollkommen mit regenerativer Energie bereitzustellen. Gerade deshalb aber kommt der Verbrauchsreduktion eine herausragende Bedeutung zu. Und im Gebäudebereich sind die Möglichkeiten, den Wärmebedarf zu reduzieren, enorm. Ab 2020 wird eine EU-Richtlinie vorschreiben, dass neue Gebäude fast ausschließlich in Nullenergiebauweise erstellt werden müssen.

Die folgende Abbildung beschreibt den Brennstoffverbrauch 2007 zur Wärmeerzeugung und den Kraftstoffverbrauch des Verkehrs, sowie die Einsparmöglichkeiten, wie sie in diesem Bericht aufgezeigt werden. Im rechten Bildbereich ist das Potenzial zur



Wärmeerzeugung mit Holz oder Biogas und Geothermie dargestellt. Hier gelten dieselben Einschränkungen wie oben bereits ausgeführt wurde. Der rechte Balken zeigt das Potenzial zur Solarwärmeerzeugung unter der Annahme, dass 20% der als geeignet errechneten Dachflächen für diesen Zweck genutzt würden. Rein theoretisch kann dieses Potenzial verfünffacht werden. Allerdings könnte dann kein Strom mit Solarenergie auf Gebäudedächern erzeugt werden. Darüber hinaus muss die Solarenergie für die Wintermonate gespeichert werden, wenn der Beitrag über die Warmwassererwärmung hinausgehen soll. Hier bietet sich über Solarsiedlungen mit einem Nahwärmenetz und großem saisonalen Speicher die Möglichkeit, 30 – 50% der Jahresheizenergie über Solarenergie bereitzustellen. Hierzu gibt es bereits einige Beispiele in Deutschland.



Wärme- und Kraftstoffverbrauch 2007, Einsparpotenzial und Möglichkeiten der regenerativen Wärmeerzeugung im Landkreis

Die Möglichkeiten zur Kraftstoffherzeugung beschränken sich auf alternative Nutzungen der hier dargestellten Potenziale. Würde man Biomasse zur Kraftstoffherzeugung nutzen, so würde sich das Potenzial mindestens halbieren, da die Aufbereitung zu einem Kraftstoff viel Energie benötigt. Alleine die direkte Nutzung von Ölpflanzen benötigt keine oder kaum Zusatzenergie. Jedoch ist deren Potenzial sehr begrenzt, so dass nur im Einzelfall und für Nischenanwendungen (z.B. landwirtschaftliche Fahrzeuge) ausreichende Möglichkeiten zur Versorgung bestehen.



Teil III: Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Im dritten Teil werden Maßnahmen vorgeschlagen, die geeignet sind, ein breiteres Bewusstsein für Energiethemen im Landkreis zu schaffen und den Energieverbrauch zu reduzieren. Im Folgenden wird eine Liste mit wenigen Themen zur ersten Umsetzung empfohlen. Diese enthält wesentliche Forderungen. Im Anhang werden alle vorgeschlagenen Maßnahmen kurz aufgelistet.

- Vorbereitung und Erwirkung eines Kreistagsbeschlusses und Einreichung eines Antrags zur Förderung der Begleitung der Umsetzungsmaßnahmen.
- Einrichtung der Stelle eines Energiemanagers. Die Vorbereitungen und der Aufbau können in der Anfangsphase von der Regionalmanagerin übernommen werden.
- Einführung eines Energiemanagements der landkreiseigenen Gebäude mit jährlicher Erstellung und Veröffentlichung eines kurzen Energieberichtes.
- Prüfung der Möglichkeiten, externes oder internes Energiecontracting und/oder einen Energieeinsparfonds in Kooperation mit Partnern (z. B. Sparkassen) einzuführen. Unter Umständen Prüfung der Gründung eines gemeinsamen Einsparfonds oder eines Contractingunternehmens gemeinsam mit Partnern.
- Umsetzung der investiven, aber kostenrentablen Sanierungsmaßnahmen an landkreiseigenen Gebäuden gemäß vorliegender Energiegutachten.
- Selbstverpflichtung des Landratsamtes, landkreiseigene Neubauten nur noch in Passivhaus- oder Plusenergiebauweise durchzuführen.
- Kooperation mit Kommunen und Unterstützung im Aufbau eines landkreisweiten kommunalen Energiemanagements aller öffentlichen Gebäude.
- Beratung der Kommunen bzgl. eines Energieleitbildes, einer gestärkten Verhandlungsposition zu anstehenden Neuverhandlungen der Konzessionsverträge und bzgl. der Möglichkeit und Vorteile/Nachteile der Netzübernahme sowie Gründung von Gemeindewerken mit Mehrheitsbeteiligung.
- Einrichtung eines umfassenden Internetauftrittes innerhalb der Seiten des Landratsamtes mit Informationen zu allen Angeboten des Landkreises zu Energie- und Mobilitätsthemen sowie Informationen zur Umsetzung.
- Durchführung von themenspezifischen Branchentreffen. Inhalte sollten sein: Veränderungen der externen Randbedingungen und Rückwirkungen auf die Unternehmen (insbesondere Kfz-Zulieferindustrie), Förderprogramme zum Austausch alter und Einsatz effizienter Kältetechnik (Lebensmitteleinzelhandel, Bäckereien, Metzgereien, Apotheken, Gaststätten, Hotels), einfache Checks der Effizienz der Drucklufterzeugung und Möglichkeiten der Optimierung (Kfz-Werkstätten, Produktionsbetriebe mit Druckluftanlagen).



- Initiierung und Moderation eines Arbeitskreises zur besseren Verzahnung der Fahrpläne des ÖPNV.
- Kooperation mit der Stadt Weilheim bzgl. des Mobilitätskompasses und Ausweitung auf den gesamten Landkreis inklusive eines Internetauftrittes und Berücksichtigung von Informationen für gehbehinderte Mitbürger.
- Einführung eines Erstberatungsangebots für neue Bewohner wie im Text beschrieben und Energieberatung für sozial Schwächergestellte.
- Unterstützung von Klimapartnerschaften zwischen Schulen im Landkreis und externen Schulen aus weniger entwickelten Staaten inklusive der Arbeit an einem gemeinsamen Thema wie z. B. einer PV- oder Solaranlage mit Erfahrungsaustausch.
- Einrichtung eines Arbeitskreises zur Prüfung der Gründung einer Energieagentur und Auswahl eines geeigneten Gebäudes mit Prüfung der Fördermöglichkeiten.

Es gibt entsprechende staatliche und länderspezifische Förderprogramme, die einen Teil der Kosten zur Umsetzung der Maßnahmen abdecken können. Insbesondere die Umsetzungsbegleitung wird mit bis zu 80% der Kosten, die Einführung eines Energiemanagements kommunaler Gebäude bis zu 30.000 € je Kommune gefördert. Daher sollten diese Maßnahmen zügig beantragt werden.

Nächste Schritte zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes

Ausarbeitung eines Entwurfs für den Kreistagsbeschluss zur Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen. Dieser Entwurf könnte

- in einer Präambel die Ausgangslage beschreiben,
- in einem Sachteil kurz die wichtigsten Tabellen für den Energieverbrauch und die Emissionen des Landkreises beschreiben,
- in einem Appell qualitativ die notwendigen Maßnahmen skizzieren,
- in einem ersten Beschlussteil alle zur sofortigen Umsetzung zu ergreifenden Maßnahmen explizit festhalten,
- in einem weiteren Beschlussteil die zur Prüfung ihrer Machbarkeit zu ergreifenden Schritte explizit festhalten und mit Stichdatum nach ausreichender Analyse und Prüfung zu einer Entscheidungsfindung vorlegen.

Dieser Beschluss dient als Basis für die Umsetzung. Hier sind folgende Schritte zügig vorzubereiten:

- Ausschreibung des Umsetzungskonzeptes
- Auswahl der Projektbegleitung



- Einreichung eines Förderantrages beim BMU (80% der Beratungskosten bis max. 70.000 Euro pro Jahr für max. 3 Jahre).

Einleitung

1 EINLEITUNG

Diese Arbeit will die Leitplanken der künftigen Energieversorgung im Landkreis Weilheim-Schongau aufzeigen. Um diesem Zweck gerecht zu werden, wurde die Arbeit in drei große Blöcke strukturiert.

- Teil I: Analyse und Beschreibung der Energieversorgung und der klimarelevanten Emissionen im Jahr 2007 mit einer Rückrechnung auf das Jahr 1990.
- Teil II: Analyse der Möglichkeiten, am Energieverbrauch einzusparen und die Restenergie möglichst mit regionaler erneuerbarer Energie bereitzustellen.
- Teil III: Vorschläge für erste Maßnahmen und Skizze eines Handlungskonzeptes.

Im ersten Kapitel werden noch einmal die externen und internen Randbedingungen aufgezeigt, die ein „weiter so wie bisher“ nicht zulassen werden. Die Veränderung der externen Randbedingungen wird die Verantwortlichen in Politik, Industrie und Gesellschaft zunehmend zwingen zu handeln. Je länger der Zeitraum ohne Handlungen verstreicht, umso stärker wird dieser Zwang werden und die Vielfalt der Optionen zunehmend einschränken, bis letztlich nur noch kurzfristiges Reagieren auf äußere Anlässe als einzige Optionsmöglichkeit verbleibt.

Es ist das Anliegen des ersten Kapitels, die Motivation für ein Handeln nochmals klarzustellen: Neben der fortschreitenden Klimaproblematik sind es ganz einfache ökonomische Zwänge, die durch die zurückgehende Verfügbarkeit an Primärenergieträgern entsprechende Reaktionen und Anpassungsprozesse erfordern. Glücklicherweise ziehen beide Kräfte – Klimaproblematik und Verknappung fossiler Energieträger – in dieselbe Richtung, nämlich auf den Umstieg von einer primär fossil geprägten auf eine zunehmend regenerative Energieversorgung.

Im Landkreis wurde mit der Einrichtung des Klimabeirates und mit der einstimmigen Beschlussfassung des Kreistages, bis zum Jahr 2020 die klimarelevanten Emissionen um mindestens 40% gegenüber 1990 reduzieren zu wollen, eine wichtige Grundlage geschaffen. Auf dieser Basis können und müssen weitere Beschlüsse zur Umsetzung dieser Zielsetzung gefasst werden.

Teil I dieses Klimaschutzkonzeptes beinhaltet eine umfassende Sammlung von Energieverbrauchsdaten, die weit über die übliche Datenerhebung in Klimaschutzkonzepten hinausreicht. Diese wurden aufbereitet und hochgerechnet. Im Ergebnis liegt eine gute Strukturierung des Energieverbrauchs im Landkreis vor, die als Basis für gruppenspezifische Anreize zur Verbrauchsreduktion betrachtet werden kann: Welche gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Akteure und Branchen haben welchen Anteil am Energieverbrauch? Wie ist die Verbrauchsstruktur? Welchen Anteil haben private Haushalte, welchen Anteil haben Liegenschaften der öffentlichen Hand? Welchen

Einleitung

Stellenwert haben die Emissionen der Landwirtschaft? Sind die Verkehrsemissionen dominierend? Welchen Einfluß hat die Gebäudestruktur auf die Emissionen und den Energieverbrauch der Wohngebäude?

Hier wird aber auch die Bereitstellung der Endenergie diskutiert, soweit es die verfügbare Datenbasis zulässt: Welchen Anteil haben erneuerbare Energien im Landkreis? Gibt es eine landkreisspezifische Dominanz bestimmter Energietechniken? Wie groß ist der Anteil der Biomasse? Wie groß ist die Abhängigkeit von Erdöl und Erdgas? Welche Bereiche sind besonders abhängig?

Nicht auf alle Fragen können belastbare Antworten gegeben werden. Insbesondere die Biomasse- und speziell die Holznutzung im Landkreis konnte nur in ihrem Beitrag zur Stromerzeugung belastbar erfasst werden, da hier entsprechende Statistiken vorliegen. Die Holznutzung zur Beheizung von Wohngebäuden musste anhand verfügbarer Teildaten geschätzt und hochgerechnet werden.

Einen Schwerpunkt der Beschreibung der heutigen Energieverbrauchsstrukturen bildeten Datenerhebungen. Es wurden alle Kommunen bezüglich des Energieverbrauchs ihrer Liegenschaften angefragt. Desweiteren wurden Landwirtschaft, Unternehmen und Gewerbetreibende und letztlich private Haushalte und Wohnbaugesellschaften nach ihrem Energieverbrauchsmuster befragt. Über diese Befragung wurden etwa 2000 Gebäudedaten ermittelt und mit ihrem Energieverbrauch erfasst.

Teil II der Analyse beschreibt die Möglichkeiten, Energie einzusparen und regenerativ erzeugten Strom und Wärme lokal bereitzustellen. Analysen zu den Einsparmöglichkeiten haben immer den Aspekt eines nicht überprüfbareren Szenarios. Neben den technischen Möglichkeiten müssten hier auch die Verbrauchsgewohnheiten der Nutzer und technisch neue Optionen und deren Marktakzeptanz vorweggenommen werden. Das ist nicht möglich. Dennoch kann aufgezeigt werden, in welchen Bereichen Einsparungen leichter erreichbar sind und wo dies eher schwierig sein wird, aber auch, welcher Beitrag hier erwartet werden kann.

Das Potenzial zur regenerativen Energieerzeugung im Landkreis wurde anhand statistischer Analysen errechnet. Da die Bereitstellung erneuerbarer Energie primär an die verfügbare Fläche gebunden ist, werden damit aber auch die Fläche und die Flächennutzung zu einem wichtigen Parameter. Eine Potenzialanalyse kann allerdings nur aufzeigen, welchen Beitrag man erreichen könnte, wenn die Fläche für die entsprechende Energietechnologie genutzt würde. Beispielsweise wurden seit dem Jahr 1990 mehr als acht Millionen m² landwirtschaftlicher Fläche zu Siedlungsfläche und mehr als 2 Millionen m² zu Straßenfläche umgewidmet. Hätte man beispielsweise nur die zusätzliche Straßenfläche als landwirtschaftliche Nutzfläche mit Überbauung durch Freiflächenphotovoltaikanlagen verwendet, so hätte damit rein rechnerisch fast die Hälfte des im Jahr 2007 verbrauchten Stroms im Landkreis erzeugt werden können. Bei dieser

Einleitung

Betrachtung ist der größte Energieverbraucher des Landkreises, die Papierfabrik in Schongau, außen vor gelassen, da ihr Bedarf die Möglichkeiten des Landkreises übersteigt. In der Detailanalyse wird sie aber berücksichtigt. Trotz aller Potenzialanalysen ist und bleibt es eine gesellschaftliche Entscheidung, welche Fläche wofür verwendet werden wird.

Abschließend wird in Teil II ein Szenario skizziert, welche Veränderungen in der Energieverbrauchs- und Erzeugungsstruktur bis 2020 notwendig sind, um das Landkreisziel „minus 40% klimarelevante Emissionen bis 2020“ zu erreichen. Diese Skizze beinhaltet auch eine grobe Abschätzung der Investitionsaufwendungen und der damit verbundenen Arbeitsplatzeffekte. Allerdings dürfen die errechneten Zahlen nicht zu wörtlich gesehen werden. Sie geben einen Anhaltspunkt und zeigen die Dimension der Veränderung, die möglich und nötig ist, sowie deren Konsequenzen. Eine detaillierte Rechnung kann dies aber nicht ersetzen.

Teil III der Analyse beschreibt Handlungsmöglichkeiten und Schritte, die notwendig erscheinen auf dem Weg, das Emissionsreduktionsziel umzusetzen. Letztlich verbleibt bis zum Jahr 2020 nicht sehr viel Zeit. Selbst die Internationale Energieagentur schreibt in ihren beiden aktuellsten Analysen zur künftigen Energieverbrauchsstruktur: „Bei aller Unsicherheit von Prognosen kann man in einem sicher sein: Im Jahr 2030 wird die Energieversorgung vollkommen anders aussehen als heute.“ [WEO 2008] und „Die Probleme und Herausforderungen in der Energieversorgungsstruktur sind viel größer als die meisten Menschen ahnen!“ [WEO 2009]

Diese warnenden Worte sollte man sehr ernst nehmen: Es bleibt nicht viel Zeit, Veränderungen stehen an und sind auch notwendig. Vermutlich werden diese Strukturveränderungen auch von wirtschaftlichen Verwerfungen begleitet werden. Derjenige, der sich diesen Problemen frühzeitig stellt und seine Planungen auf diesen Zeitraum ausrichtet, wird diese Übergangsphase wesentlich erfolgreicher überstehen als derjenige, der sich einer Problemanalyse verweigert. Dies gilt für Einzelpersonen genauso wie für Unternehmen und für die politischen Akteure.

Eine Analyse, die sich mit anstehenden Änderungen befasst, wäre unvollständig, würde sie nicht auch zurückblicken und ein Bewusstsein für Veränderungen der Vergangenheit schaffen. Daher wird in der Analyse auch kurz reflektiert, wie sich der Landkreis in seiner spezifischen Lage in der Vergangenheit entwickelte und was die treibenden Kräfte für diese Entwicklungen waren. Jede Veränderung äußerer Randbedingungen hatte auch weitreichende Veränderungen der internen Strukturen des Landkreises zur Folge.

Möge diese Analyse dazu beitragen, das Problembewusstsein im Landkreis zu schärfen, die positiven Aspekte und Potenziale zu erkennen und zum Nutzen seiner Bewohner aufzugreifen und umzusetzen!

2 MOTIVATION

Könnte die heutige vor allem auf der Nutzung fossiler Energieträger basierende Energieversorgung problemlos noch für lange Zeit so fortgeführt werden, würde sich kein Mensch große Gedanken um einen Umstieg auf andere Energiequellen machen.

Tatsächlich aber sind mit der heutigen Energieversorgung weit reichende Probleme verbunden, die immer dringender einen Umstieg auf andere Techniken verlangen. Das sind einerseits der voranschreitende Klimawandel – der wesentlich durch das Verbrennen fossiler Energieträger angetrieben wird – und andererseits die zunehmende Verknappung der verbleibenden fossilen Energiereserven, die bereits zu einem Preisanstieg geführt haben und dies weiterhin tun werden.

Beides zusammen zwingt uns zunehmend, die Versorgungsbasis umzustellen. Dabei handelt es sich letztlich um einen durch die Tatsachen erzwungenen Umstieg. Nur wenn dieser Umstieg vorausschauend erfolgt, solange noch Handlungsspielraum besteht, kann eine vernünftige Energieplanung diesen Umstieg mitgestalten. Wenn damit gewartet wird, bis ihn die Umstände erzwingen, muss damit gerechnet werden, dass dieser Umschwung von starken wirtschaftlichen und sozialen Verwerfungen begleitet werden wird. Und genau diesen Handlungsspielraum auszunutzen und zu gestalten, ist Motivation für die Analyse und Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes.

Daher ist es zunächst wichtig, die Gründe besser zu verstehen, die ein „weiter so“ nicht mehr lange erlauben. Damit befasst sich dieses Kapitel.

2.1 Klima

Über den durch den Menschen verursachten Klimawandel ist schon viel geschrieben worden und man kann sich fast täglich über die Medien oder das Internet dazu informieren. Tatsächlich verlief der erwartete Temperaturanstieg bisher selbst für die Fachwissenschaft überraschend schnell – schneller als die Klimamodellrechnungen vorhergesagt hatten. Dies hat bereits heute weit reichende irreversible Folgen, die in den kommenden Jahren zunehmen werden. Es geht schon längst nicht mehr darum, diesen Klimawandel zu verhindern – dieses Zeitfenster haben wir bereits verpasst –, sondern ihn in seiner Änderung und Auswirkung zu begrenzen.

Eine wesentliche Forderung der Klimawissenschaftler lautet, den Temperaturanstieg bis zum Ende dieses Jahrhunderts auf höchstens 2 – 3 °C zu begrenzen. Das wiederum beinhaltet die Forderung, bis zur Mitte dieses Jahrhunderts die relevanten Treibhausgasemissionen um mindestens 50 Prozent gegenüber dem Wert von 1990 zu reduzieren. Aufgrund der bisher schneller als erwartet fortschreitenden Erwärmung wird diese Forderung zunehmend schärfer; die Emissionen sollten daher bis 2050 besser um 80 Prozent oder noch mehr reduziert werden.

Motivation

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich auf diesem Weg das Zwischenziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 die Emissionen um 40% gegenüber dem Wert von 1990 zu reduzieren.

Abbildung 2-1 zeigt das bisher Erreichte. Die Treibhausgasemissionen pro Einwohner wurden in Deutschland gegenüber 1990 bisher um 23% reduziert. Bezogen auf Bayern fiel die Reduktion bescheidener aus; nur etwa 13% konnten bisher gegenüber 1990 eingespart werden.

Motivation - Klimawandel

- Klimawandel

Erkenntnis: bei Temperaturänderung $> 0,1 - 0,2^\circ$ pro Jahrzehnt können irreversible Kippeffekte ausgelöst werden

Forderung: Weltweite Treibhausgasemissionen bis 2050 mindestens um 50% gegenüber 1990 reduzieren

=> Industrieländer müssen mindestens um 80% reduzieren

- Treibhausgasemissionen Deutschland und Bayern

Emissionen (t „CO₂“/Einwohner/a)

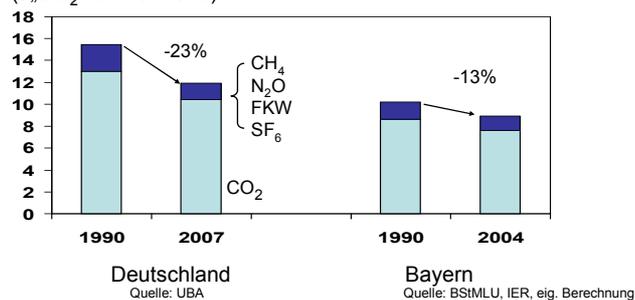


Abbildung 2-1 Die Treibhausgasemissionen (THG) je Einwohner sind seit 1990 in Deutschland um 23% und in Bayern um 13% zurückgegangen.

Abbildung 2-2 zeigt die Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland seit dem Basisjahr 1990. Von 1232 Mio. Tonnen im Jahr 1990 gingen sie auf 957 Mio. Tonnen im Jahr 2007 zurück [UBA 2009]. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der größte Teil der Reduktion in den ersten Jahren nach 1990 stattfand. Dies ist vor allem auf den Zusammenbruch der Wirtschaft in den neuen Bundesländern nach der Wiedervereinigung zurückzuführen. Insgesamt wurden die Emissionen bisher etwa um 20% reduziert. Bedingt durch den wirtschaftlichen Einbruch zeigt das Jahr 2009 nochmals niedrigere Emissionen, die vermutlich wieder steigen werden, wenn die wirtschaftliche Aktivität zunimmt. Somit lautet die Aufgabe, innerhalb der kommenden zehn Jahre die Emissionen fast so stark zu reduzieren wie in den vergangenen 20 Jahren.

In Bayern nahm die Bevölkerung seit der Wiedervereinigung zu. Dies bedingt, dass trotz reduzierter Emissionen pro Einwohner die Gesamtemissionen seit 1990 nicht gesunken

Motivation

sind. Es bedarf enormer Anstrengungen, diese Emissionen innerhalb der kommenden 10 Jahre um 40 Prozent zu reduzieren.

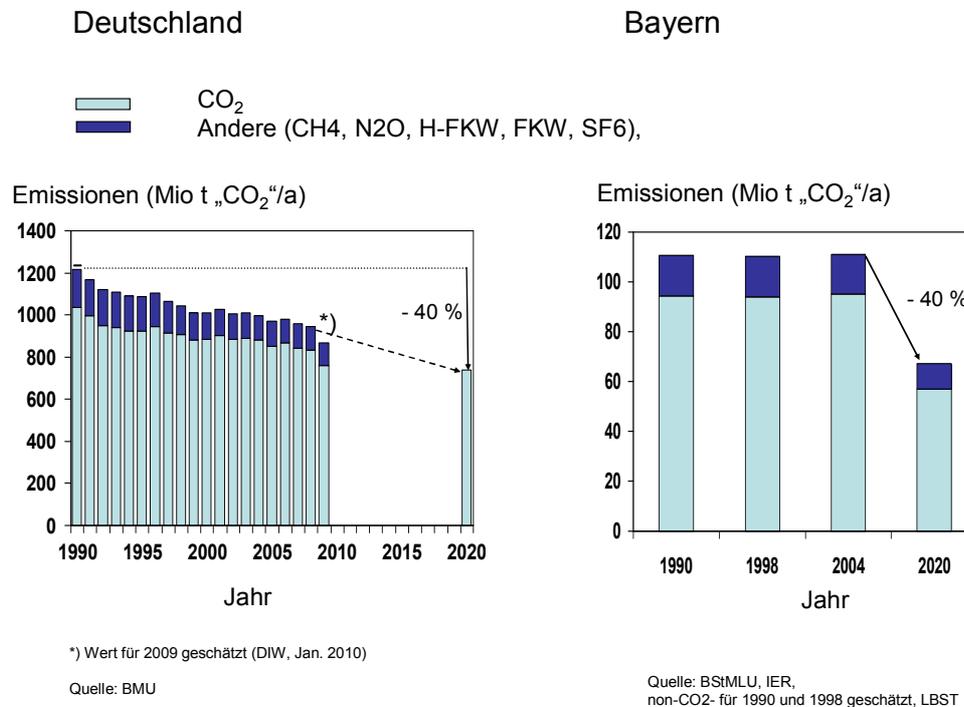


Abbildung 2-2: Die absoluten Treibhausgasemissionen sind in Deutschland seit 1990 um 23% zurückgegangen, in Bayern sind sie annähernd konstant geblieben. Die deutsche Politik hat sich verpflichtet, bis zum Jahr 2020 die Emissionen in Deutschland um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren.

Seit den ersten intensiven Diskussionen um Klimapolitik in Deutschland hat sich in den vergangenen 20 Jahren einiges geändert. Die Vorschriften für energieeffiziente Neubauten wurden deutlich verschärft. Heute benötigt ein Gebäude höchstens halb so viel Heizenergie wie vor 20 Jahren, gute Neubauten brauchen sogar weniger als ein Viertel der damals benötigten Energie.

Elektrogeräte im Haushalt und in der Industrie sind deutlich effizienter als vor 20 Jahren. Allerdings wurde im privaten Bereich dieser Effizienzvorteil dadurch aufgebraucht, dass wir heute mehr stromverbrauchende Elektrogeräte als vor 20 Jahren besitzen, wie man z. B. an der Vermehrung der Heimcomputer, der Computerspiele, Musikanlagen oder großer Flachbildschirme sehen kann. Neue Anwendungen wie elektrische Terrassenbeheizungen oder Elektrogrills und jüngst kleine Beschneigungsanlagen für den Privat- oder Hotelgarten deuten bereits an, wie schwierig Effizienzsteigerungen auch in eine Senkung des

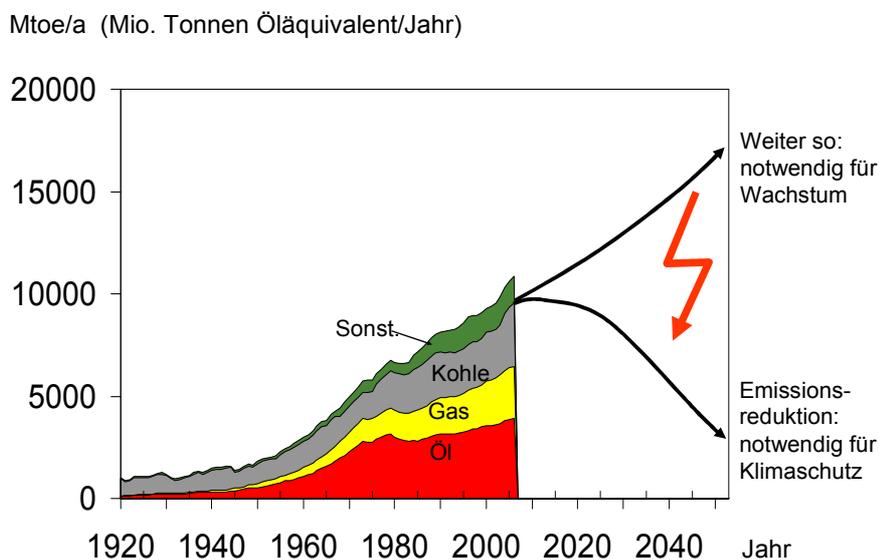
Motivation

Gesamtverbrauchs umzusetzen sind. Neben der Substitution von alten durch neue Techniken bedarf es auch einer Begrenzung der Bedürfnisse nach immer vielfältiger werdenden Anwendungsmöglichkeiten neuer Technologien.

Vor allem im Verkehrsbereich zeigte sich, dass trotz reduziertem spezifischem Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge gegenüber 1990 der Gesamtverbrauch und damit die Emissionen weiterhin angestiegen sind.

Dieses Dilemma der Klimapolitik – einerseits wird die Technologie immer besser, andererseits wird dadurch kaum der Gesamtverbrauch reduziert – liegt vor allem in dem widersprüchlichen Charakter der Zielsetzungen: Einerseits fordern wir umweltschonendes Verhalten, andererseits aber ist umweltschädliches Verhalten kurzfristig attraktiver, weil wirtschaftliches Wachstum weitgehend auf Mengenwachstum von energieverbrauchenden Produkten beruht, aber auch weil der steigende Konsum neuer Produkte auch in neuen Anwendungsbereichen wirtschaftspolitisch erwünscht ist und durchaus mit den Bedürfnissen vieler Menschen einhergeht.

Vor dem Hintergrund ist es naiv anzunehmen, dass klimapolitische Ziele nur durch freiwillige Beschränkungen und Verzichtserklärungen in der Masse erreichbar wären. Dieses Dilemma ist in Abbildung 2-3 skizziert.



Datenquelle: BP Statistical Review of World Energy

Abbildung 2-3: Der Weltenergieverbrauch zeigt das Dilemma der Klimapolitik: Aus umweltpolitischen Gründen sollen die Emissionen weltweit bis 2050 gegenüber 1990 nach neueren Erkenntnissen um fast 80 Prozent reduziert werden, aus wirtschaftspolitischen Gründen aber wollen wir ein weiteres Wachstum der bislang billigen (fossilen) Energiequellen.

Motivation

Dieses Dilemma wird sich vermutlich erst auflösen lassen, wenn die wirtschaftlichen und monetären Anreize mit klimapolitischen Zielsetzungen konform gehen und gesellschaftliche Leitbilder direkt oder indirekt nicht mehr mit ungezügelter Energieverbrauch assoziiert werden.

Ein Versuch, diesen Einklang zu erreichen, bestünde in der Besteuerung des Energieverbrauchs oder in der Beaufschlagung fossiler Energieträger mit Emissionszertifikaten.

Doch dieser Weg ist mühsam und langsam, da oft genug die unterschiedlichsten Interessengruppen versuchen, bei der Politik entsprechende Ausnahmen für ihren Bereich durchzusetzen. Er bedarf eines ethisch-moralischen Konsenses aller Akteure.

Die Randbedingung „Energie ist billig und reichlich verfügbar“ war der Antrieb für die zunehmende Substitution von menschlicher Arbeitskraft durch fossilen Energieeinsatz.

Sie prägte und prägt bis heute die Innovations- und Rationalisierungsbestrebungen der Industrie. So entspricht beispielsweise der Energieinhalt von 1 Liter Erdöl der menschlichen Arbeitskraft von 100 Stunden oder 2 ½ Wochen. Angesichts dieser Relation ist Erdöl auch heute noch mit 50 – 100 ct/Liter wesentlich billiger. In den vergangenen Jahren ist eine deutlicher werdende Begleiterscheinung des Substitutionsprozesses von menschlicher Arbeit durch mit Fremdenergie angetriebene Maschinen auch die steigende Arbeitslosigkeit, da freigesetzte Arbeitskräfte bei fehlendem Wirtschaftswachstum nicht schnell genug wieder in den Arbeitsprozess eingegliedert werden können.

Unabhängig von den Klimaschutzbestrebungen ist genau diese Randbedingung ins Wanken gekommen. Wenn fossile Energieträger und daraus produzierter Strom teuer werden, dann unterstützt dies die Bemühungen einer Umgestaltung der Energieversorgung. Daher wird im folgenden Abschnitt kurz reflektiert, warum seit einigen Jahren ein struktureller und weitreichender Wandel im Gange ist, der in der Öffentlichkeit durch steigende Energiepreise wahrgenommen wird, und warum sich dieser Wandel sehr schnell beschleunigen wird.

2.2 Verfügbarkeit fossiler Energieträger

Abbildung 2-4 zeigt die Entwicklung des Rohölpreises als wichtige Kenngröße über die vergangenen 50 Jahre. In den Jahren 1973 und 1979 erfolgten die großen Preissprünge, die auf Verknappungsängste (OPEC-Embargo und Sturz des Schahs in Persien mit nachfolgenden Machthabern, die den Industriestaaten eher neutral bis ablehnend gegenüberstanden) zurückzuführen waren.

Dass diese Situationen damals solche Auswirkungen auf die Preise hatten, hat vor allem zwei Gründe:

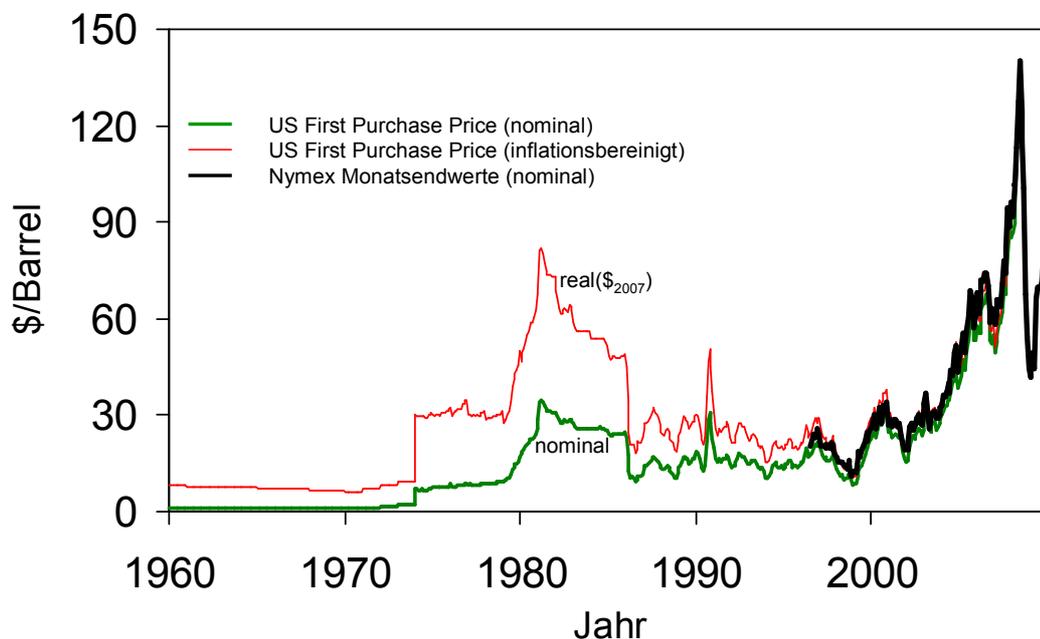
1. Die USA, bis dahin weltgrößtes Ölförder- und Ölverbrauchsland, hatten im Jahr 1970 das Maximum der heimischen Ölförderung erreicht. Seit dieser Zeit geht dort die

Motivation

Ölförderung wieder zurück und liegt heute auf dem Niveau wie letztmals in den 1930er Jahren. Ab diesem Zeitpunkt konnten die USA einen drohenden Engpass der Ölimporte nicht mehr durch verstärkte heimische Förderung ausgleichen.

- Parallel dazu wurden die bereits seit längerem bekannten Regionen in Alaska und in der europäischen Nordsee erschlossen. Dieses Öl ist wesentlich teurer in der Erschließung als die alten Ölfelder der USA, weshalb die gestiegenen Preise Voraussetzung für deren Erschließung waren.

Auch wenn der Ölpreis bald wieder fiel, so blieb er dennoch mehr als doppelt so hoch wie vor 1973. Der erste Golfkrieg im Jahr 1991 zeigte einen kurzzeitigen Preisanstieg.



Quelle: Die Monatswerte des „US First Purchase Price“ wurde den Internetseiten des US DoE entnommen. Die Daten vor 1974 wurden durch Anpassung der Datensätze für 1974 aus BP Statistical Review of World Energy errechnet. Die näherungsweise Umrechnung in reale Preise erfolgte durch die LBST anhand von jährlichen US-Inflationsraten aus <http://inflationdata.com>. Die Nymex Monatsendwerte wurden http://futures.tradingcharts.com/chart/CO/MI/?saveprefs=t&xshowdata=t&xcharttype=b&xhide_specs=f&xhide_analysis=f&xhide_survey=t&xhide_news=f entnommen.

Abbildung 2-4: Der Ölpreis ist seit dem Jahr 2000 deutlich gestiegen. Dieser Anstieg wurde nur durch die Rezession gebremst. Sobald die Wirtschaft wieder wachsen und mehr Öl verbrauchen wird, werden auch die Preise wieder steigen.

Im Jahr 1999 erreichte der Ölpreis wieder einen Tiefstand, getrieben durch die weltweite Wirtschaftskrise. In dieser Zeit fanden viele Firmenzusammenschlüsse von Ölfirmen statt (BP mit Amoco und Arco, Exxon mit Mobil zu ExxonMobil, Total mit Fina und Elf, Chevron mit Texaco, Conoco und Phillips etc.). Diese Zusammenschlüsse läuteten eine neue Phase

Motivation

der Ölförderung ein. Sie wurden notwendig, da die neuen Funde zurückgingen und es immer schwieriger und teurer wurde, neues Erdöl zu explorieren und zu fördern.

In der Folge stiegen seit dem Jahr 2000 die Erdölpreise in immer kürzeren Abständen an – von 10 Dollar pro Fass Erdöl im Dezember 1998 bis auf über 140 Dollar pro Fass im Juli 2008. Der folgende Zusammenbruch der Wirtschaft führte zu einem deutlichen Einbruch der Ölnachfrage und entsprechend wieder zu niedrigeren Preisen, obwohl diese während der Rezessionsphase mit 50-70 Dollar pro Fass immer noch deutlich höher lagen als während der Phase wirtschaftlichen Wachstums drei Jahre zuvor.

Eine wesentliche Ursache dieser Preissteigerungen waren die schwieriger werdenden Förderbedingungen, wie man in Abbildung 2-5 interpretieren kann.

Die Grafik ordnet die Ölförderung der einzelnen Staaten in der Reihenfolge des Überschreitens des jeweiligen regionalen Fördermaximums. Jede Ölfirma sortiert die bekannten Ölfelder hinsichtlich ihrer Qualität und ökonomischen Eigenschaften. Die lukrativsten Felder werden zuerst erschlossen. Erst wenn diese zur Neige gehen oder die Nachfrage wächst, werden sukzessive die weniger attraktiven Felder erschlossen. Dieser stetige Wechsel von leichter zu schwieriger werdender Ölförderung ist die Ursache für einen steigenden Gesamtaufwand zur Aufrechterhaltung der Förderung. Sobald nicht mehr schnell genug ausreichend große Ölfelder erschlossen werden können, geht die Ölförderung der entsprechenden Region in den unvermeidlichen Förderrückgang.

In Deutschland geht die Ölförderung seit 1968 zurück. Global bedeutend war aber erst das Überschreiten des Fördermaximums der USA im Jahr 1970, wie oben bereits angesprochen. In Indonesien – bis vor wenigen Jahren OPEC-Mitglied – geht die Förderung seit 1977 zurück. Seit wenigen Jahren liegt sie unter dem Bedarf von Indonesien, so dass dieses vom Ölexport- zum Ölimportstaat wurde. Im Jahr 1999 erreichten Großbritannien und kurz darauf im Jahr 2001 Norwegen das Fördermaximum. Die Förderung dort geht so schnell zurück, dass England bereits wenige Jahre später Erdöl importieren musste. Seit dem Jahr 2001 geht im Oman, seit 2004 auch in Dänemark und Mexiko die Förderung zurück. Im Jahr 2005 folgte Nigeria. 2007 konnte Russland trotz großer Investitionen und steigender Nachfrage die Förderung nicht mehr erhöhen – sie ging um 1 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurück. Aufgrund der gestiegenen Ölpreise profitieren die Ölexportstaaten von diesem Wandel. Das wiederum führt zu steigendem Ölverbrauch im eigenen Land – so konnte Russland 2007 zwei bis drei Prozent weniger Öl exportieren als im Vorjahr.

Die weitere Entwicklung der Ölförderung dieser Staaten ist weitgehend vorgegeben und kann recht genau vorhergesehen werden. Bis zum Jahr 2015 werden sie etwa 20 – 25 Prozent weniger Öl fördern als im Jahr 2007. Um dieses Defizit auszugleichen, müssen die restlichen Staaten ihre Förderung deutlich ausweiten. Doch auch dort sind die meisten Ölfelder bereits lange bekannt, neue Felder werden immer seltener entdeckt, zudem sind

Motivation

sie meistens kleiner als früher. Die eingehende Analyse zeigt, dass vor allem die Staaten im Mittleren Osten (Saudi-Arabien, Qatar, Abu Dhabi, Kuwait, Irak, Iran) ihre Förderung deutlich ausweiten müssten. Heute wird von der Fachwelt sehr bezweifelt, dass dies überhaupt noch möglich ist. Doch selbst wenn dort die Förderung noch um einige Prozent ausgeweitet werden könnte, würde wegen des Förderrückgangs in den anderen Regionen die weltweite Förderung deutlich zurückgehen.

Vermutlich hat die weltweite Erdölförderung im Jahr 2008 ihren Höhepunkt überschritten.

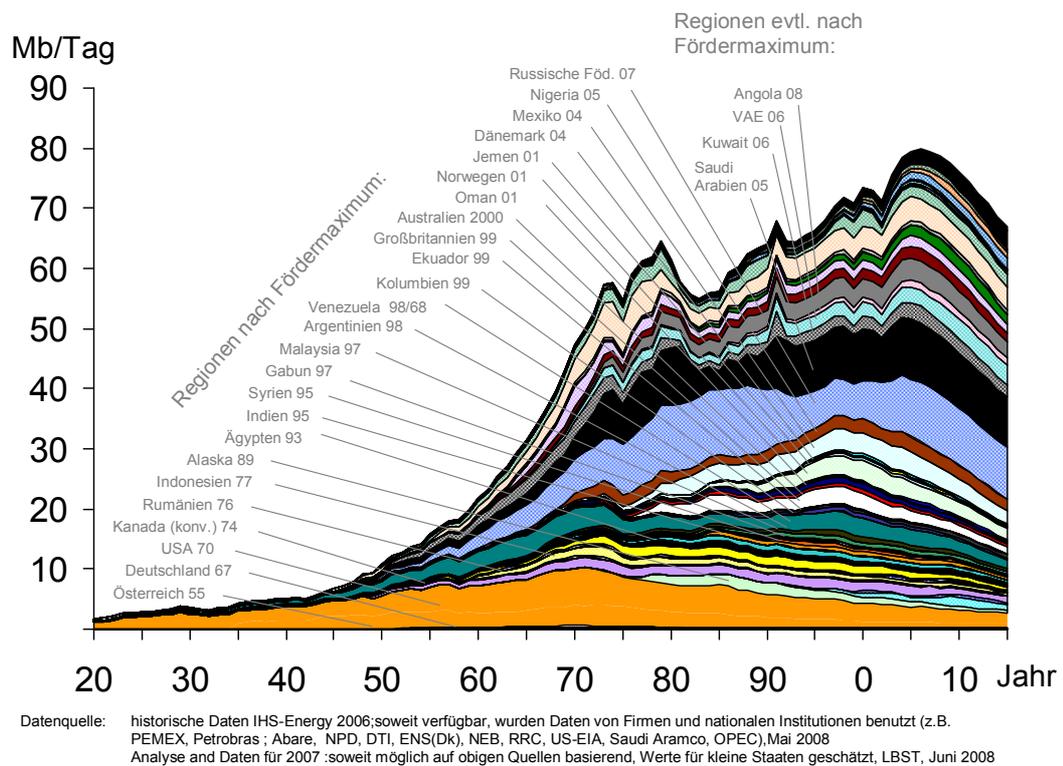


Abbildung 2-5: Die Grafik zeigt den Beitrag jedes Landes zur Ölförderung. Die Länder sind nach dem Zeitpunkt des Überschreitens des Fördermaximums geordnet. Die weltweite Erdölförderung hat im Jahr 2008 vermutlich den Höhepunkt überschritten. [EWG 2008]

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Erdölpreise wieder deutlich steigen werden, sobald die Weltwirtschaft sich erholt hat und wieder mehr Erdöl verbrauchen möchte. Inzwischen warnt die Internationale Energieagentur mit Sitz in Paris in immer deutlicheren Worten.

„Wir sollten das Erdöl verlassen, bevor das Erdöl uns verlässt!“, wurde vor einem Jahr Fatih Birol, der Chefökonom der IEA, zitiert. Im jüngsten Bericht zur Weltenergieversorgung heißt es in der Zusammenfassung: „Die Probleme der weltweiten

Motivation

Energieversorgung sind enorm, sie sind viel größer als die meisten Menschen erkennen.“[WEO 2009]

Die Wahrscheinlichkeit, dass im Jahr 2020 wesentlich weniger Erdöl als heute in Deutschland verfügbar sein wird und dieses sehr teuer eingekauft werden muss, ist sehr hoch – viel größer als die umgekehrte Hoffnung, dass es in zehn Jahren billiger als heute und reichlicher verfügbar sein wird.

Aber auch für andere fossile Energieträger zeichnen sich Erschöpfungstendenzen ab. Dem ökonomischen Prinzip „Das Leichte und Profitable zuerst“ folgend wurden auch hier zuerst die leicht erschließbaren großen Erdgasfelder oder Kohleminen erschlossen. Auch hier hat beispielsweise Großbritannien den Förderhöhepunkt schon längst überschritten, bei Kohle um das Jahr 1920 und bei Erdgas im Jahr 1999. Heute muss England Erdgas importieren.

Abbildung 2-6 zeigt die Entwicklung der Gasverfügbarkeit in Europa. Die Gasförderung in Europa geht seit etwa 5 Jahren zurück, sie wurde vor allem durch schnell steigende Schiffsimporte von verflüssigtem Erdgas aus Nordafrika, dem Mittleren Osten oder anderen Staaten ausgeglichen. Die Importe über Ferngasleitungen aus Nordafrika oder Russland reichten dazu nicht aus.

Auch hier zeigt eine eingehende Analyse, dass die derzeitigen und zu erwartenden Fördermöglichkeiten in Russland oder anderen Staaten wahrscheinlich nicht ausreichen werden, um den Gasverbrauch in Europa lange auf dem heutigen Niveau zu sichern. Auch hier muss erwartet werden, dass im Jahr 2020 weniger Erdgas in Europa verfügbar ist als heute. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist jedenfalls wesentlich höher als die Hoffnung darauf, dass der heutige Verbrauch von Erdgas noch über Jahrzehnte aufrechterhalten werden kann.

Motivation

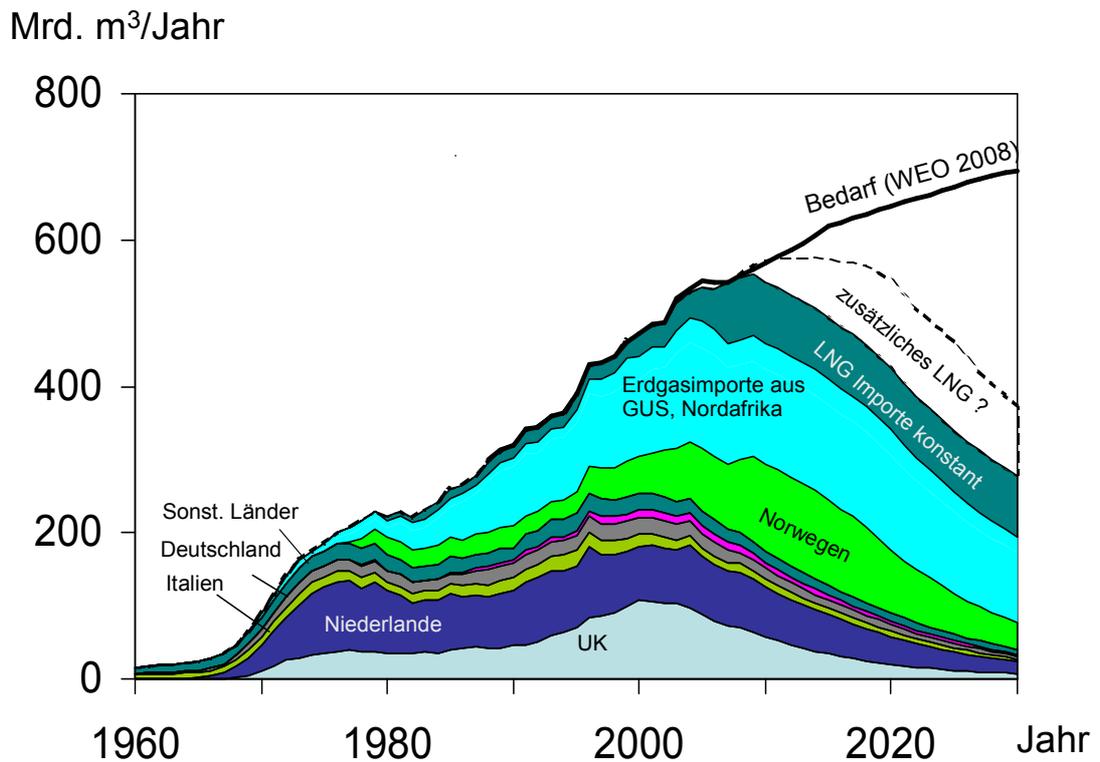


Abbildung 2-6: Die Grafik zeigt die Gasversorgung in Europa. Eingezeichnet sind der Beitrag der europäischen Staaten zur Gasförderung sowie der Beitrag des über Gasleitungen und als verflüssigtes Erdgas über Schiffe importierten Gases. Sollten die Importe nicht deutlich ausgeweitet werden, so wird Europa in 20 Jahren nur noch halb so viel Gas zur Verfügung stehen wie heute.

Sicher scheint, dass das bei Erdöl und Erdgas entstehende Defizit nicht in vollem Umfang durch den erhöhten Beitrag von Kohle ausgeglichen werden kann. So deutet sich z. B. an, dass in den USA, dem Staat mit den weltweit größten Kohlereserven, die Qualität der Kohle immer schlechter wird und seit dem Jahr 2000 die Produktivität der Erschließung nachlässt. Vor dem Jahr 2000 wurde sie von Jahr zu Jahr günstiger, seitdem geht sie Jahr für Jahr zurück. Abgesehen davon zwingt uns auch die Klimaproblematik zunehmend, die verbleibenden Kohlevorräte im Boden zu belassen.

2.3 Verfügbarkeit erneuerbarer Energien

Die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien sind groß, auch wenn dies viele Jahre umstritten war.

Heute besteht weitgehender Konsens darüber, dass eine vollständig auf erneuerbaren Energien aufgebaute Energieversorgung machbar, wünschenswert und langfristig auch bezahlbar ist.

Allerdings hat eine Energieversorgungsstruktur, die weitgehend auf erneuerbaren Energien beruht, andere Eigenschaften als eine auf fossilen Energieträgern basierende Energieversorgung. Die wichtigste Eigenschaft der fossilen Energieträger war und ist die Möglichkeit, sie zu lagern, zu transportieren und damit Energie zu speichern. Erst bei Bedarf wird die Energie bereitgestellt.

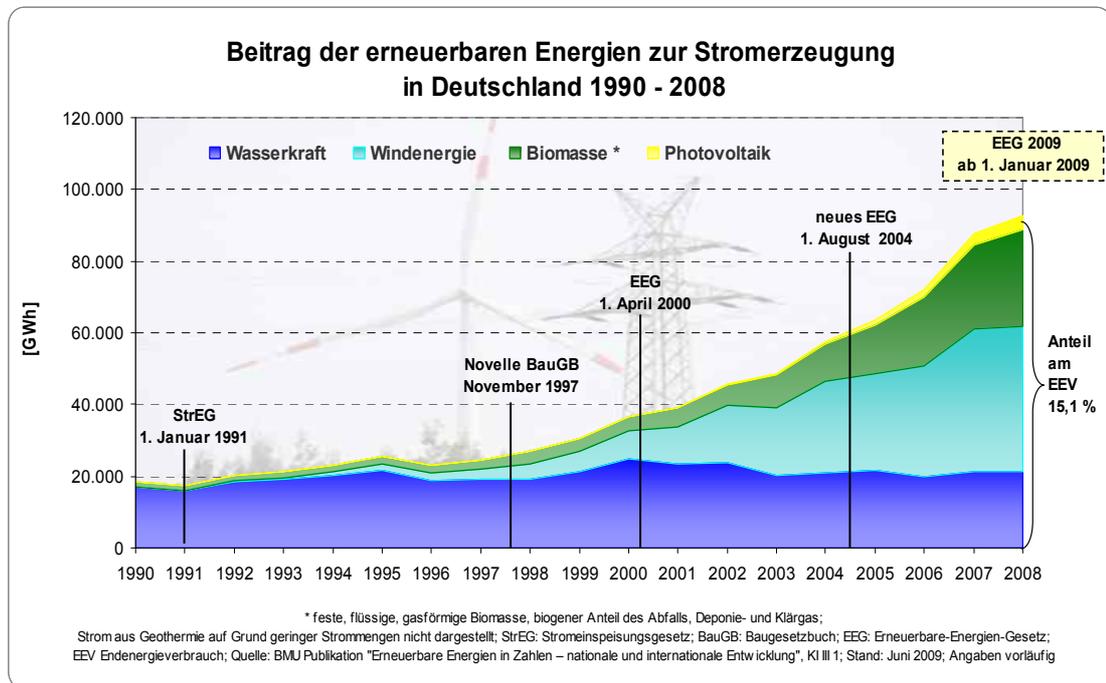
Das kann z. B. an einer Tankstelle sein, wo ein großer Benzinspeicher im Boden liegt, das kann am Fahrzeug der Benzintank sein, oder aber der Öltank im Heizungskeller, den man im Sommer auffüllt, um im Winter genügend Wärme erzeugen zu können. Mit Erdgas funktioniert das im Prinzip ähnlich, wenn auch im Detail durchaus unterschiedlich.

Die Nutzung erneuerbarer Energien besteht im Wesentlichen aus der Nutzung von Sonnenenergie zur Erzeugung von Strom oder Wärme, von Wind- oder Wasserkraft zur Erzeugung von Strom, von Biomasse zur Erzeugung von Strom und Wärme oder aber von Erdwärme.

Die Nachfrage und die Erzeugung von Strom müssen immer im Einklang sein, sonst fallen Stromspannung oder Stromfrequenz aus dem erlaubten Rahmen und Stromausfälle können drohen. Daher muss eine vollständig auf erneuerbarer Energie basierende Stromversorgung über ausreichende Speichermöglichkeiten verfügen. Die Möglichkeiten, Strom zu speichern, sind heute noch sehr begrenzt. Mittel- und langfristig stellt dies die größte Herausforderung dar. Weil Sonne und Wind zwar berechenbar, aber stark schwankend Energie liefern, ist ein Umbau der Energieversorgungsstrukturen notwendig. Dieser Umbau ist dann am wirtschaftlichsten, wenn er stetig durch Ersatz alter Leitungen oder Regelungseinheiten erfolgt und dem steigenden Anteil der erneuerbaren Energieerzeugung folgend Netzstrukturen, Speichermöglichkeiten und Anpassungen über die Nachfrage ausgebaut werden.

Beispielsweise hat sich der Anteil der Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien seit 1990 deutlich erhöht (siehe Abbildung 2-7). Im Jahr 1991 führte das erste Strom-einspeisegesetz in Deutschland dazu, dass die Einspeisung von Strom aus Windkraftwerken wirtschaftlich wurde und sich ein stabiler Markt entwickelte. Die dadurch entstandene Planungssicherheit wiederum erlaubte den Herstellern der Anlagen den Einstieg in die großtechnische Produktion mit der Folge sinkender Herstellungskosten.

Motivation



Quelle: BMU 2009

Abbildung 2-7: Der Anteil der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung ist in Deutschland seit 1990 von 20 TWh auf über 90 TWh bzw. 15% im Jahr 2008 angestiegen. Bis zum Jahr 2020 sollen mindestens 20% des Stromes aus erneuerbaren Energien kommen.

Auch die Erzeugung von Solarstrom wurde über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gestützt und konnte so einen schnell wachsenden Markt erobern. In etwa 10 Jahren wird die Solarstromerzeugung in Deutschland mengenmäßig den Anteil des Windenergiestromes von heute erreichen. Vermutlich ab dem Jahr 2013 wird selbst erzeugter Solarstrom kostengünstiger werden als Strom vom Energieversorger (sog. „grid-parity“).

Daneben hat sich auch der Anteil von Biomasse zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung deutlich erhöht. Heute bildet Biomasse einen wichtigen Bestandteil, da es der einzige leicht speicherbare erneuerbare Energieträger ist.

2.4 Strukturwandel

Die oben beschriebenen Veränderungen bilden die Basis für einen unvermeidlichen Strukturwandel weg von fossilen hin zu regenerativen Energieträgern und effizienterer Nutzung der verfügbaren Energiemengen. Dies ist einerseits eine erwünschte Veränderung, da sie

Motivation

mit den Forderungen nach einer klimaneutralen Energieversorgung einhergeht. Allerdings geht sie bisher nicht schnell genug, da hemmende Kräfte zu einer Verzögerung führen.

Es darf erwartet werden, dass dieser Strukturwandel sehr bald an Fahrt aufnimmt, wenn die Nachfrage nach Erdöl und damit dessen Preis wieder steigen wird. Daher ist es sinnvoll, sich planend auf diesen Wandel vorzubereiten und einzustellen.

Wie dieser Strukturwandel vermutlich aussehen wird, ist in Abbildung 2-8 skizziert.

Da die Verfügbarkeit von billigem Erdöl die bisherige wirtschaftliche Entwicklung vorangetrieben hat, muss erwartet werden, dass dieser Strukturwandel von wirtschaftlichen Verwerfungen begleitet sein wird und viele heute gültige Sichtweisen und Randbedingungen verändern wird. Darauf gilt es, sich vorzubereiten.

Wir stehen am Beginn eines Strukturwandels der Energieversorgung, der zu einer Neuorientierung der gesamten Wirtschaft führen wird

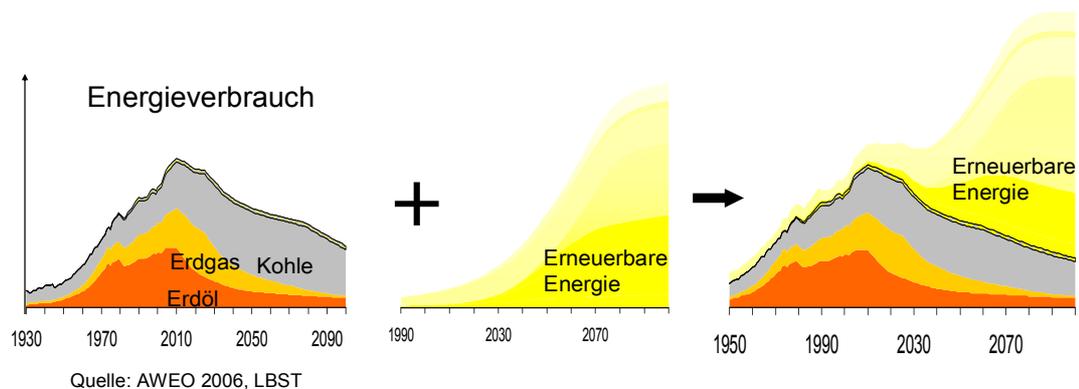


Abbildung 2-8: Der Strukturwandel von fossilen Energieträgern hin zu regenerativen Energien hat bereits begonnen und wird sich in den kommenden Jahren weiter verstärken. Dies ist ein erzwungener weltweiter Trend, der durch physische Verknappung angetrieben wird.

Motivation

2.5 Politische Rahmenbedingungen im Landkreis

Im politischen Umfeld bilden auf internationaler Ebene die Klimaverhandlungen den wesentlichen, alle Unterzeichnerstaaten bindenden Rahmen für die anstehende Veränderung der Energieversorgung. Allerdings wird kaum ein Staat dieser Verantwortung bisher gerecht. Die gerade zu Ende gegangene Klimakonferenz in Kopenhagen zeigt, wie schwer die internationale Staatengemeinschaft dieses Problem in den Griff bekommt.

Auf **europäischer Ebene** gibt es einige verbindliche Richtlinien, die die Mitgliedsstaaten zu einer Umsetzung zwingen. Hier sind insbesondere die Richtlinie zum Anteil erneuerbarer Energien und die Gebäuderichtlinie zu nennen:

Die Richtlinie zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien vom April 2009 sieht vor, deren Anteil bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20% an der Stromerzeugung zu erhöhen. Dies ist mit einer detaillierten Forderung an die einzelnen Mitgliedsstaaten verbunden. Diese müssen bis zur Jahremitte 2010 einen Aktionsplan zur Erreichung der Zielsetzung vorlegen. Dieser soll in regelmäßigen Abständen überprüft und nachgebessert werden.

Die Richtlinie zur Steigerung der Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen vom April 2006 zwingt die nationalen Mitgliedsstaaten zu einer Umsetzung in nationale Gesetze.

Die EU-Gebäuderichtlinie von 2002 wurde im November 2009 erneuert. In der aktuellen Version wird gefordert, dass bis zum Jahr 2018 alle Neubauten der öffentlichen Hand und ab dem Jahr 2020 alle Neubauten „nahezu energieautark“ errichtet werden müssen. Zur Sanierung des Gebäudebestandes müssen entsprechende Anreize im nationalen Recht formuliert werden.

Deutschland hat sich verpflichtet, bis zum Jahr 2020 die CO₂-Emissionen um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren und den Anteil regenerativer Stromerzeugung auf mindestens 20-30 % zu erhöhen. Der Anteil regenerativer Energien an der gesamten Energiebereitstellung soll auf 20% erhöht werden.

Der **Landkreis** hat sich im Kreistagsbeschluss vom 23. Juli 2007 verpflichtet, die klimarelevanten Emissionen des Landkreises bis zum Jahr 2020 mindestens um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren. Es ist besonders zu erwähnen, dass dieser Beschluss einstimmig von allen Kreistagsmitgliedern getragen wird.

In einem weiteren Kreistagsbeschluss vom 17. Oktober 2008 wurde die Erstellung des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes als erste Maßnahme zur Umsetzung des Reduktionszieles beauftragt.

2.6 Globale Ausgangslage

Die Energieversorgungsstruktur wird sich bis 2020 deutlich ändern. Heutige Planungen müssen sich an den Rahmenbedingungen 2020 – 2030 orientieren. Wer sich darauf besser einstellt und energiewirtschaftliche Investitionen nach diesen Kriterien bemisst, wird diesen Übergang besser meistern als diejenigen, die sich an den (noch) vorherrschenden Rahmenbedingungen einer zu Ende gehenden Phase orientieren.

Ein „weiter so wie bisher“ ist nicht mehr lange möglich!

Der Umbau unserer Energieversorgung kann nicht vermieden werden, es geht nur noch um den Gestaltungsspielraum.

2.7 Regionale Ausgangslage: Siedlungs- und Verkehrsentwicklung des Landkreises Weilheim-Schongau

In diesem Abschnitt wird kurz die Entwicklungslinie des Landkreises über die vergangenen Jahrzehnte skizziert. Dies gibt einen Eindruck über treibende Kräfte und großräumige Veränderungen, die entsprechende Auswirkungen auf die Siedlungsstrukturen und den Energieverbrauch nach sich zogen. Diese zusammenfassende Skizze stützt sich auf eine Dokumentation von Richard Michael aus dem Jahr 2003 [Michael 2003].

In groben Zügen lassen sich die Veränderungen in drei Entwicklungsphasen einteilen, die mit entsprechenden strukturellen Veränderungen verbunden sind:

- **Agrargesellschaft bis ca. 1870:** Vorherrschend war die bäuerliche Struktur der ländlichen Bevölkerung in kleinen Gemeinden (sog. zentralörtliche Struktur). Die Bevölkerung wuchs langsam von ca. 5000 Einwohnern im Jahr 800 auf etwa 30.000 Einwohner im Jahr 1870 an. Die typische Fortbewegungsgeschwindigkeit betrug zwischen 4 km/h (Fußgänger) und 12 km/h (Pferdefuhrwerk). Die Lebensbedingungen und gesellschaftlichen Strukturen blieben über lange Zeiträume weitgehend stabil.
- **Industrie- und Eisenbahnzeitalter etwa 1870 bis ca. 1960:** Beginnender industrieller Bergbau in Peiting, Peißenberg und Penzberg zieht neue Arbeitskräfte und Einwohner an. Für den Abtransport der Kohle werden Eisenbahnlinien gebaut. Dies beschleunigt die Zuwanderung, die Gemeinden breiten sich entlang der Eisenbahnlinien aus. Es erfolgt die Umstrukturierung von zentralörtlicher auf eisenbahnorientierte punktaxiale Verstädterung. Zunehmend wird fossile Energie eingesetzt, um Arbeitsprozesse zu mechanisieren, zu beschleunigen und zu rationalisieren. Der begleitende – durch die beiden Kriege und die Wirtschaftsrezession unterbrochene – wirtschaftliche Aufschwung erzeugt weitere Zuwanderung und neue Arbeitsplätze im produzierenden Gewerbe und im beginnenden Dienstleistungsbereich (tertiärer Sektor). Fortbewegung erfolgt zum großen Teil zu Fuß, per Fahrrad oder über Massenverkehrsmittel mit typischer

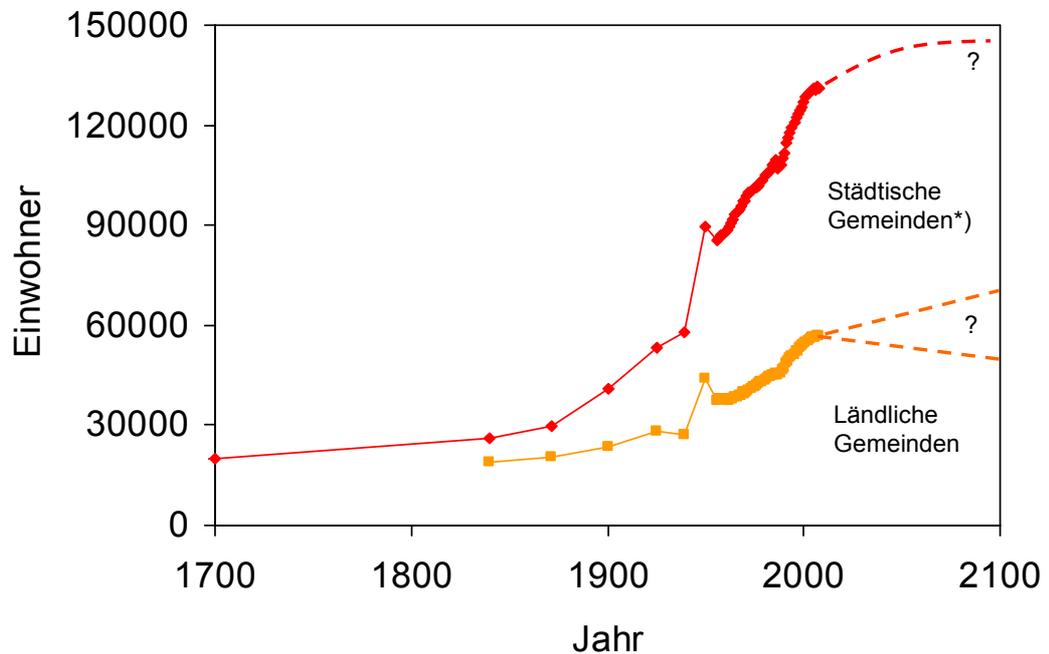
Motivation

Reisegeschwindigkeit um 10 – 30 km/h, wobei die Eisenbahn eine schnellere Fortbewegung erlaubt.

- **Dienstleistungs-/Freizeit- und Kommunikationsgesellschaft ab ca. 1960:** Die Durchsetzung des Autos und dessen zunehmende Beliebtheit basieren auf der ausreichenden Verfügbarkeit von billigem Erdöl. Die hohen Reisegeschwindigkeiten des Pkw machen ihn zum Verkehrsmittel der Wahl. Zunehmend entwickelt sich der motorisierte Individualverkehr. Dies begünstigt eine Pkw-orientierte Sub- und Disurbanisierung. Es erfolgt ein eher flächenhaftes Wachstum auch der ländlichen Gemeinden. Dies hat zur Folge, dass sich auch die Landbevölkerung auf höherwertige städtische Angebote konzentriert, z. B. bei Bildung, Einkauf und Freizeit. Dörfliche Einzelhandelsgeschäfte sterben aus. Wucherndes Wachstum der Randgemeinden (Suburbanisierung) und der weitab gelegenen Gemeinden (Disurbanisierung) sind die Folge. Die schnelle Ausbreitung und große Akzeptanz des Automobils bilden auch eine wesentliche Basis für steigende Produktion und Arbeitsplätze, von denen nicht zuletzt auch der Landkreis über seine Zulieferindustrie profitiert.

Abbildung 2-9 zeigt die Bevölkerungsentwicklung seit 1700. Während der ersten Phase (Agrargesellschaft) blieb die Bevölkerung weitgehend stabil. Das Bevölkerungswachstum setzte mit dem Übergang zur Industrialisierung ein. Hier erfolgte zunächst die Konzentration auf Städte und eisenbahnahe Gemeinden. Erst in der dritten Phase der zunehmenden Dominanz des Autos als Verkehrsmittel erfolgte die Trennung von Arbeitsstätte und Wohnort; wucherndes Wachstum auch der ländlichen Gemeinden und steigender Anteil an Pendlerverkehr sind die Folgen.

Motivation



*) Peißenberg, Peiting, Penzberg, Schongau, Weilheim

Abbildung 2-9: Bevölkerungsentwicklung im Landkreis Weilheim-Schongau und Anteile der ländlichen und städtischen Gemeinden. [Genesis 2009]

Diese Veränderungen spiegeln sich auch in der Veränderung der wirtschaftlichen Strukturen. Abbildung 2-10 zeigt die Aufteilung der Arbeitsplätze und die Veränderungen von der Landwirtschaft hin zum produzierenden Gewerbe und zum Dienstleistungssektor. Die historischen Angaben sind dem Bericht [Michael 2003] entnommen und mit neueren Daten ergänzt.

Motivation

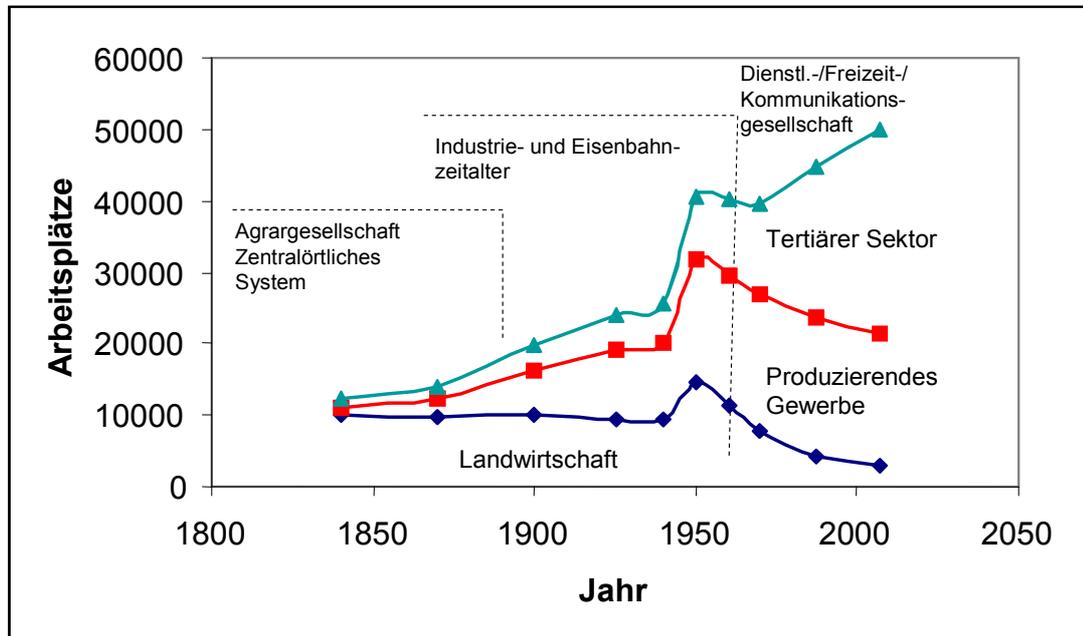


Abbildung 2-10 Entwicklung der Arbeitsplätze nach Wirtschaftsbereichen und Phasen der Siedlungsentwicklung im Landkreis Weilheim-Schongau.

Abbildung 2-11 zeigt die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs seit 1950. Da für den Landkreis keine detaillierten Bilanzen vorliegen, wird auf die Energieverbrauchsentwicklung von Bayern zurückgegriffen. Beide verlaufen recht ähnlich. Insbesondere Kohle wurde auch im Landkreis seit ca. 1960 zunehmend durch Erdöl ersetzt. Dies führte zu massiven Umstrukturierungen und damit verbundenen wirtschaftlichen Anpassungsprozessen.

Die zunehmende Dominanz des motorisierten Individualverkehrs wäre ohne die Grundlage des billig verfügbaren Erdöls nicht denkbar gewesen. Die Verkehrs- und Siedlungsstrukturen wurden vollkommen an diese Entwicklung angepasst und unterstützten sie. Der Eisenbahnverkehr wurde zunehmend vernachlässigt zugunsten eines verstärkten Straßenbaus. Auch heute noch wird unter Verkehrsinfrastruktur vor allem der Ausbau des Straßennetzes verstanden. Alternativen zum motorisierten Individualverkehr führen ein Randdasein und finden nur geringe Unterstützung.

Der rapide steigende Erdölverbrauch zwischen 1960 und 1975 führte zu einer radikalen Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsstrukturen. Daran kann man ersehen, wie abhängig diese Siedlungs- und Verkehrspolitik von Erdöl geworden ist. Dies vermittelt

Motivation

aber auch eine Ahnung, wie schnell eine künftige Verknappung von Erdöl diese Strukturen wieder in Frage stellen kann.

Diese Aspekte werden in Teil 2 noch einmal aufgegriffen, wenn es darum geht, Alternativen zur Trendentwicklung zu skizzieren.

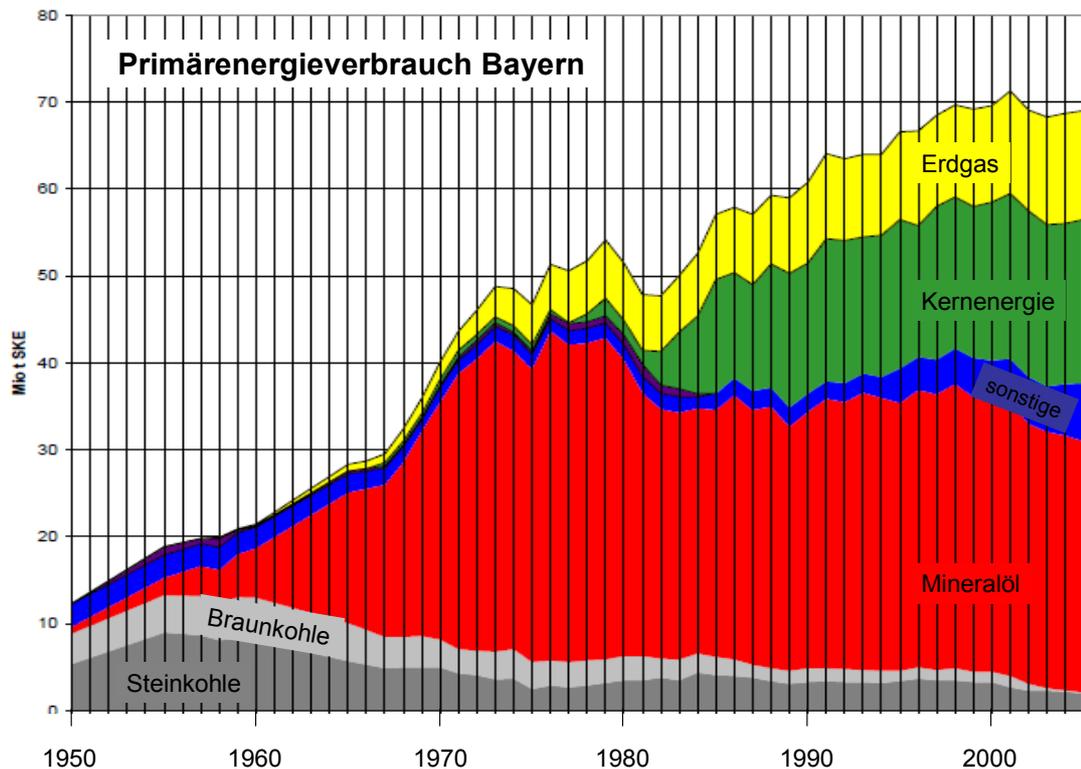


Abbildung 2-11 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Bayern
[StMWIVT 2009]

Die sozioökonomische Basis für die Siedlungs- und Verkehrsentwicklung des Landkreises Weilheim-Schongau war in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts relativ günstig: Die Umstrukturierung der Wirtschaft von den drei historischen Standbeinen Landwirtschaft, Bergbau und standortabhängiger Industrie (Milch, Holz) hin zu standortunabhängigen Industrien und dem Dienstleistungssektor konnte mit staatlicher Unterstützung gut bewältigt werden und brachte eine zukunftsfähige und landschaftsverträgliche Erwerbsgrundlage.

Der in seiner Bedeutung zunehmende Wohn- und Freizeitwert des Landkreises und die günstige Lage zwischen München und dem Alpenrand sorgten für ein stetiges Bevölkerung- und Wirtschaftswachstum (zitiert aus [Michael 2003]).

Motivation

TEIL 1 – BESTANDSAUFNAHME VON ENERGIEVERBRAUCH UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN

In diesem Abschnitt werden der Energieverbrauch und die Treibhausgas-Emissionen des Landkreises beschrieben. Für das Jahr 2007 erfolgt eine detaillierte und auf Umfrageergebnisse gestützte Ermittlung. Für das Jahr 1990 erfolgt eine Rückrechnung auf Basis einer Auswertung der vorhandenen Statistiken.

Es werden Energieverbrauch in den Sektoren öffentlicher Bereich, Industrie/Gewerbe, private Haushalte, Landwirtschaft, Verkehr und Energieumwandlung/ -erzeugung untersucht. An relevanten Emissionen werden Kohlendioxid, Methan und Lachgas berücksichtigt.

Für eine konsistente Gliederung wurden alle den genannten Verbrauchssektoren zuzuordnenden Aktivitäten/Gebäude nach dem Zuordnungsschlüssel für Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes WZ 2003 gegliedert [Stat 2003].

Die grundsätzliche Vorgehensweise ist es, über die Aktivität und aktivitätsspezifische Energie- und Emissionskennzahlen aus statistischen Basisdaten den Energieverbrauch zu berechnen.

Diese Daten werden mit Umfrageergebnissen ergänzt, um zu einer belastbareren Aussage zu kommen. Im Detail wird das Vorgehen in den einzelnen Kapiteln beschrieben.

3 METHODIK UND PROBLEMATIK EINER REGIONALEN ANALYSE DER KLIMARELEVANTEN TREIBHAUSGASE

Emissionen fallen bei jeder Aktivität an, die mit Energie- und Stoffumsätzen verbunden ist. Dabei werden bei jedem Schritt der Versorgungskette, von der Bereitstellung eines Energieträgers oder der Erzeugung eines Produktes über den Transport bis zum Endverbrauch und der Abfallbeseitigung, Energie benötigt und Emissionen freigesetzt. In einer globalen Betrachtung über weltweite Emissionen wird man die entsprechenden Freisetzungsberechnungen berechnen und aufsummieren. Hierbei genügt es für eine globale Betrachtung, alle Emissionen direkt am Ort der Entstehung zu berücksichtigen.

In einer regionalen Analyse ist dies differenzierter zu sehen, da Produkte oft über weite Wege und Grenzen transportiert werden. So sind beispielsweise die Emissionen der Bundesrepublik Deutschland seit 1990 teilweise auch deswegen zurückgegangen, weil die energieintensive Herstellung von Grundstoffen zunehmend in andere Teile der Welt verlagert wurde. Je nach Betrachtung kommt man damit zu einer unterschiedlichen Bewertung der Emissionen: Soll man nur die Emissionen berücksichtigen, die im Untersuchungsgebiet anfallen, oder auch die Emissionen, die einem Produkt anhaften, das zwar anderswo erzeugt, aber hier benötigt wird?

Im internationalen Rahmen der Klimapolitik hat man sich bei Emissionsanalysen eines Landes darauf geeinigt, nur die Emissionen zu berücksichtigen, die innerhalb des Untersuchungsgebietes entstehen. Emissionen von Produkten, die zwar dort verzehrt werden, aber während der Produktion in einem anderen Staat entstanden sind, werden nicht berücksichtigt, sondern der Bilanz des entsprechenden Staates zugeordnet.

Die alternative Sichtweise ist, alle Emissionen eines Produktes demjenigen zuzurechnen, der dieses Produkt verbraucht. Letztlich ist das Verbrauchsverhalten die Ursache für die Produktion und damit für die Emissionen, auch wenn diese anderswo entstehen. Das ist die verbrauchsbezogene Sichtweise. Dieser Ansatz liegt der Methode des „ökologischen Fußabdrucks“ zugrunde.

Beispielsweise erhebt sich bei der energie- und emissionsintensiven Produktion von Erdöl aus kanadischen Teersanden die Frage nach der Zuordnung: Sind diese dem kanadischen Staat zuzuordnen, weil dort die Emissionen entstehen, oder sind sie dem europäischen oder amerikanischen Verbraucher zuzuordnen, weil seinetwegen der Teersand abgebaut und das Endprodukt Erdöl dort verbraucht wird?

Im Prinzip sind beide Sichtweisen zulässig. Nur müssen sie konsistent verwendet werden, um Doppelzählungen zu vermeiden. Dabei ist auch eine Vermischung beider Methoden möglich, solange sie konsistent benutzt wird. In einer konsistenten Betrachtung können also:

Methodik und Problematik einer regionalen Analyse der klimarelevanten Treibhausgase

- nur die im jeweiligen Gebiet tatsächlich anfallenden Emissionen betrachtet werden;
- oder alle im Gebiet konsumierten Produkte werden erfasst. Jedem dieser Produkte werden alle Energieaufwendungen und Emissionen zugeordnet, die während der Produktion, dem Transport und dem Konsum entstehen, unabhängig davon, wo sie entstehen. Um Doppelzählungen zu vermeiden, werden nur die in der Region verbrauchten Produkte erfasst, nicht aber die Emissionen aus der Produktion der Produkte, die zwar innerhalb der Region erzeugt, aber außerhalb konsumiert werden. Diese Zuordnung wird als „ökologischer Fußabdruck eines Produktes“ bezeichnet.
- Eine dritte Möglichkeit kombiniert beide Methoden: Es werden alle Emissionen und Energieaufwendungen innerhalb der Region berücksichtigt. Warenaustausch über die Landkreisgrenze wird gesondert erfasst und berücksichtigt: Produkte, die außerhalb der Landkreisgrenze verbraucht werden, werden gegen Produkte, die von außerhalb kommen, verrechnet. Werden mehr Produkte importiert als exportiert, so erhöht das Energieverbrauch und Emissionen um die Werte dieser Produkte, und umgekehrt.

Im Prinzip sollten alle drei Methoden bei einer weltweiten Aufsummierung aller Regionalanalysen weitgehend identische Ergebnisse liefern. Leider ist aber die Berechnung der Aufwendungen aus vorgelagerten Prozessketten von Produkten („ökologischer Fußabdruck“) problematisch und mit mehr oder weniger großem Fehlerrisiko behaftet. Dies liegt vor allem daran, dass oft verschiedene Produkte gemeinsam produziert werden und es unklar ist, zu welchem Anteil die anfallenden Emissionen den einzelnen Produkten zuzurechnen sind. Ein Beispiel hierfür ist die gemeinsame Förderung verschiedener Metalle innerhalb einer Mine. Sollen die Emissionen dem Gewicht, dem Volumen oder dem Marktwert der einzelnen Produkte entsprechend zugeordnet werden? Je nach Sichtweise ergeben sich deutliche Unterschiede.

Diese Vorbemerkung ist deshalb wichtig, da im Landkreis Weilheim-Schongau die Papierfabrik UPM Kymmene in Schongau mit Abstand den größten Energieverbrauch und entsprechende Emissionen aufweist und alle anderen Emittenten bei weitem übertrifft. Das dort produzierte Papier wird aber zum größten Teil außerhalb des Landkreises verwendet.

Andererseits werden oft Emissionen der Stromerzeugung dem Endverbraucher zugerechnet, auch wenn der Strom z. B. in einem Kohlekraftwerk außerhalb der Region erzeugt wird.

Eine Kompromisslösung bestünde etwa darin, die Emissionen der Papierfabrik anteilig auf den Papierverbrauch innerhalb des Landkreises anzurechnen. Dies wäre konsistent mit der

Methodik und Problematik einer regionalen Analyse der klimarelevanten Treibhausgase

anteiligen Berücksichtigung der Emissionen der Stromerzeugung außerhalb des Landkreises.

Bei alternativer Betrachtung werden alle Emissionen der Papiererzeugung im Landkreis berücksichtigt, dann sollten auch bei der Stromerzeugung und -verwendung nur die Emissionen angerechnet werden, die innerhalb des Landkreises auch tatsächlich entstehen.

Um dieses Problem transparent zu halten, werden in diesem Bericht entsprechende Emissionen aus der vorgelagerten Prozesskette getrennt ausgewiesen. Sie können dann je nach Zusammenhang zugeordnet werden.

Emissionen aus dem Energieverbrauch fallen vor allem beim Verbrennen von Kohle, Erdöl und Erdgas an. Da Kohle insbesondere in der Stromerzeugung eingesetzt wird, werden diese Emissionen als vorgelagerte Emissionen dem Stromverbrauch zugerechnet.

Aus der vorgelagerten Prozesskette fallen auch bei Strom aus regenerativen Energiequellen und aus Kernkraftwerken THG-Emissionen an, die allerdings um mindestens eine Größenordnung niedriger als bei fossilen Energieträgern sind.

Darüber hinaus haben sich die Emissionen aus der Stromerzeugung seit 1990 deutlich geändert, da der Anteil erneuerbarer Energiequellen seit dieser Zeit deutlich zugenommen hat. Tabelle 3-1 zeigt die den konventionellen Energieträgern zuzuordnenden Emissionen im Überblick.

Tabelle 3-1: Treibhausgas-Emissionen fossiler Energieträger [LBST 2009] und der Stromerzeugung [UBA 2009]

Energieträger	1990		2005/2007	
	Abbrand [gCO ₂ /kWh]	vorgelagert [gCO ₂ -äqu /kWh]	Abbrand [gCO ₂ /kWh]	vorgelagert [gCO ₂ -äqu /kWh]
Erdöl	270	30	270	30
Erdgas	200	30	200	30
Strommix-BRD	0	727	0	624

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

4 ERMITTLUNG VON ENERGIEVERBRAUCH UND KLIMARELEVANTEN TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN NACH SEKTOREN

4.1 Strukturelle Basisdaten

Grundlage der Berechnungen bildet die statistische Datenbasis. Diese beruht weitgehend auf Datensammlungen des Bayerischen Statistischen Landesamtes.

Tabelle 4-1 fasst die wesentlichen Strukturdaten für jede Gemeinde mit Basisjahr 2007 zusammen. Berücksichtigt wurden hier die Einwohner, die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die Wohnfläche, die Landkreisfläche sowie die anteilige Fläche von Wald, Ackerland (ohne Grünland) und Verkehrsfläche (diese beinhaltet Straßen, Plätze und sonstige Verkehrsplätze), die Anzahl der Rinder und die Anzahl der Pkw und Kfz insgesamt.

Jeder dieser Parameter steht für eine Aktivität, die entsprechende Treibhausgasemissionen oder Energieaufwendungen nach sich zieht. Daher bilden sie zusammen mit spezifischen Energie- und Emissionskennzahlen die Basis der Berechnungen. Diese wurden durch Umfragen in den einzelnen Sektoren ergänzt und wenn notwendig angepasst, wie es in den jeweils folgenden Kapiteln beschrieben wird.

Tabelle 4-1: Strukturelle Basisdaten des LK Weilheim-Schongau und seiner Gemeinden im Jahr 2007; SVB = sozialversicherungspflichtig Beschäftigte; ein Hektar (ha) entspricht 10.000 m² Fläche; Waldfläche und Verkehrsfläche beziehen sich auf das Jahr 2004. [GENESIS 2009 und StatKom 2008]; Pkw und Kfz [LK 2009])

Gemeinde	Einwohner	SVB	Wohnfläche [1000m ²]	Fläche [ha]	Waldfläche [ha]	Ackerfläche [ha]	Verkehrsfläche [ha]	Rinder	Pkw	Kfz
Altenstadt	3352	758	141	1866	473	237	68,4	1477	1741	2231
Antdorf	1125	116	52	2237	524	259	70,9	2416	653	997
Bernbeuren	2290	212	113	4169	672	-	63,6	4308	1377	2155
Bernried	2194	828	97	1380	601	-	48,9	537	1118	1312
Boebing	1730	218	81	4030	1748	-	61	3054	937	1450
Burggen	1674	85	80	2494	503	6	70,6	2657	939	1509
Eberfing	1283	89	61	2593	1033	169	61,5	1933	747	1140
Eglfing	964	350	48	1617	397	91	47,1	1619	610	895
Habach	1036	83	49	1216	351	-	56,2	591	603	883
Hohenfurch	1522	72	69	1241	386	58	52,4	592	885	1257
H-Peißenberg	3860	347	181	2051	1000	-	51,4	1148	2301	2861

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	Ein- wohner	SVB	Wohn- fläche [1000m ²]	Fläche [ha]	Wald- fläche [ha]	Acker- fläche [ha]	Verkehrs- fläche [ha]	Rinder	Pkw	Kfz
Huglfing	2468	339	114	2436	702	122	65,7	1480	1411	1886
Iffeldorf	2567	379	129	2760	1097	60	93,2	297	1490	1773
Ingenried	894	90	43	1745	626	13	48,9	2041	516	799
Oberhausen	2161	101	97	1491	298	69	33,6	1588	1198	1551
O-söchering	1499	148	62	2428	484	183	80,1	2829	784	1198
Pähl	2460	323	120	3222	919	279	91,5	2424	1387	1969
Peißenberg	12626	2880	527	3268	619	134	126,3	3152	6722	8268
Peiting	11776	3611	462	7513	2549	219	193,6	6001	5984	7640
Penzberg	16267	8735	667	2572	655	20	113,3	885	8565	10058
Polling	3290	503	151	2921	716	375	111,3	2905	1918	2603
Prem	872	269	45	1591	206	-	23,4	1407	519	764
Raisting	2249	280	103	2198	414	133	76,8	1492	1235	1732
Rottenbuch	1775	303	83	3145	852	-	85,2	2790	974	1454
Schongau	12338	7059	506	2135	585	71	157,1	543	6247	7406
Schwabbruck	948	72	42	734	35	23	20,4	938	516	702
Schwabsoien	1312	154	61	1702	476	48	35,9	1730	723	1032
Seeshaupt	2887	515	167	2996	1159	105	84,8	1810	1736	2174
Sindelsdorf	1081	59	50	1750	205	57	94,1	1100	624	876
Steingaden	2750	379	136	6409	1531	-	125,4	6027	1510	2442
Weilheim	21571	8649	935	5549	1222	492	248,2	3674	11411	13706
Wessobrunn	2065	291	107	5112	1802	55	93,9	4591	1211	1877
Wielenbach	3200	241	142	3303	871	395	115,9	3717	1759	2450
Wildsteig	1231	85	61	4773	2672	-	117,4	2758	687	1128
Landkreis	131317	38623	5782	96647	28399	3673	2888	76511	71038	92178

Zur schnellen Beurteilung der Relevanz der einzelnen Emittentengruppen sind in Tabelle 4-2 spezifische Kennwerte je Einwohner gebildet worden (die Daten aus Tabelle 4-1 wurden dividiert durch die Einwohnerzahl).

Die Anzahl der Beschäftigten je 1000 Einwohner (TEW) bildet ein Maß, ob in dieser Gemeinde der Anteil von Industrie und Gewerbe hoch oder niedrig ist. Der Anteil der Wohnfläche oder der Gesamtfläche gibt eine erste Orientierung über den Energieverbrauch der privaten Haushalte, aber auch über das Potenzial zur Energieerzeugung mit regenerativen Energiequellen (v. a. Sonne, Biomasse). Ackerfläche und Anzahl der Rinder wiederum spiegeln den Anteil der Landwirtschaft an den Treibhausgasemissionen wider, zeigen aber auch das Potenzial für Biomassenutzung. Verkehrsfläche und Fahrzeugdichte

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

in Pkw bzw. Kfz je 1000 Einwohner charakterisieren die Größe des emissionsrelevanten Verkehrsaufkommens.

Tabelle 4-2: Strukturelle Basisdaten je Einwohner des LK Weilheim-Schongau und seiner Gemeinden im Jahr 2007; SVB = sozialversicherungspflichtig Beschäftigte; Fläche, Waldfläche, Verkehrsfläche 2004; TEW = 1000 Einwohner.[GENESIS 2009]

Gemeinde	Einwohner [EW]	SVB/TEW	Wohnfläche m ² /EW	Fläche m ² /EW	Waldfläche m ² /EW	Ackerfläche m ² /EW	Verkehrsfläche m ² /EW	Rinder / TEW	Pkw/TEW	Kfz/TEW
Altenstadt	3352	226	42	5567	1411	707	204	441	519	666
Antdorf	1125	103	46	19884	4658	2302	630	2148	580	886
Bernbeuren	2290	93	49	18205	2934	0	278	1881	601	941
Bernried	2194	377	44	6290	2739	0	223	245	510	598
Boebing	1730	126	47	23295	10104	0	353	1765	542	838
Burggen	1674	51	48	14898	3005	36	422	1587	561	901
Eberfing	1283	69	48	20210	8051	1317	479	1507	582	889
Eglfing	964	363	50	16774	4118	944	489	1679	633	928
Habach	1036	80	47	11737	3388	0	542	570	582	852
Hohenfurch	1522	47	45	8154	2536	381	344	389	581	826
H-Peißenberg	3860	90	47	5313	2591	0	133	297	596	741
Huglfing	2468	137	46	9870	2844	494	266	600	572	764
Iffeldorf	2567	148	50	10752	4273	234	363	116	580	691
Ingenried	894	101	48	19519	7002	145	547	2283	577	894
Oberhausen	2161	47	45	6900	1379	319	155	735	554	718
O-söchering	1499	99	41	16197	3229	1221	534	1887	523	799
Pähl	2460	131	49	13098	3736	1134	372	985	564	800
Peißenberg	12626	228	42	2588	490	106	100	250	532	655
Peiting	11776	307	39	6380	2165	186	164	510	508	649
Penzberg	16267	537	41	1581	403	12	70	54	527	618
Polling	3290	153	46	8878	2176	1140	338	883	583	791
Prem	872	308	52	18245	2362	0	268	1614	595	876
Raisting	2249	124	46	9773	1841	591	341	663	549	770
Rottenbuch	1775	171	47	17718	4800	0	480	1572	549	819
Schongau	12338	572	41	1730	474	58	127	44	506	600
Schwabbruck	948	76	44	7743	369	243	215	989	544	741
Schwabsoien	1312	117	46	12973	3628	366	274	1319	551	787
Seeshaupt	2887	178	58	10378	4015	364	294	627	601	753
Sindelsdorf	1081	55	46	16189	1896	527	870	1018	577	810

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	Ein- wohner [EW]	SVB/ TEW	Wohn- fläche m ² /EW	Fläche m ² /EW	Wald- fläche m ² /EW	Acker- fläche m ² /EW	Verkehrs- fläche m ² /EW	Rinder / TEW	Pkw/ TEW	Kfz/ TEW
Steingaden	2750	138	49	23305	5567	0	456	2192	549	888
Weilheim	21571	401	43	2572	567	228	115	170	529	635
Wessobrunn	2065	141	52	24755	8726	266	455	2223	586	909
Wielenbach	3200	75	44	10322	2722	1234	362	1162	550	766
Wildsteig	1231	69	50	38773	21706	0	954	2240	558	916
Landkreis	131317	294	44	7360	2163	280	220	583	541	702

Die Analyse beinhaltet auch eine Abschätzung der Veränderung der Emissionen zwischen 1990 und 2007. Das Jahr 1990 ist deshalb wichtig, da es in vielen Erklärungen und Verpflichtungen zur Emissionsreduktion das Bezugsjahr bildet. Beispielsweise hat sich Deutschland im Kyoto-Protokoll von 1997 verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen bis spätestens zum Jahr 2012 um 21% gegenüber 1990 zu reduzieren.

Der Landkreis Weilheim-Schongau hat in einer Kreistagsitzung am 27. Juli 2007 einstimmig beschlossen, orientiert an den Empfehlungen des Weltklimarates, die Emissionen des Landkreises bis zum Jahr 2020 um 40% zu reduzieren, wobei sich der Weltklimarat in seiner Empfehlung auf das Vergleichsjahr 1990 bezieht.

Eine Rückrechnung der Emissionen für das Basisjahr 1990 ist heute nur noch näherungsweise über statistische Daten möglich. Tabelle 4-3 zeigt die entsprechenden Strukturdaten für das Jahr 1990 und das Jahr 2007 auf Landkreisebene. In allen Bereichen, außer der Landwirtschaft, haben die entsprechenden Aktivitätszahlen deutlich zugenommen. Die Wohnfläche als Maß für den Wärmebedarf der Haushalte ist beispielsweise im Mittel um 40% angewachsen, wobei natürlich durch bessere Heizungstechnologien eine gewisse Kompensation des Energieverbrauchs erfolgt. Die Emissionen aus der Landwirtschaft hingegen sind mit Sicherheit deutlich zurückgegangen, allein schon deswegen, da die Anzahl der Rinder – der Hauptemittenten von Methan – deutlich zurückgegangen ist. Die Anzahl der Fahrzeuge ist um über 20% angestiegen. Wie die spätere Analyse zeigt, sind die verkehrsrelevanten Emissionen weniger stark angestiegen, da auch hier effizientere Technik für eine Kompensation sorgt. Die steigende Fahrzeugzahl bedingt auch steigende Bodenversiegelung für Verkehrsflächen; diese haben um fast 10% zugenommen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-3: Strukturelle Basisdaten des LK Weilheim-Schongau im Jahr 1990 und im Jahr 2007 (SVB = sozialversicherungspflichtig Beschäftigte)

LK	Ein- wohner	SVB	Wohn- fläche [1000m ²]	Fläche [ha]	Wald- fläche [ha]	Acker- fläche [ha]	Verkehrs- fläche [ha]	Rinder	Pkw	Kfz
1990	112394	34541	4142	96647	27681	3822	2638	90014	58050	79259
2007	131317	38623	5782	96647	28399	3673	2888	76511	71038	92178
	+17%	+12%	+40%	-	+2,6%	-3,9%	+9,4%	-15%	+22%	+16%

4.2 Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen der öffentlichen Liegenschaften

4.2.1 Statistische Datenbasis und Methode

Unter dem Begriff öffentliche Liegenschaften wurden alle Einrichtungen zusammengefasst, die von öffentlichem Interesse sind. Diese sind im Folgenden aufgelistet:

- Rathaus/Gemeindeverwaltung/Kanzlei/LRA/Amtsgebäude
- Polizeiinspektion
- Bauhof
- Kirchen/Friedhofsgebäude/Pfarreien
- Feuerwehrgebäude
- Museen/Archivgebäude/Büchereien/Theater
- Kinderkrippen und Kindergärten
- Schulen (Grund-, Haupt- und Realschulen, Gymnasien, Berufsschulen, Erwachsenenbildung)
- Krankenhäuser/Kliniken/Sanatorien
- Seniorenheime/Obdachlosenheime/Jugendzentren
- Sportvereine/Turnhallen/Eisstadion/Tennishallen
- Mehrzweckhallen/Gemeindehäuser/Trachtenheime
- Schwimmbäder
- Straßenbeleuchtung
- Wasserver- und entsorgung (Brunnen, Hochbehälter, Hebepumpen, Kanalpumpen, Springbrunnen etc.)
- Kläranlagen

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Mietgebäude und gemeindeeigene Wohnungen wurden erfasst, aber nicht unter öffentlichen Liegenschaften zusammengefasst, sondern dem privaten Wohnbereich zugeordnet. Allerdings werden sie in Teil 2 und 3 als potenzielle Objekte zur Umsetzung kommunaler oder regionaler Energiepolitik berücksichtigt. Die erfassten Objekte sind in Tabelle 4-4 mit wesentlichen Kennzahlen aufsummiert. Die Erfassung der Gebäude erfolgte über den Abgleich unterschiedlicher Quellen:

- Internetseiten der Gemeinden
- Online-Branchenbuch
- Stadtpläne
- Umfrage bei Gemeinden

Tabelle 4-4: Anzahl erfasster Objekte mit typischen Kennzahlen (Fläche, Mitarbeiter, Anzahl Schüler oder Kindergartenkinder bzw. Betten/Bewohner)

Gebäudetyp	Anzahl	Ant- worten	Voll- ständige Daten	Fläche m ²	MA/ Schüler	Betten
Rathäuser/Gemeindekanzleien						
Verwaltungsgebäude (inkl. Polizeiinspektionen)	46		31	40.000		
Bauhöfe	23		10	19.000		
Pfarreien/Friedhofsgebäude	95		9			
Feuerwehrgebäude	45		23	20.000		
Kindergärten	63		23		4.312	
Schulen	58		34		20.527	
Krankenhäuser	5		5			610
Heime	21		1		1.000	
Kasernen	1			30.000		
Bibliotheken/Museen	25		15	15.000		
Sportanlagen/Stadien inkl. Eisstadien	32		14	35.000		
Gemeindehäuser, MZH	28		17	35.000		
Schwimmbäder	8		4	10.000		

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gebäudetyp	Anzahl	Ant- worten	Voll- ständige Daten	Fläche m ²	MA/ Schüler	Betten
Mietgebäude	55		7	22.000		
Wasserversorgungsgebäude (Pumpen, Brunnen, Hochbehälter)	90		90			
Kläranlagen	13		12			
Straßenbeleuchtung	34		34			
Summe	602		322			

Mit Unterstützung des Landratsamtes wurden alle Gemeinden angeschrieben und um die Erfassung der gemeindeeigenen Gebäude und deren Verbrauchswerten ersucht.

Von 29 Gemeinden wurde der Fragebogen bearbeitet, wobei die Vollständigkeit der Antworten nur teilweise gegeben war. Fehlende Angaben mussten anhand typischer Kenngrößen geschätzt und ergänzt werden.

Die teilweise Unvollständigkeit der Angaben ist vor allem darauf zurückzuführen, dass in vielen Gemeinden die Energieverbrauchsdaten nicht explizit systematisch gesammelt werden, sondern den jeweiligen Objekten zugeordnet und dem Datum entsprechend mit anderen Rechnungen vermischt aufbewahrt werden. Dadurch bedingt haben die wenigsten Gemeinden einen Überblick über den gesamten Energieverbrauch ihrer Gebäude.

Die Daten wurden entsprechend den Gebäudetypen geordnet und auf dieser Basis der gebäudetypische spezifische Energieverbrauch je Bezugsgröße gebildet. Der gebäudetypische Durchschnittswert wurde mit Literaturwerten abgestimmt. Fehlende Angaben wurden auf Basis der Durchschnittswerte ergänzt, um einen Überblick über den gesamten Energieverbrauch zu erhalten.

Die Zuordnung zu einem bestimmten Energieträger in den fehlenden Angaben wurde soweit wie möglich geschätzt. So z. B. wurden öffentliche Gebäude in Schongau und Peißenberg als mit Fernwärme versorgt angenommen. Für Ortschaften mit Gasanschluss wurde unterstellt, dass v. a. öffentliche Gebäude an das Versorgungsnetz angeschlossen sind.

Darüber hinaus wurde im Verhältnis des Energiemixes der mit Fragebogen erfassten Gebäude auf die geschätzten Gebäude hochgerechnet.

Es wurden auch die Verbrauchsangaben für das Jahr 1990 abgefragt. Für etwa 20 Prozent der Gebäude konnte der Stromverbrauch von 1990 noch dokumentiert werden. Beim

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Heizenergieverbrauch ist die Datenlage allerdings dürftiger. Darüber hinaus besteht eine weitere Unsicherheit im tatsächlichen Gebäudebestand des Jahres 1990. Damit ist allerdings die Basis für die Ermittlung des Energieverbrauchs für das Jahr 1990 sehr dürftig, so dass keine allzu belastbaren Ergebnisse erwartet werden können.

4.2.2 Temperaturbereinigung des Heizenergieverbrauchs

Die Heizenergieverbrauchswerte wurden für das Jahr 2007 ermittelt. Da der Heizenergieverbrauch jedoch neben der Technik der Heizungsanlage, dem Gebäudezustand und dem Nutzerverhalten auch von den Wetterbedingungen abhängt, muss zum langjährigen und überregionalen Vergleich von Verbrauchswerten der Effekt des Klimas berücksichtigt werden.

Dies erfolgt durch einen Korrekturfaktor, um den der Verbrauchswert verändert wird. Der Korrekturfaktor berücksichtigt die wechselnden Klimateigenschaften. Er wird aus den aktuellen Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes errechnet. In Tabelle 4-5 sind die für die Gemeinden des Landkreises relevanten geographischen und klimatischen Korrekturfaktoren für das Jahr 2007 eingetragen.

Tabelle 4-5 Korrekturfaktoren zur Berücksichtigung der Klimavariationen [DWD 2009]

Gemeinde	Gemittelter Korrekturfaktor für das Jahr 2007	Gemeinde	Gemittelter Korrekturfaktor für das Jahr 2007
Altenstadt	0,95	Peißenberg	1,02
Antdorf	0,99	Peiting	0,96
Bernbeuren	0,92	Penzberg	1,02
Bernried	1	Polling	1,03
Böbing	0,93	Prem	0,93
Burggen	0,94	Raisting	1,03
Eberfing	0,99	Rottenbuch	0,92
Eglfing	0,97	Schongau	0,97
Habach	0,98	Schwabbruck	0,94
Hohenfurch	0,96	Schwabsoien	0,93
Hohenpeißenberg	0,84	Seeshaupt	1,00

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	Gemittelter Korrekturfaktor für das Jahr 2007	Gemeinde	Gemittelter Korrekturfaktor für das Jahr 2007
Huglfing	1,00	Sindelsdorf	1,00
Iffeldorf	1,00	Steingaden	0,93
Ingenried	0,91	Weilheim	1,05
Oberhausen	1,00	Wessobrunn	0,95
Obersöchering	0,96	Wielenbach	1,06
Pähl	1,01	Wildsteig	0,88

Mit diesen Korrekturfaktoren muss der über die Umfrage ermittelte Heizenergieverbrauch korrigiert werden, um vergleichbare Werte zu erhalten. Dies wird in Abbildung 4-3 am Beispiel der Rathäuser explizit durchgeführt. Der Mittelwert verändert sich trotz Veränderungen der Einzelwerte um bis zu 16 Prozent nicht, da sich die Veränderungen nach oben und unten bei der Mittelwertbildung ausgleichen. Daher wird in den weiteren Darstellungen auf eine Temperaturbereinigung verzichtet.

Diese muss jedoch im Einzelfall durchgeführt werden, um einen exakten Vergleich zu ermöglichen.

4.2.3 Detailergebnisse

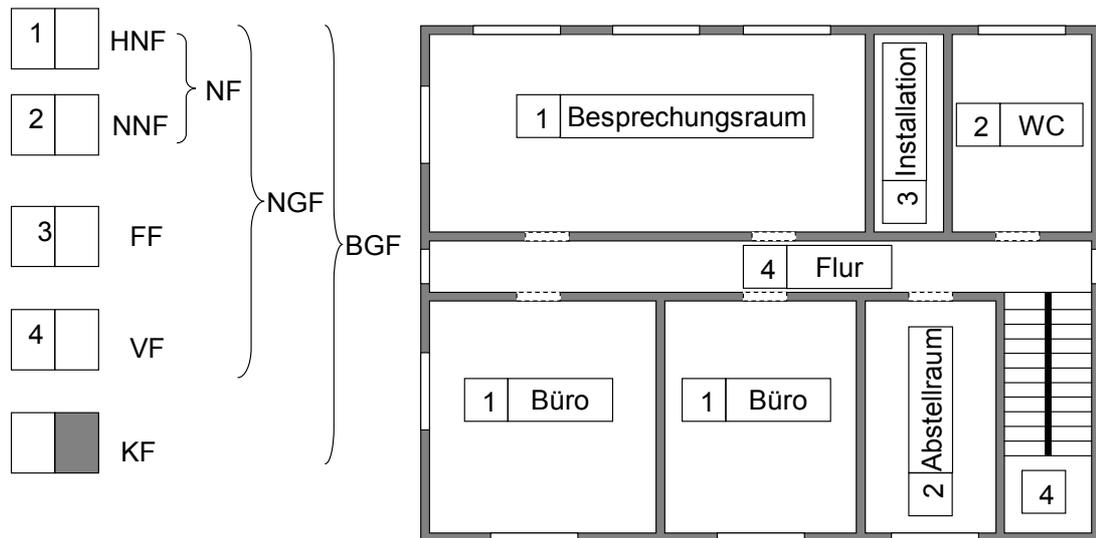
a) Übersicht über gebäudetypische Verbräuche

Vergleichswerte für typische Energieverbrauchskennwerte werden seit einigen Jahren ermittelt und systematisch aufbereitet. Diese werden in verschiedenen Vorschriften und Regelwerken aufgeführt, wie z. B. in der VDI 3807 oder in DIN 18599. Zur einheitlichen Erfassung und Zuordnung des Verbrauchs werden dabei mehrere Bezugsgrößen unterschieden:

Nach VDI 3807 Blatt 1 ist die beheizbare Bruttogrundfläche eines Gebäudes als Energiebezugsfläche zu wählen. Nach Energieeinsparverordnung und DIN 18599 ist die beheizte oder gekühlte Nettogrundfläche zu wählen. Wenn diese nicht vorliegt, dann müssen die Flächen entsprechend umgerechnet werden, wobei vor allem Hauptnutzfläche (HNF), Nutzfläche (NF), Nettogrundfläche (NGF) und Bruttogrundfläche (BGF) unterschieden werden. Die genaue Definition der unterschiedlichen Bezugsflächen ist in DIN 277 geregelt. Der qualitative Zusammenhang ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Zur Hauptnutzfläche zählen bei einem Bürogebäude z. B. vorwiegend genutzte Arbeitsräume. Als Nebennutzflächen werden Abstellräume und Sanitärräume gezählt. Funktionsflächen

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

sind Installations- und Haustechnikräume, Verkehrsflächen sind Treppenhäuser oder Flure. Die Konstruktionsfläche als Differenz zwischen Netto- und Bruttogrundfläche beinhaltet die Flächendifferenz zwischen Innenabmessungen der Nettogrundfläche und Außenabmessungen des Gebäudes.



HNF = Hauptnutzfläche, NNF = Nebennutzfläche, FF = Funktionsfläche
VF = Verkehrsfläche; KF = Konstruktionsfläche,

NF = Nutzfläche; NGF = Nettogrundfläche; BGF Bruttogrundfläche

Abbildung 4-1: Zusammenhang zwischen den verschiedenen Flächenbezeichnungen [Ages 2008]

Zur Umrechnung werden gebäudetypische Umrechnungsfaktoren benutzt, wie diese in Tabelle 4-6 für einige Gebäudetypen zusammengestellt sind. So z. B. entspricht bei Verwaltungsgebäuden typischerweise eine BGF von 1 m² einer HNF von 0,42 m² bzw. einer Nettogrundfläche von 0,59 m².

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-6: Flächenumrechnungsfaktoren verschiedener Gebäudetypen [Ages 2008]

Gebäudegruppe	HNF	NF	NGF	BGF
Verwaltungsgebäude	0,42	0,59	0,82	1
Schulen	0,59	0,66	0,89	1
Kindergärten	0,5	0,66	0,84	1
Turn/Sporthallen	0,64	0,77	0,91	1
Mehrzweckhallen	0,62	0,75	0,9	1
Wohnheime	0,5	0,65	0,84	1
Feuerwehren	0,53	0,77	0,86	1
Gemeinschaftshäuser	0,58	0,72	0,88	1

Zur Ermittlung der Vergleichswerte werden Gebäude gemäß dem BWZ (Bauwerkszuordnungskatalog der ARGE Bau) eingeteilt und Energievergleichswerte angegeben.

In der Regel wird für einen Vergleich die Energiekennzahl als Energieverbrauch je m² Bruttogrundfläche oder Nettogrundfläche angegeben. Amtlich vorgegebene Vergleichswerte und die über die Umfrage erhobenen Durchschnittswerte sind in Tabelle 4-7 zusammengestellt.

Zur Einordnung dieser Werte kann die Überschlagsformel genutzt werden, nach der 1 Liter Heizöl oder 1 m³ Erdgas etwa 10 kWh entspricht. Somit ist der Verbrauchswert von 100 kWh/m²/a gleichbedeutend mit einem Verbrauch von etwa 10 Liter Heizöl je m² und Jahr.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-7 Vergleichswerte EnEV 2009 für den Heizenergieverbrauchskennwert und den Stromverbrauchskennwert für Nichtwohngebäude. Die jeweils linke Spalte beinhaltet den Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser, die jeweils rechte Spalte den Stromverbrauch [BMVBS 2009], [Ages 2008]

	Vergleichswerte		Ermittelte Verbrauchswerte	
	$\text{kWh}_{\text{th}}/\text{m}_{\text{NGF}}^2/\text{a}$	$\text{kWh}_{\text{el}}/\text{m}_{\text{NGF}}^2/\text{a}$	$\text{kWh}_{\text{th}}/\text{m}_{\text{NGF}}^2/\text{a}$	$\text{kWh}_{\text{el}}/\text{m}_{\text{NGF}}^2/\text{a}$
Verwaltungsgebäude < 3500 m ²	80	20	103	28
Schulen < 3500 m ²	105	10	117	12
Kindergärten	110	20	143	13
Turn/Sporthallen	120	35	146	26
Veranstaltungsgebäude	110	40	150	23
Wohnheime	105	20	115	13
Feuerwehren*)	155	40	143	17
Gemeinschaftshäuser	135	30	162	39

*) Ages 2005

Eine Temperaturbereinigung der ermittelten Durchschnittswerte wurde für Verwaltungsgebäude durchgeführt. Da die Werte in einigen Ortschaften nach unten und in anderen nach oben korrigiert werden müssen, ändert sich der Durchschnittswert nicht. Daher wurde bei den anderen Gebäudeklassen auf eine temperaturbereinigte Berechnung der Durchschnittswerte verzichtet.

Für viele Gebäude ist eine angepasste Bezugsgröße hilfreicher, da diese in statistischen Erhebungen leichter zugänglich ist. So z. B. haben sich für Schulen und Kindergärten der Energieverbrauch je Kind bzw. Schüler, für Krankenhäuser der Energieverbrauch je Bett oder für Sporthallen, Schwimmbäder, Tennishallen oder Eisstadion der Energieverbrauch je m² Spielfeld- oder Beckenfläche bewährt. Die Entwicklung der Durchschnittswerte für Deutschland seit 1995 sind in Tabelle 4-8 dargestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-8: Für Deutschland ermittelte Energiekennzahlen für Schulen, Krankenhäuser und Bäder und deren Entwicklung seit 1995 [ISI/FfE/GfK 2009], [FfE 1999]; Bezugsgröße sind bei Schulen Schüler (Sch), bei Krankenhäusern Planbetten (Bett) und bei Bädern die Wasserfläche (m²).

	Schulen Wärme	[kWh/Sch/a] Strom	Krankenhäuser [kWh/Bett-a]		Bäder Wärme	[kWh/m ² /a] Strom
			Wärme	Strom		
2006 [1]	1.342	264	18.460	10.278	2.668	1.064
2005 [1]	1.341	245	17.238	8.667	2.844	1.030
2004 [1]	1.314	226	15.572	7.051	3.020	995
2003 [1]	1.314	225	15.570	7.049	3.020	995
2002 [1]	1.292	253	15.194	7.056	2.594	952
2001 [1]	1.436	279	16.636	7.075	2.168	908
1995 [2]	1.985	352	24.857	7.501	1.197	366

[1] [ISI/FfE/GfK 2009], [2] [FfE 1999]

Die folgende Abbildung 4-2 gibt einen Überblick über den im Landkreis ermittelten durchschnittlichen Energieverbrauch für unterschiedliche Gebäudetypen. Für Kindergärten, Schulen und Krankenhäuser wurde als Bezugsgröße die Anzahl der Kinder, Schüler und Planbetten gewählt, für die anderen Gebäude ist die Bruttogrundfläche der Vergleichsmaßstab.

Eine Schwierigkeit im Datenabgleich liegt darin, dass die übermittelten Flächenangaben keineswegs einheitlich erhoben wurden, sondern von den jeweiligen Gemeindevertretern teilweise der Vorgabe entsprechend, teilweise aber mangels verfügbarer Unterlagen nach eigenem Ermessen angegeben wurden, so dass die Vergleichbarkeit nur bedingt möglich ist und nicht exakt sein kann.

Wie im Folgenden noch deutlich wird, liegt daher eine breite Streuung der Einzelergebnisse um den Durchschnittswert vor, wobei dieser jedoch meist relativ gut mit dem überregional erhobenen Durchschnittswert übereinstimmt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

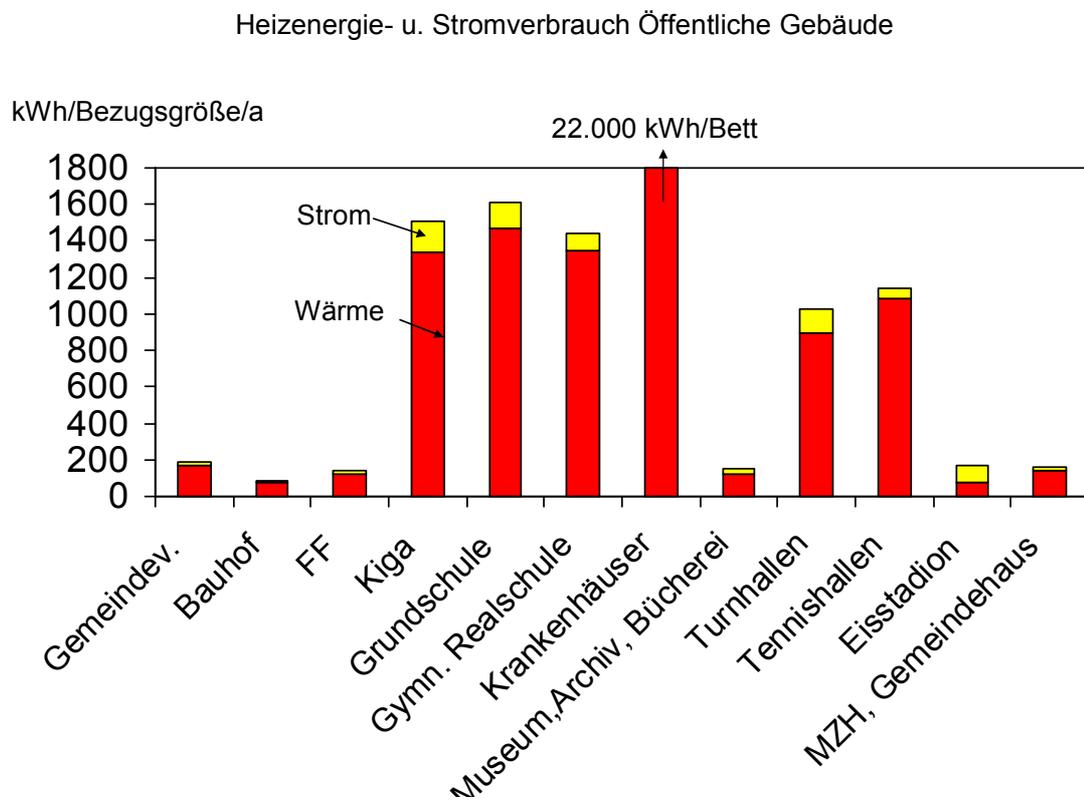


Abbildung 4-2: Übersicht über den ermittelten durchschnittlichen Energieverbrauch der dem öffentlichen Bereich zugeordneten Gebäude des Landkreises. Bezugsgröße ist die Nettogrundfläche, außer für Kindergärten (Kinder), Schulen (Schüler) und Krankenhäuser (Planbetten).

b) Gemeindeverwaltungen/Rathäuser

Im gesamten Landkreis wurden 46 Rathäuser und Verwaltungsgebäude identifiziert, die den Gemeinden, Märkten, Städten und dem Landratsamt zugeordnet werden können. Von 39 Gebäuden wurden Informationen geliefert, wobei teilweise nur der Strom- oder der Wärmeverbrauch übermittelt wurde. Für 9 Gebäude wurde auch keine Flächenangabe übermittelt, so dass diese für die spätere Hochrechnung in einem Vergleich mit den anderen Gebäuden geschätzt werden musste. Der flächenspezifische Mittelwert des Heizenergieverbrauchs der 39 Gebäude beträgt $142 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$. Dies liegt um etwa 40% über dem deutschlandweit aus über 1000 Gebäuden erhobenen Durchschnittswert von $103 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$.

Wie Abbildung 4-3 zeigt, wird der Mittelwert durch einen Ausreisser (998 kWh/m^2) nach oben hin dominiert. Lässt man diesen bei der Mittelwertbildung unberücksichtigt, so verschiebt sich der Durchschnittswert auf $119 \text{ kWh/m}^2/\text{a}$. Dies kommt dem

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

bundesdeutschen Durchschnittswert wesentlich näher. Dennoch zeigt die starke Streuung, dass die Gebäude in einem unterschiedlichen Renovierungszustand sind, so dass mit entsprechenden Maßnahmen eine deutliche Reduzierung des Heizenergiebedarfs erreichbar ist. Für eine Hochrechnung auf den gesamten Landkreis wurde der ermittelte Durchschnittswert für die Gebäude benutzt, für die keine Daten vorliegen.

Die Temperaturbereinigung verändert den Mittelwert nicht. Die Veränderungen nach oben und unten gleichen sich bei der Mittelwertbildung aus. Die grünen Striche in der Abbildung geben den für jeden Ort explizit Temperatur bereinigten Wert, die roten Balken geben die ermittelten Werte direkt an.

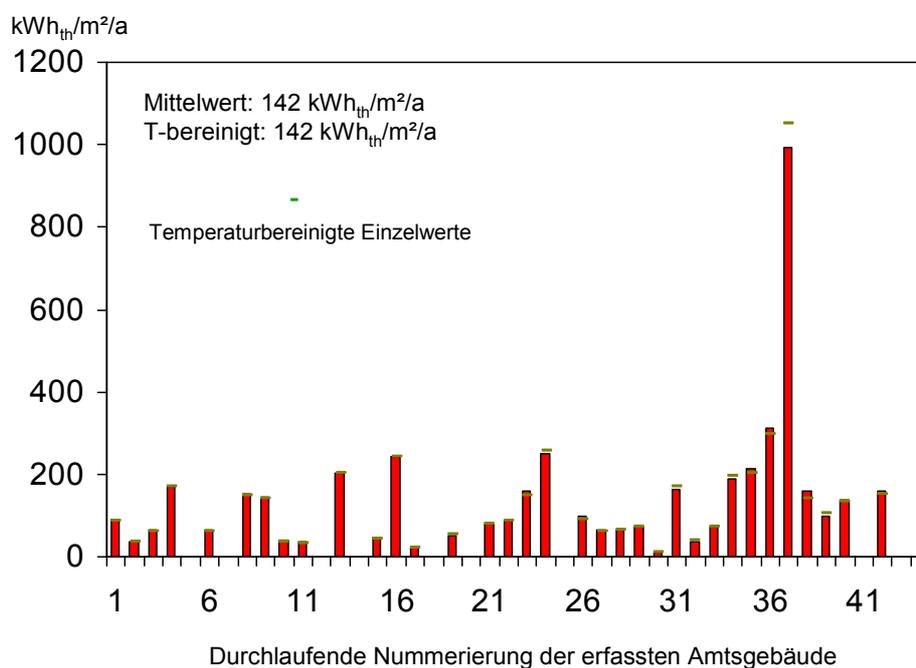


Abbildung 4-3: Erhobener Heizenergieverbrauch je m² und Jahr von Landratsamt, Rathäusern und Gemeindeverwaltungen. Basis bildet das Jahr 2007.

Abbildung 4-4 zeigt den erhobenen Stromverbrauch je m². Der für den Landkreis ermittelte Durchschnittswert liegt mit 23 kWh_{el}/m²/a um etwa 20% unter dem Deutschland weiten Durchschnittswert. Auch hier zeigt sich eine breite Streuung der Werte, die vermutlich teilweise auf eine unterschiedliche Ausstattung der Gebäude zurückgeführt werden kann. Letztlich zeigen sich einige Ausreißer, die auf einen überproportional hohen Stromverbrauch hinweisen. Diesen sollte nachgegangen werden, um die Ursachen zu erfassen und gegebenenfalls Einsparmaßnahmen zu ergreifen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

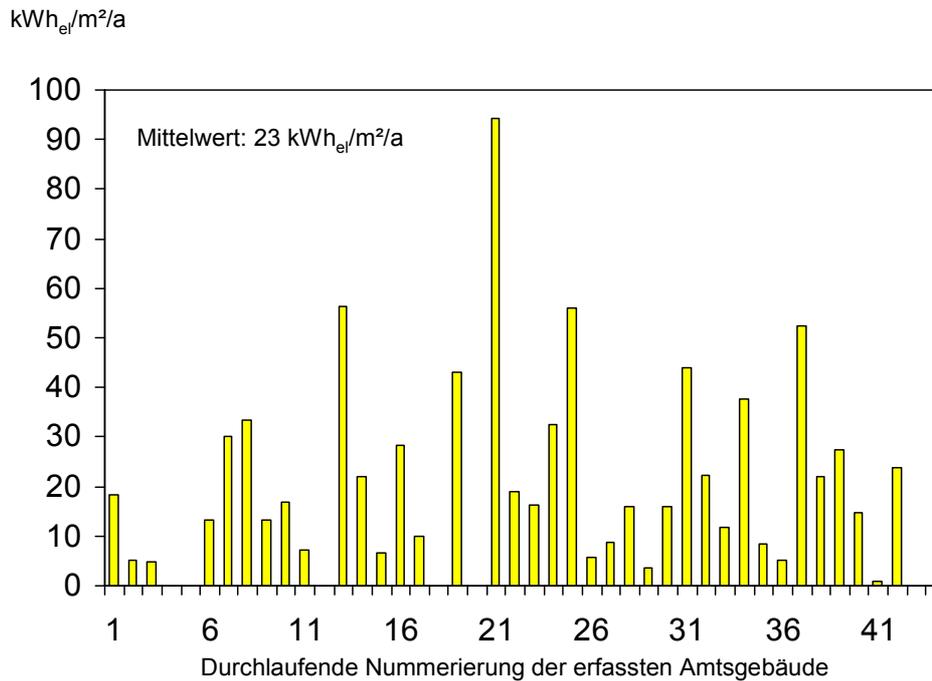


Abbildung 4-4: Erhobener Stromverbrauch je m² von Landratsamt, Rathäusern und Gemeindeverwaltungen. Basis bildet das Jahr 2007.

c) Kindergärten

Im Landkreis wurden 63 Kindergärten und Kindertagesstätten identifiziert. Für 23 Kindergärten wurden vollständige und von 5 weiteren Kindergärten lückenhafte Datensätze erhalten. Als Bezugsgröße wurde die Anzahl der Kinder eines Kindergartens gewählt. Diese wurde für die Objekte mit fehlenden Angaben über [Statkom 2008] ermittelt und damit der Energieverbrauch hochgerechnet.

Abbildung 4-5 zeigt den durchschnittlichen Heizenergieverbrauch und Abbildung 4-6 den durchschnittlichen Stromverbrauch je Kind, wie er über die Umfrage ermittelt wurde. Auch hier zeigt sich wieder eine große Streuung der Einzelwerte. Die Objekte mit deutlich überhöhtem spezifischen Heizenergieverbrauch sollten eingehender geprüft werden und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Die Streuung bzgl. des Stromverbrauchs ist ebenfalls sehr hoch, so dass hier im Einzelfall die Ursachen näher untersucht werden müssen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

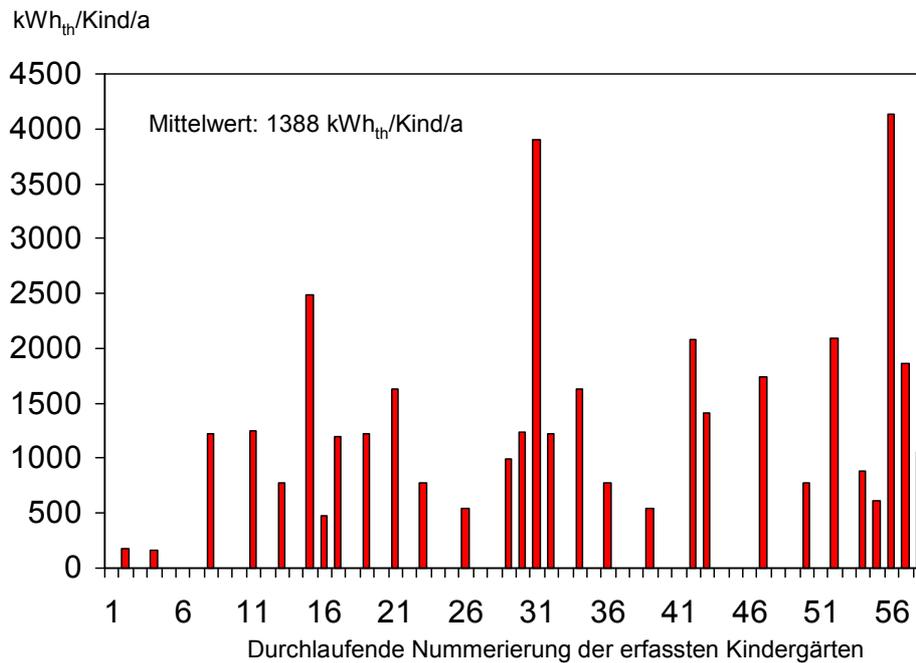


Abbildung 4-5 Erhobener Heizenergieverbrauch je Kind von Kindergärten und Kindertagesstätten im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

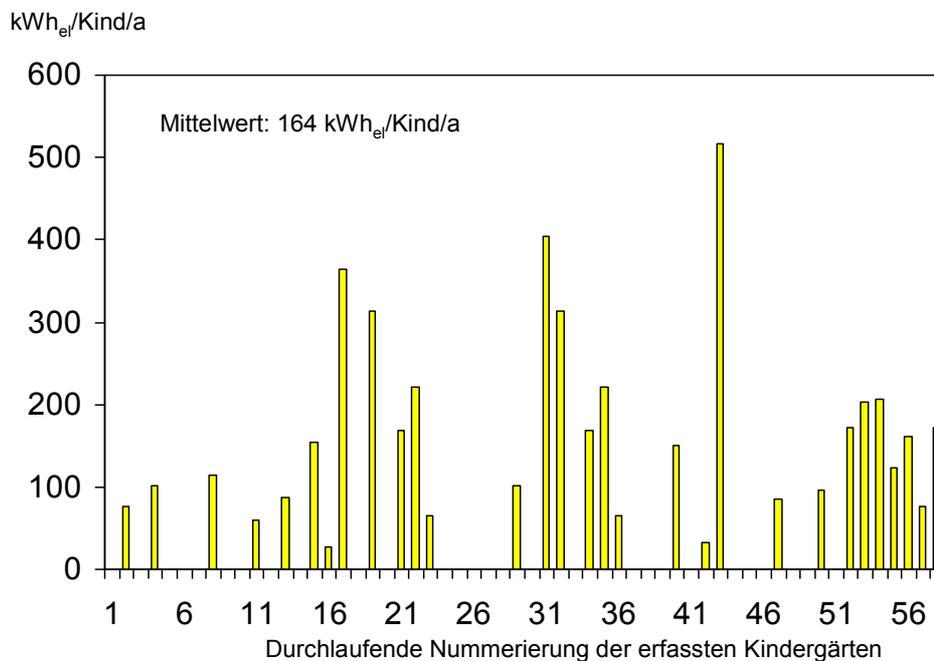


Abbildung 4-6 Erhobener Stromverbrauch je Kind von Kindergärten und Kindertagesstätten im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

d) Schulen

Im Landkreis wurden 58 Schulen identifiziert, für 34 Schulen wurde der Energieverbrauch vollständig übermittelt, für 9 weitere unvollständige Daten (Wärmeverbrauch oder Stromverbrauch). Als Bezugsgröße zur Berechnung spezifischer Energiekennzahlen wurde die Anzahl der Schüler je Schule gewählt. Diese wurde für die Objekte mit fehlenden Angaben über [Statkom 2008] ermittelt und auf dieser Basis der Energieverbrauch mit dem errechneten spezifischen Wert hochgerechnet.

Abbildung 4-7 und Abbildung 4-9 geben den durchschnittlichen Heizenergieverbrauch, Abbildung 4-8 und Abbildung 4-10 den durchschnittlichen Stromverbrauch je Schüler für Grund- und Hauptschulen bzw. für weiterführende Schulen, wie er über die Umfrage ermittelt wurde. Auch hier zeigt sich eine große Streuung der Einzelwerte. Die Objekte mit deutlich überhöhtem spezifischem Heizenergieverbrauch sollten eingehender geprüft werden und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Die Streuung bzgl. des Stromverbrauchs ist ebenfalls sehr hoch, so dass hier im Einzelfall die Ursachen näher untersucht werden müssen. Insbesondere zeigen sich wieder wenige Objekte mit extrem hohem Verbrauch, die eine nähere Untersuchung verdienen.

kWh_{th}/Schüler/a

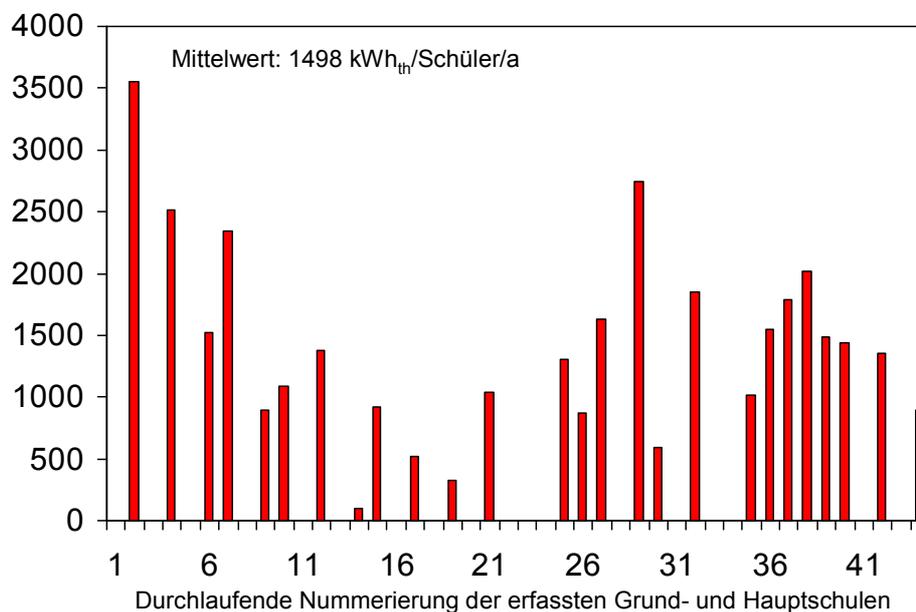


Abbildung 4-7 Erhobener Heizenergieverbrauch je Schüler von Grund- und Hauptschulen im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

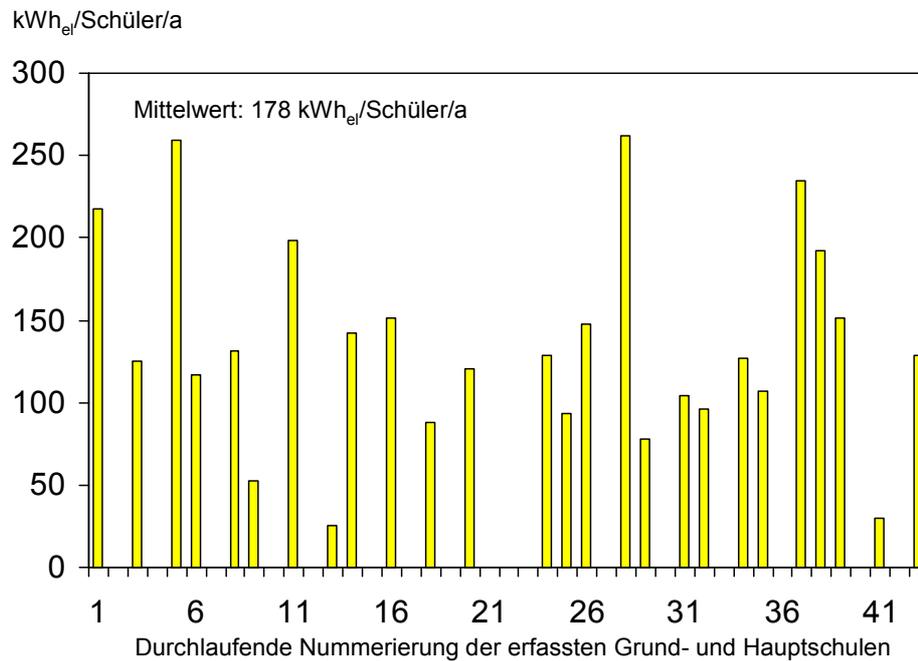


Abbildung 4-8 Erhobener Stromverbrauch je Schüler von Grund- und Hauptschulen im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

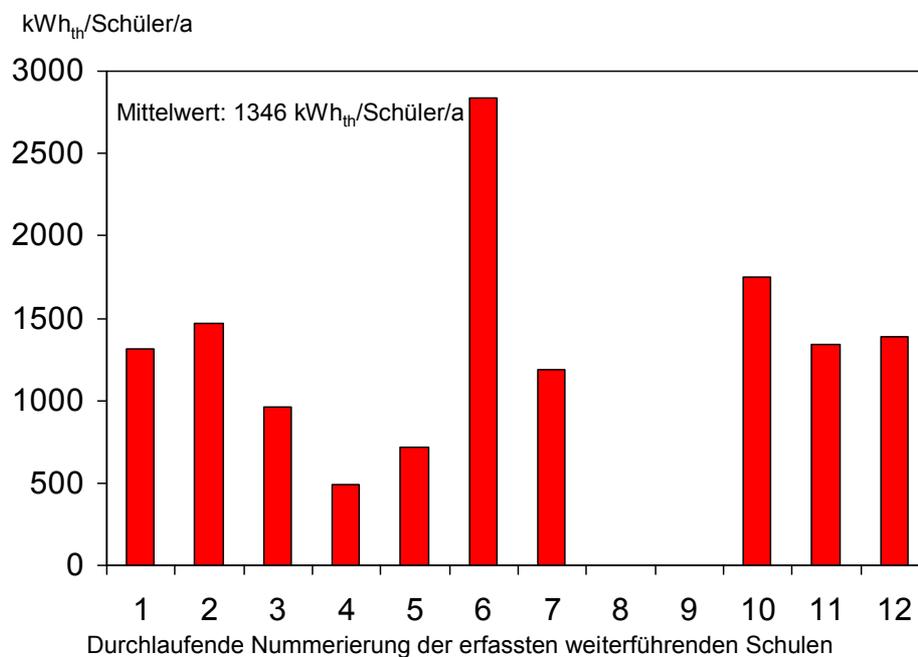


Abbildung 4-9 Erhobener Heizenergieverbrauch je Schüler von Berufsschulen, Realschulen und Gymnasien im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

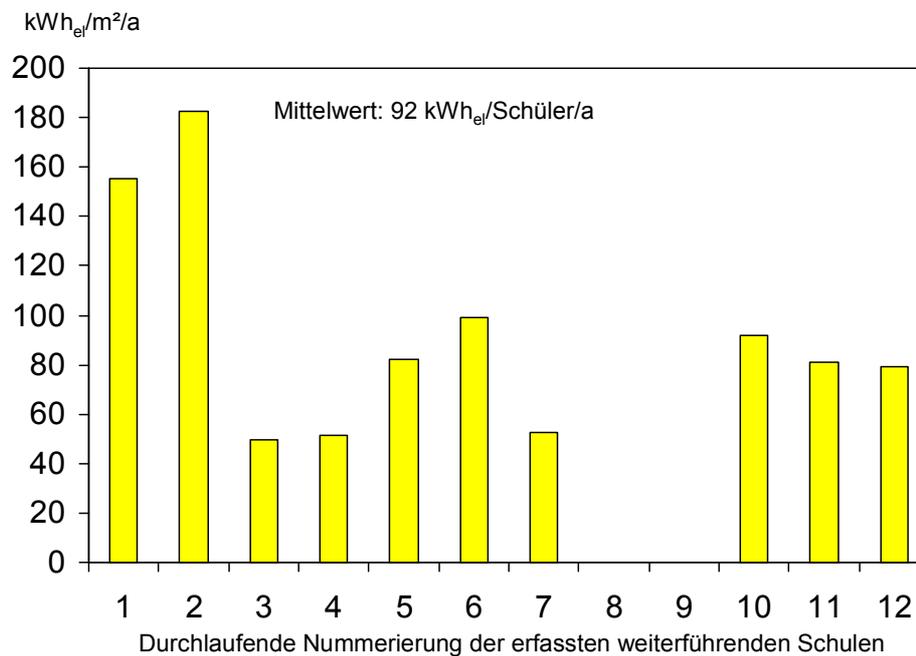


Abbildung 4-10 Erhobener Stromverbrauch je Schüler von Berufsschulen, Realschulen und Gymnasien im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

e) Bauhöfe

Im Landkreis wurden 22 Bauhöfe identifiziert, für 10 wurde der Energieverbrauch vollständig übermittelt und für 10 weitere unvollständige Daten (Wärmeverbrauch oder Stromverbrauch). Als Bezugsgröße zur Berechnung spezifischer Energiekennzahlen wurde die übermittelte Fläche gewählt. Diese wurde für die Objekte mit fehlenden Angaben über einen Vergleich mit erhobenen Daten anderer Bauhöfe geschätzt und auf dieser Basis der Energieverbrauch mit dem errechneten spezifischen Wert hochgerechnet.

Abbildung 4-11 und Abbildung 4-12 geben den durchschnittlichen spezifischen Heizenergie- und Stromverbrauch für Bauhöfe, wie er über die Umfrage ermittelt wurde. Auch hier zeigt sich eine große Streuung der Einzelwerte. Allerdings ist die statistische Basis sehr dürftig für die Bildung belastbarer Durchschnittswerte.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

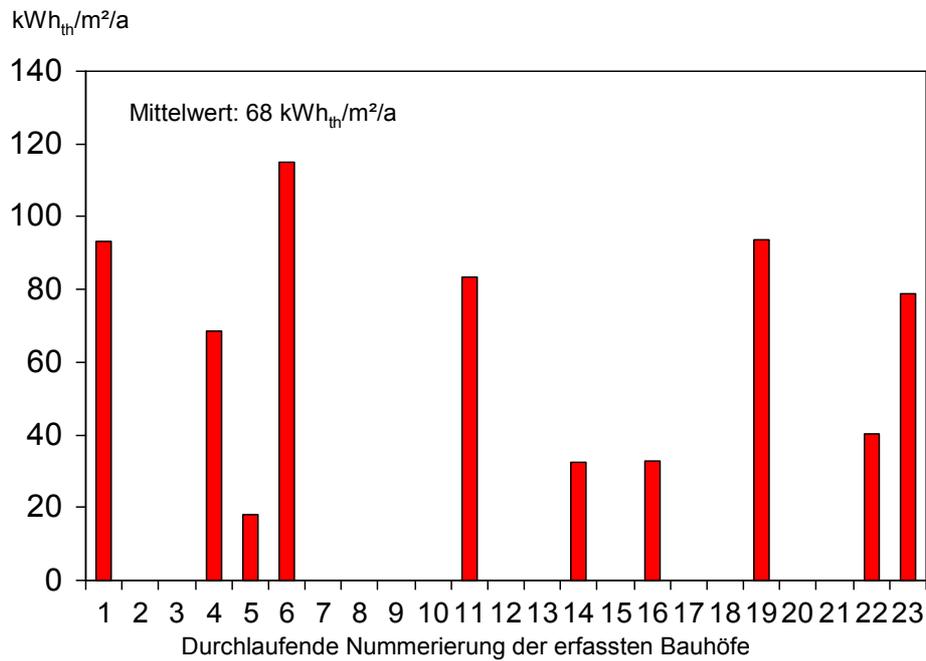


Abbildung 4-11 Erhobener Heizenergieverbrauch je m² von Bauhöfen im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

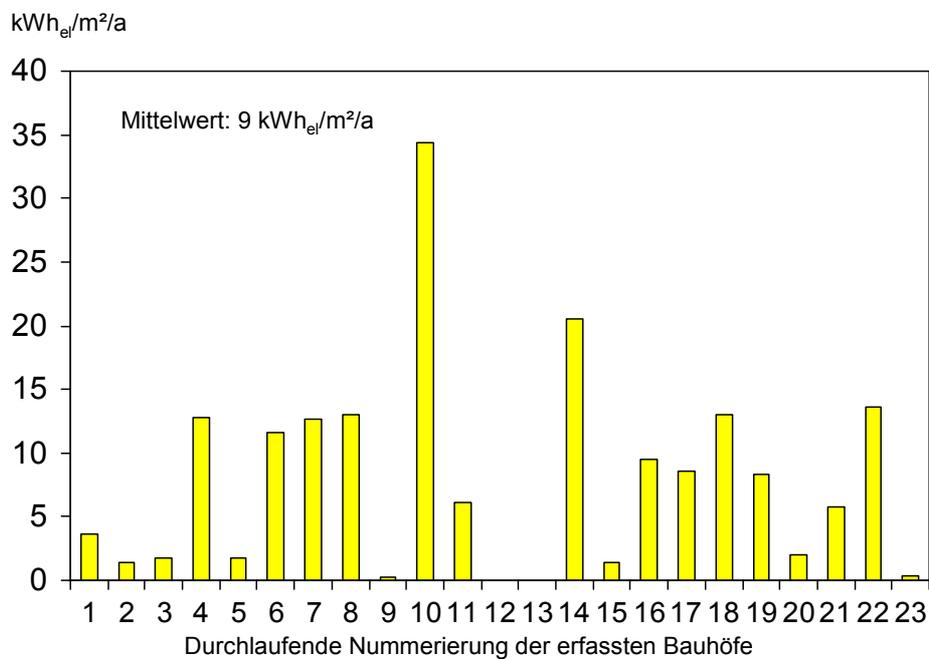


Abbildung 4-12 Erhobener Stromverbrauch je m² von Bauhöfen im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

f) Feuerwehr

Im Landkreis wurden 45 Feuerwehrgebäude identifiziert, für 22 wurde der Energieverbrauch vollständig übermittelt und für 15 weitere unvollständige Daten (Wärmeverbrauch oder Stromverbrauch). Als Bezugsgröße zur Berechnung spezifischer Energiekennzahlen wurde die übermittelte Fläche gewählt. Diese wurde für die Objekte mit fehlenden Angaben über einen Vergleich mit erhobenen Daten anderer Feuerwehrgebäude geschätzt und auf dieser Basis der Energieverbrauch mit dem errechneten spezifischen Wert hochgerechnet.

Abbildung 4-13 und Abbildung 4-14 geben den durchschnittlichen spezifischen Heizenergie- und Stromverbrauch für Feuerwehren, wie er über die Umfrage ermittelt wurde. Die statistische Datenbasis ist recht gut, so dass einzelne Ausreißer insbesondere mit hohem Stromverbrauch gut identifiziert werden können. Diese verdienen eine eingehende Untersuchung.

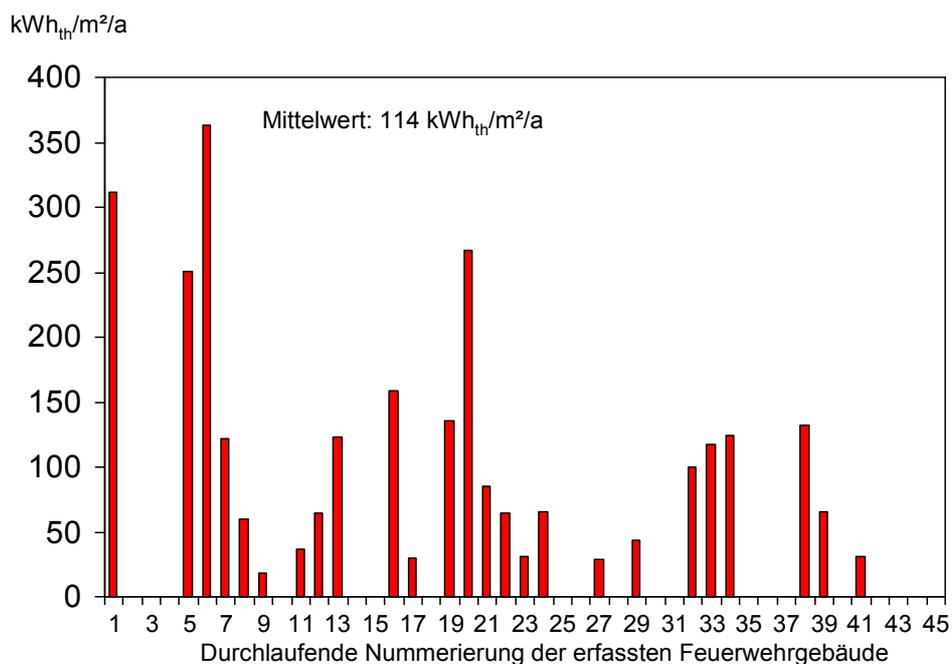


Abbildung 4-13 Erhobener Heizenergieverbrauch je m² von Feuerwehrgebäuden im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

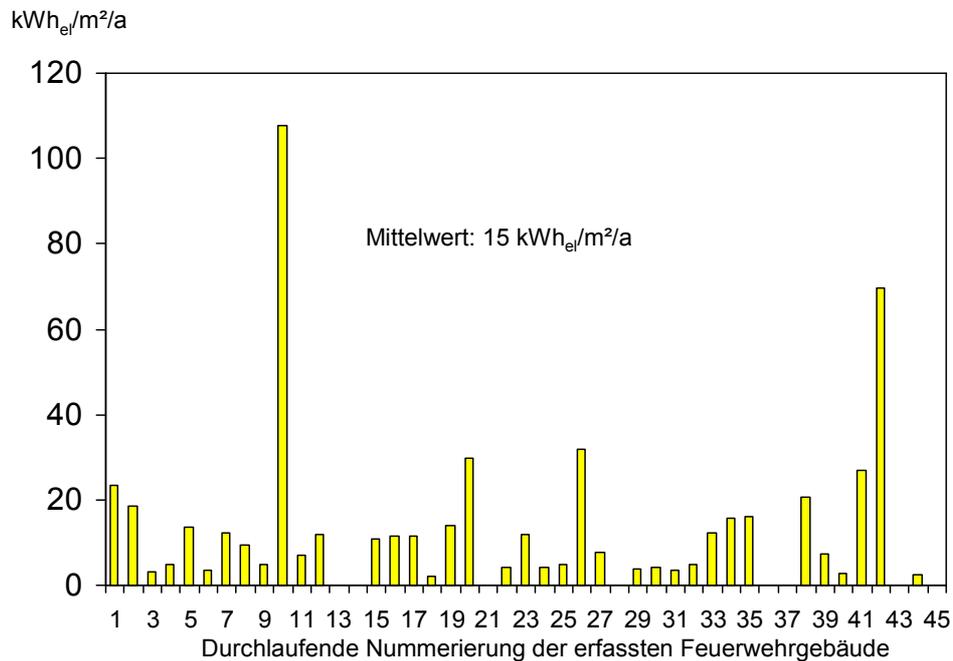


Abbildung 4-14 Erhobener Stromverbrauch je m² von Feuerwehrgebäuden im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

g) Krankenhäuser

Im Landkreis wurden 4 größere Krankenhäuser und ein Seniorenheim identifiziert, die alle im Eigentum des Landkreises liegen. Für diese wurde im Jahr 2007 ein ausführliches Energiegutachten erstellt, auf das hier zurückgegriffen wird.

Die Daten sind daher nicht ganz aktuell (2005), andererseits aber recht genau erhoben. Zudem wurden in der Zwischenzeit keine wesentlichen Veränderungen vorgenommen, so dass diese noch ein recht gutes Bild aufzeigen.

Abbildung 4-15 und Abbildung 4-16 geben den durchschnittlichen spezifischen Heizenergie- und Stromverbrauch je Planbett für die Krankenhäuser an, wie aus dem Gutachten hervorgeht [Siemens 2006], [Siemens 2006a], Siemens 2007], [Siemens 2007a].

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

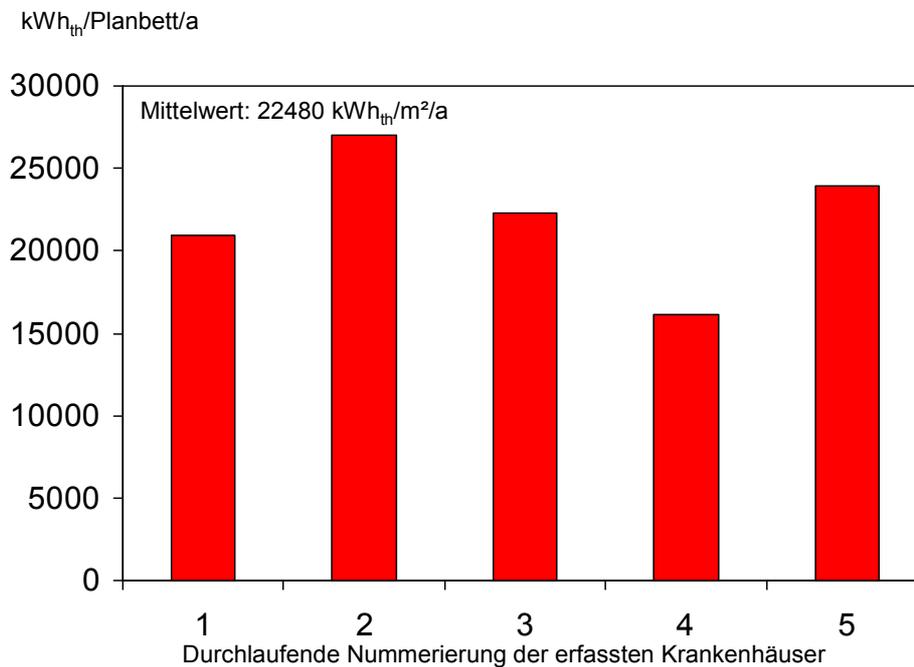


Abbildung 4-15 Erhobener Heizenergieverbrauch je Planbett von Krankenhäusern im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2005.

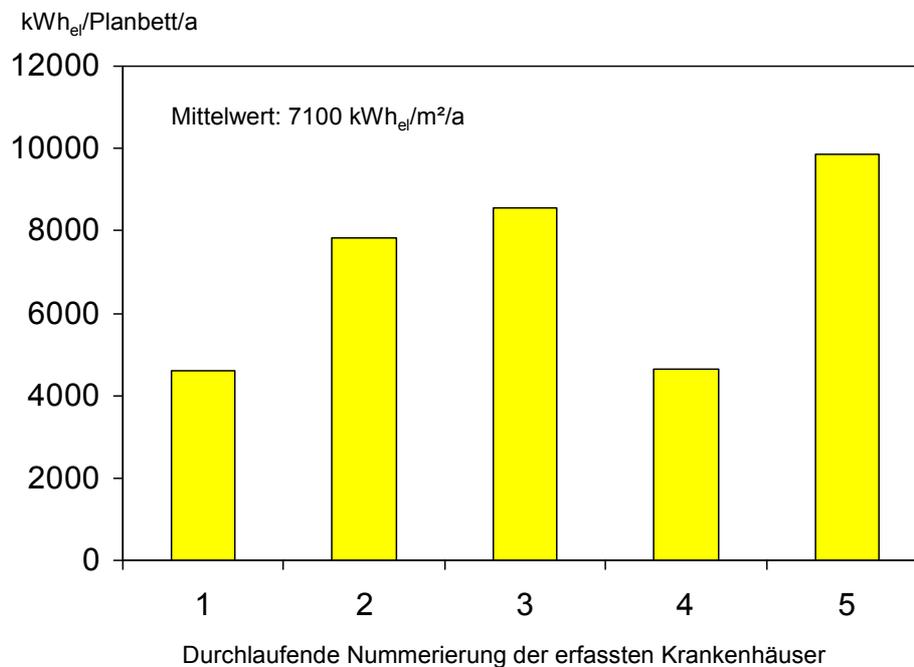


Abbildung 4-16 Erhobener Stromverbrauch je Planbett von Krankenhäusern im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2005.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

h) Museen, Archive, Bibliotheken

Insgesamt wurden 25 Objekte dieser Kategorie zugeordnet, wobei 2 Archive zugeordnet wurden, die sonstigen Gebäude entfallen vor allem auf Museen oder museumsähnliche Gebäude und Büchereien/Bibliotheken. Für 15 Objekte wurden vollständige Datensätze geliefert, für weitere 4 Objekte Teildaten, so dass relativ wenige Angaben ergänzt werden mussten.

Abbildung 4-17 und Abbildung 4-18 zeigen die im Landkreis erhobenen spezifischen Verbrauchsdaten. Die Durchschnittswerte wurden benutzt, um den Verbrauch der restlichen identifizierten Objekte hochzurechnen. Die relativ große Streuung der Vergleichswerte liegt in der Zusammenfassung der unterschiedlichen Gebäudetypen. Die Vergleichswerte für die einzelnen Gebäudetypen lauten (Archive: Heizenergieverbrauch 59 kWh/m², Stromverbrauch 10 kWh_{el}/m²/a, Bibliotheken: Heizenergieverbrauch 72 kWh/m²/a, Stromverbrauch 36 kWh_{el}/m²/a; Museen: Heizenergieverbrauch 120 kWh/m²/a, Stromverbrauch 64 kWh_{el}/m²/a).

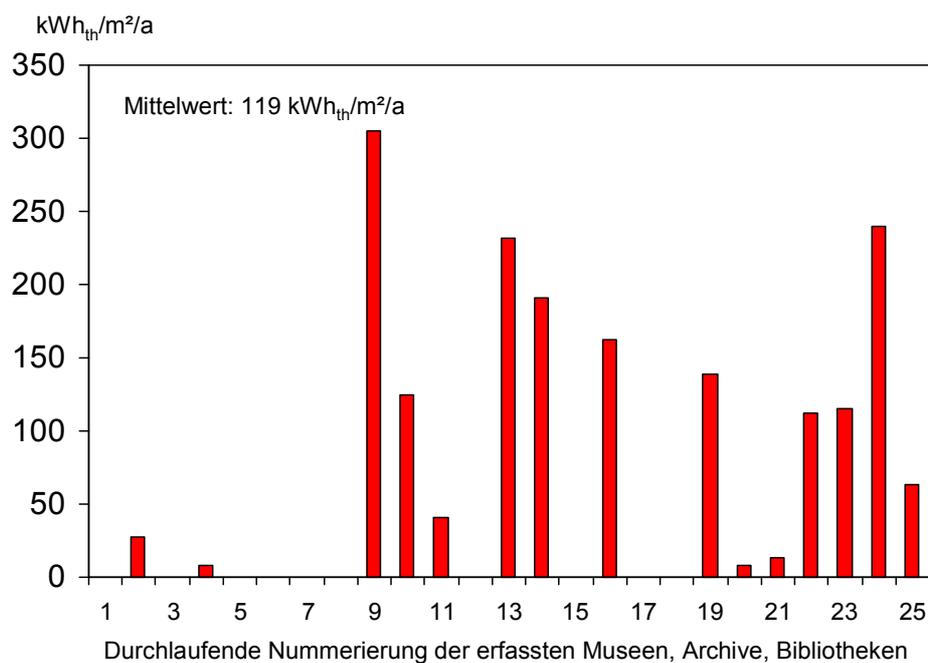


Abbildung 4-17 Erhobener Heizenergieverbrauch je m² und Jahr von Museen, Archiven und Bibliotheken im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

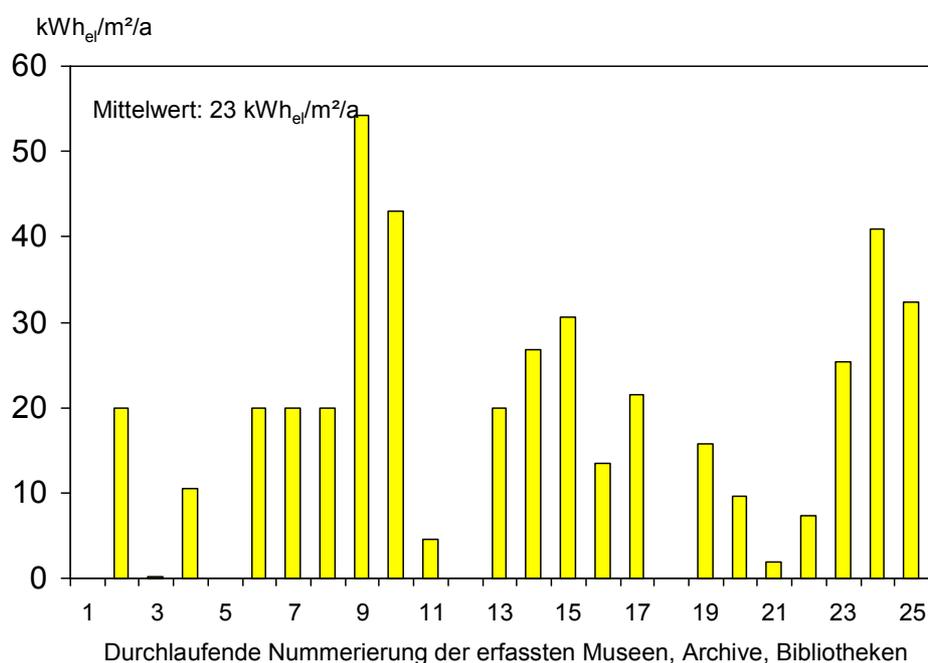


Abbildung 4-18 Erhobener Stromverbrauch je m² und Jahr von Museen, Archiven und Bibliotheken im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

i) Sporthallen, Turnhallen

Innerhalb dieser Recherche wurden im Landkreis über 30 Sportanlagen und Stadien mit Energieverbrauch erfasst, zu denen noch 9 Badeanlagen hinzukommen.

Für 13 Anlagen wurden vollständige Daten über die Umfrage geliefert, für 5 weitere Teildaten. Die ermittelten Durchschnittswerte zeigen eine große Streuung. Diese ist angesichts der Heterogenität der Gebäude nachvollziehbar. Dennoch liegen die errechneten Durchschnittswerte in der Nähe der überregional ermittelten Werte.

Als große Einzelverbraucher müssen hier vor allem die Eisstadien, Schwimmbäder und Tennishallen (evtl. mit angegliedertem Wellness-Bereich) gezählt werden. Diese sind in Abbildung 4-19 und Abbildung 4-20 nicht integriert, sondern wurden explizit verglichen und auf die Anlagen mit fehlenden Daten hochgerechnet.

Für Schwimmbäder ergeben sich mit im Durchschnitt 322 kWh_e/m²/a die höchsten spezifischen Stromverbrauchswerte je m² Wasserfläche. Der ermittelte Wärmeverbrauch liegt im Durchschnitt bei 1.205 kWh_{th}/m²/a.

Insbesondere Tennishallen liegen mit um die 2.000 kWh/m²/a Wärmeverbrauch sehr hoch.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

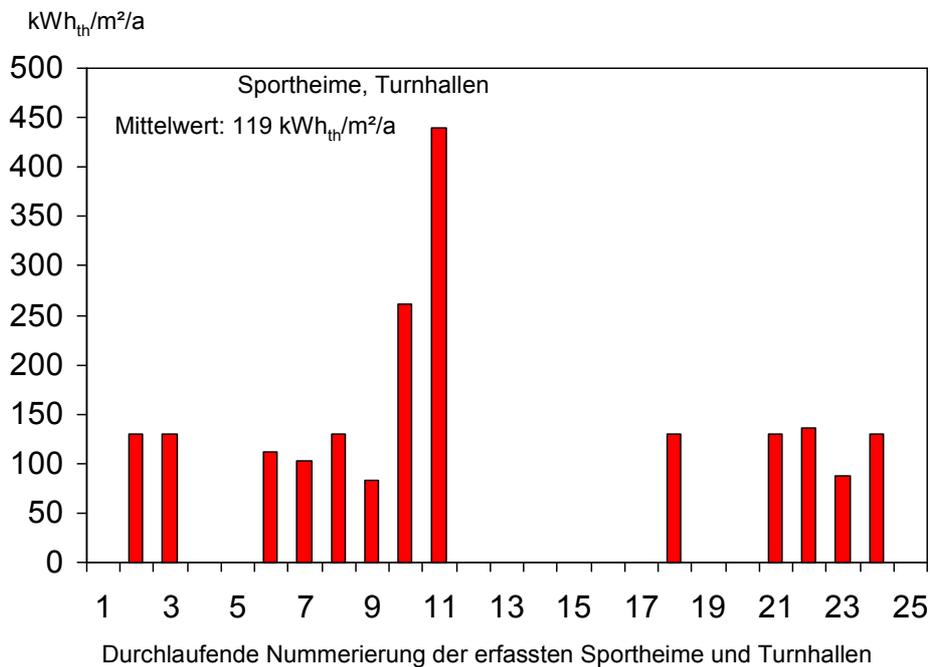


Abbildung 4-19 Erhobener Heizenergieverbrauch je m² von Sportanlagen, Sportheimen und Turnhallen im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

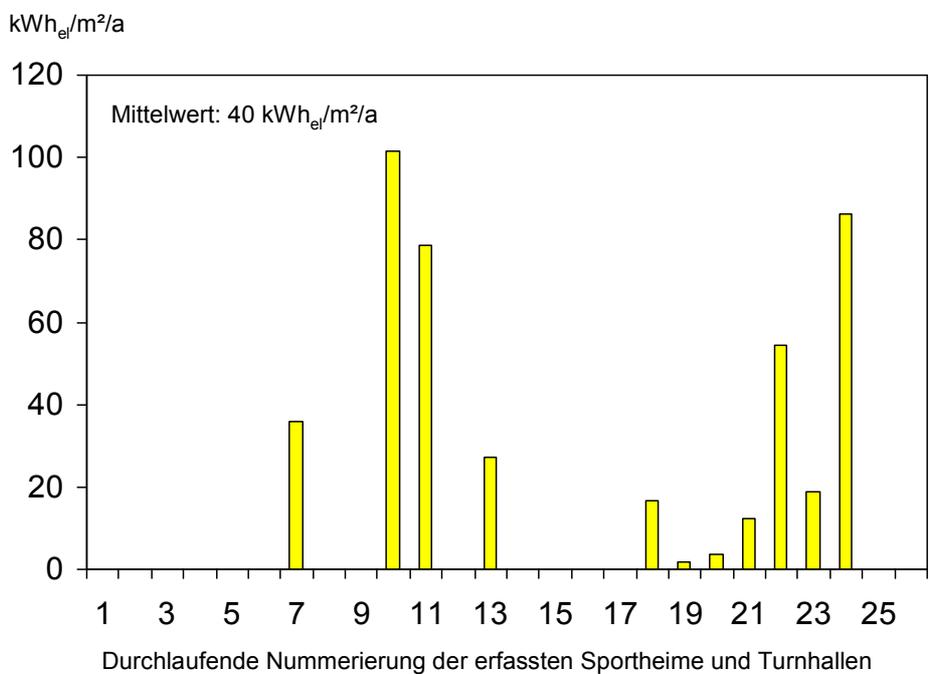


Abbildung 4-20 Erhobener Stromverbrauch je m² von Sportanlagen, Sportheimen und Turnhallen im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Auch die Eisstadien haben aufgrund des hohen Kühlbedarfs mit etwa 20% einen hohen Anteil am Gesamtstromverbrauch des Sportbereichs. Dieser wird jedoch vom Strom- und Wärmebedarf der Schwimmbäder noch deutlich übertroffen.

j) Mehrzweckhallen (MZH), Gemeinschaftszentren

Insgesamt wurden 28 Gemeindehäuser und Mehrzweckhallen / Stadthallen im Landkreis im Rahmen dieser Recherche identifiziert. Für 16 Objekte wurden vollständige Daten erhoben, für weitere 5 Objekte Teildaten. Die ermittelten Durchschnittswerte liegen in der Bandbreite überregional erhobener Daten und bieten eine brauchbare Grundlage für eine Abschätzung des Energie- und Stromverbrauchs der fehlenden Gebäude. Die Bandbreite wird wieder durch die Zusammenfassung von Teilbereichen (Mehrzweckgebäude und Stadthallen mit Gemeindehäusern und Gemeindezentren) bestimmt.

Abbildung 4-21 und Abbildung 4-22 zeigen die ermittelten Verbrauchswerte der einzelnen Objekte und deren Einordnung zum errechneten und überregional ermittelten Durchschnittswert.

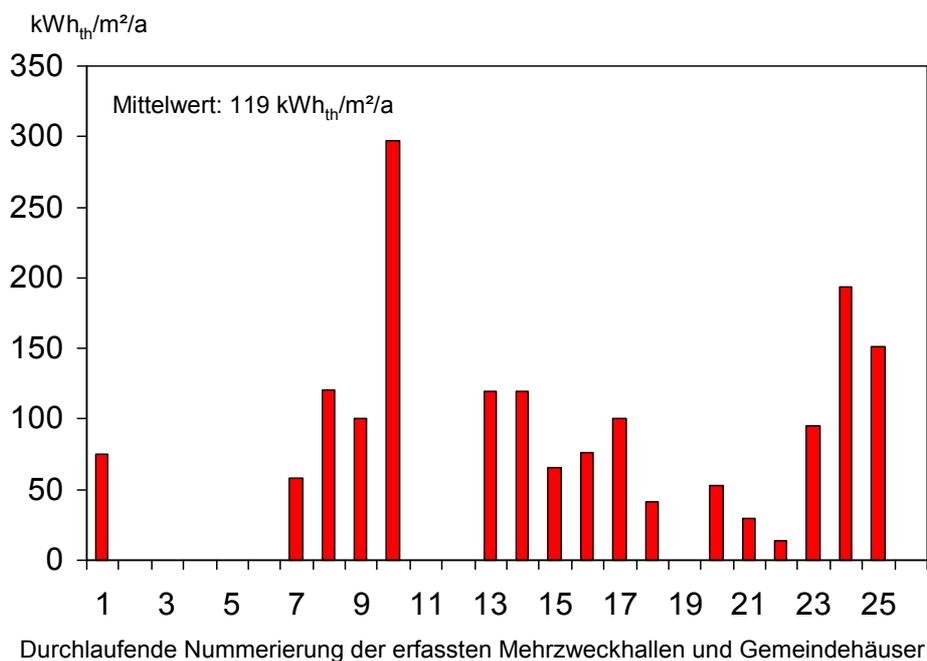


Abbildung 4-21 Erhobener Heizenergieverbrauch je m² von Mehrzweckhallen und Gemeindehäusern im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

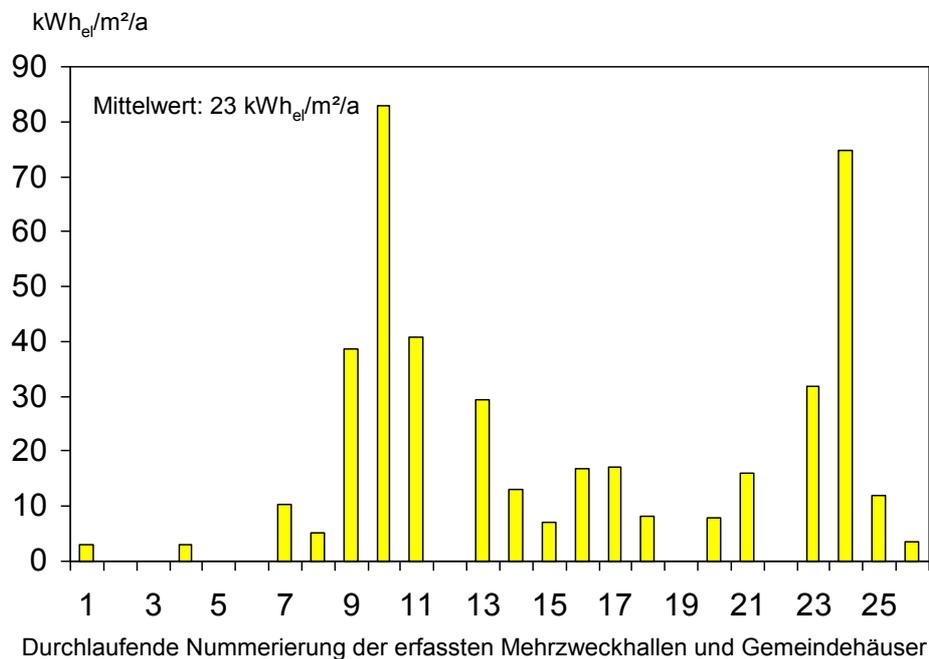


Abbildung 4-22 Erhobener Stromverbrauch je m² von Mehrzweckhallen und Gemeindehäusern im Landkreis. Basis bildet das Jahr 2007.

k) Straßenbeleuchtung

Ein wesentlicher Anteil des Stromverbrauchs des öffentlichen Konsums wird für Straßenbeleuchtung aufgewendet. Abbildung 4-23 zeigt den Stromverbrauch der Kommunen für Straßenbeleuchtung. Zur Vergleichbarkeit wurde der Bezug je Einwohner benutzt. Im Landkreisdurchschnitt liegt dieser bei 33 kWh_e/EW/a. Allerdings zeigen sich deutliche Unterschiede von 10 kWh_e/EW/a bis hin zu 55 kWh_e/EW/a. Datengrundlagen bildet eine Erhebung der regionalen Energieversorger [E.ON 2009], [LEW 2009], [Böbing 2009], [GWP 2009]. Diese wurden mit den direkten Erhebungen bei den Gemeindeverwaltungen abgeglichen. Bis auf wenige Gemeinden konnte eine gute Übereinstimmung bestätigt werden. Teilweise konnten Unterschiede nicht restlos aufgeklärt werden. In diesen Fällen wurden die vom Energieversorger übermittelten Daten berücksichtigt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

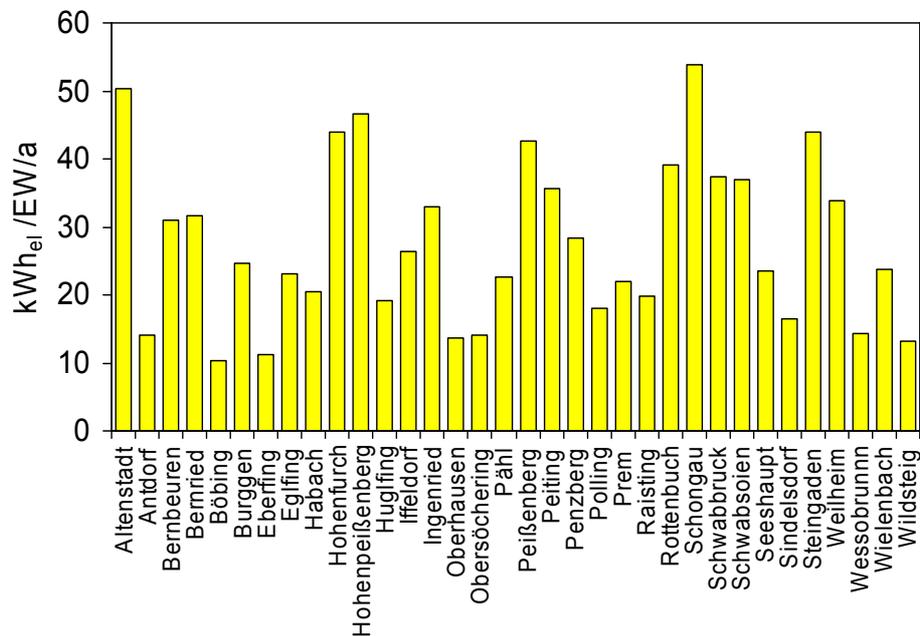


Abbildung 4-23 Stromverbrauch je Einwohner für Straßenbeleuchtung

I) Wasser Ver- und Entsorgung und Kläranlagen

Von zwölf Gemeinden wurde auch der Stromaufwand für die Wasserver- und -entsorgung erhoben. Für die zwölf Gemeinden wurden im Durchschnitt hierfür etwa 51 kWh_{ei}/EW aufgewendet.

Zusätzlich wurden für 13 Kläranlagen in neun Gemeinden die Stromverbrauchswerte übermittelt. Hier ergibt die Bildung spezifischer Verbrauchswerte je Einwohner einen Durchschnittswert von 54 kWh_{ei}/EW.

Allerdings streuen die ermittelten Werte von Gemeinde zu Gemeinde erheblich, wie Abbildung 4-24 zeigt. Die Ursachen sind einerseits in der nicht vollständigen Datenerfassung zu sehen.

Darüber hinaus sind die Wasserversorgungsgebiete teilweise miteinander vernetzt. So z. B. liegt ein Tiefbrunnen in Habach, der aber zu einem großen Teil die Wasserversorgung von Penzberg speist. Dies ist auch der Grund, warum der Stromverbrauch je Einwohner in Habach deutlich vom Durchschnitt abweicht, erst die gemeinsame Berücksichtigung von Habach und Penzberg gibt einen vergleichbaren Wert, wie man der Abbildung entnehmen kann.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

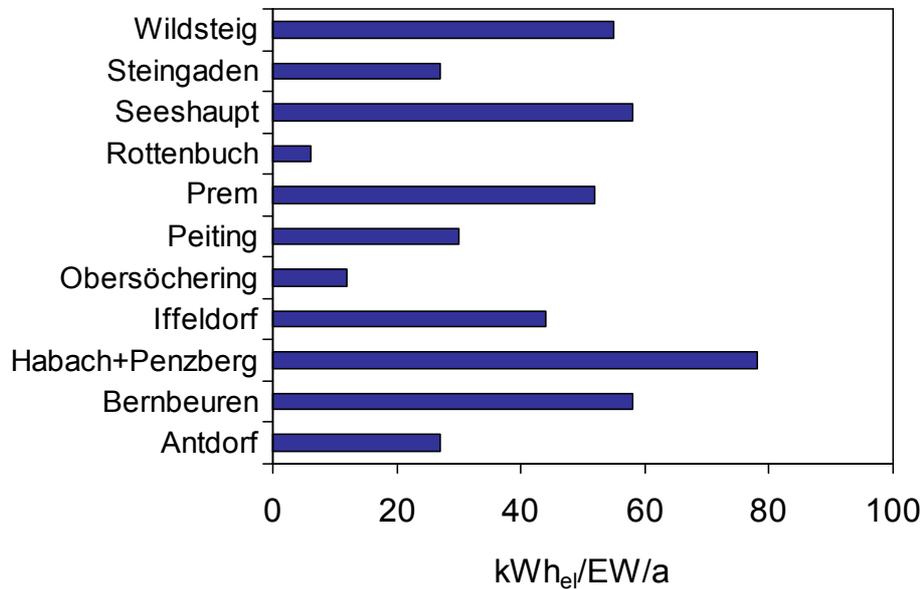


Abbildung 4-24 Spezifische Stromverbrauchswerte je Einwohner für die Wasserver- und -entsorgung (blaue Balken); Hab+Penzb = Habach und Penzberg

Die Hochrechnung des gesamten Stromverbrauchs für die Wasserver- und -entsorgung auf den Landkreis mit $51 \text{ kWh}_{\text{ei}}/\text{EW}$ für Pumpenstrom ergibt $5,55 \text{ GWh}_{\text{ei}}$.

Zusätzlich fällt noch Stromverbrauch für den Betrieb der Kläranlagen an. Die erhobenen und auf Einwohner umgerechneten Daten sind in Abbildung 4-25 dargestellt. Der niedrige Wert in Steingaden berücksichtigt nur den Stromverbrauch für das Gebäude der Kläranlage. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass nicht alle Einwohner an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sind und dass einige Kläranlagen auch das Abwasser benachbarter Orte aufnehmen. So entsorgen die großen Kläranlagen in Weilheim und in Penzberg die Gebiete Weilheim/Polling/Eglfing und Penzberg/Iffeldorf/Bad Heilbrunn und Schongau, Altstadt/Hohenfurch. Für letztere wurden keine Daten übermittelt.

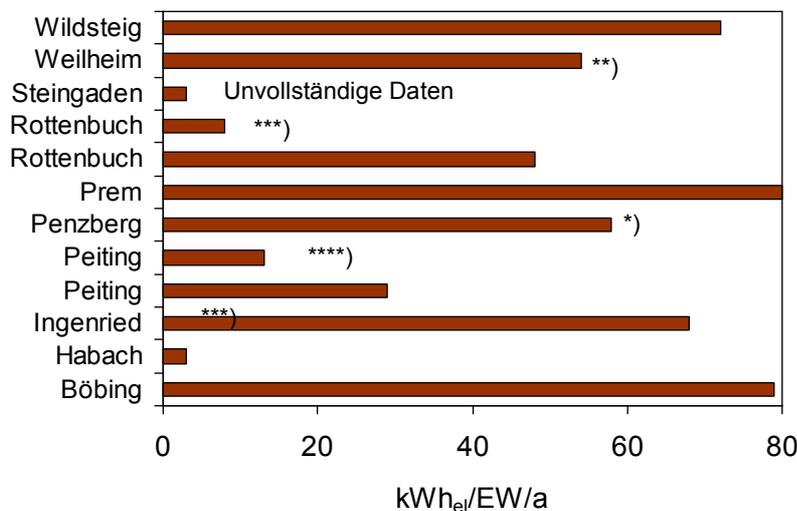
Der niedrige Stromverbrauch in Habach, Rottenbuch und Birkland (Peiting) kommt daher, dass hier Pflanzenkläranlagen mit extrem niedrigem externen Energieeinsatz installiert wurden.

Die Hochrechnung auf den gesamten Landkreis ergibt einen Strombedarf für Kläranlagen von insgesamt ca. $5,5 \text{ GWh}_{\text{ei}}$. Damit beträgt der Stromverbrauch insgesamt etwa $11,1 \text{ GWh}_{\text{ei}}$ für die Wasserver- und -entsorgung inklusive der Kläranlagen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Für diese Hochrechnung wurden für die Orte, für die keine Verbrauchsdaten verfügbar waren, der Durchschnittswert von 52 kWh_{el} pro angeschlossenerm EW und die in Tabelle 4-9 angegebenen Anschlusszahlen benutzt.

Es zeigt sich, dass Pflanzenkläranlagen einen deutlich niedrigeren Energieverbrauch haben als zentrale konventionelle Kläranlagen. In Eberfing wurde zudem erstmals im Landkreis ein neues Niederdrucksammelverfahren angewandt, das deutlich geringere Kosten aufweist.



*) Bezogen auf die Einwohnerzahl von Penzberg, Iffeldorf und Bad Heilbrunn

***) Bezogen auf die Einwohnerzahl von Weilheim, Polling und Forst/Paternzell

****) Pflanzenkläranlagen

*****) Teichkläranlage

Abbildung 4-25 Spezifische Stromverbrauchswerte für Kläranlagen bezogen auf die an die Kanalisation angeschlossenen Einwohner (braune Balken). [Statkom 2008]

Tabelle 4-9: Zuordnung der an die Kanalisation angeschlossenen Einwohner zu den kommunalen Kläranlagen und Anzahl der angeschlossenen Einwohner.

Gemeinde	Einwohner (EW)	Zentrale konv. Kläranlage 2007	Angeschlossene Einwohner	Große Pflanzenkläranlage
Altenstadt	3352	Zu Schongau	3272	
Antdorf	1125	Künftig zu Murnau	23	
Bernbeuren	2290	Ja	2070	
Bernried	2194	Ringleitung	2186	
Boebing	1730	ja	1337	
Burggen	1674	ja	1573	

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

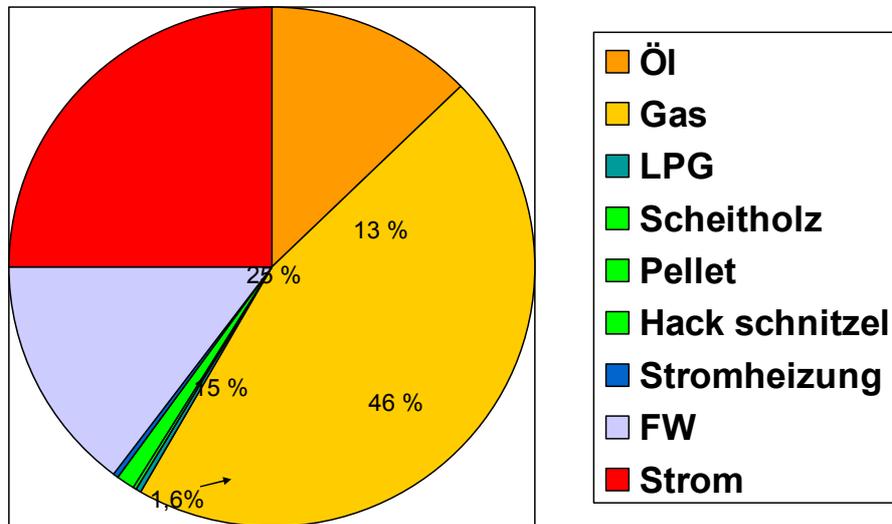
Gemeinde	Einwohner (EW)	Zentrale konv. Kläranlage 2007	Angeschlossene Einwohner	Große Pflanzenkläranlage
Eberfing	1283	Niederdruck zu Weilheim	1091	
Eglfing	964	Hungerbachtal	921	
Habach	1036	Rest nach Murnau innerhalb kommender Jahre	0	ja
Hohenfurch	1522	Zu Schongau	1434	
H-Peißenberg	3860	zentral	3422	
Huglfing	2468	Hungerbachtal	2351	
Iffeldorf	2567	Zu Penzberg	2417	
Ingenried	894	ja	825	
Oberhausen	2161	Hungerbachtal	2023	
O-söchering	1499	ja	1319	
Pähl	2460	Zu AWA	2368	
Peißenberg	12626	ja	12183	
Peiting	11776	Ja (-584)	11232	Teichkläranlage Birkland für ca. 584 EW
Penzberg	16267	+Iffel+Bad Heilbrunn	15799	
Polling	3290	Zu Weilheim	2311	
Prem	872	ja	799	
Raisting	2249	Zu AWA	2182	
Rottenbuch	1775	ja	1381	Pfl für ca. 500 EW
Schongau	12338	+Altenstadt+Hohenfurch	12272	
Schwabbruck	948		886	
Schwabsoien	1312	ja	1288	
Seeshaupt	2887	Ringleitung	2729	
Sindelsdorf	1081	nein	19	
Steingaden	2750	Ja o komm	2115	
Weilheim	21571	+Polling+Forst/Paternzell	21237	
Wessobrunn	2065	Forst zu Weilheim	1047	
Wielenbach	3200	Zu AWA	3139	
Wildsteig	1231	ja	1031	
Landkreis	131317		120282	

4.2.4 Zusammenfassende Ergebnisse

a) Auf Landkreisebene

Abbildung 4-26 zeigt die Anteile der verschiedenen Energieträger am Energieverbrauch des öffentlichen Bereichs, wie er sich aufgrund der Umfrageergebnisse darstellt. Fast die Hälfte der Endenergie wird in Form von Erdgas bereitgestellt. Zu je einem Sechstel tragen Erdöl, Fernwärme und Strom zur Bedarfsdeckung bei. Etwa 2,3 % des Endenergiebedarfs werden mit Biomasseheizanlagen, v.a. Hackschnitzel gedeckt. Der über die Umfrage erfasste Energieverbrauch beträgt 83 GWh/a. Stromheizung, Wärmepumpen und LPG werden zu weniger als 1 Prozent im öffentlichen Sektor zur Gebäudeheizung benutzt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren



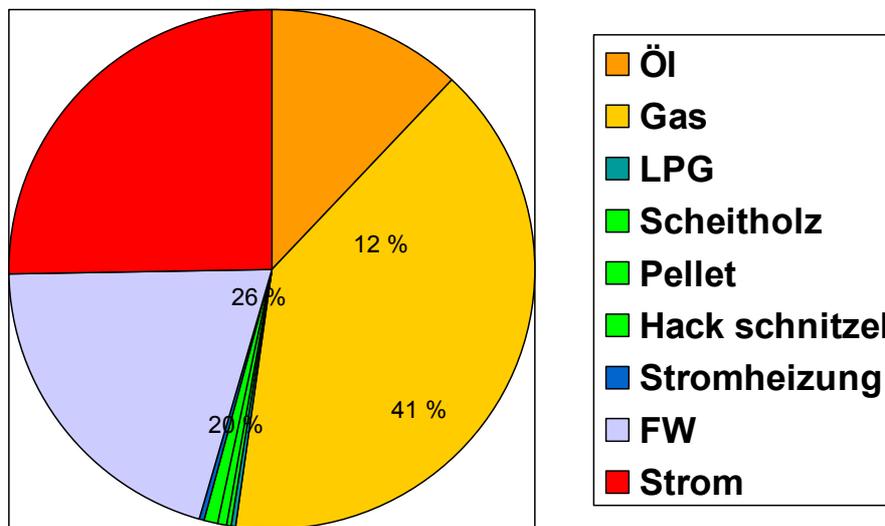
Gesamtverbrauch- Umfrage: 83 GWh/a

Abbildung 4-26 Über die Umfrage erfasster Energiemix der öffentlichen Liegenschaften

Das Ergebnis der Hochrechnung auf den gesamten Energieverbrauch des öffentlichen Bereichs weist auf 138 GWh/a hin, wovon ein Viertel auf Strom (25%) entfallen, 12% auf Öl, 40% auf Erdgas, 2% auf Biomasse und 20% auf Fernwärme (Abbildung 4-27).

Dass vor allem der Fernwärmeanteil in der Hochrechnung zunimmt, liegt daran, dass in Schongau für viele Gebäude keine Umfrageergebnisse vorlagen, so dass deren Energieverbrauch geschätzt werden musste. In Schongau werden die öffentlichen Liegenschaften vor allem mit Fernwärme aus der Fabrik UPM Kymmene versorgt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren



Gesamtverbrauch - Hochrechnung: 138 GWh/a

Abbildung 4-27 Hochrechnung der Umfrageergebnisse auf die Energieträgeranteile aller öffentlichen Gebäude im Landkreis

Abbildung 4-28 zeigt die diesem Energieverbrauch zuzurechnenden Klima relevanten Treibhausgasemissionen. Für jeden fossilen Energieträger sind die Emissionen explizit ausgewiesen. Der rote Balken zeigt die beim Abbrand direkt am Verbrauchsort anfallenden Kohlendioxidemissionen. Der braune Balkenanteil gibt die in Kohlendioxid-äquivalentwerte umgerechneten Emissionen, die in der vorgelagerten Prozesskette bei Gewinnung, Aufbereitung und Transport der Energieträger anfallen. Hier werden auch alle Emissionen berücksichtigt, die der Stromerzeugung anzurechnen sind. Im Jahr 2007 sind das für den deutschen Strommix 624 g je kWh Strom. [UBA 2009].

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

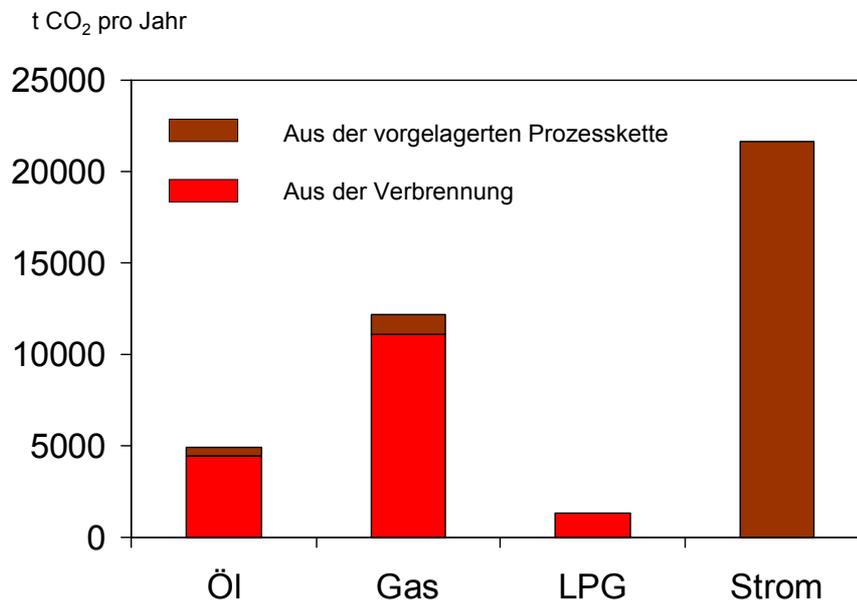


Abbildung 4-28 Kohlendioxidemissionen aus der Energieversorgung der öffentlichen Liegenschaften. Direkte Emissionen fallen bei der Verbrennung der Energieträger direkt am Verbrauchsort an, Emissionen aus der vorgelagerten Prozesskette sind der Stromerzeugung und dem Transport der Energieträger anzurechnen.

Abbildung 4-29 zeigt, wie sich der Energieverbrauch auf die unterschiedlichen Verwendungszwecke verteilt. Diese Aufteilung gibt einen Anhaltspunkt für die Relevanz der einzelnen Verwendungszwecke hinsichtlich der Treibhausgasemissionen.

Im Wärmeverbrauch ergibt sich folgende Reihenfolge:

- Den größten Anteil am Energieverbrauch haben die Schulen und Kindergärten mit etwa 34 GWh/a.
- Den zweitgrößten Anteil haben die Krankenhäuser und Heime mit etwa 24 GWh/a.
- Die Sportanlagen verbrauchen etwa 11 GWh/a.
- Mit knapp 11 GWh/a folgen Schwimmbäder und die Kläranlagen, wobei insbesondere die Kläranlage Weilheim einen hohen Wärmebedarf aufweist. Allerdings steht dem auch die Erzeugung von Klärgas in der Bilanz gegenüber, die hier noch nicht berücksichtigt wird (Siehe Kap. 4.7).

Etwa 80% des gesamten Wärmebedarfs entfällt auf diese Gebäude. Die restlichen 20% entfallen auf die sonstigen Liegenschaften (Rathäuser/Gemeindeverwaltungen 4,5 GWh/a,

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Mehrzweckhallen und Gemeindehäuser 4,2 GWh/a, kirchliche Liegenschaften, 3,1 GWh/a, Feuerwehrgebäude 2,5 GWh/a, Polizeiinspektionen und Kaserne 1,9 GWh/a, Museen/Archive/Bibliotheken 1,6 GWh/a und Bauhöfe 1,2 GWh/a).

Beim Stromverbrauch liegen die Anteile unterschiedlich:

- Mit etwa 11 GWh/a und 32 Prozent dominiert die Wasserver- und -entsorgung inkl. der Kläranlagen den Stromverbrauch bei weitem. Der Verbrauch teilt sich etwa zur Hälfte auf die Wasser- und Abwasser-Infrastruktur und auf die Kläranlagen. Berücksichtigt man noch den Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung mit 2,6 GWh/a, so entfallen fast 40 % des öffentlichen Stromverbrauchs auf kommunale Licht-, Wasser-, und Abwasserversorgung.
- Mit fast 8 GWh/a oder 23% folgt der Stromverbrauch für Krankenhäuser und Seniorenheime.
- Schulen und Kindergärten benötigen etwa 3,9 GWh/a Strom (11%).
- Mit 3 GWh/a folgen die Bäder an 4ter Stelle im Stromverbrauch (fast 9 %).
- Sportanlagen - vor allem die Eisstadion – benötigen etwa 2,5 GWh/a bzw. 7%.
- Mehrzweckhallen und Gemeindehäuser benötigen etwa mehr als 1 GWh/a bzw. 3,5%.
- Rathäuser und Gemeindeverwaltungen etwa 1 GWh/a bzw. knapp 3%.
- Der restliche Stromverbrauch von 1,3 GWh/a teilt sich auf die restlichen Nutzungen (Polizei+Kaserne, Bauhöfe, Feuerwehren Kirchen und Museen).

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

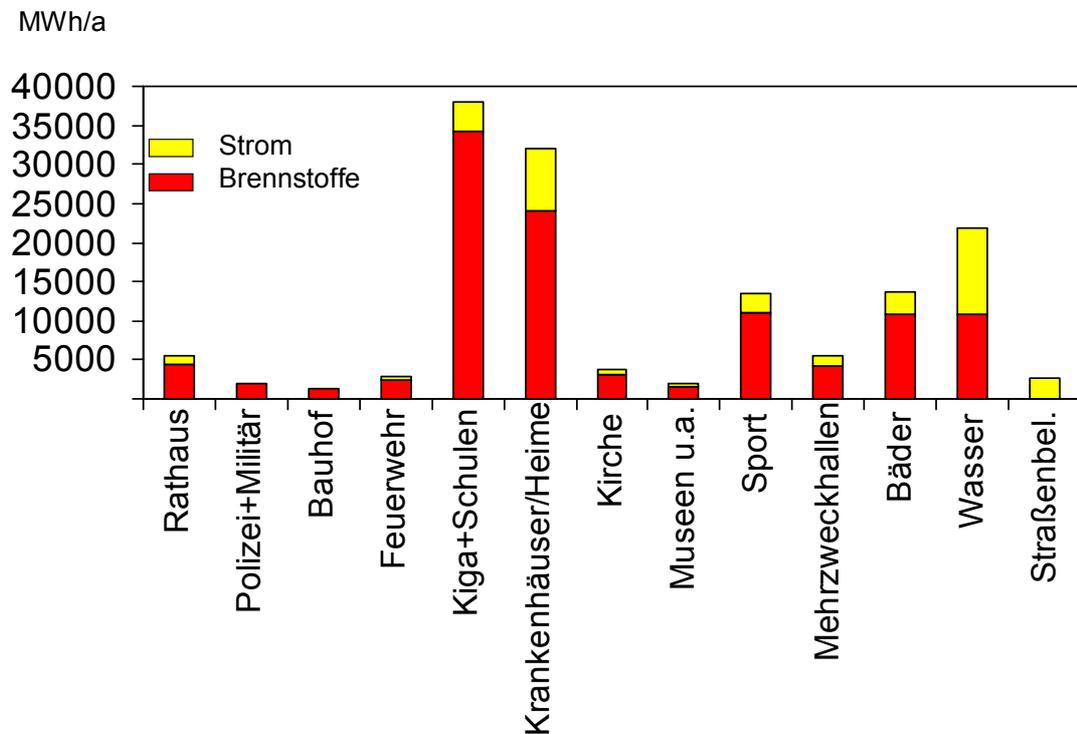
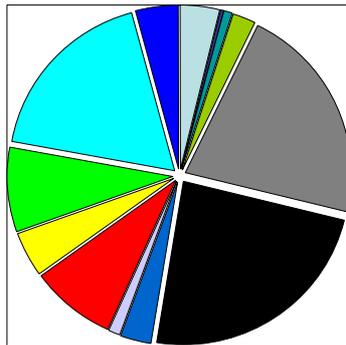


Abbildung 4-29 Anteil der einzelnen Gebäudetypen am öffentlichen Energieverbrauch. Strom und Wärme sind getrennt ausgewiesen.

Abbildung 4-30 zeigt die damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Durch die unterschiedliche Belastung der verschiedenen Energieträger mit Kohlendioxidemissionen ergeben sich damit leichte Verschiebungen in der Relevanz der einzelnen Bereiche.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Öffentliche Gebäude im Landkreis Weilheim-Schongau



Gesamte CO₂-Emissionen: 38532 tCO₂
 Davon:
 Im Landkreis: 15166 tCO₂
 Vorgelagert: 23365 tCO₂

Quelle Klimaschutzkonzept Weilheim-Schongau, LBST 2009

Abbildung 4-30 CO₂-Emissionen der Energieversorgung der öffentlichen Gebäude, die beim Abbrand und in der vorgelagerten Prozesskette freigesetzt werden.

b) Vergleich 1990 – 2007

Eine Rückrechnung der Emissionen auf das Jahr 1990 kann nur näherungsweise durchgeführt werden, da entsprechende Verbrauchsdaten nicht mehr verfügbar sind. Über die Umfrage bei den Gemeinden konnten noch für 57 Gebäude in Summe unvollständige Verbrauchsdaten für das Jahr 1990 recherchiert werden. Diese bilden die Basis für eine Hochrechnung.

Für 20 Gebäude (Schulen, Kindergärten, Rathäuser und Gemeindehäuser) konnte ein vollständiger Vergleich des Brennstoffverbrauchs durchgeführt werden. Der Verbrauch stieg von 1,24 GWh_{th}/a auf 1,33 GWh_{th}/a an, ein Anstieg von 7%. Der Heizölverbrauch für die erfassten Gebäude ging um 20% zurück. Der Mehrverbrauch wurde zum Teil durch Holzhackschnitzel, im Wesentlichen aber durch den Anschluss an die Erdgasversorgung aufgefangen. Für 43 Objekte wurden Stromverbrauchsdaten für 1990 und 2007 erhoben. Der Mehrverbrauch im Jahr 2007 betrug 134%. Dies ist jedoch vor allem auf den Bedarf der Kläranlagen zurückzuführen. Blendet man den Stromverbrauch für die öffentliche Infrastruktur aus (Beleuchtung, Wasserver- und -entsorgung, Kläranlagen), so steigt der Stromverbrauch um etwa 50%. Dieser Mehrverbrauch dürfte vor allem auf den Einsatz neuer Medien in Schule und Verwaltung zurückzuführen sein. Für die Rückrechnung auf

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

das Jahr 1990 wurde unterstellt, dass der Stromverbrauch der Gebäude bis 2007 um 50% anstieg. Der Verbrauch der öffentlichen Infrastruktur (Straßenbeleuchtung, Wasserver- und –entsorgung) wurde dem Verhältnis der Einwohnerzahl entsprechend rückgerechnet. Letztlich wurde der Verbrauch für Kläranlagen den Anschlusswerten angepasst.

Summiert man die Angaben und berücksichtigt die entsprechenden Emissionskoeffizienten (siehe Tabelle 3-1), so ergibt sich, dass die Gesamtemissionen seit 1990 um etwa 15% angestiegen sein sollten. Ohne Berücksichtigung der öffentlichen Infrastrukturen beträgt der errechnete Anstieg 12%. Die Mehremissionen des steigenden Heizenergiebedarfs wurden vor allem durch einen Umstieg auf emissionsärmere Energieträger (vor allem Erdgas) ausgeglichen, so dass die direkten im Landkreis abgegebenen Emissionen konstant blieben. Die Emissionen aus der vorgelagerten Prozesskette beinhalten vor allem die Emissionen der Stromerzeugung. Der jeweils rechte Balken in Abbildung 4-31 zeigt die Emissionsminderung, wie sie bis 2020 erfolgen sollte, um eine Reduktion von 40% gegenüber 1990 zu erreichen.

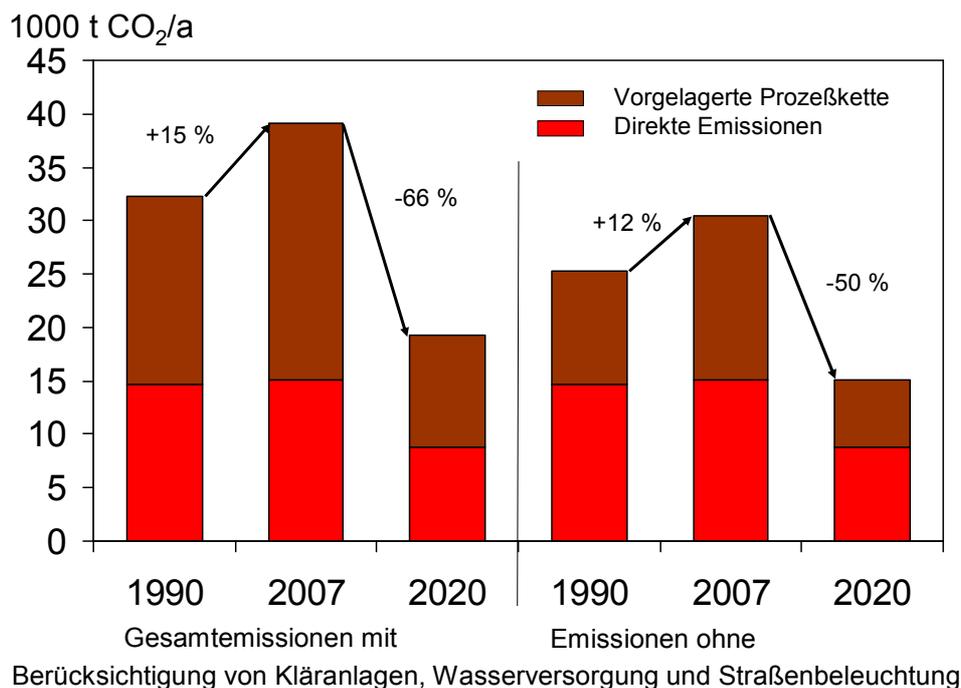


Abbildung 4-31 Veränderung der CO₂- Emissionen des öffentlichen Sektors von 1990 und 2007 mit und ohne Berücksichtigung des Stromverbrauchs für Wasserversorgung, Kanalisation und Kläranlagen sowie Straßenbeleuchtung

c) Gemeindevergleich

In Abbildung 4-32 ist der Energieverbrauch der öffentlichen Gebäude je Einwohner dargestellt. Dieser schwankt erheblich. Einen Einfluss auf den Energieverbrauch haben

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

insbesondere Anlagen wie beheizte Schwimmbäder, Eisstadien und Krankenhäuser. Dies sind in den Städten und Märkten die Ursachen für den hohen spezifischen Energieverbrauch. In Altenstadt ist der hohe spezifische Verbrauch vor allem auf die Kaserne zurückzuführen. Darüber hinaus sind große Unterschiede vor allem auf die unterschiedliche Ausstattung der Gemeinden mit Gebäuden, Wasserver- und -entsorgung (Kläranlagen) und zum Teil auf Unterschiede des baulichen Zustandes der Gebäude zurückzuführen.

Energieverbrauch des Öffentlichen Sektors je Einwohner

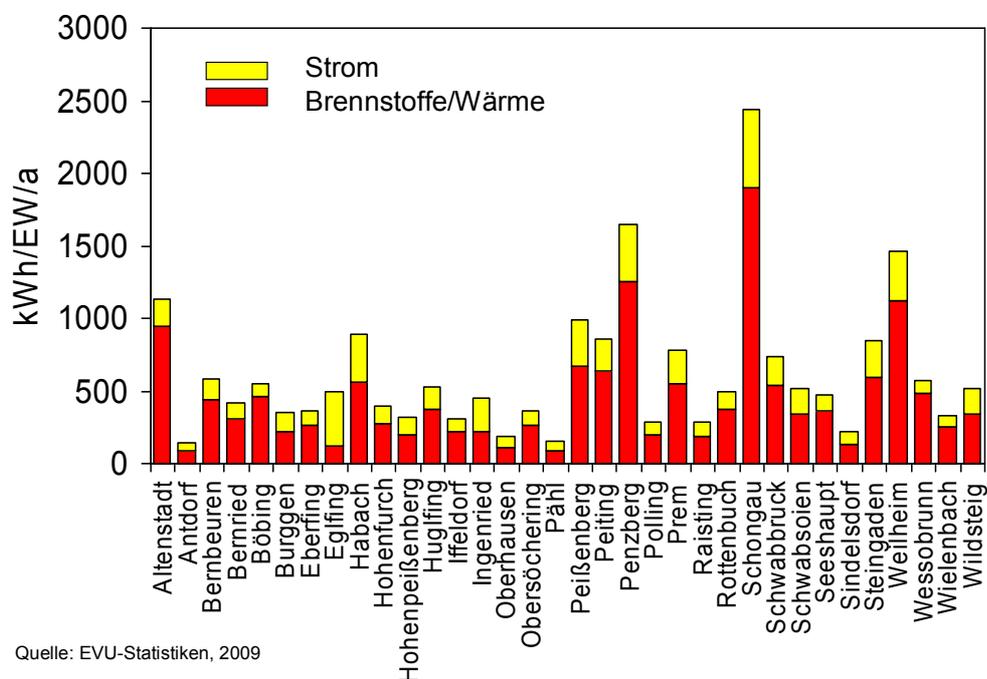


Abbildung 4-32: Energieverbrauch für kommunale Liegenschaften und öffentliche Infrastruktur (Strassenbeleuchtung, Wasserver- und -entsorgung, Kläranlagen) je Einwohner

Diesem Energieverbrauch sind die in Abbildung 4-33 dargestellten Treibhausgasemissionen zuzurechnen. Aufgrund der Umwandlungsverluste bei der Stromerzeugung trägt der Strom relativ stärker bei als die Brennstoffe. Allerdings ist für die Berechnung der Emissionen der bundesdeutsche Strommix zugrunde gelegt. Nicht berücksichtigt wurde der Anteil der regenerativen Stromerzeugung innerhalb des Gemeindegebietes. Dessen Berücksichtigung erfolgt erst in der Zusammenfassung des gesamten Verbrauchs und entsprechender Treibhausgasemissionen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

THG Emissionen der Gemeinden je Einwohner

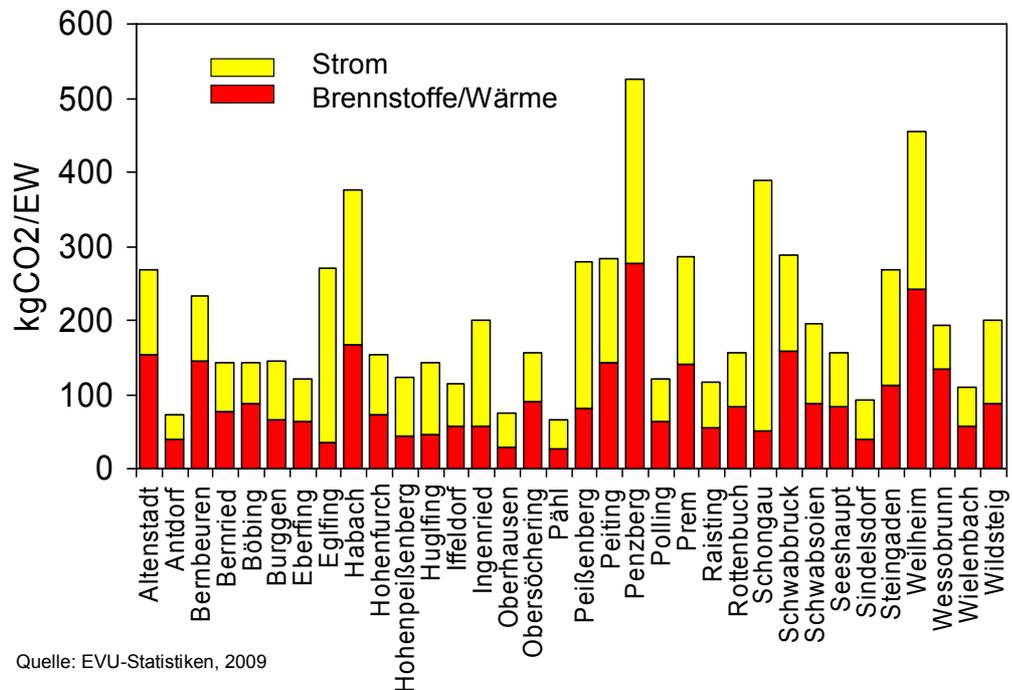


Abbildung 4-33 Treibhausgasemissionen für kommunale Liegenschaften je Einwohner

Abbildung 4-34 zeigt den Energieträgermix für die Bereitstellung der Heizenergie für öffentliche Liegenschaften.

Auffallend ist, dass die Gebäude in Antdorf im Jahr 2007 ausschließlich mit Strom beheizt wurden. Allerdings ist zu bedenken, dass der Gesamtverbrauch extrem niedrig ist (siehe Abbildung 4-32), so dass diese Emissionen die Gesamtbilanz der Gemeinde nicht stark beeinflussen werden. Dennoch deutet sich hier die Möglichkeit für kostengünstige Emissionsenkungsmaßnahmen an, die zu prüfen sind.

Abbildung 4-35 schließlich zeigt den über die Umfrage ermittelten Anteil des Stromverbrauchs für Infrastrukturaufwendungen am gesamten Stromverbrauch der Gemeinden.

In Abbildung 4-35 und Abbildung 4-35 wurden nur über die Umfrage ermittelte Daten ohne Hochrechnung auf alle Gemeinden zugrunde gelegt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinden: Heizenergeträgermix - Umfrageergebnis Öffentliche Liegenschaften

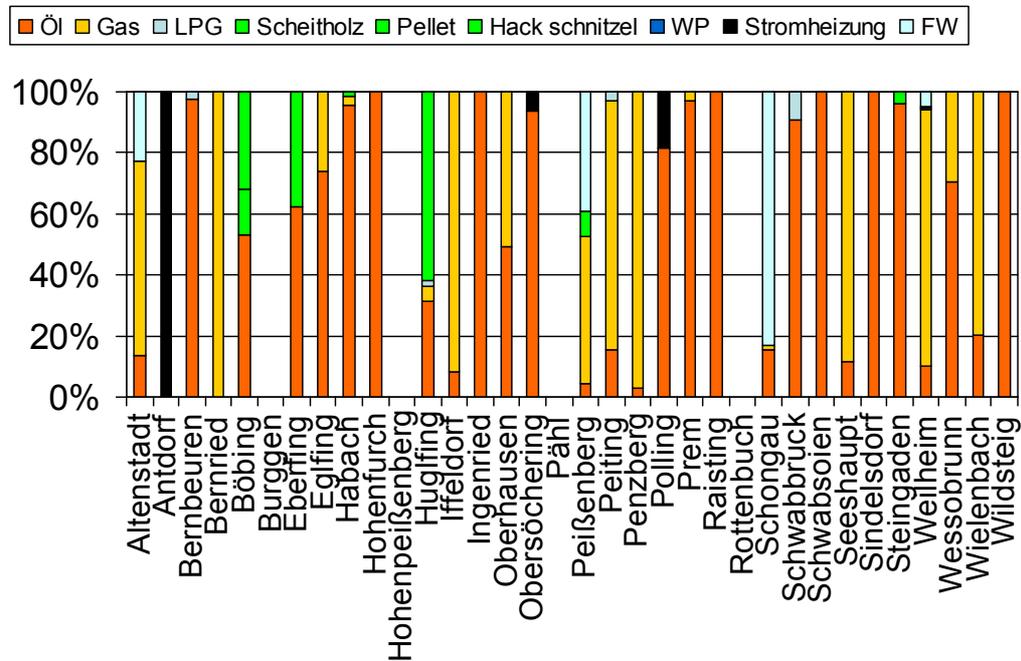


Abbildung 4-34: Energieträgermix je Gemeinde für öffentliche Liegenschaften gemäß Umfrage

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

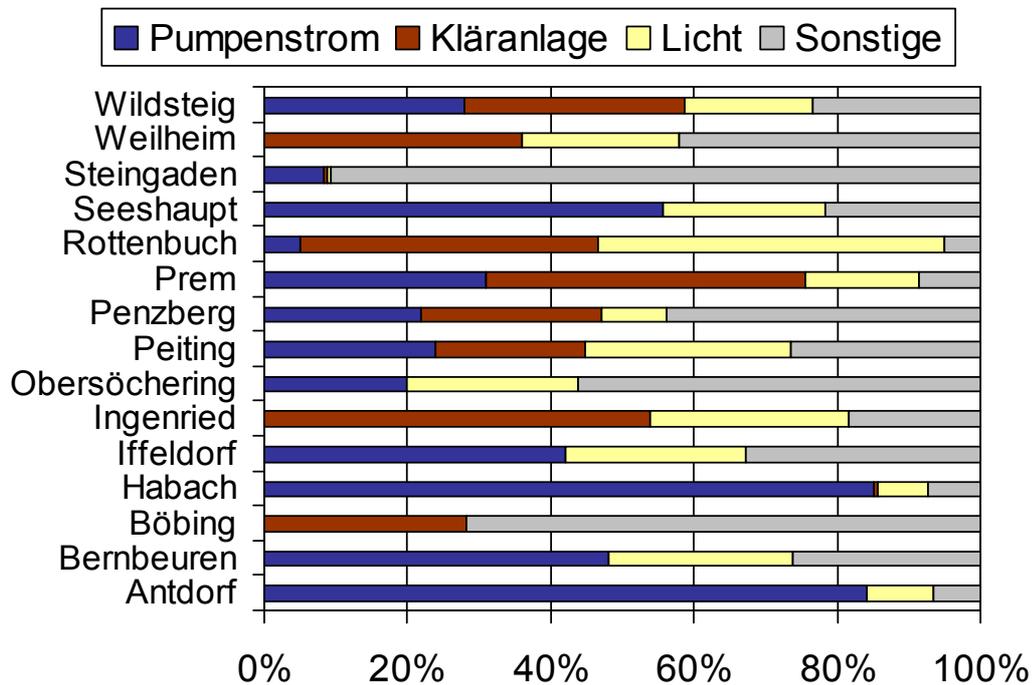


Abbildung 4-35: Anteil von Straßenbeleuchtung, Wasserversorgung und Kanalisation/ Kläranlagen am kommunalen Stromverbrauchs gemäß Umfrage.

4.3 Industrie und Gewerbe

4.3.1 Statistische Datenbasis

Der Energieverbrauch von Industrie und Gewerbe wurde auf Basis theoretischer Hochrechnungen von Statistiken ermittelt. Diese Daten wurden durch die Auswertung einer Umfrage ergänzt und entsprechend angepasst.

Als Basis der Hochrechnung wurde die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten je Branche zugrunde gelegt. [StatServ 2009] Hierzu wurden für den gesamten Landkreis Industrie und GHD-Sektor (Gewerbe/Handel/Dienstleistungen) in 92 Wirtschaftsabteilungen untergliedert. Für jede Abteilung wurde ein typischer Energieverbrauchskennwert je Mitarbeiter zugrunde gelegt, wie er aus überregionalen Erhebungen für das Jahr 2006 erhältlich ist [ISI/FfE/GfK 2009]. Dieser Kennwert wurde mit der Anzahl der Beschäftigten zum Gesamtenergieverbrauch der jeweiligen Branche hochgerechnet.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Die für die Hochrechnung ermittelten Energieverbrauchskennwerte je Arbeitsplatz wurden über eine Umfrage erhoben und zu branchentypischen Durchschnittswerten zusammengefasst. Bei großen Abweichungen der erhobenen Durchschnittswerte wurden die oben besprochenen überregionalen Werte für die weitere Berechnung zugrunde gelegt. Meist sind die großen Abweichungen auf zu wenige Daten zurückzuführen, so dass die Streuung der Einzelwerte noch einen großen Einfluss auf die Mittelwertbildung hat.

Eine Schwierigkeit der Hochrechnung ergibt sich dadurch, dass typische Kennwerte meist auf Erwerbstätige bezogen werden, wohingegen für den Landkreis nur die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in branchenspezifischer Untergliederung für 92 Unterabschnitte und Wirtschaftsabteilungen vorliegt. Die Summe der Erwerbstätigen bildet sich aus den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) über folgenden Zusammenhang:

Erwerbstätige = sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SVB) + Beamte und geringfügig Beschäftigte + Selbständige und mithelfende Familienangehörige

Die Gesamtzahl der Erwerbstätigen liegt im Landkreis etwa um 60 Prozent über der Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Ein direkter Vergleich zeigt, dass die Unterschiede vor allem im landwirtschaftlichen Bereich und im Dienstleistungsbereich liegen (Tabelle 4-10). Insbesondere im produzierenden Gewerbe – das im Landkreis vor allem dem verarbeitenden Gewerbe zuzurechnen ist – sind die Unterschiede gering.

Tabelle 4-10: Vergleich der Anzahl der im Jahr 2007 Erwerbstätigen, Arbeitnehmer und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) im Landkreis [Statserv 2009], [Genesis 2009]

Wirtschaftszweige	Erwerbstätige	Arbeitnehmer	SVB
	In 1.000	In 1.000	In 1.000
Land und Forstwirtschaft, Fischerei	2,8	0,7	0,424
Produzierendes Gewerbe ohne Bau	17,8	17	15,8
Davon verarbeitendes Gewerbe	17,6	16,8	15,6
Baugewerbe	4,3	3,1	2,591
Handel, Gastgewerbe, Verkehr	13,4	11	7,58
Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistung	6,4	4,9	3,64
Öffentliche und priv. Dienstleister	15,7	14,1	8,44
Insgesamt	60,5	50,8	38,624

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Da ein differenziertes Verzeichnis der Beschäftigten nur nach SVB erhältlich war, erfolgte die Hochrechnung auf dieser Basis. Dabei wird unterstellt, dass die Selbständigen und geringfügig Verdienenden an ihrem Arbeitsplatz kaum zum Gesamtenergieaufwand beitragen. Dies ist im verarbeitenden Gewerbe sicher gerechtfertigt, nicht aber in den anderen Wirtschaftszweigen. Doch für die Bereiche Landwirtschaft und öffentliche Dienstleistungen erfolgt die Ermittlung des Energieverbrauchs ohnehin über andere Methoden (siehe Kap 4.2 und Kap 4.4).

Um die Unsicherheit weiter einzugrenzen, wurde für jeden Wirtschaftszweig noch die Anzahl der dort aktiven Betriebe vermerkt. Diese wurden wiederum mit dem öffentlichen Branchenbuch abgeglichen, um sicherzugehen, dass weitgehend alle einschlägigen Betriebe erfasst wurden.

Beides zusammen (Anzahl der Betriebe unterteilt in Größenklassen und Anzahl der SVB) wurde benutzt, um über einen Vergleich mit der direkten Datenerhebung den Anteil der erfassten und der hochzurechnenden Energieverbraucher zu ermitteln.

Dabei wurde das methodische Gerüst so angelegt, dass jeder neue Dateneintrag für ein Unternehmen automatisch den Anteil der noch zu berechnenden Beiträge innerhalb der Branche reduziert und damit das Gesamtergebnis mit jedem erhobenen Datensatz verbessert wird. Die Anpassung erfolgt jeweils über die Berücksichtigung der Anzahl der Beschäftigten, die mit dem Fragebogen erhoben wurde. Wenn die entsprechende Angabe im Fragebogen nicht beantwortet war, so wurde die Anzahl der Beschäftigten über den Energieverbrauch geschätzt oder bei größeren Firmen entweder über eine Internetrecherche oder Rückfrage beim Unternehmen ermittelt.

Eine Schwierigkeit ergibt sich dadurch, dass die Beschäftigungsstatistiken auf Gemeindeebene nur in zwölf Wirtschaftsbereiche untergliedert verfügbar sind. Dadurch wird der Fehler der Hochrechnung bei kleinen Gemeinden größer, da hier oft keine Detaildaten verfügbar waren. Hierauf wird in Kap. 4.3.4 eingegangen.

Für den gesamten Landkreis sollten sich statistische Schwankungen weitgehend ausgleichen, zumal hier eine Untergliederung in 92 Wirtschaftsabteilungen berücksichtigt wurde. Zudem war die Erfassungsquote über den Fragebogen sehr hoch, so dass die Ergebnisse relativ zuverlässig sein sollten.

Das Statistische Bundesamt passt in unregelmäßigen Abständen die Zuordnung zur Wirtschaftsabteilung der sich verändernden Bedeutung bestimmter Branchen an. In diesem Bericht wurde die Zuordnung gemäß WZ 2003 benutzt, um auch mit zurückliegenden Jahren vergleichen zu können [IHK 2005].

4.3.2 Fragebogenerhebung

Es wurde ein Fragebogen an alle gemeldeten Gewerbetreibenden verschickt. Zusätzlich wurde bei größeren Betrieben direkt nachgefragt und somit die Rücklaufquote erhöht. Als

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Basis diente das Verzeichnis der Gewerbeanmeldungen des Landratsamtes. Hierauf basierend wurden etwa 12.000 Fragebogen durch das Landratsamt verteilt.

In Summe wurden fast 1.000 Rückantworten aus dem gewerblichen Bereich erhalten. Etwa 20% mussten aussortiert werden, da diese entweder Unstimmigkeiten von Adresse und Adressat zum Inhalt hatten (v.a. Gewerbeabmeldungen) oder inhaltlich nicht verwertbar waren. In Summe wurden 784 brauchbare Antworten registriert. Oft enthielten diese nur Teilinformationen (z. B. nur Branche und Ort, nur beheizte Fläche, nur Brennstoffverbrauch oder nur Stromverbrauch bzw. unvollständige Kombinationen dieser Angaben). In diesen Fällen wurden die vorhandenen Angaben benutzt und die fehlenden Angaben mit Durchschnittswerten zu plausiblen Gesamtwerten ergänzt.

Abbildung 4-36 zeigt die Anzahl der Beschäftigten, deren Betriebe mit ihrem Energieverbrauch über die Umfrage erreicht wurden. Die 784 Antworten von Betrieben oder Gewerbetreibenden summieren sich auf fast 13.000 Beschäftigte. Dies sind etwa 33% bezogen auf die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Landkreis, bzw. über 20% aller erwerbstätig gemeldeten Personen. Darüber hinaus summieren sich die Beschäftigten in den explizit behandelten Energieverbrauchssektoren öffentlicher Verbrauch, private Haushalte und Landwirtschaft – die ja auch über Umfragen erfasst wurden – auf insgesamt 17.000 Beschäftigte. Wenn man davon ausgeht, dass der größte Beitrag zum Energieverbrauch vom produzierenden Gewerbe geleistet wird – und dort beträgt die Differenz zwischen Erwerbstätigen und sozialversicherungspflichtig gemeldeten Beschäftigten nur etwa 5-7% –, dann konnte ein überdurchschnittlich großer Beitrag des Energieverbrauchs bereits direkt über die Umfrage erfasst werden.

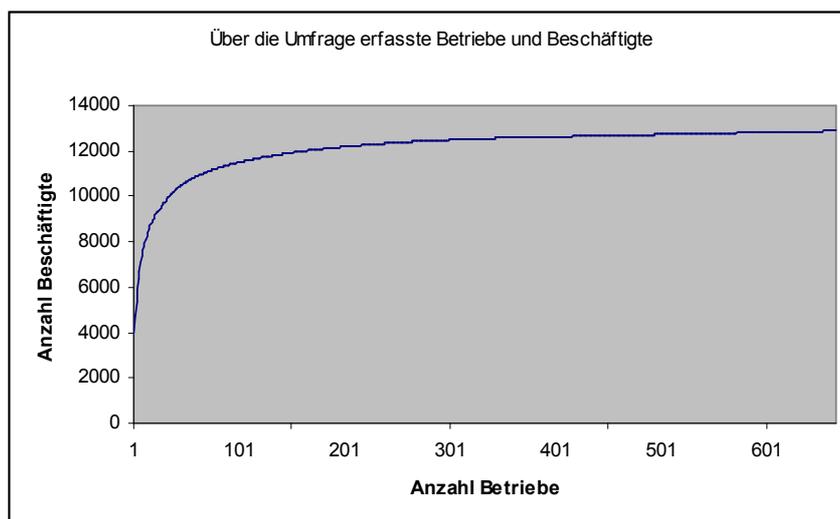


Abbildung 4-36: Kumulierte Anzahl der über die Umfrage erreichten Beschäftigten im Landkreis nach der Größe der Betriebe geordnet

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-11: Zusammenfassung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten je Wirtschaftszweig, sowie die Anzahl der über die Umfrage explizit und implizit erfassten Beschäftigten. Implizit Beschäftigte sind die Beschäftigten im öffentlichen Bereich, im Krankenhausbereich und in der Landwirtschaft.

Wirtschaftszweig	SVB [Beschäftigte]	Umfrage [Beschäftigte]
Insgesamt	38.623	12.877 (in Summe 17.170)
A) Land- und Forstwirtschaft	421	30 ¹⁾
B) Fischerei und Fischzucht	3	1
C) Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	138	2
D) Verarbeitendes Gewerbe	15.571	10.521
E) Energie- und Wasserversorgung	239	21
F) Baugewerbe	2.591	473
G) Handel, Instandhaltung und Rep.	5.587	1.256
H) Gastgewerbe	1.075	231
I) Verkehr und Nachrichtenübermittlung	918	170
J) Kredit- und Versicherungsgewerbe	1.297	148
K) Grundstücks- und Wohnungswesen, Vermietung	2.344	290
L) Öffentliche Verwaltung	1.782	1.782 ²⁾
M) Erziehung und Unterricht	1.184	1.180 ³⁾
N) Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen	4.676	950 ⁴⁾
O) Erbringung sonst. öffentlicher und sozialer Dienstleistungen	714	113
P) Private Haushalte	82	82 ⁵⁾

- 1) Der Energieverbrauch der Landwirtschaft wurde als eigener Sektor berücksichtigt (ca. 1.500 Betriebe). In diesem Kapitel wird nur der Energieverbrauch anderer Branchen (z. B. Gärtnereien) berücksichtigt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

- 2) Öffentliche Verwaltung wurde als eigener Sektor berücksichtigt (Kap 5.1), daher wurde er hier als vollständig abgehandelt betrachtet.
- 3) Schulen und Kindergärten wurden im öffentlichen Sektor bereits vollständig berücksichtigt.
- 4) Die Krankenhäuser des Landkreises wurden im öffentlichen Sektor bereits berücksichtigt, der Personalstand wird hier abgezogen.
- 5) Private Haushalte werden als eigener Sektor betrachtet.

Ebenfalls wurden über die Umfrage fast 570.000 m² Nichtwohngebäudeflächen erfasst. Dies entspricht etwa 30% der Gebäudeflächen von Nichtwohngebäuden im Landkreis. Allerdings wurden für einige dieser Flächen keine Heizenergieverbrauchsdaten übermittelt, so dass diese geschätzt werden mussten.

Die Umfrageergebnisse wurden auch hinsichtlich des Engagements der Betriebe für erneuerbare Energien analysiert. Hierzu wurden jeweils die Betriebe mit Ökostrombezug (27 Betriebe), mit eigener PV-Anlage (69 Betriebe) und mit eigener Solaranlage (90 Betriebe) hinsichtlich ihrer gesamten Energieversorgung untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4-12 zusammengefasst. Es zeigte sich, dass Bezieher von Ökostrom mit nur 43% Anteil an der Wärmeversorgung den geringsten Anteil fossiler Energieträger haben. Insbesondere Holzheizungen, Fernwärmebezug und solarthermische Energienutzung sind hier besonders stark ausgeprägt. Aber auch aus Sicht der PV- oder thermischen Solaranlagenbetreiber ist jeweils ein starkes Interesse an der Nutzung jeweils anderer regenerativer Energieträger festzustellen. So können alle erfassten Betriebe mit Solarstromerzeugung zusammen etwas mehr Strom erzeugen als sie selbst verbrauchen.

Tabelle 4-12: Energieversorgungsstruktur der Betriebe mit Bezug von Ökostrom, mit eigener PV-Anlage und mit eigener Solaranlage

	mit Ökostrombezug	mit PV Anlage	mit Solaranlage
Bezug von Ökostrom	27 Betriebe	7 Betriebe	8 Betriebe
Mitarbeiter	80 Mitarbeiter	385 Mitarbeiter	985 Mitarbeiter
Stromverbrauch	283 MWh	1.737 MWh	15.838 MWh
Eig. PV-Anlage	8 Betriebe	69 Betriebe	21 Betriebe
PV-Stromerzeugung	65 MWh	1.811 MWh	439 MWh
Eig. Solaranlage	8 Betriebe	21 Betriebe	90 Betriebe
BHKW-Stromerzeugung	1 Betrieb	1 Betrieb	1 Betriebe

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

	mit Ökostrombezug	mit PV Anlage	mit Solaranlage
Wärmeverbrauch davon	1 GWh	5,6 GWh	4,3 GWh
-- Öl	40%	55%	39%
-- Gas	3%	30%	30%
-- Holz	29%	10%	20%
-- Fernwärmebezug	15 %	2,7%	0%
-- Wärmepumpe	6%	0,2%	0%
-- Solaranlage	6%	2,3%	11%

Darüber hinaus wurden zwei Betreiber von Biogasanlagen, 1 Wasserkraftwerk sowie 8 Blockheizkraftwerke erfasst.

Über die Umfrage wurde der in Tabelle 4-13 zusammengestellte Energieverbrauch und die prozentualen und absoluten Anteile der einzelnen Energieträger ermittelt. Es zeigt sich, dass die Papierfabrik in Schongau den Verbrauch bei weitem dominiert. Dies ist nicht überraschend, da die Herstellung von Papier sehr energieintensiv ist. Die Anlage ist bereits in energetisch gutem Zustand und nutzt Zellstoffreste aus der Papierproduktion zur Stromerzeugung. Desweiteren wird mit der Abwärme das Fernwärmenetz der Stadt Schongau beheizt.

Bei der Größe der Papierfabrik darf nicht übersehen werden, dass diese das Papier international vermarktet. Daher sind in einer verbrauchsorientierten Energiebilanz die Emissionen und der Energieverbrauch dem Verbraucher anzurechnen. Würde man dies durchführen, so würde man anteilig nur die Energieaufwendungen, die dem Papierverbrauch im Landkreis entsprechen, berücksichtigen. Bei einem angenommenen pro Kopf Papierverbrauch von 250 kg im Jahr entspricht dies näherungsweise der Anrechnung von 4,5% des Energieverbrauchs der Papierfabrik. Allerdings ist dies nur ein grober Richtwert, da unterschiedliche Papiersorten mit unterschiedlichen Verwendungszwecken und differierendem Herstellungsaufwand hier nicht berücksichtigt wurden.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-13: Energieverbrauch und Art der Energieträger der über die Umfrage erfassten Unternehmen

Energieträger	Alle Unternehmen		Ohne UPM		UPM mit 4,5 %	
	Verbrauch GWh	Anteil %	Verbrauch	Anteil	Verbrauch	Anteil
Erdöl	29,3	1,6	29,3	8,5	29,3	7,2
Erdgas	1.192	65,4	192	56,1	237	58
LPG	0,1	0	0,1	0	0,1	0
Biomasse	517	28,4	37,5	11	58,5	14,5
Wärmepumpe	0,2	0	0,2	0,1	0,2	0,1
Fernwärme	83	4,5	83	24,2	83	20,3
Solar	0,5	0	0,5	0,1	0,5	0,1
Summe Wärme	1.822	100	343	100	409	100
Strom	845		194		223	

Tabelle 4-14 gibt eine Zusammenfassung über die regionale Beteiligung der Betriebe. Diese zeigt sich in der Anzahl der erfassten Betriebe bzw. Beschäftigten in Relation zu den insgesamt am Ort Beschäftigten. Aus dieser Beteiligung kann man ableiten, dass die Ergebnisse umso genauer sind, je höher die Erfassungsquote der Arbeitsplätze ist. Generell kann eine Erfassung über 30% als recht genau betrachtet werden und eine Erfassung unter 10% als mit großen Fehlern behaftet. Die erfassten Arbeitsplätze in Eglfing liegt geringfügig über den dort registrierten sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. Dies ist nachvollziehbar, da die Statistik und die Datenerhebung in unterschiedlichen Jahren erfolgten. Zusätzlich liegen leicht unterschiedliche Definitionen in der über die Umfrage erfassten Anzahl der Beschäftigten und der statistischen Angabe zu sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB).

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-14 Erfassungsquote der Beschäftigten in den einzelnen Gemeinden

Gemeinde	SVB	Mit der Umfrage erfassten Beschäftigten	Erfassungsquote (%)	Anzahl der erfassten Betriebe
Altenstadt	758	205	27	19
Antdorf	116	5	4	4
Bernbeuren	212	94	44	21
Bernried	828	87	11	11
Böbing	218	7	3	7
Burggen	85	10	12	7
Eberfing	89	13	15	4
Eglfing	350	359	103	5
Habach	83	29	35	9
Hohenfurch	72	2	3	1
Hohenpeißenberg	347	72	21	17
Huglfing	339	26	8	19
Iffeldorf	379	85	22	16
Ingenried	90	40	44	10
Oberhausen	101	15	15	9
Obersöchering	148	13	9	5
Pähl	323	59	18	17
Peißenberg	2.880	915	32	30
Peiting	3.611	863	24	73
Penzberg	8.735	5.226	60	72
Polling	503	106	21	28
Prem	269	12	4	2
Raisting	280	90	32	17

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	SVB	Mit der Umfrage erfassten Beschäftigten	Erfassungsquote (%)	Anzahl der erfassten Betriebe
Rottenbuch	303	9	3	6
Schongau	7.059	2.261	32	84
Schwabbruck	72	31	43	7
Schwabsoien	154	11	7	5
Seeshaupt	515	174	34	27
Sindelsdorf	59	7	12	4
Steingaden	379	61	16	18
Weilheim	8.649	1.655	19	100
Wessobrunn	291	154	53	15
Wielenbach	241	59	24	21
Wildsteig	85	35	41	9
Nicht zuzuordnen		17		7

4.3.3 Branchenspezifische Ergebnisse

a) Überregionale Durchschnittswerte

Durchschnittswerte für das produzierende Gewerbe in Bayern können aus den veröffentlichten Jahresstatistiken zum Energieverbrauch der Wirtschaftsabteilungen und den Beschäftigten in den einzelnen Wirtschaftsabteilungen gebildet werden. Die aktuellen, im Jahr 2009 veröffentlichten Statistiken bieten für das Jahr 2006 die letzten vollständigen Datenerhebungen. Das Ergebnis der Zuordnung von Energieverbrauch und Beschäftigten ist in **Abbildung 4-37** dargestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

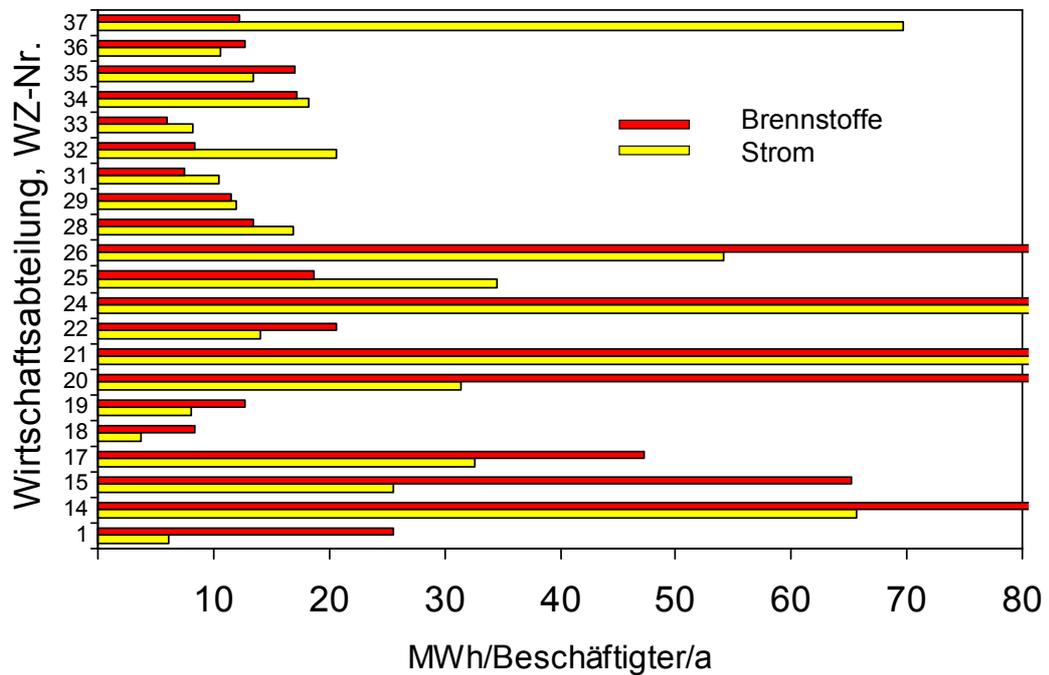


Abbildung 4-37 Spezifischer Durchschnittsenergieverbrauch des Produzierenden Gewerbes in Bayern je Beschäftigter im Jahr 2006 [Baystat 2009]

Die Zuordnung der Klassifikationsnummer zur entsprechenden Wirtschaftsabteilung ist in Tabelle 4-15 dargestellt.

Tabelle 4-15: Zuordnung der Wirtschaftsabteilungen zur Klassifikationsnummer gemäß WZ 2003 [Destatis 2003]

Klassifikationsnummer	Wirtschaftsabteilung gemäß Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2003 (WZ 2003)
14	Gewinnung von Steinen und Erden
15	Ernährungsgewerbe
17	Textilgewerbe
18	Bekleidungs-gewerbe
19	Ledergewerbe
20	Holzgewerbe (ohne H.v. Möbeln)

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Klassifikationsnummer	Wirtschaftsabteilung gemäß Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2003 (WZ 2003)
21	Papiergewerbe
22	Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigung
24	Herstellung von chem. Erzeugnissen
25	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
26	Glasgewerbe, H. v. Keramik, V.v. Steinen und Erden
28	Herstellung von Metallerzeugnissen
29	Maschinenbau
31	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung und – verteilung
32	Rundfunk- und Nachrichtentechnik
33	Medizin-, Mess-, Steuer- u. Regelungstechnik, Optik
34	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
35	Sonstiger Fahrzeugbau
36	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstr., Sport- geräten u.s.w.
37	Recycling

Darüber hinaus wurden von verschiedenen Institutionen branchentypische Durchschnittswerte für den gewerblichen Bereich und für Handel und Dienstleistungsbereich erhoben. Die aktuellste und umfassendste Erhebung für Deutschland enthält Energiekennwerte für das Jahr 2006 [FfE/GfK/ISI 2009]. Diese sind in **Abbildung 4-38** zusammengestellt. Diese Werte liegen teilweise deutlich niedriger als die für das produzierende Gewerbe erhobenen Daten, auch wenn sie Betriebe derselben Wirtschaftsabteilung betreffen. Dies dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass für die Durchschnittsbildung (**Abbildung 4-37**) der Beitrag der industriellen Betriebe dominiert, wohingegen die Durchschnittswerte im GHD Bereich eher die kleineren und mittleren Betriebe erfassen. Dort dominiert die weniger energieintensive Endverarbeitung und es werden weniger leistungsstarke Maschinen eingesetzt als im industriellen Bereich.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

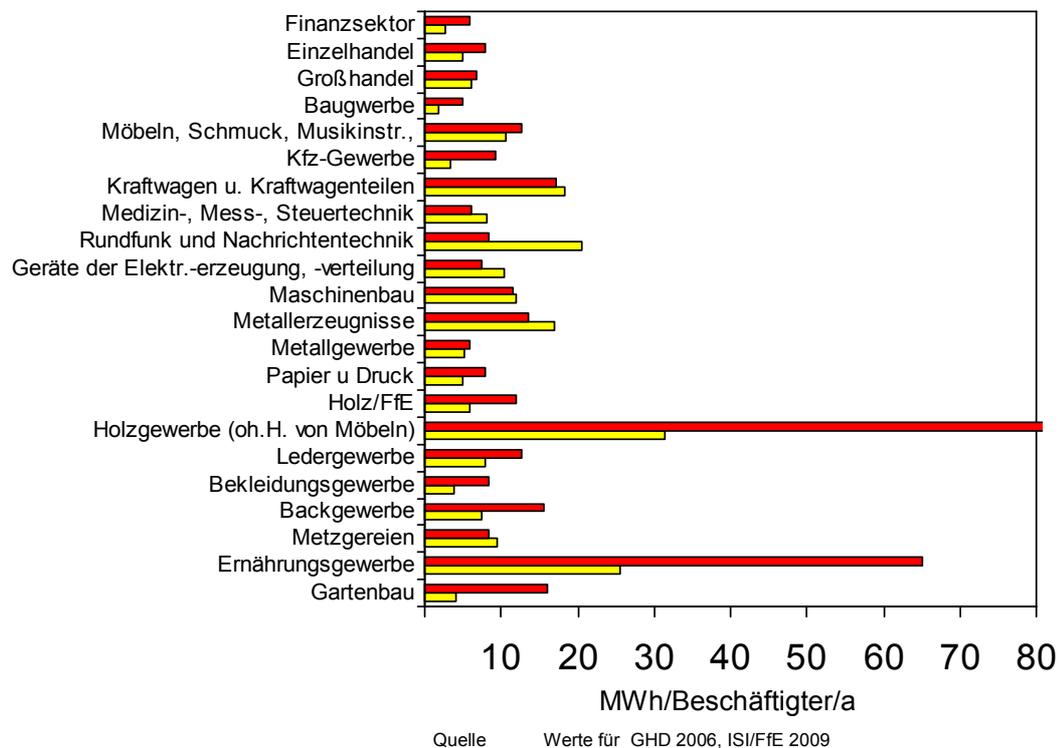


Abbildung 4-38: Spezifischer Durchschnittsverbrauch von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) im Jahr 2006 [ISI/FfE2009]

Die Hochrechnung der erhaltenen Umfrageergebnisse auf den gesamten Landkreis anhand der Durchschnittswerte je Beschäftigter und der nicht über den Fragebogen erfassten Beschäftigten ist naturgemäß mit einiger Unsicherheit behaftet. Diese betrifft einmal die Anwendbarkeit überregionaler Durchschnittswerte, aber auch die Ermittlung der Kennwerte je Mitarbeiter. Gerade im kleingewerblichen Bereich ist oft nicht klar zu trennen, inwieweit sich erhobene Daten nur auf den Betrieb oder auch auf den privaten Energieverbrauch beziehen. Darüber hinaus konnte nicht sichergestellt werden, dass die Befragten jeweils identische Definitionen für die Anzahl der Beschäftigten zugrunde legen, so dass sich auch hier ein Fehler einstellen kann. Aufgrund dieser Unsicherheiten wird am Ende dieses Kapitels noch über eine andere Art der Datenhochrechnung ein grober Plausibilitätscheck durchgeführt.

b) Branchenspezifische Ergebnisse aus der Umfrage

In diesem Abschnitt werden für einige der betrachteten Wirtschaftsabteilungen Detailergebnisse dargestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Abbildung 4-39 zeigt die über die Umfrage erfassten Betriebe aus dem ernährungsgewerblichen Bereich. Diese lassen sich grob in drei Gruppen einteilen: Metzgereien, Bäckereien und großgewerbliche Nahrungsmittelherstellung. Die letztgenannte Gruppe kann äußerst energieintensiv sein, wenn z. B. Wärme oder Strom zur Trocknung von Futter- oder Lebensmitteln eingesetzt wird, wie dies im Landkreis der Fall ist. Daher liegt der Energieverbrauch der erfassten Betriebe deutlich über dem zu erwartenden Durchschnittswert. Von den 1.116 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Landkreis im Ernährungsgewerbe wurden über die Umfrage 30 Prozent (333 Beschäftigte) erfasst. Die Hochrechnung über die noch nicht erfassten Beschäftigten erfolgte mit dem errechneten Durchschnittswert für Bäckereien und Metzgereien (7400 kWh_{el}/a Strom und 12000 kWh_{th}/a Brennstoffe je Mitarbeiter).

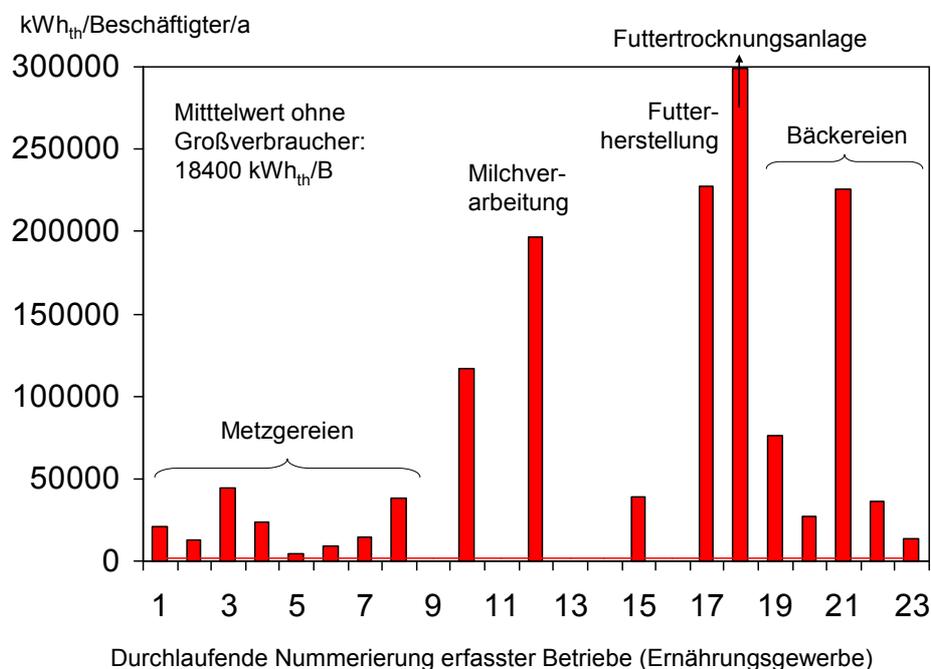


Abbildung 4-39: Gemäß Umfrage erhobene spezifische Brennstoffverbrauchs-werte im Ernährungsgewerbe (Wirtschaftsabteilung Nr. 15)

Abbildung 4-40 zeigt den erhobenen spezifischen Stromverbrauch je Beschäftigter im Ernährungsgewerbe

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

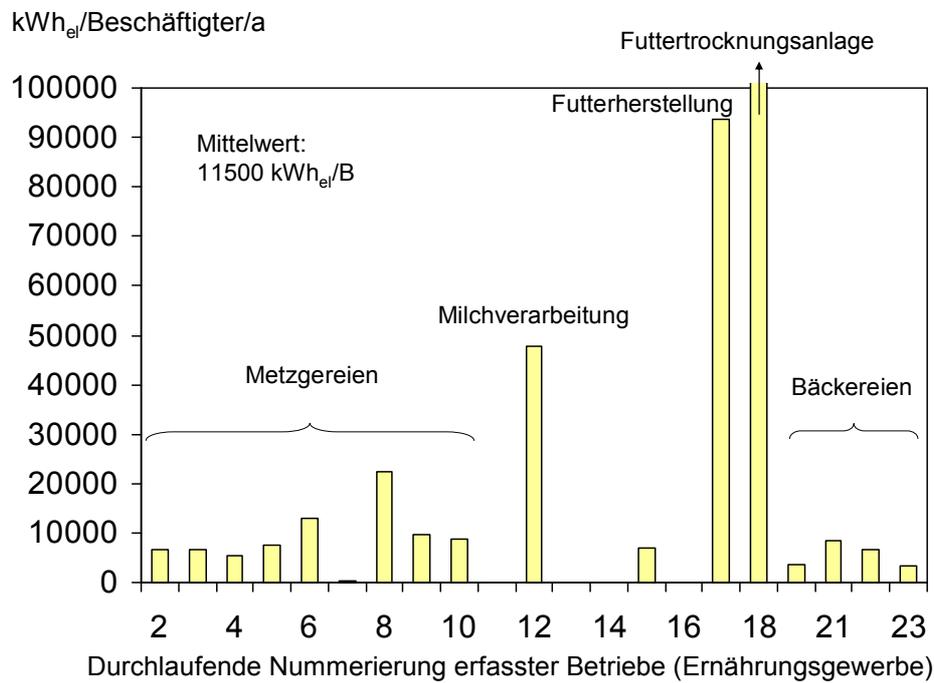


Abbildung 4-40: Gemäß Umfrage erhobene spezifische Stromverbrauchswerte im Ernährungsgewerbe (Wirtschaftsabteilung Nr. 15)

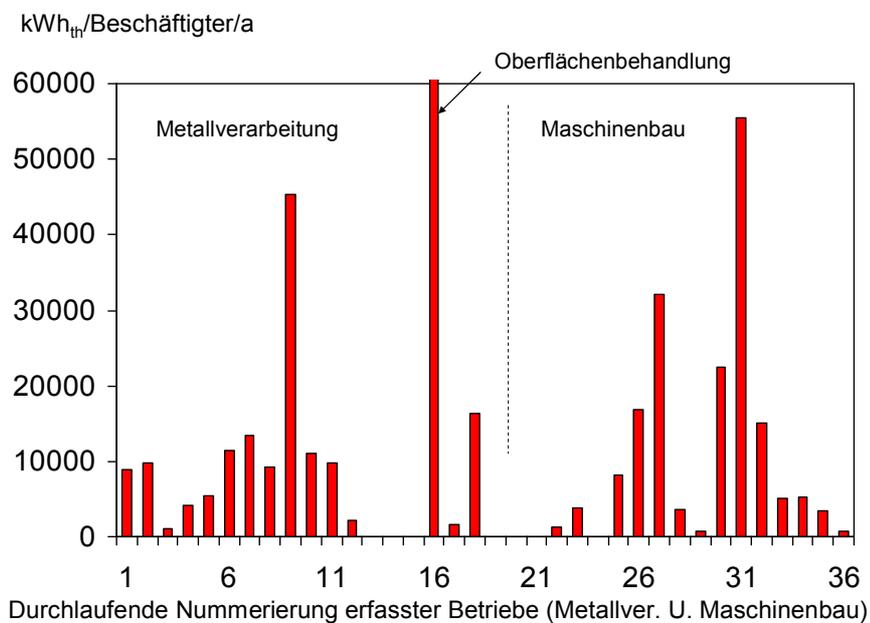


Abbildung 4-41 zeigt die im Landkreis erhobenen Energiekennwerte im Metall verarbeitenden Gewerbe und im Maschinenbau. Beide Gruppierungen wurden hier

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

zusammengefasst (nicht jedoch in der Hochrechnung), da sie ähnliche Energiekennwerte aufweisen.

Einige Betriebe fallen mit ihren Kennzahlen erheblich aus dem erwarteten Rahmen. Hier muss im Bedarfsfall nochmals erhärtet werden, ob es sich um einen Fehler in der Datenermittlung handelt oder ob ein plausibler Grund für die hohen Verbrauchswerte gefunden werden kann. In einem Fall kann der hohe Verbrauch dem hohen Energiebedarf für Kühlung zugeordnet werden. Allerdings ist für eine tiefergehende Erklärung eine genauere Energieanalyse notwendig, die außerhalb des Rahmens der vorliegenden Arbeit liegt.

Auch beim Stromverbrauchskennwert fällt ein Betrieb mit besonders hohem Verbrauch auf (siehe Abbildung 4-42). Der hier errechnete Durchschnittswert liegt im Bereich der überregionalen Durchschnittswerte, so dass diese auch für die Berechnung des Energieverbrauchs der restlichen Arbeitsplätze benutzt wurden.

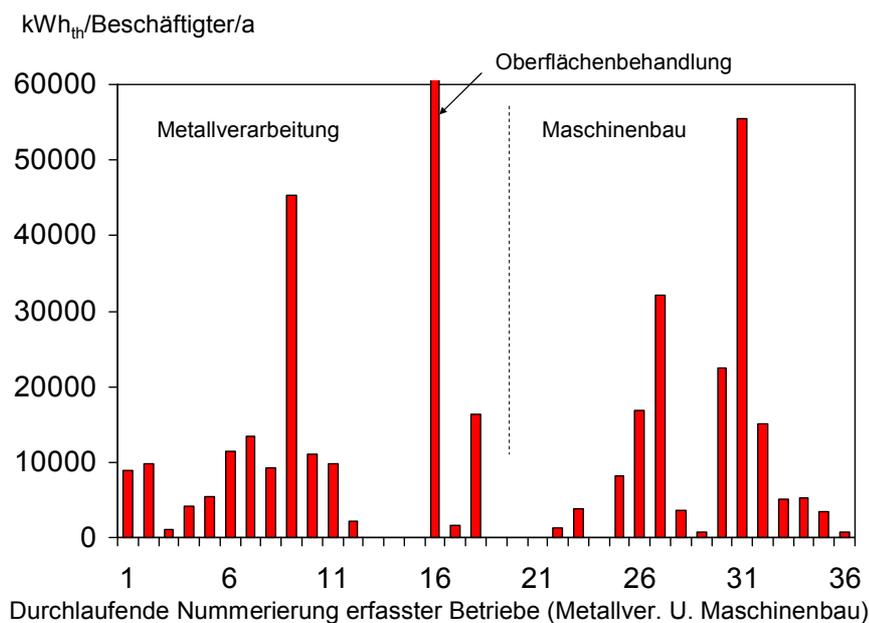


Abbildung 4-41 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Brennstoffverbrauchs-
werte in der Metallverarbeitung und im Maschinenbau (Wirtschaftsabteilungen
Nr. 28/Nr. 29)

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

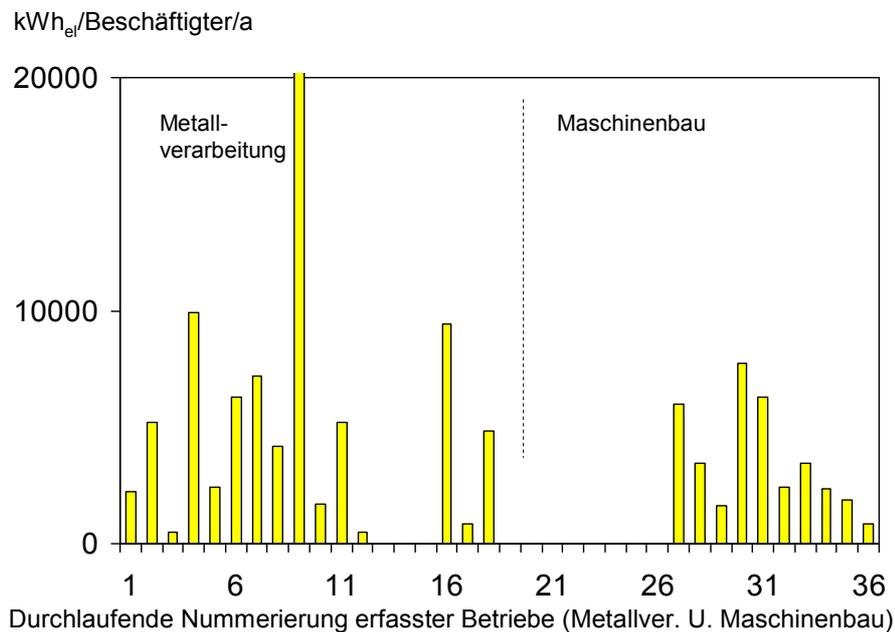


Abbildung 4-42 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Stromverbrauchswerte in der Metallverarbeitung und im Maschinenbau (Wirtschaftsabteilung Nr. 28/Nr. 29)

Auch im Holzgewerbe streuen die einzelnen Werte sehr stark. Bei den meisten erfassten Betrieben handelt es sich um Schreinereien. Es fallen allerdings auch einige Instrumentenbauer in diese Kategorie. Der durchschnittliche Brennstoffverbrauch liegt mit 19,3 MWh_{th}/a je Beschäftigter um etwa 50% über dem überregionalen Durchschnittswert.

Der Stromverbrauch liegt mit 4,2 MWh_{el}/a je Beschäftigter allerdings um mehr als 50% niedriger.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

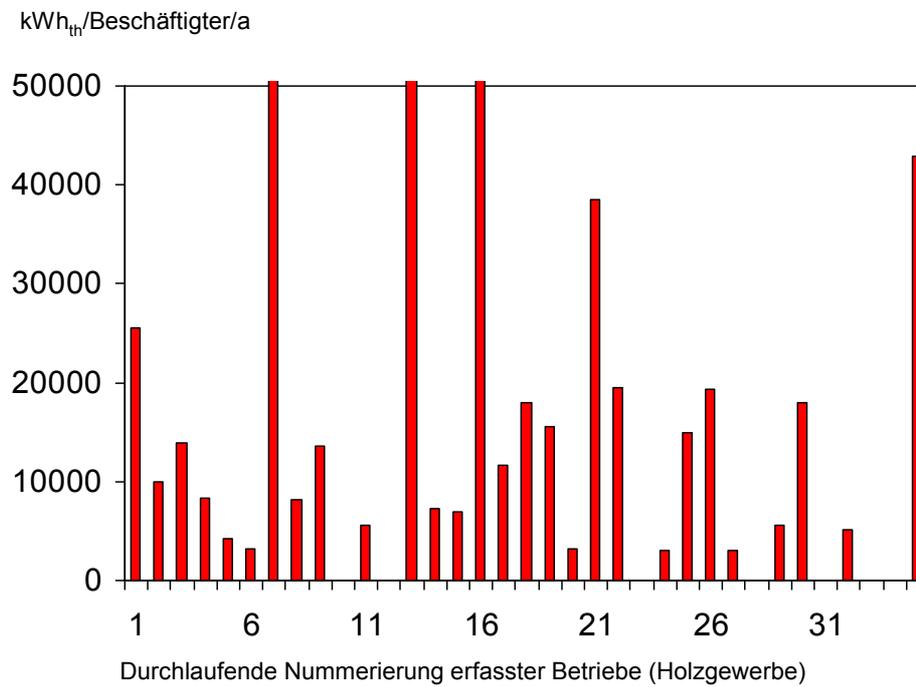


Abbildung 4-43 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Brennstoffverbrauchs-
werte im Holzgewerbe und der Möbelherstellung (Wirtschaftsabteilung Nr. 20/
Nr. 36)

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

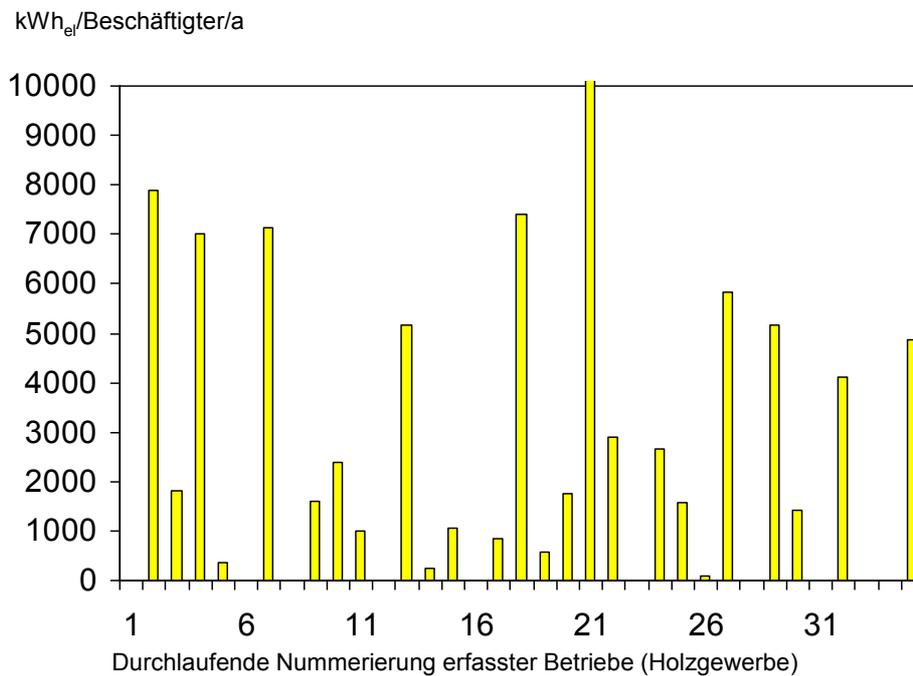


Abbildung 4-44 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Stromverbrauchswerte im Holzgewerbe und der Möbelherstellung (Wirtschaftsabteilung Nr. 20/ Nr. 36)

Im Baugewerbe wurden wesentlich mehr Betriebe erfasst, so dass man hier eine bessere Statistik erhält. Doch auch hier zeigt sich eine große Streuung der Einzelwerte, die sich allerdings um zwei Werte gruppieren, einen hohen und einen niedrigen spezifischen Verbrauchswert.

Der Mittelwert über alle Betriebe liegt mit 5.270 kWh_{th}/a je Beschäftigter (Brennstoffbedarf) bzw. 1.500 kWh_e/a je Beschäftigter (Strom) im Bereich der überregionalen Durchschnittswerte, so dass diese gut zur Hochrechnung benutzt werden konnten.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

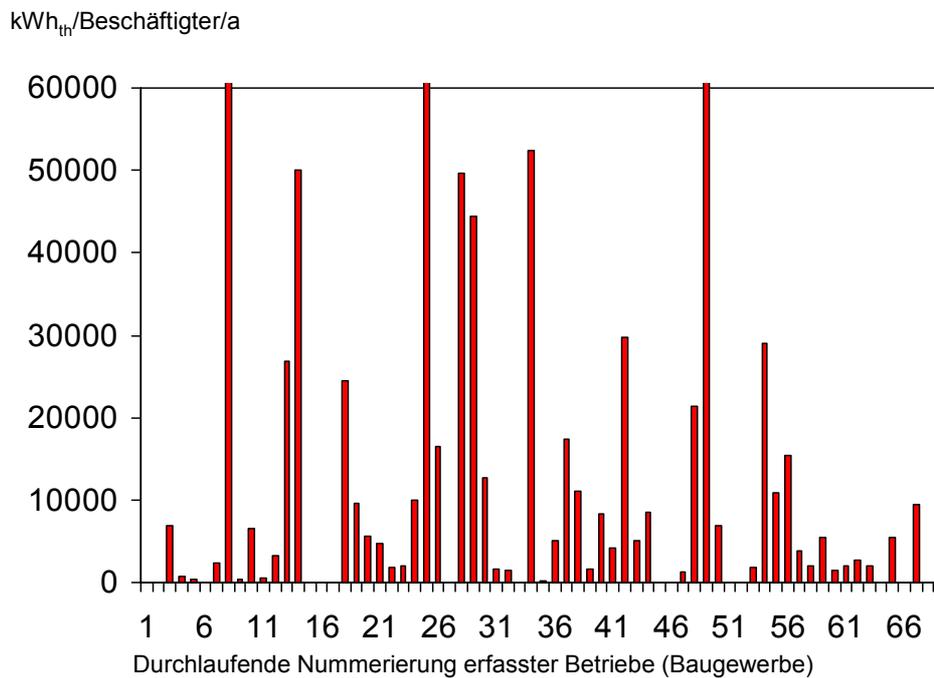


Abbildung 4-45 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Brennstoffverbrauchswerte im Baugewerbe (Wirtschaftsabteilung Nr. 45)

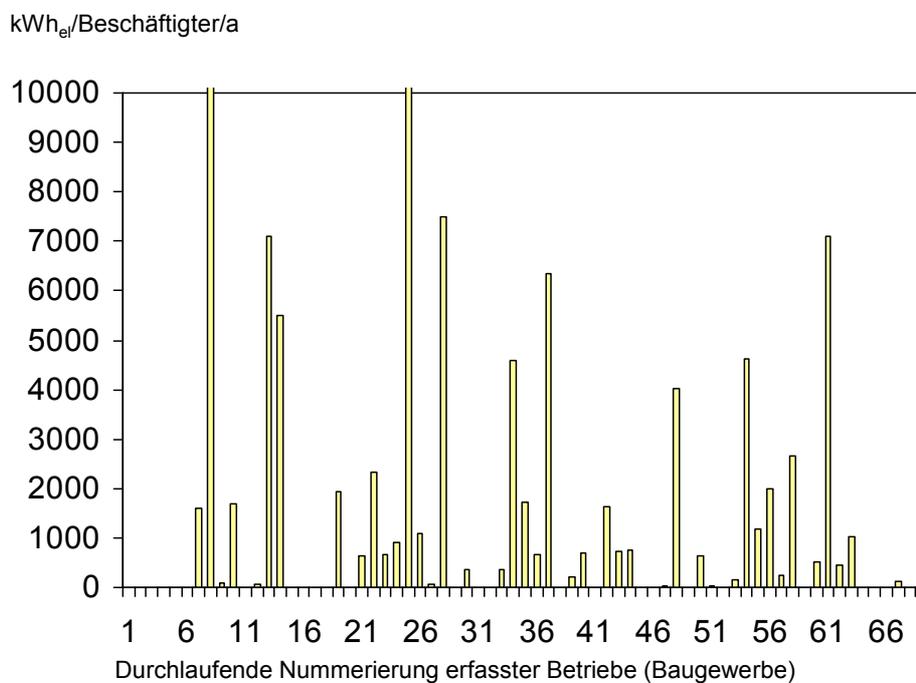
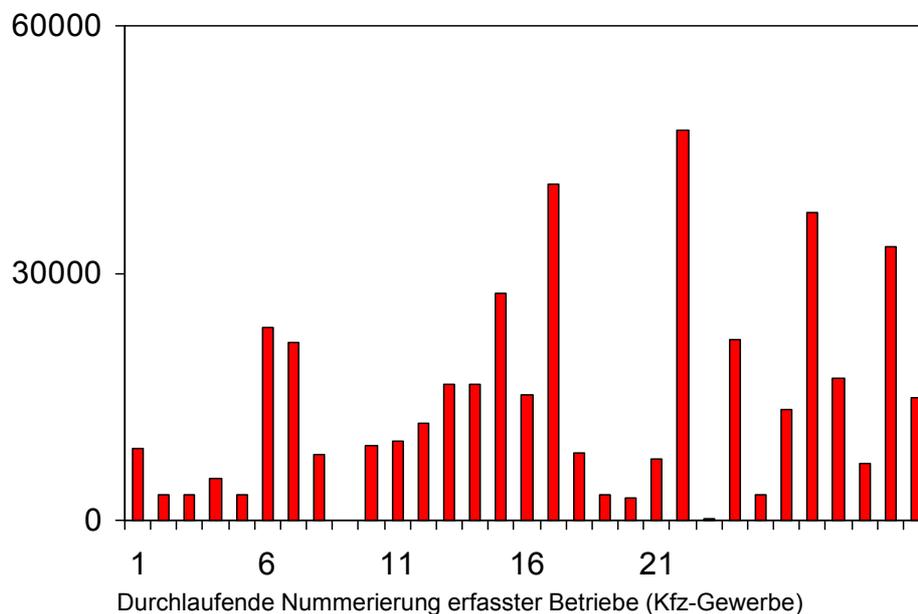


Abbildung 4-46 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Stromverbrauchswerte im Baugewerbe (Wirtschaftsabteilung Nr. 45)

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Abbildung 4-47 und Abbildung 4-48 zeigen die ermittelten Verbrauchskennwerte für Brennstoffe und Strom im Kfz Gewerbe. Die ermittelten Durchschnittswerte von 10.918 kWh_{th} Brennstoffe je Beschäftigter bzw. 4.163 kWh_e/a Strom je Beschäftigter liegen deutlich über den überregionalen Durchschnittswerten von 8.010 kWh_{th}/a Brennstoffe je Beschäftigter und 2.270 kWh_e/a Strom je Beschäftigter. Allerdings stammen diese Durchschnittswerte von einer älteren Veröffentlichung mit Datenbasis 1995 [LfU 1999]. Die Maximalwerte der Erhebung stammen von kleinen Betrieben mit 1-2 Beschäftigten. Hier sind auch die größten Abweichungen zu erwarten.

kWh_{th}/Beschäftigter/a



**Abbildung 4-47 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Brennstoffverbrauchs-
werte im Kfz-Gewerbe (Wirtschaftsabteilung Nr. 50)**

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

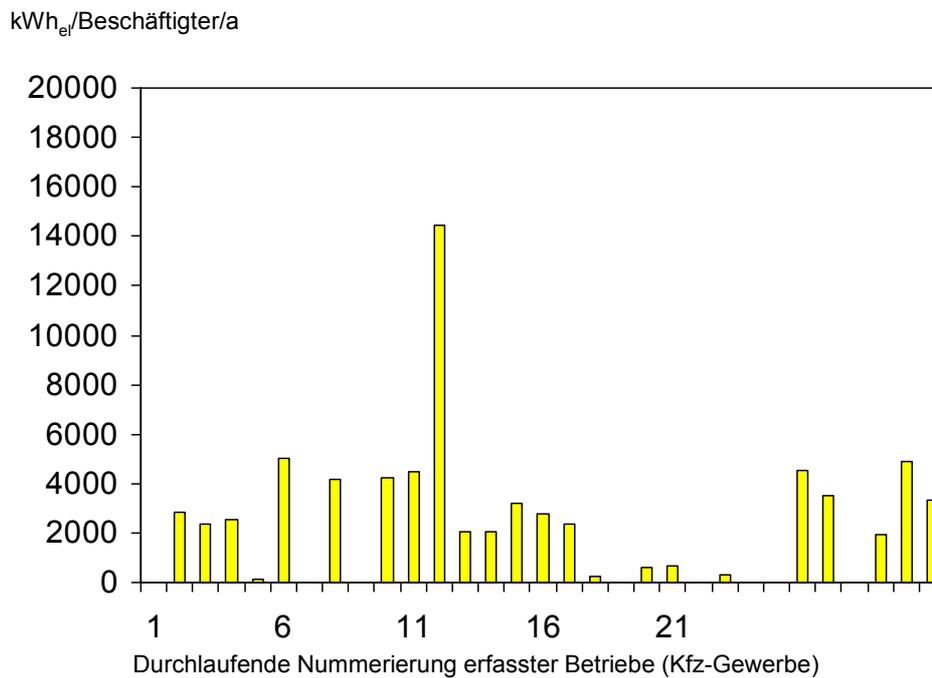


Abbildung 4-48 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Stromverbrauchswerte im Kfz-Gewerbe (Wirtschaftsabteilung Nr. 50)

Mit etwa 130 erfassten Geschäften wurden im Einzelhandelsgewerbe die meisten Rückläufe erreicht, so dass hier eine entsprechend stabile Statistik gebildet werden kann. Die ermittelten Durchschnittswerte liegen mit 10.270 kWh_{th}/a Brennstoffe und 8.045 kWh_e/a Strom je Beschäftigter deutlich über den überregionalen Durchschnittswerten von 7.827 kWh_{th}/a Brennstoffe und 4.958 kWh_e/a Strom je Beschäftigter.

Auch hier zeigt die breite Streuung trotz aller Vorsicht bei der Datenauswertung angesichts des unverbindlichen Charakters der Umfragebedingungen, dass die Gebäude und Werkstätten in recht unterschiedlichem energetischem Zustand sind.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

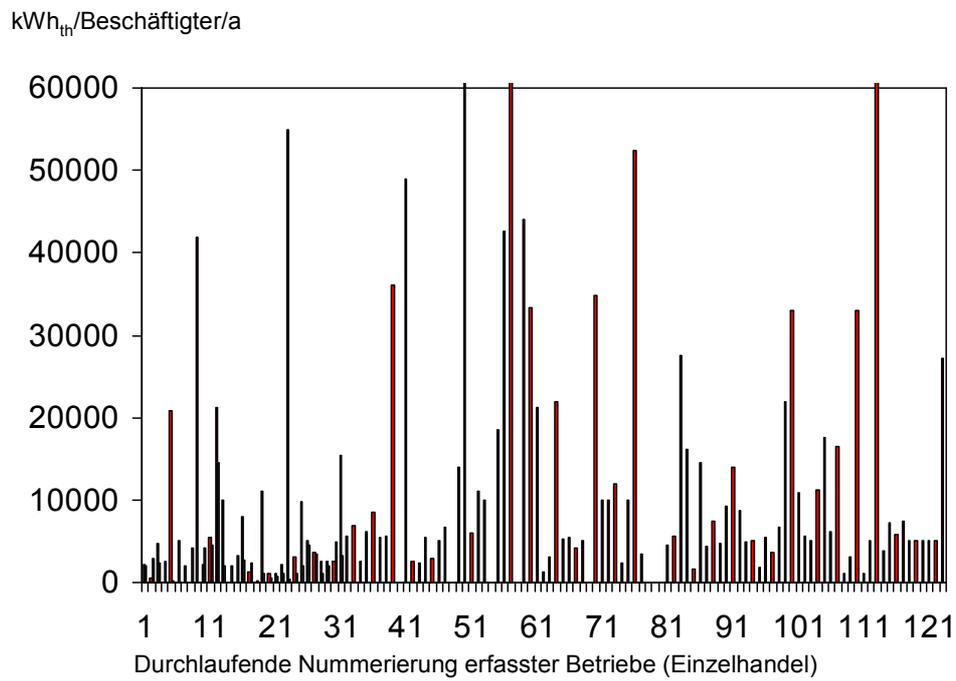


Abbildung 4-49 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Brennstoffverbrauchs-
werte im Einzelhandel (Wirtschaftszweig Nr. 52)

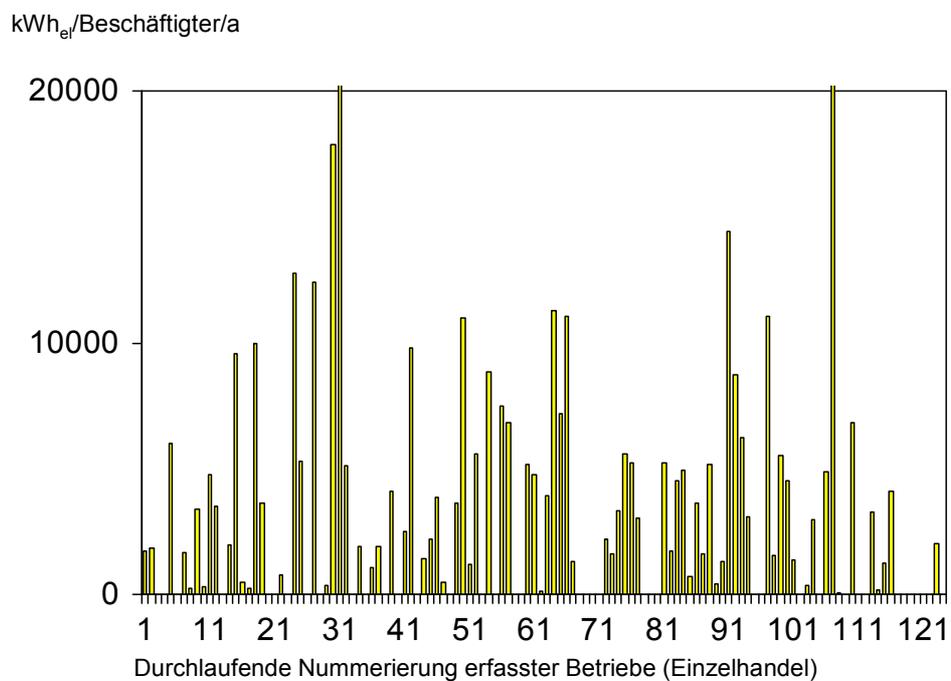


Abbildung 4-50 Gemäß Umfrage erhobene spezifische Stromverbrauchswerte im
Einzelhandel (Wirtschaftszweig Nr. 52)

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Die meisten Rückläufe wurden im Einzelhandel und im Dienstleistungsgewerbe erzielt. Dennoch tragen die Rückläufe vor allem aus dem produzierenden Gewerbe wesentlich zum Gesamtenergieverbrauch bei, da hier vor allem große Firmen mit mehreren 100 Mitarbeitern erreicht wurden.

Die Rückläufe der Kleinbetriebe sind aber zur Berücksichtigung und Hochrechnung des gewerblichen Verbrauchs in kleineren Gemeinden wichtig, da sie hier neben den Lebensmittelgeschäften oft die einzigen gewerblichen Betriebe sind.

c) Branchenanteiliger Energieverbrauch des Gewerbes im Landkreis

Abbildung 4-51 zeigt den in dieser Studie errechneten gesamten Endenergieverbrauch von Industrie und Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor im Landkreis Weilheim-Schongau. Der rote Balken gibt den explizit aus den Umfrageergebnissen ermittelten Brennstoff (+ Fernwärmeverbrauch), der helle gelbe Balken den entsprechenden Stromverbrauch von Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungssektor im Landkreis. Die einzelnen mit Buchstaben markierten Balken geben die Zuordnung zu den einzelnen Wirtschaftszweigen. Diese sind in Tabelle 4-16 zugeordnet.

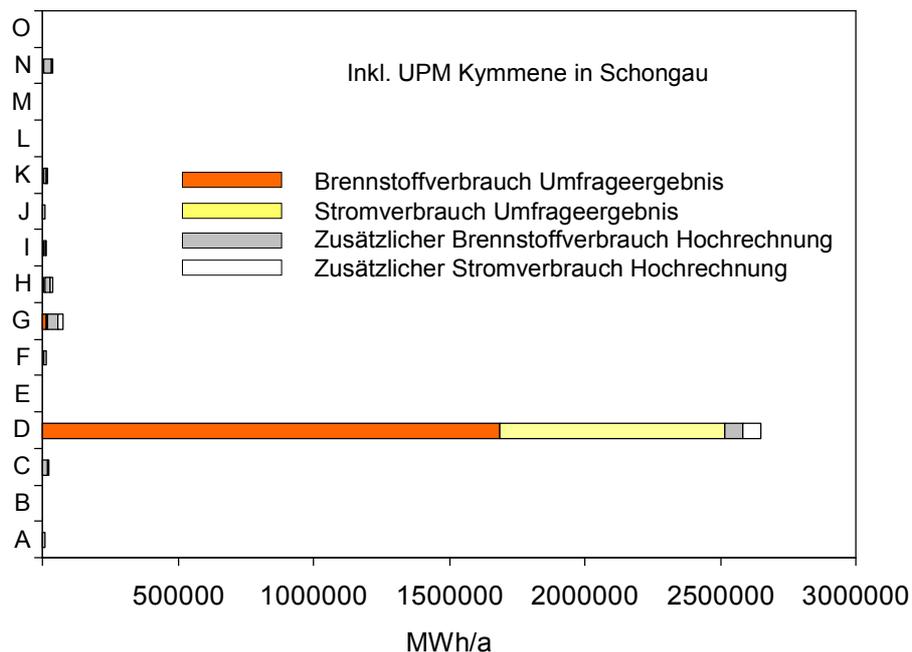


Abbildung 4-51: Energieverbrauch von Industrie und Gewerbe im Landkreis Weilheim-Schongau. Die Wirtschaftszweige A, L, M, N und P werden in eigenen Kapiteln als Sektoren Landwirtschaft (A), Öffentlicher Verbrauch (L, M, und Teile von N und O) sowie privater Verbrauch der Haushalte (P) analysiert.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-16 Zuordnungsschlüssel von Wirtschaftszweig und Code gemäß WZ 2003

Code	Wirtschaftszweig nach WZ 2003
A	Land- und Forstwirtschaft (wird als eigener Sektor analysiert)
B	Fischerei und Fischzucht
C	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
D	Verarbeitendes Gewerbe
E	Energie- und Wasserversorgung
F	Baugewerbe
G	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Gegenständen
H	Gastgewerbe
I	Verkehr und Nachrichtenübermittlung
J	Kredit- und Versicherungsgewerbe
K	Grundstücks- und Wohnungswesen, Vermietung
L	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung (wird als eigener Sektor analysiert)
M	Erziehung und Unterricht (wird mit L gemeinsam analysiert)
N	Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen (wird teilweise mit L und M gemeinsam analysiert, hier wird nur das privatwirtschaftlich organisierte Gesundheitswesen berücksichtigt – v.a. Arzt- und Zahnarztpraxen)
O	Erbringung von sonstigen öffentlichen und privaten Dienstleistungen (Sportstadien und Schwimmbäder werden gemeinsam mit L, M und N analysiert, nur die restlichen Bereiche werden hier berücksichtigt, z. B. Frisörläden)
P	Privater Verbrauch (wird als eigener Sektor analysiert)

Der gewerbliche Energieverbrauch wird fast vollständig vom Verbrauch der beiden größten Industriebetriebe des Landkreises (Papierfabrik UPM Kymmene in Schongau und Pharmahersteller Roche Diagnostics in Penzberg) dominiert. In Abbildung 4-52 ist der gewerbliche und industrielle Stromverbrauch ohne diese beiden Werke dargestellt. Immer noch dominiert der Verbrauch des produzierenden Gewerbes, aber der Energieverbrauch der anderen Wirtschaftszweige wird jetzt bedeutender. Die Grafik zeigt auch, dass die erhobenen Daten vor allem aus dem produzierenden Gewerbe kommen, wohin die anderen Wirtschaftszweige eine schlechtere Datenlage zeigen. Demgemäß muss die Hochrechnung auf den Gesamtverbrauch des Landkreises hier stärker auf Durchschnitts-

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

werte zurückgreifen. Entsprechend unsicherer wird das Ergebnis. Für die Ermittlung von Gesamtverbrauch und –emissionen ist dies jedoch von nachgeordneter Bedeutung, da die erfassten großen Emittenten des produzierenden Gewerbes den Gesamtverbrauch dominieren.

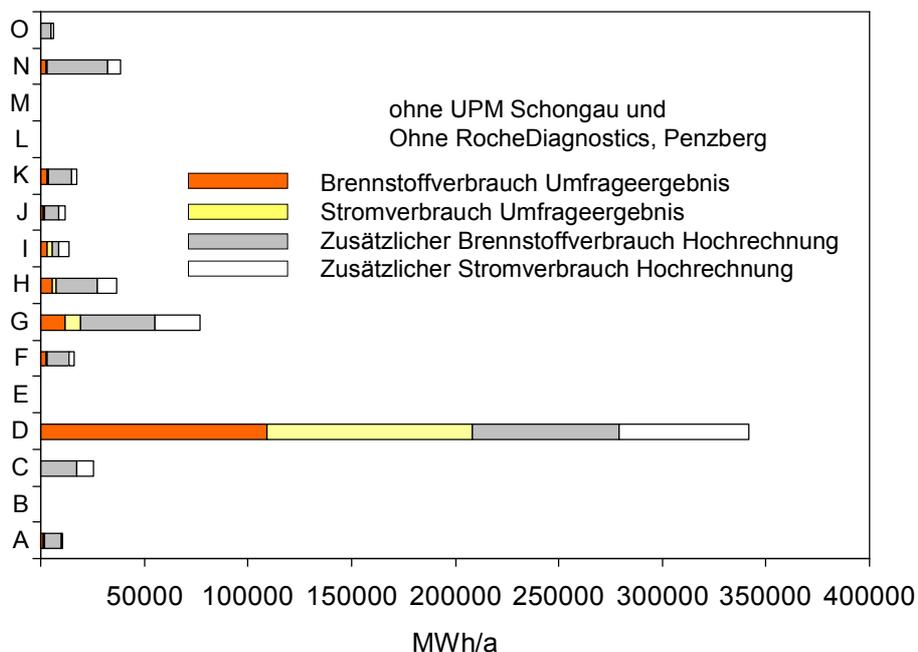


Abbildung 4-52: Energieverbrauch von Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) ohne Berücksichtigung der zwei größten Verbraucher (Papierfabrik in Schongau und Pharmafabrik in Penzberg)

Zur weiteren Analyse werden jeweils der Verbrauch des produzierenden Gewerbes und der anderen Wirtschaftszweige getrennt dargestellt. Abbildung 4-53 zeigt den Energieverbrauch der einzelnen Wirtschaftsabteilungen des produzierenden Gewerbes ohne UPM Kymmene und Roche Diagnostics. Dieser wird vor allem durch die beiden Abteilungen „Ernährungsgewerbe“ (Nr.15) und „Herstellung von Kraftwagen und –teilen“ (Nr. 34) dominiert. Bei der Herstellung von Kraftwagen und –teilen dominiert der Stromverbrauch der Autozulieferindustrie über den Brennstoffverbrauch. Beim Nahrungsmittelgewerbe ist es genau umgekehrt: Hier überwiegt insbesondere der Wärmebedarf zum Heizen und für Backöfen den Strombedarf bei weitem. Insgesamt war hier die Erfassungsquote recht hoch.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

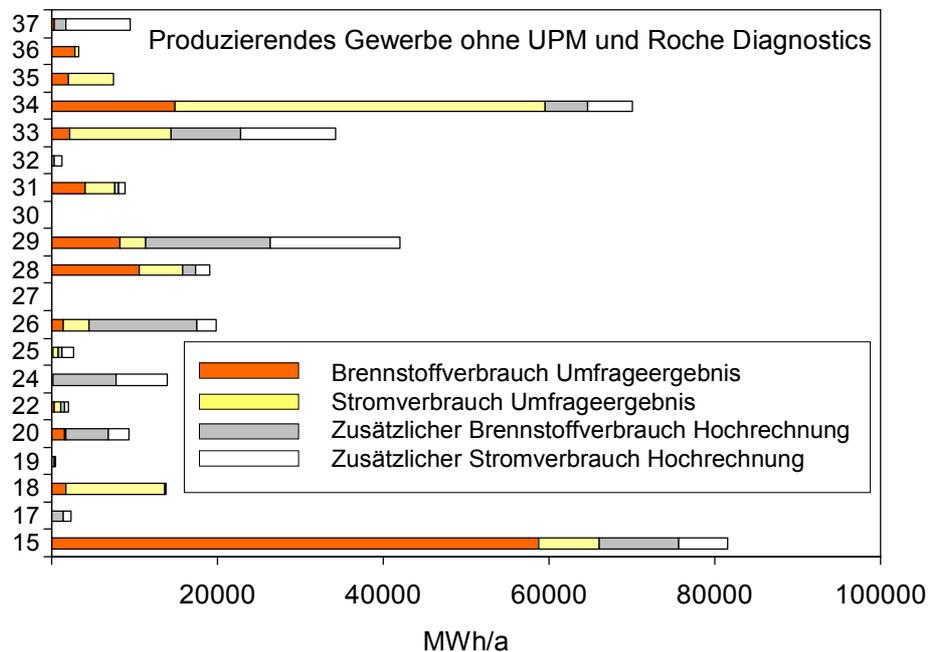


Abbildung 4-53: Branchenspezifischer Energieverbrauch des produzierenden Gewerbes ohne Berücksichtigung der zwei größten Verbraucher. Es gilt die Zuordnung zu den Wirtschaftsabteilungen gemäß Tabelle 4-15

Abbildung 4-54 zeigt den Energieverbrauch der Wirtschaftszweige Handel und Dienstleistungen. Hier wurden zwar wesentlich mehr Betriebe mit der Umfrage erreicht, aber wegen den deutlich geringeren Betriebsgrößen ist hier der Anteil des erfassten Energieverbrauchs deutlich niedriger als im produzierenden Gewerbe, so dass hier mit einem größeren Unsicherheitsbereich gerechnet werden muss.

Dominiert wird der Verbrauch vom Handelsgewerbe, insbesondere Kfz-Gewerbe (Autohäuser und Kfz-Reparaturwerkstätten), Lebensmittelgeschäften und vom Gesundheitsbereich. Allerdings ist gerade im Gesundheitsbereich die Unsicherheit besonders hoch. Fast in gleicher Höhe trägt das Gaststätten- und Hotelgewerbe zum Energieverbrauch bei.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

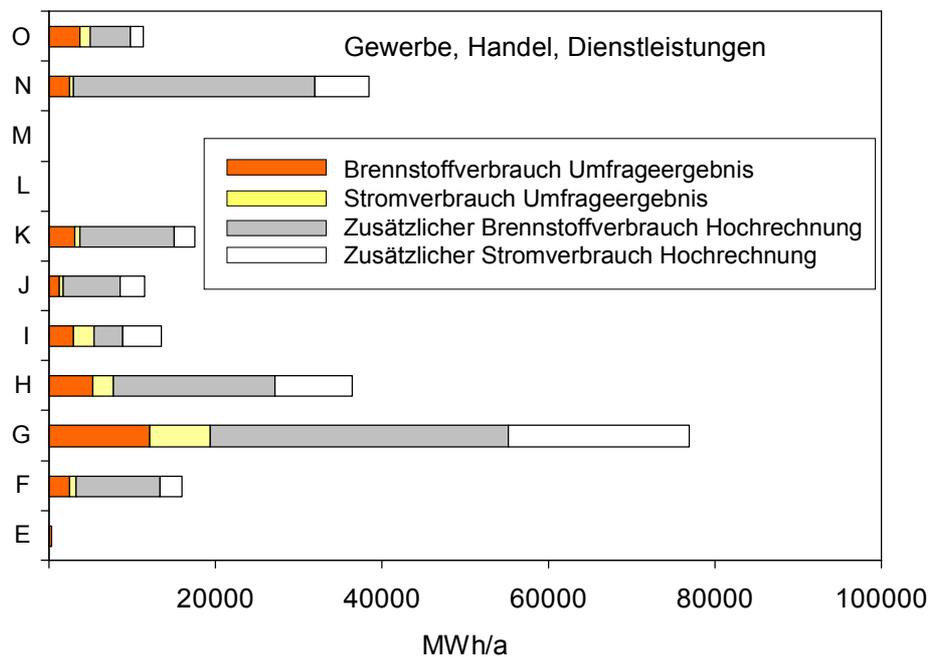


Abbildung 4-54: Energieverbrauch des Sektors GHD nach Branchen

Der Energieverbrauch von Industrie und GHD wird von zwei Verbraucherkategorien bestimmt:

- Wenige große Firmen mit hohem Energieverbrauch aufgrund der großen Mitarbeiterzahlen (max. 4.000 Mitarbeiter) oder mit sehr energieintensiven Arbeitsschritten.
- Viele kleinere Betriebe mit geringen Mitarbeiterzahlen und hohem spezifischen Energieverbrauch.

Erstgenannte beinhalten die insgesamt etwa 90 Firmen des Landkreises mit mehr als 50 Mitarbeitern. Letztgenannte betreffen vor allem die vielen Metzgereien (ca. 40), Bäckereien (ca. 40), Schreinereien (ca. 40) und Sägewerke (ca. 30), Bauinstallationsbetriebe (ca. 250), Kfz-Handels- und Reparaturbetriebe (ca. 200) Lebensmittel- und Einzelhandelsgeschäfte (ca. 800), Gaststätten und Hotels (ca. 380), Finanz- und Finanzberatungseinrichtungen (ca. 150), Immobiliengewerbe (ca. 500), Unternehmensberatungs- und Ingenieurbüros (ca. 800), Arztpraxen und sonstige Gesundheitswesen (ca. 300) und etwa 250 sonstige Dienstleistungseinrichtungen. Diese können in Summe einen deutlichen Beitrag zum Energieverbrauch leisten, auch wenn es sich oft um kleinere Betriebe handelt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

4.3.4 Zusammenfassung

a) Energieverbrauch und Emissionen von Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen im Landkreis

Abbildung 4-55 zeigt den Brennstoffverbrauch des gesamten Gewerbes im Landkreis Weilheim-Schongau. Dieser liegt mit ca. 1.730 GWh_{th}/a oder 12 GWh_{th}/Einwohner/a recht hoch. Dies ist darauf zurückzuführen, dass über 90 Prozent der Energie von den beiden größten im Landkreis ansässigen Gewerbebetrieben benötigt werden. Der größte Energieverbrauch entfällt auf die Papierfabrik UPM Kymmene in Schongau. Bereits um den Faktor 10 geringer liegt der Energieverbrauch des zweitgrößten Verbrauchers, Roche Diagnostics. Die nächsten großen Einzelverbraucher liegen im Energieverbrauch wiederum fast um eine Größenordnung niedriger als Roche Diagnostics.

Läßt man diese beiden Fabriken außen vor, so reduziert sich der gewerbliche Brennstoffverbrauch um mehr als 90 Prozent. Beide Fabriken benötigen energieintensive Produktionsprozesse. In Schongau ist es der elektrische und thermische Energiebedarf für die Papierherstellung, in Penzberg der Kältebedarf zur Kühlung von Arzneimitteln, aber auch zur Klimatisierung der mehr als 50 Firmengebäude.

Gerade weil in beiden Betrieben ein hoher Energiebedarf besteht, wird dort auch versucht, diesen soweit es geht zu reduzieren und die Kosten zu senken. In beiden Firmen befassen sich Mitarbeiter-Teams ausschließlich mit der Analyse und den Reduktionsmöglichkeiten des Verbrauchs. Neuerungen werden auf ihr Potenzial zur Kostenreduktion hin untersucht und im positiven Falle zügig eingesetzt.

So wird z. B. in Schongau weitgehend Altpapier eingesetzt. Diesem werden jährlich etwa 200.000 t Holz zur Auffrischung beigemischt. Die Rückstände aus der Altpapieraufbereitung fließen wiederum als Brennstoff in die Strom- und Wärmeerzeugung. Das in der firmeneigenen Abwasseraufbereitungsanlage anfallende Klärgas wird in einem Blockheizkraftwerk genutzt und zu Wärme und Strom aufbereitet.

Die Abwärme aus dem Papierherstellungsprozess selbst wird zur Beheizung der Betriebsgebäude genutzt. Die überschüssige Wärme bildet die Basis des städtischen Fernwärmenetzes. Daneben werden im eigenen Wasserkraftwerk jährlich noch etwa 60 GWh_{el} Strom erzeugt.

Aber auch die Chemiefabrik nutzt die benötigte Energie kaskadierend, so dass die anfallende Abwärme aus dem einen Prozeß für den nächsten Prozeß genutzt wird. Darüber hinaus ist hier ein effizientes Energiemonitoring eingeführt, indem von jedem der ca. 50 Betriebsgebäude im Viertelstundentakt die Verbrauchswerte aufgezeichnet und analysiert werden, um gegebenenfalls zeitnah Quellen eines Mehrverbrauchs identifizieren und abstellen zu können.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Ohne auf weitere Details einzugehen, kann man zusammenfassen, dass in diesen beiden Unternehmen all die kosteneffizienten Maßnahmen identifiziert und bereits umgesetzt werden, die andernorts ebenfalls wünschenswert wären, aber mangels Kenntnis weder identifiziert noch analysiert werden. So z. B. würde ein konsequentes Beobachten und Analysieren des Energieverbrauchs der meisten Büro- und Gewerbegebäude erfahrungsgemäß zu Energieeinsparungen zwischen 10 bis 20 Prozent führen. Meist unterbleibt dies jedoch aus Unkenntnis oder aus Angst vor den vermeintlichen Mehrkosten des Monitoring.

Dass diese Betriebe dennoch soviel Energie benötigen, liegt an der Größe der Produktionsvolumina. An diesem Beispiel kann man auch die Problematik der Emissionsanalyse und Bewertung aufzeigen.

Für eine Emissionsanalyse sollte man konsequent alle Emissionen identifizieren, die im Landkreis anfallen. Alternativ könnte man in einer Verbrauchsanalyse auch vom Verbrauch der Produkte im Landkreis ausgehen und die Lebensgeschichte dieser Produkte analysieren, um die hierbei andernorts entstandenen Emissionen den Produkten anzurechnen. Damit könnte man dann den Energieaufwand und die Emissionen berechnen, die durch den Lebensstil der Bewohner des Landkreises entstanden sind.

In dieser Betrachtung sind z. B. die Emissionen aus den Produktionsanlagen nur anteilig auf den Verbleib der Produkte im Landkreis anzurechnen. Unterstellt man im Landkreis einen durchschnittlichen Papierverbrauch wie im Bundesdurchschnitt, so wären in dieser Betrachtung etwa 4,5% des Energieverbrauchs und der Emissionen der Papierfabrik dem Verbrauch im Landkreis anzurechnen.

Beide Methoden sind im Prinzip korrekt. Allerdings muss sichergestellt werden, dass keine Doppelzählungen vorgenommen werden, etwa innerhalb des Landkreises oder bei Analyse aller Landkreise. Hierbei gestaltet sich die Ermittlung der den Produkten anzurechnenden Emissionen aus der vorgelagerten Prozesskette als sehr aufwändig und oft nicht exakt durchführbar.

Daher hat man sich auch im internationalen Rahmen darauf verständigt, die Emissionen dort zu zählen, wo sie anfallen.

Dennoch ist es sinnvoll, die beiden größten Emittenten getrennt zu betrachten, um die Aufteilung der restlichen Emissionen besser analysieren zu können.

Abbildung 4-56 zeigt den Stromverbrauch des gesamten Gewerbes im Landkreis (links), ohne die beiden größten Verbraucher (Mitte) und ebenfalls in anteiligem dem Verbrauch im Landkreis anzurechnenden Verhältnis von 4,5%.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

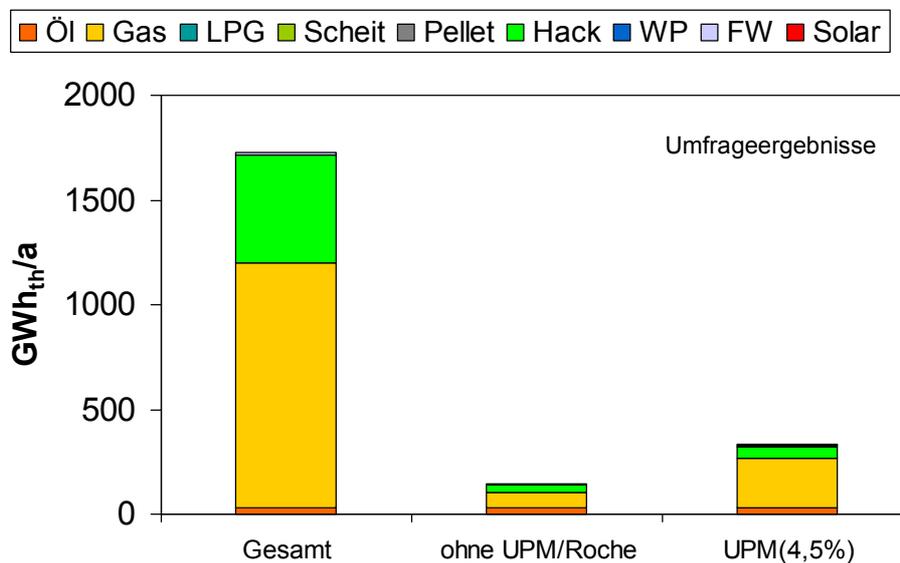


Abbildung 4-55: Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch von Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit Berücksichtigung aller Verbraucher (links), aller Verbraucher ohne UPM Kymmene in Schongau und Roche Diagnostics in Penzberg (Mitte) sowie mit deren Berücksichtigung gemäß dem rechnerischen Anteil des Verbrauchs im Landkreis (rechts)

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

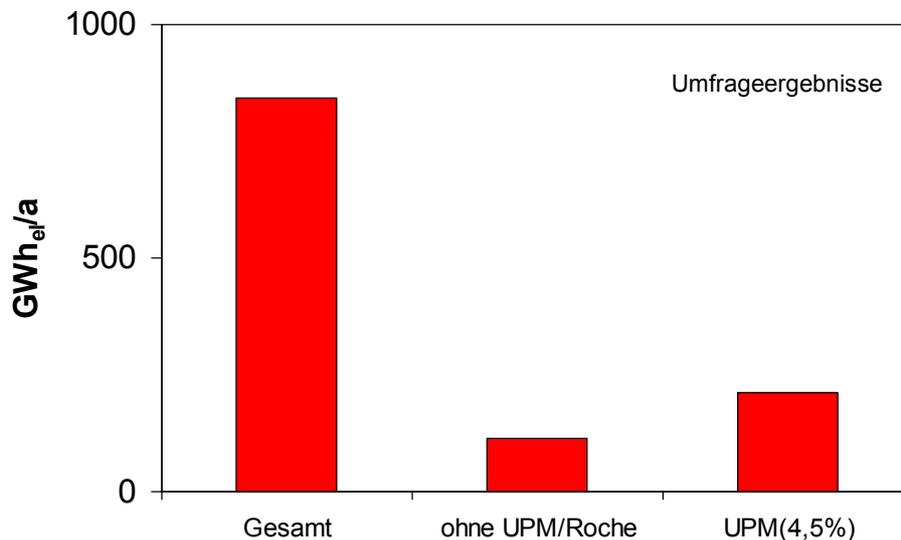


Abbildung 4-56 Stromverbrauch von Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit Berücksichtigung aller Verbraucher (links), ohne die beiden größten Energieverbrauchenden Betriebe UPM Kymmene und Roche Diagnostics (Mitte), sowie mit deren Berücksichtigung gemäß dem rechnerischen Anteil des Verbrauchs im Landkreis (rechts).

Abbildung 4-57 zeigt die Anteile der einzelnen Energieträger an der Wärmeerzeugung. Der linke Balken gilt für das gesamte Gewerbe. Hier machen sich insbesondere der große Erdgasverbrauch und Biomasseinsatz in der Papierfabrik bemerkbar. Ohne die beiden größten Fabriken zeigen sich steigende Anteile am Erdölverbrauch, aber auch an Solar-energienutzung und Fernwärmeeinsatz (zweiter Balken von links). Die anteilige Berücksichtigung der beiden großen Fabriken wie oben diskutiert verändert wieder die Bilanz näher zur ursprünglichen Aufteilung (zweiter Balken von rechts). Schließlich ist die Futtertrocknung- und -aufbereitung ebenfalls extrem wärmeintensiv. Auch hierfür wird zum größten Teil Biomasse eingesetzt. Lässt man diese ebenfalls außen vor, so erhält man die Anteile wie im rechten Balken gezeigt.

Die Hochrechnung der Energieträgeranteile auf das gesamte Gewerbe im Landkreis ergibt sich näherungsweise dadurch, dass zunächst der Wärmebedarf hochgerechnet wird, dann – den regionalen Gegebenheiten entsprechend vorwiegend Erdgas und Fernwärme – als Energieträger für große Verbraucher nahe der entsprechenden Infrastruktur angenommen wird und der restliche Bedarf auf Erdöl und Biomasse aufgeteilt wird.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

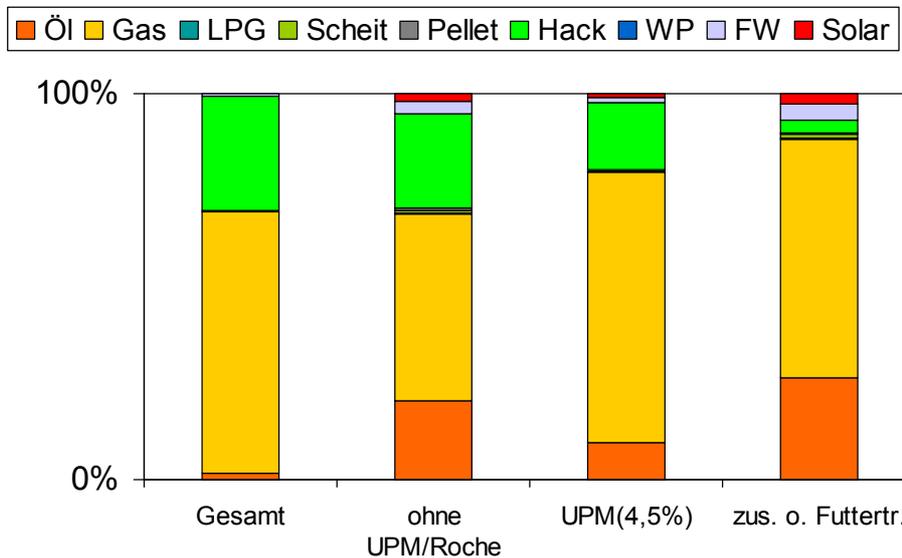


Abbildung 4-57: Prozentualer Anteil der Energieträger am Wärme- und Brennstoffverbrauch von Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen GHD gemäß Umfrage. Der rechte Balken zeigt die Anteile unter Ausklammerung der drei größten Energieverbraucher UPM Kymmene, Roche Diagnostics und Futtertrocknungsanlage.

Abbildung 4-58 zeigt den Energieverbrauch des gesamten Gewerbes als Ergebnis der Hochrechnung inklusive UPM Kymmene und Roche Diagnostics. Der errechnete Stromverbrauch wurde an den von den Energieversorgungsunternehmen regional aufgeteilten Verbrauch angepasst. Vom errechneten Wärmeverbrauch wurde der Gasverbrauch je Gemeinde aus den Angaben der Gasversorgungsunternehmen übernommen. Der restliche Verbrauch wurde zu einem geringen Anteil als Biomasse, vor allem aber als Erdöl angenommen. Damit ergibt sich der in der Abbildung links dargestellte Energieträgermix. Die entsprechenden Treibhausgasemissionen sind in der Abbildung rechts dargestellt. Hier wurde explizit unterschieden zwischen Emissionen, die beim Abbrand der Brennstoffe im Landkreis entstehen (direkte Emissionen) und Emissionen, die bei der Extraktion, Aufbereitung und Transport der Brennstoffe sowie bei der Stromerzeugung außerhalb des Landkreises entstehen (vorgelagert).

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

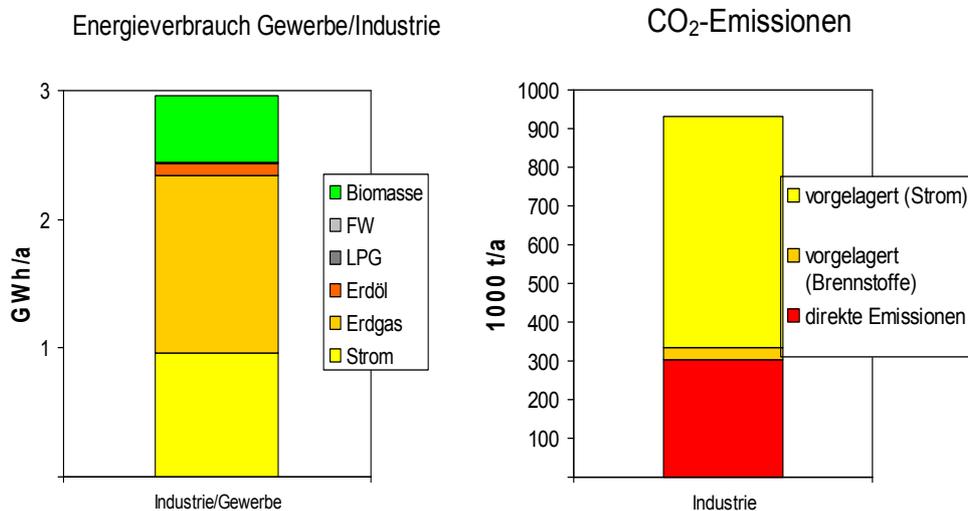


Abbildung 4-58: Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen von Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) im Landkreis Weilheim-Schongau, wie er durch Hochrechnung der Umfrageergebnisse auf alle Gewerbetreibende errechnet wurde.

Abbildung 4-59 zeigt den Energieverbrauch von Industrie und Gewerbe nochmals, diesmal aber ohne die beiden größten Verbraucher UPM und Roche Diagnostics.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

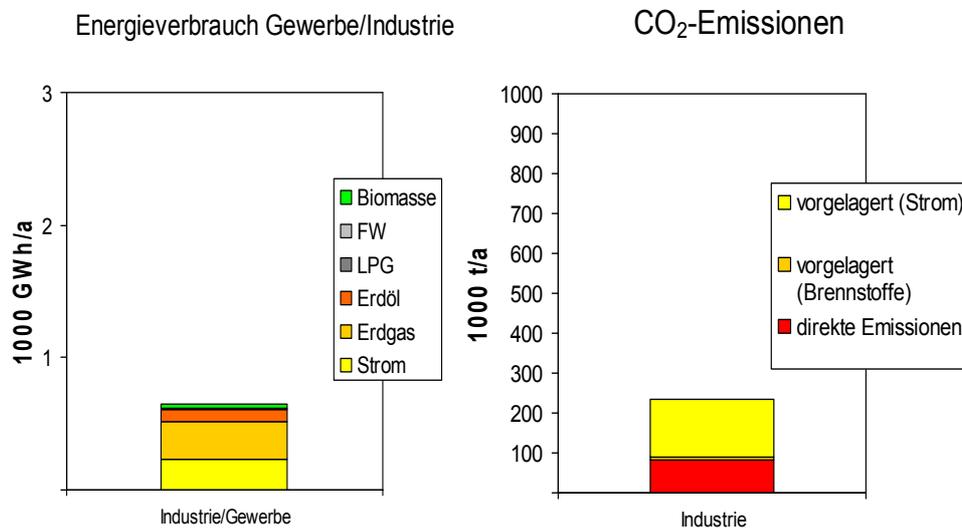


Abbildung 4-59: Energieverbrauch (links) und Treibhausgasemissionen (rechts) von Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen ohne UPM Kymmene und Roche Diagnostics im Landkreis Weilheim-Schongau

b) Vergleich 1990 und 2007

Die Veränderung der CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2007 ist für Industrie und Gewerbe im Landkreis besonders schwer zu beschreiben, da einerseits keine konsistenten detaillierten Statistiken für diese lange Zeitreihe vorliegen und andererseits die Energie- und Emissionsbilanz von einem großen Unternehmen dominiert wird.

So z. B. wurde die Papierfabrik nach 1990 deutlich erweitert und damit auch die Produktion deutlich erhöht. Andererseits aber wurde die Energietechnik dem neuesten Stand angepasst. Bereits im Jahr 1962 wurde dort die erste Anlage zur Aufbereitung von Altpapier in Betrieb genommen. Heute ist der Standort pro Tonne produziertes Papier wesentlich energieeffizienter als im Jahr 1990. So sanken beispielsweise die spezifischen CO₂-Emissionen pro Tonne Papier von etwa 390 kg/Tonne im Jahr 1998 auf etwas unter 300 kg/Tonne. Das entspricht einem Rückgang von 25%.

In erster Näherung wird aufgrund der Unsicherheiten in der Datenbasis angenommen, dass sich die Gesamtemissionen an Klimagasen zwischen 1990 und 2007 nicht verändert haben. Dies wird auch anhand der folgenden Abschätzung nahegelegt.

Eine grobe Rückrechnung von Energieverbrauch und Emissionen kann über den Vergleich mit nationalen Statistiken erfolgen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Hier wird zunächst die Entwicklung der Erwerbstätigenzahl in Abbildung 4-60 dargestellt. Dies ist von 54.000 im Jahr 1990 auf 60.000 im Jahr 2007 angestiegen. Der Anteil der im produzierenden Gewerbe Beschäftigten hat sich kaum verändert: Sie stieg von 21.000 im Jahr 1990 auf 22.000 im Jahr 2007 an. Der Dienstleistungsbereich hat allerdings deutlich an Bedeutung gewonnen: Von etwa 28.000 Erwerbstätigen im Jahr 1990 stieg die Zahl auf 36.000 im Jahr 2008 an. Die Bedeutung der Landwirtschaft nahm dagegen deutlich ab, von 5000 Erwerbstätigen im Jahr 1990 auf unter 3000 Erwerbstätige im Jahr 2007. In der Darstellung sind die Wirtschaftszweige noch weiter untergliedert. Insbesondere im Bereich der Finanzinstitute, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen stieg die Erwerbstätigenzahl deutlich von 3300 auf über 6400 im Jahr 2007 an.

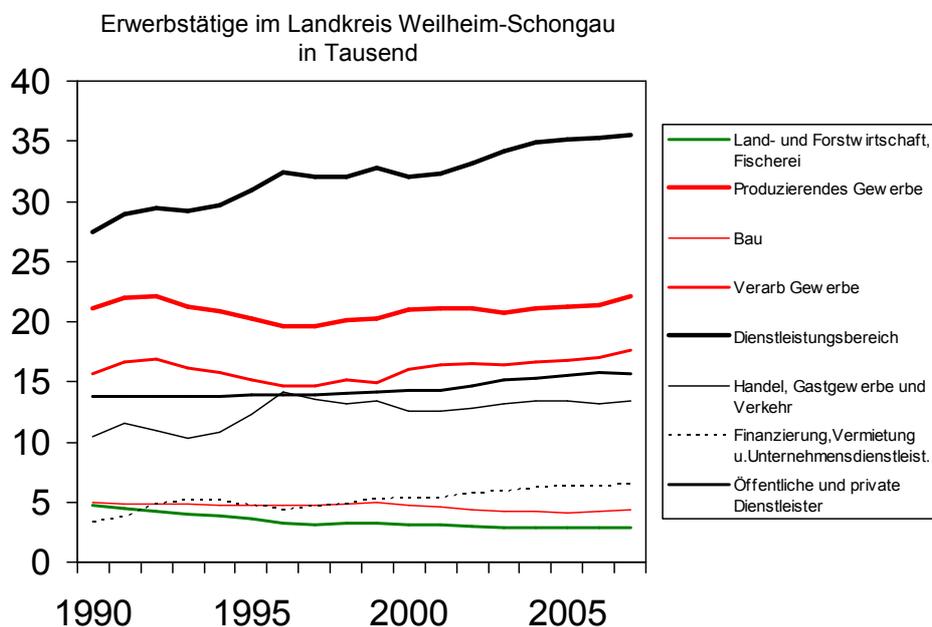


Abbildung 4-60 Entwicklung der Erwerbstätigenstatistik im Landkreis Weilheim-Schongau seit 1990

Die Bruttowertschöpfung (in jeweiligen Preisen) stieg wesentlich stärker als Erwerbstätigenzahl und Inflation erwarten lassen, so dass ein deutliches Wirtschaftswachstum damit verbunden war. Im Durchschnitt über alle Wirtschaftszweige stieg sie von 36.800 € je Erwerbstätiger auf über 56.600 € je Erwerbstätiger im Jahr 2007 an. Abbildung 4-61 zeigt die unterschiedliche Entwicklung der einzelnen Wirtschaftsabteilungen. Spezifisch mit Abstand der bedeutendste Beitrag je Erwerbstätiger zur Bruttowertschöpfung wird vom Finanzierungs-, Vermietungs- und Unternehmensberatungsbereich erbracht. Bis 2003 stieg der Beitrag von 105.000 € auf 136.000 € je Erwerbstätigem an. Danach ist allerdings bereits ein deutlicher Rückgang um

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

fast 15% bis 2007 zu erkennen. Eine detaillierte Analyse müsste dem nachgehen, ob dies ein landkreisspezifischer Effekt war oder ob sich hier bereits die durch den Finanzsektor ausgelösten Krisen andeuteten. In allen anderen Wirtschaftsabteilungen zeigt sich noch eine deutliche Steigerung der spezifischen Bruttowertschöpfung.

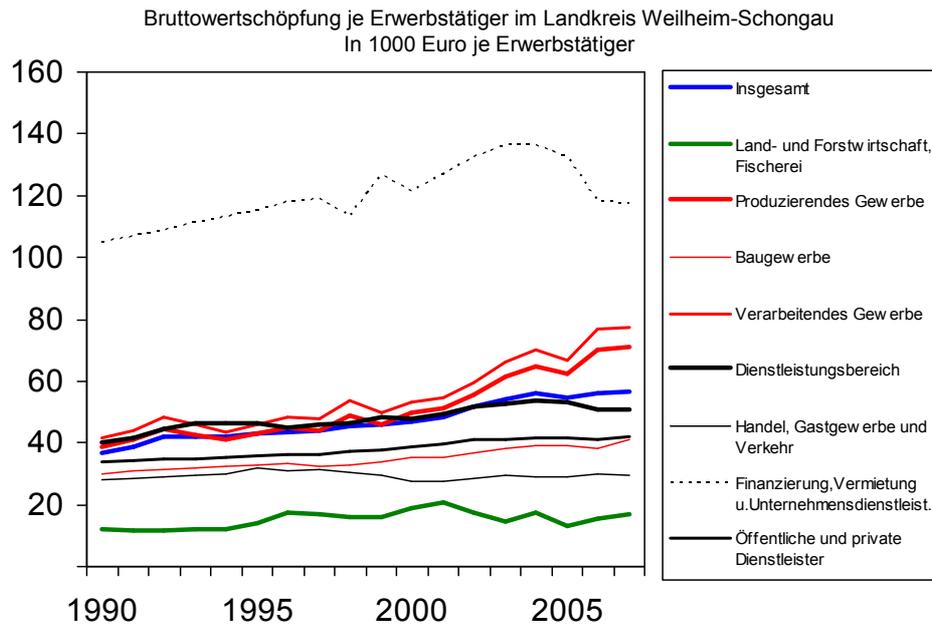


Abbildung 4-61 Entwicklung der Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigem im Landkreis Weilheim-Schongau seit 1990

Diese Trends können mit überregionalen Trends verbunden werden, um zu einer Gesamtabstschätzung der Veränderung des Energieverbrauchs im Landkreis zu kommen.

Tabelle 4-17 fasst die wesentlichen Eckdaten von Energieverbrauch und Bruttowertschöpfung in Deutschland für die Jahre 1990 und 2007 zusammen. Wegen des unterschiedlichen Energieeinsatzes werden das produzierende Gewerbe und der GHD-Sektor getrennt behandelt.

Neben den absoluten Angaben zu Endenergieverbrauch (EEV in Petajoule(PJ)), Brennstoffverbrauch (in TWh_{th}), Stromverbrauch (in TWh_{el}) und Bruttowertschöpfung (BWS in Mrd. € in jeweiligen Preisen) werden in den letzten beiden Zeilen der spezifische Brennstoff- und Stromverbrauch je € Wertschöpfung angegeben. Im produzierenden Gewerbe sind der spezifische Brennstoffverbrauch je Wertschöpfungseinheit in Deutschland um 44% und der Stromverbrauch je Wertschöpfungseinheit um 12% zurückgegangen. Im Gewerbe, Handel- und Dienstleistungssektor war der Rückgang des

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

spezifischen Energieeinsatzes noch deutlicher. Der spezifische Brennstoffeinsatz ging um 70% und der Stromeinsatz um 30% von 1990 bis 2007 zurück.

Tabelle 4-17 Veränderung von Energieverbrauch (Endenergie -EEV-, Brennstoffe, Strom) und Bruttowertschöpfung –BWS- in Deutschland zwischen 1990 und 2007 (Eigene Berechnung mit Daten von [destatis 2009])

BRD	Produzierendes Gewerbe			Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)		
	1990	2007	Änderung	1990	2007	Änderung
EEV [PJ]	2977	2444	-18%	1733	1340	-23%
Brennstoffverbrauch [TWh _{th}]	516,2	423,3	-18%	390,8	243,6	-38%
Stromverbrauch [TWh _{el}]	203,4	255,6	+26%	90,5	128,6	+42%
BWS [Mrd. €]	447	6567	+47%	725,27	1499,24	+107%
Brennst/BWS [kWh _{th} /€]	1,15	0,64	-44%	0,54	0,16	-70%
Strom/BWS [kWh _{el} /€]	0,45	0,39	-14%	0,12	0,09	-31%

Diese spezifischen Werte können benutzt werden, um für den Landkreis Weilheim-Schongau auf Basis der Veränderung der Bruttowertschöpfung den entsprechenden absoluten Strom- und Brennstoffeinsatz abzuschätzen. Der Brennstoffeinsatz ging demgemäß seit 1990 im produzierenden Gewerbe um 21% und in den restlichen Wirtschaftsbereichen (GHD) um 51% zurück. Dem steht ein Anstieg des Stromverbrauchs von 21% im produzierenden Gewerbe und von 12% im GHD-Sektor gegenüber. Berücksichtigt man zudem die Veränderung der spezifischen CO₂-Emissionen für die Stromerzeugung und Brennstoffbereitstellung zwischen 1990 und 2007, so ergibt sich im produzierenden Gewerbe kaum eine Veränderung der CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2007. Im GHD-Sektor sind die Emissionen gemäß dieser vereinfachten Abschätzung jedoch um etwa 36% zurückgegangen. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 4-18 zusammengestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-18 Veränderung von Bruttowertschöpfung und näherungsweise Berechnung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen im Landkreis Weilheim-Schongau

Weilheim-Schongau	Produzierendes Gewerbe			Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		
	1990	2007	Änderung	1990	2007	Änderung
BWS [Mio. €]	984	1395	+42%	1106	1807	+63%
Brennstoffverbrauch [GWh _{th}]	1136	899	-21%	596	294	-51%
Stromverbrauch [GWh _{el}]	448	543	+21%	138	155	+12%
CO ₂ -Emissionen [1000 t]	609	592	-3%	267	170	-36%
CO ₂ -Emissionen insgesamt [1000 t]	877	763	-13%			

Diese vereinfachte Berechnung macht die eingangs bereits getroffene Annahme unveränderter CO₂-Emissionen zwischen 1990 und 2007 plausibel. Insbesondere, da die Gesamtemissionen zu fast 90% von 2 Unternehmen dominiert werden, deren Emissionsveränderung zwischen 1990 und 2007 nicht genau bekannt ist.

c) Gemeindevergleich

In diesem Abschnitt wird der errechnete Brennstoff- und Stromverbrauch noch auf Gemeindeebene dargestellt. Da die Analyse anhand des statistisch ermittelten Durchschnittsverbrauchs einzelner Wirtschaftsabteilungen durchgeführt wurde, ist das Ergebnis naturgemäß umso schlechter, je geringer die Anzahl der ermittelten Betriebe.

Somit kann für die Gemeinden, aus denen kaum Umfrageergebnisse vorlagen (siehe Tabelle 4-14), auch kein gutes Ergebnis des ermittelten Energieverbrauchs erwartet werden. Aus diesem Grund wurden die errechneten Angaben nochmals mit einer einfachen Berechnungsmethode auf Plausibilität hin überprüft, wie dies in Abbildung 4-62 dargestellt ist. Der gelbe, jeweils rechte Balken zeigt den errechneten Energieverbrauch, der nicht mit Strom bereitgestellt wird (Brennstoffe, Fernwärme).

Der rote, jeweils linke Balken zeigt den ermittelten Wärmebedarf über die Abschätzung, dass alle Nichtwohngebäude der Gemeinden industrieller oder gewerblicher Nutzung dienen und im Mittel 80 kWh_{th}/m²/a an Heizenergie benötigen. Deutliche Abweichungen

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

hiervon sollten erklärbar sein. Der mittlere grüne Balken zeigt letztlich die von den Gasversorgungsunternehmen an Gewerbe und Sondervertragskunden gelieferten Erdgasmengen. Diese sollten immer geringer als der berechnete Energieverbrauch sein, da Erdgas ja nur einen, wenn auch oft dominierenden Teilbereich der Versorgung abdeckt.

Aus Gründen der Darstellbarkeit wurde der Erdgasverbrauch von UPM (Kymmene) sowie von Roche und ACP in Penzberg in der Darstellung ausgeklammert, um die restlichen Mengen vergleichen zu können. Insbesondere fällt auf, dass in den Städten Peißenberg, Peiting, Penzberg und Schongau die gelieferten Gasmengen offensichtlich den errechneten Heizenergie- und Brennstoffbedarf teilweise deutlich übersteigen.

In Peißenberg kann das mit dem Gasbezug des örtlichen Energieversorgers (Gemeindewerke Peißenberg bzw. Kraftwerke Peißenberg Gesellschaft) gut erklärt werden. Dieser wurde ja nicht in der Auswertung berücksichtigt. In Peiting, Penzberg und Schongau wurde über die Hochrechnung der Bedarf offensichtlich um 20% (Peiting, Schongau) bzw. 30% (Penzberg) unterschätzt. Daher wird der Wert entsprechend angepasst.

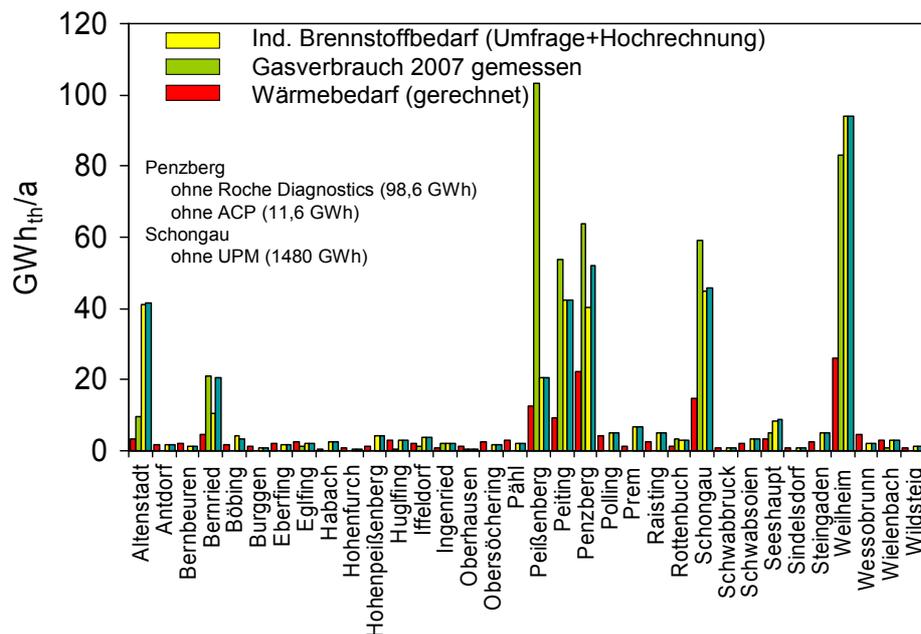


Abbildung 4-62: Vergleich der mit unterschiedlichen Berechnungsmethoden des industriellen Brennstoffverbrauchs erhaltenen Ergebnisse; rote Balken: Aus der Fläche der Nichtwohngebäude mit $80 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$ errechnet, grüne Balken: Gasverbrauch lt. Angabe der Gasversorgungsunternehmen; gelbe Balken: Branchenspezifische Hochrechnung aus Umfrageergebnis und Anzahl der Sozialversicherungspflichtig Beschäftigten

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Offensichtlich unterschätzt die Ermittlung des Heizenergiebedarfs über die Flächen der Nichtwohngebäude den tatsächlich benötigten Bedarf vor allem in den Städten deutlich.

Abbildung 4-63 illustriert denselben Sachverhalt, diesmal jedoch ohne die Städte und Marktgemeinden des Landkreises. Die große Differenz in Altenstadt lässt sich vor allem durch die Futtertrocknungsanlage erklären, die weder im Gasbezug noch in der Ermittlung des Heizenergiebedarfs über die Gebäudeflächen ermittelt werden kann.

Ebenfalls besonders auffällig ist der hohe Gasbezug der Gemeinde Bernried, der weder über die Umfrage (mit 11% zu geringer Rücklauf, siehe Tabelle 4-14) noch über die Hochrechnung über die Gebäudeflächen ermittelt wird. Offensichtlich wird hier der Bedarf deutlich unterschätzt.

Hier wurde für die endgültige Berechnung der gewerbliche Gasverbrauch als Grundlage gewählt. In den anderen mit einem Kreis markierten Gemeinden liegt der über die Hochrechnung aus den Umfrageergebnissen und Arbeitsplätzen ermittelte Energieverbrauch deutlich über dem grob über die Gebäudeflächen ermittelten Bedarf, aber auch deutlich über dem Gasbezug. Für diese Gemeinden wurde der hochgerechnete Energiebedarf als Basis berücksichtigt. In den anderen nicht hervorgehobenen Gemeinden stimmen die über die unterschiedlichen Methoden erhaltenen Ergebnisse hinreichend gut überein.

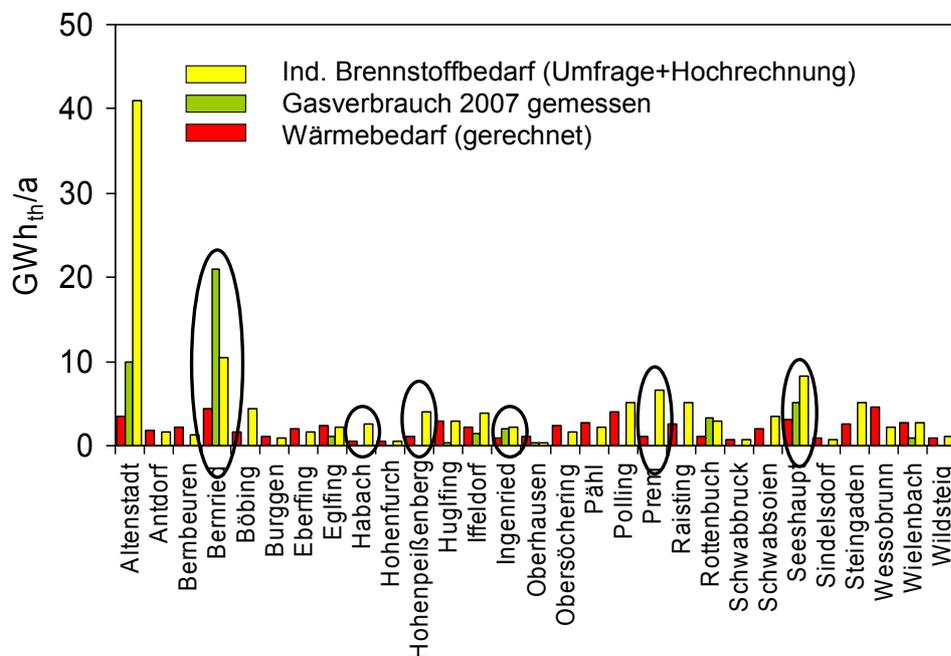


Abbildung 4-63: Wie Abb. 4-44, jedoch ohne Städte und Marktgemeinden

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Ebenso wurde auch der errechnete Strombedarf mit den von den Energieversorgern übermittelten Verbrauchszahlen von Gewerbe und Sondervertragskunden abgeglichen. Dies ist in Abbildung 4-64 und Abbildung 4-65 dargestellt.

In fast allen Gemeinden stimmen die über die Hochrechnung aus Umfrageergebnissen, spezifischen Kennzahlen und Arbeitsplätze errechneten Ergebnisse bis auf wenige Prozent überein.

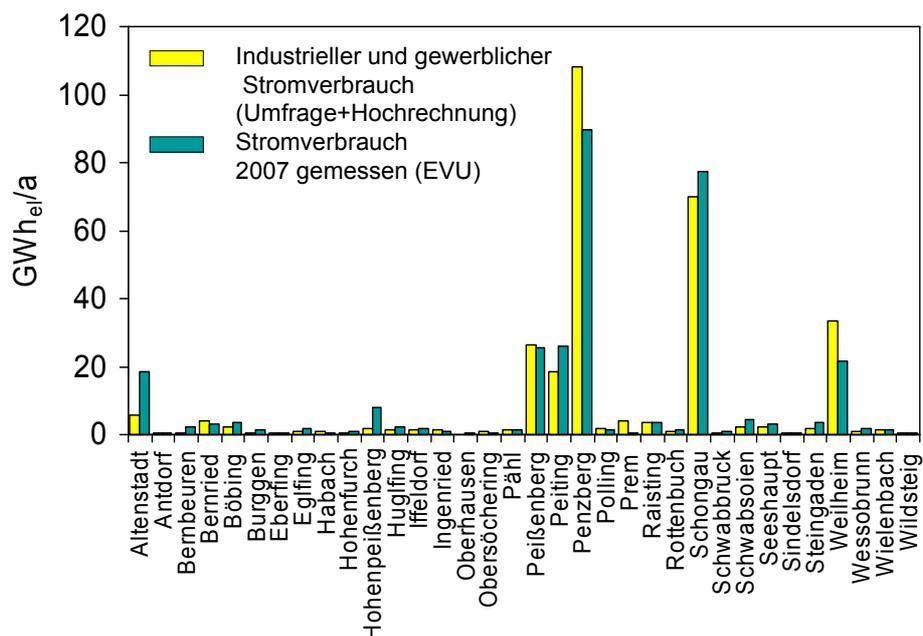


Abbildung 4-64: Vergleich der unterschiedlichen Berechnungsmethoden des industriellen Stromverbrauchs; gelbe Balken: branchendifferenzierte Hochrechnung aus Umfrageergebnis und Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten; grüne Balken: industrieller und gewerblicher Stromverbrauch lt. Angabe der Stromversorgungsunternehmen;

Die große Diskrepanz zwischen erfasstem und vom Netzbetreiber übermitteltem Stromverbrauchswert in Hohenpeißenberg ist mit stromintensiven Funk- und Sendeeinrichtungen auf dem Hohen Peißenberg gut erklärbar. Diese wurden nicht über der Umfrage erfasst.

Offen bleibt die Diskrepanz zwischen erfasstem und übermitteltem Stromverbrauch in Prem. Hier wurde ein wesentlich höherer Stromverbrauch über die Umfrage erfasst als vom Netzbetreiber angegeben wurde. Hier könnte der Unterschied damit erklärbar sein, dass in Prem ein zusätzlicher Stromanbieter mit regenerativ erzeugtem Strom existiert, dessen Vermarktung über den Netzbetreiber nicht erfasst wurde.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

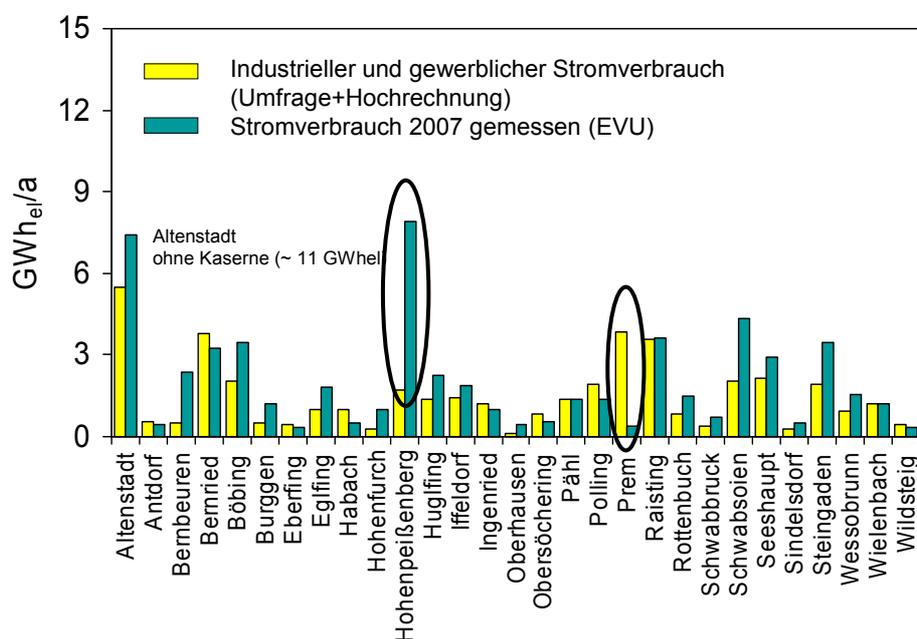


Abbildung 4-65: Wie Abb. 4-46, jedoch ohne Städte und Marktgemeinden

4.4 Landwirtschaft

4.4.1 Statistische Datenbasis und Auswertung der Befragungen

Statistische Basis der Analyse bilden die Landwirtschaftsstatistiken des Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung [Genesis 2009].

Als emissionsrelevante Aktivitäten wurden untersucht:

- Verbrauch und Emissionen von Strom und Brennstoffen (Kohlendioxidemissionen)
- Verbrauch von Kraftstoffen für die Fahrzeuge (Kohlendioxidemissionen)
- Anfall und Verbringung von Gülle aus der Tierhaltung (Methan, Lachgas)
- Methanemissionen aus der Futtermitteldigestion der Rinder (Methan)
- Lachgasemissionen durch Ausbringung von Stickstoffdünger (Lachgas)

Die zugänglichen regionalen Statistiken wurden ergänzt mit einer direkten Befragung aller Betriebe. Fast 300 Betriebe nahmen an der Umfrage teil – dies entspricht etwa 20% aller gemeldeten Betriebe -, so dass eine gute Datenbasis für die Analyse gegeben ist. Die Ergebnisse bzgl. des häuslichen Energieverbrauchs sind in Tabelle 4-19 und Tabelle 4-20 zusammengestellt. Diese werden im Folgenden berücksichtigt, aber bei der

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Summenbildung dem privaten Energieverbrauch zugerechnet, um Doppelzählungen zu vermeiden.

Tabelle 4-19: Ergebnis der Befragung landwirtschaftlicher Betriebe

Fragestellung	Ergebnis
Anzahl verwertbarer Antworten	285
Antworten mit Angaben zum Heizenergieverbrauch	246
Angaben zu Heizenergieverbrauch und Wohnfläche	203
Nur Holzheizung	162
Nur Ölheizung	10
Nur Erdgasheizung	0
Nur Biogasnutzung	2
Mix aus Holz/Fernwärme und fossilen Brennstoffen	73
Solarunterstützung	78
PV Anlage	71
Biogasanlage	7
Wärmepumpen	4
Wärmerückgewinnung der Melkmaschine	85

Tabelle 4-20 Aus den Umfragen ermittelte Energiekennzahlen

	Heizenergieverbrauch kWh/m ² /a	Anteil %
Mittelwert über 246 Gebäude	237	
Nur Holzheizung	194	65,6
Nur Ölheizung	196	25,6
Nur Biogasnutzung	282	4,9
Mix aus Holz, Fernwärme und fossilen Brennstoffen	251	3,9
Durchschnittliche Fläche der thermischen Solaranlagen	11	
Durchschnittliche Leistung der PV Anlagen	24	

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

4.4.2 Viehhaltung

Aufgrund der klimatischen und geographischen Bedingungen sind die landwirtschaftlichen Betriebe vorrangig in der Milchwirtschaft aktiv und kaum im Anbau. Demgemäß besteht der wesentliche Anteil der Emissionen aus Methan infolge der Verdauungsvergärung in Rindermägen. Tabelle 4-21 gibt eine Übersicht über die Tierbestände in den Gemeinden. Nicht in dieser Tabelle berücksichtigt wurden die Bestände an Schweinen und Schafen, da sie sich über den Zeitraum nur minimal verändert haben und im Vergleich zu den anderen Tiergruppen nicht relevant sind. In den Berechnungen wurden sie jedoch berücksichtigt.

Tabelle 4-21 Übersicht über die relevanten Tierbestände und deren Veränderung von 1990 bis 2007 [Genesis 2009]

Gemeinde	Milchkühe		Sonstige Rinder		Pferde		Hühner	
	1990	2007	1990	2007	1990	2007	1990	2007
Altenstadt	1121	568	1235	909	49	54	93326	
Antdorf	1071	988	1554	1428	72	74	262	632
Bernbeuren	2769	2074	2204	2234	106	161	536	377
Bernried	186	197	434	340	8	60	23	
Boebing	1533	1378	1991	1676	47	76	553	318
Burggen	1691	1385	1467	1272		122		296
Eberfing	1183	844	1261	1089		100		347
Eglfing	809	740	1015	879	27	50	204	64
Habach	405	234	503	357		20		68
Hohenfurch	601	264	610	328	15	25	174	
H-Peißenberg	681	583	632	565		123		270
Huglfing	596	545	1197	935	54	102	208	48
Iffeldorf	163	114	217	183		42		
Ingenried	1269	1065	1206	976	20	52	241	37
Oberhausen	799	663	816	925		47		1567
O-söchering	1380	1181	1524	1648	56	124	163	172
Pähl	1234	908	1577	1516		228		144
Peißenberg	1565	1335	2286	1817		121		303
Peiting	3153	2608	3406	3393	70	161	1114	4666
Penzberg	444	428	487	457		68		159

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	Milchkühe		Sonstige Rinder		Pferde		Hühner	
	1990	2007	1990	2007	1990	2007	1990	2007
Polling	1552	1305	1789	1600		122		275
Prem	966	779	724	628		52		117
Raisting	1279	604	1448	888		112		176
Rottenbuch	1677	1329	1609	1461		157		312
Schongau	224	255	282	288	28	71	88	105
Schwabbruck	594	406	479	532		29		
Schwabsoien	1253	765	1153	965	23	3	394	85
Seeshaupt	696	682	1140	1128	48	126	223	150
Sindelsdorf	628	502	722	598	23	40	107	113
Steingaden	3556	2859	3334	3168	142	97	1445	451
Weilheim	1771	1443	2175	2231	319	238	3986	1470
Wessobrunn	2604	2013	3011	2578	175	300	753	311
Wielenbach	1584	1469	2337	2248	107	111	375	101
Wildsteig	1461	1309	1691	1449	92	85	548	285
Landkreis	76511	33822	47516	42689	1481	3353	104723	13419

Für die Berechnung der Methanemissionen wurden die Emissions- und Umrechnungsfaktoren benutzt, wie sie im Rahmen der internationalen Klimawissenschaft (IPCC) für die Erstellung nationaler Berichte vorgegeben werden. Diese sind in Tabelle 4-22 zusammengestellt. Hierbei ist unterschieden, ob die Emissionen direkt bei der Verdauung entstehen oder über die Exkremente und deren Behandlung.

Tabelle 4-22 Jährliche Methanemissionen je Tier aus der Tierhaltung in Mitteleuropa gemäß [IPCC 2006]

kg Methan je Tier und Jahr	Milchkühe	Sonst. Rinder	Pferde	Schweine	Hühner
Verdauung	109	57	18	1,5	0
Exkremente	21	6	1,56	6 - 9	0,03
Gesamt	130	63	19,56	7,5-10,5	0,03

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Letztlich werden die Emissionen noch mit der Klimawirksamkeit des Methans in CO₂-Äquivalentemissionen umgerechnet, um sie mit Kohlendioxidemissionen vergleichen zu können. Der Umrechnungsfaktor beträgt 25, das bedeutet, dass ein kg Methan der Klimawirksamkeit von 25 kg Kohlendioxid entspricht, wobei die Wirksamkeit über einen Zeitraum von 100 Jahren gemittelt wird. [IPCC 2006]

4.4.3 Anbauflächen

Bei der Bearbeitung der landwirtschaftlichen Flächen fallen Lachgasemissionen an. Einmal sind es Emissionen aus der Verbringung von Gülle, andererseits aus der Düngung der Anbauflächen durch zusätzlichen Stickstoffeintrag über Kunstdünger. Diese wurden einerseits über typische spezifische Werte je Hektar hochgerechnet und andererseits über die Rinderzahlen und die Austragung der Gülle abgeschätzt. Der Anteil an Kunstdüngern wurde aus dem Anteil der Angaben zu Kunstdüngung für den gesamten Landkreis hochgerechnet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4-66 berücksichtigt.

4.4.4 Kraftstoffverbrauch der Traktoren und Heizenergie

Der Kraftstoffverbrauch der Traktoren ist ebenfalls in Abbildung 4-66 eingetragen. Diese Werte wurden über die Umfrage in einen Durchschnittsverbrauch je m² Ackerfläche und über die gesamte Ackerfläche in absolute Verbrauchswerte hochgerechnet. In Summe ergibt sich ein Kraftstoffverbrauch von 54 TWh_{Kraftstoff}.

Zusätzlich ist der Stromverbrauch, vor allem für die Melkmaschinen zu berücksichtigen. Dieser wurde über die Umfrage erfasst. Unabhängig davon wurden von den Energieversorgern Gesamtwerte je Gemeinde übermittelt. Diese lassen sich zu einem Durchschnittsverbrauch von 11900 kWh_{el} je Betrieb umrechnen, auch wenn die Streuung sehr eng mit der Anzahl der Milchkuhe korreliert, da der Stromverbrauch für Melkmaschinen dominiert.

Der Heizenergieverbrauch wurde aus den Fragebogen wie in Tabelle 4-20 beschrieben errechnet und für alle landwirtschaftlichen Betriebe zu 89,3 GWh_{th} hochgerechnet. Da zwei Drittel der Gebäude mit Holz beheizt werden, fällt der Beitrag des Heizenergieverbrauchs zu den CO₂-Emissionen entsprechend gering aus.

Bezüglich der Emissionsbilanz dominieren bei weitem die Methan- und Lachgasemissionen. Für die Zuordnung der restlichen Emissionen aus Stromverbrauch, Heizenergie und Kraftstoff für Fahrzeuge mag man diskutieren, ob diese Emissionen eher den Sektoren Gebäuden und Verkehr oder dem Landwirtschaftssektor zuzuordnen sind.

In diesem Bericht werden sie dem Landwirtschaftssektor zugeordnet. In jedem Fall ist jedoch darauf zu achten, dass keine Doppelzählung unterläuft. Daher müssen diese Werte von den Pauschal erhobenen Daten der Verkehrsemissionen oder der auf den Landkreis bezogenen Wohnflächen an entsprechender Stelle wieder abgezogen werden. Auch

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

erfolgt die Ermittlung der Emissionen des Stromverbrauchs über den deutschen Strommix. Im zusammenfassenden Kapitel aller Emittenten des Landkreises werden nur die Emissionen der Energieträger erfasst, die in den Landkreis importiert werden. Da die regenerative Stromerzeugung einen großen Anteil hat, erniedrigen sich dadurch die Gesamtemissionen des Landkreises.

4.4.5 Zusammenfassung

Abbildung 4-66 zeigt für jede Gemeinde die klimarelevanten Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft für das Jahr 2007. Der grüne Balken zeigt die Methanemissionen aus der Verdauung der Tiere (dunkelgrün) und aus der Verbringung der Exkremente (hellgrün), der graue Balken zeigt die Lachgasemissionen aus der Zersetzung organischer Dünger (Gülle), der dunkelgraue Balken gibt den Anteil der Lachgasemissionen aus synthetischem Dünger. Der rote Balken zeigt die direkten Kohlendioxidemissionen aus der Verbrennung der Treibstoffe, der braune Balken aus der Verbrennung von Heizöl und der gelbe Balken gibt die Emissionen aus der vorgelagerten Kette mit der Annahme, dass pro kWh_{el} im Jahr 624 g CO₂ emittiert wurden. Die Emissionen sind vor allem proportional zu den Rinderbeständen.

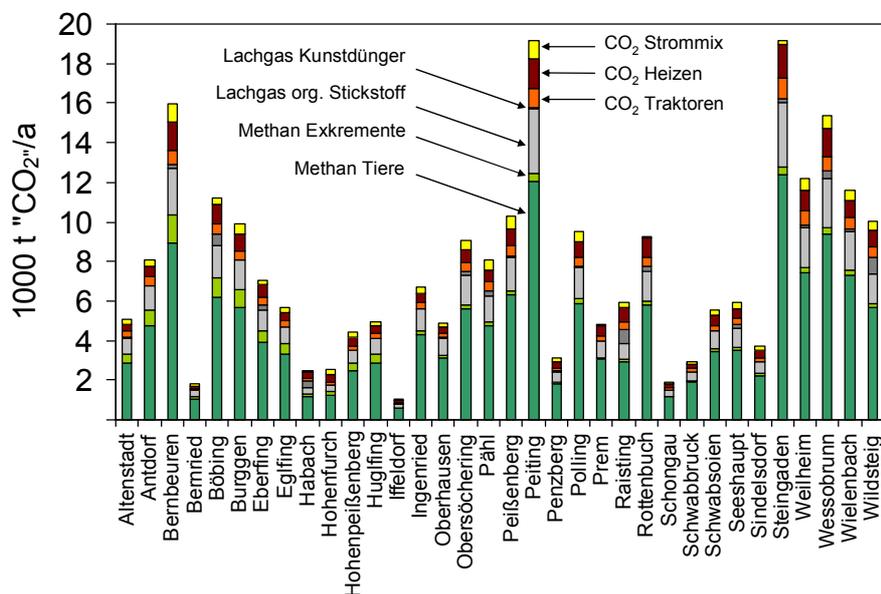


Abbildung 4-66: Treibhausgas-Emissionen von Landwirtschaft und Viehhaltung und Energieverbrauch 2007. Methan- und Lachgasemissionen sind in CO₂-Äquivalentwerte umgerechnet.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Abbildung 4-67 zeigt die Gesamtemissionen von Landwirtschaft und Tierhaltung im Landkreis und die abgeschätzte Veränderung seit 1990. Vor allem die zurückgehende Milchwirtschaft ist Ursache für den Rückgang der klimarelevanten Emissionen von etwa 16 Prozent seit 1990. Damit ist der Land- und Milchwirtschaftsbereich der einzige Sektor im Landkreis, dessen klimarelevante Emissionen seit 1990 deutlich gefallen sind.

In der Grafik ist auch die notwendige weitere Reduktion skizziert, um bis 2020 die Emissionen um insgesamt 40% gegenüber 1990 zu verringern. Unter der Annahme, dass die Emissionen bei Rindern kaum beeinflussbar sind und die Milchwirtschaft in heutiger Größe erhalten bleiben sollen, ist dies nur dann erreichbar, wenn die Emissionen aus den Tierexkrementen und der organischen Düngung in etwa halbiert werden und keine weiteren Emissionen anfallen.

Das würde bedeuten:

- Emissionsfreie Traktoren, Stromerzeugung und Hausbeheizung, also keine fossilen Brennstoffe
- Wesentlich weniger organischer Dünger bzw. eine Behandlung zur Vermeidung der Lachgasemissionen
- Vollständig emissionsfreie Behandlung der Tierexkreme

Vermutlich sind das weitgehend unrealistische Forderungen, so dass der Gestaltungsspielraum zur Emissionsreduktion woanders gesucht werden muss.

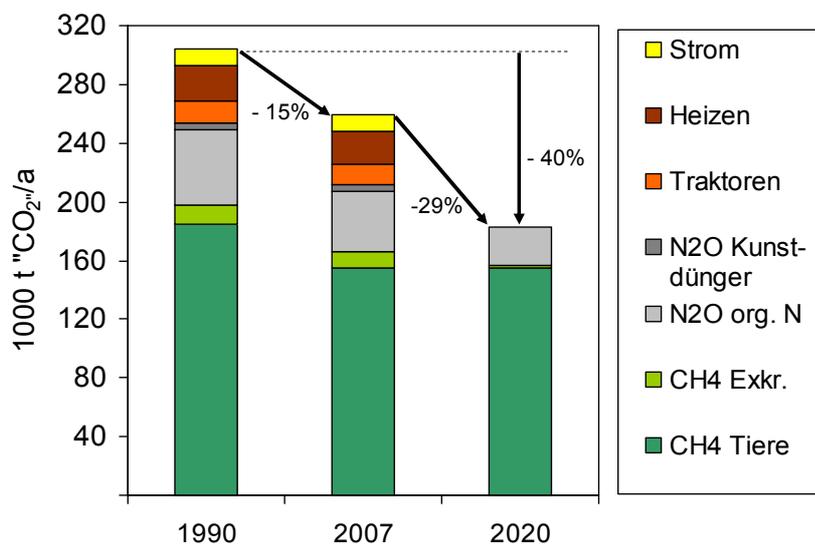


Abbildung 4-67: Veränderung der Treibhausgas-Emissionen von Landwirtschaft und Viehhaltung sowie notwendige weitere Reduktion, um bis 2020 die Emissionen um insgesamt 40% gegenüber 1990 zu reduzieren.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

4.4.6 Moore und Wälder

Ein nicht unerheblicher Beitrag zu klimarelevanten Emissionen kann aus einer Veränderung der Bodennutzung entstehen.

Zum einen kann dies die Versiegelung von Waldfläche sein. Dann werden die pflanzlichen Kohlenstoffspeicher des Landkreises und deren jährliche Aufnahmefähigkeit für Kohlendioxid aus der Luft reduziert. Dies ist gleichwertig zu einer Erhöhung der jährlichen Emissionen. Umgekehrt kann die Vergrößerung der Waldfläche Kohlenstoff binden und ist damit gleichbedeutend mit einer Reduktion der jährlichen Emissionen.

Desgleichen kann die Trockenlegung eines Moores die Emissionsbilanz drastisch erhöhen. Umgekehrt kann damit die Wiedervernässung trockengelegter Moore zu einer Reduktion der Emissionen beitragen.

a) Wiedervernässung trocken gelegter Moorböden

Tabelle 4-23 zeigt die Veränderung der Moorflächen im Landkreis. Da entsprechende Daten nur alle 4 Jahre erhoben werden, kann näherungsweise der Flächenvergleich zwischen 1992 und 2004 als Basis des Vergleichs 1990 und 2007 genommen werden. Allerdings ist die Statistik mit großen Fehlern behaftet, da keineswegs klar ist, wo die Grenze zwischen vernässten und trockenen Moorflächen verläuft. Daher können diese Zahlen deutliche Ungenauigkeiten enthalten, die insbesondere die Emissionsbilanz verfälschen können. Eine zuverlässigere Statistik ist allerdings nicht verfügbar.

Tabelle 4-23 Moorflächen im Landkreis und deren Veränderung zwischen 1992 und 2004 in Hektar (ha) [Genesis 2009]

Gemeinde	Moorflächen in ha [1 ha=10000m ²]		Veränderung in ha [1 ha=10000m ²]
	1992	2004	
Altenstadt	,	-	
Antdorf	13439	13285	-154
Bernbeuren	9712	9696	-19
Bernried	2728	2152	-576
Boebing	7488	2564	-4924
Burggen	3062	3062	
Eberfing	2729	3029	250
Eglfing	4920	4917	-3
Habach	2834	2834	-108
Hohenfurch	-	-	
H-Peißenberg	12817	12851	34

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	Moorflächen in ha [1 ha=10000m ²]		Veränderung in ha [1 ha=10000m ²]
	1992	2004	
Huglfing	6440	6442	2
Iffeldorf	51345	51342	172
Ingenried	-	-	
Oberhausen	5395	5395	
O-söchering	20206	20172	-34
Pähl	5953	5953	
Peißenberg	2110	2110	
Peiting	35288	35275	-14
Penzberg	41894	43190	-1123
Polling	4761	4745	-16
Prem	8867	8867	
Raisting	1754	1754	
Rottenbuch	7261	7261	
Schongau	-	-	
Schwabbruck	506	506	
Schwabsoien	81	80	-1
Seeshaupt	29913	19405	-10508
Sindelsdorf	51792	50428	-1364
Steingaden	52530	51207	-1320
Weilheim	6057	727	-5330
Wessobrunn	3857	3677	-180
Wielenbach	6315	1624	-4691
Wildsteig	16483	16464	196
Landkreis	418537	391014	-29711

Die genaue Emissionsbilanz hängt vor allem von den Temperaturen und dem Wasserspiegel innerhalb des Moores ab. Vernässte Moore emittieren insbesondere Methan, und zwar umso mehr, je höher die Tagestemperaturen sind. Trockengelegte Moore emittieren vor allem Kohlendioxid, da der Kohlenstoffreiche Humusboden sich an der Luft zu Kohlendioxid zersetzt. Mengenmäßig ist die Zersetzung des trockenen Humusbodens wesentlich stärker als die Methanfreisetzung durch vernässte Moorflächen. Da aber jedes Molekül Methan, das in die Atmosphäre freigesetzt wird, wesentlich klimaaktiver ist als Kohlendioxid, ist die Bilanz nicht so einfach zu führen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Einerseits ist der Jahresgang von Temperatur und Wasserspiegel innerhalb des Moores wichtig zur Beurteilung. Andererseits beeinflusst der Betrachtungszeitraum die Bilanz: Es macht einen großen Unterschied, ob man die Klimawirksamkeit von Methan und Kohlendioxid über 10, 100 oder 500 Jahre betrachtet. Dieser Unterschied ist darauf zurückzuführen, dass jedes Molekül Methan wesentlich klimawirksamer ist als ein Kohlendioxidmolekül. Andererseits wird es wesentlich schneller chemisch abgebaut und wieder aus der Atmosphäre entfernt. Je kürzer der Betrachtungszeitraum, desto wichtiger werden die Methanemissionen, je länger der Betrachtungszeitraum, desto wichtiger werden die Kohlendioxidemissionen.

Zur genauen Erfassung von vernässten und trockenen Mooren sind die verfügbaren Statistiken untauglich, insbesondere da der Jahresgang des Wasserstandes einen wichtigen Einfluss hat.

Daher wird vorläufig auf eine Bilanzierung verzichtet, da das Ergebnis auf dieser Datenbasis nicht belastbar sein kann.

b) Kohlenstoffbindung in neuen Waldflächen

Anders sieht es bei der Veränderung der Waldflächen aus. Hier lässt sich die zusätzliche Bindung von Kohlenstoff leicht anhand des jährlichen Holzzuwachses berechnen.

Für langjährig bestehende Wälder wird vereinfachend unterstellt, dass die jährliche Kohlenstofffreisetzung ungefähr im Gleichgewicht mit der jährlichen Kohlenstoffbindung ist.

Für neue Waldflächen kann zumindest über die ersten 20 Jahre der jährliche Zuwachs vollständig als Kohlenstoffbindung gerechnet werden, da noch keine Nutzung des Holzes erfolgt. Dies entspricht einer entsprechenden Reduktion der jährlichen Kohlendioxidfreisetzung.

Gemäß [IPCC 2006] beträgt die jährliche Kohlenstoffbindung in Wäldern etwa 2,6 Tonnen Kohlenstoff je Hektar bzw. 9,6 Tonnen Kohlendioxid je Hektar.

Somit entspricht der in Tabelle 4-24 ausgewiesene Zuwachs der Waldflächen den in der rechten Spalte der Tabelle angegebenen Kohlendioxidemissionen. Das negative Vorzeichen soll deutlich machen, dass es sich um die jährliche Speicherung von Kohlenstoff handelt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

**Tabelle 4-24 Veränderung der Waldflächen im Landkreis zwischen 1992 und 2004
[Genesis 2009]**

Gemeinde	Waldfläche [ha]		Veränderung		Kohlenstoffbindung [t CO ₂ /Jahr]
	1992	2004	1992	2004	
Altenstadt	472	473		1	-8,7
Antdorf	514	524		10	-100,5
Bernbeuren	674	673		-1	
Bernried	597	602		5	-44,8
Boebling	1545	1748		203	-1947,6
Burggen	503	503		0	-2,1
Eberfing	1041	1034		-7	
Eglfing	397	397		0	-1,1
Habach	352	352		0	
Hohenfurch	373	386		0	
H-Peißenberg	967	1001		33	-312,0
Huglfing	707	703		-2	
Iffeldorf	1099	1098		-1	
Ingenried	627	626		-1	
Oberhausen	299	298		0	-2,0
O-söchering	483	485		2	-15,2
Pähl	920	920		1	-4,9
Peißenberg	623	620		-6	
Peiting	2555	2549		-5	
Penzberg	681	656		2	-21,7
Polling	715	716		0	
Prem	209	207		-2	
Raisting	414	414		0	
Rottenbuch	854	853		-1	
Schongau	594	586		-7	
Schwabbruck	35	36		0	-1,4

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	Waldfläche [ha]		Veränderung		Kohlenstoffbindung [t CO ₂ /Jahr]
	1992	2004	1992	2004	
Schwabsoien	476	476		0	
Seeshaupt	993	1160		167	-1599,6
Sindelsdorf	204	205		1	-8,4
Steingaden	1528	1531		3	-33,3
Weilheim	1049	1222		173	-1656,5
Wessobrunn	1802	1802		0	-2,8
Wielenbach	703	872		166	-1593,7
Wildsteig	2675	2672		-1	
Landkreis	27681	28399		731	-7356,4

Insgesamt entspricht die Vergrößerung der Waldflächen um 731 ha also einer jährlichen Emissionsminderung von etwa 7350 Tonnen CO₂/a. Je älter die Wälder werden, desto geringer wird die Kohlenstoffbindung, da im Gegenzug durch Verrottung und Entnahme von Brennholz auch wieder Kohlenstoff freigesetzt wird.

In einer genaueren Kohlenstoffbilanz der bereits lange bestehenden Wälder muss jährlich eine Bilanz von Zuwachs, Verrottung und Entnahme durchgeführt werden, wobei beim entnommenen Holz unterschieden werden muss, wie viel davon zu energetischer oder zu stofflicher Nutzung entnommen wird, um die bei der energetischen Nutzung anfallenden Emissionen zu berücksichtigen. Darauf wird hier verzichtet.

Die Bindung von jährlich 7350 Tonnen CO₂ entspricht einer Minderung der jährlichen Emissionen aus der Landwirtschaft um etwa 3 %. Da dieser Beitrag im Rahmen der Ungenauigkeit der Berechnungen der gesamten Emissionen liegt, wird auf eine Berücksichtigung bei der Bilanzierung der Gesamtemissionen des Landkreises verzichtet.

4.5 Haushalte

4.5.1 Statistische Datenbasis

Die Ermittlung von Energieverbrauch und Emissionen der privaten Haushalte basiert vorwiegend auf einer Auswertung der Statistiken zu Gebäudebestand, Wohnungsbestand, Wohnflächen und deren Zuordnung zu den entsprechenden Baujahren.

Diese Daten wurden für jede Gemeinde und jedes Jahr seit 1988 erhoben [Genesis 1988].

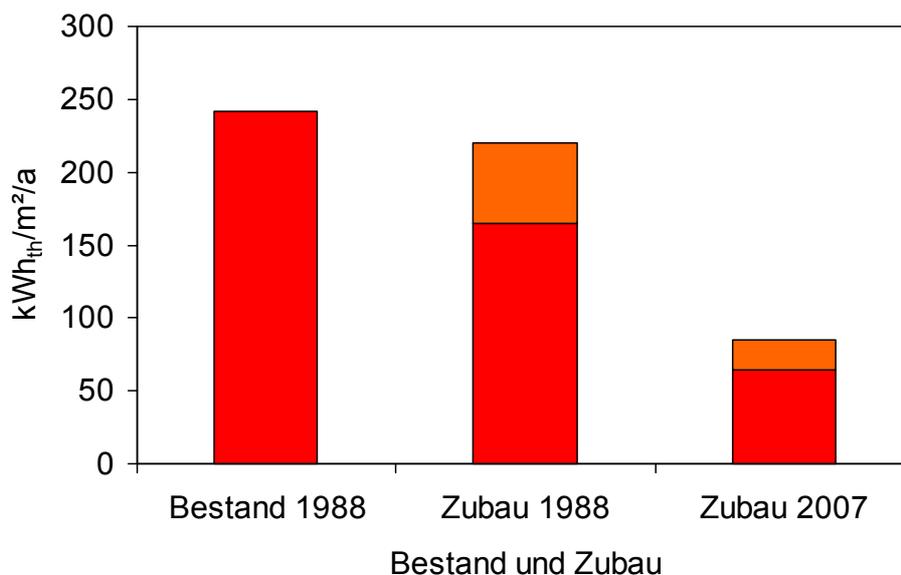
Auf Basis der zum jeweiligen Zeitpunkt gültigen Wärmeschutz- bzw. Energieeinsparverordnung wurden nach Baujahr und Gebäudegröße gestaffelt Energiebedarfswerte ermittelt. Diese wurden mit Annahmen über die Beheizungsstruktur und Wirkungsgrade zu Energie- und Brennstoffverbrauchswerten hochgerechnet.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Zusätzlich wurde angenommen, dass vom vor 1988 gebauten Wohnungsbestand jährlich ein Prozent der Gebäude energetisch saniert und auf den jeweils aktuell gültigen Wärmestandard verbessert wurden. Die energetische Sanierungsrate von 1% erscheint plausibel unter der Annahme, dass jährlich etwa 1,5% des Gebäudebestandes saniert werden [Marks 2001]. Die Rechnungen setzen beim Wärmebedarf an, so dass auch Verbesserungen im Wirkungsgrad der Heizungsanlagen und bei der Warmwasserbereitung in die Hochrechnung eingehen.

Abbildung 4-68 zeigt die wesentlichen Kennwerte für die Hochrechnung. Für den Gebäudebestand im Jahr 1988 wurde ein Verbrauch über alle Gebäude und Heizungsarten von im Mittel $250 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$ angenommen. Für Neubauten im Jahr 1988 wurde ein Wärmebedarf zwischen $140 - 170 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$ je nach Gebäudeart (EFH, DH, MFH) und ein Wirkungsgrad der Heizungsanlage zwischen 65% (Scheitholzheizung) und 80% (Öl/Gasheizung) angenommen. Der Wirkungsgrad für die Warmwasserbereitung wurde mit 50 – 60% bei Holz-, Öl- oder Gasheizung und 100% bei Solaranlagen und Stromheizungen angesetzt. Wärmepumpen wurden mit einem Wirkungsgrad von 250% berücksichtigt. Unter diesen Annahmen ergibt sich der in der Abbildung dargestellte durchschnittliche Brennstoffverbrauch mit der angedeuteten Schwankungsbreite.

Diese Bedarfs- und Verbrauchskennwerte werden an die sich ändernden Anforderungen durch Wärmeschutzverordnung und Energieeinsparverordnung angepasst und schrittweise verbessert, so dass sich im Jahr 2007 über den Zubau gemittelt Heizenergieverbrauchskennwerte zwischen $60 - 80 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$ ergeben.



Annahmen: Altbausanierung 1% des Bestandes älter als 1988 auf den wärmetechnischen Zustand nach Sanierung wie beim Neubau

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Abbildung 4-68: Annahmen über den Heizenergieverbrauch des Bestandes im Jahr 1988, sowie Schwankungsbreite für Gebäude im Neubau im Jahr 1988 und 2007

Neben dem Wärmestandard der Gebäude sind die Größe der Wohnungen und die Einwohnerzahl maßgeblich für den Energieverbrauch privater Haushalte. Abbildung 4-69 und Abbildung 4-70 zeigen die Veränderung der Einwohnerzahl und der Wohnfläche zwischen 1990 und 2007. Im Landkreisdurchschnitt nahm die Bevölkerung um fast 22 % zu, wobei der Zuwachs in Eberfing mit fast 50% am größten ausfällt.

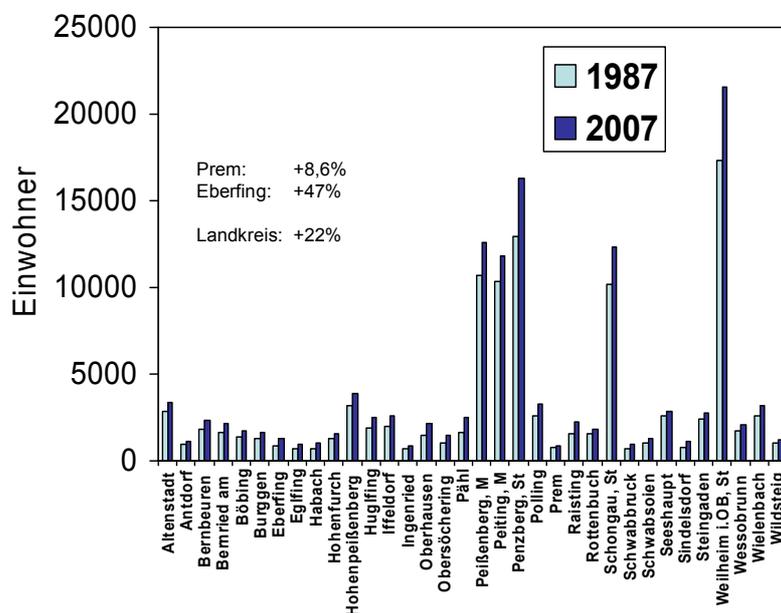


Abbildung 4-69: Veränderung der Einwohnerzahlen zwischen 1987 und 2007

Die durchschnittliche Wohnfläche nahm um fast 40% zu. In Habach betrug der Zuwachs sogar fast 80 %. Aufgrund dieser Veränderungen ist zu erwarten, dass der Heizenergieverbrauch seit 1990 ebenfalls zu nahm, auch wenn der Anstieg durch verbesserten Wärmeschutz und effizientere Heiztechniken im Neubau abgeschwächt werden sollte.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

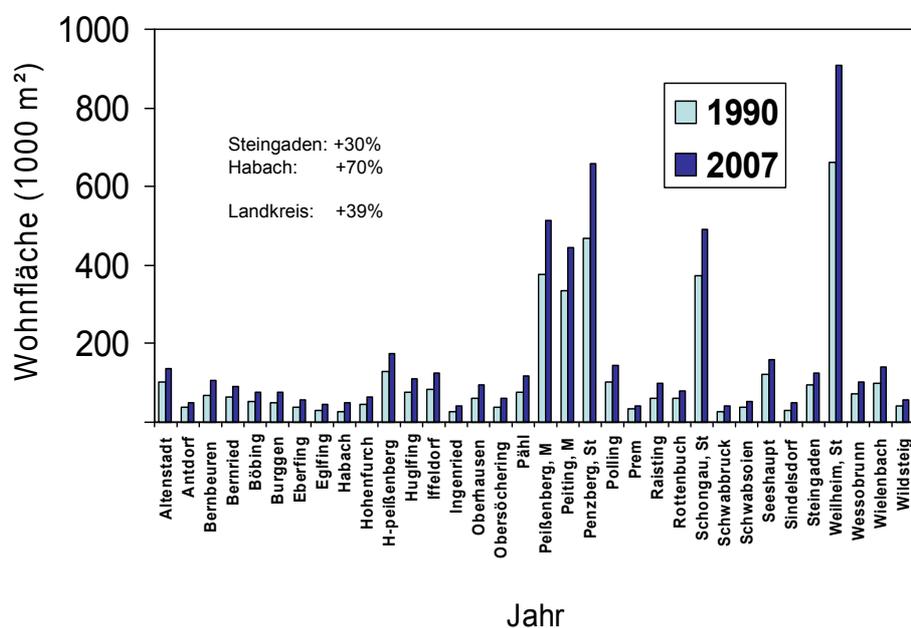


Abbildung 4-70: Veränderung der Wohnfläche zwischen 1990 und 2007

Tabelle 4-25 zeigt die Gliederung des Wohnbestandes in die unterschiedlichen Baujahre

Tabelle 4-25 Differenzierung der Wohnflächen gemäß ihres Baualters [Genesis 2009]

Gemeinde	Einwohner	Wohnfläche [1000m ²]	BJ älter 1988 [1000m ²]	BJ 1988 – 1997 [1000m ²]	BJ 1998 – 2002 [1000m ²]	BJ 2003 - 2007 [1000m ²]
Altenstadt	3352	137432	97429	18457	13552	7994
Antdorf	1125	50887	34517	8336	3612	4422
Bernbeuren	2290	106170	67721	20196	9976	8277
Bernried	2194	93140	63752	14166	7280	7942
Boebling	1730	76757	51129	13891	5657	6080
Burggen	1674	76303	49495	13519	9432	3857
Eberfing	1283	58361	36579	8269	9234	4279
Eglfing	964	45928	28133	8060	4980	4755
Habach	1036	48169	27368	7779	8143	4879
Hohenfurch	1522	65569	42541	10405	7888	4735
Hohen-Peißenberg	3860	175757	123801	37688	8422	5846
Huglfing	2468	111492	71930	21665	10323	7574

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Gemeinde	Ein- wohner	Wohnfläche [1000m ²]	BJ älter 1988 [1000m ²]	BJ 1988 – 1997 [1000m ²]	BJ 1998 – 2002 [1000m ²]	BJ 2003 - 2007 [1000m ²]
Iffeldorf	2567	125398	79527	29810	8062	7999
Ingenried	894	40188	25413	7337	1879	5559
Oberhausen	2161	94397	56226	22117	8350	7704
O-söchering	1499	60789	36137	12607	4488	7557
Pähl	2460	116444	70770	21754	14050	9870
Peißenberg	12626	515181	357119	89569	42506	25987
Peiting	11776	446398	328144	71876	23194	23184
Penzberg	16267	656464	438995	121741	52229	43499
Polling	3290	146116	98062	24832	11941	11281
Prem	872	42976	31965	8188	1001	1822
Raisting	2249	99140	56728	22907	8515	10990
Rottenbuch	1775	79419	57312	11860	6272	3975
Schongau	12338	491620	358788	81099	25896	25837
Schwabbruck	948	40369	25173	7551	3798	3847
Schwabsoien	1312	54984	37416	9851	3267	4450
Seeshaupt	2887	160316	117825	16204	21350	4937
Sindelsdorf	1081	47603	29519	10730	3205	4149
Steingaden	2750	125835	95706	18094	6034	6001
Weilheim	21571	910514	629234	161508	59382	60390
Wessobrunn	2065	101752	69923	17425	5747	8657
Wielenbach	3200	138857	94385	26151	9756	8565
Wildsteig	1231	58143	42365	8242	4319	3217
Landkreis	131317	5598000				

4.5.2 Detaillierte Datenerhebung

Über eine Umfrage wurden für etwa 500 Gebäude von Privatpersonen, Wohnbaugesellschaften und Verwaltungen auswertbare Gebäudedaten (einschließlich Heizenergieverbrauch der Landwirtschaft und der in kommunalem Besitz befindlichen Wohnungen und Wohnbaugesellschaften) erfasst.

Insgesamt wurden über die Umfragen etwa 120.000 m² Wohnfläche mit Verbrauchsangaben erfasst. Diese teilen sich in ca. 30.000 m² private Wohngebäude – im wesentlichen Ein- und Zweifamilienhäuser -, etwa 45.000 m² landwirtschaftliche Wohngebäude mit im Mittel 150 m² Wohnfläche und etwa 45.000 m² Wohnfläche in Mehrfamilienhäusern, privater oder kommunaler Wohnbau- und Verwaltungsgesellschaften. In Summe wurden etwas über 2 % der gesamten Wohnfläche im Landkreis erfasst.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

a) **Brennstoff-/Heizenergieverbrauch**■ **Private Wohngebäude**

Anders als bei Kommunen, Landwirtschaft und Gewerbe wurde der Fragebogen an private Haushalte nicht verschickt, sondern per Mundpropaganda und über die Verteilung eines Flyers beworben. Interessenten mussten sich aktiv um die Teilnahme kümmern.

Daher muss angenommen werden, dass Privatpersonen, die sich im Klimaschutz engagieren und bereits einige effizienzverbessernde Maßnahmen an ihren Gebäuden durchgeführt haben, bevorzugt an der Befragung teilnahmen, so dass das Ergebnis nicht ganz repräsentativ für den Landkreis sein dürfte. Vor diesem Hintergrund ist die Auswertung zu betrachten.

Explizit wurden mit der Befragung die Verbrauchsdaten von 172 Einzel-, Doppel- oder Mehrfamiliengebäuden im Privatbesitz erfasst. (Die Auswertung der landwirtschaftlichen Wohngebäude erfolgte bereits im vorhergehenden Kapitel). Diese entsprechen einer Wohnfläche von insgesamt 30.353 m², so dass die durchschnittliche Wohnfläche der Gebäude 171 m² entspricht. Gemittelt über alle Antworten ergibt sich der in Tabelle 4-26 dargestellte Energieträgeranteil. Demnach werden Holz und Solarthermie zu fast einem Drittel zur Deckung des Heizenergiebedarfs genutzt. Dennoch ist mit fast 40% der Ölanteil am höchsten. Wärmepumpen wurden nur mit ihrem Stromverbrauch anteilig berücksichtigt. Da diese jedoch zu mindestens zwei Drittel der Wärmebereitstellung aus der Umgebungswärme beziehen, ist der tatsächliche Anteil an der Beheizung etwa um den Faktor 3 – 4 höher, so dass er 3 - 4% beträgt.

Tabelle 4-26 Heizenergieträgeranteile der über die Umfrage erfassten Ein- und Mehrfamiliengebäude

Energieträger	Menge kWh	Anteil %
Öl	1739880	38,5
Gas	1221036	27,0
Pellet	273300	6,1
Scheitholz	968000	21,4
Strom	30172	0,7
Wärmepumpe	44425	1,0
Fernwärme	64024	1,4
Solarthermie	174960	3,9
Summe	4515797	100%

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Eine weitere Differenzierung der Beheizungsstruktur und der erhaltenen Antworten ist in Tabelle 4-27 dargestellt. Demnach beziehen 25 Wohnungen oder fast 15% der Befragten Strom mit einem Ökolabel. Eine der Fragen zielte darauf, ob sich die Bewohner an ein auf Geothermie oder Biomasse gestütztes Fernwärmenetz anschließen lassen würden, wenn es denn verfügbar wäre. Etwa 20% der Befragten bejahten dies. Sofort würden 20 Befragte den Anschluß begrüßen und zu einem späteren Zeitpunkt würden 13 weitere Befragte dies unterstützen. Im Durchschnitt über alle erfassten Gebäude beträgt der Heizenergieverbrauch (ohne Solarenergiebeitrag) $148 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$.

Ölheizungen haben 81 Befragte, Gasheizungen 33 Befragte, Holzheizungen mit und ohne weiteren Energieträger 82 Befragte und Solaranlagen 44 Befragte. Vollkommen regenerativ, also nur mit Holz und/oder Solarenergie werden 33 Gebäude beheizt.

Tabelle 4-27 Heizenergieverbrauch der einzelnen Gruppierungen gemäß Fragebogen

Heizungsanlage	Ökostrom-bezug	Anschluß an Nahwärme erwünscht	Heizenergieverbrauch $\text{kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$
Alle (172)	25 (=15%)	20 sofort, 13 später	147
Ölheizungen (81)	10 (=12%)	10 sofort, 8 später	166
Gasheizungen (33)	8 (=24%)	6 sofort, 6 später	158
Holzheizungen (Scheitholz: 70, Pellet: 12)	11 (=13%)	8 sofort, 10 später	173
Nur Holz (33)	5 (=15%)	1 sofort, 1 später	119
Solaranlage (44)	12 (=27%)	8 sofort, 9 später	114 + 22 solar

Erwähnenswert ist, dass der Energieverbrauch der mit Holz und einem anderen Energieträger beheizten Gebäude mit $173 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$ am höchsten liegt, wohingegen Gebäude, die nur mit Holz und Solarenergie beheizt werden mit $114 - 119 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$ den geringsten Energieverbrauch aufweisen. Im Durchschnitt haben Solaranlagen etwa 20% Anteil an der Heizenergieversorgung ($22 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$) der entsprechenden Gebäude.

Ebenfalls erwähnenswert ist, dass die Bewohner der Gebäude, die vollständig mit Holz (und Solarenergie) beheizt werden, das geringste Interesse an einer möglichen Einbindung in ein Nahwärmenetz zeigen. Vermutlich kann man dies so interpretieren, dass diese vollkommen vom Verbrauch fossiler Energieträger unabhängig sind und dementsprechend keinen Anlass für eine Veränderung sehen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Die Besitzer von Solaranlagen zeigen mit 27% Anteil auch das größte Engagement beim Bezug von Ökostrom.

Diese Ergebnisse sind in Abbildung 4-71 zusammengestellt, wobei die unterschiedlichen Heizungsarten und Brennstoffe durch unterschiedliche Farben und Symbole dargestellt sind.

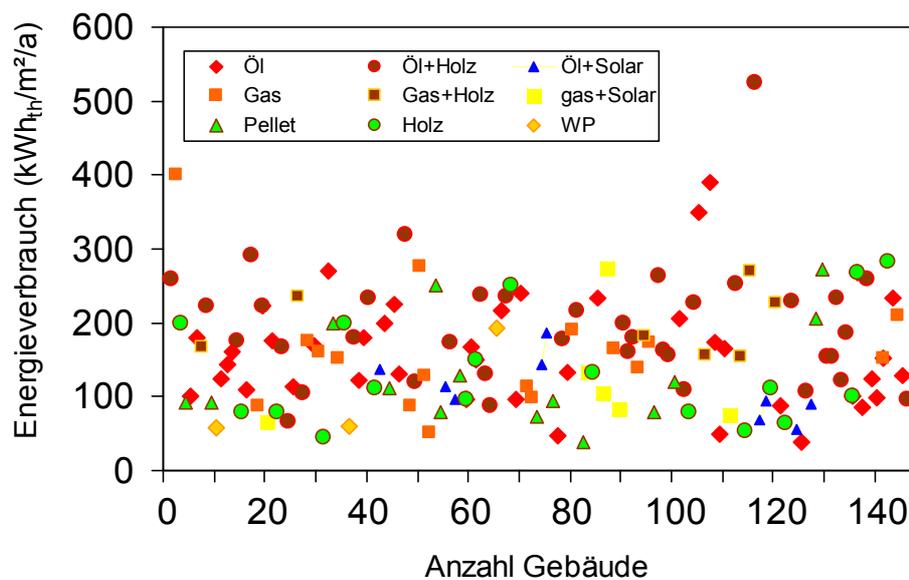


Abbildung 4-71 Spezifischer Heizenergiebedarf der erfassten privaten Wohngebäude (Einfamilienhaus, Doppelhaus, kleines Mehrfamilienhaus)

■ Landwirtschaftliche Wohngebäude

Der Energieverbrauch und dessen Struktur zur Beheizung landwirtschaftlicher Anwesen wurden bereits besprochen. Zum Vergleich ist noch einmal das Ergebnis der Umfrage bei den landwirtschaftlichen Betrieben in Tabelle 4-28 zusammengefasst.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-28 Heizenergieträgeranteile und spezifischer Heizenergieverbrauch der landwirtschaftlichen Betriebe

Brennstoff	Anteil (%)	Spez. Heizenergieverbrauch kWh _{th} /m ² /a
Holz	65,6 %	194
Kohle	0,1 %	
Heizöl	25,6 %	196
Erdgas	1,3 %	
Biogas	4,9 %	281
Fernwärme	0,4 %	
Solarthermie	2,1 %	
Durchschnittswert		237

■ Große Wohngebäude

Über die Umfrage wurden 61 Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 642 Wohneinheiten mit ihren Heizenergieverbrauchsdaten erfasst. Diese Gebäude wurden ausschließlich mit Erdgas, Öl oder Fernwärme beheizt.

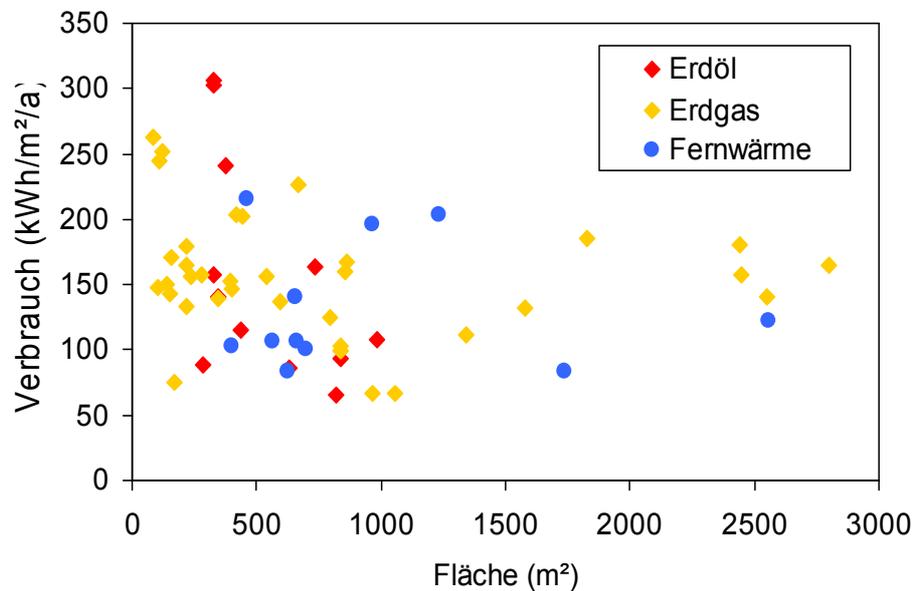
Tabelle 4-29 gibt das Ergebnis der Analyse, aufgeteilt in Öl-, Erdgas- und Fernwärmeheizung.

Tabelle 4-29 Heizenergieverbrauch großer Wohngebäude

	Öl	Gas	Fernwärme	Summe
Anzahl Gebäude	12	38	11	61
Anzahl Wohnungen	82	417	143	642
Wohnfläche [m ²]	6438	28426	10563	45290
Heizenergieverbrauch	945220	4153046	1380850	6479115
Spez. Heizenergieverbrauch [kWh _{th} /m ² /a]	147	146	131	143
Heizenergieanteil (%)	14,5 %	64%	21,5%	100%

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Abbildung 4-72 zeigt die Abhängigkeit des Heizenergieverbrauchs von Heizungsart und Gebäudegröße.



Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

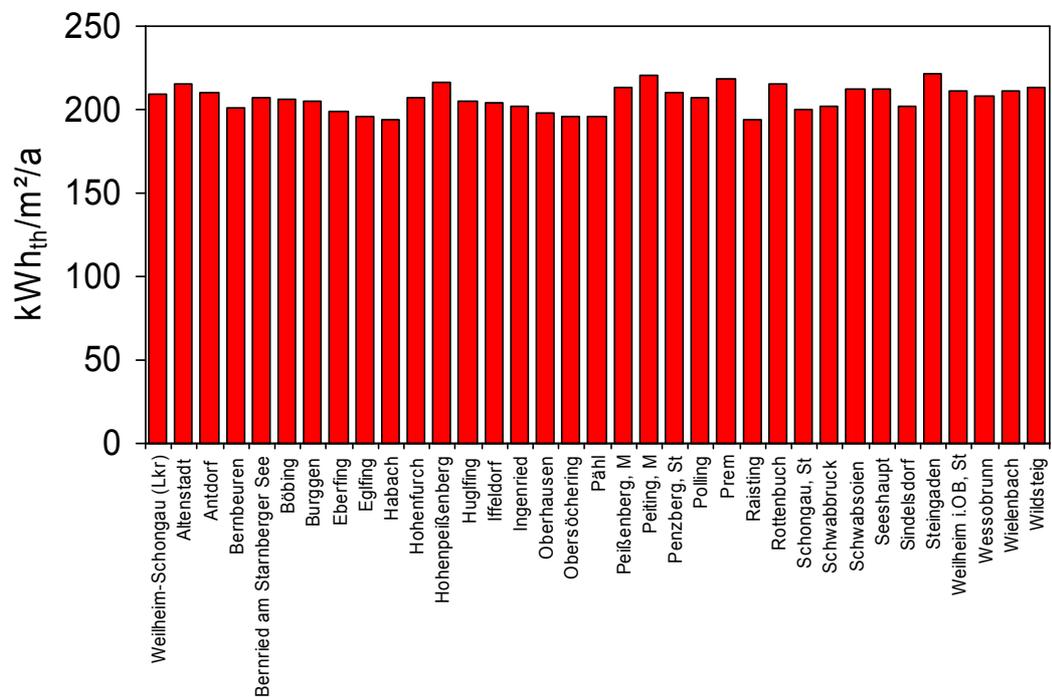


Abbildung 4-73: Durchschnittlicher spezifischer Heizenergieverbrauch gemäß der Szenariorechnungen für den Gebäudebestand im Jahr 2007.

Die daraus errechneten klimarelevanten Treibhausgasemissionen von 1990 und 2007 sind in folgender Abbildung 4-74 dargestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

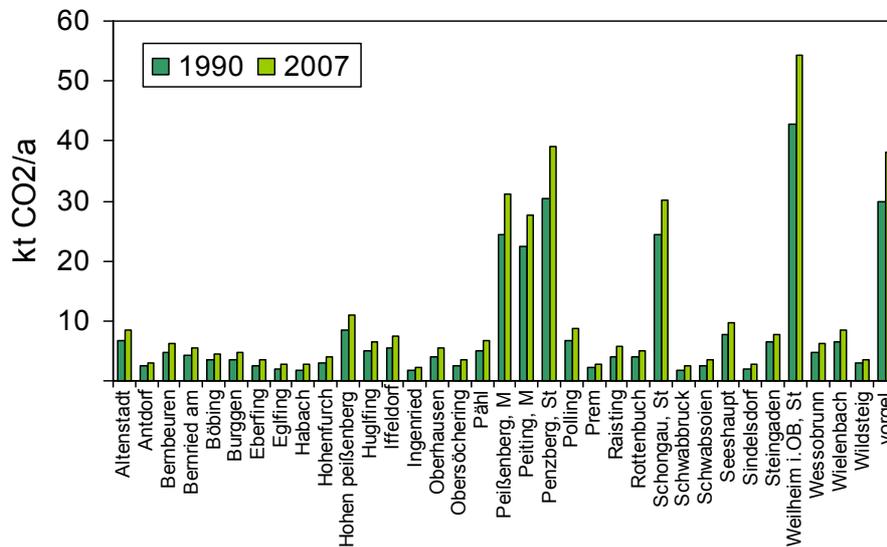


Abbildung 4-74: berechnete klimarelevante Treibhausgasemissionen aus der Beheizung der Wohngebäude im Jahr 1990 und im Jahr 2007

b) Stromverbrauch

Auch der Stromverbrauch wurde über die Umfrage ermittelt. Hier ergaben sich Schwankungen von 440 – 2800 kWh_{el}/a je Bewohner mit einem Mittelwert um 1250 kWh_{el}/Einwohner/a. Diese Werte liegen recht gut im Bereich der über die Stromversorgungsunternehmen ermittelten spezifischen Stromverbrauchsdaten der privaten Haushalte. Das Ergebnis ist in Abbildung 4-75 dargestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

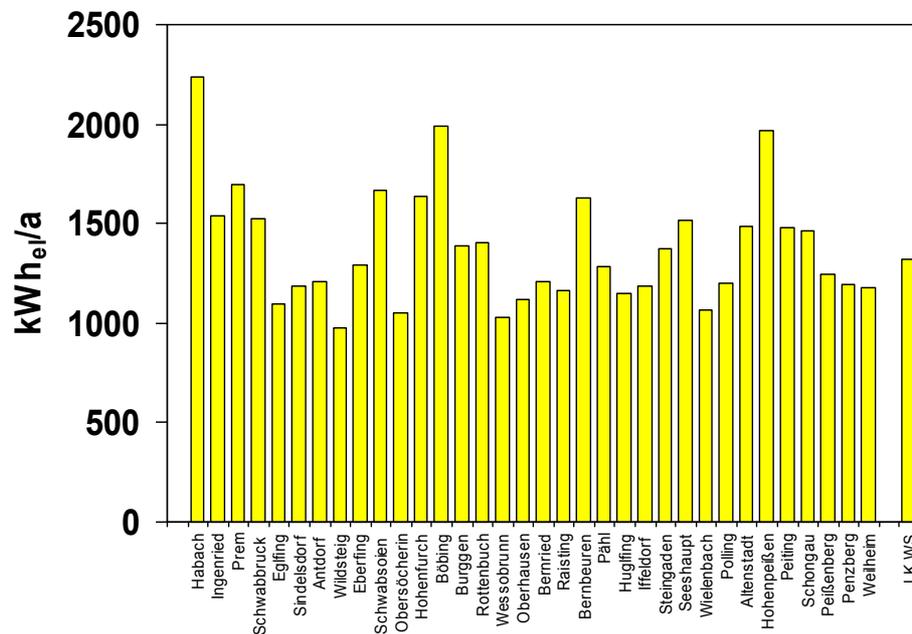


Abbildung 4-75: Stromverbrauch je Einwohner der Haushalte gemäß der Stromverbrauchswerte der Energieversorgungsunternehmen im Jahr 2007.

4.5.3 Zusammenfassung

Abbildung 4-76 zeigt die Entwicklung des Energieverbrauchs zur Beheizung von Wohngebäuden und Warmwasserbereitung von 1990 bis 2007. In den Jahren von 1990 bis 2000 erfolgt der Anstieg vor allem wegen des Zubaus von Wohngebäuden. Seit 2000 wird der Zubau durch effizientere Technologien sowohl im Neubau als auch bei der Sanierung des Altbestandes weitgehend ausgeglichen, so dass seit einigen Jahren trotz Zubau der Energieverbrauch stagniert.

Diese Daten beinhalten die Emissionen aus dem Heizenergieverbrauch aus den landwirtschaftlichen Anwesen. Daher muss dieser in einer Zusammenfassung der Emissionen aller Bereiche abgetrennt werden, um eine Doppelzählung zu vermeiden.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

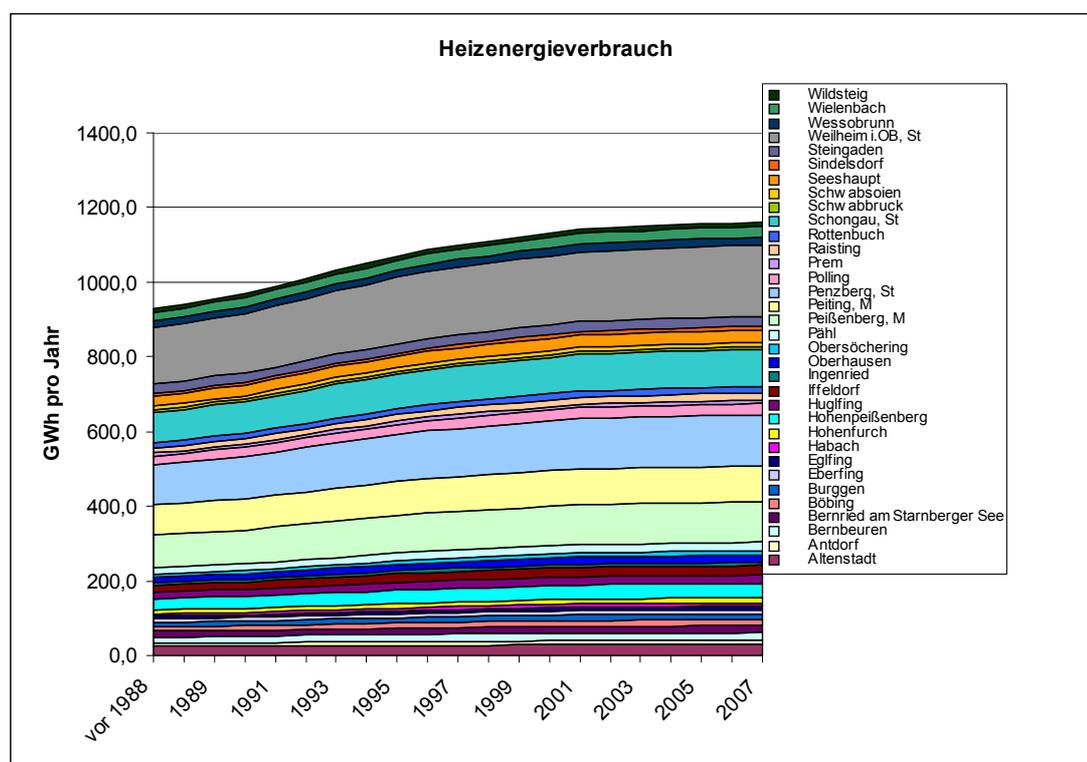


Abbildung 4-76: Heizenergieverbrauch der Haushalte in den einzelnen Gemeinden

Abbildung 4-77 zeigt die entsprechende Entwicklung der klimarelevanten Treibhausgasemissionen aus der Beheizung der Wohngebäude. Hier wurden auch die Emissionen aus der vorgelagerten Prozesskette berücksichtigt. Es ergibt sich ein Anstieg von 30% gegenüber 1990. Dieser Anstieg fällt geringer aus als der Zuwachs an Wohnfläche, da gerade in den letzten Jahren verbesserte Wärmestandards und verbesserte Heizungswirkungsgrade den Zubau überkompensieren.

Die Abbildung zeigt auch, dass bis zum Jahre 2020 eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 53% gegenüber 2007 notwendig ist, um das Ziel „-40 Prozent gegenüber 1990“ bis zum Jahr 2020 zu erreichen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

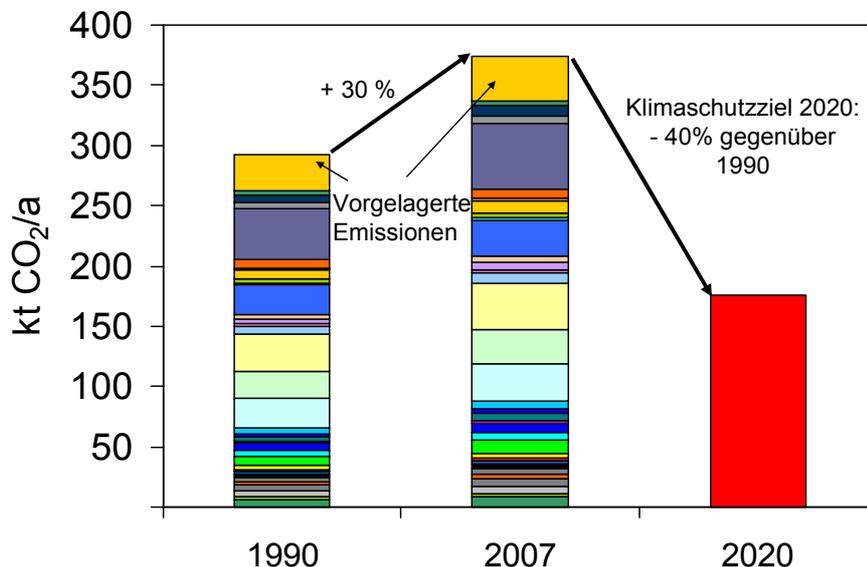


Abbildung 4-77: Veränderung der Treibhausgas-Emissionen der Haushalte (nur Wärmeversorgung) zwischen 1990 und 2007. Die zur Erreichung des Klimaschutzzieles notwendige Reduktion bis 2020 ist ebenfalls eingetragen.

Der gesamte häusliche Stromverbrauch von 175 GWh_{el}/a im Jahr 2007 verursachte etwa 109.000 t CO₂ Emissionen außerhalb des Landkreises. In einer Gesamtbetrachtung bei Zusammenführung der Emissionen aus allen Bereichen muss der Anteil der regenerativen Stromerzeugung im Landkreis explizit berücksichtigt und davon abgezogen werden. Dies ist jedoch erst über die Summe des gesamten Stromverbrauchs des Landkreises oder der einzelnen Gemeinden sinnvoll möglich.

Für eine Rückrechnung der Emissionen aus der Stromerzeugung des Jahres 1990 wird angenommen, dass der häusliche Stromverbrauch seit 1990 mit im Mittel 1% pro Jahr angestiegen ist. Zusätzlich werden die dem Strom anzulastenden Emissionen des Jahres 1990 mit 727 g/kWh_{el} angenommen. Das Ergebnis ist in Abbildung 4-78 dargestellt.

Da der Anteil der regenerativen Stromerzeugung in Deutschland seit 1990 deutlich gestiegen ist, sind die CO₂-Emissionen je kWh Stromerzeugung über diesen Zeitraum deutlich gesunken. Dies wiederum bedeutet, dass trotz eines abgeschätzten Verbrauchsanstiegs von über 20% die Emissionen nur um 4% angestiegen sind.

Die Forderung, bis zum Jahr 2020 die Emissionen um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren, bedeutet die Reduktion um 42% gegenüber 2007.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Nur dann, wenn die Stromerzeugung nicht CO₂-ärmer wird, würde diese Forderung einer Verbrauchsreduktion um ebenfalls 43% gleichkommen. In dem Maße, wie die Stromerzeugung auf erneuerbare Energieträger und effizientere Technologien umgestellt wird, kann der Verbrauch ausgeweitet werden, ohne das „-40 Prozent Ziel“ zu verletzen.

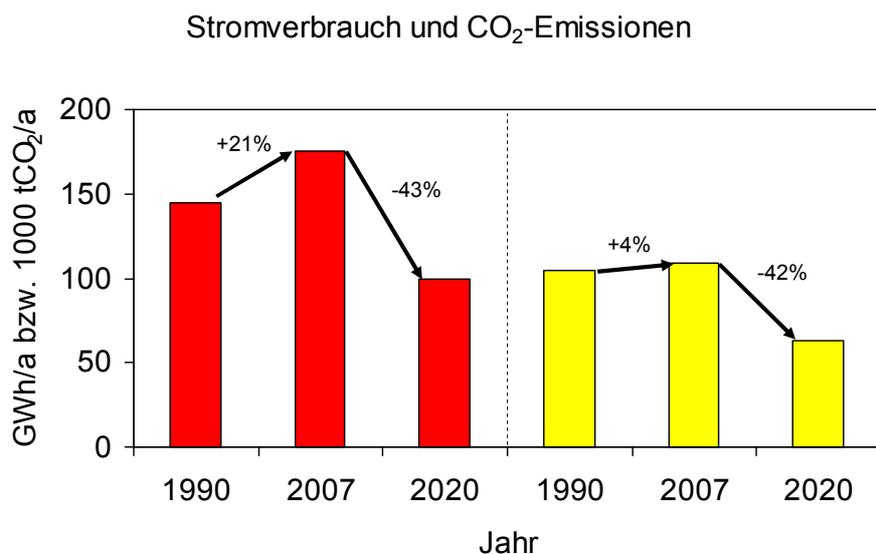


Abbildung 4-78 Veränderung des Stromverbrauchs und der CO₂-Emissionen von 1990 bis 2007 und Ausblick auf 2020

4.6 Verkehr

4.6.1 Statistische Datenbasis

Der Energieverbrauch des Verkehrssektors wurde aus folgenden Quellen ermittelt:

- Die Anzahl der Straßenverkehrsfahrzeuge, die durchschnittlichen Fahrstrecken und der spezifische Energieverbrauch wurden den Statistiken des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung entnommen. [DIW 2009]
- Die Autobahn A95 wurde anhand der verfügbaren Verkehrsmengenzählungen berücksichtigt und über Streckenlänge und typische spezifische Verbrauchszahlen in Energieverbrauch und –Emissionen hochgerechnet.
- Die Daten des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs wurden bei den zuständigen Busunternehmen erhoben und vom Landratsamt bereitgestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

- Die Verbrauchsangaben der kommunalen Fahrzeuge wurden den Umfrageergebnissen entnommen und hochgerechnet.
- Die Daten des landwirtschaftlichen Verkehrs wurden den Umfrageergebnissen entnommen und auf den gesamten Landkreis hochgerechnet. Dieses Ergebnis wurde mit den Statistiken abgeglichen.
- Die Daten für den schienengebundenen Fern- und Nahverkehr wurden den Fahrplänen entnommen und über die eingesetzten Triebwagen und deren Energieverbrauch hochgerechnet.

Der direkt erhobene oder über die Statistiken errechnete Energieverbrauch wurde anhand der Emissionskennzahlen in Gesamtemissionen des Landkreises umgerechnet. Da die Statistiken auf Landkreisebene erhoben wurden und die Mobilität Gemeinde übergreifend ist, wurden die Zahlen nur für den gesamten Landkreis erhoben und nicht auf Gemeindeebene ermittelt oder umgerechnet.

4.6.2 Straßenverkehr

a) Individualverkehr

Im Landkreis waren im Jahr 2007 die in Tabelle 4-30 zusammengestellten Fahrzeuge angemeldet. Ebenfalls eingetragen ist die Anzahl der 1990 angemeldeten Fahrzeuge, um die Veränderung aufzeigen zu können.

Tabelle 4-30: Kfz Bestandszahlen im Landkreis Weilheim-Schongau im Jahr 2007 [DIW 2009]

Fahrzeugart	1990	2007
Kfz gesamt	78174	103494
Pkw	57641	70440
Lkw	2584	3303
Krafträder	4160	8525
Anhänger	4960	12335
Land/forstw. Zugmaschinen		8315
Sattelzugmaschinen		113
Zugmaschinen insgesamt	7647	8428
Omnibusse	96	93

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Diese Bestandszahlen wurden mit typischen Fahrleistungen und Durchschnittsverbrauch gemäß Deutschland weit ermittelter Zahlen (Siehe Tabelle Tabelle 4-31) zu Gesamtverbrauch und –Emissionen hochgerechnet. Der Anteil der Dieselfahrzeuge stieg bei Pkw von 13,4% im Jahr 1990 auf 24,4% im Jahr 2007 und bei Lkw von 75,4% im Jahr 1990 auf 93,7% im Jahr 2007.

Tabelle 4-31: Deutschlandweit ermittelte Durchschnittswerte für Jahresfahrleistung und Verbrauch [DIW 2009]

Fahrzeugart	Jahresfahrleistung [km/a]		Verbrauch [l/100 km]	
	1990	2007	1990	2007
Pkw-Benzin	13.300	11.900	9,7	8,2
Pkw-Diesel	18.700	21.600	7,8	6,9
Lkw-Benzin	11.000	15.000	13,5	12,5
Lkw-Diesel	28.000	26.500	22,9	19,6
Krafträder	4.100	3.000	4,5	4,7
Land/forstw. Zugmaschinen	4.700	4.000	31,7	30,1
Sattelzugmaschinen	74.200	99.000	37,4	36,1
Omnibusse	44.100	45.400	31,7	30,2

Tabelle 4-32: Anteil der einzelnen Fahrzeugarten am Energieverbrauch des Straßenverkehrs

Fahrzeugart	1990	2007
Pkw	62,3 %	60,2 %
Lkw	12,1 %	15 %
Krafträder	0,6 %	1,1 %
Sonst. Fahrzeuge	13,4 %	12,4 %
Zugmaschinen	10,4%	10,1 %
Omnibusse	1,2 %	1,2 %
Gesamtverbrauch des Straßenverkehrs [GWh/a]	1065	1153

b) Straßengebundener öffentlicher Personennahverkehr

Der Energieverbrauch des Öffentlichen Personennahverkehrs in Bussen wurde von den Betreibern übermittelt. Demnach trugen im Jahr 2007 die Busse des öffentlichen Personennahverkehrs mit 0,42 Prozent zum Energieverbrauch des gesamten Straßenverkehrs bei.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

c) Energieverbrauch der kommunalen und landkreiseigenen Fahrzeuge

Von 19 Gemeinden und dem Landratsamt wurden auch Daten zum Fuhrpark übermittelt. Hiermit wurden 204 Fahrzeuge mit einem Gesamtverbrauch von 350.000 Litern Benzin oder Diesel pro Jahr erfasst. Damit lagen die Kraftstoffkosten für die Fahrzeuge bei etwa 400.000 Euro pro Jahr.

Von den erfassten Fahrzeugen sind 73 Feuerwehrfahrzeuge mit durchschnittlicher Jahresfahrleistung von 780 km je Fahrzeug und einem Durchschnittsverbrauch von 28 Liter Diesel je Fahrzeug. Das durchschnittliche Alter der Fahrzeuge liegt bei 20 Jahren (1988). Fünfzehn Fahrzeuge sind älter als 30 Jahre, das älteste Fahrzeug datiert auf BJ 1962.

Von den restlichen Fahrzeugen sind 83 Nutzfahrzeuge (13 Transporter, 25 Schlepper und Unimog, 14 LKW sowie weitere Sonderfahrzeuge) erfasst. Diese haben eine durchschnittliche Jahresfahrleistung von 9100 km je Fahrzeug und einen Durchschnittsverbrauch von 21 Liter je 100 km. Das Durchschnittsalter dieser Fahrzeuge beträgt 13 Jahre.

Insgesamt wurden die Verbrauchsdaten von 46 Dienst-Pkw erfasst. Die Jahresfahrleistung beträgt im Mittel 10100 km, der Verbrauch etwa 9,3 l/100 km. Das Durchschnittsalter der Fahrzeuge liegt bei 9 Jahren, wobei 4 Fahrzeuge älter als 15 Jahre sind.

Im Rahmen künftiger Projekte mit neuen Antriebstechnologien im Verkehrsbereich bietet sich hier ein Ansatz ohnehin notwendige Neubeschaffungen mit solchen Projekten zu kombinieren.

d) Landwirtschaftlicher Verkehr

Über die explizite Datenerhebung bei landwirtschaftlichen Betrieben wurden auch die Fahrzeuge erfasst. Deren Verbrauchsdaten wurden auf die gesamten Schlepper- und Traktorenbestände hochgerechnet und mit den über die Statistiken in Tabelle 4-30 und Tabelle 4-31 erhaltenen Werten abgeglichen. Die Unterschiede waren gering, so dass mit den statistischen Durchschnittswerten weitergerechnet wurde.

e) Explizite Berücksichtigung der A95

Die Autobahn München-Garmisch führt mit etwa 20 km Anteil durch den Landkreis von Seeshaupt bis Sindelsdorf. Die Ergebnisse der Verkehrsmengenzählungen von 1995, 2000 und 2005 dienen als Basis der Berechnung. Sie sind in Tabelle 4-33 zusammengestellt.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-33 Ergebnis von Verkehrsmengenzählungen auf der Autobahn München-Garmisch [Autobahnatlas 2009, BAST 2007]

	Kfz pro Tag			Lkw pro Tag		
	1990	2000	2005	1990	2000	2005
AS Penzberg	23700	27600	26300	1020	690	870
AS Sindelsdorf	17400	22000	23300	940	660	700

Mit geschätzten Verbrauchswerten von 11 l/100 km im Jahr 1990 und 9,5 l/100km im Jahr 2005 für Pkw und 30 l/100km im Jahr 1990 sowie 26 l/100 km im Jahr 2007 für Lkw ergibt sich ein Verbrauch von 110 GWh_{th}/a im Jahr 1990 und 100 GWh_{th}/a im Jahr 2007.

Somit beträgt der Energieverbrauch allein der Fahrzeuge auf dem Streckenabschnitt Seeshaupt-Sindelsdorf etwa 9-10% des Energieverbrauchs des gesamten Straßenverkehrs im Landkreis. Diese Berechnung wurde zu Vergleichszwecken durchgeführt, wird aber nicht in der Hochrechnung der Emissionen des gesamten Landkreises benutzt.

4.6.3 Schienenverkehr

Für die Berechnung von Energieverbrauch und Emissionen des schienengebundenen Verkehrs im Landkreis wurden die Fahrpläne von 1990 und 2007 ausgewertet. Die Anzahl der Züge, die Streckenlänge und der Verbrauch der einzelnen Lokomotiven wurden zum Gesamtverbrauch hochgerechnet.

Die insgesamt 1,1 Mio. Zugkilometer summieren sich unter Berücksichtigung der verschiedenen Triebwagen- und Lokomotivtypen zu insgesamt 8,6 GWh_{el}/a Stromverbrauch und 3,9 GWh_{th}/a Dieserverbrauch. Die entsprechenden CO₂-Emissionen betragen 4,4 Mio. t/a.

Der Vergleich mit den Statistiken für das Jahr 1990 ergibt fast eine Verdoppelung der Zugkilometer (Im Jahr 1990 0,61 Mio. Zugkilometer). Strom- und Dieserverbrauch lagen bei 7,2 GWh_{el}/a Strom und 2,8 GWh_{th}/a Diesel. Da jedoch die spezifischen Emissionen der bahneigenen Strombereitstellung im Jahr 1990 mit 450g/kWh_{el} deutlich höher als 2007 (390 g/kWh_{el}) lagen, sind die Emissionen „nur“ um 10% von 4 Mio. Tonnen CO₂ im Jahr 1990 angestiegen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Tabelle 4-34: Fahrleistung und spezifischer Treibstoffverbrauch der Züge im Landkreis Weilheim-Schongau; Dieselverbrauch wurde in kg, Stromverbrauch in kWh angegeben; Zkm = Zugkilometer [proBahn 2009]

Strecke	Zug-km/Jahr	spez.Verbrauch	Zug-km/Jahr	spez.Verbrauch
	1990	1990	2007	2007
Raisting-Weilheim	99528	1,8 kg/Zkm	165880	0,8 kg/Zkm
Weilheim-Schongau	112320	0,9 kg/Zkm	324480	0,8 kg/Zkm
Schongau-Landsberg	0		0	
Weilheim-Murnau	143312	18 kWh _{el} /Zkm	204152	18 kWh _{el} /Zkm
Weilheim-Tutzing	54080	18 kWh/Zkm	82680	18 kWh/Zkm
Tutzing-Penzberg	159900	15 kWh/Zkm	340600	9,8 kWh/Zkm
Durchgangsverkehr:				
D-Züge	10816	30 kWh/Zkm		
IC	31200	30 kWh/Zkm		
ICE		26 kWh/Zkm	2600	23,5 kWh/Zkm
Summe	611156		1120392	

Hier ist noch anzumerken, dass sowohl Frequenz als auch Auslastung der Eisenbahn deutlich gegenüber 1990 zugenommen haben. Damit ist der spezifische Energieeinsatz je beförderten Personenkilometer von 1990 bis 2007 deutlich gesunken, so dass insgesamt eine Entlastung des Straßenverkehrs erfolgte. Allerdings hat der Bahnverkehr einen sehr geringen Anteil am gesamten Verkehrsaufkommen des Landkreises, so dass dies kaum wahrgenommen wird.

4.6.4 Zusammenfassung

Abbildung 4-79 zeigt den Energieverbrauch aller motorisierten Verkehrsmittel sowie die Veränderung zwischen 1990 und 2007. Auffällig ist, dass vor allem der Lkw Verkehr, aber auch der motorisierte Individualverkehr (Kfz und Krafträder) deutlich zugenommen haben. Fast 99 Prozent des Energieverbrauchs sind dem straßengebundenen Verkehr anzurechnen, insbesondere der motorisierte Individualverkehr trägt mit 60% zum Verbrauch bei.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

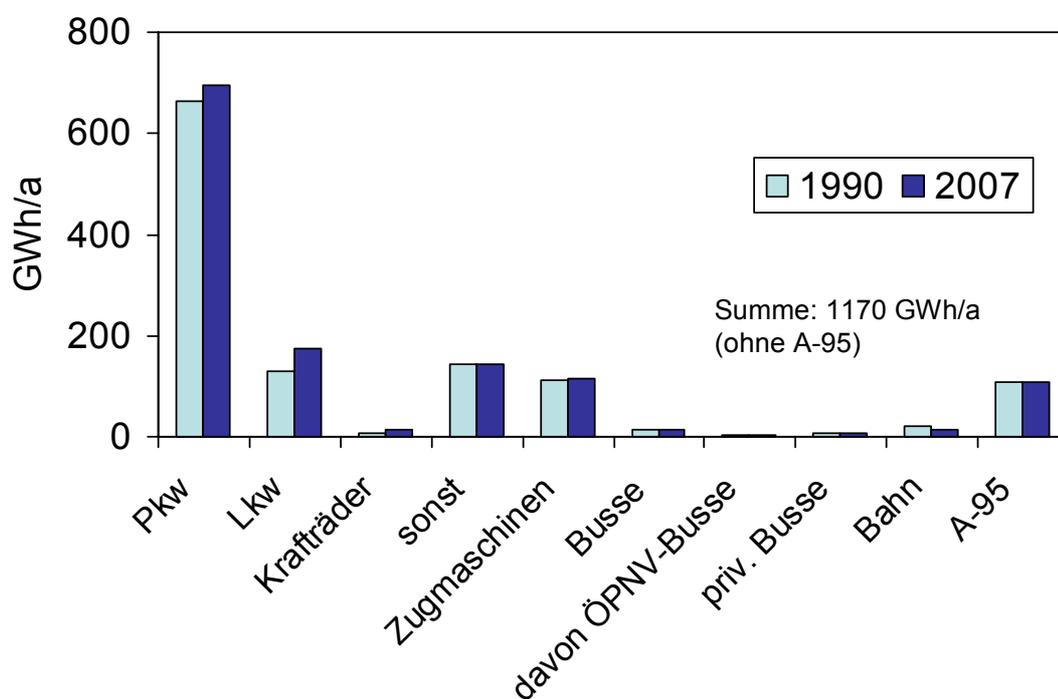


Abbildung 4-79: Veränderung des Energieverbrauchs des Verkehrs zwischen 1990 und 2007

Die damit verbundenen direkten CO₂-Emissionen sind in Abbildung 4-80 zusammengestellt. Der Anstieg der Emissionen um 5,3% ist vor allem auf den großen Zuwachs des Lkw Verkehrs zurückzuführen. Die Verkehrsaktivität hat zwar in allen Bereichen zugenommen, aber in den anderen Bereichen wurde dies durch effizientere Technologien weitgehend ausgeglichen.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

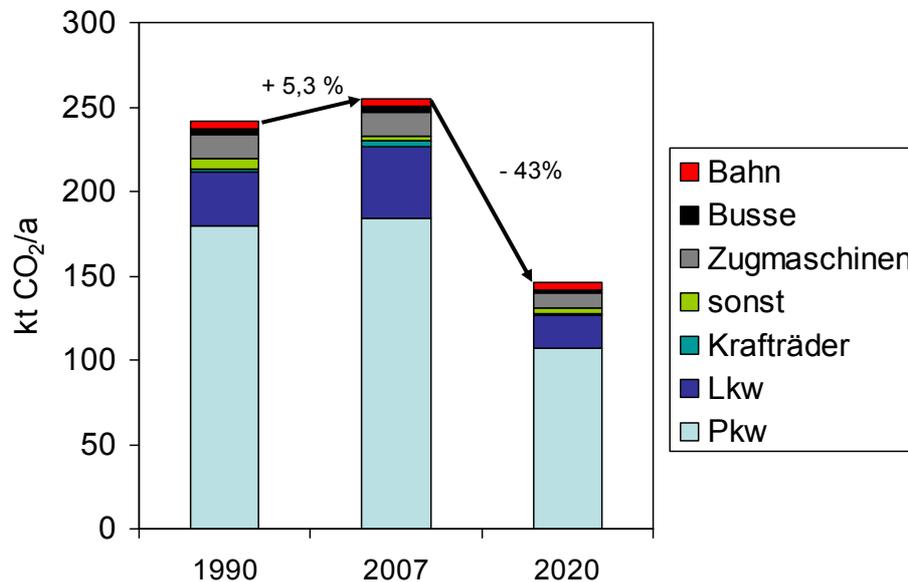


Abbildung 4-80: Veränderung der Treibhausgas-Emissionen des Verkehrs zwischen 1990 und 2007 und Zielerwartung bis zum Jahr 2020

4.7 Energieerzeugung

4.7.1 Statistische Datenbasis

Statistische Datenbasis für die Stromerzeugung bilden direkte Recherchen für die großen Stromerzeugungsanlagen aus Erdgas und Rückfragen bei den für die Region zuständigen Stromnetzbetreibern und deren Daten zur Einspeisung regenerativer Stromerzeugung aus Wasserkraft, Biomasse, Windenergie oder Solarenergie. Darüber hinaus wurden die Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und (teilweise) Fernwärme abgefragt.

4.7.2 Stromerzeugung

a) Erdgasbetriebene kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung

Im Landkreis Weilheim-Schongau erfolgt keine oder keine nennenswerte Stromerzeugung aus konventionellen Kondensationskraftwerken. An fossilen Energieträgern wird zur Stromerzeugung nur Erdgas eingesetzt und zwar ausschließlich zur kombinierten Erzeugung von Strom und Wärme. Die Wärme wird in lokale Nahwärmenetze eingespeist und versorgt vor allem große kommunale oder industrielle Verbraucher. Diese sind in

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Schongau (Abwärmenutzung der Papierfabrik UPM Kymmene), Penzberg (Firma Roche Diagnostics) und in Peißenberg (PKG, die den Strom an die Gemeindewerke Peißenberg als Netzbetreiber verkauft). Der Wirkungsgrad der Energienutzung liegt mit etwa 80 – 85% sehr hoch, wobei Strom mit etwa 25% Wirkungsgrad erzeugt wird und Wärme mit 55-60%.

Insgesamt werden etwa 250 GWh_{el}/a Strom mit Gaskombikraftwerken erzeugt, wovon der größte Teil auf dem Werksgelände UPM Kymmene erzeugt und verbraucht wird.

b) Stromerzeugung aus fester Biomasse und Biogas

Darüber hinaus gibt es noch eine große Holzhackschnitzel KWK-Anlagen mit Fernwärmauskopplung vor allem in Peißenberg, sowie einige kleinere Anlagen und ein Wärmekraftwerk auf Holzbasis in Altenstadt. Deren Stromerzeugungsmengen sind über die Veröffentlichungspflicht der Netzbetreiber erfasst, sofern sie ihren Strom ins öffentliche Netz einspeisen. Die erzeugte Wärme wird in lokale Wärmenetze eingespeist.

Die Deponie Erbenschwang erzeugt noch in großem Stile Biogas unter Nutzung der lokalen Methanemissionen aus der stillgelegten Deponie.

Strom aus Klärgas wird vor allem in den großen Kläranlagen in Weilheim, Schongau und Penzberg erzeugt, aber wesentlich zum Betrieb der Anlagen genutzt. Nur in Penzberg wird der Strom ins öffentliche Netz eingespeist.

Biogas wird im großen Stil in Altenstadt und in einigen kleinen Biogasanlagen auf landwirtschaftlichen Anwesen erzeugt. In Altenstadt wird das gereinigte Methangas ins öffentlich Gasnetz eingespeist, die kleineren Anlagen erzeugen Strom. Hier werden die Mengen weitgehend über den ins öffentliche Netz eingespeisten Strom erfasst. Zur Anlage in Altenstadt ist zu erwähnen, dass diese vorwiegend mit Schlacht- und Essensabfällen versorgt wird. Die genutzten Mengen sind dabei so groß, dass sie das gesamte Potenzial der Biogaserzeugung im Landkreis selbst übertreffen. Der Einzugsbereich der Anlage reicht weit über den Landkreis hinaus. Daher muss diese Biomasse aus Sicht des Landkreises als Importmenge betrachtet werden. Bei der regionalen Bilanzierung benachbarter Landkreise müsste sie entsprechend als Exportmenge bilanziert werden.

Auch die Papierfabrik Schongau nutzt jährlich mehr als 200.000 Tonnen Biomasse. Diese werden jedoch vorwiegend zur Auffrischung der Zellulosefasern im Altpapier benötigt – im Mittel werden die Zellstoffe aus Altpapier etwa 5 – 6 mal recyliert, bevor sie thermisch entsorgt werden. Diese thermische Entsorgung erfolgt in einer kombinierten Strom- und Wärmeerzeugungsanlage auf dem Betriebsgelände der Papierfabrik mit einer Stromerzeugung von etwas über 40 GWh_{el}/a. Dieses Holz muss im Wesentlichen als Importmenge in den Landkreis verbucht werden.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

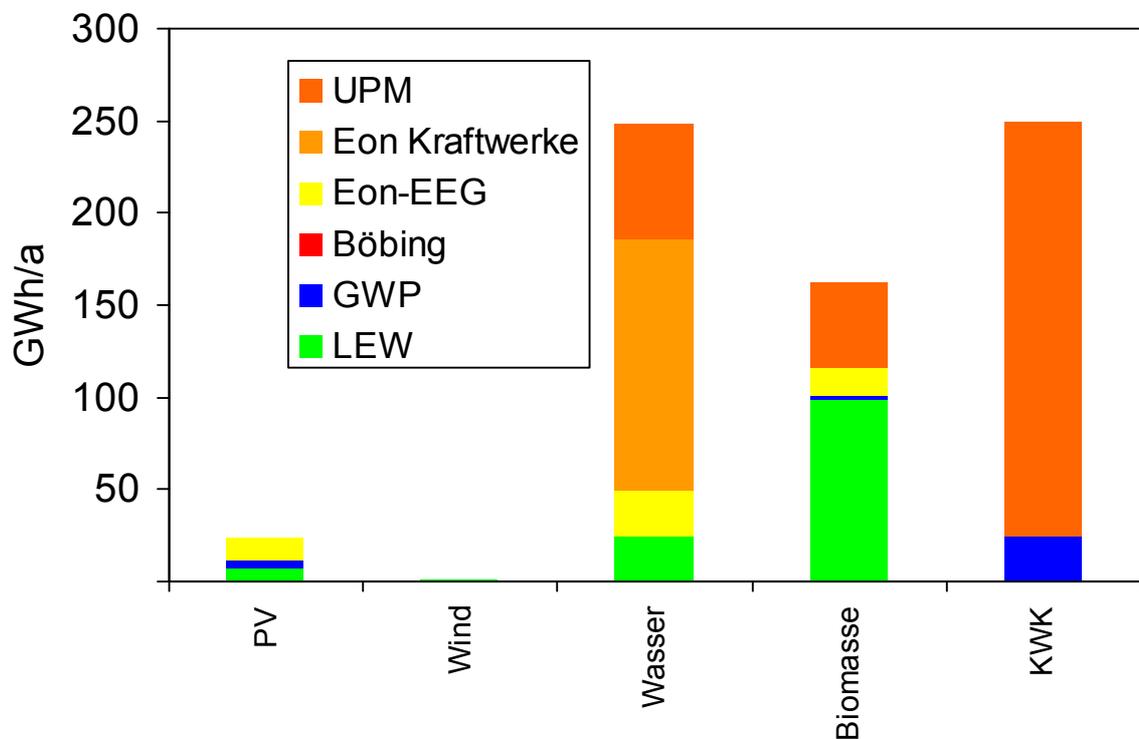
c) Regenerative Stromerzeugung über Sonne, Wind und Wasser

Im Landkreis Weilheim-Schongau ist ein Windrad bei Peiting in Betrieb mit einer installierten Leistung von ca. 600 kW und einer Stromerzeugungsmenge von etwa 1000 MWh_e/a.

Wasserkraftnutzung leistet den bedeutendsten Beitrag zur Stromerzeugung im Landkreis. Der wesentliche Anteil wird dabei durch 7 Wasserkraftwerke am Lech erzeugt. Diese sind im Besitz der E.ON AG und teilweise der Papierfabrik UPM Kymmene. Darüber hinaus gibt es einige kleine Anlagen. In Summe werden etwa 240 GWh_e/a Strom mit Wasserkraftwerken erzeugt, wovon allerdings der größte Teil am Lech erzeugt wird. Hierbei ist die Anlage von UPM Kymmene in Schongau mit eingerechnet, da diese den Strom vorwiegend über das EEG ins öffentliche Netz einspeist.

Die solare Stromerzeugung wird recht genau über die Netzbetreiber erfasst. Im Jahr 2007 wurden im gesamten Landkreis 23,2 GWh Solarstrom ins öffentliche Netz eingespeist.

Abbildung 4-81 fasst die regenerative Stromerzeugung im Landkreis für das Jahr 2007 zusammen. Die der Grafik zugrunde liegenden Mengen sind in Tabelle 4-35 zusammengestellt.



Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

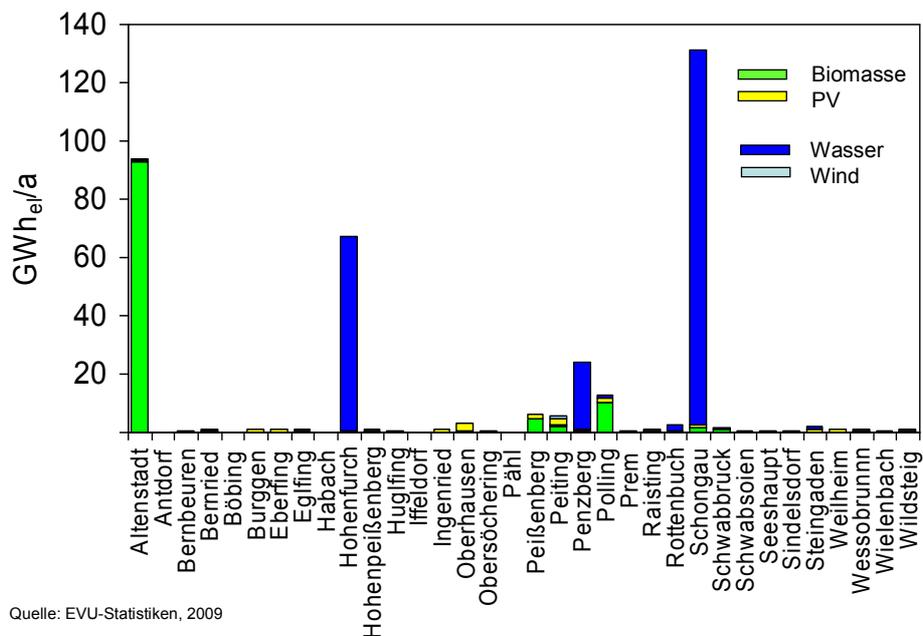
Abbildung 4-81: Regenerative Stromerzeugung im Landkreis Weilheim-Schongau im Jahr 2007

In dieser Grafik ist der Stromanteil aus fossilen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen dargestellt. Dieser stellt einen erheblichen Anteil.

Tabelle 4-35 Regenerative Stromerzeugung im Landkreis Weilheim-Schongau im Jahr 2007 in kWh_{el}/a; Die Stromerzeugung aus Wasserkraftwerken der E.ON setzt sich aus der Eigenerzeugung mit Lechkraftwerken und durch dem EEG unterliegende eingespeiste Strommengen kleinerer Betreiber zusammen.

Energieträger	LEW	GWP	Böbing	E.ON	Summe
PV	7.696	3313,5	258	11917	23.185
Wind	1002,8				1.003
Wasser	24243,5			215000	239.247
Biomasse	98287,7	2300		15483	116.071

Die lokale Verteilung der im Jahr 2007 regenerativ erzeugten Strommengen ist in Abbildung 4-82 dargestellt. Die großen Wasserkraftwerke am Lech und das Biomassekraftwerk in Altenstadt dominieren die Erzeugung bei weitem.



Quelle: EVU-Statistiken, 2009

Abbildung 4-82: Regenerative Stromerzeugung im Landkreis

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Abbildung 4-83 zeigt daher dieselben Einspeisemengen, allerdings ohne die oben erwähnten größten Einspeiser in Altenstadt, Peiting und Penzberg.

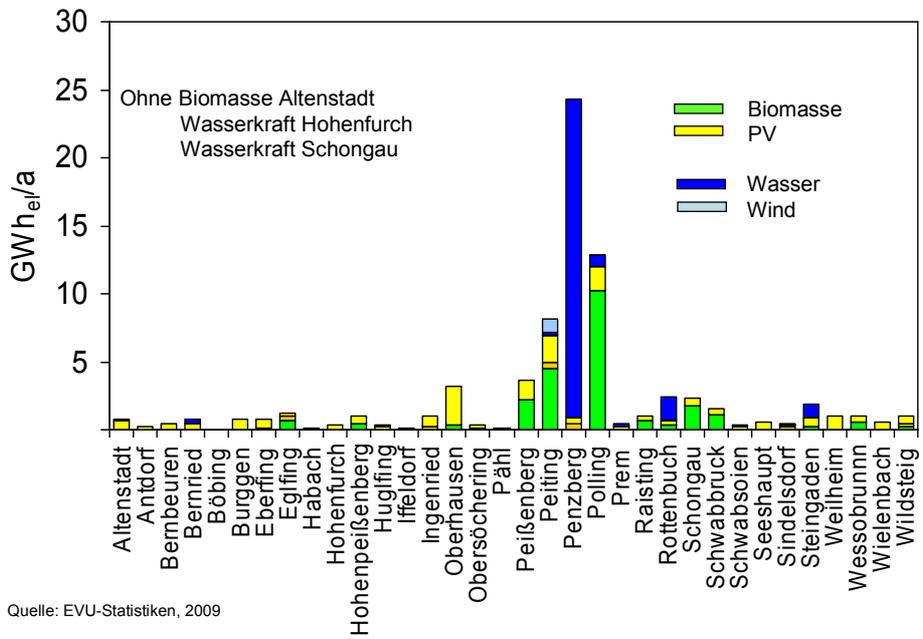


Abbildung 4-83: Reg. Stromerzeugung ohne die größten Kraftwerke in Altenstadt (Biomasse), Hohenfurch (Lech Wasserkraftwerk) und Schongau (Lech Wasserkraftwerk)

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

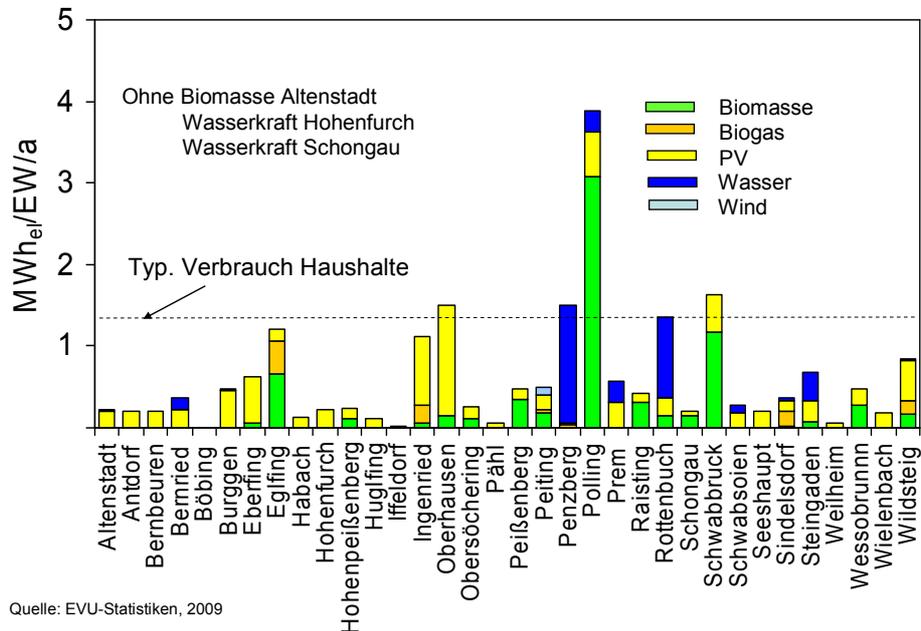


Abbildung 4-84: Regenerative Stromerzeugung je Einwohner ohne die größten Erzeuger in Altenstadt (Biomasse), Hohenfurch (Wasserkraftwerk) und Schongau (Wasserkraftwerk) sowie typischer Haushaltsstromverbrauch je Einwohner

4.7.3 Wärmeerzeugung

Im Unterschied zur regenerativen Stromerzeugung ist der Anteil regenerativer Energien an der Wärmeversorgung nur indirekt und unzureichend bekannt. Daher müssen verfügbare Statistiken mit Abschätzungen ergänzt werden. Letztlich muss das Geflecht aus Energieerzeugung und Kraft-Wärmekopplungsanlagen mit dem errechneten Strom- und Wärmebedarf für jeden Energieträger abgeglichen werden. Hierbei bleibt eine Unsicherheit, die vermutlich 10 – 20% beträgt.

Konventionelle Stromerzeugung findet fast ausschließlich in Kombination mit der Wärmenutzung statt. Als Brennstoffe dienen Erdgas, Biomasse und Biogase (Klärgas, Deponiegas, reines Biogas)

a) Erdgas – KWK

Das mit Abstand größte Erdgaskraftwerk mit Wärmenutzung wird bei der UPM Kymmene in Schongau betrieben. Es verbraucht etwa 100 Mio. m³ Erdgas pro Jahr zur Erzeugung von 225 GWh Strom und 550 GWh Wärme. Zusammen mit der aus der Verbrennung der Reststoffe und der thermomechanischen Anlagen anfallenden Abwärme dient diese

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Energie als Prozesswärme und zur Beheizung der Gebäude auf dem Werksgelände. Die verbleibende Energie bildet die Basis der Fernwärmeversorgung der Stadt Schongau.

Roche Diagnostics betreibt ein kleineres Erdgas-Blockheizkraftwerk. Strom und Wärme werden auf dem Betriebsgelände genutzt.

Darüber hinaus wird das Fernwärmenetz der Gemeindewerke Peißenberg vor allem durch zwei Gasmotoren-Blockheizkraftwerke gespeist. Diese leisten einen Wärmebeitrag von etwa 40 GWh/a.

b) Feste Biomasse und Fernwärme

Auch hier leistet das Biomasseheizkraftwerk auf dem Firmengelände der UPM Kymmene den mit Abstand größten Beitrag. Dieses wird vor allem mit Faserreststoffen aus der Altpapierverwertung und zugefuertem Altholz beheizt. Auch wenn versucht wird, das benötigte Holz lokal zu sammeln, so ist der Einzugsbereich aufgrund der großen Menge eher regional bis überregional zu sehen. Damit werden Wärme und Strom erzeugt. Weitere große Hackschnitzelanlagen befinden sich vor allem in Peißenberg. Dort werden einige gemeindeeigene Gebäude beheizt.

In Altenstadt ist eine große Biomassehackschnitzelanlage zur Versorgung der Futtertrocknungsanlage. Diese erzeugt nur Wärme.

Darüber hinaus gibt es einige kleinere Anlagen, die zur lokalen Wärmeerzeugung beitragen. Erfasst werden sie über das EEG, da sie zum größten Teil auch Strom produzieren, der ins öffentliche Netz eingespeist wird.

Die direkt genutzten Holzmengen zur Wärmeerzeugung sind statistisch schwer zu erfassen.

Hier sind vor allem Sägewerke mit dem Restholz und Landwirte meist mit eigenem Zugang zu Waldbeständen. Die Umfrageergebnissen lassen den Rückschluss zu, dass die Landwirte ihre Anwesen etwa zu 65% mit Holz beheizen.

Bedeutende Mengen Holz sind für die Beheizung privater Gebäude zu berücksichtigen. Diese sind statistisch schwer zu erfassen.

In Summe wird angenommen, dass etwa 210 GWh_{th}/a an Fernwärme über öffentliche Netze verteilt werden. Etwa 80 GWh_{th}/a werden an Haushalte, 30 GWh_{th}/a an öffentliche Gebäude und 100 GWh_{th}/a an Industriebetriebe geliefert.

Festbrennstoffe werden vor allem zur Beheizung von kleinen Gebäuden und für öffentliche Gebäude ohne Anschluss ans Fernwärmenetz verbraucht. Die Hochrechnung und der Datenabgleich weist auf insgesamt 289 GWh_{th}/a an Festbrennstoffen, die in Haushalten, öffentlichen Gebäuden und Landwirtschaft sowie in Industriebetrieben verbraucht wurden.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

c) Biogas

In Altenstadt existiert die bisher größte bayerische Biogasanlage mit einer Leistung von 690 m³/h. Diese wurde im Jahr 2007 ebenfalls zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Heute wird sie auf die doppelte Kapazität ausgebaut. Das Gas wird gereinigt und direkt in das Gasnetz eingeleitet. Als Brennstoff werden Schlachtabfälle und Essensreste von Großkantinen genutzt.

Der Einzugsbereich ist vorwiegend überregional. Die Biogasanlage und die Hackschnitzelanlage in Altenstadt allein würden das gesamte Biomassepotenzial des Landkreises bereits mehr als ausschöpfen, so dass man hier auf überregionale Importe angewiesen ist.

d) Oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpen)

Insgesamt waren Ende 2007 im Landkreis Weilheim-Schongau 630 Wärmepumpen in Betrieb [E.ON 2009, LEW 2009]. Eine Hochrechnung aus den verfügbaren Daten ergibt einen Stromverbrauch der Wärmepumpen von 4,5 GWh_e/a für das Jahr 2007. Rechnet man mit einer Jahresarbeitszahl von 3, dann wurden insgesamt 13,5 GWh_{th}/a im Jahr 2007 an Heizwärme über Wärmepumpen beigesteuert. Davon entstammen 9 GWh_{th}/a aus der Umgebung (sog. Umgebungswärme). Da überwiegend Erdreich- oder Grundwasserwärmepumpen verwendet werden, wird diese Energiemenge der oberflächennahen Geothermienutzung zugeordnet.

e) Solarkollektoren

Für die Verteilung von Solaranlagen liegen nur unzureichende Statistiken vor. Für einige Gemeinden kann die Entwicklung der Solarenergie durch eine Auswertung der Förderstatistiken erfolgen. Diese waren jedoch nicht für alle Gemeinden verfügbar. Ergänzend dazu beteiligen sich auch im Landkreis einige Gemeinden an der Solarbundesliga, einem vergleichenden Wettbewerb zwischen den Kommunen über die bereits installierte Solaranlagenfläche und Solarstromleistung je Einwohner. Hier sind bisher die Gemeinden Huglfing, Ingenried, Peißenberg und Weilheim aktiv.

Für die nicht über diese Statistiken erfassten Gemeinden wurden die Anlagenbestände mit 300 m² je 1000 Einwohner in ländlichen Gemeinden und mit 50 m² je 1000 Einwohner in Städten und Märkten abgeschätzt. Diese Werte liegen deutlich unter den für die anderen Gemeinden ermittelten Werten (358 m²/1000EW). Desweiteren wird angenommen, dass im Mittel 400 kWh/m²/a Solarbeitrag zur Warmwasserbereitung und Heizung erfolgen. Auf dieser Basis errechnet sich der Beitrag der solarthermischen Anlagen im Jahr 2007 auf 8,5 GWh_{th}/a.

Abbildung 4-85 zeigt die regenerative Wärmeerzeugung im Landkreis über regenerative Energieträger und über Kraft-Wärme-Kopplung mit Basis Biomasse/Biogas und Erdgas.

Ermittlung von Energieverbrauch und klimarelevanten Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren

Auch hier dominiert die Wärmeerzeugung der UPM Kymmene bei weitem. Die dort nicht benötigte Wärmemenge wird in das Fernwärmenetz der Stadt Schongau eingespeist.

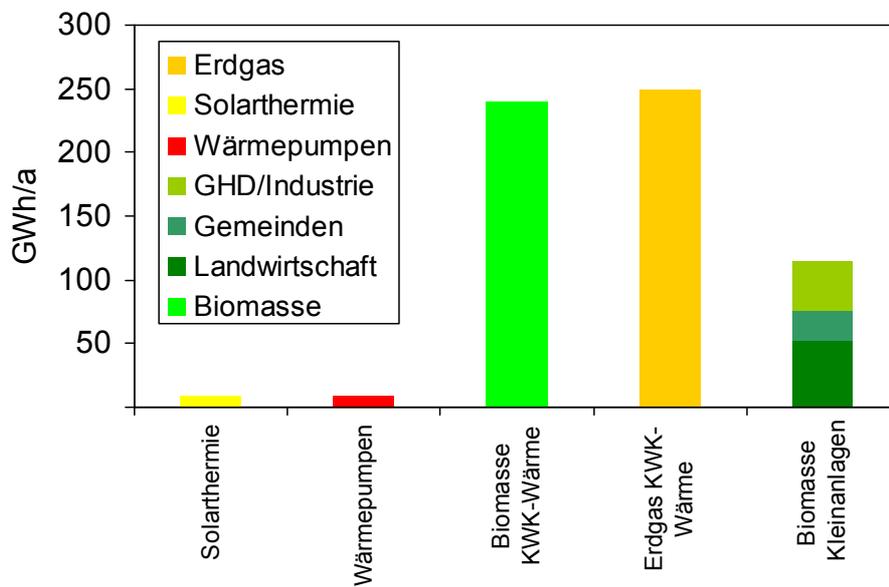


Abbildung 4-85: Regenerative Wärmeerzeugung und Wärmeerzeugung aus fossilen Anlagen in Kraft-Wärme-Kopplungsbetrieb (KWK)

4.7.4 Kraftstoffherzeugung

Im Landkreis gibt es eine Tankstelle für Rapsöl/Biodiesel und eine Erdgastankstelle. Der Beitrag zur Kraftstoffbereitstellung ist allerdings unbedeutend.

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

5 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE VON TEIL I

5.1 Energieverbrauch und THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

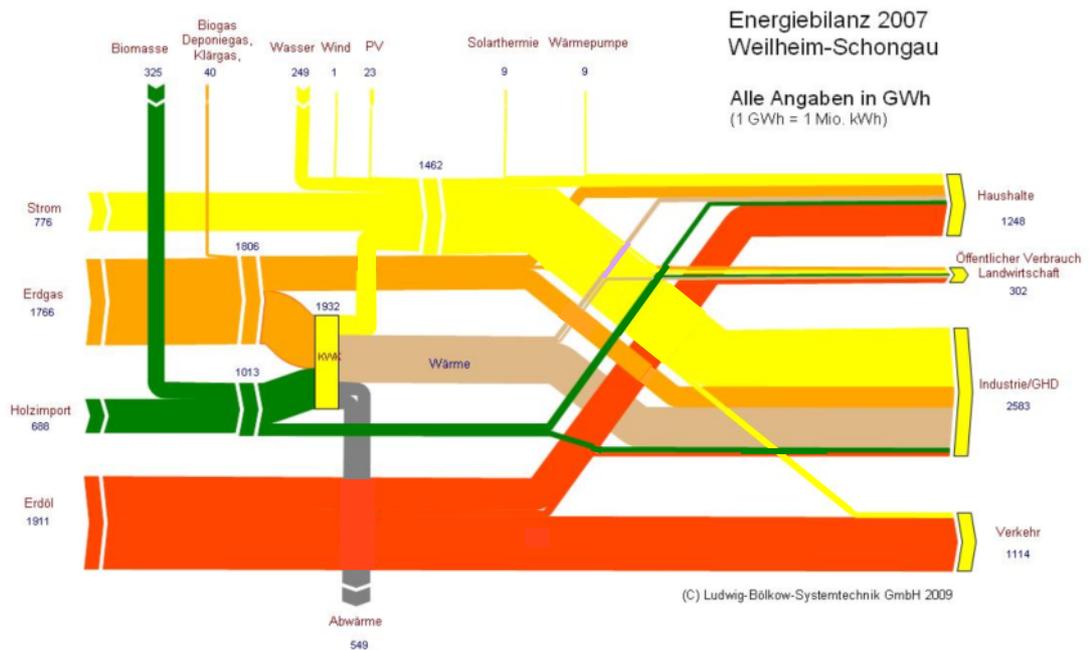


Abbildung 5-1: Energiebilanz für den Landkreis Weilheim-Schongau und Anteil der regenerativen Energieerzeugung (Strom und Biomasse)

Abbildung 5-1 zeigt zusammenfassend die wesentlichen Energieströme im Landkreis. Da die Daten aus voneinander unabhängigen Statistiken, Umfrageergebnissen und Hochrechnungen erstellt wurden, sind die errechneten Energieerzeugungsmengen und Energieverbrauchsmengen nicht konsistent. Diese mussten nach Beurteilung aller vorhandenen Daten angepasst werden. Daher weichen die hier angegebenen Werte leicht von den in den Einzelkapiteln angegebenen Verbrauchswerten ab. Die hier angegebenen Werte entsprechen einer bestmöglichen Schätzung für die Energieerzeugung und den Energieverbrauch im gesamten Landkreis. Insbesondere die Verflechtungen zwischen den einzelnen Energieträgern und dem sektoralen Verbrauch unter Berücksichtigung von kombinierter Strom- und Wärmeerzeugung reduzieren die Energieimporte in den Landkreis gegenüber einer Berechnung nur des Endenergieverbrauchs. Dies kann erst an

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

dieser Stelle angemessen berücksichtigt werden. Dadurch reduzieren sich auch die gesamten klimarelevanten Emissionen um die entsprechenden Anteile. Dennoch bilden die in den vorherigen Kapiteln durchgeführten Einzelbetrachtungen eine wichtige Grundlage. Sie bilden insbesondere eine brauchbare Basis für relative Veränderungen und Anteile.

Von links kommend sind in Abbildung 5-1 die Importmengen der einzelnen Energieträger eingezeichnet. Diese werden teilweise zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung verwendet. Nach rechts ist die Zuordnung der Energieträger zu den einzelnen Energieverbrauchssektoren dargestellt.

Die Importmengen summieren sich zu 5.139 GWh Energieimporten auf. Den größten Importanteil hat Erdöl mit 1.910 GWh_{th} oder 37%. Erdgas mit 1.766 GWh_{th} (34%) ist der zweitwichtigste importierte Energieträger. Etwa 776 GWh_{el} Strom (15,1%) werden in der Nettobilanz in den Landkreis importiert. Aber auch Biomasse wird zum größeren Teil importiert (688 GWh_{th} bzw. 13,3% Importanteil). Die Erdgasmengen wurden anhand der Statistiken der Gasversorgungsunternehmen errechnet. Die anderen Daten wurden als Differenz zur regionalen Erzeugung und dem errechneten Verbrauch gebildet.

Insbesondere die importierten Biomassemengen konnten nicht exakt erfasst werden. Sie wurden als Differenz zwischen errechnetem Verbrauch und errechnetem Einschlag gebildet. Der Holzeinschlag wiederum konnte nur näherungsweise erfasst werden. Dieser summiert sich auf etwa 180 GWh_{th} Energiegehalt, wie im entsprechenden Kapitel gezeigt wird. Zusätzlich wurde die Nutzung von Industrierestholz mit 145 GWh_{th} als heimische Biomasse gewertet.

Die regenerative Strom- und Wärmeerzeugung wurde wie im vorhergehenden Kapitel besprochen berechnet. In Summe werden 273 GWh_{el}/a über Solar, Wind- und Wasserkraft im Landkreis erzeugt.

Der Anteil der kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung im Landkreis wurde wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben berücksichtigt. Letztlich wurde der Energieverbrauch anhand der in den Einzelkapiteln beschriebenen Abschätzungen errechnet. Abweichungen von den dort gegebenen Werten ergeben sich durch die Zuordnung und Berücksichtigung der Fernwärme über die Erzeugungsmengen.

Der Sektor Haushalte verbrauchte 1.251 GWh. Hierbei sind die verfügbaren Fernwärmemengen zu 80 GWh_{th}/a und der Beitrag von Solarthermie und Wärmepumpen (~22 GWh_{th}/a) berücksichtigt. Darüber hinaus wurde der Heizenergieverbrauch der Landwirte abgezogen, da er an anderer Stelle verrechnet wird. Damit reduziert sich der Ölverbrauch der Haushalte auf 655 GWh_{th}/a bzw. 52% des gesamten Verbrauchs der Haushalte.

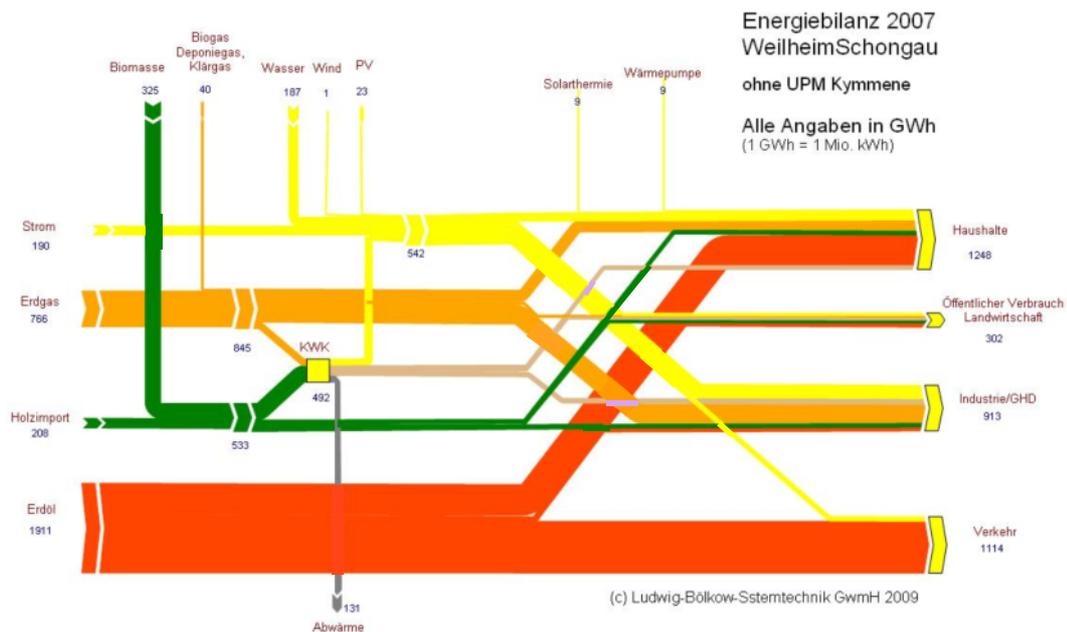
Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

Die Sektoren öffentlicher Verbrauch und Landwirtschaft wurden zusammengefasst. Hier wurde sowohl der Heizenergieverbrauch der landwirtschaftlichen Anwesen berücksichtigt als auch der Kraftstoffverbrauch der Traktoren.

Der Sektor Industrie umfasst den gesamten restlichen stationären Energieverbrauch, also sowohl des Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor als auch der ansässigen Industrie. Die industrielle Kraftwärmekopplung wurde, soweit möglich explizit berücksichtigt. Da ein wesentlicher Teil der Gasimporte für diesen Zweck benötigt wird, ergibt sich die große Bedeutung der Kraft-Wärmekopplung im Landkreis. Die innerhalb des Landkreises erzeugten Strom- und Wärmemengen sind hierbei explizit erfasst und reduzieren den Stromimport um einen entsprechenden Beitrag.

Der Verkehrssektor wiederum wurde gegenüber der Detaildarstellung in Kap. 4.5 um den landwirtschaftlichen Anteil reduziert, da dieser dort explizit berücksichtigt wird.

Zum Vergleich sind auch die entsprechenden Energieflüsse ohne den größten Stromerzeuger und Verbraucher im Landkreis in Abbildung 5-2 dargestellt.



© Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH 2009

Abbildung 5-2: Energieflussdiagramm des Landkreises Weilheim-Schongau ohne Berücksichtigung des größten Unternehmens.

Anhand Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 können auch die entsprechenden klimarelevanten Emissionen unter expliziter Berücksichtigung der regionalen Stromerzeugung

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

berücksichtigt werden. Hierzu sind nur die importierten Energieflüsse mit entsprechenden Emissionen zu beaufschlagen. Allerdings ist damit eine direkte Zuordnung zu den einzelnen Verbrauchssektoren, wie sie in den vorhergehenden Kapiteln durchgeführt wurde, nicht mehr möglich. Die in Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 angegebenen Werte für die direkten Emissionen und die Emissionen aus der vorgelagerten Kette müssen addiert werden, um die Gesamtemissionen zu erhalten.

Tabelle 5-1: Klimarelevante Emissionen im Landkreis Weilheim-Schongau aller Sektoren mit expliziter Ausweisung der Emissionen der vorgelagerten Prozesskette für das Jahr 2007

Energieträger	Energie- menge [GWh]	Direkte Emissionen [g/kWh]	Emissionen aus vorge-lagerten Prozessen [g/kWh]	Gesamte direkte Emission [t]	Vorgelagerte Emission [t]
Erdöl	1.910	270	30	515.700	57.300
Erdgas	1.766	200	30	353.200	52.980
Strom	776	---	624	---	484.220
Landwirtschaft	---	---	---	212.200	---
Summe der Emissionen				1.081.100	594.500
Emissionen pro Einwohner [t/EW]				8.25	4.54

Tabelle 5-2: Klimarelevante Emissionen im Landkreis Weilheim-Schongau ohne UPM-Kymmene mit expliziter Ausweisung der Emissionen der vorgelagerten Prozesskette für das Jahr 2007

Energieträger	Energie- menge [GWh]	Direkte Emissionen [g/kWh]	Emissionen aus vorgelagerten Prozessen [g/kWh]	Gesamte direkte Emission [t]	Vorgelagerte Emission [t]
Erdöl	1.910	270	30	515.700	57.300
Erdgas	766	200	30	153.200	22.980
Strom	190	---	624	---	118.560
Landwirtschaft	---	---	---	212.200	---
Summe der Emissionen				881.100	198.840
Emissionen pro Einwohner [t/EW]				6.73	1.52

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

Diese Emissionen liegen recht nahe bei den Ergebnissen, wie man sie durch Aufsummation der den einzelnen Verbrauchssektoren zuzuordnenden Emissionen erhält. Daher bildet die Zuordnung zu den einzelnen Sektoren eine gute Basis.

Abbildung 5-3 fasst noch einmal die Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die einzelnen Sektoren zusammen. Hier wurde allerdings der Anteil der industriellen Fernwärmeerzeugung nicht explizit berücksichtigt, sondern dem Energieverbrauch der Industrie in Form von Erdgas oder Biomasse zugeordnet.

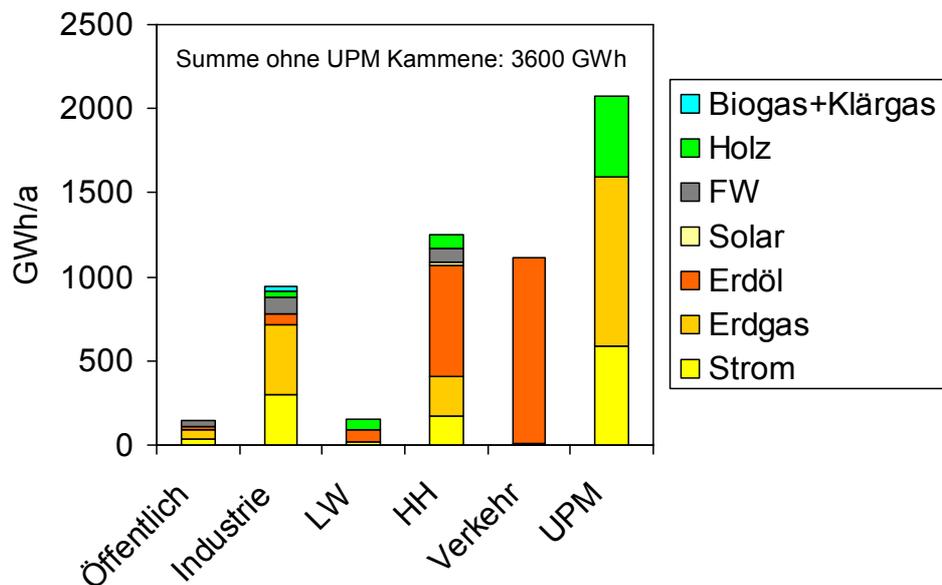


Abbildung 5-3: Energieverbrauch der einzelnen Verbrauchssektoren im Jahr 2007 (LW = Landwirtschaft; HH = Haushalte; UPM Kymmene = Papierfabrik in Schongau)

Abbildung 5-4 ordnet den einzelnen Verbrauchssektoren die entsprechenden klimarelevanten Emissionen zu, wobei die Quelle der Emissionen explizit unterschieden wurde. In rot sind alle direkt bei der Verbrennung von Öl und Gas anfallenden Emissionen dargestellt. Der kleine dunkelgelbe Balken gibt den Anteil, welcher bei Förderung, Aufbereitung und Transport von Öl und Gas außerhalb des Landkreises anfällt. In gelb wurden die der Stromerzeugung anzurechnenden Emissionen berücksichtigt. Für diese Darstellung wurden die Emissionen des deutschen Strommixes zugrunde gelegt. Zur Berücksichtigung der regenerativen Stromerzeugung im Landkreis wurden als eigener Balken die „vermiedenen Emissionen“ dargestellt. Auch hierfür wurden die durchschnittlichen Emissionen des deutschen Strommixes angesetzt. Dieser Anteil muss

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

von den Gesamtemissionen abgezogen werden. In grün und grau sind letztlich die der Landwirtschaft anzurechnenden Emissionen dargestellt.

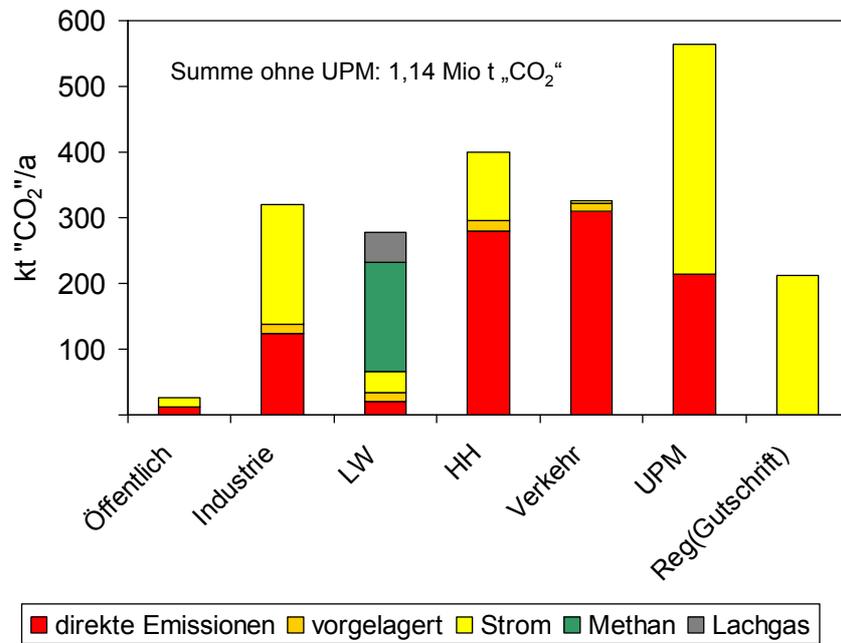


Abbildung 5-4: Treibhausgasemissionen-Emissionen der einzelnen Sektoren für das Jahr 2007

Summiert man die in Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 dargestellten Emissionen auf, so erhält man die Gesamtemissionen des Landkreises inklusive der Emissionen aus der Bereitstellung der fossilen Energieträger und des Stromes. Bezogen auf die Einwohnerzahl des Landkreises ergeben sich 12,8 t CO₂ je Einwohner und Jahr an klimarelevanten Emissionen. Hierbei sind die Methan- und Lachgasemissionen in CO₂-Äquivalentwerte umgerechnet worden. Anhand der Abbildung wird die Dominanz des größten Unternehmens im Landkreis ebenfalls deutlich. Ohne dessen Berücksichtigung summieren sich die Werte auf 8,3 t CO₂ pro Jahr und Einwohner.

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

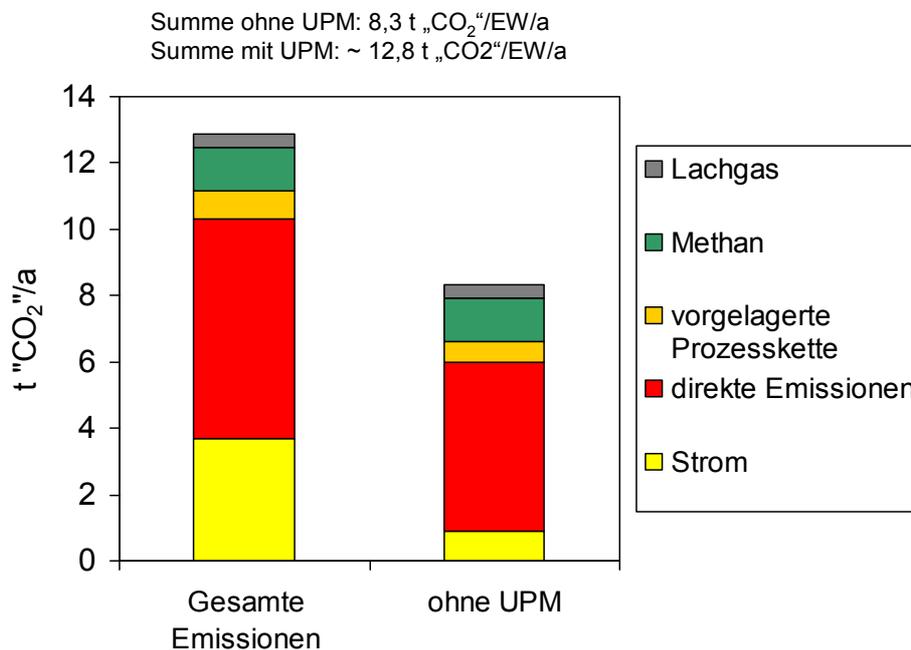


Abbildung 5-5: Spezifische Treibhausgasemissionen in t je Einwohner für das Jahr 2007

Die zeitliche Entwicklung der Emissionen zwischen den Jahren 1990 und 2007 sowie die Zielforderung für das Jahr 2020 sind in Abbildung 5-6 und Abbildung 5-7 dargestellt. Die der Industrie zuzuordnenden Emissionen sind vermutlich konstant geblieben. Die erhöhte Aktivität wurde in etwa durch steigende Energieeffizienz ausgeglichen. Dies gilt vor allem für die erste Grafik, die vom Energieverbrauch von UPM Kymmene dominiert wird. Die zweite Grafik zeigt die Entwicklung ohne UPM. Auch hier haben sich der industrielle Energieverbrauch und die zuzuordnenden Emissionen kaum verändert. Im Sektor „Gewerbe/Handel/Dienstleistungen“ hat vermutlich sogar eine Verbrauchsreduktion um etwa 10% stattgefunden, die hier aber mangels belastbarer Daten nicht abgebildet wurde. Die Emissionen der Haushalte und des Verkehrs haben sich seit 1990 erhöht. Die steigende Energieeffizienz sowohl der Fahrzeuge als auch der Gebäude wurde durch steigende Bautätigkeit und Verkehrsaktivitäten überkompensiert. In Summe führten jedoch sinkende Emissionen aus der Landwirtschaft dazu, dass die Gesamtemissionen seit 1990 trotz dieses Zuwachses leicht zurückgegangen sind. Dennoch erfordert die Zielsetzung des Landkreises innerhalb der kommenden Dekade die Emissionen gegenüber 2007 um etwa 37-40% abzusenken.

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

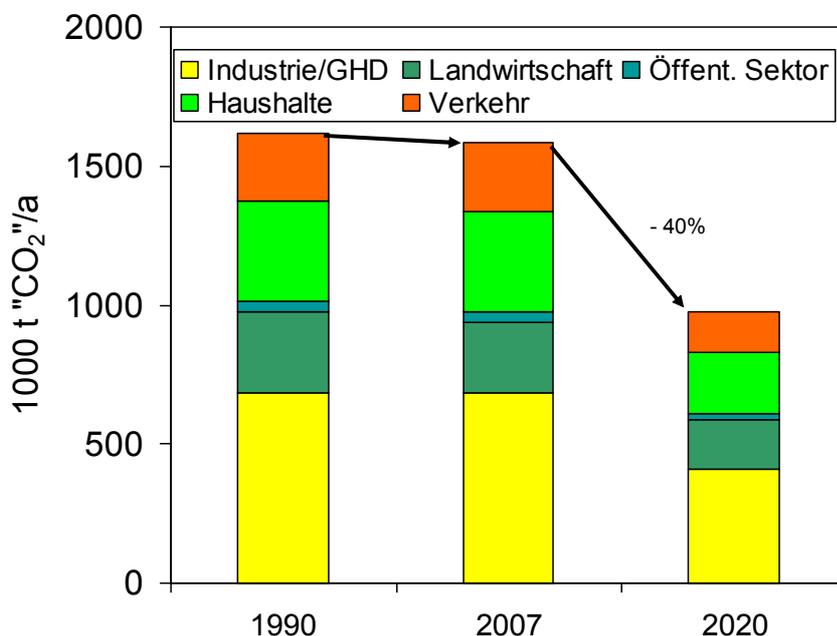


Abbildung 5-6: Veränderung der Treibhausgasemissionen des Landkreises und Reduktionsziel bis zum Jahr 2020

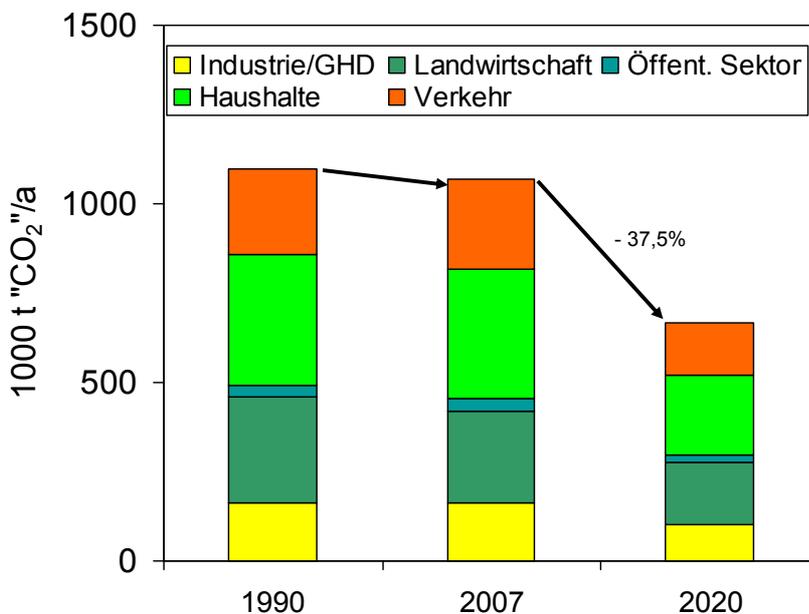


Abbildung 5-7: Veränderung der Treibhausgasemissionen des Landkreises und Reduktionsziel bis zum Jahr 2020 ohne UPM-Kymmene

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

5.2 Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen nach Gemeinden

In diesem Abschnitt werden Energieverbrauch und klimarelevante Treibhausgasemissionen den einzelnen Kommunen zugeordnet. Je genauer man lokal auflöst, desto ungenauer werden die einzelnen Angaben, da sich die statistischen Fehler nicht mehr ausmitteln lassen und zu wenig belastbare Energieverbrauchsdaten verfügbar sind.

Da aber andererseits die Statistiken für Strom- und Gasverbrauch sowie für die Landwirtschaft je Kommune verfügbar sind, betrifft dies vor allem den Energieverbrauch von Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Dementsprechend sind die Verbrauchsangaben für Erdöl und Biomasse vorsichtig zu betrachten. Im Einzelfall muss eine genauere Datenerhebung speziell für die einzelne Kommune durchgeführt werden.

Abbildung 5-8 gibt den spezifischen Energieverbrauch je Einwohner und den Anteil der einzelnen Verbrauchssektoren. Die Unsicherheit in der Datenlage liegt hier vor allem im gewerblichen/industriellen Sektor. Nicht berücksichtigt wurden die Daten von UPM Kymmene, da diese einen Sonderfall darstellen. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde der Energieverbrauch für Verkehrsmittel, da deren Zuordnung umso ungenauer wird, je begrenzter der Untersuchungsraum gewählt wird. Der Energieverbrauch in Altenstadt fällt wegen des hohen Verbrauchs von Kaserne und Futtertrocknungsanlage in Relation zur Einwohnerzahl besonders ins Gewicht.

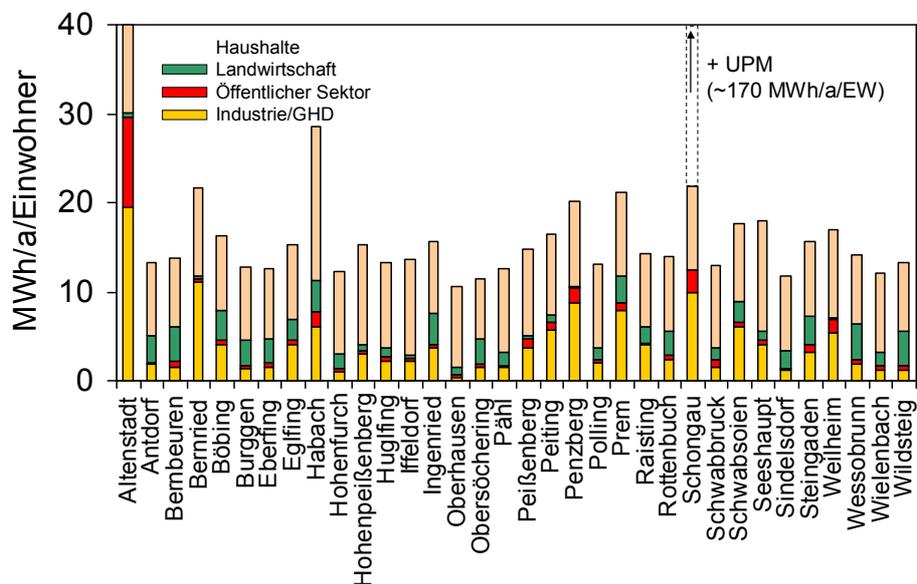


Abbildung 5-8: Spezifischer Energieverbrauch je Einwohner für das Jahr 2007 und die Anteile der einzelnen Verbrauchssektoren

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

Abbildung 5-9 zeigt denselben Sachverhalt. Diesmal ist jedoch der Anteil der einzelnen Energieträger dargestellt. Die Aufteilung wurde für die leitungsgebundenen Energieträger recht genau erhoben. Der Anteil der Biomasse wurde vor allem über die je Kommune abgeschätzte Waldholznutzung errechnet. Zusätzlich wurden zum Teil überregionale Biomasseimporte für die Fernwärmesysteme zugrunde gelegt. Die verbleibende Differenz zum ermittelten Wärmebedarf wurde dem Erdölverbrauch zugerechnet.

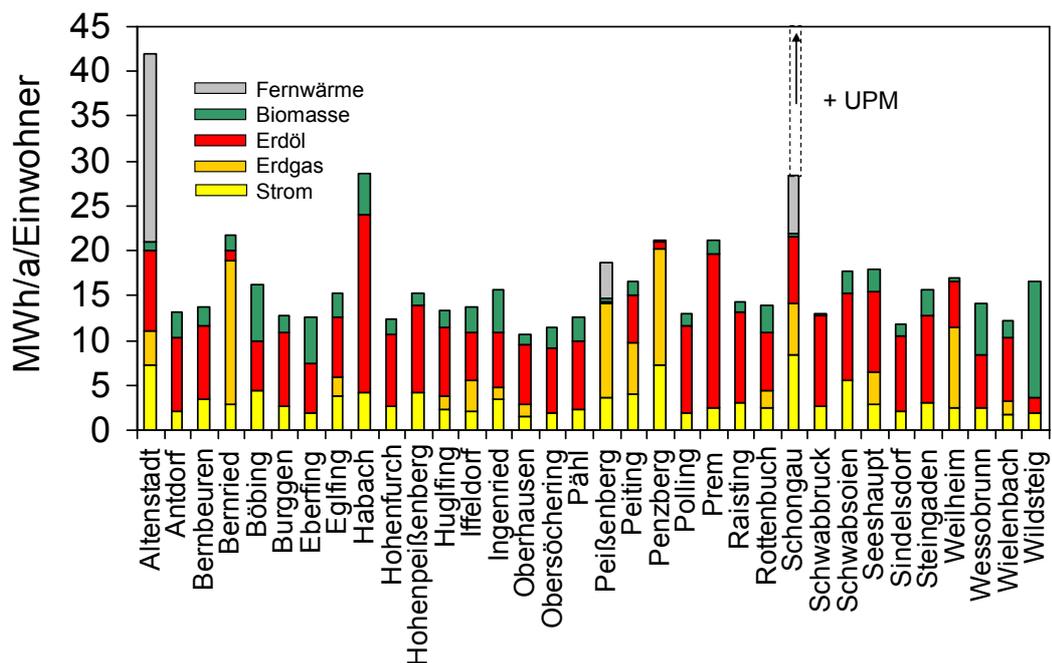


Abbildung 5-9: Spezifischer Energieverbrauch je Einwohner für das Jahr 2007 und Anteile der einzelnen Energieträger. Im Unterschied zu Abbildung 5-8 ist hier der Anteil der einzelnen Energieträger dargestellt und nicht die Aufteilung auf die einzelnen Verbrauchssektoren.

Abbildung 5-10 zeigt die diesem Energieträgermix entsprechenden klimarelevanten Emissionen. Hierbei wurden dem Stromverbrauch die Emissionen des deutschen Strommixes mit $624 \text{ g/kWh}_{el} \text{ CO}_2$ angerechnet. Zusätzlich zu den energiebedingten Emissionen wurden die bereits in den Einzelkapiteln angeführten Methan- und Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft berücksichtigt. Insbesondere in ländlichen Gemeinden mit geringem Gewerbeanteil und hohem Viehbestand können diese bis zu 50% der Gesamtemissionen betragen. Die Emissionen wurden in CO_2 -Äquivalentwerte

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

umgerechnet. Hierbei werden Methan- und Lachgasemissionen so bewertet, wie dieselbe Menge CO₂ an Klimarelevanz erbrächte.

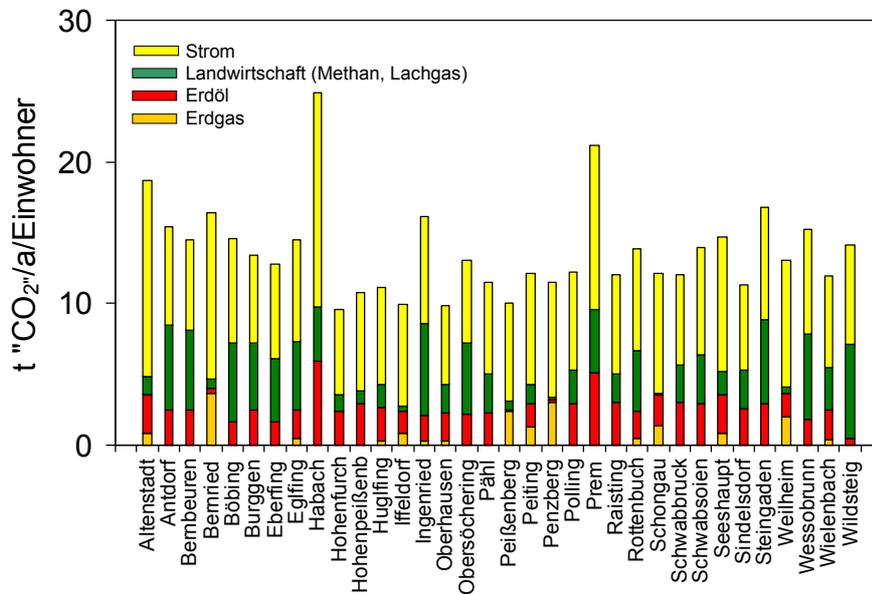


Abbildung 5-10: Klimarelevante Emissionen je Einwohner aus der Energieversorgung des Landkreises und aus der Landwirtschaft. Alle Emissionen wurden zur besseren Vergleichbarkeit in CO₂-Äquivalente umgerechnet.

Obwohl Strom einen geringen Anteil von meist weniger als 20% am Energieverbrauch hat, dominiert dessen Beitrag zu den klimarelevanten Emissionen. Dies liegt an den hohen spezifischen Emissionswerten von 624 g/kWh_e. Andererseits ist dadurch gerade der Ersatz von fossil erzeugtem Strom durch regenerativ erzeugten Strom eine besonders effektive Maßnahme zur CO₂-Emissionsreduktion.

Abbildung 5-11 berücksichtigt zusätzlich, dass ein Teil des Stromes in der Gemeinde regenerativ erzeugt wird, wie dies im vorhergehenden Kapitel im Detail erläutert wurde. Dafür wird der Gemeinde eine entsprechende Gutschrift von 624 g CO₂/kWh_e angerechnet. Diese wurde von den Gesamtemissionen abgezogen. Für Altenstadt und Hohenfurch mit hohem Anteil an regenerativer Stromerzeugung und geringer Einwohnerzahl ergibt sich dadurch ein Überschuß an CO₂-freier Stromerzeugung, welcher die Gesamtemissionen der Gemeinde übertrifft. In Altenstadt sind es die Biogasanlage und das Biomassekraftwerk, in Hohenfurch wurde das Wasserkraftwerk am Lech berücksichtigt.

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

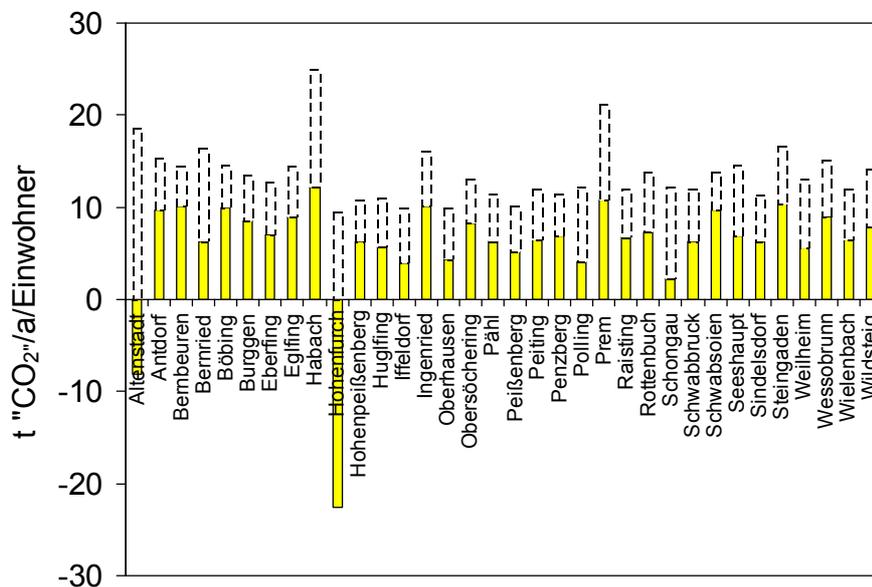


Abbildung 5-11: Spezifische Nettobilanz der CO₂-Emissionen je Einwohner und Gemeinde unter Berücksichtigung der lokalen regenerativen Energieerzeugung. Die gestrichelten Balken zeigen zu Abbildung 5-10 identische Werte.

Abschließend zu diesem Kapitel muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die je Gemeinde errechneten Angaben weniger belastbar sind als die für den gesamten Landkreis errechneten Daten. Dies hat die Ursache vor allem in der schlechteren Statistik der Gewerbe- und Industriebetriebe und im nicht genau bekannten Holzeinschlag je Gemeinde. Hierfür mussten Mittelwerte gebildet werden, die umso genauer zutreffen, je größer das Untersuchungsgebiet gewählt wurde.

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

5.3 Finanzielle Belastung des Landkreises durch Energieimporte

Anhand der Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 lassen sich die Finanzströme abschätzen, die durch Energieimporte jedes Jahr den Landkreis verlassen. Demgemäß wurden im Jahr 2007 etwa 200 Mio. Euro für Energieimporte in den Landkreis ausgegeben.

Diese Rechnung ist zwar stark vereinfachend, da die Wertschöpfungskette nur unzureichend abgebildet wird. Aber sie gibt die Größenordnung der Gelder, die bei einer regionalen Vollversorgung mit heimischen Energieträgern im Landkreis gehalten werden könnte. Mit etwa 50.000 Euro je Arbeitsplatz entspräche dies etwa 3.500 – 4.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen im Energiesektor.

Tabelle 5-3: Abschätzung der Finanzvolumina, die den Landkreis im Jahr 2007 durch Energieimporte verlassen haben, ohne Berücksichtigung von UPM Kymmene; für Erdgas und Erdöl wurden jeweils die Importpreise im Jahresmittel angenommen, für Strom ein Mittelwert aus Tarifstrom und Sondertarifen

Energieträger	Importmenge	Spez. Kosten	Gesamtkosten
Erdöl	1.991 GWh	7 ct/kWh	140 Mio. €
Erdgas	766 GWh	5 ct/kWh	38 Mio. €
Strom	190 GWh	~15 ct/kWh	29 Mio. €
Summe o. UPM	2.950 GWh		207 Mio. €

Zusammenfassung der Ergebnisse von TEIL I

TEIL 2 – ERMITTLUNG DER POTENZIALE ZUR REDUKTION DER TREIBHAUSGAS – EMISSIONEN

Einsparung

6 EINSPARUNG

6.1 Öffentlicher Verbrauch

6.1.1 Übersicht

In Tabelle 6-1 sind die überschlägig ermittelten jährlichen Betriebskosten der dem öffentlichen Verbrauch zugeordneten Gebäude und Fahrzeuge zusammengestellt.

Für diese Berechnung bilden die in Kapitel 4.2.3 errechneten Verbrauchsdaten die Grundlage. Letztere wurden noch auf den geschätzten öffentlichen Fahrzeugbestand des Landkreises hochgerechnet.

Desweiteren wurde angenommen, dass die kWh_{th} Heizenergie 7 Cent kostet und die kWh_e Strom mit 20 Cent zu bewerten ist.

Tabelle 6-1 Zusammenstellung der überschlägig errechneten jährlichen Betriebskosten für den Wärme-, Brennstoff- und Stromverbrauch aller unter „öffentlichem Verbrauch“ erfassten Gebäude

Gebäudetyp	Brennstoff-/ Wärmeverbrauch [GWh _{th} /a]	Strom- verbrauch [GWh _e /a]	Brennstoff- u. Wärme- kosten [1000€/a]	Strom- kosten [1000€/a]	Gesamt- kosten [1000€/a]
Kiga/Schulen	34	3,9	2.380	780	3.160
Krankenhäuser	24	8	1.680	1.600	3.280
Sportanlagen	11	2,5	770	500	1.270
Bäder	11	3	770	600	1.370
Wasser		5	0	1.000	1.000
Beleuchtung		2,6	0	520	520
Kläranlagen	11	6	770	1.200	1.970
Rathäuser	4,5	1	315	200	515
Mehrzweckhallen	4,2	1	294	200	494
Kirche	3,1	1	217	200	417
FF	2,5		175		175
Polizei/Kaserne	2	1,3	140	260	400

Einsparung

Gebäudetyp	Brennstoff-/ Wärmeverbrauch [GWh _{th} /a]	Strom- verbrauch [GWh _{el} /a]	Brennstoff- u. Wärme- kosten [1000€/a]	Strom- kosten [1000€/a]	Gesamt- kosten [1000€/a]
Museen etc.	1,6		112		112
Bauhöfe	1,2		84		84
Fahrzeuge			600		600
Summe	110	34	8.307	6.800	14.900

Somit werden im Landkreis von allen Akteuren des öffentlichen Sektors in Summe jährlich etwa 15 Mio. Euro für die Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung ausgegeben. Wenn man das maximal erzielbare Einsparpotenzial etwa bei 50% annimmt, ohne dass darunter die Funktionsfähigkeit oder der Lebensstil leiden, so könnte sich hier ein Einsparpotenzial der Betriebskosten von etwa 7,5 Mio. Euro jährlich erreichen lassen.

Erfahrungswerte zeigen, dass sich allein durch konsequentes Energiemanagement der öffentlichen Gebäude Einsparungen in der Größenordnung von 10 – 20% bereits ohne große investive Maßnahmen nur durch Verbrauchserfassung, Kontrolle und bedarfsgerechte Regelung des Verbrauchs erzielen lassen.

Somit könnte ein kosteneffizienter Ansatz für die Erschließung dieses Potenzials in der schnellen Einführung eines Energiemonitoring und Energiecontrolling liegen.

Unterstellt man, dass damit jährlich 2% Einsparungen der Verbrauchsausgaben erzielt werden, bis nach 10 Jahren eine Einsparung von 20% erreicht wird, so ergäben sich folgende kumulativen Einsparungen:

1. Jahr (2010) 300.000 Euro/a

2. Jahr (2011) 600.000 Euro/a

...

10. Jahr (2020) 3 Mio. Euro/a

Würde man dieses Geld in einem gemeinsamen Fond sammeln, so könnte man damit einen Beitrag für investive Maßnahmen zur weiteren Energieeinsparung erwirtschaften.

Voraussetzung ist allerdings die Schaffung geeigneter administrativer Strukturen. Hier gibt es Beispiele, wie man solche Strukturen aufbaut und im Rahmen eines Contracting Modells nutzen kann. (Bsp. Stuttgarter Modell [Kienzlen 1996; Görres 1998]).

Einsparung

Hierauf wird in Teil 3 (Vorschlag für erste Maßnahmen) nochmals Bezug genommen eingegangen.

6.1.2 Kommunale Infrastrukturen

a) Wasserver- und -entsorgung

In manchen Gemeinden bilden gemäß Umfrage die Stromkosten der Wasserver- und -entsorgung den größten Einzelposten im Verwaltungshaushalt. Auch wenn dies im Rahmen dieser Arbeit nicht geprüft wurde, so dürften in vielen Gemeinden noch alte unregelmäßige Pumpen die Wasserversorgung sicher stellen. Mit neuen bedarfsgesteuerten drehzahlgeregelten Pumpen ließe sich hier der Stromverbrauch deutlich senken. Die Reduktion kann dabei im Einzelfall bis zu 30 Prozent und mehr betragen.

Darüber hinaus zeigt die Erfahrung, dass hohe Verbrauchswerte oft durch unerkannte Leckagen in den Wasserleitungen bedingt sind. Diese lassen sich leicht feststellen, wenn man alle Zähler im Versorgungsgebiet möglichst zeitgleich zu festen nächtlichen Zeiten über eine Fernabfrage abliest, z. B. nachts um 2:00 und um 3:00. Sobald die Differenz einen bestimmten Schwellwert überschreitet, kann davon ausgegangen werden, dass eine permanente Leckage vorhanden ist. Die konsequente Überwachung und Prüfung des Leitungsnetzes ist Teil des kommunalen Energiemanagements.

Für eine Abschätzung wird ungeprüft angenommen, dass mit diesen Maßnahmen die Stromkosten der Wasserversorgung um mindestens 30% reduziert werden können.

Die Pumpkosten der Wasserentsorgung können durch kleine Rohrdurchmesser und möglichst leakagefreie Systeme deutlich reduziert werden. Hier werden seit einigen Jahren erfolgreich Unterdrucksysteme eingesetzt. Diese können vor allem in Neubaugebieten anstelle der alten Abwasserleitungen verlegt werden. Zudem reduzieren sie den Wasserverbrauch deutlich, da sie gut mit wassersparenden Toiletten kombinierbar sind.

Die Gemeinde Eberfing hat beispielsweise ihre Abwasserentsorgung vor wenigen Jahren bereits mit dieser Technik aufgebaut und führt das Abwasser so nach Weilheim zur zentralen Kläranlage.

Dieses System kann auch als dezentrale Einheit zur Entsorgung einzelner Neubaugebiete oder Ortschaften betrieben und mit kleineren Biogasanlagen kombiniert werden, wo die organischen Abfälle und Fäkalien zur Gaserzeugung energetisch genutzt werden. Da diese mit wenig Wasser betrieben werden, erreicht man einen mehrfachen Vorteil:

- Es wird weniger Wasser benötigt, dies senkt die damit verbundenen Stromkosten.
- Die Leitungsdurchmesser sind geringer.
- Die Leitungen sind dichter, damit können sie in geringerer Tiefe und auch in hydrogeologisch kritischen Böden verlegt werden. Beides senkt die Baukosten.

Einsparung

- Die Abfälle sind trockener, bei der Biogasaufbereitung muss weniger Wasser entzogen werden, dies erhöht den Wirkungsgrad einer nachgeschalteten potenziellen Gaserzeugung.

b) Straßenbeleuchtung

Die nächtliche Straßenbeleuchtung gehört zu den großen kommunalen Stromverbrauchern. Hierfür werden im Landkreis etwa 500.000 Euro pro Jahr ausgegeben.

Der Verbrauch kann durch bedarfsabhängige Regelung um 20 – 30 % gesenkt werden mit nur geringen Ausgaben für Sensoren, Steuerung und Kontrollgeräte. Insbesondere die frühe Umstellung auf Halbnachtschaltung bis zum Tagesanbruch kann für eine deutliche Einsparung sorgen.

Darüber hinaus kann durch moderne energiesparende Leuchten eine Verbrauchsreduktion je nach Zustand und Alter der bestehenden Leuchten von bis zu 70 Prozent erreicht werden. Eine aktuelle Umfrage bei 60 Gemeinden in Tirol ergab beispielsweise, dass etwa die Hälfte aller Straßenleuchten noch mit energieintensiven Quecksilberdampfampfen ausgestattet waren. Eine Umstellung dieser Leuchten (z. B. auf Natriumhochdruck Dampfampfen) würde den Verbrauch deutlich reduzieren.

6.1.3 Kläranlagen

Kommunale Kläranlagen benötigen Energie. Dabei unterscheidet sich je nach angewandeter Technologie der benötigte Energieaufwand erheblich, wie in Teil I dieser Studie belegt wurde.

Daneben wird während des Abbauprozesses auch methanreiches Klärgas frei, das ebenfalls zur Stromerzeugung genutzt werden kann. Heute nutzen vor allem große Kläranlagen wie in Penzberg, Weilheim und Schongau das anfallende Klärgas zur Strom- und Wärmeerzeugung. Aber gerade auch bei kleineren Anlagen kann dies ein sinnvoller Beitrag zur Reduktion des benötigten Strombedarfs sein. In der Regel kann der mit dem Gas erzeugte Strom den externen Strombedarf um etwa 30-40% senken. Naturnahe Pflanzen- oder Teichkläranlagen, wie in Rottenbuch oder Peiting realisiert, können den Strombedarf deutlich senken. Allerdings wird hierfür eine größere Wasserfläche benötigt als für konventionelle Kläranlagen.

6.1.4 Gebäudebestand

Das Potenzial zur Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebestand ist hoch und beträgt bei konsequenter Umstellung des Bestandes auf Passivhausstandard bis zu 90%.

Da die investiven Maßnahmen hierfür jedoch sehr hoch sind, sollte zumindest in öffentlichen Gebäuden vor allem das Nutzerverhalten zur Senkung des Bedarfs trainiert werden. Hier besteht die Aufgabe im Wesentlichen darin, vorhandene Regel- und

Einsparung

Stellorgane so zu nutzen, dass die erforderliche Dienstleistung mit möglichst geringsten Energieeinsatz erreicht wird. [Kienzlen 2009] .

Da öffentliche Gebäude (v.a. Schulen und Kindergärten) relativ geringe Nutzungszeiten haben, kann die Temperatur über lange Zeiten abgesenkt werden. Schulen müssen beispielsweise in den Winterferien lediglich frostfrei gehalten werden. Allerdings ist darauf zu achten, dass vor Nutzungsbeginn frühzeitig mit dem Heizen begonnen wird, um Wände und Räume wieder aufzuheizen. In Treppenhäusern und Betriebsräumen kann die Temperatur deutlich unter den üblichen Raumtemperaturwert abgesenkt werden. Eine weitere Optimierung kann erreicht werden, indem Stundenpläne abgestimmt und abendliche Belegungen gebündelt werden bzw. während der Abendstunden nur die tatsächlich benutzten Räume auf Zimmertemperatur geheizt werden.

Darüber hinaus können Heizungspumpen und Lüftungsanlagen dem tatsächlichen Bedarf entsprechend geregelt werden. Üblicherweise werden diese in der Werksgrundeinstellung über Jahre betrieben. Diese liegt in der Regel deutlich über dem tatsächlich erforderlichen Bedarf.

Mit derartigen Maßnahmen können schnelle Einsparungserfolge erzielt werden, die auch in einer finanziellen Einsparung münden. Diese können als Grundlage oder Ergänzung für investive Maßnahmen zur Verbesserung der Gebäudesubstanz genutzt werden.

In Schulgebäuden ist ein sorgfältiges Belüften der Unterrichtsräume notwendig, um die Kohlendioxidkonzentration niedrig zu halten. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei geschlossenen Fenstern bereits nach einer Stunde Unterricht CO₂-Werte von über 1500 ppm erreicht werden können. Daher sollte die Belüftung kontrolliert durchgeführt werden, um bei guter Luftqualität den Energieverbrauch gering zu halten. Dies kann nur mit kontrollierter Zwangsbelüftung und fast vollständiger Wärmerückgewinnung aus dem Abluftstrom erreicht werden.

Auch wenn mit der Absenkung der Raumtemperatur sorgsam umgegangen werden muss, so gilt hier die Faustregel, dass die Absenkung um 1° zu einer Verbrauchreduktion von etwa 6% führt. Bei Schwimmbädern ergibt die Absenkung der Wassertemperatur um 1° eine Verbrauchsminderung von 20%. Daher liegt hier ein Hebel zur Verbrauchsoptimierung, der genutzt, aber im Hinblick auf den gewünschten Komfort nicht übertrieben werden soll. Die Praxis zeigt, dass 15 - 20% Einsparung erreichbar sind.

Nach einiger Zeit der Durchführung eines konsequenten Energiemanagements entwickelt sich bei den damit betrauten Mitarbeitern auch ein Gefühl für sinnvolle investive Maßnahmen an Gebäuden und Geräten. Die als wirtschaftlich erkannten Maßnahmen sollten dann zügig in Angriff genommen werden, wobei bereits ersparte Rücklagen eine finanzielle Ausgangsbasis bilden können.

Hierzu gehören die allgemein bekannten Maßnahmen wie Ersatz alter Fenster durch neue mit hochwertiger Wärmeschutzverglasung, Anbringung von Wärmeverbundsystemen,

Einsparung

Dämmung von Dächern und obersten Geschoßdecken oder Kellerdecken, Einbau von Brennwertgeräten mit nutzungsabhängiger Regelung, Einbau drehzahl geregelter Pumpen und Antriebe, Ersatz veralteter Beleuchtungsanlagen. Aufgrund der meist notwendigen hohen Investitionen sollten diese Arbeiten immer in Kombination mit ohnehin anstehenden Bauunterhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Eine weitere Maßnahme besteht in der Veränderung der Strahlungseigenschaften der Gebäude. Etwa durch sommerliche Abschattung von Gebäudefronten (z.B. Bepflanzung) oder helle Dachanstriche kann der sommerliche Wärmeeintrag und der notwendige Klimatisierungsbedarf deutlich reduziert werden. Auch wenn dies eine sehr einfache und kosteneffiziente Maßnahme ist, so stößt die Veränderung des Dachanstriches oft auf geringe Akzeptanz. Dies sollte man jedoch im Einzelfall prüfen.

Für die dem Landratsamt unterstellten Gebäude wurde bereits 1995/1996 ein ausführliches Energiegutachten mit Ermittlung entsprechender Einsparpotenziale und deren Kosten erstellt. Es muss geprüft werden, welche dieser Maßnahmen inzwischen umgesetzt wurden. Gegebenenfalls sollten die noch ausstehenden kosteneffizienten Maßnahmen sofort umgesetzt werden.

6.1.5 Krankenhäuser

Für die Krankenhäuser des Landkreises wurde 2006/2007 ein eigenes Energiegutachten erstellt, das sehr detailliert auf mögliche bauliche Maßnahmen eingeht.

Da Krankenhäuser einen hohen Energiebedarf haben, sind hier nicht-investive Maßnahmen zur Reduktion des Verbrauchs durch sinnvolle Regelung und Steuerung der Versorgung besonders wirkungsvoll.

Auch hier sind diese durch investive Maßnahmen, wie in dem angesprochenen Gutachten ausgeführt, zu ergänzen. Darüber hinaus haben Krankenhäuser einen erhöhten Kühlbedarf. Neben den bekannten Methoden zur Senkung des Kühlbedarfs durch technische Nachbesserung (Austausch alter Steuerungs- und Verdichteranlagen durch moderne drehzahlangepasste und stufenlos regelbare Anlagen) sollte geprüft werden, ob die Drosselungsventile der Gasversorgung nicht durch Expansionsturbinen ersetzt werden können. Hiermit könnte man zumindest einen Teil der Kälteleistung ohne Brennstoffmehrkosten über die Expansion des Gases und dessen Abkühlung erzeugen. Die Kosten würden sich damit auf die Investitionen vor allem für Expansionsturbine und Wärmetauscher beschränken.

6.1.6 Schulen

Die in Kapitel 4.2.3 erhobenen Energiekennzahlen der öffentlichen Gebäude geben im Vergleich einen ersten Hinweis über Gebäude mit ungewöhnlich hohem Energieverbrauch. Diese sollten eingehend genauer beobachtet und die Ursachen für den hohen Verbrauch

Einsparung

ermittelt werden. Vermutlich lassen sich diese Gebäude bereits mit einfachen Maßnahmen kosteneffizient nachbessern.

Aus den Vergleichsgrafiken lassen sich auch die Gebäude identifizieren, die einen besonders günstigen Energieverbrauch aufweisen. Innerhalb der kommenden 10 Jahre könnte man vermutlich durch konsequente Nachbesserung der Gebäude mit hohen Verbrauchswerten den gebäudetypischen Durchschnittswert deutlich absenken.

6.1.7 Abwärmenutzung des Abwassers insbesondere bei Schwimmbädern

Sowohl in Penzberg, als auch in Peißenberg und Schongau gibt es große beheizte Schwimmbecken. Hier ist zu prüfen, ob beim Wasserwechsel dem Abwasser nicht die Wärme entzogen werden kann.

Würde beispielsweise bei einem Volumenstrom von 5.000 m³/Tag – wie er in Weilheim typisch sein dürfte - die Abwassertemperatur um 1°C abgesenkt, dann könnten jährlich etwa 2 GWh_{th} Wärme zurückgewonnen werden. Dies entspricht dem Wärmebedarf von 70% aller Rathäuser im Landkreis. Natürlich müsste ein entsprechender Bedarf nahe der Abnahmestelle sein.

Tatsächlich gibt es in Penzberg seit einiger Zeit Überlegungen für eine sinnvolle Nutzung dieser Wärme, wobei sowohl der Effekt auf die Leistung der Kläranlage als auch die Kosten für Wärmetauscher oder Wärmepumpen gegengerechnet werden müssen.

6.1.8 Landkreiseigene und kommunale Miet- und Sozialwohnungen

Der Landkreis und die Kommunen besitzen etwa 20.000 – 30.000 m² Wohnfläche im Mietwohnungsbau. In diesen Gebäuden kann die öffentliche Hand Vorbildcharakter beweisen und diese dem aktuellen Stand der Energieeinsparverordnung entsprechend renovieren. Falls die Hemmnisse hier bereits zu groß für die Durchführung entsprechender Maßnahmen sein sollten, um wie viel weniger kann man dann von privaten Vermietern entsprechendes Engagement erwarten. Hier kann der Landkreis in eigener Regie die Ernsthaftigkeit der Bemühungen zur Erreichung des Klimaschutzzieles unterstreichen.

Beispielsweise können im Rahmen ohnehin geplanter Sanierungsmaßnahmen die Kosten minimiert werden. Allein die Installation von Solaranlagen zur Abdeckung des sommerlichen Wärmebedarfs liegt bereits heute am Rande der Wirtschaftlichkeit. Der Beitrag zur Wärmeversorgung liegt bei etwa 5 - 10% des Wärmebedarfs der entsprechenden Gebäude.

Ein Vollwärmeschutz für die Gebäudehülle kostet bei einem 3-geschossigen Mietwohnbau etwa 120 €/m² beheizte Wohnfläche [LBST 2009]. Bei alten Gebäuden sollten sich mit dieser Maßnahme alleine bereits Einsparungen von 50 – 100 kWh/m²/a erreichen lassen. Bei einem Brennstoffpreis von 1 € je Liter Heizöl oder je m³ Erdgas – im Mittel der kommenden 10 Jahre dürfte der Heizölpreis vermutlich deutlich höher liegen - würde sich

Einsparung

eine jährliche Einsparung von 5 – 10 €/m²/a erreichen lassen. Damit würde sich die Maßnahme alleine über die eingesparten Brennstoffkosten innerhalb 10 – 25 Jahre refinanzieren. Zusätzlich ist dies ein Beitrag zur Substanzerhaltung (der Taupunkt wird außerhalb des Mauerwerks verschoben) und zur Wertsteigerung der Immobilie. Bei vereinfachter statischer Rechnung ohne Berücksichtigung von Zinsen und Inflationen wie hier durchgeführt, ergeben sich über 20 Jahre betrachtet Einsparungskosten von etwa 0,06-0,12 €/kWh bzw. CO₂-Minderungskosten von etwa 200 € pro Tonne vermiedener CO₂-Emission.

6.1.9 Fahrzeuge

Fahrzeuge im Besitz von Landratsamt und Kommunen zeigen oft nur geringe Fahrleistungen, so dass deren Energieverbrauch nicht stark ins Gewicht fällt. Allerdings unterliegt die öffentliche Verwaltung einem Vorbildcharakter, so dass energiebewusste Maßnahmen im Verkehrsbereich ein energiepolitisches Engagement der Gemeinde unterstreichen können.

Umgekehrt dürfte es den Bürgern schwer vermittelbar sein, entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, wenn die Kommunen diese nicht auch selbst innerhalb ihrer Zuständigkeit umsetzen.

Zu den einfachen (und kostengünstigen) Maßnahmen gehören entsprechend verbrauchsarme Fahrzeuge, ein Fahrertraining für Kraftstoff sparende Fahrweise, Dienstfahrräder für Kurzstrecken, oder Mitarbeiteranreize zur Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel wie z. B. die Bezuschussung von Monats- oder Netzkarten.

Pressewirksam kann auch das Engagement bei der Nutzung von Fahrzeugen mit innovativen Antrieben sein. Das wird jedoch oft an den hohen Investitionen scheitern. Beispielsweise könnte mit Dienst-Elektrofahrrädern und öffentlich zugänglicher Ladestation für Elektrofahrzeuge ein kostengünstiger Einstieg in die Elektromobilität erreicht werden.

6.1.10 Einsparpotenzial im öffentlichen Sektor

Nimmt man die in Tabelle 6-1 zusammengestellten Verbrauchsdaten als Basis und setzt das Einsparpotenzial pauschal bei 50% des Wärmeverbrauchs, 50% des Stromverbrauchs für Straßenbeleuchtung, Pumpenstrom für die Wasserversorgung und den externen Strombedarf der Kläranlagen, so ergibt sich ein Reduktionspotenzial von 55 GWh_{th} an Brennstoffbedarf und 7 GWh_{el} an Strombedarf von Kommunen und Landratsamt. Dies summiert sich unter den obigen Annahmen auf ein Reduktionspotenzial von etwa 4 Mio. € pro Jahr. Damit können die CO₂-Emissionen jährlich etwa um 15.000 t CO₂ reduziert werden.

Einsparung

6.2 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Die Unternehmen können bezüglich ihres Energieverbrauchs verschiedenen Gruppen zugeordnet werden. Je nachdem, welchen Kostenfaktor der Energieverbrauch im Unternehmen darstellt, wird bereits heute jede sinnvolle Möglichkeit zur Effizienzsteigerung genutzt, oder die Energiekosten werden zwar als Kostenfaktor hingenommen, aber kaum optimiert, da oft das Vorurteil herrscht, dass diesbezügliche Maßnahmen teurer seien als der Einspareffekt.

So bemühen sich die beiden größten Unternehmen des Landkreises, UPM Kymmene und Roche Diagnostics, mit eigenen Mitarbeiterteams um jede Möglichkeit der kosteneffizienten Energieeinsparung. Roche Diagnostics beispielsweise überwacht Wärme- und Stromverbrauch aller Gebäude extrem genau, um möglichst zeitnah anormal hohen Verbrauch identifizieren und die Ursache beseitigen zu können. Darüber hinaus wird der Energiebedarf zur Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung im Verbund betrachtet und weitestgehend minimiert.

Einen noch bedeutenderen Kostenfaktor stellt der Energieverbrauch bei der Papierherstellung dar. Auch hier werden Strom und Wärme in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt und die Wärme kaskadierend genutzt. Neue Technologien werden auf ihre Möglichkeit zur Reduktion der Energiebezugskosten hin analysiert.

Beide Unternehmen haben langjährige Erfahrung. Insbesondere die positive Grundeinstellung zur Optimierung und Kostenreduktion der Energieströme kann für andere beispielgebend sein, wenn es gilt, die Motivation bei den weniger aktiven Unternehmen zu wecken.

Grundsätzlich bieten die folgenden energieintensiven Prozesse gute Ansätze zur Verbrauchsoptimierung:

- Gebäudehülle
- Kälteerzeugung
- Elektrische Motoren
- Druckluft

6.2.1 Gebäudehülle

Viele Büro- und Unternehmensgebäude sind älteren Baujahres. Bei größeren Unternehmen erfolgte der Zubau neuer Gebäude oft dem Bedarf entsprechend und musste kurzfristig geplant werden oder beruht auf alter Bausubstanz. Oft wurde nur minimal in den Erhalt der Bausubstanz investiert. Hier bieten sich zunächst große Einsparpotenziale über ein konsequentes Gebäudemanagement. Insbesondere bei Firmen mit eigenem Firmengelände würde sich die Etablierung eines Energieverantwortlichen

Einsparung

(Hausmeisterschulung) und die konsequente mindestens monatliche, besser tägliche Energieverbrauchsüberwachung vermutlich finanziell rentieren.

Über die Energieströme hinaus lassen sich erfahrungsgemäß über die Optimierung der Stoffströme weitere Einsparungen realisieren. Nach einer Anlaufphase erfordert die Überwachung und Beobachtung der Verbrauchsdaten nur noch minimalen Aufwand. Darüber hinaus kann man so wertvolle Erfahrungen und Hinweise gewinnen, um künftige Investitionen auch hinsichtlich der Energieverbrauchsreduktion optimal einzusetzen.

Das Potenzial zur Verbrauchsreduktion im Bestand liegt vermutlich bei 30 – 40 % des Wärmeverbrauchs.

6.2.2 Kälteerzeugung

Sei es zur Raumklimatisierung, zur Kühlung von Lebensmitteln und zur Tiefkühlung von Speisen oder Chemikalien und Pharmazeutika, der Energieaufwand zur Kälteerzeugung stellt einen großen Verbrauchsposten dar. So werden nach Abschätzungen des Deutschen Klima- und Kälteverbandes etwa 14% des gesamten gewerblichen Stromverbrauchs in Deutschland für Kühlzwecke benötigt.

Viele ältere Kühlaggregate werden mit konstanter Drehzahl und mit mechanischer Temperaturüberwachung betrieben. Dies bedingt eine intermittierende Betriebsweise: Die Aggregate kühlen mit voller Leistung unter die erforderliche Temperatur ab, solange bis nach Überschreiten eines Schwellenwertes die Abkühlung bei voller Leistung wiederholt wird. Startverluste und größer als notwendige Temperaturdifferenzen führen zu erhöhtem Energieverbrauch. Moderne drehzahlgeregelte Verdichter können so genau betrieben werden, dass die aktuellen Verluste gerade ausgeglichen werden. Dadurch reduziert sich der Energieverbrauch deutlich. Die Umrüstung eines fleischverarbeitenden Großbetriebes in Cottbus erbrachte Stromeinsparungen von über 50%, wobei sich die Investitionen innerhalb von weniger als zwei Jahren durch die Stromeinsparung refinanzierten.

Das Bundesumweltministerium stellt seit 2009 in einem eigenen Förderprogramm zehn Jahre lang Gelder zum Austausch alter gegen neue Aggregate zur Verfügung. Je nach Situation werden bis zu 35% der Investitionskosten übernommen. Gerade im Landkreis mit über 200 Gastronomiebetrieben, jeweils etwa 40 Bäckereien, Metzgereien, Apotheken, Lebensmitteleinzelhandelsgeschäften, sowie einer Brauerei und einem Eishersteller herrscht ein großer Kühlbedarf. Hier kann eine gezielte branchenspezifische Informationskampagne gemeinsam mit den entsprechenden Berufsverbänden die Potenziale aktivieren. Es wird geschätzt, dass innerhalb der typischen Branchen der Strombedarf um etwa 20 – 30 % durch Umstellung auf effiziente Techniken reduziert werden kann.

Einsparung

6.2.3 Elektrische Motoren

Im Maschinenbau und in vielen im Landkreis ansässigen Unternehmen wird ein großer Teil des Stromes zum Betrieb von Elektromotoren eingesetzt. Hier ist ein Einsparpotenzial in der Größenordnung von 10 – 20% des Stromverbrauchs der entsprechenden Betriebe zu erwarten. Unternehmen können selbst anhand einfacher Test-Kriterien und überschlägiger Berechnungen abschätzen, ob eine genauere Analyse erfolgversprechend wäre. Nähere Informationen hierzu findet man im Internet unter www.motorchallenge.de

6.2.4 Druckluft

Vor allem in Kfz-Betrieben aber auch an Produktionsanlagen oder in Sägewerken und Schreinereien wird Druckluft eingesetzt. Bei kleineren Werkstätten und Betrieben wird in der Regel ein 3 kW_{el} Verdichter zur Erzeugung der Druckluft eingesetzt. Dieser läuft meist ohne Unterbrechung über die gesamte Arbeitszeit. Wenn Undichtigkeiten im System auftreten, dann bleiben diese oft über einen langen Zeitraum unbemerkt. Ähnlich wie bei stand-by Verlusten von Elektrogeräten summieren sich die dadurch bedingten Energieaufwendungen über das ganze Jahr zu einem nennenswerten Beitrag. Dieser Stromverbrauch kann vollständig unterbunden werden, wenn die Anlage regelmäßig überprüft und bei Bedarf zeitnah repariert wird. Es gibt einfache Testverfahren und Überschlagsberechnungen zur Abklärung der Verluste und der dadurch verschwendeten Gelder. Unter www.druckluft-effizient.de findet man entsprechende Hinweise.

Es wird abgeschätzt, dass 10 – 20% des Stromverbrauchs der einschlägigen Betriebe eingespart werden können.

6.2.5 Einsparpotenzial

In Summe wird das Einsparpotenzial von Industrie und Gewerbe im Landkreis mit 40% des Wärmeenergiebedarfs und 20% des Strombedarfs abgeschätzt dies summiert sich zu 360 GWh_{th} Brennstoffe und 60 GWh_{el} Stromeinsparung.

6.3 Landwirtschaft

In der Landwirtschaft können die Emissionen vor allem durch Verzicht auf Kunstdünger, gezielte Ausbringung von Gülle, sparsamem Umgang mit Kraftstoffen und Reduktion des Heizenergiebedarfs der Gebäude reduziert werden. Da in der Vergangenheit seit 1990 die klimarelevanten Emissionen bereits um 15% zurückgegangen sind, genügt zur Erreichung des Reduktionszieles die weitere Reduktion von 29% gegenüber 2007. Unter der Randbedingung, dass die Rinderbestände nicht weiter reduziert werden, muss diese Reduktion vollständig durch Verzicht auf fossile Kraftstoffe für die Zugmaschinen und fossile Brennstoffe zum Beheizen des Wohnraumes erbracht werden.

Einsparung

Zur Wohnraumbeheizung wird heute etwa zu 65% Holz benutzt. In der Regel – und die Umfragen scheinen dies zu bestätigen – werden hier oft alte ineffiziente Einzelöfen mit hohem Holzverbrauch genutzt. Da das Potenzial zur energetischen Holznutzung bereits heute weitgehend – nicht vollständig – ausgeschöpft ist, kann hier der Austausch von alten gegen neue Öfen das Gesamtpotenzial erhöhen. Beispielsweise liegt die Brennstoffeffizienz bei alten Holzöfen um die 60 – 65 %. Der Ersatz durch einen modernen Ofen mit 90% Wirkungsgrad würde in Summe etwa 30 GWh_{th} an nicht mehr benötigtem Brennholz einsparen, das dann entsprechend vermarktet werden kann.

Darüber hinaus bietet sich bei milchwirtschaftlichen Betrieben die Nutzung sowohl von Gülle als auch von Grassilage zur Biogaserzeugung an. Gemäß Umfrageergebnis trug im Jahr 2007 Biogas mit etwa 5% zur Deckung des Energiebedarfs der landwirtschaftlichen Gebäude bei. Darauf wird nochmals im folgenden Kapitel eingegangen.

Der Stromverbrauch der Melkmaschinen bildet bei milchwirtschaftlichen Betrieben mit etwa 300 – 500 kWh_{el}/a je Kuh den größten Verbrauchsposten. Dieser kann durch Wärmerückgewinnung zur Warmwasserbereitung zu einer Brennstoffreduktion im Bereich von 10% beitragen. Die Hochrechnung der Umfrageergebnisse lässt darauf schließen, dass im Jahr 2007 etwa ein Drittel der Landwirte Melkmaschinen mit Abwärmenutzung einsetzten. Umgekehrt formuliert bietet sich hier noch bei zwei Drittel der landwirtschaftlichen Betriebe ein Potenzial zur Reduktion des Brennstoffbedarfs.

Darüber hinaus haben vor allem Zustand und Betriebsweise der landwirtschaftlichen Zugmaschinen einen deutlichen Einfluss auf den Energieverbrauch. Je nach Fahrweise kann hierdurch der Kraftstoffverbrauch verdoppelt oder halbiert werden.

So erhöht z. B. der Einsatz ungeschliffener Messer zur Schnittgraserzeugung oder Ernteeinbringung den Energieverbrauch um bis zu 40 Prozent. Bereifung mit Überdruck sorgt für ein stärkeres Einschneiden der Fahrspur auf dem Acker und zu entsprechendem Kraftstoffmehrverbrauch, der bis zu 50% betragen kann. Hier gibt es eine ganze Menge von Verhaltensmaßnahmen, die den Kraftstoffverbrauch beeinflussen.

Entsprechende landwirtschaftliche Vereinigungen können den Landwirten in Vortrags- und Schulungsveranstaltungen die Maßnahmen im Einzelnen erläutern. Daher sollten solche Veranstaltungen von den Verbänden angeboten werden.

Es wird abgeschätzt, dass durch entsprechende Verhaltensänderungen die Lachgasemissionen um etwa 50% reduziert werden können. Das Potenzial zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs liegt bei etwa 40%, das zur Brennstoffeinsparung bei etwa 70%, wovon 50% durch wärmetechnische Maßnahmen am Gebäude und 20% durch effizientere Heizungsanlagen und Öfen erbracht werden können.

Einsparung

6.4 Wohngebäude und Haushalte

6.4.1 Brennstoffbedarf

Auf Basis der Gebäudestruktur kann das technische Einsparpotenzial im Wohngebäudebereich ermittelt werden, das sich ergibt, wenn alle Gebäude dem aktuellen Wärmestandard entsprechend saniert werden. Da hier zeitliche und wirtschaftliche Aspekte außer Acht bleiben, kann man dieses Potenzial als theoretisches Einsparpotenzial bezeichnen.

Wie Abbildung 6-1 zeigt, entspricht dies einer Verbesserung des spezifischen Wärmeverbrauchs durch gebäude- und anlagentechnische Maßnahmen von 207 kWh_{th}/m²/a auf 80 kWh_{th}/m²/a, bzw. um fast 130 kWh_{th}/m²/a.

Die Konzentration der Sanierungsmaßnahmen nur auf Bauwerke älter als Baujahr 1988 zeigt einen wesentlich größeren spezifischen Effekt, da der Bestand im Mittel 240 kWh_{th}/m²/a Energie benötigt.

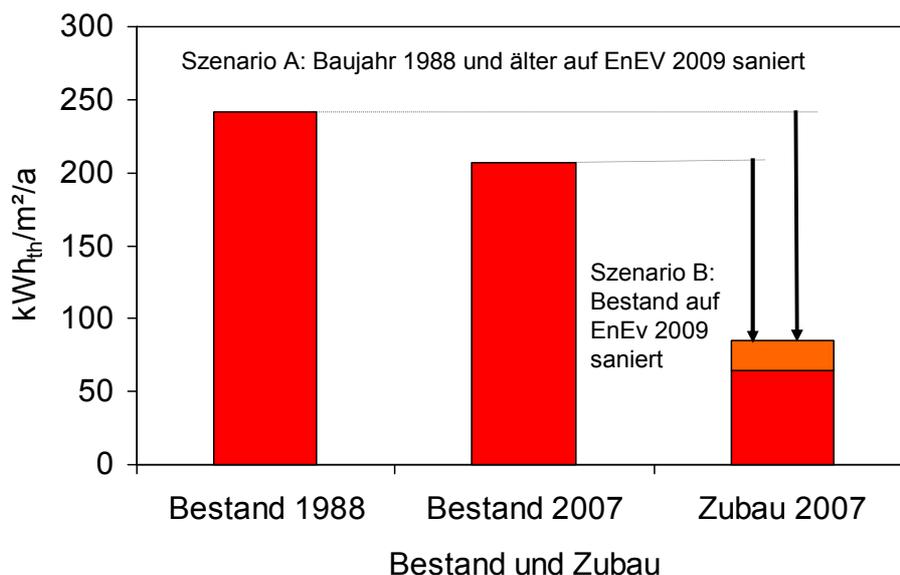


Abbildung 6-1 Annahmen zur Ermittlung des theoretischen Einsparpotenzials: Entweder alle vor 1988 errichteten Gebäude werden auf den Wärmestandard des Jahres 2007 saniert (Szenario A) oder alle bis 2007 errichteten Gebäude (Szenario B)

Wie sich diese Maßnahmen auf den Gesamtenergieverbrauch auswirken würden, zeigt Abbildung 6-2: Die Sanierung der Gebäude älter als Baujahr 1988 ergibt gegenüber 2007

Einsparung

eine Absenkung des Heizenergiebedarfs (inkl. Warmwasser) um 52%. Die zusätzliche Sanierung auch der Gebäude mit Baujahr 1988 – 2007 erbringt zusätzlich 20% Reduktion, also insgesamt 60% Reduktion gegenüber 2007.

Die Reduktion gemäß Szenario A (Sanierung des Gebäudebestands älter Baujahr 1988 auf aktuellen wärmetechnischen Standard) würde ausreichen, um den Heizenergieverbrauch bis 2020 um 40% zu reduzieren.

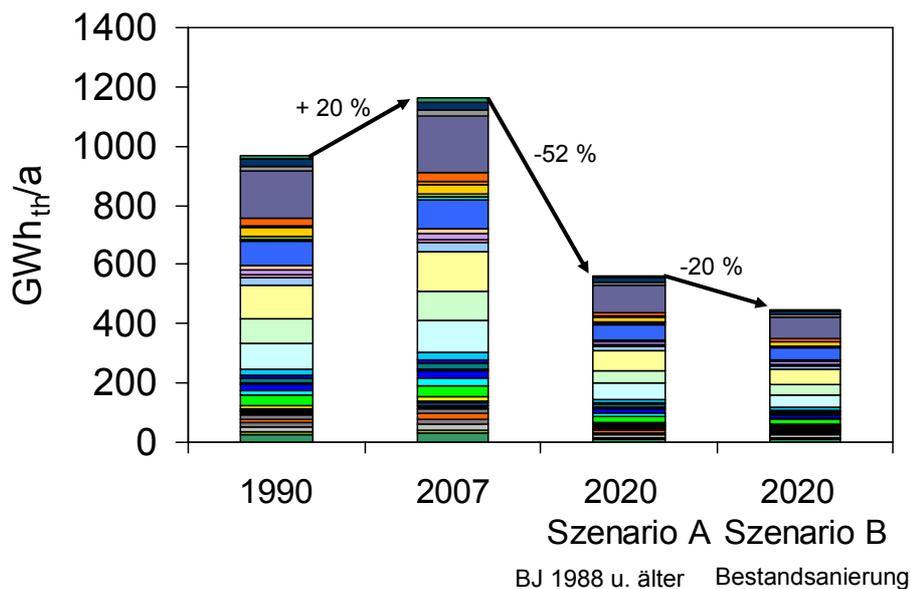


Abbildung 6-2: Theoretisches Reduktionspotenzial der in Abbildung 6-1 getroffenen Annahmen

Der größte Beitrag zur Verbrauchsreduktion kommt vom Gebäudebestand älter als Baujahr 1988. Dies ist einmal auf deren großen Anteil zurückzuführen – fast 70% der Wohnfläche im Landkreis sind Gebäuden mit Baujahr 1987 oder älter zuzuordnen –, andererseits aber ist der spezifische Energieverbrauch der alten Gebäude wesentlich größer, so dass deren Sanierung einen größeren Reduktionsbeitrag leistet. In Kapitel 8 wird durchgerechnet, wie stark die Sanierungsrate ansteigen muss, um dieses Potenzial bis zum Jahr 2020 zu realisieren.

Darüber hinaus lässt sich der Wärmebedarf bzw. der sommerliche Klimatisierungsbedarf auch durch eine Veränderung der Strahlungseigenschaften des Gebäudes beeinflussen. Beispielsweise sorgt eine Fassadenbepflanzung im Sommer für eine Abschattung und damit Kühlung der Gebäudesubstanz. Im Winter kann die Sonne durch die jetzt blattlosen Äste die Hauswand aufwärmen. Dieser Effekt kann durch künstliche Einfärbung der

Einsparung

Dachhaut ebenfalls genutzt werden. Allerdings stößt dies oft auf Akzeptanzprobleme, so dass dies bisher kaum praktiziert wird.

Eine gute Möglichkeit zur Brennstoffeinsparung bietet auch eine optimierte Wärmepumpe. Diese nutzt geschickt die Verdichtung und Entspannung eines Arbeitsmediums zum Wärmetransport aus der kälteren Umgebung zur Beheizung des Wohnraumes. Die Verdichtungsarbeit wird in der Regel mit elektrischen Verdichtern durchgeführt. In Summe kann sich dadurch bei guter Auslegung der Primärenergiebedarf deutlich verringern. Bei schlecht ausgeführten Anlagen ist dies jedoch nicht der Fall. Darüber hinaus steigt der Strombedarf zur kalten Jahreszeit. Dies gilt es zu berücksichtigen. Die Primärenergiebilanz kann noch verbessert werden, wenn anstelle einer strombetriebenen Wärmepumpe eine mit Erdgas oder Biomasse angetriebene Absorptionswärmepumpe genutzt wird. Wärmepumpen werden im Kapitel 7.4.1 (Oberflächennahe Geothermie) ausführlicher besprochen.

In Tabelle 6-2 sind übersichtlich Sanierungsmaßnahmen an Wohngebäuden zusammengestellt mit typischen Energieeinsparwerten und ungefähren Kosten der einzelnen Maßnahmen.

Tabelle 6-2 Zusammenstellung von Sanierungsmaßnahmen mit typischen Energieeinsparwerten und Kosten (eig. Berechnung nach [Gabriel 2010])

Maßnahme	Bezugsfläche	Energieverbrauch [kWh _{th} /m ² _{Bezugsfl.} /a]	Kosten [€/m ² _{Bezugsfläche}]
Energieverbrauch: Istzustand	Wohnfläche	270	---
Brennwertkessel	Wohnfläche	- 30	50 €/m ² _{Wohnfläche}
20 cm Dachdämmung	Dachfläche	- 60	80 €/m ² _{Dachfläche}
6 cm Kellerdeckendämmung	Grundfläche	- 20	20 €/m ² _{Kellerdecke}
16 cm Außenwanddämmung	Wandfläche	- 60	150 €/m ² _{Wandfläche}
Wärmeschutzisolierverglasung	Fensterfläche	- 100	500 €/m ² _{Fensterfläche}
Solaranlage	Kollektorfläche	- 300	700 €/m ² _{Wohnfläche}
Energieverbrauch vollsaniert	Wohnfläche	80	
Sanierungskosten	Gebäude		~ 65.000 €

Für ein typisches Einfamiliengebäude mit 150 m² Wohnfläche summieren sich diese Kosten auf etwa 65.000 €. Damit könnte der gesamte Wärmeenergieverbrauch des Gebäudes um ca. 190 kWh_{th}/m²/a verringert werden. Ein Altbau mit einem Energiebedarf

Einsparung

von 270 kWh_{th}/m²/a würde nach der Sanierung etwa 80 kWh_{th}/m²/a verbrauchen. Diese überschlägige Berechnung kann nicht die Berechnung der Einzelbauteile in einem konkreten Fall ersetzen, da die genauen Kosten von Baugeometrie und Bauzustand und Baumaterial abhängen.

6.4.2 Stromverbrauch

Moderne Haushaltsgeräte sind wesentlich sparsamer als ältere Modelle. Insbesondere bei Kühlschränken wirkt sich der Austausch alter gegen neue Geräte deutlich auf die Stromrechnung aus. Moderne Beleuchtungskörper benötigen bei vergleichbarer Leuchtleistung nur ein Viertel des Strombedarfs von Glühlampen.

Allerdings haben sich in der Vergangenheit fast alle Extrapolationen zur Verifizierung der Stromeinsparungen als nichtig erwiesen: Gerade durch die großen Energieeffizienzgewinne von Elektrogeräten und Akkumulatoren hat sich eine Vielzahl neuer Anwendungsmöglichkeiten ergeben. Dies hat zur Folge, dass zwar die einzelnen Geräte wesentlich weniger Strom als vor zehn oder zwanzig Jahren benötigen, dass aber durch die Vielzahl der neuen Anwendungen in Summe heute mehr oder zumindest nicht weniger Strom im Haushalt verbraucht wird als vor 10 oder 20 Jahren.

Beispiele gibt es in großer Zahl: Mobiltelefon, Heimcomputer und elektronische Spiele, Flachfernseher mit wesentlich größerer Bildfläche. Beispielsweise verdoppelt sich der Energieverbrauch eines Fernsehers, der zwar pro Fläche nur halb so viel benötigt wie das Vorgängermodell, dessen Bildschirmdiagonale aber doppelt so groß ist.

Darüber hinaus ist es nicht selten, dass zwar ein neues sparsames Kühlgerät gekauft wird, dass aber das alte Modell nicht entsorgt, sondern zur Getränkekühlung weiterhin benutzt wird.

Umgekehrt spiegelt dies das schon eingangs angesprochene Dilemma: Einerseits sollen die Emissionen und damit der Energieverbrauch reduziert werden. Andererseits zwingen die ökonomischen Randbedingungen die Unternehmen, immer neue Produkte zu entwickeln und umsatzsteigernd zu vermarkten. Daher hat der in großem Stile durchgehaltene Verzicht auf neue Produkte parallel immer auch eine Rückwirkung auf die Wirtschaftszahlen der entsprechenden Firmen.

6.5 Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken

In Deutschland beträgt der durchschnittliche Wirkungsgrad zur Stromerzeugung etwa 35%. Das heißt, nur etwa 35% der eingesetzten Primärenergie (meist Kohle, Nuklearstrom oder Erdgas) finden sich im Strom wieder. Die restliche Energie geht als Abwärme in die Umgebung.

Der Wirkungsgrad der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern kann auf bis zu 85% erhöht werden, wenn man die bei der Stromverzeugung anfallende Wärme zur Beheizung

Einsparung

von Wohngebäuden nutzt. In großen zentralen Anlagen wird diese Wärme in ein eigenes Fernwärmenetz gegeben, das dann am Verbrauchsort bei Bedarf entnommen wird. Peißenberg und Schongau haben beispielsweise relativ große Fernwärmenetze aufgebaut. Hier sind es vor allem Erdgas und Biomasse, die zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden.

Auch kleinere Biomasseanlagen mit 5 kW elektrischer Leistung nutzen die entstehende Wärme zur Beheizung des entsprechenden Gebäudes. Hierbei wird die Anlage in der Regel dem Wärmebedarf entsprechend betrieben, der Strom fällt als zweites Produkt an und wird ins Stromnetz eingespeist. Damit eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage kostengünstig betrieben werden kann, muss sie so ausgelegt sein, dass sie nicht die gesamte benötigte Wärme bereitstellt, sondern die sogenannte Grundlast liefert, die vor allem aus der Erwärmung des Warmwassers und einem Teil der Heizenergie besteht. Gut dimensionierte Anlagen werden bis zu 6.000 Stunden im Jahr betrieben.

Aus Sicht der effizienteren Nutzung der Primärenergie muss der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen empfohlen werden, wo immer dies bezüglich des Heizenergiebedarfs und der Kosten darstellbar ist.

Aus Sicht des Landkreises Weilheim-Schongau und unter Berücksichtigung der in der Einleitung skizzierten Veränderung der Randbedingungen ist dies differenzierter zu bewerten.

Da Erdöl und Erdgas knapper und kostbarer werden, muss der Fokus auf Investitionen gelegt werden, die die Abhängigkeit davon reduzieren. Das bedeutet z. B. dass der Ersatz einer Öl- oder Gasheizung durch ein Blockheizkraftwerk zwar die Energie durch gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme effizienter nutzt, dass aber der Brennstoffverbrauch gegenüber der reinen Wärmeerzeugung um etwa 30% ansteigt. In Summe wird zwar weniger Brennstoff verbraucht, aber die Reduktion findet außerhalb des Landkreises bei der konventionellen Stromerzeugung statt, wenn sich dies denn so direkt auswirkt.

Diese zusätzliche Erhöhung der Abhängigkeit von Öl oder Gas bedeutet natürlich, dass in wenigen Jahren verstärkte Anstrengungen notwendig werden, um diese Abhängigkeit wieder zu reduzieren. Unter diesem Gesichtspunkt ist es wesentlich sinnvoller, bei einem anstehenden Austausch der Heizungsanlage auf die absolute Reduktion des Öl- oder Gasverbrauchs Wert zu legen: Also eine effizientere Heizungsanlage oder ein Umstieg auf andere Energieträger.

Anders sieht es natürlich bei einem mit Biomasse betriebenen Blockheizkraftwerk aus. Dieses reduziert definitiv die Abhängigkeit von Öl und Erdgas. Angesichts des begrenzten Potenzials im Landkreis sollten die vorhandenen Möglichkeiten so weit wie möglich ausgeschöpft und die Biomasse so effizient wie möglich eingesetzt werden.

Einsparung

6.6 Verkehr /Mobilität

Wie in Kapitel 3 angedeutet wurde, werden heute die Mobilitätsbedürfnisse vorwiegend über die Fahrt mit dem Pkw befriedigt. Die Vielfalt der Erfüllung von Mobilitätsbedürfnissen wurde weitgehend auf den motorisierten Individualverkehr reduziert.

Das war nicht immer so und ist keine Selbstverständlichkeit. Doch die Entwicklung ist klar nachvollziehbar.

Bis etwa 1940 dominierte der nicht motorisierte Verkehr das Mobilitätsverhalten. Fußwege und Fahrten mit dem Fahrrad oder dem Pferdefuhrwerk waren die Regel. Zunehmend übernahm der öffentliche Nahverkehr diese Funktion, insbesondere die Eisenbahn. Diese erlangte um 1950 den größten Anteil.

In den 1960er Jahren entfällt etwa die Hälfte des Verkehrsaufkommens im Landkreis auf Fußgänger und Fahrradfahrer. Der motorisierte Verkehr wird zu gleichen Teilen von ÖPNV und Pkw getragen. In späteren Jahren fällt dieses Verhältnis einer einseitigen Straßen- und Pkw-orientierten Siedlungs- und Verkehrspolitik zum Opfer. Der öffentliche Verkehr muss wegen zurückgehender Nachfrage sein Angebot reduzieren, was zu weiter sinkenden Fahrgastzahlen führt. Die zunehmend zerstreute Siedlungsstruktur erschwert nicht nur die öffentliche Verkehrsbedienung, sondern reduziert auch die Erreichbarkeit und den Anteil des nicht motorisierten Verkehrs. Der private Pkw wird zunehmend zur Voraussetzung der Siedlungsstruktur [Michael 2003].

Im Folgenden werden zwei Szenarien skizziert, die am Institut für Verkehrsplanung der TU München erstellt wurden und die die grundsätzlich unterschiedlichen Auswirkungen der Veränderung der Siedlungsstrukturen aufzeigen sollen.

Abbildung 6-3 zeigt die geschätzte Entwicklung des Personennahverkehrsaufkommens nach Verkehrsmitteln im Landkreis, wobei täglich 3 Fahrten und Wege pro Einwohner angenommen wurden. Die Ergänzung und Auffächerung zwischen den Jahren 2000 bis 2020 zeigt die mögliche Entwicklung gemäß der zwei unterschiedlichen Szenarien: Eines Status-quo Szenarios unter Fortschreibung der bestehenden Trends und eines Alternativszenarios unter der Annahme, dass die weitere Bildung von Streusiedlungen reduziert wird und eisenbahnnah eine Bebauungsverdichtung erfolgt. Dies würde die Erreichbarkeit und damit die Akzeptanz des öffentlichen Verkehrs deutlich erhöhen. Geringere Flächenversiegelung und reduzierter Bedarf nach neuen Straßen wären die Folge.

Einsparung

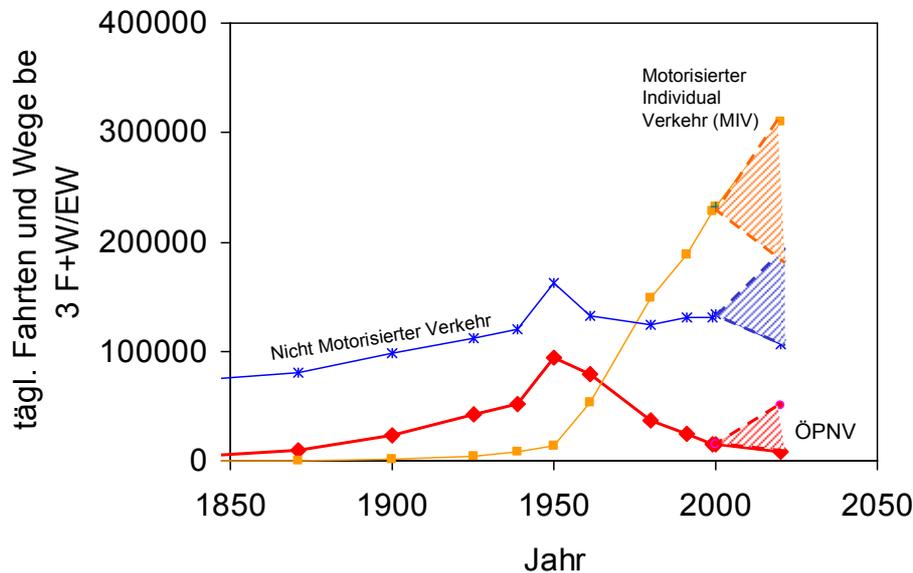


Abbildung 6-3 Geschätzte Entwicklung des Personennahverkehrsaufkommens nach Verkehrsmitteln im Landkreis Weilheim-Schongau und Fortschreibung bis zum Jahr 2020 unter Berücksichtigung zweier unterschiedlicher Szenarien [Michael 2003]

Tabelle 6-3 zeigt die wesentlichen Unterschiede in den Annahmen der beiden Szenarien. Die Tabelle stellt die wesentlichen Aspekte gängiger Siedlungs- und Verkehrsplanung der Alternativplanung gegenüber, welche deutlich geringeren Flächenverbrauch und in Folge reduziertes Individualverkehrsaufkommen erwarten lässt.

Tabelle 6-3 Nachhaltigere Alternativen zum Trend der ressourcenintensiven Siedlungs- und Verkehrsentwicklung des Landkreis Weilheim-Schongau [Michael 2003]

Trendfortsetzung; statt....	Alternativszenario; besser...
...urbaner Streuung und Zersiedelung	Konzentration der Wohn- und Gewerbeflächen auf urbane, mit dem ÖPNV gut erreichbare Zentren
...flächendeckendem Ausbau des Straßennetzes	Aktivierung des Schienennetzes und Ausbau des ÖPNV-Angebotes
...Zerstreuung zentraler Funktionen in Randlagen	Integration zentraler Funktionen in neue, mit Knotenpunkten des ÖPNV verbundene Nebenzentren

Einsparung

Trendfortsetzung; statt...	Alternativszenario; besser...
...der gestaltlosen Anstückelung immer neuer Siedlungsflächen	Umbau und Nachverdichtung bestehender Siedlungsflächen, Innenentwicklung
...monofunktionaler ebenerdiger Einkaufs- und Freizeitbereiche	Geschichtete multifunktionale Zentren mit mehrfach genutzten Parkflächen
...zufälliger Dichtestrukturen	Auf Zentren und ÖPNV-Knoten gerichtete Dichte
...landschaftszerstörerischer weiträumiger Orts- umfahrungen	Flächensparende Zentrenumfahrungen gekoppelt mit einem dichteren öffentlichen Verkehrsnetz
...isolierter öffentlicher Grünflächen und monotoner Intensivlandwirtschaft	Vernetzte, multifunktionale Grünzüge für Erholung, ökologischen Ausgleich, Gartenbau und Recycling

Die Verkehrsplaner haben auch die aus diesem Szenario bis zum Jahr 2020 geschätzten Veränderungen gegenüber dem Jahr 2000 errechnet. Diese sind in Tabelle 6-4 gegenüber gestellt.

Tabelle 6-4 Gegenüberstellung der bis 2020 erwarteten Veränderungen gegenüber dem Jahr 2000 bei Trendentwicklung (mittlere Spalte) und Umsetzung des Alternativszenarios (rechte Spalte) [Michael 2003]

	Trendorientierte fachliche und örtliche Anpassung	Ressourcenorientierte überfachliche überörtliche Entwicklungsplanung
Einwohner	+ 14.600 Einwohner	+14.600 Einwohner
Arbeitsplätze	7.000	7.000
Verteilung des Einwohner- zuwachses:	Flächenhafte Streuung	Punktaxiale Konzentration auf zentrale Orte und Entwicklungsachsen
In den 5 Städten und Märkten	+5.400 Einwohner	+16.700 Einwohner
In den 29 ländlichen Gemeinden	+11.300 Einwohner	Kein Zuwachs
Anteil der ländl. Gemeinden	45 %	38 %
Zuwachs an Einzelhandelsfläche	Isolierte, monofunktionale horizontale Funktionsbereiche	Integrierte, multifunktionale geschichtete Zentren
Peripher	90 %	10%

Einsparung

In Zentren	10 %	90 %
Zuwachs an Siedlungsfläche	Periphere Anstückelung, Randmaximierung von Wohnflächen	Zentren- und ÖV-orientierte Wohnviertel mit gerichteter Dichte
In den 5 Städten und Märkten	+ 3 Mio. m ²	+ 3,15 Mio. m ²
in den 29 ländlichen Gemeinden	+ 11,2 Mio. m ²	+ 0,95 Mio. m ²
insgesamt	+ 14,2 Mio. m ²	+ 4,1 Mio. m ²
	Nachfrageorientierter Straßenausbau	Erreichbarkeitsorientierter, stadtverträglicher Verkehr
Straßenneubau	Ca. 30 km	Ca. 10 km
Schiennenneubau	0 km	Ca. 5 km
Pkw-Fahrten	+ 77.000 Fahrten	-49.800 Fahrten
Anteil des motorisierten Individualverkehrs	73 %	43 %
Zulassungen Pkw	+ 29.100 Pkw	+ 17.650 Pkw

Diese Analysen machen deutlich, dass es Alternativen in der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung gibt. Allerdings sind diese nicht populär, da sie alle auf eine Reduktion des privaten Straßenverkehrs hinauslaufen und eine Verhaltensänderung bewirken.

Siedlungsplanung und Verkehrsplanung haben einen wesentlichen Einfluss auf den künftigen Energieverbrauch. Sie müssen integriert erfolgen, um die Möglichkeiten der öffentlichen Verkehrsmittel erfolgreich zu nutzen. Wichtig ist, zu erkennen, dass die Siedlungsplanung bereits den wesentlichen Trend des künftigen Flächen- und Energieverbrauchs festlegt. Gerade, da Änderungen langsam und über lange Zeiträume erfolgen, sollte man sich zunehmend mit Alternativplanungen befassen, um Schritt für Schritt eine Veränderung zu erreichen.

Steigende Erdölpreise und dadurch reduzierte Pkw-Fahrten werden vermutlich den Beginn dieses Umdenkens in der Planung markieren. Angesichts der im ersten Kapitel skizzierten Trends der künftigen Energieversorgung ist es sogar wahrscheinlich, dass innerhalb der kommenden fünf Jahre dieses Umdenken einsetzt. Es wäre aus Gründen des Klimaschutzes, der Ressourcenschonung und unter städte- und landschaftsplanerischen Aspekten ein effizienteres Szenario als die weitere Fortführung der nachfrageorientierten Planung.

Hier zeigt sich sehr konkret das im einleitenden Kapitel formulierte Dilemma, dass die aus klimapolitischer Sicht gewünschte Reduktion des Kfz-Verkehrs auch die Nachfrage nach den entsprechenden Fahrzeugen reduziert. Von dieser Nachfrage aber ist das produzierende Gewerbe im Landkreis in hohem Maße abhängig.

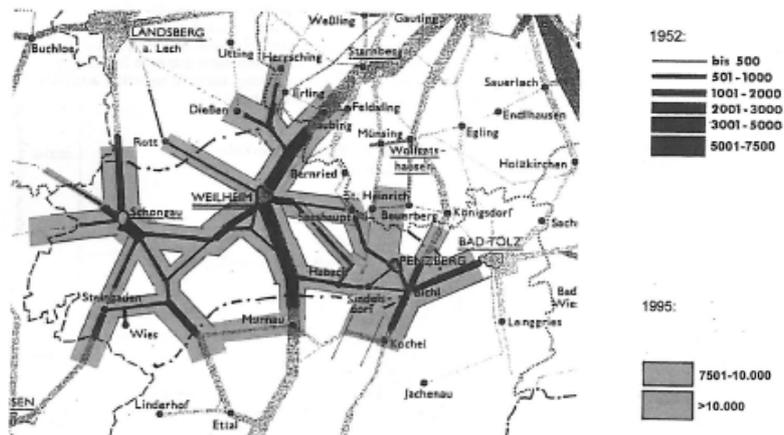
Einsparung

Dieses Dilemma lässt sich langfristig nur dadurch lösen, dass die gewünschten Veränderungen im Mobilitätsverhalten mit entsprechenden Veränderungen der Wertschöpfung einhergehen. Positiv formuliert muss an erster Stelle eine ehrliche Analyse der sich verändernden Bedarfsstrukturen stehen. Die regionale Wirtschaftsausrichtung wird nur dann mittel- und langfristig erfolgreich sein, wenn sie sich an den Ergebnissen dieser Analyse orientiert und entsprechende Konsequenzen zieht. Und vermutlich werden steigende Erdölpreise sehr schnell neue Rahmenbedingungen schaffen, die diesen Umschwung nicht mehr als freiwilligen Akt zulassen, sondern erzwingen werden.

6.6.1 Weitere Maßnahmen, den übrigen Verkehr betreffend

Abbildung 6-4 zeigt die regionale Zunahme des Straßenverkehrs zwischen 1952/1953 und 1995. Weder die inzwischen gebaute Autobahn noch örtliche Umgehungsstraßen konnten bewirken, dass sich das Verkehrsaufkommen reduziert hätte. Dies ist nur dann möglich, wenn man grundsätzlichere Maßnahmen in der Siedlungs- und Verkehrsplanung umsetzt, wie dies weiter oben besprochen wurde.

Zunahme der Verkehrsmenge von 1952/1953 und 1995



Fahrzeuge des motorisierten Personen- und Güterverkehrs

Je 24 Stunden im Jahresdurchschnitt

Abbildung 6-4 Zunahme der Verkehrsmenge von 1952/1953 bis 1995
[Michael 2003]

Kern einer Steigerung des ÖPNV bildet vor allem die Ausweitung der Pendlerkapazität zwischen Weilheim und München. Dies erfordert insbesondere die Erhöhung der Fahrgastkapazität zwischen Weilheim und Tutzing über den zweigleisigen Ausbau der Strecke.

Einsparung

6.6.2 Neue Antriebstechnologien und Kraftstoffe

Treibhausgasemissionen lassen sich auch durch die Wahl des Energieträgers beeinflussen. Daher kommt dem technologischen Wandel eine große Bedeutung zu.

Prinzipiell können emissionsfreie Kraftstoffe und/oder alternative Antriebstechnologien genutzt werden. Im Wesentlichen gibt es folgende technische Möglichkeiten:

- Biogene Kraftstoffe, die in ihrer Kohlenstoffbilanz weitgehend neutral sind
- Elektroantriebe mit Stromspeicherung am Fahrzeug (reine Elektrofahrzeuge)
- Elektroantriebe mit Stromerzeugung am Fahrzeug (Wasserstoffbetriebene Brennstoffzellenantriebe)

Der Landkreis hat hier nur einen begrenzten Handlungsspielraum, da diese Entwicklungen kostspielig sind und auf bundespolitischer Ebene entschieden werden. Die technische Realisierung muss von den einschlägigen Unternehmen vorangetrieben werden. Dennoch können Keime gesetzt werden.

Alle der genannten Technologien sind noch in der Erprobungs- und Einführungsphase. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass diese innerhalb der kommenden 10 Jahre einen bedeutenden Anteil am Verkehrsaufkommen haben.

Das Potenzial zur biogenen Kraftstoffherzeugung ist im Landkreis sehr begrenzt. Es mag im Einzelfall sinnvoll genutzt werden (z.B. zur Versorgung landwirtschaftlicher Fahrzeuge), wird aber nur einen kleinen Teil der Fahrzeuge versorgen können.

Reine Elektrofahrzeuge haben die beste Energieeffizienz. Allerdings bestehen hier noch große Probleme bei Infrastruktur und Energiespeicherung. Technische Eigenschaften, Langzeit- und Temperaturverhalten und Kosten sind heute keineswegs befriedigend gelöst.

Je kleiner und energiesparsamer die Fahrzeuge sind, desto leichter sind diese Probleme lösbar. Bisher sind nur Elektrofahrräder (sog. Pedelecs) technologisch halbwegs ausgereift.

Heute ist nicht absehbar, ob es jemals Elektrofahrzeuge in großer Stückzahl zu erschwinglichen Preisen geben wird, die den Anforderungen gerecht werden. Vermutlich werden diese sich immer auf den Kurzstreckenbereich (< 100-150 km) begrenzen. Für Langstreckenfahrzeuge – insbesondere Transportfahrzeuge – müssen andere Lösungen gesucht werden wie z.B. Wasserstofffahrzeuge.

Heute muss man damit rechnen, dass aufgrund der bestehenden und keineswegs trivialen Probleme das heutige Mobilitätsverhalten auch in zwanzig oder dreißig Jahren nicht nur durch den Ersatz von Technologie und Kraftstoff aufrecht erhalten werden kann. Sehr wahrscheinlich werden aufgrund der erhöhten technischen Komplexität alle alternativen Formen nicht in den Stückzahlen und mit den Fahrleistungen heutiger mit Erdöl betriebener Fahrzeuge fortgesetzt werden können.

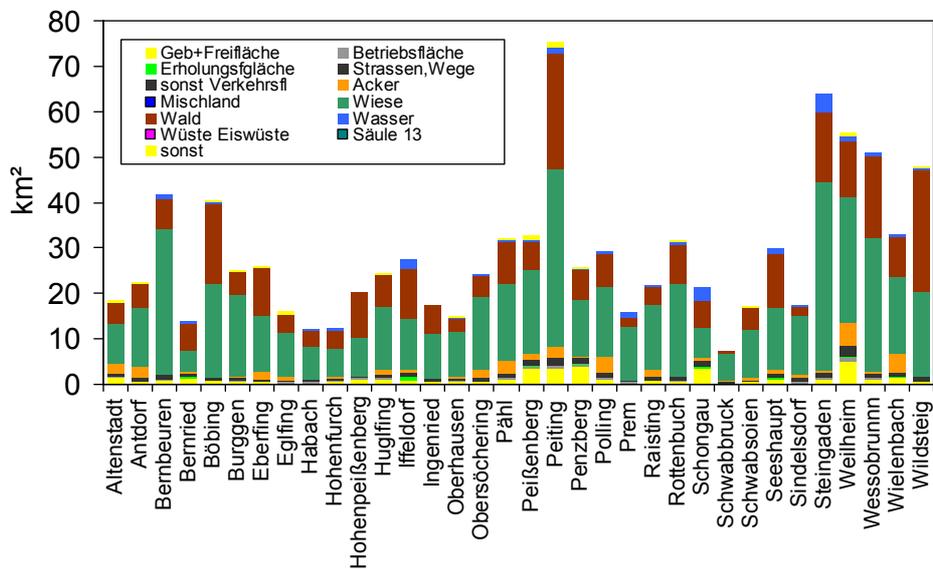
Erneuerbare Energien

7 ERNEUERBARE ENERGIEN

7.1 Flächennutzung im Landkreis

7.1.1 Flächennutzung im Jahr 2007

Abbildung 7-1 zeigt die Flächennutzung im Landkreis und innerhalb der Gemeinden. Es wird deutlich, dass Wiesen und Wälder bei weitem dominieren. Da die Nutzung erneuerbarer Energien sehr flächenintensiv ist, gibt die verfügbare Fläche einen ersten Hinweis auf die Größe der Potenziale.



Quelle: Gemeindedaten, 2008

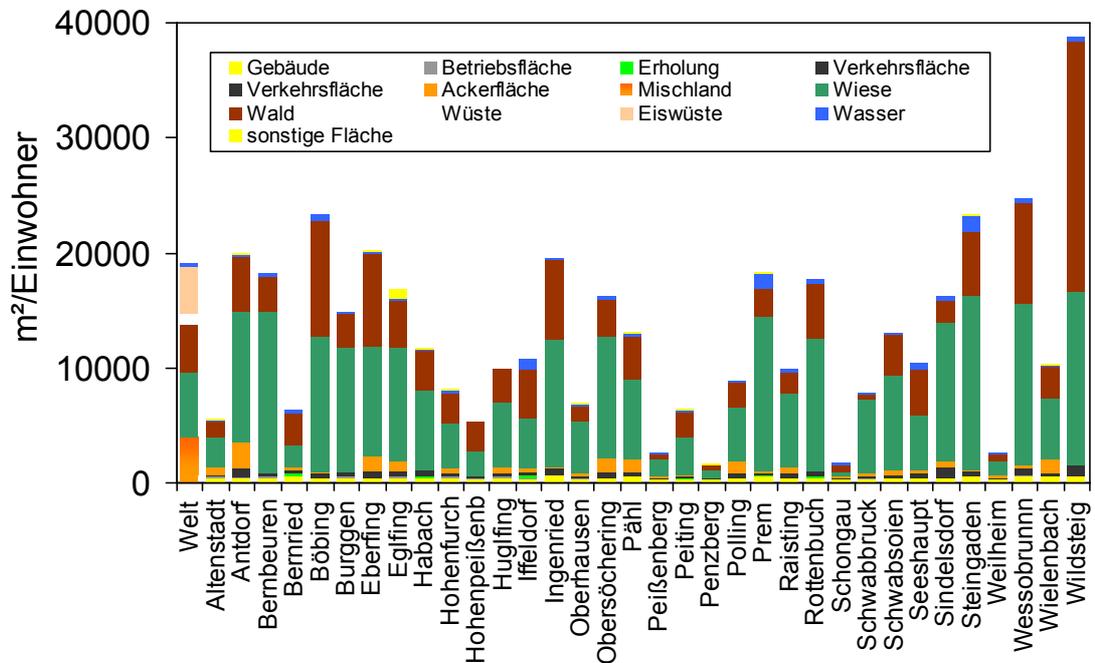
Abbildung 7-1 Flächennutzung im Landkreis Weilheim-Schongau differenziert nach Gemeinden

Wesentlich aussagekräftiger ist hier allerdings die spezifische Flächennutzung je Einwohner. Im weltweiten Mittel stehen jedem Einwohner knapp 20.000 m² an Landfläche zur Verfügung. Fast 25% entfallen hierbei auf Wüsten und Eisflächen, so dass sie nicht genutzt werden können. Etwa 3% oder 600 m²/Bewohner entfallen auf fruchtbare Ackerböden, ein weiterer Anteil von 3.000 m² je Bewohner ist mehr oder weniger gut als Anbauland nutzbar, meist durchwachsen mit Steppen und Buschland.

Abbildung 7-2 zeigt die Flächennutzung je Einwohner im Landkreis Weilheim-Schongau. Die geringste Besiedelungsdichte weist Wildsteig auf. Mit 22.000 m² und 15.000 m² je Einwohner hat es den größten Wald- und Wiesenanteil im Landkreis. Naturgemäß haben

Erneuerbare Energien

bei dieser Betrachtungsweise die Städte aufgrund der dichten Bebauung einen extrem geringen Flächenanteil je Einwohner.



Quelle: Gemeindedaten, 2008, Weltvergleich, IIASA 2000

Abbildung 7-2 Flächennutzung je Einwohner; zum Vergleich ist links der Weltdurchschnittswert eingetragen

Auch zeigt der geringe Anteil von Ackerflächen, dass im Landkreis nur ein sehr geringes Potenzial für dedizierten Anbau von Energiepflanzen sein dürfte. Demgegenüber bieten die großen Anteile an Wiese und Wald ein Potenzial für feste Biomassenutzung und für Biogaserzeugung aus Grassilage. Im Folgenden werden diese Potenziale näher untersucht, wobei das Potenzial zur Solarenergienutzung nur anhand geeigneter Dachflächen untersucht wird, mögliche Freilandanlagen also nicht berücksichtigt werden.

Windenergie und Wasserkraftnutzung sind traditionell die ältesten Nutzungsarten regenerativer Energien. Diese werden zusammen mit der Geothermie ebenfalls in diesem Kapitel diskutiert.

Erneuerbare Energien

7.1.2 Änderung der Flächennutzung seit dem Jahr 1992

Die aktuelle Flächennutzung erlaubt eine Abschätzung der Potenziale. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass sich die Flächennutzung mit der Zeit ändern kann. Dies beeinflusst die entsprechenden Energienutzungspotenziale.

So zeigt z. B. Abbildung 7-3, dass der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen über die Jahre deutlich zugenommen hat. Aber auch der Waldanteil im Landkreis wurde vergrößert. Diese Entwicklung geht vor allem zu Lasten der landwirtschaftlichen Nutzungsflächen, vorwiegend Wiesen.

Flächennutzungsentwicklung Landkreis Weilheim-Schongau

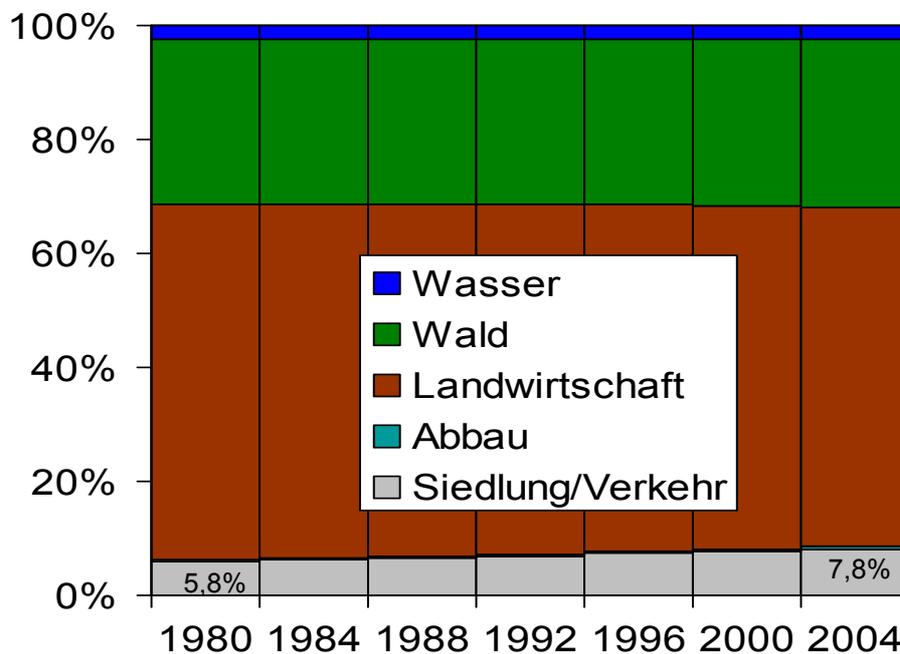


Abbildung 7-3 Entwicklung der Flächennutzung im Landkreis; die landwirtschaftlich genutzt Fläche nimmt ab zugunsten einer Ausweitung der Waldfläche und der Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Konkreter wurde die Flächennutzung zwischen den Jahren 1992 und 2004 – den dem Betrachtungszeitraum am nächsten kommenden Datenerhebungen – wie in Tabelle 7-1 dargestellt, verändert.

Am auffälligsten ist die Zunahme von Siedlungsflächen, Straßen, Abbauand und Wäldern. Dies ging fast vollständig zu Lasten der landwirtschaftlichen Nutzungsflächen.

Erneuerbare Energien

Tabelle 7-1 Veränderung der Flächennutzung zwischen 1992 und 2004 [Genesis 2009]

Verwendung	Fläche 1992 [1000 m ²]	Fläche 2004 [1000 m ²]	Veränderung [1000 m ²]
Siedlungsfläche	36.755	45.298	+8.542
Straßen	24.428	26.709	+2.281
Sonst. Verkehrsfläche	2.300	2.172	-128
Abbauland	3.112	3.857	+744
Grünanlagen	1.112	1.352	+240
Sonst. Erholungsfläche	1.860	2.127	+267
Moore	41.854	39.101	-2.752
Landwirtschaft	548.659	531.479	-17.180
Wald	276.689	283.994	+7.305
Wasser	23.684	24.156	+471
Unland	3.494	3.027	-467
Sonst.	2.510	3.186	+676
Summe	966.457	966.457	0

7.1.3 Welche Fläche wird für welchen Zweck genutzt?

Mit einer derartigen Änderung der Flächennutzung geht eine Änderung des Potenzials zur Energieerzeugung einher. **Die Entscheidung, eine Fläche für einen bestimmten Zweck zu reservieren, ist eine gesellschaftliche Entscheidung, die in der Regel von Bedürfnissen, wirtschaftlichen Überlegungen oder Machtverhältnissen beeinflusst wird.** So spiegelt z. B. die Zunahme der Siedlungsfläche einerseits den Bevölkerungszuwachs, andererseits aber auch den Luxus, heute größere Wohnungen zu bauen als vor 20 Jahren. Die Wohnfläche je Einwohner nahm von 36,8 m² im Jahr 1990 auf 44 m² im Jahr 2007 zu. Dies entspricht einer Zunahme von über 20%.

Auch der Ausbau der Verkehrsflächen zeigt unsere Vorliebe für straßengebundenen motorisierten Individualverkehr. Hätte man dieselbe Steigerung der Verkehrsleistung über Massenverkehrsmittel versucht, so wäre die dafür benötigte Verkehrsfläche wesentlich geringer ausgefallen.

Erneuerbare Energien

Beispielsweise beansprucht ein Omnibus etwa 20 m² Grundfläche. Wären dessen 60 Insassen alle mit einem eigenen Pkw unterwegs, so ergäbe sich über deren Fahrzeuge eine überdeckte Fläche von etwa 360 m², also fast der 20fache Wert. Der tatsächlich benötigte Flächenbedarf ist deutlich größer, da Individualfahrzeuge auch mehr Abstand und Platz für Fahrmanöver benötigen.

Die Ausweitung der Abbauflächen wieder steht in direkter Nutzungskonkurrenz zu anderen Formen wirtschaftlicher Tätigkeit.

Die größere Siedlungsfläche wiederum erhöht das Solarpotenzial, da jetzt mehr nach Süden ausgerichtete Dachflächen verfügbar sind. Andererseits reduziert die gesunkene landwirtschaftliche Nutzfläche das Potenzial für Biogaserzeugung aus Schnittgras. Aber auch das Solarpotenzial für Freiflächenanlagen wurde dadurch deutlich verringert.

Mit überschlägig ermittelten Erträgen von 100 kWh_e/m²/a Solarstrom, 2 kWh_{th}/m²/a für Biomasse (Holz) oder Biogas (Wiese) hätte man beispielsweise auf den zwischen 1992 und 2004 für den Straßenbau zusätzlich genutzten Flächen die in Tabelle 7-2 ermittelten Energiemengen jährlich ernten können.

Tabelle 7-2 Vergleich der zwischen 1992 und 2004 veränderten Flächennutzung und der Energieerträge, die man jährlich hätte erwirtschaften können, wenn man diese Flächen der Energieerzeugung gewidmet hätte

Nutzung	Flächenveränderung 1992 / 2004 [1000 m ²]	Stromerzeugung PV (Freiflächen) [GWh _e /a]	Wärmeerzeugung Holz oder Biogas [GWh _{th} /a]
Siedlungsfläche	8.542	854	17
Straßenfläche	2.281	228	4,5
Abbauland	7.44	74	1,4

Andererseits wurden durch die Nutzungsänderung auch die Potenziale entsprechend verändert. So z. B. zeigt Tabelle 7-3 wie das Potenzial für solare Dachflächenanlagen oder für energetische Holznutzung erhöht wurde.

Tabelle 7-3 Vergleich der zwischen 1992 und 2004 veränderten Flächennutzung und der dadurch erzeugten (oder reduzierten) Potenziale

Nutzung	Flächenveränderung 1992 / 2004 [1000 m ²]	Stromerzeugung PV (Süddachflächen) [GWh _e /a]	Wärmeerzeugung Holz oder Biogas [GWh _{th} /a]
Siedlungsfläche	8.542	68	---
Waldfläche	7.305	---	14,6

Erneuerbare Energien

Nutzung	Flächenveränderung 1992 / 2004 [1000 m ²]	Stromerzeugung PV (Süddachflächen) [GWh _{el} /a]	Wärmeerzeugung Holz oder Biogas [GWh _{th} /a]
Wiesenfläche	-17.180	- 172	- 34

Im Regionalplan Oberland wird explizit zum Ausbau der erneuerbaren Energie Stellung genommen. So sollen die erneuerbaren Energien Biomasse, Sonnenenergienutzung und Geothermie verstärkt erschlossen und nachhaltig genutzt werden. Andererseits werden sowohl die Wasserkraft als auch die Windenergienutzung sehr reserviert gesehen und fast alle gut geeigneten Standplätze aus Gründen des Landschafts- oder Naturschutzes und Landschaftsbildes weitgehend von einer Nutzung ausgeschlossen.

7.2 Solarenergie

7.2.1 Methode der Potenzialermittlung

Für die Analyse des Solarpotenzials wurden exemplarisch in 5 Gemeinden und einer Stadt die geeigneten Dachflächen anhand von Satellitenaufnahmen ausgewertet. Diese wurden getrennt nach Süddächern, Ost-, West- und Flachdächern ausgewertet. Es erfolgte keine Untersuchung der Statik. Die geeigneten Dachflächen wurden unter grober Berücksichtigung von Abschattung und Ausschlussflächen (Dachgauben oder Fenster) bewertet. Für die Berechnung des Solarpotenzials wurde nur die horizontale Fläche berücksichtigt und nicht auf die Dachneigung umgerechnet. Dadurch wird das Potenzial um 20-30 % unterschätzt, liegt also eher zu niedrig als zu hoch.

Für Süddächer wurde mit einer installierten Spitzenleistung von 140 W/m² und 1.000 h Sonneneinstrahlung gerechnet. Für Ost- und Westdächer wurde mit einer Ertragsminderung von 15% gegenüber Süddächern gerechnet. Diese Werte werden teilweise bereits heute erreicht, so dass sie für die Potenzialabschätzung geeignet erscheinen.

Abbildung 7-4 zeigt das Ergebnis für die Gemeinde Schwabbruck. Dabei sind die geeigneten Dachflächen der Größe nach sortiert. Insgesamt sind etwa 27.500 m² der nach Süden ausgerichteten Dachflächen für Solarnutzung geeignet. Diese sind auf 270 Gebäude verteilt. Es zeigt sich, dass bereits die 50 Gebäude mit den größten Dachflächen (ca. 20% der Gebäude) fast 40% der Fläche ausmachen. Es ist also sinnvoll vorrangig die großen Dachflächen zu nutzen.

Erneuerbare Energien

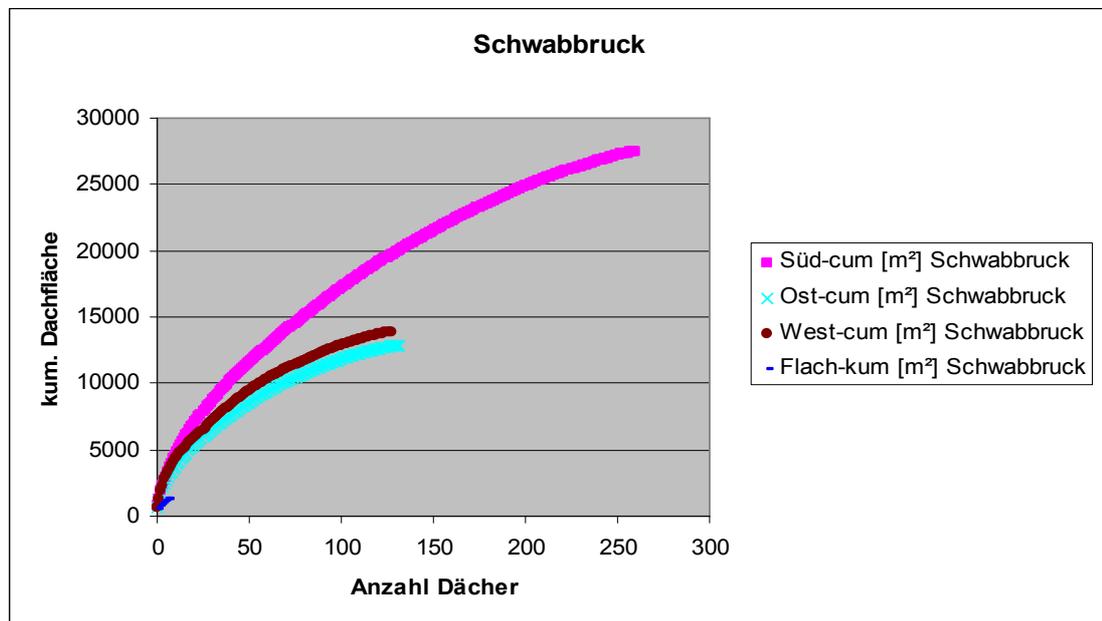


Abbildung 7-4 Jeweils getrennt ausgezählte Süd-, Ost- und Westdachflächen in der Gemeinde Schwabbruck der Größe nach geordnet und aufsummiert zu Gesamtwerten

Abbildung 7-5 zeigt die Auswertung für die Stadt Penzberg. Etwa 1.500 Süddächer ergeben eine geeignete Fläche von 160.000 m². Auch hier zeigt sich eine ähnliche Korrelation mit wenigen großen Dachflächen einen wesentlichen Teil des Potenzials zu erfassen. Die getrennt ausgezählten Flachdächer bieten allerdings große Einheiten, so dass hiervon ebenfalls ein deutlicher Beitrag kommen kann, vorausgesetzt, die Flachdächer sind aus statischen Gründen für die Nutzung geeignet.

Erneuerbare Energien

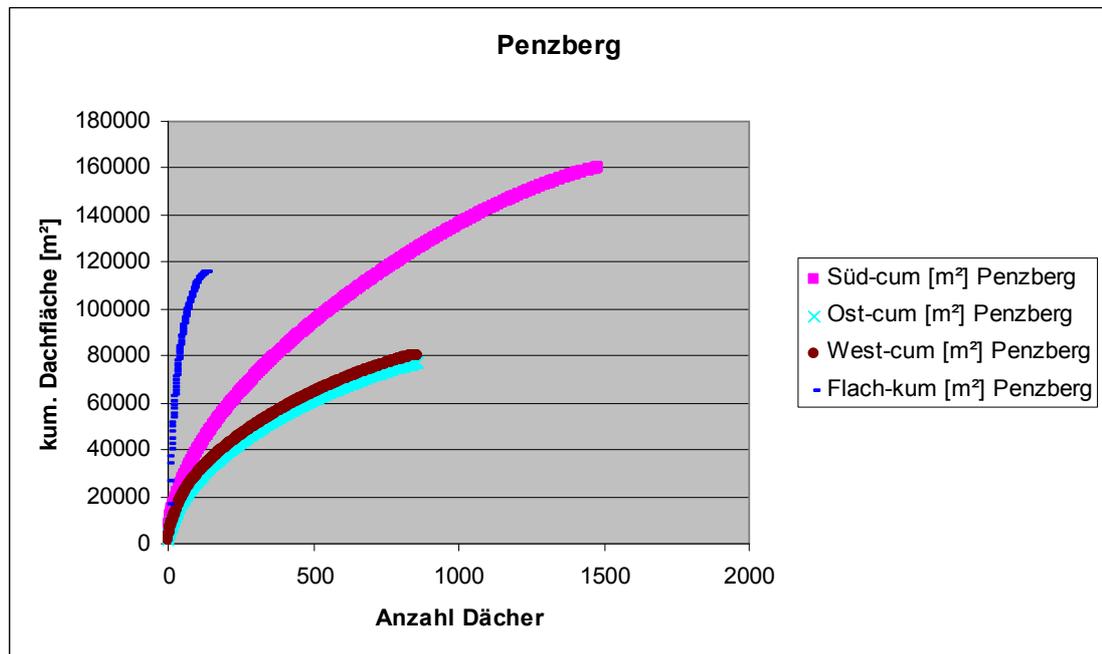
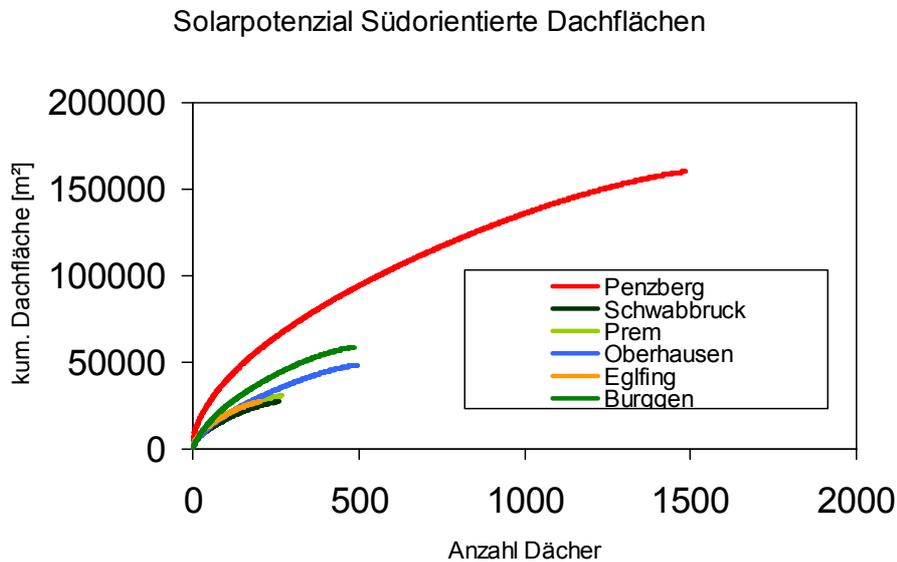


Abbildung 7-5 Jeweils getrennt ausgezählte Flach-, Süd-, Ost- und Westdachflächen in Penzberg der Größe nach geordnet und aufsummiert zu Gesamtwerten

Abbildung 7-6 fasst die Auswertung der Süddächer aller untersuchten Gemeinden zusammen. In Tabelle 7-4 sind die relevanten Daten quantitativ zusammengestellt. Es zeigt sich, dass die geeigneten Dachflächen recht gut mit der Gebäude- und Freifläche der einzelnen Orte korrelieren. Im Mittel werden bei den analysierten ländlichen Gemeinden 7,6% der Gebäude- und Freiflächen mit geeigneten Süddächern bedeckt. In der Stadt Penzberg ist das Verhältnis ungünstiger, hier sind nur etwa 4,2% der Gebäude- und Freiflächen von geeigneten Süddächern überdeckt.

Die Korrelation zur Gebäude- und Freifläche ist wesentlich genauer als zur Einwohnerzahl der entsprechenden Ortschaften, wie aus den Daten in Tabelle 7-5 deutlich wird. Diese enthält bereits die Umrechnung in das solare Stromerzeugungspotenzial. Umgerechnet pro Einwohner schwanken die möglichen Erträge zwischen 3.000 kWh_{el}/a und 5.000 kWh_{el}/a je Einwohner mit einem Mittelwert bei 4.210 kWh_{el}/a je Einwohner. Auch hier weicht der Wert für Penzberg mit 1.240 kWh_{el}/a je Einwohner deutlich ab.

Erneuerbare Energien



Quelle: LBST Analyse mit Satelliten aufnahmen von Bayern-Viewer

Abbildung 7-6: Aufsummierte Größe der Süddachflächen, der Größe nach geordnet, in Penzberg und den analysierten Gemeinden

Tabelle 7-4: Größe der für Solarnutzung geeigneten Süd-, Ost-, West- und Flachdächer sowie deren Anteil am statistisch ausgewiesenen Gebäude- und Freiflächenanteil.

Gemeinde	Fläche Süddächer [1000 m ²]	Fläche alle geeigneten Dächer [1000 m ²]	Verhältnis Süddächer zu Gebäude und Freiflächen (%)	Verhältnis alle Dächer zu Gebäude und Freiflächen (%)
Burggen	58,6	143	8,2 %	20,2 %
Eglfing	27,4	90	6,9 %	22,5 %
Oberhausen	48,7	99	6,8 %	13,7 %
Prem	30,8	95	7,3 %	22,6 %
Schwabbruck	27,5	56	8,9 %	17,9 %
Mittelwert über 5 Gemeinden:			7,6 %	19,4 %
Penzberg	160	433	4,2 %	11,5 %

Erneuerbare Energien

Tabelle 7-5 PV-Potenzial der Dachflächen in den analysierten Gemeinden

Gemeinde	Süddächer [GWh _{el} /a]	Alle Dächer [GWh _{el} /a]	Süddach [kWh _{el} /EW/a]	Alle Dächer [kWh _{el} /EW/a]
Burghen	8,2	18,3	4900	10940
Egling	3,8	11,4	3990	11850
Oberhausen	6,8	12,8	3150	5930
Prem	4,3	12,1	4940	13910
Schwabbruck	3,8	7,2	4060	7610
Mittelwert über 5 Gemeinden:			4210	10050
Penzberg	20	51	1240	3150

7.2.2 Hochrechnung auf den Landkreis

Über die Gebäude- und Freiflächen wurde auch für die anderen Gemeinden des Landkreises das Solarpotenzial errechnet, wobei für ländliche Gemeinden einerseits und für die fünf Städte und Märkte andererseits die entsprechenden in Tabelle 7-4 errechneten Verhältniszahlen benutzt wurden. Das Ergebnis ist in Tabelle 7-6 dargestellt.

Tabelle 7-6 Abschätzung der für Solarenergienutzung geeigneten Dachflächen im Landkreis

Gemeinde	Süddächer [1000 m ²]	Alle Dächer [1000m ²]	Gebäude und Freiflächen [1000 m ²]	Verhältnis aller Dächer zu Gebäude und Freiflächen (%)
Ländl. Gemeinden	1.860	4.740	24.430	19 %
Städte und Märkte	816	2.235	19.440	11 %
Summe	2.676	6.976	43.870	

Abbildung 7-7 zeigt das so ermittelte Solarpotenzial unter der Annahme, dass alle geeigneten Dachflächen vollständig zur solaren Stromerzeugung genutzt werden.

Die gelben Balken in der Grafik zeigen den gesamten Stromverbrauch der Gemeinden und Städte inklusive des Verbrauchs von öffentlichem Sektor und Industrie/Gewerbe. Nur in Schongau wurde der Stromverbrauch der Papierfabrik UPM Kymmene nicht berücksichtigt.

Erneuerbare Energien

Er übersteigt mit mehr als 900 GWh_{el}/a den gesamten restlichen Stromverbrauch des Landkreises.

Außer für Peiting, Penzberg und Schongau wären alle anderen Gemeinden inklusive Weilheim in der Lage, ihren gesamten heutigen Strombedarf solar zu erzeugen, wenn sie das gesamte Potenzial an geeigneten Süd-, Ost-, West- und Flachdächern ausschöpfen würden.

Stromverbrauch ohne UPM

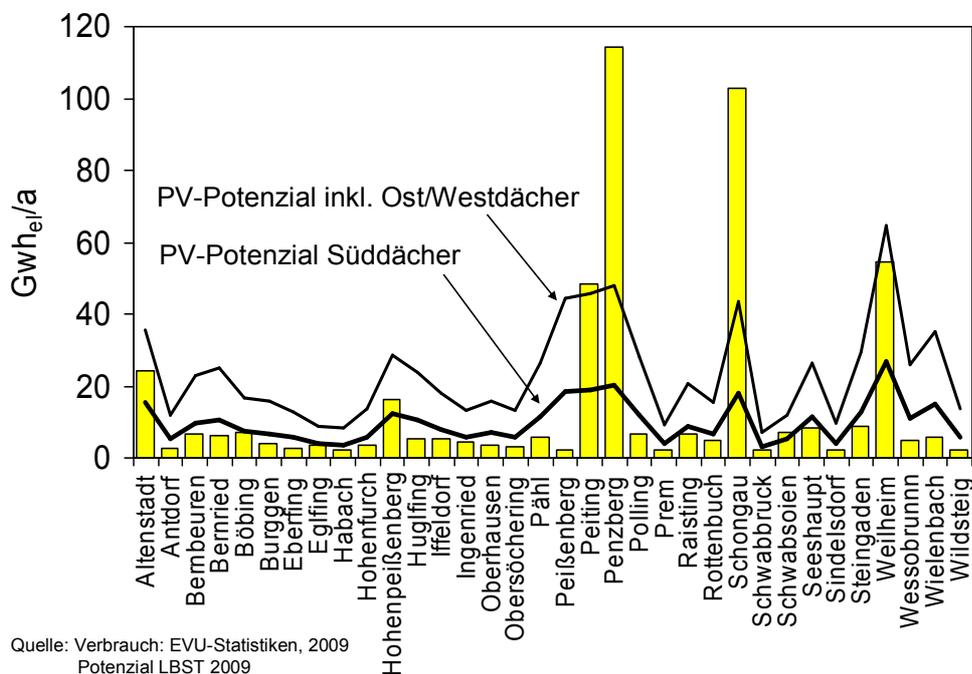


Abbildung 7-7 Gesamter Stromverbrauch in den Gemeinden des Landkreises und Stromerzeugungspotenzial der Süddächer (dicke Linie) und aller für Solarenergie geeigneten Dächer

7.2.3 Solarthermie

a) Potenzialanalyse

In Tabelle 7-6 sind die für solare Energieerzeugung geeigneten Dachflächen mit 2,676 Mio. m² Süddächer und 6,976 Mio m² Süd-, Ost- und Westdächer inkl. Flachdächer geschätzt worden.

Erneuerbare Energien

Würde man 20 % dieser Flächen für solarthermische Nutzung reservieren, dann könnten bei einem durchschnittlichen Ertrag von 400 kWh/m²/a auf Süddächern und 300 kWh/m²/a auf sonstigen Dächern insgesamt 472 GWh_{th}/a an Wärme erzeugt werden. Bei Nutzung aller Dachflächen beträgt das Potenzial 2360 GWh_{th}/a.

Tabelle 7-7 Abschätzung der solaren Wärmeenergieerzeugung mit 20% der dafür geeigneten Dachflächen im Landkreis

Gemeinde	Süddächer [1000 m ²]	Alle Dächer [1000m ²]	Süddächer [GWh _{th}]	Alle Dächer [GWh _{th}]
Ländl. Gemeinden	372	948	148,8	321,6
Städte und Märkte	163	447	65,2	150,4
Summe	535	1.395	214	472

b) Technische Konzepte

Obwohl die Solarenergienutzung sowohl zur Warmwasserbereitung als auch zur Beheizung eines Gebäudes ein großes Potenzial hat, wird dies heute nur unzureichend genutzt. In diesem Kapitel werden ein paar Beispiele aufgeführt, um zu zeigen, was heute möglich und bereits realisiert ist. Für Detailbeschreibungen muss auf die Fachliteratur verwiesen werden.

■ Warmwasserbereitung

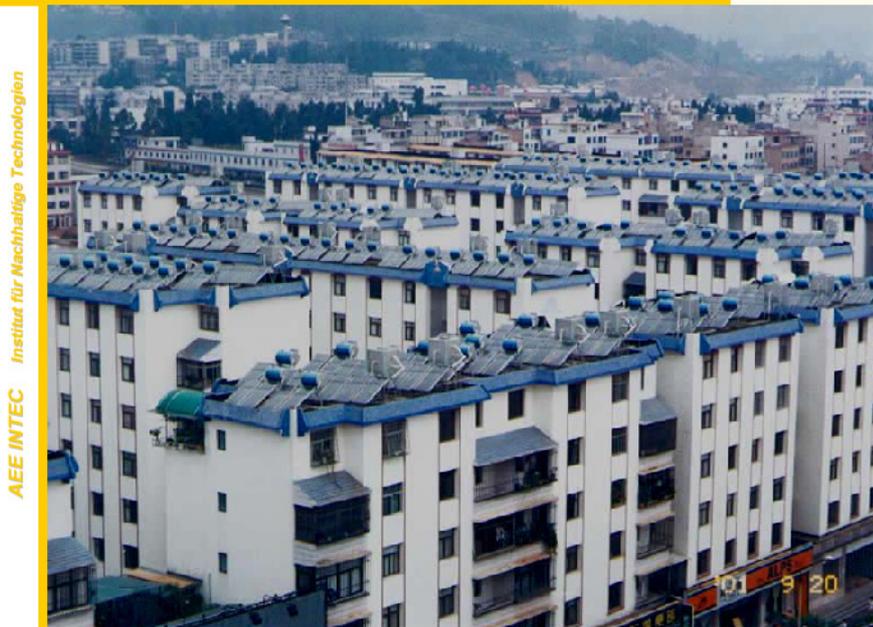
Die Warmwasserbereitung ist besonders kosteneffizient, da Kollektorfläche und Speicher so ausgelegt werden, dass im Sommer das gesamte Warmwasser über eine Solaranlage erhitzt wird. Dies bedingt in der Regel Kollektorflächen von 1 - 2 m² je Person und Speichervolumina von 100 -150 Liter je m² Kollektorfläche. Bei einer gut dimensionierten Anlage kann mit einem Wärmeertrag von etwa 500 kWh_{th}/m²/a gerechnet werden, so dass damit jeder m² Kollektorfläche etwa 50 l Öl pro Jahr ersetzt. Bei typischen Systemkosten um 600 -800 €/m² Kollektorfläche ergibt sich eine Amortisation teilweise bereits nach 10 Jahren, je nachdem, wie groß ein Speicher gewählt wird und welche Annahmen über die Öl- oder Gaspreisentwicklung und die Zinssätze einer Amortisationsrechnung getroffen werden. Diese gute Amortisation ergibt sich vor allem deshalb, da viele ältere Öl- oder Gasbrenner gerade im Sommer für die Warmwasserbereitung überdimensioniert sind und nur mit etwa 60 – 70 % Wirkungsgrad arbeiten.

Erneuerbare Energien

Heute ist China der bei weitem größte Markt für Solaranlagen zur Warmwasserbereitung. Etwa 80 Prozent des Weltmarktes werden hier produziert und installiert. Bereits vor 10 Jahren war in manchen Städten Chinas die Installation einer Solaranlage vorgeschrieben.



Kunming - thousands of individual systems



AEE INTEC Institut für Nachhaltige Technologien

Quelle: Auer, AEE INTEC 2001

Abbildung 7-8 Bereits vor 10 Jahren war in einigen Städten Chinas die Warmwasserbereitung über eine Solaranlage baurechtlich vorgeschrieben.

Die konsequente Nutzung der Solarthermie nur zur Warmwasserbereitung könnte den Bedarf nach anderen Energieträgern bereits um etwa 10 - 15% reduzieren. Der Heizenergieverbrauch privater Haushalte beträgt im Landkreis etwa 1.200 GWh_{th}. Zur Bereitstellung von 10 - 15% über Solarenergie würde eine Süddachfläche von etwa 400.000 m² benötigt (bei einem Ertrag von 500 kWh_{th}/m²/a). Dies entspricht etwa 15% der geeigneten Süddachflächen im Landkreis.

Eine überschlägige Kostenbetrachtung zeigt, dass zur Installation dieser 400.000 m² Kollektorfläche etwa 1,6 - 2,8 Mio. € an Investitionen getätigt werden müssten. Mit ca. 50.000 Euro/a je Arbeitsplatz würde dies 30 - 60 Arbeitsplätze für ein Jahr finanzieren.

■ Heizungsunterstützung

Das Potenzial lässt sich weiter ausschöpfen, wenn die solaren Wärmeerträge zur Heizungsunterstützung herangezogen werden. Aufgrund der größeren Anlagendimensionierung und geringeren Auslastung (im Sommer Überschusserzeugung, im Winter geringere Einstrahlung) muss hier mit einem reduzierten Solarertrag von 400 kWh/m²/a für Süddächer bzw. 300 kWh_{th}/m²/a für Ost und Westdächer gerechnet werden.

Erneuerbare Energien

Wegen der reduzierten Erträge und höheren Systemkosten (größerer Speicher, Einbindung in die bestehende Heizungsanlage) verlängert sich damit aber auch die Amortisationszeit der einzelnen Anlagen. Erst über eine Förderung kommt man damit wieder an den Bereich eines zu heutigen Bedingungen wirtschaftlich rentablen Betriebs der Anlagen heran.

Heute gibt es bereits viele Beispiele privater Bauherren, die den erhöhten Wohnkomfort und die Unabhängigkeit einer regenerativen Heizung von fossilen Energieträgern entsprechend schätzen und mit einem hohen Anteil zwischen 30 - 80% des Jahreswärmebedarfs Solarthermie einsetzen. Die Bereitstellung der Restenergie erfolgt hier oft über kleine holzbefeuerte Kaminöfen.

Auch das Besucherzentrum des Nationalparks im Bayerischen Wald wird nur mit Solarenergie und einem kleinen Pelletkessel zur Nachheizung versorgt (Abbildung 7-9).



Abbildung 7-9 Informationszentrum des Nationalparks Bayerischer Wald mit Solarer Beheizung [BayWa 2009]

Die Lage der Kollektoren ist für möglichst hohen winterlichen Ertrag ausgerichtet. Dadurch reduziert sich der jährliche Solarertrag auf $300 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2/\text{a}$. Insgesamt werden damit 915 m^2 Grundfläche beheizt. Der Solaranteil beträgt über 60%, der Rest wird mit einer Holzpelletanlage abgedeckt.

Erneuerbare Energien

■ Heizungsvollversorgung

Mit entsprechender Überdimensionierung der Kollektor- und Speicherfläche kann man Gebäude auch vollständig mit Solarenergie beheizen. Erstmals wurde dies vor 20 Jahren von Josef Jenni an einem Einfamilienhaus in Oberburg bei Bern gezeigt. Der Solarspeicher war mit einem Fassungsvermögen von 150.000 Liter überdimensioniert und erlaubte im Januar sogar die Beheizung eines Freischwimmbeckens. Die Anlage ist auch heute noch in Betrieb.

Im Jahr 2007 baute Jenni ebenfalls in Oberburg das erste Mehrfamilienhaus, das nur mit Solarenergie beheizt wird (Abbildung 7-10). Hier lagen die gesamten Baukosten nur geringfügig über dem eines konventionell beheizten Gebäudes. Mehrkosten fallen für die Umbauung des Speichers, den Speicher selbst und die Solaranlage an. Dem stehen Minderkosten wegen des Verzichts auf einen Heizöl- oder Holzvorratsraum, eines Anlagenraums, der konventionellen Anlage selbst, des fehlenden Kamins und vor allem der Brennstoffkosten gegenüber.

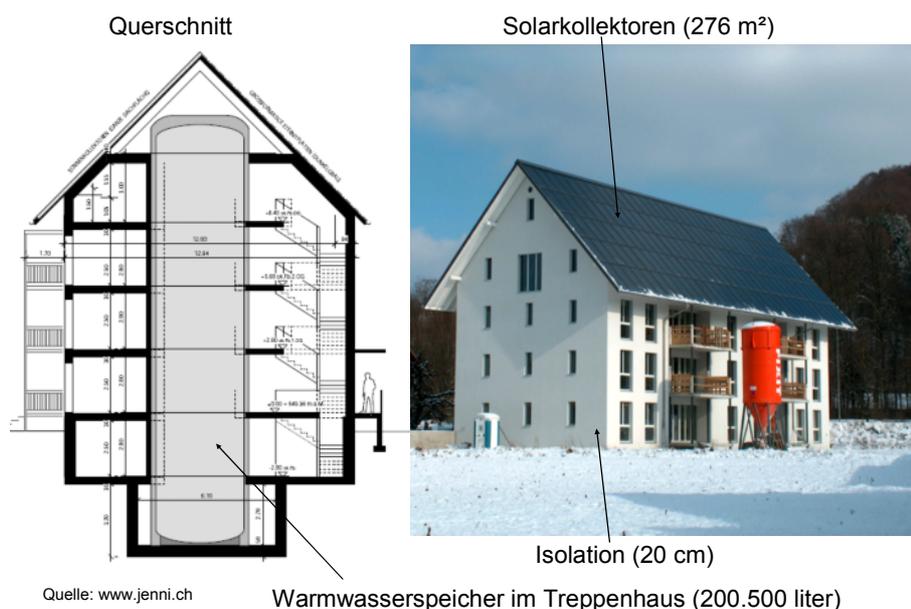


Abbildung 7-10 Bauplan und Foto während der letzten Bauphase des ersten nur mit Solarenergie beheizten Mehrfamiliengebäudes in Europa mit 1344 m² Wohnfläche (2007) [Jenni 2007]

■ Solare Nahwärme

Vor nunmehr fast 30 Jahren wurden vor allem in den Niederlanden und in Schweden die ersten solarthermischen Großanlagen gebaut. Grundidee ist, die im Sommer anfallende

Erneuerbare Energien

Wärme für die Wintermonate in einem großen Wasserbehälter zu speichern. In Weiterentwicklung des Sonnenhauses wird der Speicher so groß gewählt, dass er ein kleines Nahwärmenetz und eine Gruppe von Gebäuden mit Wärmeenergie versorgen kann.

Je größer der Speicher gewählt wird, desto geringer sind die Wärmeverluste bezogen auf den Inhalt und desto länger kann man die Wärme speichern.

Abbildung 7-11 zeigt die wesentlichen Komponenten eines solaren Nahwärmenetzes. Die Gebäudedächer (oder Freiflächen) werden als überdimensionaler Kollektor ausgeführt und im Sommer die Wärme in einen mehrere tausend Kubikmeter Wasser fassenden Speicher geleitet. Im Herbst ist der Speicher weitgehend gefüllt und in den Wintermonaten wird er sukzessive entleert, um die Gebäude zu beheizen. Damit lassen sich 40 – 60% des Jahreswärmebedarfs ganzer Siedlungen mit Solarenergie bereitstellen. Die restliche Energiemenge erfolgt über Nachheizung.

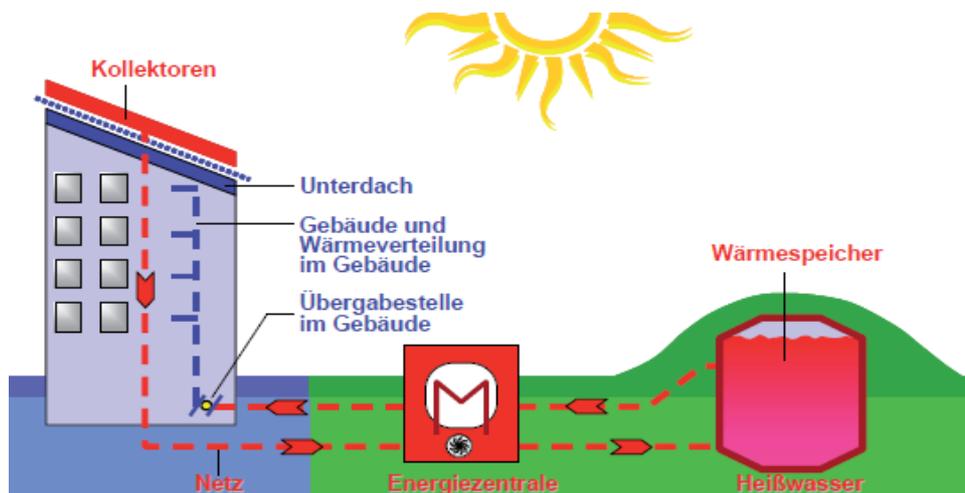


Abbildung 7-11 Prinzipbild eines solaren Nahwärmenetzes zur weitgehend solaren Beheizung eines Wohnungsblockes oder Gebäudeviertels. [SWM 2009]

Tabelle 7-8 und Tabelle 7-9 geben eine Übersicht über in Deutschland bereits realisierte solare Nahwärmenetze.

Tabelle 7-8 Übersicht über solare Großanlagen von 500 - 1350 m² [Arndt 2009]

		Steinfurt	Chemnitz	Rostock	Hannover
Baujahr		1999	2000	2000	2000
Beheizte Wohnfläche	m ²	3.800	4.880	7.000	7.385
Wohneinheiten	WE	42	?	108	108

Erneuerbare Energien

Wärmebedarf	MWh/a	110	168	307	268
Kollektorfläche	m ²	510	640	1.000	1.350
Speichervolumen	m ³	1.500	8.000	20.000	2.750
Solare Wärme	MWh/a	110	168	307	269
Deckungsanteil	%	34	30	62	39
Spezifische Kennzahlen					
Wärmebedarf	kWh/m ² /a	88	122	71	84
Solarertrag	kWh/m ² /a	218	313	307	199
Speichervolumen	l/m ² _{Wohnfläche}	395	1709	2857	373
Solarer Wärmepreis	€/kWh	0,828	0,47	0499	0,81

Tabelle 7-9 Übersicht über solare Großanlagen (2.700 – 5.700 m² Kollektorfläche) [Arndt 2009]

		Hamburg	Friedrichshafen	Neckarsulm	München
Baujahr		1996	1996	1998	2007
Beh. Wohnfläche	m ²	14.800	38.500	20.000	22.000
Wohneinheiten	WE	124	570	?	272
Wärmebedarf	MWh/a	1.810	4.108	1.663	1.978
Kollektorfläche	M ²	3.000	5.800	2.700	2.700
Speichervolumen	m ³	4.500	12.000	20.000	5.700
Solare Wärme	MWh/a	789	1815	832	868
Deckungsanteil	%	48%	47%	50%	50%
Spezifische Kennzahlen					
Wärmebedarf	kWh/m ² _{WF} /a	108	104	83	90
Solarertrag	kWh/m ² _{Kollektor} /a	263	342	308	366
Speichervolumen	l/m ² _{Wohnfläche}	304	304	1.000	259
Solarer Wärmepreis	€/kWh	0,502	0,311	0,337	0,321

Erneuerbare Energien

■ Solare Nahwärme in Kombination mit Absorptionswärmepumpe (Bsp. SNAP)

Das bisher bedeutendste und kostengünstigste Projekt ist das 2007 fertiggestellte solare Nahwärmeprojekt am Ackermannbogen (SNAP) in München.

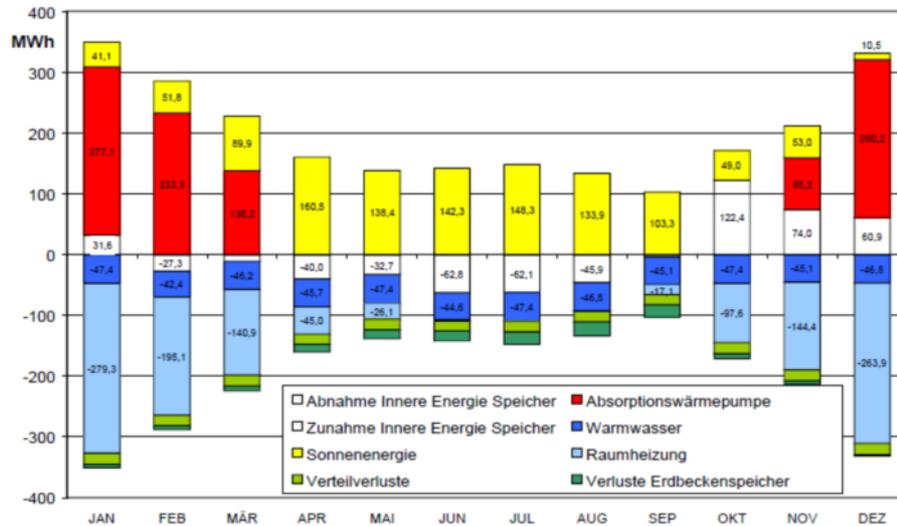


Abbildung 7-12 Impressionen des SNAP-Projektes in München; links oben Gebäude mit Solardächern, links unten Aufbau des Speichers, rechts verkleiderter Speicher [Arndt 2009]

Die Nachheizung erfolgt mittels Absorptionswärmepumpe. Diese kann z. B. mit Fernwärme, Erdgas, Biogas oder Hackschnitzel angetrieben werden. Damit wird eine vollkommen regenerative Energieversorgung mit hohem Solaranteil, geothermischem Beitrag und kleinem Restenergiebeitrag durch Biomasse oder fossile Energieträger erreicht.

Abbildung 7-13 und Tabelle 7-10 zeigen die monatliche und jährliche Energiebilanz des Projektes für das Jahr 2008 auf.

Erneuerbare Energien



Quelle: Ramon Arndt, Stadtwerke München, 2009

Abbildung 7-13 Monatliche Energiebilanz 2008 des solaren Nahwärmeprojektes „Ackermannbogen“ [Arndt 2009]

Tabelle 7-10 Jahresenergiebilanz 2008 des solaren Nahwärmeprojektes „Ackermannbogen“

Energiebereitstellung	MWh	Anteil
Sonnenenergie	1.122	53 %
Fernwärme (Absorptionswärmepumpe)	994	47 %
Energiebereitstellung	2.116	100%
Raumwärme	-1.212	-57%
Warmwasser	-552	-25%
Leitungsverluste	-210	-10%
Speicherverluste	-141	-7%

Erneuerbare Energien

7.3 Biomasse

7.3.1 Übersicht

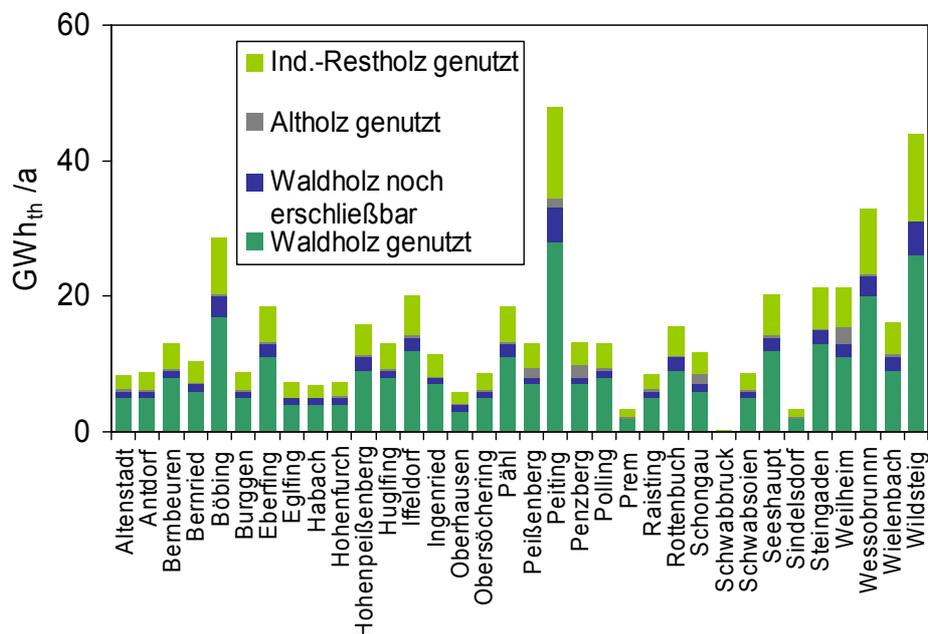
Die Nutzung insbesondere von Holz hat im Landkreis große Tradition. Während der letzten Jahre ist der Anteil der Holzheizungen aufgrund der hohen Energiepreise von Heizöl und Erdgas deutlich angestiegen. Allerdings gibt es keine konsistenten Statistiken, daher beruhen alle absoluten Zahlenangaben auf mehr oder minder guten Schätzungen. Die Abschätzung geht einmal über den Holzeinschlag und den Anteil der Brennholznutzung. Diese Angaben liegen bereits sehr nahe an den ebenfalls abgeschätzten Grenzwerten für eine nachhaltige Waldnutzung. Es darf nicht alles Holz entnommen werden, sondern es muss Material für eine ausreichende Humusbildung zurückgelassen werden. Daneben sind auch die Angaben zur Altholznutzung und zur Nutzung von industriellem Restholz sehr mangelhaft. Auch hier erfolgt eine theoretische Hochrechnung über die Anzahl der Sägewerke und typische Verbrauchszahlen.

In diesem Kapitel wird das gesamte Potenzial abgeschätzt, ungeachtet dessen, ob es heute bereits genutzt wird oder nicht. Eine Querrechnung zeigt, dass der größte Teil dieses Holzes bereits genutzt wird. Das verbleibende Potenzial beschränkt sich auf das in Abbildung 7-14 blau eingefärbte noch erschließbare Waldholz.

Aufgrund der angesprochenen Datenunsicherheit muss im Einzelfall in jeder Gemeinde geprüft werden, wie weit die Waldholznutzung noch ausgedehnt werden kann. Dies ist sicherlich in einigen walddreichen Gemeinden noch möglich, konnte aber im Rahmen dieser Untersuchung nicht erhoben werden.

Gerade da feste Biomasse (Hackschnitzel, Scheitholz, Pellet) eine hohe Energiedichte aufweist und gut lagerbar ist, kommt ihr eine große Bedeutung zu. Insbesondere kann deren energetische Nutzung einen guten Beitrag zur lokalen Wertschöpfungskette leisten. Daher sollte das verbleibende Potenzial soweit möglich zum Aufbau lokaler Nahwärmenetze mit kombinierter Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden.

Erneuerbare Energien



Quelle: LBST aus Kommunalstatistik und ALF Statistik errechnet, 2009

Abbildung 7-14: Zusammenfassende Darstellung des ermittelten Potenzials zur Nutzung fester Biomasse. Bis auf den dunkelblauen Balken (Waldholz noch erschließbar) dürfte das Potenzial weitgehend bereits genutzt werden

Im zweiten Unterkapitel wird das Potenzial zur Biogaserzeugung eingehend dargestellt.

7.3.2 Feste Biomasse

a) Abschätzung des Potenzials an Waldenergieholz

Nach der Bundeswaldinventur 2002 liegt im bayerischen Oberland der Holzzuwachs bei etwa 15 m³ pro ha und Jahr. Eine exakte Erhebung des bereits genutzten Potenzials übersteigt den Rahmen dieser Untersuchung. Daher sind die hier errechneten Angaben als Anhaltswerte zu sehen. Im Einzelfall muss konkret geprüft werden, ob eine weitere Nutzung beispielsweise zur Beschickung einer neuen Hackschnitzelanlage vertretbar ist oder nicht.

Laut einer Abschätzung des Amts für Landwirtschaft und Forsten werden 75% des Holzzuwachses bereits genutzt, davon 60% als Stammholz und 40% als Brennholz [Schmorell 2009]. Es wurden für alle Gemeinden die gleichen Anteile von Stammholz und Brennholz angenommen. Das Stammholz wird stofflich genutzt und wird für die Berechnung des technischen Potenzials für Energie aus Waldenergieholz nicht berücksichtigt. Der Holzzuwachs beinhaltet alles Holz mit einem Durchmesser von mehr als 7 cm.

Erneuerbare Energien

Nach [LWF 2009] liegt das Potenzial bei etwa 80% des Zuwachses (siehe Abbildung 7-15).

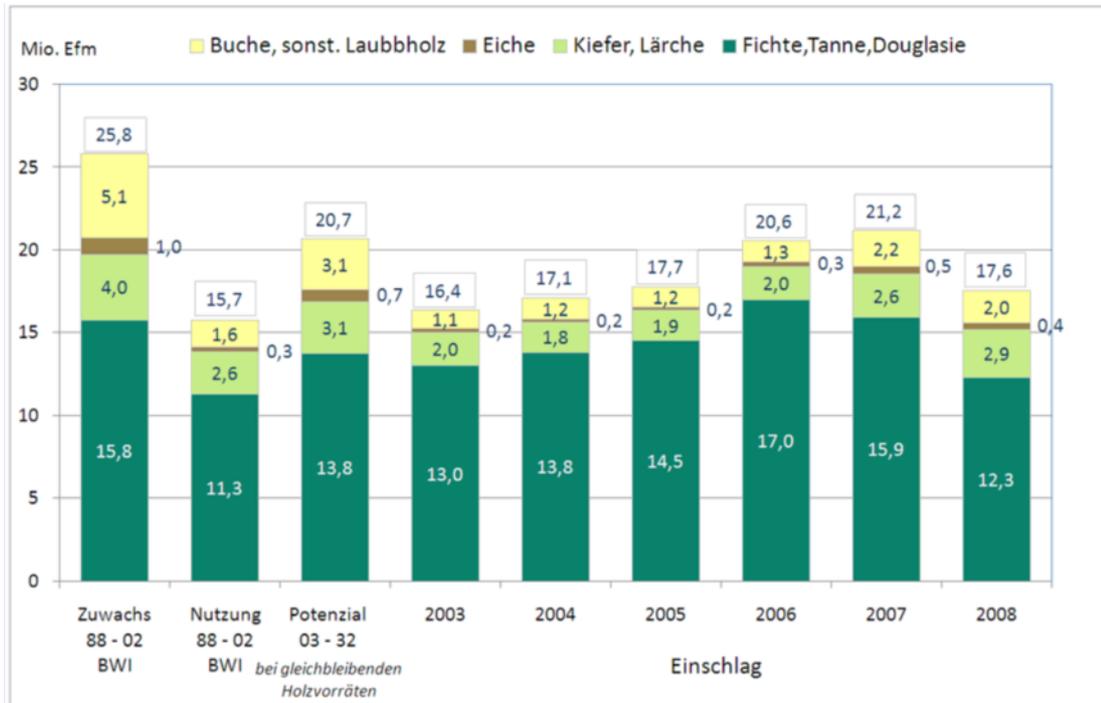


Abbildung 7-15: Zuwachs und Einschlag in Bayern [LWF 2009]

Für die Umrechnung des Volumens in t Trockensubstanz und schließlich in Energiemengen wurden die in [Kaltschmitt 2001] angegebene Dichte für die verschiedenen Baumarten sowie deren unterer Heizwert verwendet. Die Anteile der Baumarten im Landkreis Weilheim-Schongau wurden aus [Schmorell 2009] entnommen.

Tabelle 7-11: Annahmen für die Berechnung der Energiemenge aus Waldenergieholz

Baumart im Landkreis	Anteil [%]	Dichte [t/m ³]	Hu [GJ/t]
Fichte	78	0,41	18,8
Tanne	2	0,41	18,8
Kiefer	4	0,51	18,8
Buche	13	0,68	18,4
Sonstiges Laubholz	3	0,68	18,4

Abbildung 7-16 zeigt die technischen Potenziale für Waldenergieholz im Landkreis Weilheim-Schongau.

Erneuerbare Energien

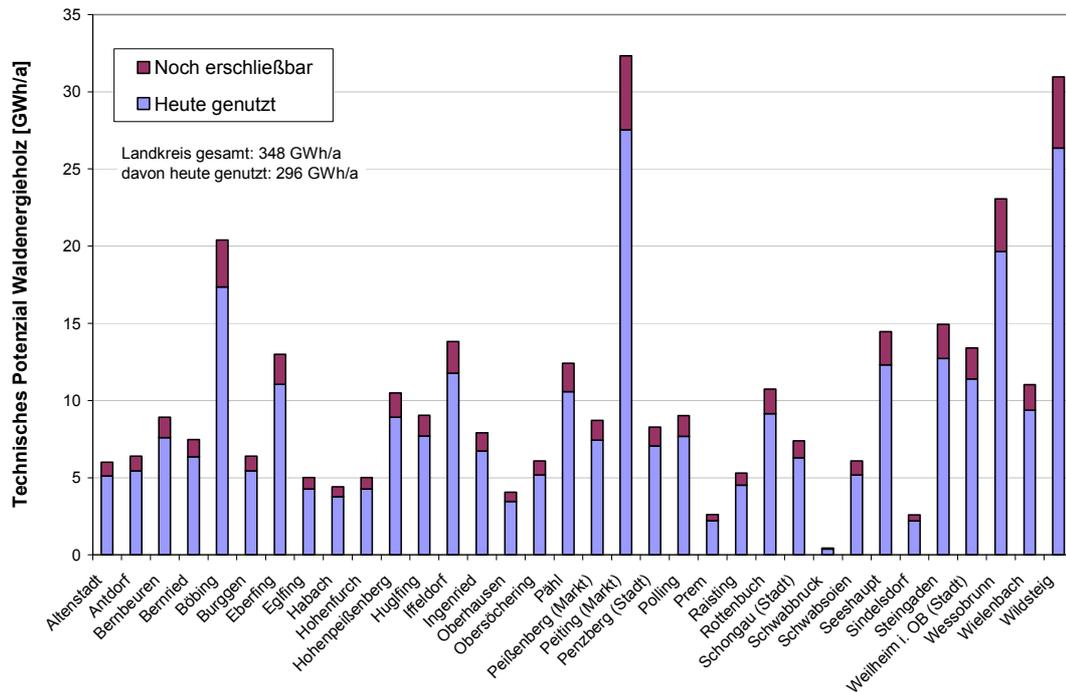


Abbildung 7-16: Technisches Potenzial für Waldenergieholz

Der jährliche Holzeinschlag ist seit 2002 in Bayern weiter angestiegen. Im Jahr 2008 war der Holzeinschlag mehr als 10% höher als im Jahr 2002. Das noch erschließbare Potenzial dürfte daher eher niedriger sein als in Abbildung 7-16. Die energetische Nutzung von Holz aus Quellen im Landkreis Weilheim-Schongau kann wahrscheinlich nur noch geringfügig ausgeweitet werden (es sein denn, die Waldfläche wird vergrößert, was aber zu Lasten anderer Potenziale wie z. B. Biogas aus dem Anbau von Energiepflanzen geht).

Doch wie bereits erwähnt, muss diese pauschale Aussage im konkreten Fall an den lokalen Gegebenheiten überprüft werden. Beispielsweise ist es wahrscheinlich, dass in bergreichen Gemeinden wie z. B. Wildsteig die noch nicht genutzten Potenziale größer sind als in besser erschlossenen Waldgebieten anderer Gemeinden.

b) Industrierestholz

Der Anteil an Restholz bei Sägewerken wurde aus der Clusterstudie Holz [Röder 2008] entnommen. Danach fallen bei der Verarbeitung von Stammholz zu Schnittholz etwa 50% Reststoffe in Form von Nebenprodukten, Holzpellets und Rinde an (siehe Tabelle 7-12).

Erneuerbare Energien

Tabelle 7-12: Stoffströme in der bayerischen Sägeindustrie [Röder 2008]

	m ³
Input	
Nadelholz aus Bayern	9.764
Laubholz aus Bayern	603
Nadelholz aus Deutschland ohne Bayern	754
Laubholz aus Deutschland ohne Bayern	323
Nadelholz aus Importen außerhalb Deutschlands	438
Laubholz aus Importen außerhalb Deutschlands	14
Summe Input	11.895
Output	
Nadelschnittholz	6.705
Laubschnittholz	631
Nebenprodukte	4.472
Holzpellets	83
Rinde	1.279
Summe Nebenprodukte, Holzpellets und Rinde	5.834

Im Landkreis Weilheim-Schongau gibt es 26 Sägewerke. Detaillierte Daten der einzelnen Sägewerke im Landkreis Weilheim-Schongau bezüglich des jährlichen Holzdurchsatzes und der produzierten Produkte sind nicht verfügbar. Daher ist es nicht möglich, das technische Potenzial für Industrierestholz aus Sägewerken für einzelne Gemeinden zu ermitteln.

Für eine Hochrechnung wurde angenommen, dass das gesamte im Landkreis aus den Wäldern entnommene Stammholz in Sägewerken innerhalb des Landkreises verarbeitet wird. Unter der Annahme, dass der Anteil an Reststoffen aus Sägewerken im Landkreis Weilheim-Schongau auf dem gleichen Niveau liegt wie im bayerischen Durchschnitt, ergibt sich ein technisches Potenzial von etwa 42.000 t Trockensubstanz. Dies entspricht einer Energiemenge von etwa **145 GWh_{th}** pro Jahr.

c) Altholz

Das Altholzpotezial wurde aus Angaben im Abfallwirtschaftsbericht [AWB 2009] abgeleitet. Insgesamt fallen im Landkreis Weilheim-Schongau etwa 1.351 t Altholz an. Daneben wird noch holzartige Biomasse über die Biotonne erfasst. Der Wassergehalt von Altholz liegt typischerweise bei etwa 15% (lufttrockenes Holz). Etwa 30% der im Abfallwirtschaftsbericht angegebenen 8.862 t Gartenabfälle (2.659 t) werden im Biomasseheizkraftwerk Altstadt verbrannt. Der Wassergehalt der holzartigen Gartenabfälle wird mit 30% angenommen.

Bei einem unteren Heizwert von 18,5 MJ/kg ergibt sich daraus ein technisches Potenzial von etwa **15 GWh_{th}** pro Jahr.

Erneuerbare Energien

d) Ausweitung der Waldfläche

Zusätzliches Energieholzpotenzial könnte durch eine Vergrößerung der Waldfläche erschlossen werden. Pro ha könnten etwa 5,5 t Trockensubstanz produziert werden. Wird beispielsweise angenommen, dass 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (4.870,5 ha von 48.705 ha) in Wald umgewandelt wird, ergibt sich ein zusätzliches Energieholzpotenzial von **139 GWh_{th}** pro Jahr.

e) Schnellwachsende Bäume (Kurzumtriebsplantagen)

Alternativ zur Ausweitung der Waldfläche kann die Fläche auch mit schnell wachsenden Bäumen wie Pappeln und Weiden bebaut werden. Für Deutschland kann ein jährlicher Ertrag von etwa 10 t Trockensubstanz erwartet werden. Wird für den Landkreis Weilheim-Schongau der gleiche Ertrag angenommen, ergibt sich bei einem unteren Heizwert von 18,5 MJ/kg ein Energieholzpotenzial von **250 GWh_{th}** pro Jahr. Allerdings gibt es bisher keine Informationen darüber, wie hoch die Erträge für Kurzumtriebsplantagen im Landkreis Weilheim-Schongau unter den dortigen klimatischen Bedingungen wären.

7.3.3 Biogas

Biogas wird durch anaerobe Vergärung von Tierexkrementen, Klärschlamm, Biomüll aus Haushalten und Kantinen sowie geeigneten Energiepflanzen (Gräser, Mais, Getreideganzpflanzen) erzeugt. Biomasse mit hohem Ligningehalt wie Holz ist für den Einsatz in Biogasanlagen nicht geeignet, da Lignin durch anaerobe Vergärung nicht abgebaut werden kann.

a) Tierexkrememente

Nach Angaben des Amtes für Landwirtschaft und Forsten in Weilheim lag im Landkreis Weilheim-Schongau bei Milchvieh der Anteil der Weide an der Gesamtfutterration (und damit am Aufkommen von Tierexkrementen) in 2004 bei etwa 40%. Bei den anderen Rindern beträgt der Anteil 100% (Jungvieh) bzw. 90% (Mutterkühe).

Für die Ermittlung des Biogaspotenzials aus Tierexkrementen wurde angenommen, dass von Milchkühen 60% der Tierexkrememente für die Produktion von Biogas zur Verfügung stehen. Bei Jungvieh wird keine energetische Nutzung der Exkrememente erwartet, da diese vorwiegend auf der Weide grasen und deren Exkrememente zur natürlichen Düngung beitragen.

Es wurden nur Betriebe berücksichtigt, deren Viehbestand mehr als 20 Milchkühe beträgt. Die Auswertung der Umfragen bei Landwirten mit 20% Rücklaufquote ergab, dass 84% der Milchkühe in Betrieben mit mehr als 20 Milchkühen leben. Daraus ergibt sich ein Substratverfügbarkeitsfaktor von etwa 50% für Tierexkrememente bei Milchkühen und 0% bei den anderen Rindern. Das Aufkommen von Tierexkrementen anderer Tiere (z.B.

Erneuerbare Energien

Schweine, Pferde) ist im Landkreis Weilheim-Schongau von untergeordneter Bedeutung. Es wurde für alle Gemeinden der gleiche Anteil an Weide angenommen.

In den Fragebogen machten 102 Landwirte mit insgesamt 2.896 Kühen Angaben zur Anzahl der Milchkühe. Insgesamt gab es im Jahr 2007 im Landkreis Weilheim-Schongau 33.840 Milchkühe [Baystat 2009].

b) Biomüll

Im Jahr 2008 fielen im Landkreis Weilheim-Schongau 8.862 t Gartenabfälle und 10.022 t Biomüll aus der Biotonne an [AWB 2009].

Tabelle 7-13: Biogasausbeute organischer Reststoffe [Biogas Praxis 2006]

	TS [kg/kg _{FS}]	oTS [kg/kg _{TS}]	Biogasausbeute [Nm ³ /t _{oTS}]	CH ₄ -Gehalt [Nm ³ /Nm ³]
Biomüll aus Biotonne	0,60-0,75	0,50-0,70	150-600	0,58-0,65
Küchenabfälle	0,09-0,37	0,80-0,98	200-500	0,45-0,61

In der Biogasanlage der Öko-Power GmbH & Co. Biogas KG in Altenstadt werden Speisereste, abgelagerte Lebensmittel, Schlachtabfälle, Biomüll und Reststoffe aus Molkereien zur Produktion von Biogas eingesetzt. Das Biogas wird zu Erdgasqualität aufbereitet. Es werden 66 Mio. kWh Methan in das Erdgasnetz eingespeist (die Bruttoproduktion an Biogas liegt wahrscheinlich um etwa 20% darüber). Die Einsatzstoffe werden zum großen Teil von außerhalb des Landkreises Weilheim-Schongau bezogen [Erdgas Schwaben 2009]. Das Potenzial derartiger Reststoffe innerhalb des Landkreises reicht bei weitem nicht aus, um die Anlage zu betreiben.

Andererseits werden auch vergärbare Reststoffe exportiert. Pro Jahr werden 10.022 t Biomüll aus der Biotonne zur Kompostieranlage nach Quarzbichl, Landkreis Bad-Tölz/Wolfratshausen gebracht. Prinzipiell könnte der Kompostieranlage eine Biogasanlage vorgeschaltet werden. Das Biogaspotenzial aus den oben genannten 10.022 t Biomüll würde dann bei etwa 9,4 GWh_{th} pro Jahr liegen, die daraus zu produzierende Strommenge bei etwa 3,1 GWh_{el} pro Jahr. Bei einer Jahresvollbenutzungsdauer von 8.000 h/a würde die installierte elektrische Leistung bei etwa 390 kW liegen. Für die Abschätzung wird angenommen, dass der im Landkreis Weilheim-Schongau anfallende Biomüll aus der Biotonne nicht mehr exportiert, sondern der Biogasanlage der Öko-Power GmbH & Co. Biogas KG in Altenstadt zugeführt wird.

Neben dem Biomüll aus der Biotonne fallen noch 8.862 t Gartenabfälle an, die heute zu 70% kompostiert werden. 30% werden als Brennstoff dem Biomasseheizkraftwerk in Altenstadt zugeführt.

Erneuerbare Energien

Von den verbleibenden 6.203 t werden heute 1.507 t Gartenabfälle in der Kompostieranlage in Pähl verarbeitet. Die Kompostieranlage in Pähl könnte zu einer Vergärungsanlage mit nachgeschalteter Kompostierung umgerüstet werden. Pro t Gartenabfälle („Grüngut“) können 85 Nm³ Biogas mit einem Methangehalt von 70 bis 72% erzeugt werden [AFAG 2002]. Daraus würden sich etwa 0,92 GWh_{th} Biogas pro Jahr ergeben. Bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 33% könnten etwa 0,30 GWh_{el} Strom pro Jahr in Pähl produziert werden. Bei einer Jahresvollbenutzungsdauer von 8.000 h/a würde die installierte elektrische Leistung bei 38 kW liegen.

Für die Berechnung des Biogaspotenzials wird angenommen, dass die restlichen Gartenabfälle (4.696 t pro Jahr) in der Biogasanlage der Öko-Power GmbH & Co. Biogas KG in Altenstadt verarbeitet werden. Zusammen mit dem Biomüll aus der Biotonne würden dort dann etwa 11,8 GWh_{th} Biogas bzw. 3,9 GWh_{el} Strom erzeugt. Die installierte elektrische Leistung würde dann etwa 490 kW betragen. Allerdings wird heute bereits das Biogas zu Methan aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist. Wenn der Eigenverbrauch mit 20% angenommen wird, ergeben sich etwa 0,4 GWh_{th} Methan pro Jahr, was nur ein Bruchteil der heute eingespeisten Menge von 66 GWh_{th} ist (wegen des hohen Anteils an importiertem Substrat).

c) Klärgas

Nur größere Kläranlagen sind mit Anlagen zur Vergärung von Klärschlamm ausgerüstet. Bei kleineren Anlagen wird der Klärschlamm kompostiert.

Zum Beispiel findet in Ingenried die Schlammbehandlung in zwei mit Schilf bepflanzten Vererdungsbecken mit einer Gesamtfläche von 600 m² statt. Bei der Schlammvererdung wird der Klärschlamm in Humus umgewandelt. Die Vererdungsbecken werden ca. 6-mal pro Jahr aus dem Absetzbecken über eine Pumpe beschickt.

Im Fall der Kläranlage „Hungerbachtal“ wurde angenommen, dass eine Anlage zur Klärgasgewinnung nachgerüstet wird. Heute wird dort der Klärschlamm solar getrocknet und mit LKW wegtransportiert. Die installierte elektrische Leistung des BHKW wäre relativ niedrig (37 kW bei einer Jahresvollbenutzungsdauer von 8.000 h/a), aber technisch realisierbar.

Im Jahr 2004 wurden in Deutschland 4.418 GWh_{th} Klärgas (15,90 PJ) in klärgasproduzierenden Kläranlagen mit einer Kapazität von etwa 103,9 Mio. Einwohnerwerten erzeugt [Blesl 2008]. Daraus ergeben sich etwa 43 kWh_{th} (153 MJ) Klärgas pro Einwohnerwert und Jahr.

Erneuerbare Energien

Tabelle 7-14: Klärgasproduktion in Kläranlagen im Landkreis.

Gemeinde	Klärschlammbehandlung	Einwohnerwerte	Klärgasproduktion [TJ/a]
Altenstadt	Siehe Schongau	Siehe Schongau	Siehe Schongau
Andorf	Außerhalb LK (Murnau)	-	-
Bernbeuren			
Bernried			
Boebing			
Burggen			
Eberfing			
Eglfing	Siehe Oberhausen	Siehe Oberhausen	Siehe Oberhausen
Habach			
Hohenfurch			
Hohenpeißenberg			
Huglfing	Siehe Oberhausen	Siehe Oberhausen	Siehe Oberhausen
Iffeldorf			
Ingenried	Aerob		0
Oberhausen	Kläranlage Hungerbachtal: Heute: Solare Trocknung Zukunft: Fermentation	7.000	1,1
O-söchering			
Pähl	Außerhalb LK (Eching)		
Peißenberg	Fermentation	27.000	4,1
Peiting	Teichkläranlage: aerob	584	0
Penzberg	Fermentation	33.333	5,1
Polling			
Prem			
Raisting	Außerhalb LK (Eching)		
Rottenbuch			
Schongau	Fermentation	40.000	6,1
Schwabbruck			
Schwabsoien			
Seeshaupt			
Sindelsdorf			
Steingaden			
Weilheim	Fermentation	40.000	6,1
Wessobrunn			
Wielenbach	Außerhalb LK (Eching)		
Wildsteig			
Landkreis		147.333	22,6

Insgesamt können im Landkreis Weilheim-Schongau etwa 6,3 GWh_{th} Klärgas erzeugt werden. Bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 33 ergeben sich etwa 2,1 GWh_{el} Strom pro Jahr. Der Stromverbrauch der Kläranlagen beträgt etwa 5,5 GWh_{el} pro Jahr (siehe Kapitel 4.2.3). Somit kann durch Strom aus Klärgas etwa ein Drittel des Strombedarfs der Kläranlagen gedeckt werden.

Erneuerbare Energien

d) Energiepflanzen (Grassilage)

Es wird angenommen, dass 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung steht. Als Energiepflanze wird Grünland angenommen. Als Einsatzstoff für die Biogasanlagen dient Grassilage.

Nach [KTBL 2006] kann für Grassilage aus Grünlandbewirtschaftung von einem mittleren Biogasertrag von 84 GJ pro ha und Jahr ausgegangen werden (Bandbreite: 59 bis 101 GJ pro ha und Jahr). Dieser Wert wurde für die Abschätzung des Potenzials und Biogas aus Energiepflanzen verwendet.

Für den gesamten Landkreis ergibt sich daraus ein Potenzial von etwa 114 GWh_{th} Biogas (409 TJ) pro Jahr. Das Biogas kann zur Produktion von Strom und Wärme verwendet werden oder zur Aufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz. Dabei muss der Energieverbrauch der Biogasanlage berücksichtigt werden.

Bei der Produktion von Strom und Wärme in einem BHKW wird ein Teil der Wärme aus dem BHKW für die Beheizung des Fermenters eingesetzt. Darüber hinaus ist noch Strom für den Betrieb der Anlage erforderlich. Für die Berechnung des Potenzials für Strom aus Biogas wurde ein elektrischer Wirkungsgrad von 33% angenommen. Das Potenzial von Strom aus Biogas aus Energiepflanzen würde dann bei etwa 38 GWh_{el} pro Jahr liegen.

Im Fall der Einspeisung des in Biogasanlagen erzeugten Methan in das Erdgasnetz kann von einem Eigenverbrauch zur Reinigung und Aufbereitung von etwa 20% ausgegangen werden, so dass etwa 91 GWh_{th} Methan pro Jahr eingespeist werden könnten.

e) Summe Biogaspotenzial

Abbildung 7-17 zeigt die Potenziale für Biogas im Landkreis Weilheim-Schongau. Der Eigenverbrauch der Biogasanlage ist darin noch nicht berücksichtigt. Abbildung 7-18 zeigt das Potenzial für Methan aus Biogas zur Einspeisung in das Erdgasnetz. Der Eigenverbrauch der Anlage wurde mit 20% angenommen.

Es wurden nur Substrate berücksichtigt, die im Landkreis anfallen. Das Biogas kann zur Produktion von Strom und Wärme verwendet werden oder zu Methan aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist werden.

Erneuerbare Energien

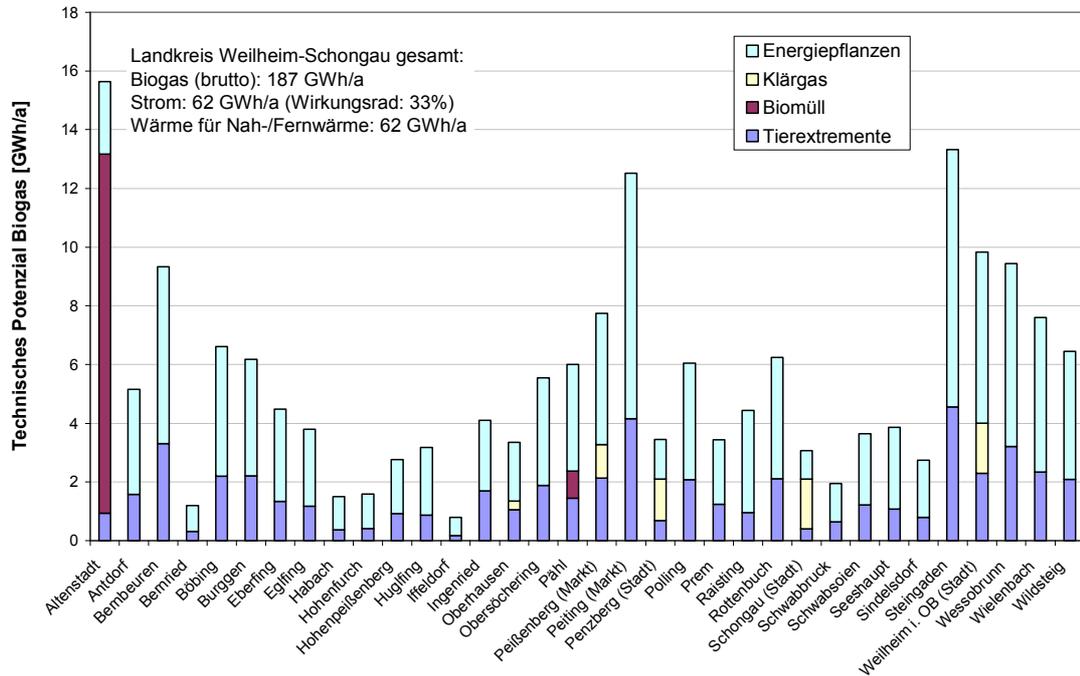


Abbildung 7-17: Biogaspotenzial im Landkreis Weilheim-Schongau (ohne Substratimporte, nur im Landkreis anfallende Substrate, incl. Substratimporte würde das Biogasaufkommen aus „Biomüll“ in Altenstadt mehr als 82 GWh_{th} pro Jahr betragen)

Erneuerbare Energien

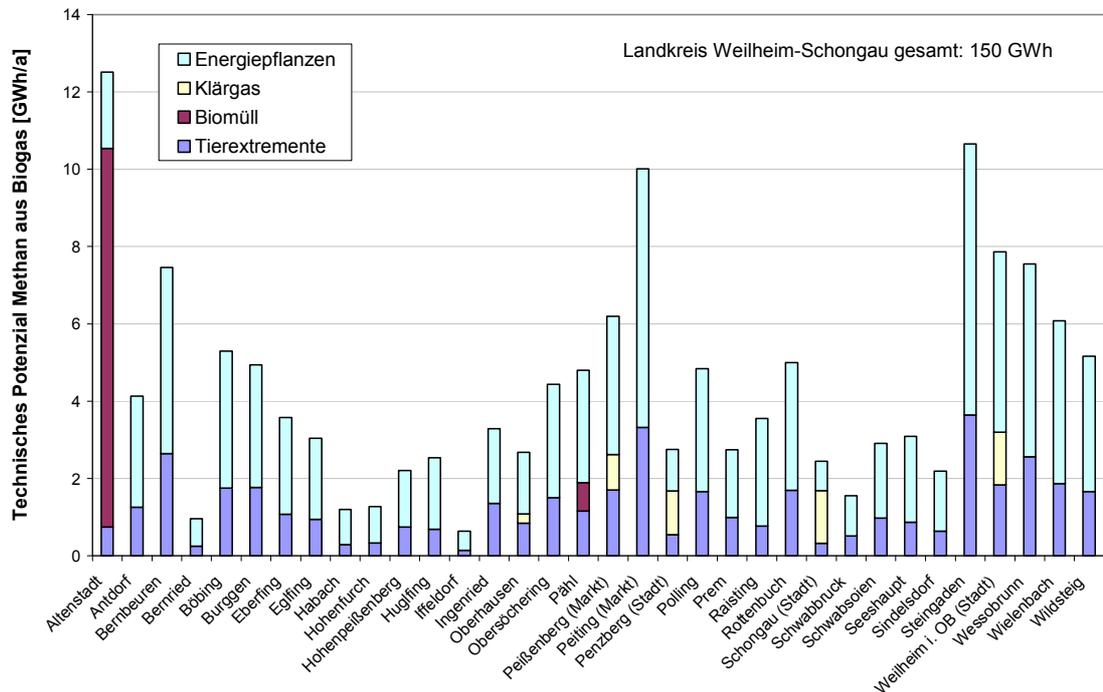


Abbildung 7-18: Potenzial für Methan aus Biogas zur Einspeisung in das Erdgasnetz (ohne Substratimporte, nur im Landkreis anfallende Substrate, incl. Substratimporte würde das Biogasaufkommen aus „Biomüll“ in Altenstadt mehr als 66 GWh_{th} pro Jahr betragen)

Die Produktion von Biogas aus Biomüll der Biotonne sowie von Biogas aus Gartenabfällen (beides in Abbildung 7-17 als „Biomüll“ zusammengefasst) erfolgt an zwei Standorten.

Insgesamt könnten im Landkreis Weilheim-Schongau etwa 150 GWh_{th} Methan aus Biogas in das Erdgasnetz eingespeist werden. Der gesamte Erdgasverbrauch beträgt ohne die Papierfabrik in Schongau etwa 770 GWh_{th} pro Jahr und inklusive der Papierfabrik in Schongau etwa 1.770 GWh_{th} pro Jahr. Somit könnten etwa **19%** des Erdgasverbrauchs (ohne Papierfabrik) bzw. etwa **8%** des Erdgasverbrauchs durch Methan aus Biogas substituiert werden.

Alternativ könnte aus dem Biogas Strom (62 GWh_{el}/a) und Wärme (62 GWh_{th}) erzeugt werden. Der Stromverbrauch im Landkreis Weilheim-Schongau beträgt etwa 580 GWh_{el} pro Jahr ohne die Papierfabrik. Somit könnten etwa **11%** des Stromverbrauchs (ohne Papierfabrik) durch Strom aus Biogas gedeckt werden. Durch die im BHKW produzierte Überschusswärme (62 GWh_{th}/a) könnten etwa **8%** des Erdgasverbrauchs substituiert werden (ohne Papierfabrik).

Erneuerbare Energien

f) Biokraftstoffe

Das aus Biogas produzierte und in das Erdgasnetz eingespeiste Methan könnte in Form von komprimiertem Methan für den Betrieb von Erdgasfahrzeugen eingesetzt werden. Das technische Potenzial für Methan aus Biogas beträgt etwa 150 GWh_{th} pro Jahr, davon 91 GWh_{th} aus Energiepflanzen.

Wird auf der im obigen Abschnitt für die Produktion von Biogas angenommenen Landfläche (10% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche) Raps für die Produktion von Pflanzenöl angebaut, ergibt sich ein Kraftstofferzeugungspotenzial von etwa 64 GWh_{th} pro Jahr (konventionell) bzw. 46 GWh_{th} pro Jahr (ökologischer Anbau).

Tabelle 7-15: Erträge Rapsöl im Vergleich zu Biogas [KTBL 2006]

	Einheit	Konventionell	Ökologisch	Biogas (Grünland)
Ertrag Rapskörner	[t/a]	3.28	2.34	-
Ölgehalt	[%]	40	40	-
Unterer Heizwert (Hu) Rapsöl	[MJ/kg]	36	36	-
Ertrag Kraftstoff	[GJ/ha]	47	34	67 ¹⁾
	[MWh/ha]	13	9	19 ¹⁾

¹⁾ Biogasertrag: 84 GJ pro ha und Jahr abzüglich Eigenverbrauch Biogas- und Aufbereitungsanlage: 20%

g) Zusammenfassung Biomasse

Für die Berechnung des gesamten Potenzials für Strom und Wärme aus Biomasse wurde angenommen, dass die gesamte, für die energetische Nutzung zur Verfügung stehende Biomasse in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) eingesetzt wird. Es handelt sich um das Bruttopotenzial inklusive der heute bereits genutzten Biomasse. Die hier ermittelten Biomassepotenziale können realisiert werden, wenn nahezu sämtliche mit Biomasse betriebenen Einzelöfen durch Anschluss an ein Nahwärmenetz mit Biomasse-KWK ersetzt werden. Das setzt die Neuinstallation in lokale Nahwärmenetze sowie den Ausbau bestehender Nahwärmenetze voraus.

Tabelle 7-16: Elektrische und thermische Wirkungsgrade verschiedener mit biogenen Brennstoffen betriebener KWK-Anlagen

	η_{el} [%]	η_{th} [%]
Holz	20	60
Biogas (brutto)	33	33
Pflanzenöl	40	50

Erneuerbare Energien

Tabelle 7-17 zeigt die technischen Potenziale für die Produktion von Strom und Wärme aus Biomasse für verschiedene Szenarien. Es wurde angenommen, dass die für energetische Zwecke verfügbare Biomasse nur in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) eingesetzt wird. Darüber hinaus wurde angenommen, dass 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Landkreises Weilheim-Schongau (4.871 ha von 48.710 ha) für den Anbau von Energiepflanzen oder für die Ausweitung der Waldfläche zur Verfügung steht.

Im Szenario „Holz“ wurde angenommen, dass 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Landkreises für die Ausweitung der Waldfläche verwendet wird. Im Szenario „Biogas“ wird die für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehende Fläche ausschließlich als Grünland für Biogas genutzt, im Szenario „Pflanzenöl“ für den Anbau von Raps nach den Kriterien des ökologischen Landbaus. Zum Vergleich wurde ein Szenario „PV“ erstellt, bei dem die Flächen, die in den anderen Szenarien mit Energiepflanzen bebaut werden, mit Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) belegt werden. Dabei wurde angenommen, dass die Modulfläche einem Drittel der Fläche des „Kraftwerksgeländes“ entspricht.

Tabelle 7-17: Technische Potenziale für Strom und Wärme aus Biomasse für unterschiedliche Szenarien [GWh/a]

	Szenario „Holz“		Szenario „Biogas“		Szenario „Pflanzenöl“		Szenario „PV“	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Waldenergieholz	70	209	70	209	70	209	70	209
Industrierestholz	29	87	29	87	29	87	29	87
Altholz	3	9	3	9	3	9	3	9
Tierexkremente	18	18	18	18	18	18	18	18
Biomüll	4	4	4	4	4	4	4	4
Klärgas	2	2	2	2	2	2	2	2
Ausweitung Waldfläche um 10% der Landfläche	28	84	-	-	-	-	-	-
Energiepflanzen für Biogas	-	-	38	38	-	-	-	-
Energiepflanzen für Pflanzenöl	-	-	-	-	18	23	-	-
Zum Vergleich: PV auf Freiflächen	-	-	-	-	-	-	1.808	-
Summe	153	412	163	366	144	352	1.934	329

Wie aus Tabelle 7-17 zu entnehmen ist, führt die Installation von Photovoltaikanlagen zum größten Stromproduktionspotenzial. Wenn angenommen wird, dass nur 1% statt 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (bzw. 0,5% statt 5% der gesamten Landfläche) des Landkreises Weilheim-Schongau für die Installation von Photovoltaikanlagen

Erneuerbare Energien

verwendet würde, würden sich trotzdem im Szenario „PV“ die höchsten Stromerzeugungspotenziale ergeben (306 GWh_{el}). Der Rest könnte in Naturschutzgebiete umgewandelt und/oder als Grünland für die Produktion von Biogas verwendet werden. Darüber hinaus fällt auch Grünschnitt innerhalb des „Kraftwerksgeländes“ der Photovoltaikkraftwerke an, da die Modulfläche nur einem Drittel der belegten Landfläche entspricht. Das niedrigste Potenzial weist das Szenario „Pflanzenöl“ auf.

7.4 Geothermie

In diesem Kapitel wird das Potenzial zur Nutzung der Geothermie im Landkreis Weilheim-Schongau untersucht.

Bei der Nutzung der Geothermie wird unterschieden zwischen oberflächennaher Geothermie und tiefer Geothermie:

- Oberflächennahe Geothermie: Tiefe < 400 m; Wärme kommt von gespeicherter Sonnenenergie und Wärmestrom aus der Tiefe; Nutzung über Wärmepumpen für Heizung und Warmwasser.
- Tiefe > 400 m: Nutzung der Wärme aus dem Erdinnern zur Erzeugung von Wärme und Strom, hat im Gegensatz zu allen anderen erneuerbaren Energiequellen (Sonnenenergie, Windenergie, Biomasse, Wasserkraft) ihren Ursprung nicht in der Sonnenenergie. 70% der Wärme kommen aus radioaktiven Zerfallsprozessen in der Erdkruste und dem Erdmantel, 30% der Wärme kommt aus dem Erdkern.

Erneuerbare Energien

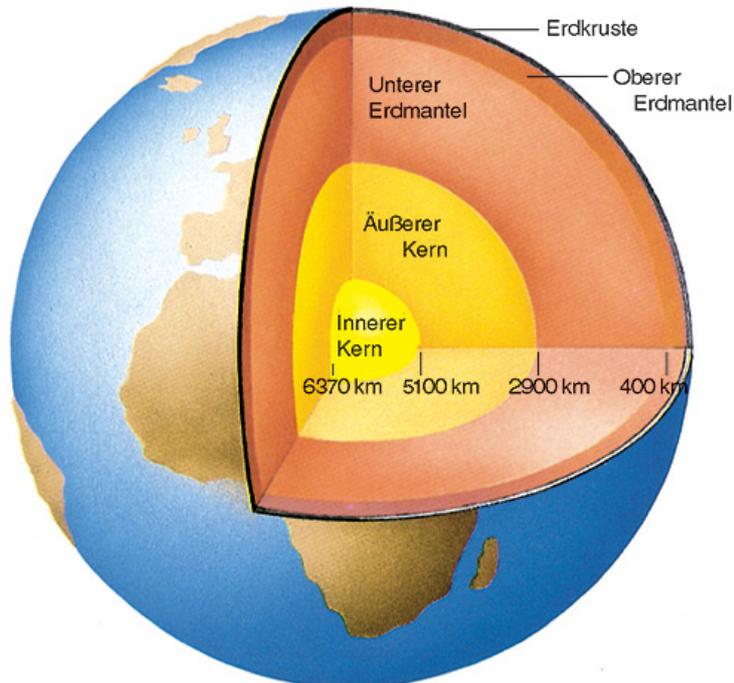


Abbildung 7-19: Erdkruste, Erdmantel und Erdkern [Klett 2005]

Im ersten Abschnitt wird die sog. oberflächennahe Geothermie bis etwa 400 m Tiefe betrachtet, im zweiten Abschnitt die Tiefengeothermie.

Insbesondere für die Tiefengeothermie lässt sich keine belastbare Aussage über das Potenzial für den ganzen Landkreis treffen. Diese Unsicherheit ist darauf zurückzuführen, dass einerseits die Tiefe und damit die Temperatur der geeigneten wasserführenden Schicht zunimmt je näher man an den Alpenrand kommt. Dies begünstigt eine geothermische Nutzung. Andererseits aber nimmt nach gängiger Lehrmeinung die Durchlässigkeit des Gesteins ab, so dass man zwar mit hohen Temperaturen aber auch mit geringen Wassermengen rechnen muss. In Kombination führt dies möglicherweise dazu, dass nur dort geeignete Bedingungen herrschen, wo der Untergrund zerklüftet ist und wo man mit einer anormal hohen Wasserentnahmemenge (sog. Schüttung) rechnen kann.

Diese ist aber nicht anhand verfügbarer geothermischer Karten erkennbar, weil sie gerade im Bereich des Landkreises nur unzureichende Informationen enthalten. Letztlich erlaubt nur eine getätigte Bohrung belastbare Aussagen zur Qualität der Geothermienutzung an dem entsprechenden Standort.

Daher muss vorbereitend zu einer Bohrung der Untergrund sehr genau erkundet werden. Letztlich birgt aber jede Bohrung in diesem Gebiet ein Fündigkeitsrisiko, das pauschale Aussagen verbietet. Wenn jedoch eine Bohrung mit ausreichender Schüttung getätigt wird, ist hiermit auch ein deutlicher Beitrag zur Energieversorgung verbunden.

Erneuerbare Energien

7.4.1 Oberflächennahe Geothermie

Abbildung 7-20 zeigt die für die oberflächennahe Nutzung geeigneten Gebiete des Landkreises. Grundsätzlich ist der gesamte Landkreis geeignet, abgesehen von den gelb und orange gekennzeichneten Ausschlussgebieten, wo der Nutzung anderweitige Gründe entgegenstehen.

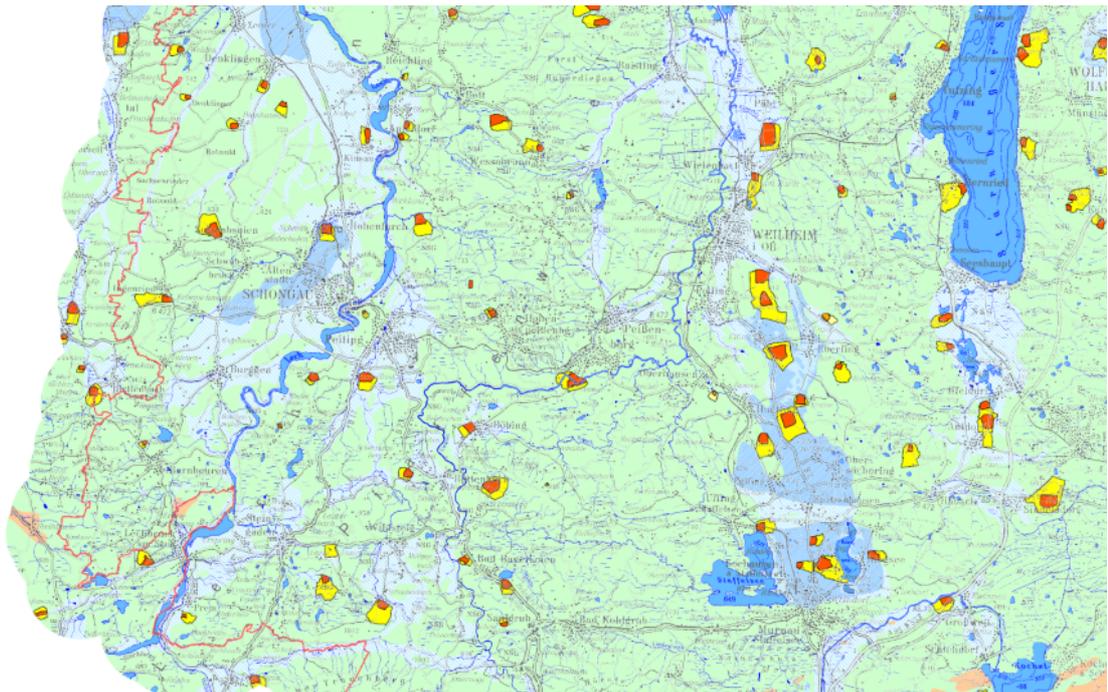


Abbildung 7-20 Übersichtskarte über das Nutzungspotenzial der oberflächennahen Geothermie im Landkreis Weilheim-Schongau [LfU 2009]

Erneuerbare Energien

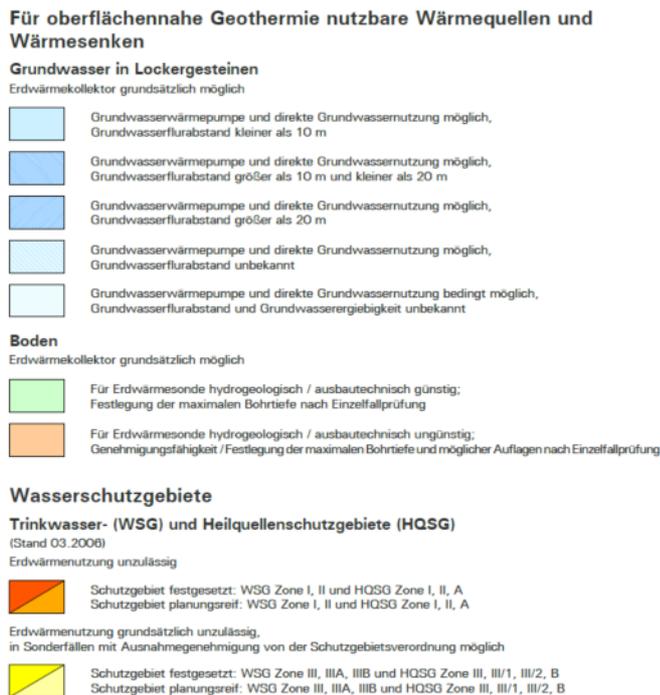


Abbildung 7-21 Legende zur Übersichtskarte über das Nutzungspotenzial der oberflächennahen Geothermie in Bayern [LfU 2009]

Da die Erdtemperatur nur mit etwa 3°C pro 100 Meter Tiefe zunimmt, sind die Temperaturen bis 400m mit maximal 25°C viel zu niedrig zur direkten Raumbeheizung oder Warmwasserbereitung. Daher muss bei der oberflächennahen Nutzung die Energie immer über eine Wärmepumpe entnommen werden. Bei der Verdichtung des Fluids in der Wärmepumpe erfolgt eine Überhitzung über bzw. bei Entspannung eine Abkühlung unter die Temperatur der Umgebung. Da Wärme immer vom wärmeren zum kälteren Medium übertragen wird, kann durch stetiges Verdichten und Entspannen die Wärme aus dem Untergrund entnommen, überhitzt und zur Raumbeheizung bzw. Warmwasserbereitung genutzt werden.

Allerdings muss für den Transport und die wechselseitige Verdichtung und Entspannung die Energie, meist in Form von Strom, aufgewendet werden. Da die Stromerzeugung über fossile Kraftwerke im bundesdeutschen Durchschnitt mit etwa 35% Wirkungsgrad erfolgt, gewinnt man über den Betrieb also nur dann Energie, wenn in der Gesamtbilanz mindestens dreimal soviel Umgebungswärme aus dem Untergrund entnommen wird, wie zum Betrieb der Pumpen in Form von Strom benötigt wird. Zudem sind durch den Stromverbrauch auch CO₂-Emissionen anzurechnen, solange dieser Strom nicht regenerativ erzeugt wird.

Das Verhältnis von Energieaufwand zu Energiegewinn hängt jedoch sehr stark vom Temperaturunterschied zwischen Energieaufnahme und Energieabnahme ab. Daher ist die

Erneuerbare Energien

Nutzungszahl oder sog. Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe umso größer, je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmereservoir und Heiztemperatur ist.

Die geringste Jahresarbeitszahl hat eine Wärmepumpe, wenn sie mit Umgebungsluft betrieben wird und eine konventionelle Zentralheizung mit über 60° Vorlauftemperatur beheizen soll. Dann liegt die Jahresarbeitszahl meist unter oder um drei. Günstiger wird das Verhältnis, wenn die Endtemperatur niedriger liegt, also bei einer Niedertemperaturheizung mit etwa 30 - 40°C und umgekehrt die Temperatur des Wärmereservoirs höher liegt, wie das im Erdreich oder im Grundwasserbereich der Fall ist. Dann können Jahresarbeitszahlen zwischen 3,5 bis zu 6,5 und bei entsprechender Vorlauftemperatur sogar bis 7 erreicht werden. Den günstigsten Wert erhält man mit Wärmesonden in mehreren hundert Metern Tiefe, da dann die Temperatur des Reservoirs bei etwa 20 - 25°C liegt. Allerdings steigen damit auch der technische Aufwand und die Kosten. Hier ist auch die Kombination zur ganzjährigen Klimatisierung sinnvoll, indem die sommerliche Wärme im Untergrund gespeichert wird.

Theoretisch lässt sich über eine Erdreich- oder Grundwasserwärmepumpe der gesamte Bedarf an Niedertemperaturwärme im Landkreis abdecken. Allerdings bedingt dies auch einen steigenden Stromverbrauch, der zudem in der kältesten Jahreszeit anfällt und nachts am größten ist, wenn der Beitrag der regenerativen Stromerzeugung gering ist.

Aus diesen Gründen ist eine Wärmepumpe immer dann sinnvoll einzusetzen, wenn die Temperaturdifferenz gering ist – also bei sehr guter Dämmung und Fußbodenheizung – und damit der Stromverbrauch gering bleibt. Aber dennoch erhöht die Raumbeheizung über eine Wärmepumpe den jährlichen Strombedarf deutlich, in einem 2-Personenhaushalt wird er dadurch etwa verdoppelt werden.

Würde man beispielsweise den gesamten Wärmebedarf im Landkreis von etwa 1.700 GWh_{th} zunächst durch gebäudetechnische Optimierung auf 1.000 GWh_{th} reduzieren, und den Restwärmebedarf mit Wärmepumpen bei einer mittleren Jahresarbeitszahl von 3 - 6 decken, so würde der Stromverbrauch im Landkreis um etwa 165 - 330 GWh_{el} ansteigen. Dies entspräche einer Erhöhung des Stromverbrauchs des gesamten Landkreises ohne Berücksichtigung von UPM Kymmene um etwa 20 - 40%.

Würde man dies andererseits mit Gasabsorptionswärmepumpen durchführen, so würde der Brennstoffverbrauch bei einer Heizzahl von 1,3 - 1,7 (diese ist mit der Jahresarbeitszahl geteilt durch den Wirkungsgrad der Stromerzeugung zu vergleichen) auf etwa 590 - 770 GWh_{th} ansteigen. Dies entspricht bis zum Doppelten des gesamten Biomasse- und Biogaspotenzials des Landkreises. Bei extremer Ausschöpfung und bestem Wirkungsgrad könnte theoretisch der auf 1.000 GWh_{th} reduzierte Wärmebedarf zu 80% durch mit Biomasse oder Biogas beheizte Adsorptionswärmepumpen bereitgestellt werden.

Erneuerbare Energien

7.4.2 Tiefe Geothermie

Der natürliche Wärmestrom aus dem Erdinneren beträgt im Mittel etwa 60 kW pro km² Erdoberfläche. Dies ist allerdings ein pauschaler Wert, der regional stark schwanken kann. Die Fläche des Landkreises Weilheim-Schongau beträgt 966,41 km². Daraus würde sich ein Wärmestrom von im Mittel etwa 58 MW bzw. eine Energiemenge von 508 GWh_{th} pro Jahr ergeben. Bei einem Wirkungsgrad von 10% für ein geothermisches Kraftwerk (siehe unten) würde sich aus dem Wärmestrom aus dem Erdinneren eine Strommenge von ca. 51 GWh_{el} pro Jahr ergeben, wenn nur soviel Wärme entnommen würde, wie wieder nachströmt.

Natürlich gibt es Abweichungen von diesem Mittelwert. Und natürlich ist man aus ökonomischen Gründen bestrebt, die Wärmeentnahme so groß zu wählen, wie es der Wasserfluss (sog. Schüttung) erlaubt. Ist dieser besonders groß, dann kühlt man allerdings lokal den Untergrund langsam aus, so dass nach einer bestimmten Nutzungsdauer die Temperatur der entnommenen Wassermenge zurückgeht. Da die bergrechtliche Zuteilung einer Bohrlizenz 50 Jahre beträgt, bildet dies heute die Planungsgrenze von Projekten.

Danach kann die Wärmeentnahme dennoch über weitere Jahrzehnte erfolgen, allerdings auf einem niedrigeren Temperaturniveau. Letztlich wird der finanzielle Aufwand für ein geothermisches Projekt die Mindestmenge an gefördertem Wasser festlegen ab der ein Projekt wirtschaftlich wird und durchgeführt werden kann.

Die hydrothermale geothermische Energiegewinnung erfolgt in der Regel im Dublettenbetrieb. In einer Entnahmebohrung wird das heiße Wasser zu Tage gefördert, über Tage wird dem Wasser die Wärme entzogen und anschließend wird das abgekühlte Wasser im geschlossenen Kreislauf über eine Reinjektionsbohrung wieder in den genutzten Aquifer verpresst. Die älteste Anlage in Europa, die nach dem Dubletten-Prinzip arbeitet, ist seit 1969 in der Nähe von Paris in Betrieb [BStMWIVT 2004].

Im Gegensatz zu geothermischen Kraftwerken in Regionen mit aktiven Vulkanen (z. B. Italien, Island) sind im Landkreis Weilheim-Schongau die verfügbaren Temperaturen erheblich niedriger (an einigen Standorten bis zu 150°C). Sie sind aber auch deutlich höher als in allen anderen Regionen Deutschlands. Daher ist das bayerische Molassebecken in Deutschland besonders für die geothermale Energienutzung geeignet. Es wurden Kreisprozesse entwickelt, die es erlauben, auch mit relativ niedrigen Temperaturen (ab ca. 100°C) Strom zu erzeugen.

Beim Organic Rankine Cycle (ORC) wird als Arbeitsmedium ein Kohlenwasserstoff (z. B. n-Pentan, i-Butan) oder ein Fluorkohlenstoff (C₅F₁₂) verwendet (Abbildung 7-22). Die früher eingesetzten Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) R11 und R12, die für die Zerstörung der Ozonschicht verantwortlich sind, werden inzwischen nicht mehr eingesetzt. Alternativ kann der „Kalina Cycle“ eingesetzt werden, bei dem ein Gemisch aus Ammoniak und Wasser als Arbeitsmedium verwendet wird (Abbildung 7-23).

Erneuerbare Energien

Beide Prozesse erlauben die kombinierte Nutzung von Strom und Wärme. Allerdings reduziert die Stromerzeugung das mögliche Wärmenutzungspotenzial gegenüber der rein thermischen Nutzung deutlich.

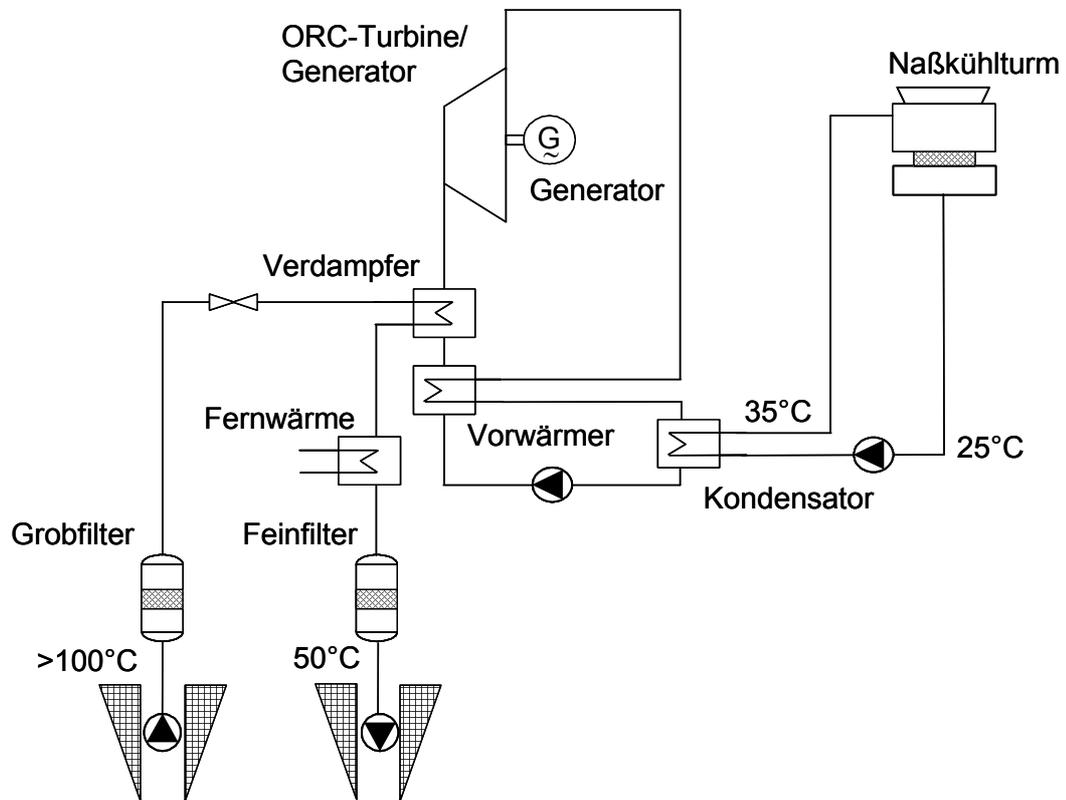


Abbildung 7-22: Geothermisches Kraftwerk auf Basis des „Organic Rankine Cycle“ (ORC) [GTN 2003], [TAB 2003]

Erneuerbare Energien

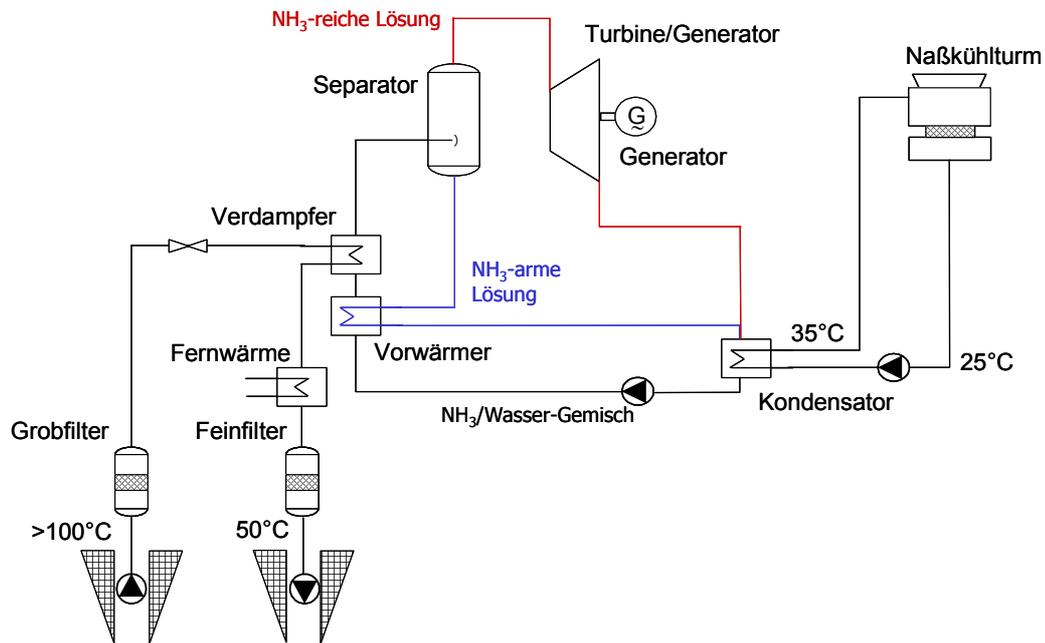


Abbildung 7-23: Geothermisches Kraftwerk auf Basis des „Kalina Cycle“ [GTN 2003], [TAB 2003]



Abbildung 7-24: Geothermisches Kraftwerk in Unterhaching (Kalina Cycle) [Geothermie Unterhaching 2009]

Erneuerbare Energien

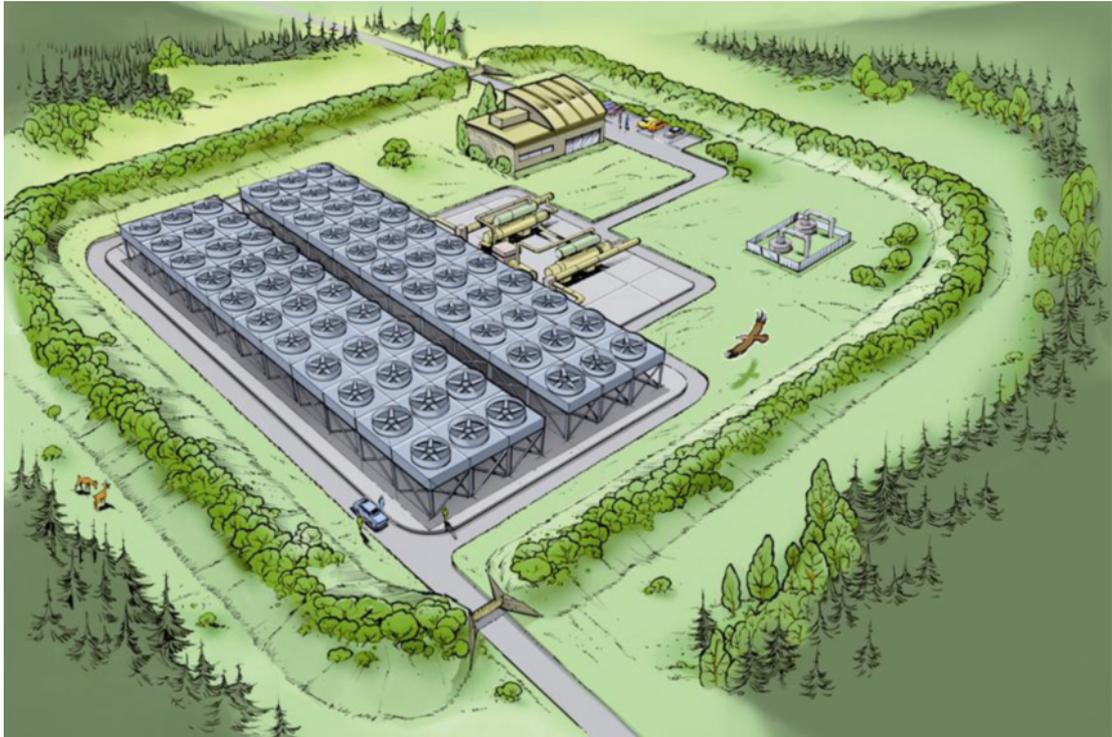


Abbildung 7-25: Geplantes geothermisches Kraftwerk in Bernried (ORC) [Bernried Erdwärme 2009]

Der elektrische Nettowirkungsgrad von ORC-Anlagen liegt zwischen 7% ($T = 100^{\circ}\text{C}$) und 11% ($T = 160^{\circ}\text{C}$). Der elektrische Nettowirkungsgrad von geothermischen Kraftwerken auf Basis des Kalina-Prozesses liegt zwischen 9% ($T = 100^{\circ}\text{C}$) und 12% ($T = 180^{\circ}\text{C}$). Bei einer Temperatur von 120°C liegt der Nettowirkungsgrad geothermischer Kraftwerke auf Basis des ORC bei etwas über 8%, bei geothermischen Kraftwerken auf Basis des Kalina-Prozesses bei etwa 11% [GTN 2003].

Erneuerbare Energien

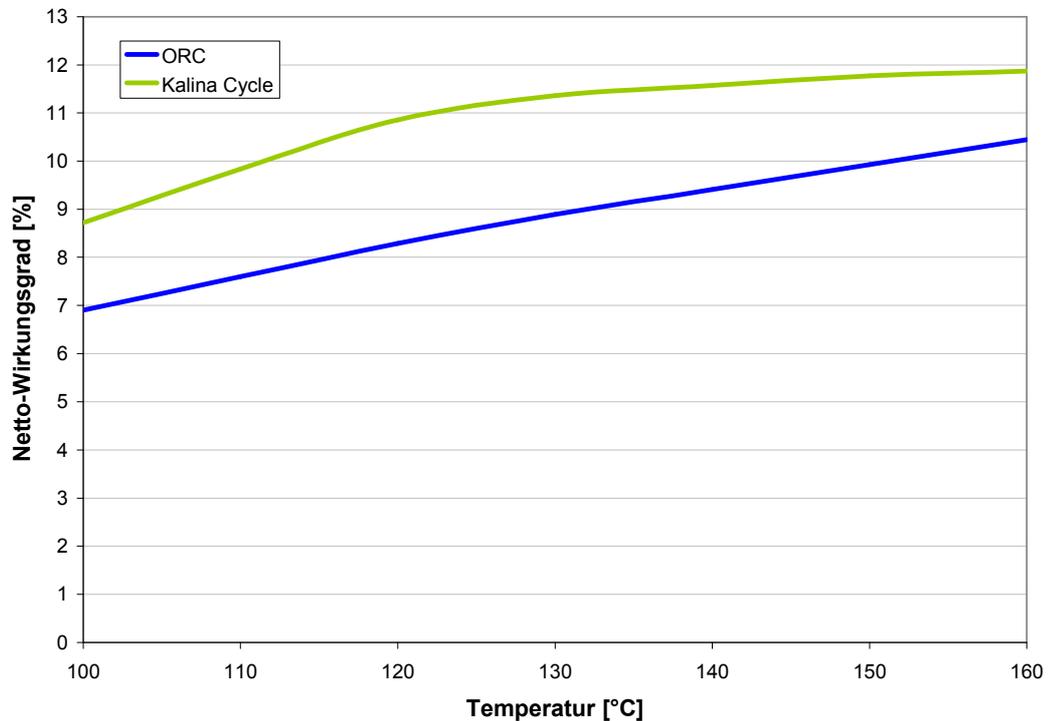


Abbildung 7-26: Netto-Wirkungsgrad der Stromerzeugung mit ORC und Kalina-Prozess [GTN 2003]

In einer Studie für das Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages [TAB 2003] wird bei der reinen Stromerzeugung eine Injektionstemperatur mit 70°C angenommen. Bei der geothermischen Stromerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird von einer Injektionstemperatur von 50°C ausgegangen, wenn keine Wärmepumpe verwendet wird (Abbildung 7-22). In beiden Fällen wird also die Abwärme aus dem ORC-Prozess über einen Kühler an die Umgebung abgegeben.

Bei konventionellen Dampfturbinenkraftwerken wird bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) die Abwärme aus dem Dampfturbinenprozess als Nah- oder Fernwärme ausgekoppelt und dabei ein geringerer elektrischer Wirkungsgrad in Kauf genommen. Somit wird bei der geothermischen Stromerzeugung von der sonst üblichen Definition von Kraft-Wärme-Kopplung abgewichen. In beiden Fällen (reine Stromerzeugung und KWK) läuft die Turbine bei der geothermischen Stromerzeugung via ORC oder Kalina Cycle im Kondensationsbetrieb. Damit müssen sowohl bei der reinen Stromerzeugung, als auch bei der Stromerzeugung mit KWK relativ große Wärmemengen über den Kühler an die Umgebung abgeführt werden. Für die Bereitstellung von Fernwärme wird zusätzlich Wärme aus dem Untergrund dadurch entnommen, dass das in den Untergrund zurückgeführte Wasser auf 50°C anstatt 70°C wie bei reiner Stromerzeugung abgekühlt wird.

Erneuerbare Energien

Abbildung 7-27 zeigt einen Nord-Süd Querschnitt durch die wasserführende Schicht des Malmkarst. Diese liegt umso tiefer je weiter südlich man kommt. Dadurch nimmt die Temperatur zu. Allerdings weisen sowohl der Bayerische Geothermieatlas als auch eine Studie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Ressourcennutzung eine reduzierte Schüttung auf, je weiter südlich man kommt. Dies reduziert die mögliche Energieentnahme aus dieser Schicht.

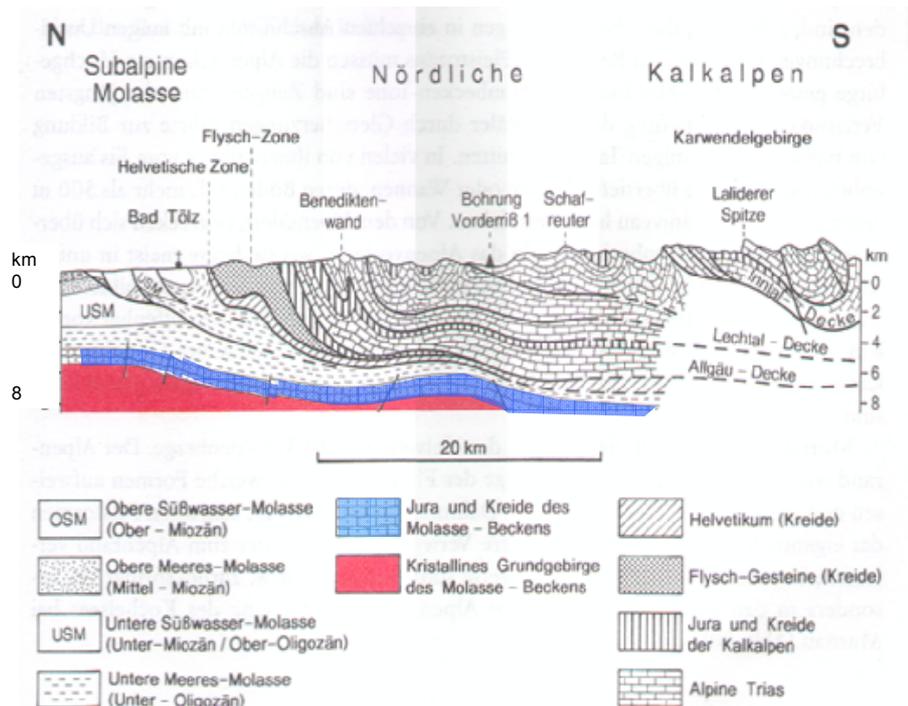


Abbildung 7-27 Querschnitt durch den Malmkarst (blaue Schicht); [Geo 2002]

Zusätzlich nimmt der Gebirgsdruck zu, so dass tiefe Bohrungen technisch anspruchsvoller und teurer werden, je näher sie ans Gebirge heranreichen.

Abbildung 7-28 zeigt die im Landkreis Weilheim-Schongau zu erwartenden Temperaturniveaus in einer Tiefe von 4.000 m. Diese wurden bisher nicht durch Bohrungen bestätigt, sondern wurden aus der allgemeinen geologischen Kenntnis und der Kenntnis benachbarter Bohrungen aus der Erdöl- und Erdgasexploration errechnet.

Erneuerbare Energien

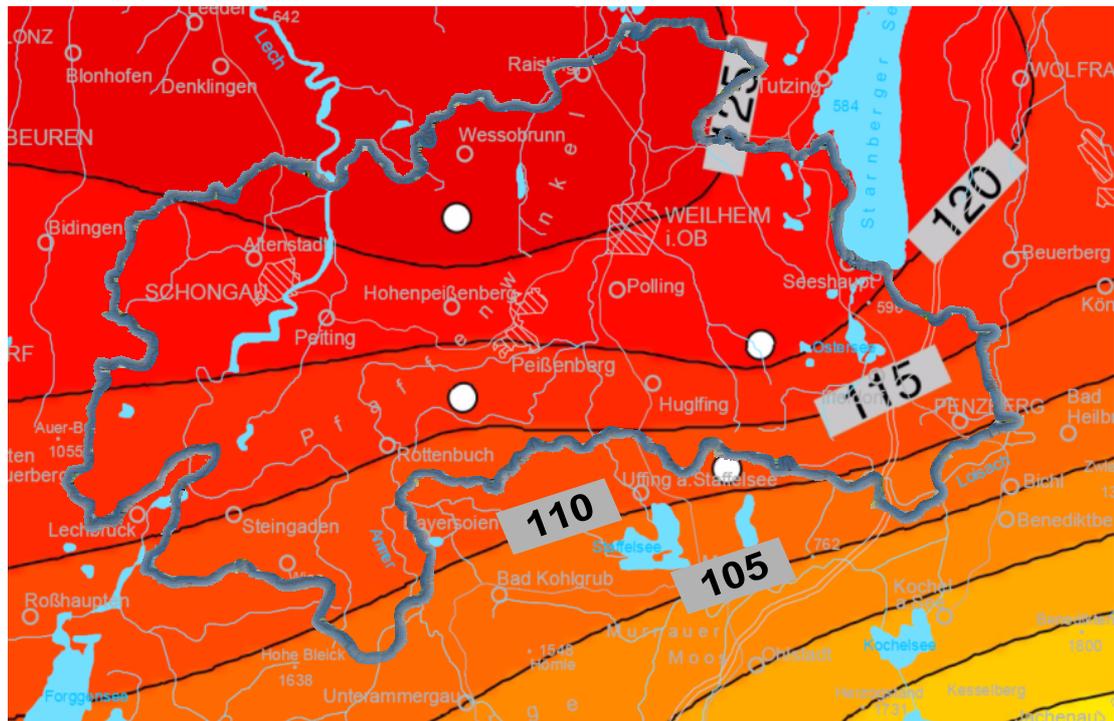


Abbildung 7-28: Temperaturniveau der geothermischen Ressourcen im Landkreis-Weilheim-Schongau in 4000 m Tiefe [GGA 2004]

Abbildung 7-29 zeigt die theoretisch extrahierbare Energiemenge pro Dublette in Südbayern, wie sie im Bericht an das Büro für Technikfolgenabschätzung angegeben wird [TAB 2003].

Erneuerbare Energien

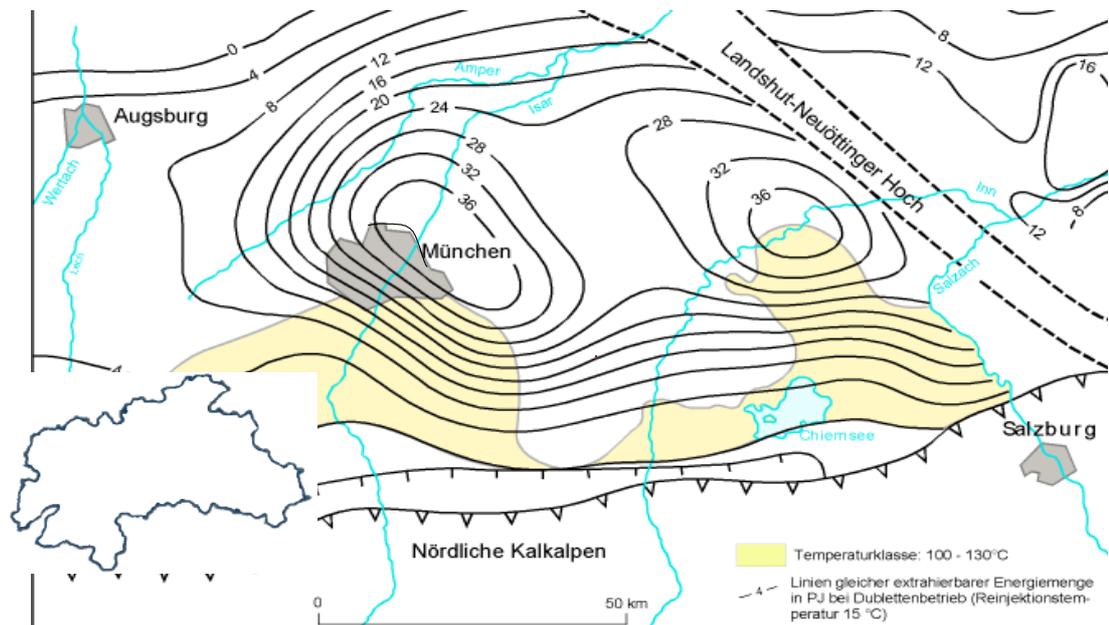


Abbildung 7-29: Theoretisch extrahierbare Energiemenge in Südbayern gemäß einer Studie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover [TAB 2003]. Die Werte an den Linien gleicher Energieentnahme sind in PJ je Dublettenbetrieb angegeben. Die Konturen des Landkreises Weilheim-Schongau sind links unten in das Bild eingezeichnet.

Die Auflösung in Abbildung 7-29 ist jedoch sehr grob. Nur der nördlichste Teil des Landkreises würde demnach auf einem Gebiet liegen, in dem eine gute geothermische Energienutzung möglich ist. Die theoretisch extrahierbare Energiemenge würde zwischen 0 und 4 PJ pro Bohr Dublette betragen. Das geplante geothermische Kraftwerk in Bernried liegt in diesem Bereich.

Der größere Teil des Landkreises liegt über der Faltenmolasse, in der gemäß Abbildung 7-29 keine geothermische Energie mehr gewonnen werden kann. Nach dem bayerischen Geothermieatlas [BStMWIVT 2004] ist es in der Faltenmolasse aufgrund der starken tektonischen Verformung der Schichten nicht möglich, größere zusammenhängende Aquifere auszukartieren.

Das bedeutet aber nicht, dass hier kein Potenzial zur geothermischen Nutzung vorhanden wäre. Es bedeutet allerdings, dass hierzu heute nur unzureichende Kenntnisse vorhanden sind. Daher ist die Möglichkeit einer hydrothermalen Erdwärmenutzung hier nur durch detaillierte Einzelgutachten zu klären.

Es ist durchaus denkbar, dass an Versetzungen und Rissen größere Wasservorkommen anzutreffen sind, die lokal ausreichende Schüttung über einen längeren Zeitraum erbringen könnten. Aufgrund dieser Unsicherheit in der Datenlage kann heute keine belastbare Aussage zum Geothermiepotenzial des Landkreises gemacht werden. Daher

Erneuerbare Energien

werden im Folgenden begonnene und angedachte Projekte beschrieben. Wenn diese erfolgreich durchgeführt werden, dann können sie einen deutlichen Beitrag zur Strom- und Wärmeversorgung des Landkreises erbringen. Heute ist es zu früh, hierüber belastbare Aussagen zu machen.

■ Geothermieprojekte im Landkreis Weilheim-Schongau

Das am weitesten fortgeschrittene Projekt befindet sich auf dem Gemeindegebiet von Bernried am Nordrand des Landkreises. Der Untergrund wurde mit 3D Seismik eingehend geprüft. Wenn das Projekt wie geplant durchgeführt werden kann, dann wird die Bohrung voraussichtlich im Jahr 2010 begonnen. Es werden vermutlich zwei bis vier Jahre vergehen, bis die Stromerzeugung beginnen kann und erste Wärmeabnehmer an das noch zu bauende Fernwärmenetz angeschlossen werden. Erst dann wird es zu diesem Standort verlässliche Aussagen über Schüttung, Strom- und Wärmeerzeugung geben. Geplant ist, damit eine elektrische Leistung zwischen 8 - 11 MW_{el} und eine thermische Abnahmeleistung von 15 - 20 MW_{th} zu erschließen.

Die Stadt Penzberg hat gemeinsam mit der Firma Roche Diagnostics den Untergrund bei Penzberg mit 2D Seismic erkunden lassen. Hier wurden keinerlei geeignet erscheinenden Klüfte oder Versetzungen entdeckt, so dass die Arbeiten eingestellt wurden und weitere Aktivitäten nicht geplant sind [Fritzer, Latzko 2009].

Diese beiden Projekte erlauben jedoch keinen Rückschluss auf weitere potenzielle Bohrungen. Der Bereich zwischen Weilheim und Peißenberg weist Versetzungen auf. Hier sind allerdings eingehende seismische Gutachten und letztlich eine fündige Bohrung durchzuführen, bevor man eine Aussage über die Eignung treffen kann.

Auch bei Weilheim ist eine Bohrung geplant. Die durchgeführten 3D Messungen weisen auf entsprechende Klüfte hin. Die ausführende Projektfirma kann heute keine Aussage zum Fündigkeitsrisiko machen. Allerdings hofft sie auf eine Schüttung von mindestens 100 l/s, womit dann gemäß der Planungen ein 5 MW_{el} Kraftwerk und etwa 10 MW_{th} Wärmebereitstellung machbar sein sollten [Greif 2009]. Im positiven Falle könnte damit ein deutlicher Beitrag zur regenerativen Stromerzeugung und Abdeckung von bis zu 80 Prozent des Wärmebedarfs der Stadt Weilheim gesichert werden.

Ursprünglich wurde im Sommer 2009 mit dem Bohrbeginn gerechnet. Dieser hat sich jedoch aufgrund eines Projektes in Mauerstetten bei Kaufbeuren verzögert. Dort wurde ebenfalls eine Versetzung angefahren aber keine wasserführende Schicht erreicht. Jetzt hofft man im Zuge einer Nachbearbeitung dieses Projekt erfolgreich zu Ende zu führen. Dadurch wird das Projekt allerdings auch deutlich verteuert [Greif 2009].

Die tätige Firma wird danach vermutlich zunächst eine Bohrung in Wolfratshausen aufnehmen, bevor das Projekt in Weilheim angegangen werden wird. Aufgrund der langen Bohrzeiten und der ausgebuchten Bohrkapazitäten kann somit voraussichtlich

Erneuerbare Energien

frühestens im Jahr 2012 oder 2013 eher aber später mit einem Bohrbeginn in Weilheim gerechnet werden. Bei Fündigkeit dürfte die erste Stromerzeugung und Wärmenutzung vermutlich frühestens 2015 oder 2016 erfolgen.

Dieselbe Firma hat zusammen mit der Gemeinde Peiting auch die Bohrlizenz für einen Claim in Peiting erworben. Allerdings sind hier die Voruntersuchungen noch nicht abgeschlossen, so dass über das Fündigkeitsrisiko nur spekuliert werden kann.

Darüber hinaus wurde eine Explorationsbohrung der Kohlenwasserstoffindustrie im Raum Peißenberg durchgeführt. Jedoch sind keine Ergebnisse bekannt. Heute gibt es Bestrebungen, den Untergrund auf hydrogeothermale Eignung zu untersuchen. Allerdings ist die Lage noch unklar, so dass im positiven Fall nicht vor 2020 mit einem Beitrag zur Energieversorgung gerechnet werden sollte.

Damit sollten die bereits begonnenen und konkret angedachten Projekte im Landkreis erfasst sein.

Aufgrund der angeführten Unsicherheiten ist eine seriöse Potenzialabschätzung für den gesamten Landkreis nach heutigem Kenntnisstand nicht möglich. Jede weitere Bohrung wird die Kenntnis hierzu verbessern.

In den Szenariorechnungen wird von der vollen Umsetzung der Projekte Bernried und Weilheim bis zum Jahr 2020 ausgegangen. Die in der Planung befindlichen und angedachten Projekte Peiting und Peißenberg werden vermutlich frühestens ab 2020 in vollem Ausmaß umgesetzt sein.

7.5 Wasserkraft

Das bei weitem größte Potenzial zur Wasserkraftnutzung im Landkreis Weilheim-Schongau liegt am Lech. Dort sind bereits mehrere große Laufwasserkraftwerke installiert.

Das restliche Potenzial beschränkt sich auf die Flüsse Ammer und Loisach. Etwa 30 kleine Wasserkraftwerke sind hier teilweise bereits seit Jahrzehnten in Betrieb. Deren Beitrag liegt aber in Summe um eine Größenordnung unter dem Beitrag der Lechkraftwerke.

Daher ist zwar ein gewisses noch nicht erschlossenes Potenzial vorhanden. Dieses liegt vorwiegend an der Ammer. Es kann lokal bedeutsam sein. Die Erschließung dieses Potenzials z. B. durch Reaktivierung stillgelegter Anlagen wird unterschiedlich diskutiert, und Befürworter und Gegner potenzieller Projekte sind sich bisher kaum näher gekommen. Tatsache scheint zu sein, dass das bayerische Wasserwirtschaftsamt sehr hohe Auflagen mit einer potenziellen Nutzung verbindet, die keinen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen ermöglichen.

Im Regionalplan Oberland heißt es im Leitbild zur Energieversorgung: „Die Modernisierung bestehender Wasserkraftwerke soll unter gewässermorphologischen und ökologischen Aspekten angestrebt werden.“ [Regplan 2005]

Erneuerbare Energien

An dieser Stelle soll weder für noch gegen diese Projekte Stellung bezogen werden. Unabhängig davon, wie dies entschieden wird, bleibt dieses Potenzial in einer Gesamtbilanz des Landkreises gering, wiewohl es im Einzelfall sinnvoll erscheinen mag.

7.6 Windenergie

Auch die Windenergienutzung wird kontrovers diskutiert. Heute gibt es bei Peiting ein Windrad mit einer Leistung von 600 kW und 1 GWh_e/a Stromproduktion.

Beim Studium des Regionalplans Oberland fällt auf, dass viele Orte mit günstigen Windverhältnissen von einer Windenergienutzung ausgeschlossen wurden. Dies betrifft die Region des Auerbergs, des Peißenbergs und den Alpenrand im Süden. Für die verbleibenden Regionen wird übervorsichtig argumentiert, so dass angenommen werden muss, dass jede Genehmigung für eine neue Windenergieanlage sehr kritisch beurteilt werden wird. So heisst es im Regionalplan Oberland beispielsweise:

„Bei der Errichtung von Windkraftanlagen sollen die das Landschaftsbild prägenden Berge, Kuppen und Höhenzüge grundsätzlich freigehalten werden. In den Gebieten der Region, die in der Begründungskarte zu B X 3.3 entsprechend gekennzeichnet sind („Erholungslandschaft Alpen“ mit Erweiterung), sollen größere Vorhaben zur Windenergienutzung nicht errichtet werden. In den übrigen Gebieten der Region können Windkraftanlagen im Einzelfall unter besonderer Berücksichtigung der landschaftlichen und touristischen Gegebenheiten sowie einer angestrebten Kreislaufwirtschaft vor Ort zugelassen werden.“ [Regplan 2005]

Derzeit wird vom Landratsamt eine detailliertere Abschätzung des Windenergiepotenzials durchgeführt. Dies soll letztlich die Vorranggebiete zur Windenergienutzung identifizieren.

An dieser Stelle wird überschlägig die Größenordnung des möglichen Beitrags der Windenergie abgeschätzt.

Wenn angenommen wird, dass auf 1% der Fläche des Landkreises Weilheim-Schongau Windkraftanlagen installiert werden, könnten etwa 135 GWh Strom produziert werden. Dabei wurden folgende Annahmen getroffen:

Erneuerbare Energien

Tabelle 7-18 Annahmen für die Potenzialabschätzung zur Windenergienutzung im Landkreis Weilheim-Schongau.

Spezifikation	Annahme
Landkreisfläche	966,41 km ²
davon 1%	9,6641 km ²
Spitzenleistung Windkraftanlage	2 MW
Rotordurchmesser	82 m
Abstand der Windkraftanlage in Hauptwindrichtung	8 Rotordurchmesser
Abstand der Windkraftanlagen in Nebenwindrichtung	4 Rotordurchmesser
Jahresvollbenutzungsdauer	1500 h/a



Abbildung 7-30: Windkraftanlage Modell Enercon E82 mit 2 MW Spitzenleistung und einem Rotordurchmesser von 82 m [Enercon 2009]

Insgesamt würden 45 Windkraftanlagen mit einer Spitzenleistung von je 2 MW installiert. Die Jahresvollbenutzungsdauer wurde konservativ mit 1.500 h pro Jahr angenommen. Zum Vergleich: Bei einem Windpark in Bayern erreichte eine Windkraftanlage mit einer Nabenhöhe von 90 m in den letzten Jahren eine Jahresvollbenutzungsdauer von mehr als 2.000 h pro Jahr. Die beiden älteren Anlagen mit einer Nabenhöhe von 70 m liegen allerdings darunter. Eine ausreichende Nabenhöhe ist für die Windkraft im Binnenland daher von entscheidender Bedeutung. Die in dieser Studie verwendete Windkraftanlage von Enercon wird mit Nabenhöhen von bis zu 138 m angeboten.

7.7 Zusammenfassung

Abbildung 7-31 fasst das ermittelte Stromerzeugungspotenzial im Landkreis zusammen. Der linke gelbe Balken gibt den Stromverbrauch im Jahr 2007 ohne UPM Kymmene. Der nächste Balken zeigt das abgeschätzte Einsparpotenzial. Dieses ist sehr vorsichtig gewählt und beinhaltet 7 GWh_{el}/a Stromeinsparung bei den Kommunen durch Optimierung der bestehenden Infrastrukturen (Straßenbeleuchtung, Wasserver- und -entsorgung) und 60 GWh_{el}/a bzw. 20% bei Industrie und Gewerbe durch entsprechende Optimierung der Kälteerzeugung, Druckluftherzeugung und Elektromotoren. Für private Stromverbraucher wurde kein Stromeinsparpotenzial ermittelt, da in der Vergangenheit alle diesbezüglichen Reduktionen durch Mehrverbrauch aufgrund neuer Anwendungen ausgeglichen wurden. Hier wird eine Beschränkung des Verbrauchs vermutlich nur über den Preis oder eine Angebotsbeschränkung erfolgen.

Der nächste Balken „PV“ zeigt das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaikanlagen, wenn 80% der geeigneten Dachflächen mit genutzt werden. Die Dachflächen wurden in Süddächer und geeignete Ost/Westdächer unterteilt. Zur Berücksichtigung von Verlusten, und Randbereichen wurde jeweils nur die bei senkrechter Draufsicht ermittelten Dachfläche als Basis genommen ohne Berücksichtigung der Flächenvergrößerung aufgrund der Dachneigung. Es wurde im Mittel mit 14% Stromerzeugungswirkungsgrad gerechnet. Der Balken „Biogas KWK“ fasst das Stromerzeugungspotenzial der Biogas- und Klärgasnutzung zusammen. Hierbei wurde der verwertbare Gülleanfall der Rinder errechnet. Zusätzlich wurde angenommen, dass von 10% der landwirtschaftlichen Nutzflächen der Grasschnitt zu Biogas aufbereitet wird. Der Balken „Holz KWK“ bezeichnet die mögliche Stromerzeugung mittels Kraft-Wärme-Kopplung von fester Biomasse. Der untere (59 GWh_{el}/a Waldenergieholz) und obere Teil (29 GWh_{el}/a Industrieholz) wird bereits genutzt. Vermutlich ist nur der mittlere Bereich (10 GWh_{el}/a) noch erschließbar. Zumindest befindet man sich bei der energetischen Nutzung fester Biomasse bereits nahe der Nachhaltigkeitsgrenzen. Dies muss von Fall zu Fall für jede Gemeinde gesondert geprüft werden.

Erneuerbare Energien

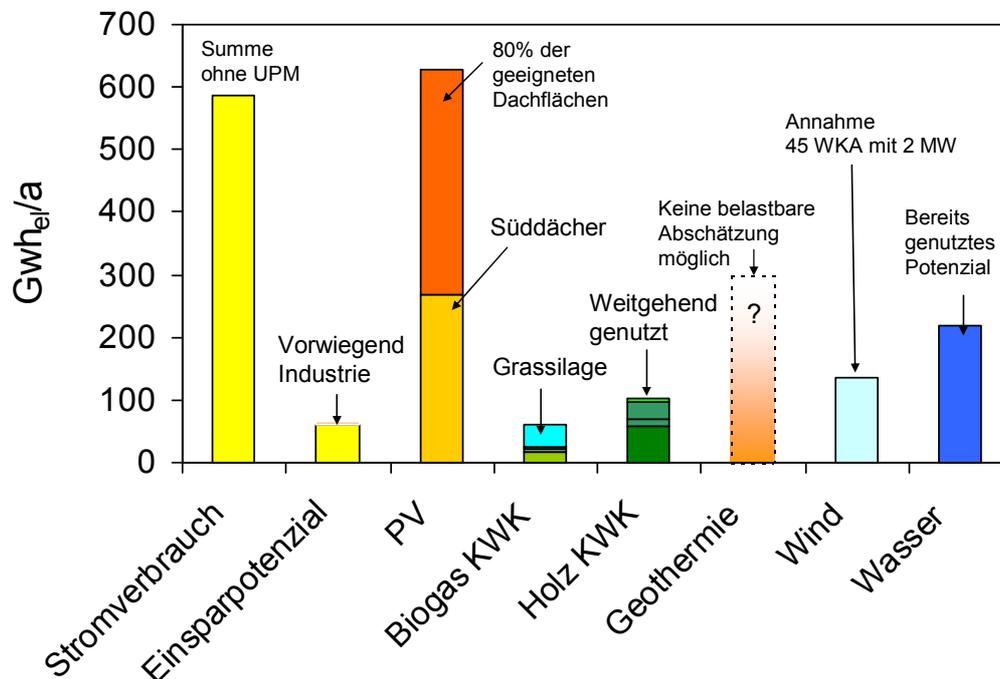


Abbildung 7-31 Stromverbrauch im Landkreis (linker gelber Balken, ohne UPM) und regenerative Stromerzeugungspotenziale

Für den mit „Geothermie“ bezeichneten Bereich kann keine seriöse Potenzialabschätzung gegeben werden. Die Temperaturbedingungen im Untergrund des Landkreises sind zwar besonders günstig, aber die mögliche Wasserentnahme ist nur unzureichend bekannt. Hier können erst durch seismische Vorerkundung und tatsächliche Bohrungen genauere Angaben ermittelt werden. Das Potenzial zur Windenergienutzung wurde unter der Annahme errechnet, dass 45 große Windenergiekonverter mit jeweils 2 MW über den Landkreis verteilt errichtet werden. Heute wird dies durch den Regionalplan in Kombination mit weiteren Kriterien weitgehend ausgeschlossen, da große Windenergiekonverter an geeigneten exponierten Standorten (Auerberg, Hoher Peißenberg) ausgeschlossen werden. Der Balken „Wasser“ gibt das Potenzial zur Wasserkraftnutzung im Landkreis. Dieses ist bereits fast vollständig ausgeschöpft und basiert vorwiegend in der Nutzung des Laufwassers am Lech und zum kleinen Teil an Loisach und Ammer.

Abbildung 7-32 zeigt den Kraftstoff- und Wärmeverbrauch im Landkreis für das Jahr 2007 und die entsprechenden Potenziale. Der linke Balken gibt den ermittelten Verbrauch des Jahres 2007, unterteilt in die unterschiedlichen Brennstoffe. Der rote oberste Bereich zeigt den Kraftstoffverbrauch im Verkehrssektor.

Erneuerbare Energien

Der nächste Balken „Einsparung Wärme“ zeigt, um welchen Beitrag der Wärmeverbrauch sinken könnte, wenn die im Text dargestellten Einsparpotenziale realisiert werden. Die mögliche Kraftstoffeinsparung zeigt der dritte Balken „Einsp. Kraftstoff“. Der Balken „Holz KWK“ zeigt den möglichen Beitrag von fester Biomasse zur Wärmeerzeugung, wenn die Biomasse zur kombinierten Erzeugung von Strom und Wärme genutzt wird. Dies bedingt allerdings, dass entsprechende Nahwärmenetze aufgebaut werden. Der Balken „Biogas KWK“ zeigt den möglichen Beitrag zur Wärmeerzeugung durch Biogas. In Form von Methangas könnte dies auch vollständig als Kraftstoff zum Betrieb der Fahrzeuge verwendet werden. Würde man auch die feste Biomasse nicht zur Wärmeerzeugung nutzen, sondern zu einem Kraftstoff aufbereiten, dann würde der Beitrag wegen der Umwandlungsverluste in etwa halbiert werden. Er würde dann allerdings als Kraftstoff für den Verkehrsbereich verfügbar werden. In Summe könnte durch Einsparung und biogene Kraftstoffe maximal etwa ein Drittel des dann noch benötigten Kraftstoffes erzeugt werden. Eine weitere Möglichkeit zur synthetischen Kraftstofferzeugung könnte über die Wasserstoffherzeugung aus der Spaltung von Wasser und Biogasaufbereitung kommen. Aber auch die Einführung marktfähiger Elektrofahrzeuge könnte einen Teil des Bedarfs auf den Strom verlagern. Die Ausarbeitung dieser Szenarien würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

Der Balken „Geothermie“ zeigt den denkbaren Beitrag der Geothermie zur Wärmebereitstellung. Da der Untergrund des Landkreises noch zu wenig untersucht ist, kann heute keine belastbare Aussage getroffen werden. Es ist möglich, dass einige erfolgreiche Projekte einen deutlichen Beitrag zur Strom- und Wärmeversorgung des Landkreises leisten werden. Es ist heute aber keineswegs gesichert, dass dies so sein wird. Dennoch lohnt diese Aussicht die Anstrengungen, den Untergrund besser kennenzulernen und entsprechende Aktivitäten voranzutreiben. Der rechte Balken „Solar (20%)“ zeigt die mögliche Wärmeerzeugung im Landkreis, wenn 20% der geeigneten Dachflächen für solarthermische Nutzung verwendet werden. Würde man 40% der Dachflächen hierfür nutzen, dann würde sich der Beitrag verdoppeln. Allerdings würde dadurch das Potenzial zur solaren Stromerzeugung (Abbildung 7-31) um etwa 25% reduziert werden.

Ein derart großer Beitrag der Solarenergie zur Wärmeerzeugung ist allerdings nur in entsprechenden Nahwärmesystemen mit saisonaler Wärmespeicherung möglich.

Erneuerbare Energien

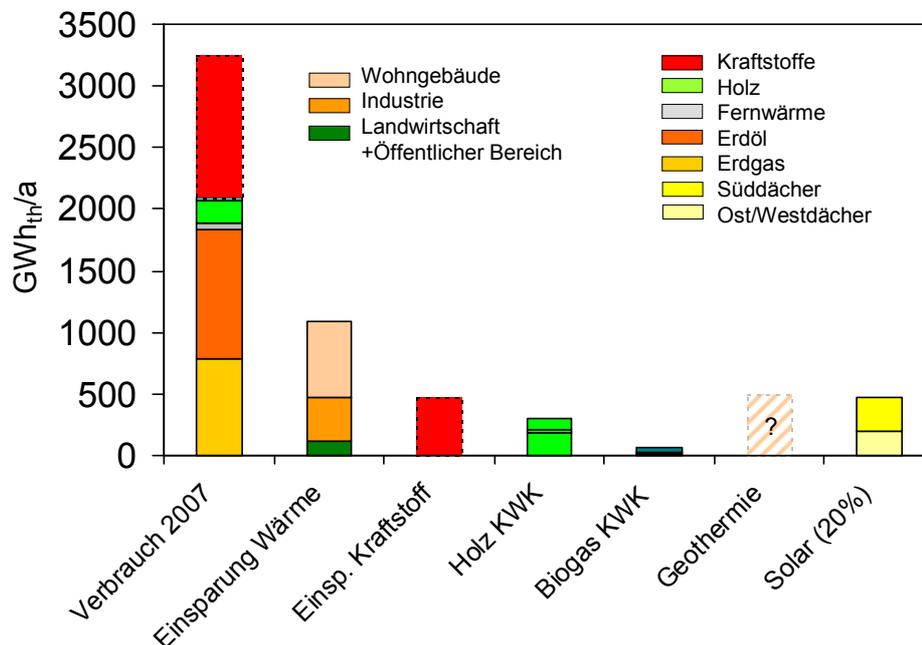


Abbildung 7-32 Kraftstoff und Wärmeverbrauch im Landkreis und regenerative Erzeugungspotenziale von Wärme (ohne Berücksichtigung des Verbrauchs von UPM Kymmene)

Insbesondere der Anteil der Solarenergie zur Strom- und Wärmeerzeugung ist in diesen Darstellungen auf die hierfür geeigneten Dachflächen begrenzt. Der Beitrag kann deutlich erhöht werden wenn man Freiflächenanlagen zulässt.

Abbildung 7-33 fasst die Nutzungsmöglichkeiten nochmals kurz zusammen. Der linke Teil der Abbildung zeigt den Kraftstoff- und Wärmebedarf. Mit „Verbrauch 2007“ ist der Verbrauch an Brenn- und Kraftstoffen des Jahres 2007 gezeigt. Der Balken „Verbrauch 20XX“ zeigt nach Ausschöpfung der oben ermittelten Einsparpotenziale den dann noch benötigten Restenergiebedarf an Wärme und Kraftstoffen. Der Balken „Potenzial“ zeigt das regenerative Wärmeerzeugungspotenzial der in Abbildung 7-32 einzeln gezeigten Energieträger. Der nach Optimierung verbleibende Wärmebedarf könnte unter Ausschöpfung aller Möglichkeiten gerade noch gedeckt werden, wobei eine Unsicherheit hinsichtlich des Beitrags der Geothermie bleibt. Auch der Beitrag der Solarenergie kann entsprechend verändert werden, wenn mehr als 20% der Dachflächen hierfür oder sogar Freiflächenanlagen genutzt werden. Allerdings würde dies das Potenzial für solare Stromerzeugung entsprechend reduzieren.

Der rechte Teil der Abbildung zeigt den Verbrauch und das regenerative Stromerzeugungspotenzial des Landkreises. „Stromv. 2007“ zeigt den ermittelten Stromverbrauch des Jahres 2007. „Stromv. 20XX“ zeigt den nach Ausschöpfung der Reduktions-

Erneuerbare Energien

potenzielle ermittelten Stromverbrauch. Dieser liegt etwa 10% unter dem heutigen Bedarf. Die Gründe für diese vorsichtigen Annahmen wurden weiter oben bereits angesprochen. Der rechte Balken „Potenzial“ zeigt das regenerative Stromerzeugungspotenzial im Landkreis. Auch hier ist die Geothermie mit der entsprechenden Vorsicht zu betrachten, da belastbare Aussagen heute nicht möglich sind.

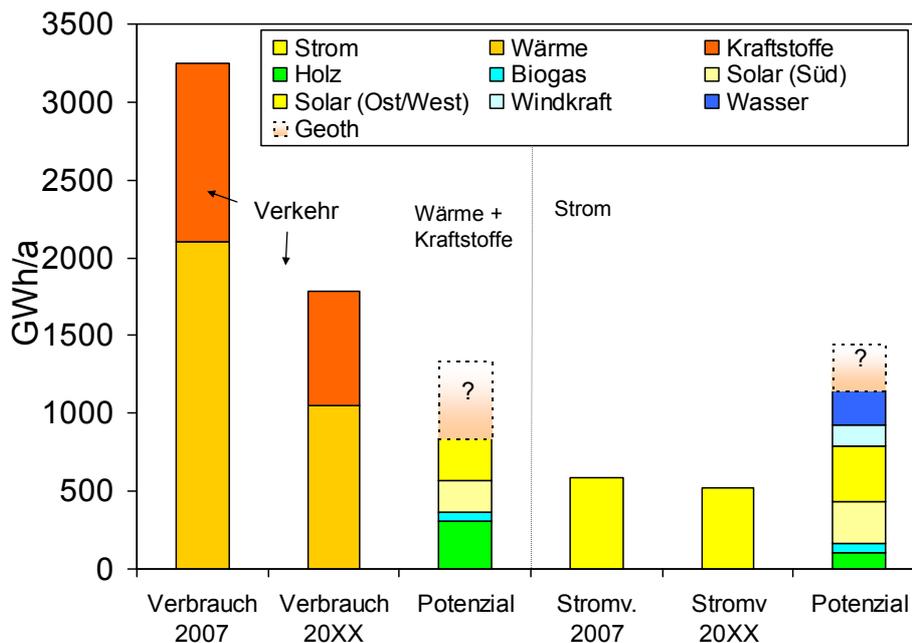


Abbildung 7-33 Zusammenfassung der Potenziale (ohne Berücksichtigung des Verbrauchs von UPM Kymmene)

Aus dieser Zusammenfassung ergibt sich folgende Ausgangslage:

- Das Potenzial zur regenerativen Stromerzeugung im Landkreis ist groß und übertrifft den Verbrauch deutlich. Zudem wird heute bereits ein großer Anteil des Stroms regenerativ erzeugt.
- Das Potenzial zur Wärmeerzeugung ist deutlich niedriger. Hier ist eine regenerative Vollversorgung nur vorstellbar, wenn der Verbrauch deutlich gegenüber heute reduziert wird. Wenn er, wie bei der Abschätzung des Einsparpotenzials ermittelt, halbiert wird, dann könnte der Restenergiebedarf ungefähr mit regenerativer Energie bereitgestellt werden.
- Das Potenzial zur regenerativen Kraftstofferzeugung ist klein. Wenn der Bedarf um etwa 40% gesenkt würde, dann könnte etwa ein Drittel des verbleibenden Bedarfs über biogene Kraftstoffe bereitgestellt werden.

Erneuerbare Energien

- Die Grenzen zwischen regenerativem Wärme-, Kraftstoff- und Strompotenzial sind nicht starr, sondern können untereinander verschoben werden. Strom kann entweder direkt oder über Elektrolyse für den Verkehrsbereich zugänglich gemacht werden, Biomasse kann zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung oder nur zur Strom-, Wärme- oder auch Kraftstoffherzeugung genutzt werden. Allerdings ist dann das Potenzial für die anderen Anwendungen entsprechend zu reduzieren.
- Freiflächen Solaranlagen wurden hier nicht berücksichtigt. Da diese im Vergleich zur Biomassennutzung einen hohen flächenspezifischen Ertrag haben, können damit die Potenziale deutlich beeinflusst werden.

8 SZENARIEN

In diesem Kapitel wird überschlägig die bis zum Jahr 2020 machbar erscheinende Ausschöpfung des Einsparpotenzials und des Ausbaus erneuerbarer Energieerzeugung skizziert. Dies dient vor allem dazu, die Anstrengungen aufzuzeigen, die notwendig sind, um bis zum Jahr 2020 das Landkreisziel „-40% CO₂-Emissionen gegenüber 1990“ zu erreichen. Diese Szenariorechnungen werden mit einer Abschätzung auf die dafür notwendigen Investitionskosten und den Effekt auf den regionalen Arbeitsmarkt verbunden. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass diesen Abschätzungen keine detaillierten Datenerhebungen und Kostenkalkulationen zugrunde liegen. Daher können sie für eine Grobabschätzung, nicht aber als Aussage zu konkreten Projektvorhaben genutzt werden.

8.1 Szenariohochrechnung bis 2020: Ausschöpfung der Einsparpotenziale

8.1.1 Szenario Energieeinsparung im öffentlichen Sektor bis 2020

Basierend auf der Analyse von Teil 1 ist es sinnvoll, die Potenziale mit dem größten Energieverbrauch und dem größten Reduktionspotenzial vorrangig zu erschließen. Die Gebäude können systematisch anhand ihres spezifischen Energieverbrauchs und des Gesamtverbrauchs sortiert werden.

Im Folgenden werden an einem konkreten Beispiel die Größe des Potenzials und die damit verbundenen Investitionen abgeschätzt:

- Kindergärten und Schulen haben mit 34 GWh_{th}/a den größten Anteil am Wärmeverbrauch der Kommunen. Der mittlere Heizenergieverbrauch beträgt ca. 1.400 kWh_{th}/Schüler/a. Werden alle Schulen und Kindergärten mit einem Verbrauch größer als 1.000 kWh_{th}/Schüler auf diesen Wert saniert, kann der Brennstoffverbrauch um etwa 19 GWh_{th}/a reduziert werden.
- Unterstellt man auf Basis von Erfahrungswerten weiterhin, dass bereits 15 % des heutigen Verbrauchs innerhalb eines Jahres nur durch konsequentes Gebäudemanagement reduzierbar sind, dann können damit bereits 5 GWh_{th}/a zu jährlichen Kosteneinsparungen von 250.000 - 400.000 € erreicht werden. Unter der Annahme, dass etwa 20% dieser Einsparung für die Umsetzung des Energiemanagements ausgegeben werden müssen – dies entspricht etwa 1.000 € pro Schule oder Kindergarten-, verbleibt ein Gewinn von 200.000 - 320.000 €/a.
- Die weitere Reduktion um 14 GWh_{th}/a erfordert bauliche Maßnahmen, die mit etwa 2.000 €/Schüler angesetzt werden. Damit summieren sich für die in Frage kommenden Schulen die Sanierungskosten auf insgesamt etwa 33 Mio €.

Szenarien

- Reduziert man diesen Betrag um die durch konsequentes Energiemanagement über 20 Jahre eingesparte Summe, so entstehen Mehrkosten von 29 Mio. €. Diese kann man zu spezifischen Einsparkosten umrechnen: $(29 \text{ Mio. €}) : (19 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}) : (20 \text{ Jahre}) = 0,08 \text{ €/kWh}_{\text{th}}$.

In einer Szenariohochrechnung auf den gesamten Energieverbrauch von Landratsamt und Kommunen wird unterstellt, dass die Kommunen ihrer Vorbildfunktion bzgl. des Klimaschutzes gerecht werden und bis 2020 den Brennstoffverbrauch um 40% reduzieren. Es wird angenommen, dass die ersten 15% Verbrauchsreduktion ohne investive Maßnahmen erreicht werden. Dadurch ergibt sich eine Reduktion des Brennstoffbedarfs um $22 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$. Hieraus resultieren finanzielle Einsparungen von mindestens $1,1 \text{ Mio. €/a}$ bei einem angenommenen Brennstoffpreis von $0,05 \text{ €/kWh}_{\text{th}}$. Unter Berücksichtigung von Preissteigerungen liegt die Einsparung eher deutlich höher. Zur Realisierung der restlichen Einsparungen mit Einsparkosten von $0,1 \text{ €/kWh}_{\text{th}}$ werden Investitionen von $\text{ca. } 22 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a} * 0,1 \text{ €/kWh}_{\text{th}} * 20 \text{ Jahre} = 44 \text{ Mio. €}$ notwendig.

Es wird ebenfalls angenommen, dass bis 2020 alle stromverbrauchsintensiven Straßenbeleuchtungen ausgetauscht werden. Damit wird eine Stromeinsparung von etwa 50% oder $1,3 \text{ GWh}_{\text{el}}$ erreicht. Darüber hinaus wird angenommen, dass durch kommunales Energiemanagement auch der Stromverbrauch für die Wasserver- und -entsorgung bereits um 20% reduziert wird, wobei diese Reduktion vermutlich bereits ohne größere investive Maßnahmen erreichbar sein sollte, sondern nur durch konsequente Analyse und Optimierung des Pumpenstrom- und des Wasserverbrauchs.

Für die landkreiseigenen Gebäude (Krankenhäuser und sonst. Liegenschaften) wird angenommen, dass die Empfehlungen der beiden vorliegenden Energiegutachten bis 2020 vollständig umgesetzt werden.

Allein für das Krankenhaus Weilheim-Schongau können damit die Energiekosten um 37% oder 220.000 €/a reduziert werden.

8.1.2 Szenario Energieeinsparung im gewerblich/industriellen Sektor bis 2020

Das Einsparpotenzial im industriell/gewerblichen Bereich wurde auf $360 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$ an Brennstoffen und $60 \text{ GWh}_{\text{el}}/\text{a}$ an Stromverbrauch geschätzt. Um dieses Potenzial bis zum Jahr 2020 auszuschöpfen, müsste jedes Jahr der Verbrauch um jeweils weitere $36 \text{ GWh}_{\text{th}}$ und $6 \text{ GWh}_{\text{el}}$ reduziert werden.

Die ersten 10% des Gesamtverbrauchs können vermutlich mindestens kostenneutral oder mit einem Gewinn durch Einführung eines Energiemanagements eingespart werden. Dies entspricht einer Einsparung von $90 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$. Um das Klimaschutzziel bis 2020 zu erreichen, muss jedes Jahr der Verbrauch um zusätzlich 4% des heutigen Verbrauchs reduziert werden. Dies entspricht überschlägig einer Sanierungsrate von 4% pro Jahr, etwa der vierfachen Sanierungsrate wie sie heute im privaten Wohnungsbau üblich ist.

Szenarien

Vermutlich ist bis zum Jahr 2020 höchstens die Hälfte der möglichen Einsparung realisiert, so dass der Verbrauch dann bei etwa 700 GWh_{th}/a und 270 GWh_{el}/a gesehen wird. Doch selbst dies erfordert eine jährliche Sanierungsrate von etwa 2% des Bestandes.

8.1.3 Szenariorechnung Energieeinsparung im Wohngebäudebestand bis 2020

Das Szenario mit Zeithorizont bis 2020 ermittelt die Verbrauchsreduktion unter der Annahme, dass jährlich ein fester Prozentsatz der alten Gebäude energetisch saniert wird. Das Ergebnis dieser Simulation ist in Abbildung 8-1 zusammengefasst. Eine jährliche Sanierungsrate von 1% entspricht ungefähr der üblichen Renovierungsrate, wenn man berücksichtigt, dass von den 1,5% renovierter Gebäuden jährlich keineswegs alle auf den wärmetechnisch aktuellen Stand gebracht werden. Mit fortschreitender Zeit wird der Anteil der Neubauten am Energieverbrauch immer unbedeutender im Verhältnis zum Energieverbrauch des Altbestandes. Tatsächlich wird diese Sanierungsrate aber keineswegs ausreichen, um den Energieverbrauch im Gebäudebereich bis 2020 deutlich abzusenken.

Zusätzlicher Energieverbrauch durch Neubauten zwischen 2010 und 2020 ist in Abbildung 8-1 nicht berücksichtigt. Selbst wenn die Neubauten bis 2020 mit 50.000 m²/a konstant blieben und einen Heizenergieverbrauch von im Mittel 80 kWh_{th}/m²/a aufweisen würden, würde das im Jahr 2020 den Heizenergieverbrauch insgesamt um etwa 50 GWh_{th}/a anheben. Tatsächlich aber werden bald verschärfte Bauvorschriften zu Passiv- und Nullenergiehäusern zum Standard im Neubau führen, so dass deren Anteil fast vernachlässigbar wird.

Szenarien

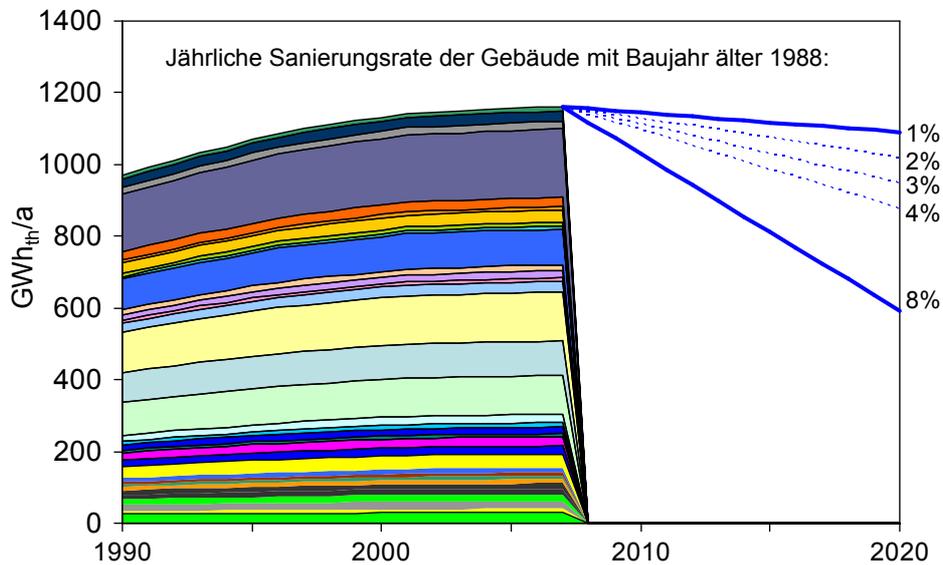


Abbildung 8-1: Entwicklung des Heizenergieverbrauchs des Gebäudebestandes und dynamische Szenarien, mit 1, 2, 3, 4 oder 8 % jährlicher Sanierungsrate des Altbestandes (vor BJ 1988). 8% p.a. Sanierungsrate wären notwendig, um den Energieverbrauch bis 2020 zu halbieren

Angesichts dieser langen Vorlaufzeiten ist für die Energiebilanz der kommenden zehn Jahre die Sanierung des Altbestandes wesentlich ausschlaggebender als die Optimierung neuer Gebäude auf Passivhaus- oder Nullenergiehausniveau.

Das darf aber nicht dazu verleiten, den Beitrag der Neubauten zu unterschätzen und deren Qualität zu vernachlässigen, da diese in einer längerfristigen Betrachtung nach 2020 einen größer werdenden Anteil am Gesamtbestand einnehmen und demgemäß den Energieverbrauch dann dominieren.

Um nur durch bauliche Sanierung des Altbaubestandes den Energieverbrauch und die Emissionen gegenüber 1990 um 40% bis 2020 zu reduzieren, wäre eine jährliche Sanierungsrate von 7 - 8 % erforderlich. Dies bedingt etwa achtmal größere Investitionen gegenüber dem derzeitigen Trend. Da der energietechnische Zustand der Altbauten jedoch sehr stark um den Mittelwert streut, würden Anreize zur Renovierung gerade der alten Gebäude mit hohem Verbrauch einen schnelleren Erfolg zeigen.

Damit lassen sich auch die notwendigen Investitionen abschätzen. Dies wird zunächst am Einzelgebäude skizziert und dann grob hochgerechnet.

Szenarien

Um einen Altbau wärmetechnisch nach dem aktuellen Wärmestandard zu sanieren, sind Investitionen von mindestens 60.000 € pro Einfamilienhaus mit ca. 120 m² Wohnfläche notwendig. Dem steht eine Verbrauchsminderung um 160 kWh_{th}/m²/a (von 240 kWh_{th}/m²/a auf 80 kWh_{th}/m²/a) oder etwa 16 Litern Öl pro Jahr gegenüber. Unterstellt man im Mittel über die kommenden 10 Jahre einen Ölpreis von 1 € pro Liter, dann ergäbe sich eine Ersparnis von 1.920 € pro Jahr bzw. 19.200 € bis 2020 ohne Berücksichtigung von Inflation oder Abzinsung. Erst nach etwa 30 - 40 Jahren rechnet sich die Investition.

Dem ist gegenüber zu stellen, dass in den kommenden Jahren potenzielle Käufer zunehmend auf energetisch optimierte Gebäude zurückgreifen können. Im Verhältnis dazu werden unsanierte Altbauten vermutlich deutlich an Wiederverkaufswert verlieren. Daher bedeutet eine gute Sanierung eine Wertsteigerung, auch wenn diese nicht genau quantifizierbar ist. Falls sie im Vergleich zum unsanierten Zustand innerhalb der kommenden 10 Jahre bei etwa 300 €/m² liegt, hat sich die Investition innerhalb von 10 Jahren auch ökonomisch gerechnet.

Eine Ölpreissteigerung auf im Mittel 2 Euro pro Liter Heizöl – die durchaus drohen kann – würde die Ersparnis bereits verdoppeln, dann hätte sich die Sanierung nach 15 - 20 Jahren auch ohne Berücksichtigung einer Wertsteigerung „gerechnet“.

Tatsächlich gibt es im Altbaubestand eine breite Streuung der Energieverbrauchs-kennwerte, so dass die Einsparung und die notwendigen Investitionen immer im Einzelfall konkret durchgerechnet werden müssen.

Unterstellt man den oben angenommenen Investitionsbedarf im Mittel für alle Gebäude, dann wären bei einer jährlichen Sanierungsrate von 1% des Wohnungsbestandes bis 2020 insgesamt 190 Mio. Euro Investitionen notwendig. Rechnet man überschlägig mit 50.000 Euro Umsatz je Arbeitsplatz, dann werden mit diesen Investitionen etwa 380 regionale Arbeitsplätze geschaffen. Dem steht unter den oben getroffenen Annahmen die kumulierte Einsparung von etwa 50 Mio. Litern Heizöl gegenüber.

Unter der Annahme, dass 2010 der Ölpreis 0,6 €/Liter beträgt und jährlich mit 10% auf 1,57 €/Liter bis 2020 ansteigt, werden mit diesen Investitionen insgesamt bis 2020 etwa 55 Mio. Euro an Ausgaben für Erdölimporte eingespart, die sonst außerhalb des Landkreises vorwiegend ins Ausland zu den Ölförderstaaten fließen würden.

Die Differenz zwischen eingespartem Ölverbrauch und ausgegebenen Investitionen von ca. 135 Mio. Euro ist der Preis zur Wertsteigerung der Immobilien und zur Schaffung von 380 Arbeitsplätzen über den Zeitraum von 10 Jahren zuzurechnen.

Steuerliche Mehreinnahmen, da das Geld jetzt länger im Landkreis bleibt und dort vermutlich mehrmals über den Konsum der Arbeitskräfte den Besitzer wechselt, sind wahrscheinlich, aber nicht quantifizierbar. Tabelle 8-1 fasst die Eckdaten dieser Rechnung zusammen.

Tabelle 8-1 kumulierte Investitionskosten und Sicherung regionaler Arbeitsplätze in Relation zu eingesparten Energieimporten über den Zeitraum 2010 - 2020

Sanierungs- rate	Investitionen kumuliert bis 2020 [Mio. €]	Reg. Arbeitsplätze	Eingesparte Energie kumuliert bis 2020 [Mio. l Öl]	Eingesparte Ölausgaben Kumuliert bis 2020 [Mio. €]
1%	190	380	51	55
4 %	760	1500	206	220

8.1.4 Reduktionsszenario für den motorisierten Individualverkehr

Szenarien zur Reduktion des Energieverbrauchs und der klimarelevanten Emissionen im Verkehrsbereich sind nicht sehr belastbar. Gut zu rechnen sind Einsparmöglichkeiten unter der Annahme der Effizienzverbesserung der Motoren oder unter der Annahme, dass Verbraucher jedes Jahr um x km weniger fahren. Dies wird im Folgenden exemplarisch durchgeführt, um den Handlungsspielraum aufzuzeigen.

Primär aber wird der Energieverbrauch erstens durch die geweckten Mobilitätsbedürfnisse und zweitens durch die Wahl des entsprechenden Verkehrsmittels zur Befriedigung dieser Mobilitätsbedürfnisse bestimmt. Maßnahmen, die an der Wurzel ansetzen, zielen zunächst darauf ab, die Mobilitätsbedürfnisse zu reduzieren. Bereits mehrmals wurde im Laufe dieser Arbeit kurz skizziert, wie sich die Mobilitätsbedürfnisse im Landkreis entwickelt haben. Die Siedlungsstruktur und die Erreichbarkeit relevanter Einrichtungen bestimmen die Mobilitätsbedürfnisse. Daher fängt die Optimierung des Energieverbrauchs bei der Städteplanung an. Tatsächlich wird hier die Größenordnung des Verbrauchs bereits festgelegt.

Allerdings benötigt die Veränderung von grundsätzlichen Planungsmerkmalen lange Vorlaufzeiten. Doch man sollte nicht vergessen, dass ein wichtiger Zusammenhang zwischen Städteplanung, Verkehrsplanung und Energieverbrauch besteht und bei entsprechender Gelegenheit diesen Zusammenhang bedenken und als wichtiges Planungskriterium aufnehmen. In der Potenzialabschätzung (Kapitel 6) wurde auch ein Szenario skizziert, das genau diesen Einfluss der Städteplanung auf den Energieverbrauch thematisiert. Dort wurde abgeschätzt, wie der Verbrauch bei Veränderung der Planungskriterien reagiert.

An zweiter Stelle folgt die Entscheidung zur Wahl des Verkehrsmittels. Hier entscheidet natürlich die Attraktivität des öffentlichen Personenverkehrs. Daher ist idealerweise eine verzahnte Verkehrsplanung in die Städte- und Siedlungsplanung zu integrieren. Diesen integralen Ansatz besser auszugestalten, liegt jedoch jenseits des Rahmens dieser Arbeit.

Szenarien

Er wird hier nur angesprochen in der Hoffnung, dass er bei entsprechender Gelegenheit aufgegriffen wird.

Im Folgenden wird noch in einfachen Szenarien aufgezeigt, inwieweit sich der Energieverbrauch und die klimarelevanten Emissionen im Straßenverkehr durch eine Reduktion des Energieverbrauchs und durch eine Reduktion der Fahrkilometer beeinflussen lassen. Dieser Ansatz beinhaltet eine technische (Reduktion des Kraftstoffverbrauchs) und eine Verhaltens-Komponente (höhere Attraktivität von Mobilitätsformen alternativ zum motorisierten Individualverkehr reduziert die jährliche Fahrleistung mit Kfz).

Abbildung 8-2 zeigt die Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs von Benzin und Diesel Pkw seit 1952. Der durchschnittliche Benzinverbrauch stieg von 8,5 l/100 km im Jahr 1952 auf 11 l/100km im Jahr 1978. Erst seit Ende der 1980er Jahre geht der Durchschnittsverbrauch leicht zurück, wobei der Sprung um 1990 auf die Einbeziehung der Fahrzeuge in den neuen Bundesländern in die Statistik zurückzuführen ist. Seit 1990 ging der Verbrauch von 9,7 l/100km um ein bis zwei Zehntel pro Jahr auf 8,2 l/100km im Jahr 2007 zurück. Eine Fortschreibung dieses Trends würde zu einem Durchschnittsverbrauch von 6,9 l/100km im Jahr 2020 führen.

Für Diesel betriebene Pkw zeigt sich ein ähnliches Muster der Verbrauchsentwicklung. Allerdings liegt der Verbrauch aufgrund besserer Motorenwirkungsgrade und größerem Energieinhalt von Diesel grundsätzlich etwas niedriger als bei Benzin. Seit 1990 ging der Verbrauch von 7,8 l/100km auf 6,9 l/100 km im Jahr 2008 zurück. In der Grafik ist angenommen, dass der Durchschnittsverbrauch der Dieselfahrzeuge ebenfalls jährlich um 0,1l/100km zurückgeht und im Jahr 2020 noch 5,6 l/100km beträgt.

Zusätzlich ist Abbildung 8-2 die durchschnittliche jährliche Fahrleistung je Pkw eingetragen. Diese geht bei Benzin betriebenen Fahrzeugen seit 1992 mit wenigen Unterbrechungen kontinuierlich zurück. Lag sie bei Pkw im Jahr 1952 noch bei fast 20.000 km/a, so betrug sie 2007 nur noch 11.900 km/a. Bei Diesel Pkw ging sie von 34.000 km/a im Jahr 1952 auf 21.600 km/a im Jahr 2008 zurück.

Ebenfalls in die Abbildung ist eine Fortschreibung der Jahresfahrleistung gemäß unterschiedlicher Szenarien eingetragen. Einmal wird eine konstante Jahresfahrleistung bis 2020 angenommen, dann eine jährliche Reduktion der Fahrleistung von jeweils 100 km/a auf 10.600km/a für Benzinfahrzeuge und auf 20.300 km/a für Dieselfahrzeuge, sowie drittens eine jährliche Reduktion von jeweils 200 km/a auf 9.700 km/a für Benzin- und auf 19.400 km/a für Dieselfahrzeuge.

Szenarien

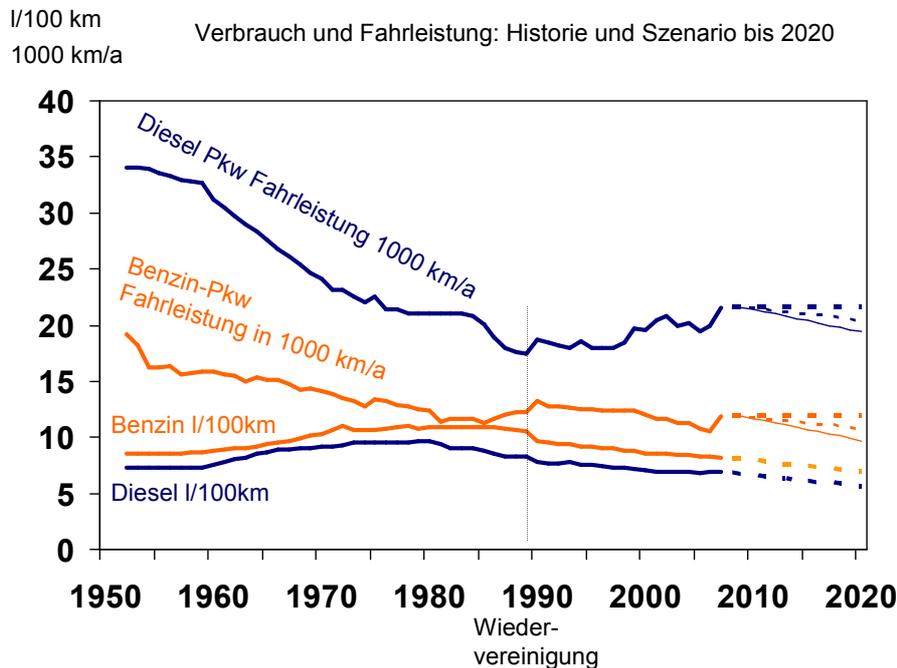


Abbildung 8-2 Entwicklung des Benzin- und Dieserverbrauchs bei Pkw seit 1950, und der jährlichen Fahrleistung. Die Trends sind bis 2020 fortgeschrieben bzw. für Szenariorechnungen modifiziert [DIW 1991, DIW 2009]

In Abbildung 8-3 ist die Auswirkung dieser Annahmen auf den gesamten Energieverbrauch dargestellt. Die rote Kurve zeigt die historische Entwicklung des Energieverbrauchs der Pkw seit 1990. Es erfolgte eine leichte Zunahme. Die Trendfortschreibung der spezifischen Verbrauchsreduktion um jährlich jeweils 0,1l/100km führt bei konstanter Fahrleistung bis 2020 zu einer Gesamtverbrauchsreduktion von 11 Prozent (durchgezogene rote Linie bis 2020). Die zusätzliche Reduktion der Fahrleistung um jährlich 100 km würde zu einer weiteren Reduktion führen, so dass dadurch der Energieverbrauch um insgesamt 18% zurückginge (rote gestrichelte Linie).

Vermutlich wird diese Entwicklung ohne bewusste Maßnahmen der Einzelverbraucher ohnehin kommen. Wie der Rückgang der Fahrleistung bei Benzinfahrzeugen seit 1990 und bei Dieselfahrzeugen seit 2003 zeigt, führten die gestiegenen Erdölpreise seit Anfang dieses Jahrzehnts zu entsprechenden Reaktionen. Die zu erwartenden Preissteigerungen bis 2020 werden sich hier auswirken.

Allerdings macht es einen Unterschied, ob diese vermutlich durch hohe Spritpreise erzwungene Reduktion der Fahrleistung durch ein entsprechend attraktives Angebot des öffentlichen Nahverkehrs aufgefangen werden kann, oder ob es einen erzwungenen Verzicht bedeutet, der mit einem Verlust an Lebensqualität einher geht.

Szenarien

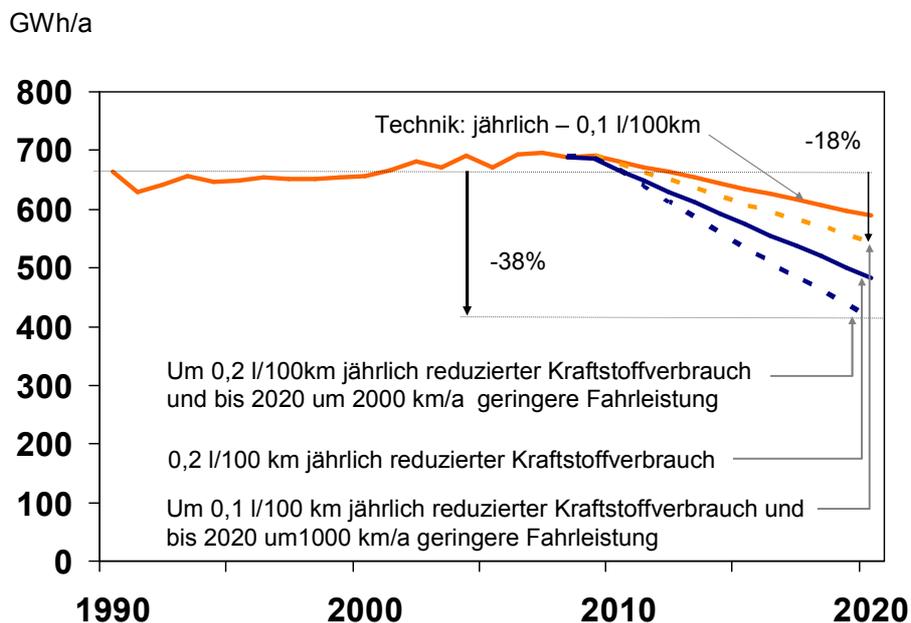


Abbildung 8-3 Auswirkungen der getroffenen Annahmen für den gesamten Energieverbrauch der Pkw im Landkreis und notwendige Maßnahmen, um den Verbrauch bis 2020 um fast 40% zu reduzieren.

Die beiden blauen Linien in Abbildung 8-3 zeigen die Auswirkungen, wenn der Durchschnittsverbrauch jährlich doppelt so stark zurückgeht, nämlich um $0,2$ l/100km pro Jahr. Dann läge der Verbrauch im Jahr 2020 bei $5,7$ l/100km für Benzinfahrzeuge und bei $4,5$ l/100km für Dieselfahrzeuge. Dies ist durchaus vorstellbar und keineswegs ambitioniert, wenn einerseits die Industrie bei steigenden Ölpreisen tatsächlich verbrauchsärmere Fahrzeuge anbietet, oder aber die Fahrzeugnutzer bewusst verbrauchsärmere Fahrzeuge kaufen. Beispielsweise kann man heute schon Serienfahrzeuge der gehobenen Mittelklasse mit einem Benzinnormverbrauch unter 4 l/100km erwerben. Damit würde nur durch bessere Technik (bei gleicher Fahrleistung wie 2007) der Energieverbrauch bereits um 30% gegenüber 1990 zurückgehen.

Die gestrichelte Linie deutet an, wie stark sich der Verbrauch weiter reduzieren würde, wenn zusätzlich jährlich um 200 km weniger als im Vorjahr gefahren würde. Dann würde die Jahresfahrleistung im Jahr 2020 immer noch bei 9.700 km/a für Benzinfahrzeuge und 19.400 km bei Dieselfahrzeugen liegen.

Diese Abschätzungen skizzieren das Potenzial, aber sie lassen offen, ob die Reduktion der Fahrleistung durch Verzicht auf unnötige Fahrten oder durch Umstieg auf fast emissionsfreie Verkehrsmittel (ÖPNV, Fußwege, Fahrrad, Pedelec, Elektrofahrzeug) erreicht wird.

8.2 Szenariohochrechnung bis 2020: Ausschöpfung der regenerativen Erzeugungspotenziale

8.2.1 Szenariorechnung zur Abschätzung der Solarstromerzeugung bis zum Jahr 2020

Zur Abschätzung der möglichen und wahrscheinlichen Solarstromerzeugung im Landkreis bis zum Jahr 2020 wurden zwei Szenarien unterschieden.

Einmal wurde die Entwicklung der letzten Jahre an eine Wachstumskurve angepasst mit einer Sättigung, wenn bis zum Jahr 2050 etwa 80% des Potenzials der Süddachflächen ausgeschöpft sind. Dies ist eine sehr vorsichtige Rechnung und könnte in der Realität deutlich übertroffen werden.

Zum anderen wurde angenommen, dass die Erschließung des Potenzials deutlich schneller erfolgt. So werden in einem zweiten Szenario 50 Prozent aller geeigneten Dachflächen (Flach-, Süd-, Ost- und Westdächer) bis zum Jahr 2030 für die solare Stromerzeugung genutzt.

Die Ergebnisse beider Szenariorechnungen sind in Abbildung 8-4 dargestellt.

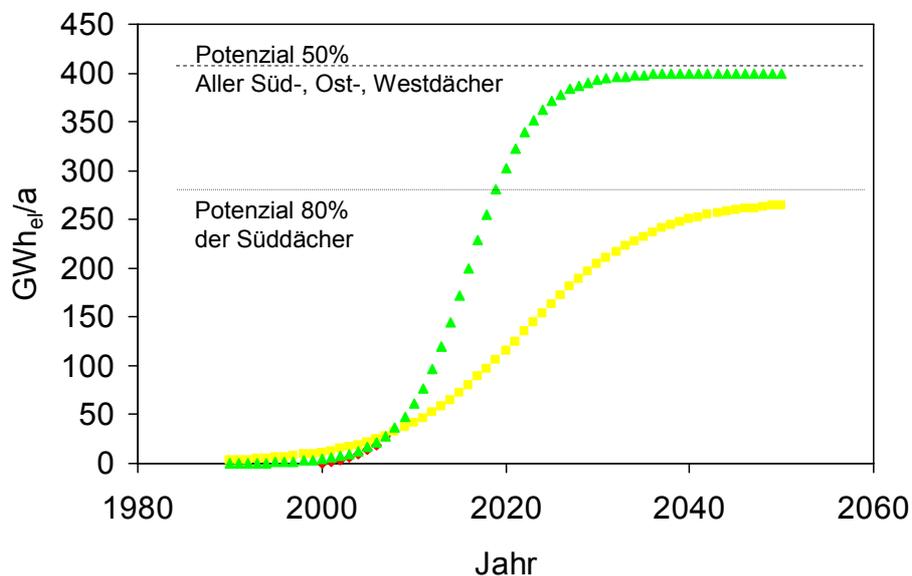


Abbildung 8-4 Zwei Szenarien zur Ausschöpfung der skizzierten Solarenergiepotenziale; weitgehende Ausnutzung aller geeigneten Süddächer bis 2050 (gelb) und forcierte Nutzung der Hälfte aller insgesamt geeigneten Dachflächen bis 2030

Szenarien

Abbildung 8-5 zeigt die Entwicklung der insgesamt installierten Stromerzeugungsleistung der PV-Anlagen gemäß der beiden Szenarien. Die roten Rauten zeigen die bisherige Entwicklung mit etwa 28 MW_{el} installierter Leistung bis Ende des Jahres 2007. Das konservative Szenario schreibt im Wesentlichen die jährliche Zubaurate linear bis 2020 fort. Dann sollten insgesamt etwa 120 MW_{el} PV Leistung installiert sein mit einer Stromerzeugung von ca. 120 GWh_{el}/a. Dies entspricht etwa 20% des im Landkreis verbrauchten Stroms (ohne UPM Kymmene).

Sollte die obere Szenariovariante realistischer sein – und vieles spricht dafür –, dann könnten bis zum Jahr 2020 etwa 300 GWh_{el}/a Strom im Landkreis mit Sonnenenergie erzeugt werden. Das wäre die Hälfte des im Landkreis benötigten Stroms (ohne UPM Kymmene).

Für eine grobe Abschätzung wird eine jährliche Zubaurate zwischen 10 - 30 MW_{el}/Jahr angenommen. Bei Gesamtkosten von 3.000 €/kW_{el} im Jahr 2010 und Kostendegression auf 2.000 €/kW_{el} im Jahr 2015 und weiter auf 1.500 €/kW_{el} im Jahr 2020 ergeben sich jährliche Investitionen von 30 - 90 Mio. € im Jahr 2010, 20 - 60 Mio. € im Jahr 2015 und 10 - 30 Mio. € im Jahr 2020. Unter der Annahme von 50% Wertschöpfungsanteil im Landkreis und 50.000 € Umsatz je Arbeitsplatz würden damit im Jahr 2010 etwa 300 - 900 Arbeitsplätze, im Jahr 2015 etwa 200 - 600 Arbeitsplätze und im Jahr 2020 etwa 100 - 300 Arbeitsplätze geschaffen.

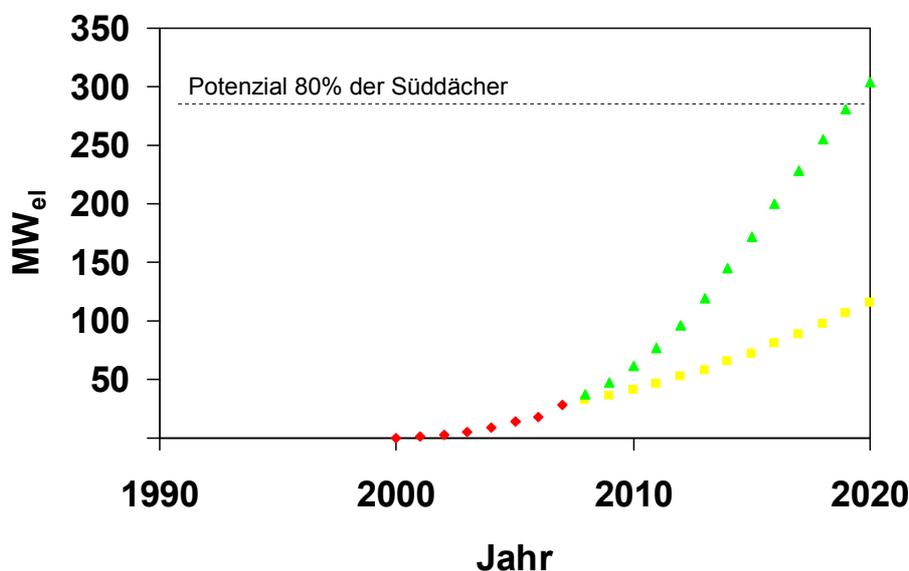


Abbildung 8-5: kumulativ installierte PV-Leistung im Landkreis bis 2007, sowie weitere Entwicklung gemäß der beiden in Abbildung 8-4 gezeigten Szenarien

Szenarien

Natürlich sind diese Abschätzungen vereinfachend, da sie dem unterschiedlichen Charakter von Stromerzeugung und Verbrauch nicht gerecht werden. Die großen tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Solarstromerzeugung müssen ausgeglichen und entsprechend im Netz verteilt oder gespeichert werden.

Dies ist technisch möglich, erfordert aber eine schrittweise Adaption der Strominfrastruktur. Deren Detaillierung liegt jenseits dieses Gutachtens. Die Notwendigkeit und Machbarkeit dieses Umbaus wurde in mehreren Analysen bereits ausgeführt. (Siehe z. B. [Quaschnig 2000])

8.2.2 Szenario Ausbau der thermischen Solaranlagen

Es wird unterstellt, dass im Jahr 2020 jedes zweite Wohngebäude im Landkreis eine thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung mit im Mittel 10 m² je Wohngebäude besitzt. Für die insgesamt 32.000 Wohngebäude summiert sich dies auf 160.000 m². Dies entspricht einer Solaranlagenfläche je Einwohner von etwa 1,2 m²/EW. Manche bayerischen Gemeinden wie z. B. Schalkham bei Landshut oder Rettenbach am Auerberg, Wildsteig oder Ingenried haben diesen Wert bereits heute übertroffen oder kommen ihm sehr nahe. Andererseits ist Weilheim mit etwa 0,05 m²/EW um den Faktor 20 von diesem Wert entfernt.

Für die Warmwasserbereitung kann man eine solare Energieerzeugung von etwa 500 kWh/m²/a ansetzen, so dass im Jahr 2020 etwa 75 GWh_{th}/a durch Solaranlagen beigesteuert werden.

Bei angenommenen Systemkosten von 800 €/m² summiert sich dies auf etwa 130 Mio. € an Investitionen. Gemittelt über 10 Jahre entspricht es jährlichen Investitionen von 13 Mio. €. Unterstellt man, dass 50% der Wertschöpfung im Landkreis erbracht werden, werden dadurch etwa 130 regionale Arbeitsplätze geschaffen.

8.2.3 Geothermie

Wie in Kapitel 7 beschrieben, wird im Szenario davon ausgegangen, dass das Geothermiekraftwerk Bernried zwischen 2012 – 2014 frühestens Strom und Wärme liefern wird. Dies dürfte etwa 55 Wh_{el}/a an Strom erzeugen, wobei der Stromverbrauch der Anlagen bereits abgezogen wurde. Die Investitionskosten für die notwendigen 4 Bohrungen, die Stromerzeugungsanlagen und die Heizzentrale werden vom Projektbetreiber mit ca. 75 Mio. € angegeben [Geotherm 2009]. Der Beitrag zur Wärmeversorgung ist heute schwer abzuschätzen, da er auch von den nahe liegenden Wärmeabnehmern bestimmt wird. Hier wird er vorsichtig mit etwa 40 GWh_{th}/a abgeschätzt. Die Gesamtkosten werden auch wesentlich durch die Kosten des Wärmenetzes bestimmt. Bei überschlägiger Abschätzung von ca. 20 km Netzlänge und 1 Mio. €/km Gesamtkosten – wie sie ungefähr in anderen bayerischen Geothermieprojekten erreicht wurden - können etwa 100 Mio. € an Gesamtinvestition angesetzt werden. Dies stellt eine grobe Schätzung dar, wie sie für

Szenarien

diesen Zweck ausreichend ist. Bei detaillierter Betrachtung des Projektes muss eine wesentlich differenzierte Kostenabschätzung unter Berücksichtigung des zeitlichen Aufbaus des Wärmenetzes durchgeführt werden.

Etwa zwischen 2015 – 2017 würde vermutlich im positiven Falle das Geothermieprojekt in Weilheim realisiert sein. Angesichts der Vorlaufzeiten und der geringen geologischen Erfahrungen mit Geothermie im Landkreis Weilheim-Schongau ist bis zum Jahr 2020 bestenfalls noch ein drittes vergleichbares Projekt als realisiert vorstellbar. Die Vorlaufzeiten sind lange, insbesondere da in der Frühphase neue Projekte die Erfahrungen der bereits fertiggestellten Projekte berücksichtigen sollten. Auch dieses Projekt soll Strom und Wärme im Verbund liefern und einen deutlichen Anteil der Wärmeversorgung der Stadt Weilheim übernehmen. Da hier eine große Abnahmedichte gegeben ist, könnten der Wärmebeitrag und die Netzlänge einen wesentlich höheren Anteil als in Bernried einnehmen. Für eine erste nicht sehr belastbare Schätzung werden ein Wärmeertrag von $70 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$, Stromerzeugung von $50 \text{ MWh}_{\text{el}}/\text{a}$ und Investitionskosten von 150 Mio. € angenommen. Für die Szenariobetrachtung wird noch angenommen, dass bis zum Jahr 2020 ein drittes Projekt vergleichbarer Dimension – möglicherweise in Peißenberg – realisiert wird.

Somit würde bis 2020 ein geothermisches Stromerzeugungspotenzial von $150 \text{ GWh}_{\text{el}}/\text{a}$ und ein Beitrag zur Wärmeversorgung von $180 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$ realisiert werden. Die gesamten Investitionskosten werden überschlägig mit 400 Mio. € angenommen.

Zur Abschätzung der lokalen Wertschöpfung wird mit 70% Anteil des Landkreises und 50.000 € je Arbeitsplatz auf insgesamt 5.600 Arbeitsplätze über 10 Jahre hochgerechnet. Dies entspricht im Mittel der zehn Jahre etwa 560 Arbeitsplätzen im Jahr.

8.2.4 Biomasse

Der Einzugsbereich großer Biogas- und Hackschnitzelanlagen in Altenstadt, auch zur Versorgung der Papierfabrik in Schongau, reicht deutlich über die Landkreisgrenzen hinaus, so dass rein rechnerisch das Potenzial des Landkreises bereits weitgehend ausgereizt wurde. Daneben gibt es einige größere Biomasse Heizwerke und Heizkraftwerke, z. B. in der Gemeinde Peißenberg, die in ein lokales Nahwärmenetz einspeisen.

Doch da die Datenerhebung und Berechnung auf Basis überregionaler statistischer Durchschnittswerte erfolgte, ist im Einzelfall für jede Gemeinde zu überprüfen, inwieweit die lokalen Bestände tatsächlich bereits verwertet werden. Es ist wahrscheinlich, dass hier noch einige Möglichkeiten zur Errichtung und Beschickung von Hackschnitzelheizkraftwerken bestehen. Für die Szenariorechnung wird angenommen, dass bis 2020 mindestens ein weiteres größeres Hackschnitzel Heizkraftwerk mit $10 \text{ MW}_{\text{el}}$ elektrischer Leistung und $20 \text{ MW}_{\text{th}}$ thermischer Leistung bei 4.000 Betriebsstunden im Jahr in Betrieb genommen wird.

Szenarien

8.2.5 Wasserkraft

Für den Ausbau der Wasserkraftnutzung im Landkreis wurde kein Szenario gerechnet. Hierfür lagen zu wenig belastbare Angaben vor. Zudem ist das Potenzial, wenn auch lokal im Einzelfall interessant, in regionaler Betrachtung auf den gesamten Landkreis zu gering, so dass hiervon bis zum Jahr 2020 kein nennenswerter Beitrag über die bestehenden Kraftwerke hinaus erwartet wird.

8.2.6 Windenergie

Auch die Windenergienutzung wird im Landkreis kontrovers diskutiert. Der bestehende Regionalplan schließt fast alle besonders geeigneten Standorte kategorisch aus. Daher kann nur empfohlen werden, den Regionalplan alle paar Jahre hinsichtlich der Relevanz der zugrunde gelegten Kriterien zu überprüfen und gegebenenfalls entsprechend anzupassen.

Für ein Szenario bis zum Jahr 2020 wird angenommen, dass zusätzlich zum bestehenden Windrad bei Peiting noch zwei Windkraftanlagen mit jeweils 2 MW elektrischer Leistung installiert werden. Diese erbringen bei 1.500 Volllaststunden einen zusätzlichen Beitrag von etwa 6 GWh_{el}/a. Die damit verbundenen Investitionskosten liegen bei etwa 4-5 Mio. €.

8.3 Zusammenfassung

Fasst man diese Detailszenarien zusammen, so ergeben sich die in Tabelle 8-2 gezeigten Einsparungen, Investitionskosten und Arbeitsmarkteffekte. Unterstellt man, dass der vermiedene Strombedarf 624 g CO₂/kWh und der vermiedene Wärmebedarf mindestens 230 g CO₂/kWh einspart, so lassen sich mit den skizzierten Maßnahmen zwischen 285.000 – 556.000 t CO₂/a einsparen. Bezogen auf die Gesamtemissionen des Landkreises von 1,08 Mio t CO₂/a bzw. 1,68 Mio. t CO₂/a ohne bzw. mit Berücksichtigung der Papierfabrik in Schongau, entspricht dies einer CO₂-Reduktion zwischen 26 – 50% bzw. zwischen 17 – 33%.

Tabelle 8-2: Abschätzung der bis 2020 erreichbaren Energieeinsparung und des Beitrags erneuerbarer Energien, notwendige Investitionen und damit erreichbare Sicherung von regionalen Arbeitsplätzen

	Einsparung in 2020	Invest 2010 - 2020	Lokale Arbeitsplätze pro Jahr
Kommunen/LRA	16 GWh _{th} /a 4 GWh _{el} /a	30 Mio. €	48
Industrie/Gewerbe	180 GWh _{th} /a 30 GWh _{el} /a	300 Mio. €	480
Wohngebäude	130 – 560 GWh _{th} /a	190 – 760 Mio. €	380 - 1500

Szenarien

	Einsparung in 2020 (1 – 4 % p.a.)	Invest 2010 - 2020	Lokale Arbeitsplätze pro Jahr
PV-Anlagen	120 - 300 GWh _{el} /a	220 – 660 Mio. €	200 – 600
Solaranlagen	150 GWh _{th} /a	280 Mio. €	280
Geothermie	50 - 150 GWh _{el} /a 40 - 180 GWh _{th} /a	100 -400 Mio. €	100 - 400
Hackschnitzel- Heizkraftwerk	40 GWh _{th} /a 20 GWh _{el} /a	20 Mio. €	20
Windenergie	6 GWh _{el} /a	5 Mio. €	5
Summe	556 -1126 GWh _{th} /a	1200 - 2500 Mio. €	~ 1500 - 3000
Reduktion fossiler Energieträger	230 – 510 GWh _{el} /a	= 120 - 250 Mio. € / a	

Die beiden abschließenden Abbildung 8-6 und Abbildung 8-7 zeigen grafisch den Strom- und Wärmeverbrauch 2007, den bis 2020 ermittelten reduzierten Bedarf, sowie jeweils im rechten Bildteil den Beitrag von regenerativ erzeugtem Strom und Wärme, ebenfalls jeweils für das Jahr 2007 und für das Jahr 2020.

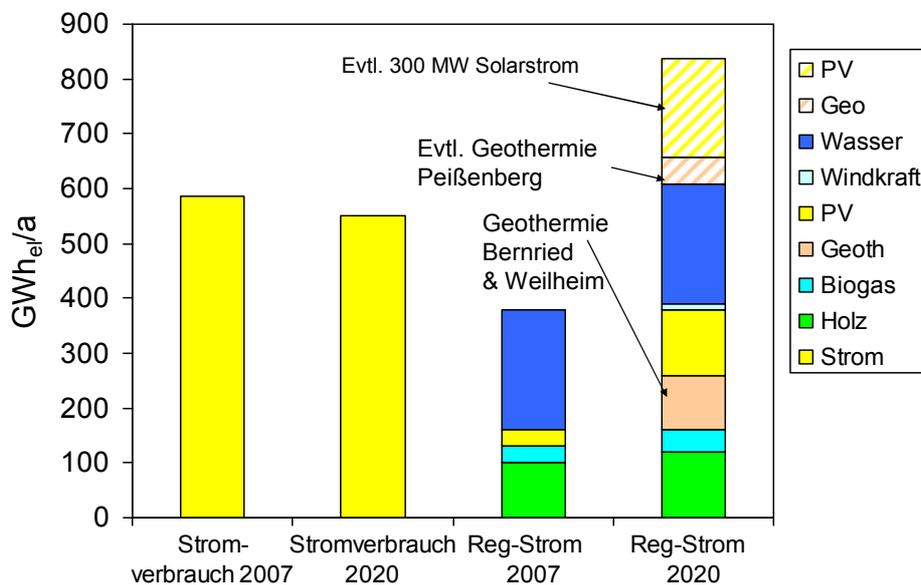


Abbildung 8-6 Stromverbrauch im Jahr 2007 und im Jahr 2020 ohne UPM Kymmene (links), Anteil des aus regenerativen Energien erzeugten Stroms im Jahr 2007 und Szenario der regenerativen Stromerzeugung bis 2020 (rechts).

Szenarien

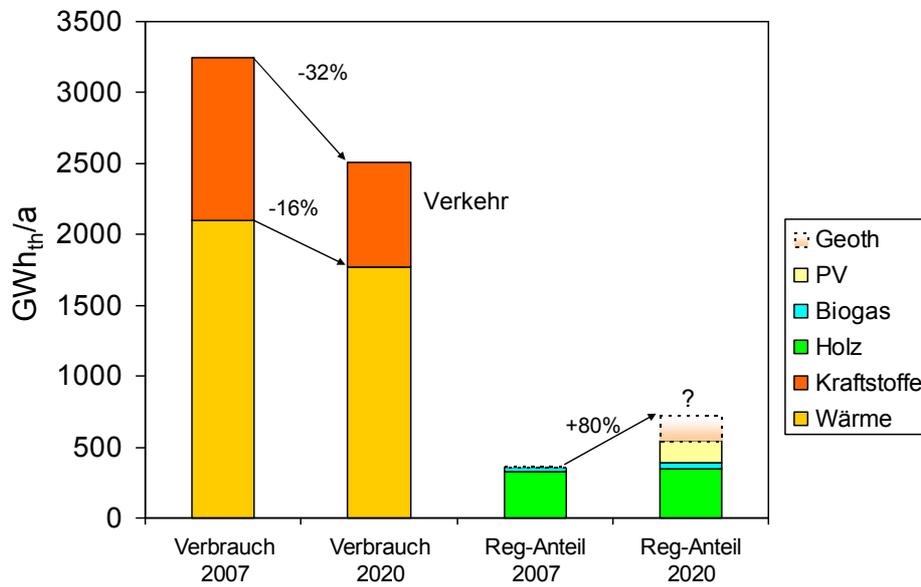


Abbildung 8-7 Entwicklung des Wärme- und Kraftstoffverbrauchs bis 2020 und Beitrag erneuerbarer Energie zur Wärmeversorgung

TEIL 3 – VORSCHLÄGE FÜR ERSTE MAßNAHMEN ZUR UMSETZUNG

In diesem abschließenden Teil werden in aller Kürze sinnvolle Umsetzungsmaßnahmen vorgeschlagen. In Kapitel 9 werden die externen und internen Randbedingungen und Vorarbeiten kurz benannt und die Struktur der Maßnahmen skizziert. Kapitel 10 benennt die einzelnen Maßnahmen explizit, wobei der Fokus auf der Perspektive des Landkreises liegt. Auch wenn einzelne Maßnahmen in der Zuständigkeit anderer Akteure (z. B. Kommunen, Bayerische Eisenbahngesellschaft) liegen, so kann doch eine Initiierung durch den Landkreis erfolgen.

In Kapitel 11 wird ein erster Zeitplan skizziert und in Kapitel 12 werden kurze Begründungen und Hintergrundinformationen zu den vorgeschlagenen Maßnahmen gegeben.

Allgemeine Randbedingungen

9 ALLGEMEINE RANDBEDINGUNGEN

9.1 Externe Rahmenbedingungen

Innerhalb der kommenden 10 Jahre muss mit einer Veränderung der äußeren, nicht durch den Landkreis beeinflussbaren Randbedingungen gerechnet werden. Dies betrifft vor allem folgende Aspekte:

- Klimawandel. Die Bundesrepublik Deutschland wird im Rahmen eigener und internationaler Verpflichtungen die Vorschriften und Regelungen zur Erreichung des Klimaschutzzieles verstärken. Hierzu werden vor allem steigende Kosten für CO₂-Emittenten – auch Autoverkehr – und Anreize zur Nutzung CO₂-armer Technologien gehören.
- Umsetzung der EU-Richtlinie zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien. Die Bundesregierung ist verpflichtet, der EU in Erfüllung der Richtlinie zur Steigerung des Anteils regenerativer Energien auf mindestens 20% bis zum Jahr 2020, jährliche Umsetzungs- und Fortschrittsberichte zu erstellen. Dies wird entsprechende Forderungen, Regelungen und Anreize auch auf kommunaler, gewerblicher und privater Ebene nach sich ziehen.
- Im Gebäudebereich wird die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie ab spätestens 2018 den Neubau von Passivgebäuden (bzw. nahezu Nullenergiegebäuden) für öffentliche Bauvorhaben und ab 2020 auch für private Bauvorhaben erfordern. Der Druck, ältere Gebäude wärmetechnisch zu sanieren, wird zunehmen.
- Die abnehmende Verfügbarkeit zunächst von Erdöl und später von anderen fossilen und nuklearen Energieträgern wird die wirtschaftliche Entwicklung spürbar beeinflussen. Der Preis wird soweit steigen, bis die Verbraucher entsprechend reagieren und die Nachfrage abnimmt. Dies wird zu einer weitgehenden Verdrängung von zunächst Erdöl und später anderen fossilen Energieträgern als Heizenergieträger und zu entsprechendem Druck auf das Mobilitätsverhalten führen.
- Insbesondere die Verfügbarkeit von Erdgas wird in Europa zunehmend vom schnellen Aufbau ausreichender Importkapazitäten abhängen. Versorgungskrisen, wie sie sich in den letzten Jahren mit dem Streit Russland-Ukraine und dessen Folgen angedeutet haben, werden vermutlich zunehmen.
- Dies kann auch Auswirkungen auf die Stabilität des Strommarktes haben. So hat der französische Energieversorger EDF bereits angedeutet, dass reduzierte Verfügbarkeit der alten französischen Kernkraftwerke in einem kalten Winter auch zu Stromausfällen führen kann, von denen ebenfalls die Nachbarstaaten betroffen sein könnten.

Allgemeine Randbedingungen

- Es muss damit gerechnet werden, dass diese Veränderungen einerseits einen starken Druck auf Wirtschaft und Gewerbe auslösen, mit reduzierten fossilen Energiemengen auszukommen. Andererseits wird vermutlich ebenso das Mobilitätsverhalten entsprechend beeinflusst: Die Nachfrage nach öffentlichen Verkehrsmitteln, aber auch der Bedarf an nicht von fossilen Energieträgern abhängigen Individualverkehrsmitteln (Elektrofahrzeuge, Pedelec, Fahrräder) wird vermutlich sehr stark zunehmen. Der Druck für diesen Strukturwandel wird zunehmen und man sollte sich rechtzeitig darauf vorbereiten, um zeitgerecht agieren zu können.
- Erdölabhängige Branchen werden von diesen Veränderungen besonders betroffen sein. Das wird insbesondere den Landkreis mit einem hohen Anteil an Kfz-Zulieferbetrieben betreffen. Hierauf gilt es frühzeitig eine adäquate Antwort zu finden.

9.2 Landkreisinterne Randbedingungen

Der Kreistag hat mit dem Beschluss vom 23. Juli 2007, bis zum Jahr 2020 die CO₂ Emissionen gegenüber 1990 mindestens um 40% zu reduzieren, den politischen Rahmen zur Umgestaltung des Energieverbrauchs im Landkreis gesetzt. Diesem Beschluss werden weitere Kreistagsbeschlüsse mit konkreten Umsetzungsmaßnahmen folgen müssen.

Als Ausgangsbasis kann auf Vorarbeiten und interne Ressourcen Bezug genommen werden. Diese werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

9.2.1 Vorarbeiten

a) Interne Gutachten

- Energiegutachten der Gebäude des LRA 1995/1996: Es wurde bereits ein sehr konkretes Energiegutachten für alle öffentlichen Gebäude ohne Krankenhäuser erstellt. Dieses beschreibt den energetischen Zustand der Gebäude und berechnet konkret die möglichen Maßnahmen zur Verbesserung mit Kostenangaben, Kostenvorteilen und Minderungspotenzialen.
- Energiegutachten der Krankenhäuser 2007: Es existiert ein ausführliches Energiegutachten für die Krankenhäuser des Landkreises. Dieses beschreibt den energetischen Zustand der Gebäude und berechnet konkret die möglichen Maßnahmen zur Verbesserung mit Kostenangaben, Kostenvorteilen und Minderungspotenzialen.
- Das vorliegende Klimaschutzgutachten stellt die Basisdaten von Energieverbrauch und Potenzialen der regenerativen Energieerzeugung auf und zeigt in einem Szenario, was bis 2020 erreicht werden kann.

Allgemeine Randbedingungen

b) Demonstrationsanlagen

Der Landkreis hat sich mit dem Betrieb eigener Anlagen zur regenerativen Energieerzeugung bereits positioniert. Hierzu gehören vor allem die PV-Anlage und die Anlage zur Deponiegasnutzung des Abfallwirtschaftsbetriebs in Erbenschwang. Darüber hinaus wird derzeit geprüft, inwieweit auf allen geeigneten landkreiseigenen Dachflächen PV Anlagen betrieben werden können. Mit der Installation weiterer PV-Anlagen wurde bereits begonnen.

c) Öffentlichkeitsarbeit

Das Landratsamt hat einige Informationsaktivitäten bereits erfolgreich umgesetzt. Hierzu gehören vor allem:

- **Energiemesse:** Jährlich wird eine regionale Energiemesse veranstaltet mit Informationen für Verbraucher und Vorstellung von im Landkreis ansässigen Firmen. Diese Messe erfreut sich zunehmender Beliebtheit.
- **Energiefuchs:** Einmal jährlich wird eine Broschüre rund um den Energieverbrauch und dessen Reduktionsmöglichkeiten gedruckt und in großer Auflage im Landkreis verteilt. Diese Broschüre stellt die Beratungsangebote des Landratsamtes vor und ermöglicht Anbietern entsprechender Dienstleistungen eine Präsentation ihrer Aktivitäten.
- **Liste Energieberater:** Ebenfalls jährlich wird eine Liste der im Landkreis gemeldeten Energieberater veröffentlicht und Interessenten zur Verfügung gestellt.
- **Energieerstberatung:** Das Landratsamt führt in Kooperation mit den Energieberatern eine kostenlose Erstberatung zur Energieeinsparung für Privatpersonen durch. Dieses Angebot wird gut angenommen.
- **Vortragsreihe.** Seit einigen Jahren veranstaltet das Landratsamt eine Vortragsreihe zum Thema Energieeinsparung im privaten Bereich. Das Interesse an diesem Vortragsangebot scheint nachzulassen, so dass hier neue Impulse gegeben werden sollten.
- **Im Jahr 2009** wurde in Kooperation mit der IHK und dem Landkreis Starnberg das Projekt „ÖkoProfit“ begonnen. Erste Erfahrungen liegen im Landkreis bisher noch nicht vor. „Öko-Profit“ hat zum Ziel, Unternehmen hinsichtlich möglicher Kosteneinsparungen durch effizienteren Umgang mit Ressourcen zu beraten.
- Mehrmals im Jahr wird die Broschüre „EVA info“ mit konkreten landkreisspezifischen Informationen zu den Themen Energie & Abfall kostenlos an alle Haushalte verteilt.
- Das Landratsamt hat über die Pressestelle einen guten Internetauftritt eingerichtet. Dieser kann als Basis für Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes dienen.

Allgemeine Randbedingungen

9.2.2 Strukturen und Akteure

Zur Umsetzung der Klimaschutzziele wurden bei den zuständigen Stellen im Landratsamt bereits einige Strukturen geschaffen. Darüber hinaus sind auch andere Akteure im Landkreis aktiv, mit denen Kooperationen sinnvoll und notwendig sind. Hierzu gehören neben einem guten Kontakt zu den einzelnen Kommunen vor allem:

- Die Bürgermeister-Studienfahrt 2008 befasste sich ausführlich mit kommunalen Modellen der Energieeinsparung und -effizienz.
- Ausschuss für Energie-, Umwelt- und Klimafragen und Landwirtschaft: Beratender, aber nicht beschließender Ausschuss zur Vorbereitung von Kreistagsbeschlüssen.
- Klimabeirat: Den Landrat und den Kreistag in Fragen der Klimapolitik beratendes Gremium, bestehend aus 8 externen Experten und 5 Kreisräten. Dieser stellt ein wichtiges unabhängiges Gremium zur Ausarbeitung und Initiierung von Beschlussvorlagen dar.
- Regionalmanagerin: Ab Januar 2010 verfügt der Landkreis über eine Regionalmanagerin. Auch wenn in ihre Zuständigkeit vor allem Aktivitäten regionalpolitischer Zusammenführung fallen, soll sie eine Anlaufstelle für Energiefragen aufbauen. Die Regionalmanagerin ist der Stabsstelle für Wirtschaftsförderung unterstellt mit Sitz in Schongau.
- Moorrenaturierung: Der Landkreis hat eine Stelle zur Initiierung und Begleitung von Projekten zur Wiedervernässung von trocken gelegten Mooren geschaffen.

Bei der Umsetzung energie- und klimapolitischer Belange sind folgende Sachgebiete wichtig und je nach Zuständigkeit und Sachlage entsprechend in Handlungen einzubinden:

- Stabsstelle für Wirtschaftsförderung
- Sachgebiet für Natur- und Umweltschutz
- Technischer Umweltschutz
- Amt für Landwirtschaft, Forsten und Ernährung
- Zuständige Stelle für den öffentlichen Verkehr im Amt für Sicherheit und Ordnung
- Kreisbauamt
- Kämmerei
- Wasserwirtschaftsamt

Allgemeine Randbedingungen

9.2.3 Ressourcen

Darüber hinaus gibt es im Landkreis viele Akteure mit einschlägiger Erfahrung im Bereich der Energieerzeugung und Energieeinsparung. Der Kontakt sollte mit diesen gesucht werden, um während der Umsetzungsphase eine breite Allianz zu bilden. Hierzu gehören:

- „Wieser Zukunftsforum“, große Umwelt- und Energiediskussion in der Landvolkshochschule Wies (einmal im Jahr)
- Organisationen der Zivilgesellschaft und Verbraucherorganisationen (z. B. Agenda 21 in Weilheim, Peißenberg und Peiting, B.U.N.D., Energiewende Pfaffenwinkel, ProBahn, Umweltinitiative Pfaffenwinkel u.a.)
- Netzwerk von Energieberatern (Bayern Energie e.V. /Weilheimer Energieberaterforum)
- Unternehmen und Berater mit Schwerpunkt Energieeffizienz und Energietechnologien
- Bau und Ausbauhandwerk
- Car-Sharing Initiative

9.3 Hauptpunkte der Potenzialanalyse

Basierend auf den Analysen in Teil 1 und Teil 2 dieser Arbeit sollten folgende Schwerpunkte den Gestaltungsspielraum gemäß dem Grundsatz „Zuerst Einsparen, dann effiziente Technologien nutzen und zuletzt Bereitstellung der Restenergie durch erneuerbare Energie“ bestimmen:

- Aktivitäten zur Einsparung von Wärmeverbrauch im Gebäudebestand sind vorrangig zu ergreifen. Insbesondere in den landkreiseigenen Gebäuden sind große Einsparpotenziale vorhanden, die durch Detailgutachten bereits identifiziert wurden. Diese können teilweise gewinnbringend oder kostenneutral erschlossen werden. Die Vorbildfunktion ist hier verbesserungsfähig.
- Potenziale bei der regenerativen Stromerzeugung sind groß. Die Vollversorgung mit 100% regenerativem Anteil ist grundsätzlich erreichbar.
- Im Verhältnis zum Verbrauch sind die Potenziale zur regenerativen Wärmeversorgung deutlich geringer. Daher ist hier vorrangig auf eine Reduktion des Verbrauchs hinzuwirken.
- Das heutige Mobilitätsverhalten mit Fokussierung auf den motorisierten Individualverkehr hat sich an der jahrzehntelang vorherrschenden Randbedingung „reichliche und kostengünstige Verfügbarkeit von Erdöl“ orientiert. Wenn sich diese Randbedingung umkehrt in „Kraftstoffe sind teuer und knapp“, dann wird sich auch das Mobilitätsverhalten entsprechend verändern. Diese Umkehr der

Allgemeine Randbedingungen

Randbedingung vollzieht sich gerade. Je eher man dies bei Planungen mit all seinen Konsequenzen berücksichtigt, desto harmonischer wird dieser Übergang gemeistert werden.

- Im Verkehrsbereich haben die Verbesserung der Infrastruktur für öffentliche Verkehrsmittel, Anreize zur Beeinflussung der Wahl des Verkehrsmittels und Verhaltensschulung zu kraftstoffsparendem Fahren Vorrang.
- Der Aufbau einer Infrastruktur für individuelle Elektromobilität steckt noch in einer Frühphase. Hier sollte sich der Landkreis engagieren, um frühzeitig präsent zu sein. Andererseits aber kann es nicht Aufgabe eines Landkreises sein, mit eigenen knappen Geldmitteln Forschungs- und Demonstrationsaktivitäten noch nicht ausgereifter Konzepte zu finanzieren und voranzutreiben. Die Balance zwischen Notwendigem, Machbarem und Visionärem ist vorsichtig zu halten. Hier sollte der Landkreis vor allem dort die Initiative ergreifen, wo einerseits die Kosten begrenzt und die Marktreife absehbar sind, oder andererseits ausreichende finanzielle Fördermöglichkeiten bestehen, um die Risiken abzusichern. Gegenwärtig bietet sich vor allem die Förderung der Elektromobilität von Kleinfahrzeugen (v.a. Pedelec und kostengünstige Elektrofahrzeuge) an.

9.4 Möglichkeiten und Kompetenzen des Landkreises

Im Folgenden werden mögliche Maßnahmen kurz nach ihrer Struktur zusammengefasst. Hierbei wird nach folgenden Kategorien unterschieden:

- Strukturell (Schaffung geeigneter Strukturen zu Einführung, Koordination und Erfolgskontrolle von Maßnahmen, insbesondere Schaffung einer unabhängigen Energieagentur)
- Organisierend und koordinierend (Netzwerkbildung)
- Austausch mit Netzwerken benachbarter Regionen
- Öffentlichkeit (Information, Bewusstseinsbildung, Motivation)
- Beratend (Kommunen, private Haushalte, Gewerbe)
- Nicht investiv (z. B. Energiemanagement eigener Gebäude, Hausmeisterschulung)
- Investiv (z. B. Sanierung eigener Gebäude, Finanzierung von Demonstrationsvorhaben, Infrastrukturmaßnahmen)

10 KONKRETE MAßNAHMEN

10.1 Schaffung der Stelle eines Energiemanagers

Die Umsetzung des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes wird nur erfolgreich sein, wenn die Stelle eines für Energiefragen Verantwortlichen (Energiemanagers) eingeführt wird. Mit dem Vorliegen dieses Klimaschutzkonzeptes und der vorhandenen Regionalmanagerin sind die Voraussetzungen dafür prinzipiell gegeben. In der Anfangsphase kann die Regionalmanagerin diese Funktion solange übernehmen, bis eine eigene Stelle geschaffen wurde. Doch die Umsetzung nur in Händen der Regionalmanagerin zu belassen, würde dem Stellenwert und der Selbstverpflichtung des Landkreises nicht gerecht werden, da deren Position mit dieser zusätzlichen Aufgabe überfrachtet wäre.

Der Aufgabenbereich des Energiemanagers in Absprache mit den jeweils zuständigen Stellen im Landratsamt ist:

- Vorbereitung der Gründung einer Energieagentur mit der Erstellung eines tragfähigen Konzeptes und Finanzierungsplans für mindestens 5 Jahre.
- Umsetzung und Kontrolle des Energiemanagementsystems der landkreiseigenen Gebäude sowie Erstellung eines jährlichen Energieberichts.
- Auswahl und Vorbereitung von investiven Umsetzungsmaßnahmen für landkreiseigene Gebäude (Gebäudesanierung etc.).
- Auswahl und Initiierung von Themen und zielgruppenspezifischen Informationskampagnen.
- Aufbau einer Internetplattform mit Darstellung geplanter und durchgeführter Aktivitäten.
- Initiierung, Koordination und Begleitung von Demonstrationsvorhaben

10.2 Gründung einer Energieagentur

Eine breite Resonanz und Unterstützung über den Zuständigkeitsbereich des Landratsamtes hinaus wird man dann erreichen, wenn es gelingt, eine breite über den Verwaltungsbereich hinausgehende Allianz der unterschiedlichen Akteure zu erreichen.

Hierfür ist die Schaffung einer damit identifizierbaren Stelle im Landkreis mit direkter Beteiligung der wichtigen kommunalen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteure unabdingbar. Diese Stelle sollte in einem (idealerweise eigens dafür erworbenen oder angemieteten) und energetisch zum Passivhaus umgebauten Gebäude als Zentrum für Nachhaltigkeitsaktivitäten eingerichtet werden. Die Stelle kann viele der weiter unten beschriebenen Funktionen übernehmen. Idealerweise wird sie mehrere Funktionen in sich

Konkrete Maßnahmen

vereinen und zu einem zentralen auch physisch wahrgenommenen Identifikationszentrum für die zukunftsorientierte Positionierung des Landkreises. Sie kann z. B. folgende Funktionen abdecken:

- Energieagentur.
- Koordinationsstelle und ausführendes Organ des Landkreises zur Umsetzung der Kreistagsresolution bis zum Jahr 2020 die CO₂-Emissionen um mindestens 40% zu reduzieren. Sie hat damit die Funktion einer Koordinations- und Identifikationsstelle zwischen Landratsamt, Wirtschaft und Bevölkerung.
- Koordination und Moderation von Kampagnen unterschiedlicher Akteure.
- Unterstützung regionaler Netzwerke.
- Informations- und Servicezentrum für alle Mobilitätsfragen, die über die Fahrplanauskunft hinausgehen.
- Optisch identifizierbares Zentrum für Nachhaltigkeitsfragen und für entsprechende Gruppierungen (z. B. Räumlichkeiten für Agenda 21 oder pro Bahn).
- Aufbau einer öffentlich zugänglichen Fachbibliothek zu Energie- und Nachhaltigkeitsthemen zur Steigerung der Attraktivität des Zentrums.

Eine ausführlichere Beschreibung erfolgt in Kapitel 11. Es wird dem Landratsamt empfohlen, die Funktion des Energiemanagers dazu zu benutzen, erste Erfahrungen zu sammeln, um das Umfeld einschätzen zu lernen. Aus dieser Funktion heraus können die Randbedingungen für die Gründung der Energieagentur ausgelotet und der Gründungsprozess vorbereitet werden. Auf dieser Erfahrung aufbauend muss dann entschieden werden, ob die Funktion des Energiemanagers in der Energieagentur aufgeht oder diese Stelle ergänzend aufgebaut wird. Auch sollte ausgelotet werden, inwieweit eine stabile Funktion über den Landkreis hinaus mit benachbarten Landkreisen aufgebaut werden kann und so der Einflussbereich erhöht und die Grundstruktur stabilisiert werden kann.

10.3 Begleitende Aktivitäten und Öffentlichkeitsarbeit

Diese können vom Energiemanager, von der Energieagentur oder extern begleitet und durchgeführt werden. In jedem Fall aber ist ein direkter Austausch mit dem Landratsamt notwendig:

- Beschlussfassungsvorlage zur Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen.
- Differenzierte Ausarbeitung eines Konzeptes für Öffentlichkeitsarbeit als Begleitmaßnahme zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes.
- Einrichtung einer Internetplattform mit Berichterstattung über den Stand der Umsetzungsmaßnahmen und Sammlung von Aktivitäten und Projekten aller Akteure im Landkreis.

Konkrete Maßnahmen

- Durchführung einer ersten Konferenz als Zeichen der Aufbruchstimmung und Start der Umsetzungsmaßnahmen.
- Durchführung einer jährlichen Regionalkonferenz mit Vorstellung von neuen Projekten im Landkreis und innovativen Beispielen inner- und außerhalb des Landkreises.
- Jährliche oder zweijährliche Fortschreibung der Energieverbrauchs- und CO₂-Analyse dieses Klimaschutzkonzeptes mit Erfolgskontrolle.
- Schaffung und Betreuung eines jährlichen Energiepreises für herausragendes Verhalten von Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen. Der symbolische Charakter dieses Preises ist vorrangig vor der finanziellen Ausstattung.

10.4 Landkreiseigene Gebäude

10.4.1 Sofort nach einer Beschlussfassung durchführbare Maßnahmen

- Einführung eines Energiemanagements für alle Gebäude.
- Erstellung eines jährlichen Energieberichts (Vorlage siehe Kap 11) mit Ausweisung des Energieverbrauchs, von Verbesserungsmaßnahmen und allgemein von weiteren themenbezogenen Aktivitäten des Landratsamtes.
- Prüfung der Umsetzung der Vorschläge des Energiegutachtens von 1995/1996 für alle landkreiseigenen Gebäude und des Krankenhausgutachtens 2007 hinsichtlich ihrer aktuellen Relevanz und des Umsetzungsstatus.
- Modellhafte und Beispiel gebende Sanierung der Miet- und Sozialwohnungen im Eigentum des Landkreises auf Niedrigenergieniveau.
- Ausschöpfung aller nicht investiven Maßnahmen.
- Aufbau eines Einsparfonds (eingesparte Ausgaben werden kumuliert und für investive Maßnahmen gesammelt).
- Freiwillige Selbstverpflichtung, alle Neubauten mindestens in Passivhausbauweise oder als Plusenergiegebäude auszuführen. Dies entspricht der vorbildgebenden Vorwegnahme der Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie, die ab 2018 ohnehin fordert, alle Neubauten in Passivhausbauweise durchzuführen.
- In Kooperation mit den Gemeinden Aufbau eines Solarkatasters mit Veröffentlichung im Internet (z. B. nach dem Vorbild von Weilheim oder der Gemeinde Haar im LK München).

Konkrete Maßnahmen

10.4.2 Vorbereitende Aufgaben für längerfristige Maßnahmen

- Prüfung verschiedener Finanzierungskonzepte (externes Energiecontracting, internes Energiecontracting, Einsparfond oder Beteiligung an zu gründenden kommunalen Gemeindewerken).
- Einrichtung eines Arbeitskreises zur Meinungsfindung bzgl. Energie-Contracting für Gebäude (z. B. nach dem Stuttgarter Modell): Bei Zustimmung, Auswahl des geeignet erscheinenden Modells; bei Ablehnung Auswahl einer Alternative.
- Planung und Installation von Solaranlagen zur Warmwasserversorgung auf dafür geeigneten Gebäuden des LRA, soweit noch nicht geschehen. (Sportzentrum Jahnstraße; Schulen, LRA Hauptgebäude, Stainhartstraße , ...). Insbesondere sollte jede Schule und jede Sportanlage zur Warmwasserbereitung solar unterstützt sein.
- Prüfung der Sanierungsmöglichkeiten eines älteren LRA-eigenen Gebäudes auf Passivhausstandard.
- Prüfung der Versorgung eines LRA-eigenen Gebäudes mit weitgehend regenerativer Energieversorgung als Demonstrationsvorhaben.

10.5 Motivation der Mitarbeiter des Landratsamtes

- Benennung eines Energieverantwortlichen für jedes Gebäude/Gebäudekomplex (in Kombination mit der Einführung eines Energiemanagementsystems).
- Schwarzes Brett für Vorschläge zur Energieeinsparung am Arbeitsplatz, dies sollte auch andere Aspekte des nachhaltigen Wirtschaftens betreffen mit jährlicher Auszeichnung des besten Vorschlages (z. B. zusätzlicher Gleittag).
- 50/50 Projekte innerhalb des Landratsamtes, d.h. an Einsparserfolgen werden auch die Mitarbeiter beteiligt.
- Abstellplätze für Fahrräder.
- Anreize für Mitarbeiter für ökologisch vorbildliches Verhalten (z. B. kleine Vorteile bei Benutzung eines Fahrrades oder des ÖPNV etwa in Form von Fahrgeldzuschuss o.ä. oder kostenloses Laden bei Benutzung eines Elektrofahrzeuges).
- Anreize durch Erhebung eines „Umweltzuschlages“ für ökologisches Fehlverhalten (z. B. Parkplatz für Dauerparker nicht direkt am Gebäude).

Konkrete Maßnahmen

10.6 Fahrzeuge im Handlungsbereich des Landratsamtes

10.6.1 Nicht-investive Maßnahmen

- Freigabe von Dienstfahrzeugen für Car-Sharing in der dienstfreien Zeit (nach dem Modell der Gemeinde Haar).
- Mitarbeiterschulung zu Kraftstoff sparender Fahrweise.

10.6.2 Investive Maßnahmen

- Anschaffung von einem oder mehreren Pedelec oder Elektrofahrzeugen.
- Koordination anstehender Bestellungen von neuen Fahrzeugen mit Kommunen.
- Bei Neuanschaffung von Dienstfahrzeugen auf geringen Energieverbrauch achten.
- Unterstützung des Einsatzes eines Hybridbusses im öffentlichen Personennahverkehr.

10.7 Zielgruppe Kommunen

- Vernetzung mit und Unterstützung von Kommunen bei der Einführung eines kommunalen Energiemanagements (evtl. Bündelung bei anteilig finanzierter gemeinsamer Stelle, z. B. bei der zu gründenden Energieagentur und Einigung auf gemeinsame Softwarestandards).
- Unterstützung der Kommunen, ein Leitbild (Energievision) zu entwickeln und zu veröffentlichen.
- Beratung der Kommunen hinsichtlich der Neugestaltung der Konzessionsverträge.
- Beratung der Kommunen hinsichtlich Netzzrückkauf und Aufbau von Gemeindefwerken mit Mehrheitsbeteiligung.
- Ermunterung zur Einführung eines jährlichen kurzen Energieberichtes mit Veröffentlichung im Internet.
- Einführung eines landkreiseigenen „Energiepreises“ für vorbildliche Kommunen und Ermunterung der Kommunen, sich öffentlichkeitswirksam beim „European Energy Award“ und bei der „Solarbundesliga“ zu beteiligen.
- Appell an Kommunen, sich der freiwilligen Selbstverpflichtung anzuschließen, eigene Neubauten nur noch in Passivhaus- oder Plusenergiebauweise durchzuführen.
- Ermunterung der Kommunen lokale Vorranggebiete im Flächennutzungsplan auszuweisen (Wind, PV-Freiflächenanlagen, Solar unterstütztes Nahwärmenetz, Biomasse Fernwärmevorrang, ...).

Konkrete Maßnahmen

- In Kooperation mit den Kommunen Aufbau eines Solarkatasters und eines Wärmeatlas (analog der Stadt Weilheim).
- Ermunterung der Kommunen, Bebauungspläne und Ausweisung von Neubaugebieten nach den Kriterien des minimalen Energieverbrauchs zu erstellen (z. B. Süddächer, Zugang zu ÖPNV...).
- Vergleichende Analyse des kommunalen Stromverbrauchs aller Kommunen für Straßenbeleuchtung und Unterstützung der Kommunen bei der Effizienzsteigerung.
- Analyse der kommunalen Wasserversorgung hinsichtlich Stromverbrauchseffizienz und Stabilität bei Ausfall von Netzstrom (Wasserpumpen).
- Prüfung des Spielraums bei der Erschließung von Neubaugebieten eine Energieumlage zu erheben, die nach energetischen Kriterien an die Bauherren zurückzugeben ist.

10.8 Zielgruppe Schulen

- Einführung von 50/50 Projekten an allen Schulen.
- Klimapartnerschaft mit Schulen aus Entwicklungsländern. Dies evtl. nach dem Vorbild eines Schulnetzwerkes mit dem Aufbau von PV- oder Solaranlage an der eigenen Schule und an der Partnerschule verbinden mit Internetplattform zur Diskussion über diese Anlagen (z.B. nach dem Vorbild des 2003 gegründeten Netzwerks Nütec, siehe http://www.solarenergie-fuer-afrika.org/solar/cms/front_content.php?idcatart=256)
- Einführung eines Energiemanagementsystems (Hausmeisterschulung).
- Ausbildung von Stromdetektiven (in Kooperation mit Energieversorgungsunternehmen).
- Aufbau einer ökologisch orientierten Kinderuniversität (z. B. Beispiel nach dem Muster der VHS Weilheim bzw. Aufbau eines Netzwerkes um diese).

10.9 Zielgruppe Unternehmen

- Intensivierung von Öko-Profit mit Veröffentlichung der Jahresberichte.
- Begleitung der technischen Weiterentwicklung und Aufbereitung der Informationen.
- Erstellung von Informationsmaterial mit Tipps zur Energieeinsparung zu den Themen:
 - Energiemanagement
 - Druckluft
 - Kältetechnik

Konkrete Maßnahmen

- Elektromotoren
- Gebäudetechnik
- Mitarbeitermotivation zu Energieeinsparung
- Anreize für ÖPNV/Fahrradbenutzung.
- Liste mit sparsamen Bürogeräten.
- Gezielte Informationskampagnen für Branchen in Kooperation mit Energieberatern, Gewerbeverbänden und Citymanagern.
- Konkrete Beratungsveranstaltungen für Gewerbe (komplementär und ergänzend zu Öko-Profit) mit der Vorstellung von „Best Practice“ Beispielen.
- In Kooperation mit Handwerksverbänden Unterstützung von Weiterbildungsangeboten speziell für Handwerker (Heizung/Sanitär/Elektro/Kaminkehrer).
- Ausweisung eines Wettbewerbs mit jährlicher Prämierung des besten Betriebes (evtl. in Kombination mit Öko-Profit).
- Branchentreffen – insbesondere aber nicht nur für die Autozulieferindustrie – zum Thema: Veränderung der globalen Randbedingungen und lokale Anpassungsmöglichkeiten (Strukturwandel).

10.10 Zielgruppe Landwirtschaft

- Informationen zur Energieeinsparung in landwirtschaftlichen Betrieben (z. B. Einfluß der Fahrweise von Zugmaschinen auf den Energieverbrauch, Energierückgewinnung bei Melkmaschinen).
- Informationen zur Biogaserzeugung und Nutzung als Kraftstoff, Brennstoff oder Stromerzeugung
- Informationen zur effizienten Nutzung von Holz
- Informationen zur Reduktion des Lachgaseintrags bei Gülleverwertung und –ausbringung

Diese Informationen können in Kooperation mit den einschlägigen Verbänden erarbeitet und verbreitet werden.

10.11 Zielgruppe Bürger

10.11.1 Privater Energieverbrauch und Mobilitätsverhalten

- Erstberatung neuer Bürger im Landkreis zu Energieverbrauch und Mobilitätsverhalten (z. B. mit zeitlich begrenzter Kostenübernahme der Monatskarte für den ÖPNV und begleitenden Informationen nach dem Muster der LH München).

Konkrete Maßnahmen

- Bereitstellung von Monatskarten für öffentliche Verkehrsmittel für sozial Schwache unter Eigenbeteiligung in Höhe der Monatspauschale (Sozialticket nach Vorbild des Landkreises München-Land).
- In Kooperation mit Agenda21 Gruppen: Aufzeigen von Lösungsansätzen und Beispielen.
- Informationen zum Energieverbrauch für die Bereitstellung von Lebensmitteln – Argumente für lokale und saisonale Produkte.
- Informationen zu effizienten Haushaltsgeräten (aktuelle Liste im Internet veröffentlichen) in Kooperation mit Energieberatern.
- Erstellung eines regionalen Heizspiegels (Landkreis oder Verwaltungsgemeinschaftsebene) in Kooperation mit Energieberatern.
- Kursangebote für energiesparendes Fahren (evtl. über VHS).
- Gezielte aktive Energieberatung für Sozial Schwache (in Kooperation mit EVU).
- Jährliche Ausschreibung eines Energiepreises.
- In Kooperation mit Fahrradhändlern die Bereitstellung eines Bonustickets oder einer Monatskarte zusammen mit einem Fahrradverkauf

10.11.2 Wohngebäude

Ziel der Maßnahmen muss es sein, die Sanierungsrate der Altbauten, die derzeit bei 1 – 1,5% p.a. liegt zu erhöhen.

- Marketingoffensive zur Aktivierung der energetischen Sanierung von Altbauten in Kooperation mit Banken, Beratern, Planern und Ausführenden, z. B. gezielte Informationen zu
 - Austausch von nicht drehzahlregulierten Heizungspumpen
 - Informationsflyer zur Altbausanierung („Was gibt es (Beispiele), was kostet es, wer plant das und führt es aus“)
 - Energieberatung.
- Gezieltes offensives Angebot zur kostenlosen Energieersterberatung bei allen Bauanfragen für Neubauten oder Umbauten.
- Initiierung und Koordination eines Arbeitskreises mit Hausverwaltungen, Wohnbaugesellschaften, Mieterverbänden, Energieberatern und Ausführenden zum Abbau von Sanierungshemmnissen (evtl. Doppelförderung nach dem Vorbild München und aktive Bewerbung auf Eigentümerversammlungen durch Energieberater).

Konkrete Maßnahmen

- Landkreisspezifische Förderkonzepte in Kooperation mit Sparkassen und Genossenschaftsbanken.

10.12 Verkehrsplanung für nachhaltiges Mobilitätsverhalten

Das Erreichen des Fördermaximums von Erdöl wird in den kommenden Jahren insbesondere das Mobilitätsverhalten beeinflussen. Steigende Kraftstoffpreise und reduziertes Angebot werden den Raumwiderstand erhöhen. Dies wird für eine Aufwertung der Nähe sorgen. Man wird sich mehr darauf einstellen, den Nahbereich lebenswert zu gestalten und wichtige Grundfunktionen dort zu erhalten bzw. wieder einzuführen. Die Stadtentwicklungs-, Verkehrswege- und Raumplanung sollte darauf abgestimmt werden, um Planungsfehler zu vermeiden, die in 5-10 Jahren zum Tragen kämen. Konkrete Maßnahmen werden im Folgenden beschrieben. Diese liegen nicht alle im Handlungsbereich des Landratsamtes. Jedoch kann z. B. über Ausschreibungskriterien und direkte Gespräche mit den Betreibern Einfluss genommen werden.

- Übernahme der vorbildlichen Aktivitäten der Stadt Weilheim zum Mobilitätsmanagement (Mobilitätskompass) und Ausbau zu einem Portal für alle Mobilitätsbelange im Landkreis unter Berücksichtigung der Bedürfnisse gehbehinderter Menschen. Dies beinhaltet die aktive Beteiligung an den Regionalkonferenzen zum Mobilitätsmanagement.
- Dies kann mit der Gründung eines oder mehrerer multifunktionaler Servicezentren für Mobilitätsangebote kombiniert werden. Diese dienen u.a. auch der Wiederbelebung der Bahnhöfe. Um die Attraktivität zu steigern und die Kosten zu minimieren, sollten diese mehrere Funktionen erfüllen und könnte z. B. an die oben angesprochene Energieagentur angegliedert sein. Eine Kombination oder Kooperation mit touristischen Informationszentren bietet sich ebenfalls an. Eine ausführlichere Beschreibung erfolgt in Kapitel 11.
- Der oben geforderte regelmäßige Energiebericht soll mit einem Mobilitätsbericht ergänzt werden. Hier werden getroffene oder geplante Maßnahmen im Landkreis zur Verbesserung des Mobilitätsverhaltens beschrieben.
- Koordination und Initiierung der Erstellung eines verbesserten integralen Fahrplans für den Landkreis mit besserer Verzahnung der Fahrpläne von Bussen und Eisenbahn. Dies sollte in einem Arbeitskreis gemeinsam mit Vertretern des Regionalverkehrs und der Verbraucher (z. B. ProBahn) im Detail ausgearbeitet werden, um beiderseitige Verantwortlichkeiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen.
- Verdichtung des Angebots attraktiver Linien (in Diskussion mit Verbrauchervertretern).

Konkrete Maßnahmen

- Lösungssuche für Pendlerproblematik und bessere Abstimmung der „Park & Ride“ Angebote zwischen den Kommunen. Insbesondere sollte eine Lösung für den Pendlerbahnhof in Weilheim gesucht werden, dessen Einzugsbereich vor allem südlich der Stadt liegt, weswegen zu befürchten ist, dass zusätzliches Bahnangebot auch den Pendlerstrom durch die Stadt und die damit verbundenen Probleme erhöhen wird.
- Drängen bei der Bahn auf den zügigen barrierefreien Ausbau des Weilheimer Bahnhofs.
- Drängen bei der Bahn auf den zügigen zweigleisigen Ausbau der Strecke Tutzing-Weilheim und Elektrifizierung der Strecke Weilheim-Schongau.
- Drängen bei der Bahn auf Reaktivierung der Fuchstalbahn mit attraktivem Angebot, etwa nach dem Beispiel der Vinschger Bahn in Südtirol.
- Schaffung von absperrbaren Fahrradplätzen für Pendler an den Bahnhöfen. Kombination von absperrbarem Fahrradabstellplatz mit dem Erwerb einer Monats- oder Jahreskarte.
- Schaffung von Ladestationen für Pedelec an absperrbaren Einstellplätzen, kostenfreie Nutzung in Kombination mit Monatsticket.
- Erstellung und Umsetzung von Konzepten für Elektromobilität (Ladestationen, Aktionen, Informationen).
- Prüfung und Abgleich von Stadtentwicklungs-, Verkehrswege- und Raumplanung mit den Anforderungen veränderter Randbedingungen wie eingangs beschrieben.

10.13 Überregionale Kooperationen

- Projekte mit Elektromobilität aus dem Angebot „Ideenskizze für eine Modellregion Elektromobilität“ des Landratsamtes an das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom März 2009.
- Verstärkung der Kooperation mit der Stadt München im Themenbereich „Elektromobilität“

11 ZEITPLAN

11.1 Liste der Top-15-Themen zur Umsetzung

Im Folgenden wird eine Liste mit wenigen Themen zur ersten Umsetzung empfohlen. Diese enthält wesentliche Forderungen. Allerdings sollte unabhängig davon aus den oben vorgestellten Maßnahmen, diejenigen, die wenig Investitionsaufwand bedeuten, möglichst weitgehend umgesetzt werden.

- Vorbereitung und Erwirkung des Kreistagsbeschlusses und Einreichung eines Antrags zur Förderung der Begleitung der Umsetzungsmaßnahmen. Bis zu 80% der umsetzungsbegleitenden Maßnahmen und max. 70.000 € pro Jahr sind für drei Jahre förderfähig. Die Beantragung kann z. B. vom Regionalmanager vorbereitet werden.
- Einrichtung der Stelle eines Energiemanagers. Die Vorbereitungen und der Aufbau können in der Anfangsphase vom Regionalmanager übernommen werden. Förderantrag beim Bayerischen Staat für die Einführung eines kommunalen Energiemanagements. Hier gibt es einen Zuschuss bis zu 50% oder max. 30.000 €.
- Einführung eines Energiemanagements der landkreiseigenen Gebäude mit jährlicher Erstellung und Veröffentlichung eines kurzen Energieberichts.
- Prüfung der Möglichkeiten, Externes oder internes Energiecontracting und/oder einen Energieeinsparfond in Kooperation mit Partnern (z. B. Sparkassen) einzuführen. Unter Umständen Prüfung der Gründung eines gemeinsamen Einsparfonds oder eines Contractingunternehmens gemeinsam mit Partnern.
- Umsetzung der investiven aber kostenrentablen Sanierungsmaßnahmen an landkreiseigenen Gebäuden gemäß bestehender Energiegutachten.
- Verpflichtung des LRA, Neubauten nur noch in Passivhaus- oder Plusenergiebauweise durchzuführen.
- Kooperation mit Kommunen und Unterstützung im Aufbau eines landkreisweiten kommunalen Energiemanagements aller öffentlichen Gebäude.
- Beratung der Kommunen bzgl. eines Energieleitbildes, einer gestärkten Verhandlungsposition zu anstehenden Neuverhandlungen der Konzessionsverträge und bzgl. der Möglichkeit und Vorteile/Nachteile der Netzübernahme und Gründung von Gemeindewerken mit Mehrheitsbeteiligung.
- Einrichtung eines Arbeitskreises zur Prüfung der Gründung einer Energieagentur und Auswahl eines geeigneten Gebäudes mit Prüfung der Fördermöglichkeiten (bestehende Fördermöglichkeiten durch den Freistaat bis max. 500.000 € für drei Jahre müssen vor dem 31.12.2010 beansprucht werden).

Zeitplan

- Einrichtung eines umfassenden Internetauftrittes innerhalb der Seiten des Landratsamtes mit Informationen zu allen Angeboten des Landkreises zu Energie- und Mobilitätsthemen und Informationen zur Umsetzung.
- Durchführung von themenspezifischen Branchentreffen. Inhalte sollten sein: Veränderungen der externen Randbedingungen und Rückwirkungen auf die Kfz-Zulieferbranche (Kfz-Zulieferindustrie), Förderprogramme zum Austausch alter und Einsatz effizienter Kältetechnik (Lebensmitteleinzelhandel, Bäckereien, Metzgereien, Apotheken, Gaststätten, Hotels), Einfache Checks der Effizienz der Druckluftherzeugung und Möglichkeiten der Optimierung (Kfz-Werkstätten, Produktionsbetriebe mit Druckluftanlagen).
- Initiierung und Moderation eines Arbeitskreises zur besseren Verzahnung der Fahrpläne des ÖPNV.
- Kooperation mit der Stadt Weilheim bzgl. des Mobilitätskompass und Ausweitung auf den gesamten Landkreis inklusive eines Internetauftrittes und Berücksichtigung von Informationen für gehbehinderte Mitbürger
- Einführung des Erstberatungsangebots für neue Bewohner wie oben beschrieben und Energieberatung für Sozial Schwächergestellte
- Unterstützung von Klimapartnerschaften zwischen Schulen im Landkreis und externen Schulen aus wenig entwickelter Staaten inklusive des Arbeitens an einem gemeinsamen Thema wie z. B. einer PV- oder Solaranlage mit Erfahrungsaustausch

11.2 Vorbereitung des Kreistagsbeschlusses

Ausarbeitung eines Entwurfs für den Kreistagsbeschluss zur Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen. Dieser Entwurf könnte

- in einer Präambel die Ausgangslage beschreiben;
- in einem Sachteil kurz die Tabellen für den Energieverbrauch und die Emissionen des Landkreises beinhalten;
- in einem Appell qualitativ die notwendigen Maßnahmen skizzieren;
- in einem ersten Beschlussteil alle zur sofortigen Umsetzung zu ergreifenden Maßnahmen explizit festhalten;
- in einem weiteren Beschlussteil die zur Prüfung ihrer Machbarkeit zu ergreifenden Schritte explizit festhalten und mit Stichdatum nach ausreichender Analyse und Prüfung zu einer Entscheidungsfindung vorlegen.

Zeitplan

11.2.1 Kreistagsbeschluss

- Auflistung aller zur sofortigen Umsetzung empfohlenen Maßnahmen innerhalb des LRA
- Auflistung aller für Kommunen empfohlenen Maßnahmen
- Auflistung aller zur Prüfung empfohlenen und angenommenen Maßnahmen

11.2.2 Ausschreibung und Ausarbeitung eines Projekts zur Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes

- Ausschreibung des Umsetzungskonzeptes
- Auswahl der Projektbegleitung
- Einreichung eines Förderantrages beim BMU (80% der Beratungskosten bis max. 70.000 Euro pro Jahr für max. 3 Jahre)

11.2.3 Durchführung einer Auftaktveranstaltung mit den wichtigen Gruppierungen des Landkreises

- Festlegung von Ort und Termin (Möglichst bald nach Präsentation und Diskussion des Klimaschutzkonzeptes im Kreistag und Umweltausschuss)
- Festlegung eines Programms
 - Vorstellung Teil I und II, Istzustand und Potenziale
 - Kurze Präsentation (jeweils 10-15 Minuten) von Aktivitäten im Landkreis
 - Vorstellung Teil III (Vorgeschlagene Maßnahmen)
 - Diskussion und Ausarbeitung einiger der vorgeschlagenen Maßnahmen in workshops
- Einladungen und gezielte Ansprache von Einzelpersonen und Gruppierungen
- Auf der Veranstaltung sollten die Preise für die Teilnahme an der Befragungsaktion im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes vergeben werden. Dies kann als Auftakt eines künftigen Energiepreises mit entsprechender Ankündigung dienen.
- Die Preisverleihung (1ter Preis Pedelec) kann dazu genutzt werden, den Beginn eines Projektes mit Elektrofahrrädern zu verkünden. Dies kann z. B. ein Thema eines der workshops bilden.

11.2.4 Umsetzungskonzept für die Öffentlichkeitsarbeit

- Einrichtung einer Internetplattform
- Zeitplan für Umsetzung und Medienauftritte

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

12 DETAILLIERUNG EINZELNER VORGESCHLAGENER MAßNAHMEN

Die oben beschriebenen Maßnahmen sind von unterschiedlichem Charakter. Der Schwerpunkt wurde auf nicht investive Maßnahmen oder solche investive Maßnahmen gelegt, die mit der Schaffung von Strukturen verbunden sind, welche ihrerseits durch einen Vervielfältigungseffekt weitere nachhaltige Investitionen von anderer Seite initiieren können. Darüber hinaus liegt die Chance eines landkreisübergreifenden Energiekonzeptes darin, Aktivitäten bündeln zu können und damit die einzelnen Kommunen zu für alle in Summe geringeren Kosten unterstützen zu können. Dieses Vorgehen setzt einen breiten Konsens voraus, der zuerst erarbeitet werden muss, andererseits auch gefördert werden kann.

Letztlich zielt dieses Konzept abgesehen von Mitnahmeeffekten nicht auf schnelle Ergebnisse, sondern auf nachhaltige Änderung der Strukturen, so dass das Thema in breiter Front als gemeinsame Aufgabe aller wichtigen Akteure im Landkreis verstanden wird. Nur so lassen sich weit reichende Verhaltensänderung und breite Unterstützung erreichen. Letztlich geht es darum, den anstehenden Strukturwandel mit Leben zu erfüllen und regional Strukturen zu schaffen, die sowohl Kriterien nachhaltiger Umweltpolitik erfüllen als auch einer Anpassung der Wirtschaftsstrukturen dienen. Mit diesen Maßnahmen soll eine Aufbruchstimmung unterstützt werden, den Strukturwandel nicht als Bedrohung, sondern als Chance zu verstehen, so wie dies schon mehrmals in der Geschichte des Landkreises erfolgte.

12.1 Schaffung der Stelle eines Energiemanagers

Angesichts der knappen Haushaltskassen sind zunächst die Maßnahmen umzusetzen, die eine Reduktion des Energieverbrauchs zu minimalen Kosten bewirken. In der Regel sind diese auch mit finanziellen Gewinnen verbunden. Hierbei sollte frühzeitig eine Strategie entwickelt werden, damit diese Gelder nicht in den allgemeinen Haushaltstopf zurückfließen oder dort verbleiben, sondern dass diese in einem eigenen Topf verwaltet werden können und Ausgangsbasis für weitere Investitionen werden können.

Um das Energiethema systematisch und hartnäckig zu verfolgen, muss dessen Priorität hoch angesiedelt werden. Hierfür ist es unerlässlich, eine eigene Stelle zu schaffen, die sich nur dieser Thematik widmet, die aber auch von Zeit zu Zeit Rechenschaft ablegen sollte über die erzielten Erfolge im Verhältnis zum geleisteten Aufwand.

Man sollte sich auch bewusst sein, dass ein einstimmig erzielter Kreistagsbeschluss zur Emissionsreduktion erst dann mit Leben erfüllt wird, wenn ihm Umsetzungsschritte folgen, die ein bestimmtes Budget erfordern. Wie sonst kann man von anderen Akteuren des Landkreises entsprechende Zugeständnisse erwarten, wenn Politik und Verwaltung nicht mit gutem Beispiel vorangehen.

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

Es gibt inzwischen genügend Beispiele, dass dieser Weg erfolgversprechend ist und auch zu Kosteneinsparungen führt. Erfahrungsgemäß können durch konsequentes Energiemanagement von Gebäuden 10 – 20% der Betriebskosten gegenüber dem Zustand des Beginns der Maßnahmen eingespart werden. Wie in Kapitel 6 abgeschätzt wurde, belaufen sich die jährlichen Energiekosten für alle Gebäude im öffentlichen Besitz auf etwa 10 Mio. €/a. Eine konsequente Umsetzung könnte finanzielle Einsparung von 1-2 Mio. €/a freisetzen.

Beispielsweise hat die Stadt Stuttgart bereits 1977 begonnen, zur energetischen Verwaltung und Optimierung ihrer eigenen Liegenschaften eine eigene Abteilung aufzubauen. Dort sind heute mehr als 10 Mitarbeiter beschäftigt. Jedes Jahr werden die Aufwendungen den erzielten Kosteneinsparungen durch reduzierte Energiebeschaffungsmaßnahmen gegenüber gestellt. Auch heute noch liegen die Einsparungen etwa fünfmal höher als die Aufwendungen für Personal und Investitionen.

Nun liegen in der Verantwortlichkeit des Landratsamtes deutlich weniger Gebäude als in Stuttgart, so dass man die Vergleiche vorsichtig ziehen muss. Allerdings wird die Position des Energiemanagers mehr Aufgaben erfüllen als nur die Gebäude zu überwachen. In der Anfangsphase kann diese Funktion zunächst von der Regionalmanagerin oder einem ihr unterstellten Mitarbeiter übernommen werden, solange bis eine eigene Stelle geschaffen wurde.

Die Einführung eines kommunalen Energiemanagements wird vom Freistaat Bayern bis zu 50% oder maximal bis 30.000 € gefördert.

12.2 Prüfung und Schaffung der Voraussetzungen der Gründung einer Energieagentur

Es wird vorgeschlagen einen Arbeitskreis einzurichten, der die Möglichkeit prüft, eine Koordinationsstelle für die Umsetzung der Ziele des Landkreises zu bilden

12.2.1 Energieagentur als begleitende Maßnahme des Strukturwandels

Die konsequente Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes kann in vielen kleinen und größeren Teilschritten erfolgen.

Es ist allerdings unabdingbar, dass eine verantwortliche Stelle im Landkreis geschaffen wird, die als Identifikation gelten kann, die diesen Prozess begleitet, Aktivitäten anstößt und koordiniert, Vertreter der unterschiedlichen Gruppierungen zusammenbringt, und bestehende Aktivitäten in ihrem Erfolg kontrolliert bzw. mit entsprechenden Maßnahmen reagiert und nachbessert. Dies ist ein laufender Prozess der volles Engagement erfordert.

Zur Erfüllung dieser Aufgabe wird die Einrichtung eines Informations- und Servicezentrums empfohlen. Dieses soll vorrangig im Landkreis aktiv werden und sowohl Kommunen als auch Unternehmen und Privatpersonen in allen Energiefragen beraten. Es

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

kann aber durchaus auch mit Kommunen benachbarter Landkreise kooperieren oder diese als Mitgesellschafter aufnehmen. Darüber hinaus soll es die energiepolitischen Ziele des Landkreises umsetzen und dient als Bindeglied zwischen Landratsamt, Unternehmen und Bevölkerung.

Diese Maßnahmen sind vor allem mit Hinblick auf die Strukturveränderungen als Unterstützung zu bewerten. Beispielsweise wird der Bereich der Bausanierung bei einem Anstieg der Sanierungsrate von 1% auf 2% p.a. des Altbaubestandes Investitionen von etwa 10 Mio. €/a initiieren. Da die Gebäudesanierung arbeitsintensiver ist als eine rein investive Maßnahme, geht ein großer Teil dieser Gelder in die Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen. In grober Abschätzung entspricht eine Sanierungsrate von 1% der Schaffung von etwa 200 vorwiegend regionalen Arbeitsplätzen. Im Neubaubereich kann sie die Funktion des neutral akzeptierten Beraters innehaben.

12.2.2 Trägerstruktur

Notwendig ist eine breite Gesellschafterstruktur, um alle relevanten Kräfte im Landkreis gestaltend in diesen Prozess einzubinden und die möglichen finanziellen Belastungen einzelner gering zu halten.

Beispielsweise wäre die Struktur einer GmbH mit Gesellschaftern aus folgenden Bereichen tragfähig:

- Landratsamt [Interesse: Umsetzung regionaler Klimaschutzpolitik]
- Städte und Gemeinden [wie Landratsamt, zusätzlich vertrauenswürdige Anlaufstelle für eigenen Beratungsbedarf]
- Sparkassen und Regionalbanken [Interesse: Kreditvergabe für Sanierungs- und Bauvorhaben]
- Handwerksbetriebe [Interesse: Breite Akzeptanz der Notwendigkeit von Sanierungsvorhaben verbreitert auch die Basis für künftige eigene Aufträge. Daneben können Fortbildungsangebote günstig erworben werden]
- Firmen oder Handwerksverbände (Solargewerbe, Bau- und Ausbaugewerbe, Beratungsgewerbe) [Interesse wie Handwerksbetriebe]
- Energieversorgungsunternehmen [Interesse: Imagewerbung, aber auch eigene aktive Beiträge zu effizienten Energieversorgung, Beteiligung und Einflussnahme für künftige Energieerzeugungsprojekte]
- Bayerische Eisenbahngesellschaft [Interesse: Integration des Mobilitätsthemas fördert den Anteil des ÖPNV-Verkehrs und damit potenzielle Neukunden für die Bahn]

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

- Erstrebenswert ist die Einbindung der Bevölkerung über ein eigenes Organ. Dies könnte über eine bestehende Organisation der Zivilgesellschaft sein oder aber über eine zu gründende Bürgerstiftung. [Interesse: Direkte Einflussnahme engagierter Bürger, Steigerung der Motivation und Akzeptanz in der Bevölkerung]
- Externer oder interner Partner mit Erfahrung im Energieberatungsbereich [Interesse: Entschärfung einer Konkurrenzsituation, Verbreiterung der eigenen Basis]

12.2.3 Aufgabenbereich

Das Aufgabenspektrum dieser Institution wird sehr groß sein, kann aber gegliedert werden:

- Öffentlichkeitsarbeit, Entwurf von Kampagnen, Erstellung von Materialien
- Erstberatung von informationsbedürftigen Privatpersonen oder Firmen
- Veranstaltung von Vorträgen, fachspezifischen Weiterbildungen (in Kooperation mit einem Partner, z. B. den Handwerks- und Wirtschaftsverbänden)
- Unterstützung von Bildungseinrichtungen mit Vorträgen, Ideen und Informationsmaterial
- Öffentlich zugängliche Präsenzbibliothek (ohne Ausleihe) zu Energie- und Nachhaltigkeitsthemen
- Katalysator zum Zusammenbringen verschiedener Akteure (z. B. Mieter/Vermieter/Bauhandwerk)
- Initiator und Begleiter von innovativen Projekten
- Erstellung von landkreisspezifischen Statistiken und Bilanzen
- Beratung der Kommunen bei Erstellung eines eigenen Energiekonzeptes oder der Durchführung konkreter Bauvorhaben

Darüber hinaus ließe sich der Mobilitätsbereich einbinden. Dies könnte z. B. mit der weiter unten angeführten Servicestation für Mobilitätsfragen kombiniert werden.

12.2.4 Räumlichkeiten

Damit die Gründung einer Energieagentur eine entsprechende Aufbruchwirkung nach sich zieht, sind auch das Gebäude und dessen Standort attraktiv auszuwählen.

Dies sollte in Ruhe geschehen. Der folgende Vorschlag dient nur der ersten Orientierung und Impulsgebung. So bietet sich z. B. das Bahnhofsgebäude Weilheim (oder ein anderes schlecht genutztes Bahnhofsgebäude) an.

- Dessen künftige Verwendung und Sanierung steht zur Diskussion

Detailierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

- Die Bahnhofsnahe bietet optimale Verkehrsanbindung
- Die Nähe zum Berufsbildungszentrum an der Kerschenbaumerstr. Bietet kurze Wege, insbesondere zur Nutzung der Präsenzbibliothek oder zu Fortbildungsveranstaltungen
- Die Integration des Servicezentrums für Mobilitätsangebote ist finanziell und personell günstig
- Der Altbau bietet die Möglichkeit der Sanierung zum Passivhaus und kann zum Vorzeigeobjekt werden
- Es sind genügend Räume und Flächen verfügbar für spätere adaptive Erweiterung
- Das Thema „Nachverdichtung und gute Verkehrsanbindung“ wird exemplarisch vorgelebt.
- Das Gebäude könnte auch Heimat und Identifikationspunkt verschiedener auf dem Energie- und Umweltbereich aktiver Nichtregierungsorganisationen werden [Bsp. ProBahn, Agenda21 Gruppen, ...]
- Kleine ansprechende Gastronomie im Erdgeschoß könnte das Zentrum zu einem beliebten Treffpunkt machen
- Die Einbindung des Mobilitätsthemas könnte die Unterstützung für die Bahn attraktiv gestalten.

12.2.5 Finanzierung und Gründung

Die Gründung einer Energieagentur bedarf eines längeren Vorlaufes. Einerseits müssen potentielle Träger informiert und eingebunden werden. Andererseits gilt es, ein tragfähiges Geschäftskonzept zu erstellen.

Die Anfangsfinanzierung kann beispielsweise über das Gesellschaftskapital bei Wahl einer GmbH (oder gemeinnützigen GmbH) erfolgen. Darüber hinaus kann bis zum 31.12. 2010 befristet ein Zuschuss bis zu 500.000 € für maximal 3 Jahre beim Freistaat Bayern beantragt werden. Daran sind allerdings einige Bewilligungsvoraussetzungen gebunden, die im Einzelfall berücksichtigt werden müssen.

Darüber hinaus können insbesondere für die energetische Sanierung der Räumlichkeiten entsprechende Fördergelder abgerufen werden.

12.2.6 Einrichtung eines Arbeitskreises zur Erstellung eines tragfähigen Konzeptes

Um diese Arbeiten vorzubereiten, wird die Einsetzung eines Arbeitskreises oder zumindest einer verantwortlichen Person vorgeschlagen. Ziel ist es, innerhalb einer Frist von ca. sechs Monaten ein tragfähiges Konzept auszuarbeiten.

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

12.3 Begleitende Aktivitäten

- **Beschlussfassungsvorlage zur Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen**

Den ersten Schritt zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes bildet die Erteilung eines entsprechenden Mandats. Dies wird in der Regel in Form eines Kreistags- oder Ausschussbeschlusses erfolgen. Bereits hier ist es vorteilhaft, einen breiten Konsens – nach Möglichkeit einen einstimmigen Beschluss – zu erreichen. Daher muss eine Beschlussvorlage ausreichend vorbereitet werden.

- **Differenzierte Ausarbeitung eines Konzeptes für Öffentlichkeitsarbeit als Begleitmaßnahme zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes**

Parallel oder ohne zeitlichen Verzug im Anschluss zur Beschlussfassung ist ein Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit auszuarbeiten.

- **Einrichtung einer Internetplattform mit Berichterstattung über den Stand der Umsetzungsmaßnahmen und Sammlung von Aktivitäten und Projekten aller Akteure im Landkreis.**

Teil der Öffentlichkeitsarbeit ist die Erstellung und laufende Aktualisierung einer Internetseite. Diese soll insbesondere über erfolgreich durchgeführte, laufende und geplante Vorhaben informieren.

- **Jährliche oder zweijährliche Fortschreibung der Energieverbrauchs- und CO₂-Analyse dieses Klimaschutzkonzeptes mit Erfolgskontrolle.**

Die Fortschreibung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen des Landkreises sind wichtiger Teil der Umsetzungsmaßnahmen. Der Aufwand wird gegenüber der ersten Erstellung dadurch wesentlich reduziert, dass eine erste Vorlage vorliegt und dass im Zuge der geplanten jährlichen Berichterstattung der öffentlichen Gebäude ein schneller und gezielter Datenaustausch möglich wird.

- **Schaffung und Betreuung eines jährlichen Energiepreises für herausragendes Verhalten von Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen.**

Die jährliche Herausstellung vorbildhaften Verhaltens von Einzelpersonen, Firmen oder Kommunen kann das Thema in die Öffentlichkeit transportieren, einen Ansporn für eigene Aktivitäten bilden und über innovative Möglichkeiten informieren. Dabei ist der finanzielle Anreiz weniger bedeutsam als der symbolische Charakter. Daher ist dies eine Maßnahme, die keine großen Kosten nach sich zieht.

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

12.4 Landkreiseigene Gebäude

- **Einführung eines Energiemanagement für alle Gebäude**

Wie bereits angesprochen, ist die Durchführung eines konsequenten Energiemanagements der landkreiseigenen Gebäude immer eine kostensparende und sinnvolle Maßnahme. Beispielsweise konnte der Nachbarlandkreis „Ostallgäu“ bereits im ersten Jahr der Einführung etwa den doppelten Wert der Aufwendungen für die Maßnahmen einsparen. Auch innerhalb des Landkreises haben große Firmen sehr wohl dessen Wert erkannt. Beispielsweise kontrolliert die in Penzberg ansässige Firma Roche Diagnostics laufend den Energieverbrauch von über 60 Gebäuden auf dem Betriebsgelände. Dadurch lassen sich zeitnah Fehlfunktionen und Fehlregelungen erkennen und abstellen. Dies führt zu einer entsprechenden Kostenreduktion.

- **Erstellung eines jährlichen Energieberichts mit Ausweisung des Energieverbrauchs, von Verbesserungsmaßnahmen und allgemein von weiteren themenbezogenen Aktivitäten des Landratsamtes**

Der Sinn des Energieberichtes ist es, die Vorbildfunktion der Öffentlichkeit gegenüber wahrzunehmen und mit Transparenz zu einer Nachahmung anzureizen. Darüber hinaus dokumentiert die Berichtspflicht auch die eigenen Erfolge, wobei diese neben der reinen Beschreibung der Einspareffekte qualitative Veränderungen und Maßnahmen der Behörde auch in Bezug auf Dritte beinhalten sollte.

- **Prüfung der Umsetzung der Vorschläge des Energiegutachtens von 1995/1996 hinsichtlich ihrer aktuellen Relevanz**

Im Jahr 1995/96 wurde bereits ein Energiegutachten aller landkreiseigenen Gebäude durchgeführt. Zunächst soll geprüft werden, welche der dort vorgeschlagenen Maßnahmen bisher noch nicht umgesetzt wurden. Gegebenenfalls sollte deren Umsetzung zügig erfolgen.

- **Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Krankenhausgutachtens**
Im Jahre 2007 wurde ein umfangreiches Gutachten zur energetischen Sanierung der Krankenhäuser erstellt. Dieses soll geprüft und umgesetzt werden, bzw. im negativen Fall sollten die Hemmnisse plausibel begründet werden.

- **Freiwillige Selbstverpflichtung, alle Neubauten mindestens in Passivhausbauweise oder als Plusenergiegebäude auszuführen.**

Dies entspricht der vorbildgebenden Vorwegnahme der Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie, die ab 2018 ohnehin fordert, alle Neubauten in Passivhausbauweise durchzuführen. Im Zusammenhang mit den Inhalten des Kreistagsbeschlusses von 2007 sollte diese Verpflichtungserklärung selbstverständlich sein. Dies würde die Glaubhaftigkeit deutlich erhöhen.

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

- **Prüfung verschiedener Finanzierungskonzepte (externes Energiecontracting, internes Energiecontracting, Einsparfond oder Beteiligung an zu gründenden kommunalen Gemeindewerken)**

Zur zügigen Umsetzung anstehender Sanierungsarbeiten sollte vorbereitend bereits eine Einigung darüber erzielt werden, welcher Finanzierungsplan genutzt werden soll. Eine Möglichkeit besteht darin, innerhalb des Landratsamtes oder außerhalb zusammen mit externen Partnern ein Contractingunternehmen aufzubauen, das gezielt das Potenzial der Gebäude der öffentlichen Hand erschließt. Dieses könnte z.B. gemeinsam mit einer regionalen Bank aufgebaut und so angelegt werden, dass die Gewinne in die Sanierung weiterer Gebäude reinvestiert werden.

Darüber hinaus bietet die anstehende Neuverhandlung von Konzessionsverträgen die Möglichkeit, über die Gründung regionaler Gemeinde- oder Stadtwerke nachzudenken. Diese können auch ein Instrument zur Unterstützung des regionalen Klimaschutzzieles sein. Der Landkreis könnte hier eine beratende Funktion für die Gemeinden bilden. Er könnte im positiven Falle aber auch ein Gesellschafter sein.

- **Planung und Installation von Solaranlagen zur Warmwasserversorgung (Sportzentrum Jahnstr.; Schulen, LRA Hauptgebäude, Stainhartstraße , ...) auf dafür geeigneten Gebäuden des LRA.**

Solaranlagen zur Warmwasserbereitung sind in vielen Großgebäuden heute bereits wirtschaftlich, wenn sie auf den sommerlichen Bedarf ausgelegt sind. Daher sollte es eine Maßnahme sein, diese Möglichkeiten zügig an allen geeigneten Gebäuden im Zuständigkeitsbereich des Landratsamtes durchzuführen

- **Prüfung der Sanierungsmöglichkeiten eines älteren LRA-eigenen Gebäudes auf Passivhausstandard**

Die beispielhafte Sanierung eines landkreiseigenen Gebäudes sollte modellhaft durchgeführt werden und einen Nachahmungseffekt im Landkreis anstossen. Insbesondere der kommunale Wohnungsbau sollte seine Möglichkeiten im Sinne eines Vorbildes ausnutzen.

12.5 Verkehrsplanung für nachhaltiges Mobilitätsverhalten

- **Aufbau von Servicestation(en) für Mobilitätsberatung**

Der Mobilitätskompass sollte möglichst alle Mobilitätsangebote des Landkreises aufzeigen. Diese können auch in eigenen Informationsläden angeboten werden. Diese Servicestationen gehen über die bekannte Fahrgastinformation weit hinaus. Neben den Informationen zum Zugverkehr, Busverkehr, der Verzahnung der

Detaillierung einzelner vorgeschlagener Maßnahmen

Fahrpläne geben diese auch direkte Mobilitätsberatung (Wie komme ich am geschicktesten von A nach B?) auch alternative Angebote wie z. B. mit dem Leihfahrrad oder mit Car-Sharing. Darüber hinaus können sie diese Angebote in Personalunion betreuen. (absperrbarer Fahrradparkplatz auch mit Leihrädern ausgestattet und der Möglichkeit während des Parkens Reparaturen ausführen zu lassen – dies erfordert die Absprache mit den regionalen Fahrradhändlern, an diese werden z. B. Reparaturwünsche weitergegeben).

Eine Erweiterung des Angebots bietet auch das Informationsangebot des täglichen Bedarfs (Wo sind welche Geschäfte, Ärzte,...und wie erreiche ich diese?) oder touristischer Attraktionen in Kooperation mit den Tourismusbüros. Eine weitere Funktion können gastronomische Serviceleistungen oder Einzelhandelsläden mit der Vermarktung regionaler Produkte bieten. Hier bietet sich die Kombination oder zumindest Kooperation mit den touristischen Informationsstellen des Landkreises und der Kommunen an.

13 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die in diesem Bericht durchgeführten Analysen und Szenariorechnungen zeigen:

- Das Klimaschutzziel des Kreistagsbeschlusses vom 23. Juli 2007 „bis zum Jahr 2020 mindestens 40% der klimarelevanten Emissionen gegenüber dem Jahr 1990 einzusparen“ ist erreichbar.
- Allerdings wird dieses Ziel nicht erreicht, wenn die bestehenden Trends in die Zukunft fortgeschrieben werden.

Damit dieses Ziel erreicht wird, müssen folgende Hemmnisse überwunden werden:

- Der Energieverbrauch und die damit verbundenen Emissionen müssen insbesondere im Wohngebäudebestand deutlich reduziert werden. Die bisherige Sanierungsrate von etwa 1% p.a. muss deutlich gesteigert werden auf mindestens 2 – 3% p.a. besser jedoch auf 4 % p.a. Um dies zu erreichen, ist ein wesentlich offensiveres Marketing notwendig, das die Kommunen auch über ihre Vorbildfunktion wahrnehmen können, oder umgekehrt, wenn die Kommunen mit ihrem Gebäudebestand nicht vorbildlich umgehen, dann kann es nicht vom privaten Wohnungsmarkt erwartet werden.
- Die Vorbildfunktion alleine wird nicht ausreichen. Es wird notwendig sein, offensiv an Eigentümergemeinschaften, Wohnbaugesellschaften und Hausbesitzer heranzutreten.
- Im industriellen und gewerblichen Bereich muss vor allem der Brennstoffverbrauch zur Wärmeerzeugung reduziert werden. Auch hier sind vor allem offensive Informationskampagnien über bestehende technische Möglichkeiten und staatliche Anreizprogramme notwendig.
- Eine zweite wesentliche Voraussetzung zur Erreichung des Klimaschutzzieles ist es, das Mobilitätsverhalten dahingehend zu beeinflussen, dass einerseits sparsamere Fahrzeuge gekauft werden und zweitens im Durchschnitt von jedem Fahrzeug im Landkreis die Jahresfahrleistung dauerhaft um mindestens 20 % zurückgeht. Die Erfahrung zeigt, dass moralische Appelle bisher wenig Einfluss auf das Fahrverhalten hatten. Das wird sich erst ändern, wenn eine wesentlich offensivere Informationsstrategie zur Veränderung der Leitbilder durchgeführt wird und/oder die Kraftstoffpreise deutliche Preissignale setzen. In den vergangenen Jahren hat sich bereits angedeutet, dass hohe Benzinpreise durchaus eine Lenkungswirkung in die gewünschte Richtung haben.
- Man muss sich bewusst sein, dass die Gewerbestruktur des Landkreises in hohem Maße von der Kfz-Zulieferindustrie geprägt ist. Die aus umweltpolitischer Perspektive gewünschte Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs hat auf

Schlussfolgerungen

der anderen Seite natürlich eine dämpfende Wirkung auf die Auto- und Autozulieferindustrie. Damit es hier nicht zu Verwerfungen kommt, müssen die mit dieser Veränderung verbundenen Probleme abgefangen und in positive Bahnen gelenkt werden.

- Es ist offensichtlich, dass dieser Strukturwandel unabhängig vom Klimaproblem und dem Klimaschutzziel des Landkreises durch die zunehmende Verknappung und damit Verteuerung fossiler Kraftstoffe erzwungen wird. Dies wird zunehmend die Akzeptanz der zu ergreifenden Maßnahmen erhöhen.
- Der notwendige Umbau kommt einem radikalen Strukturwandel gleich, wie er auch in der Vergangenheit immer bei Änderung fundamentaler Randbedingungen stattfand. Diesen Strukturwandel gilt es in positiver Weise zu begleiten und zu unterstützen.
- Im Bereich der regenerativen Stromerzeugung liegt noch ein großes Potenzial. Allerdings wird dieses zunehmend bereits allein durch Marktmechanismen (gestützt auf nationale Förderprogramme) erschlossen, so dass in diesem Bereich kaum landkreiseigene finanzielle Unterstützung notwendig ist.
- Die in diesem Strukturwandel notwendigen Änderungen verlangen nach einem deutlichen Ausbau der entsprechenden Dienstleistungen und Produkte. Es wird ein zunehmender Teil der Bruttowertschöpfung in diesem Bereich stattfinden. Diesen positiven Trend gilt es zu unterstützen und zu nutzen.

14 LITERATUR

- [AFAG 2002] Widmer, CH., AFAG Engineering, Binningen; Wellinger, A., Nova Energie GmbH, Aadorf; Schober, G., Nova Energie GmbH, Aadorf: Bau und Betrieb einer Perkolationsanlage im Pilotmassstab zur Aufbereitung von Bioabfällen; Forschungs- und P+D-Programm Biomasse im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE), Schweiz; BFE Projekt-Nr. 38714/Vertrag-Nr. 79064; Jahresbericht 2002, 2. Dezember 2002
- [Autobahnatlas 2009] www.autobahnatlas.de
- [AWB 2009] Erbenschwanger Verwertungs- und Abfallentsorgungsgesellschaft (EVA), Ingenried: Abfallwirtschaftsbericht 2008 der EVA GmbH für den Landkreis Weilheim – Schongau; 12. März 2009
- [BAST 2007] Manuelle Straßenverkehrszählung 2005 – Ergebnisse auf Bundesautobahnen, mit Stand 2. April 2007. Siehe <http://www.bast.de/>
- [KTBL 2006] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL); Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB): Energiepflanzen; KTBL, Darmstadt, 2006; ISBN 13: 978-3-939371-21-2
- [Gabriel 2010] I. Gabriel, H. Ladener: Vom Altbau zum Niedrigenergiehaus und Passivbau, ökobuchverlag, 7. Auflage, 2010
- [LBST 2006] LBST – Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH: Deutsche Berichtsvorlage für Word 2002; Ottobrunn, Germany, März 2009
- [Bernried Erdwärme 2009] Fragen und Antworten Bernried Erdwärme; Information Bernried Erdwärme, 2. September 2009
- [Blesl 2008] Blesl, M.; Ohl, M.; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart: Bundesländerspezifische Potenziale von Blockheizkraftwerken und Brennstoffzellen auf Kläranlagen in Deutschland; Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 3/2008, A. 48-53
- [BMVBS 2007] Bekanntmachung der Regeln für Energierverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im

Literatur

- Nichtwohngäudebestand vom 26. Juli 2007,
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,
2007
- [BayWa 2002] Besucherzentrum des Nationalparks Bayerischer Wald,
Siehe <http://www.naturpark-bayer-wald.de/>
- [Böbing 2009] Für das Jahr 2007 von den Gemeindewerken Böbing
übermittelte Stromverbrauchsdaten zugeordnet nach
Gemeinden und Verbrauchssektoren mit separater
Ausweisung des Stromverbrauchs für Straßenbeleuchtung,
2009
- [Michael 2003] Richard Michael, Vom Bauernland zur Zwischenstadt,
Siedlungs- und Verkehrsentwicklung im Landkreis
Weilheim-Schongau unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit;
Dokumentation einer Vorlesungsreihe am Lehrstuhl für
Raumforschung, Raumordnung und Landesplanung der
Technischen Universität München, München 2003
- [MStMWIVT 2004] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur,
Verkehr und Technologie (Hrsg.): Bayerischer
Geothermieatlas: hydrothermale Energiegewinnung;
September 2004;
- [DIW 1991] Verkehr in Zahlen 1991, Verkehrsentwicklung 1950 – 1990,
Bundesministerium für Verkehr / Deutsches Institut für
Wirtschaftsforschung, 1991
- [DIW 2009] Verkehr in Zahlen 2008/2009, Bundesministerium für
Verkehr, Bau und Stadtentwicklung / DIW, 2009
- [Enercon 2009] Enercon, 2009; <http://www.enercon.de/>
- [E.ON 2009] Für das Jahr 2007 von E.ON übermittelte
Stromverbrauchsdaten zugeordnet nach Gemeinden und
Verbrauchssektoren mit separater Ausweisung des
Stromverbrauchs für Straßenbeleuchtung, 2009
- [Erdgas Schwaben 2009] Spatenstich zur Erzeugungs- und Aufbereitungsanlage für
Bio-Erdgas in Altenstadt; Erdgas Schwaben, 16. Juli 2009
- [FFE 1999] Minderung der Klimarelevanten Emissionen in Bayern,
Untersuchung im Auftrag des Bayerischen

Literatur

- Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen, München, März 1999
- [Fritzer 2009] Fritzer, Th., Bayerisches Landesamt für Umwelt; 5. November 2009
- [GWP 2009] Für das Jahr 2007 von den Gemeindewerken Peißenberg übermittelte Stromverbrauchsdaten zugeordnet nach Gemeinden und Verbrauchssektoren mit separater Ausweisung des Stromverbrauchs für Straßenbeleuchtung, 2009
- [LEW 2009] Für das Jahr 2007 von LEW übermittelte Stromverbrauchsdaten zugeordnet nach Gemeinden und Verbrauchssektoren mit separater Ausweisung des Stromverbrauchs für Straßenbeleuchtung, 2009
- [Dstatis 2003] Klassifikation der Wirtschaftszweige, Stand Mai 2005, Internet Ausgabe auf
- [EWG 2008] Die Verfügbarkeit von Erdöl, Bericht der Energy Watch Group, 2008 siehe unter www.energywatchgroup.org
- [Geo 2002]
- [regplan 2005] Regionalplan für die Region Oberland. Siehe im internet unter http://www.region-oberland.bayern.de/regplan/Download/Karte%201a_%20Raumstruktur%20Gebietskategorien_Stand%2005.04.01.pdf
- [IPCC 2006] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC 2006, internet adresse: www.ipcc.ch
- [ISI/FfE/GfK 2009] Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006, Projektnummer 45/05, Abschlußbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), B. Schломann, E. Gruber, B. Geiger, H. Kleeberger, U. Wehmhörner, T. Herzog, D.-M. Konopka, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, TU München, GfK Marketing Services GmbH&Co.KG, Karlsruhe, München, Nürnberg, Mai 2009

Literatur

- [Gelbe Seiten 2007] Branchenadressbuch für den Bereich Bad Tölz, Garmisch-Partenkirchen, Landberg, Miesbach, Starnberg, Weilheim, Keller Verlag, 2007 und www.gelbeseiten.de
- [GENESIS 2009] Statistik Sammlung des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung, wenn nicht anders angegeben, ist der Zugriff auf die online Recherche unter <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/logon> benutzt worden
- [Görres 1998] Görres J., Kienzlen V. Stadtinneres Contracting in Stuttgart, Wärmetechnik 5/1998, Seite 40-43
- [Greif 2009] Gespräch mit Martin Greif von Exorka/Allgäuer Geothermie GmbH vom 7.12.2009
- [LBST 2009] Im Dezember 2009 recherchierte Sanierungskosten eines realen Gebäudes mit 15 Wohneinheiten, Baujahr 1960. Energiekonzept Haar, LBST, in Bearbeitung, 2009
- [LfU 2009] Übersichtskarte zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Bayern, siehe http://www.lfu.bayern.de/geologie/fachinformationen/geothermie/oberflaechennahe_geothermie_pdf/index.htm
- [LK 2009] Landratsamt Weilheim-Schongau
- [Kienzlen 1996] Kienzlen V. Stadtinterne Finanzierung energiesparender Maßnahmen: Das Stuttgarter Modell, Wärmetechnik 5/1996, Seite 272-277
- [Marks 2001] Solarenergie im Wohnungsbau, Holger Marks, Tectum Verlag, Berlin 2001
- [Schongau – FW 2009] Fernwärmeversorgung der Stadt Schongau, siehe <http://www.schongau.de/Fernwaermeversorgung.270.0.html>
- [Siemens 2006] Feinanalyse des Krankenhauses Schongau, F. Sepp, M. Werner, Siemens Building Technologies, Untersuchung im Auftrag der Krankenhaus GmbH, 2006

Literatur

- [Siemens 2006a] Feinanalyse des Krankenhauses Penzberg, F. Sepp, M. Werner, Siemens Building Technologies, Untersuchung im Auftrag der Krankenhaus GmbH, 2006
- [Siemens 2007] Feinanalyse des Krankenhauses Peißenberg, F. Sepp, M. Werner, Siemens Building Technologies, Untersuchung im Auftrag der Krankenhaus GmbH, 2007
- [Siemens 2007a] Feinanalyse des Krankenhauses Weilheim, F. Sepp, M. Werner, Siemens Building Technologies, Untersuchung im Auftrag der Krankenhaus GmbH, 2007
- [Stat 2003] WZ 2003
- [Statkom 2008] Statistik Kommunal 2008, Herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München, Dezember 2008
- [StatServ 2009] Statistik Service Südost, Anzahl der Sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Landkreis Weilheim-Schongau untergliedert in 92 Wirtschaftszweige, erstellt und erhalten am 12.6.2009
- [StMWIVT 2009] Energiebericht Bayern, Herausgegeben vom Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2009
(<http://www.stmwivt.bayern.de/energie-und-rohstoffe/energieversorgung/energiebilanz/#E>)
- [SWM 2009] Modellprojekt Energieversorgungssystem „Solare Nahwärme Ackermannbogen, Informationsflyer der Stadtwerke München, 2009
- [UBA 2009] Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990 – 2007, Umweltbundesamt, FG I 2.5., Stand: April 2009, siehe <http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf>
- [WEO 2009] World Energy Outlook 2009, Internationale Energieagentur, 10. November 2009, siehe auch www.iea.org
- [Öko 2007] Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der

Literatur

Bereitstellungsvorketten, U. Fritsche, K. Schmidt, Öko-Institut, Darmstadt, 2007,
http://oeko.de/service/gemis/files/doku/gemis44thg_emissionen_fossil.pdf



LUDWIG-BÖLKOW-SYSTEMTECHNIK GMBH

Die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) ist ein Beratungsunternehmen für Energie und Umwelt. Unsere internationalen Kunden aus Industrie, Finanzsektor, Politik und Verbänden unterstützen wir bei Fragen zu Technologie, Strategie und Nachhaltigkeit.

Zwei Jahrzehnte kontinuierlicher Erfahrung des interdisziplinären Teams renommierter Experten bilden die Basis der umfassenden Kompetenz der LBST.

Die LBST bietet ihren Kunden:

<i>System- und Technologiestudien</i>	Technologiebewertung und Due Diligence; Energie- und Infrastrukturkonzepte; Machbarkeitsstudien;
<i>Strategieberatung</i>	Produktportfolioanalysen, Identifizierung neuer Produkte und Dienstleistungen; Marktanalysen;
<i>Nachhaltigkeitsberatung</i>	Lebenszyklus-Analysen; Carbon Footprint Analysen; Bewertung natürlicher Ressourcen (Energie, Mineralien, Wasser); Nachhaltigkeitsbewertung (Sustainability Due Diligence);
<i>Koordination</i>	Projektmanagement, -begleitung und -bewertung;
<i>Entscheidungsvorbereitung</i>	Studien, Briefings, Expertenkreise, Trainings.

Besondere Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Energie (erneuerbare Energie, Energiespeicherung, Wasserstoff und Brennstoffzellen) und Verkehr (Kraftstoffe und Antriebe, Infrastruktur, Mobilitätskonzepte), sowie bei umfassenden Nachhaltigkeitsanalysen.

Ein konsequenter Systemansatz ist Kennzeichen aller Arbeiten. Nur dadurch, dass wirklich alle relevanten Elemente einer vernetzten Welt berücksichtigt werden, können wir unseren Kunden eine vollständige Grundlage für ihre Entscheidungen geben.

Mit ihrem tiefen Verständnis gesellschaftlicher und technologischer Entwicklungen sowie ihrer Unabhängigkeit hilft die LBST ihren Kunden mit objektiven und fundierten Informationen bei der Sicherung ihrer Zukunft.

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

Daimlerstr. 15

85521 Ottobrunn

Telefon +49 89 6081100, Fax +49 89 6099731

Email: info@lbst.de

Web: <http://www.lbst.de>