Maged Al-Saidi Helmut Wolf

E n e r g i e - A g e n d a - A l l e n s b a c h

Masterthesis zum Studiengang „SENCE“

- Sustainable Energy Competence –

Fachhochschule Rottenburg/ Neckar

Betreuer: Prof. C. Schaffrin, FH-Konstanz

Allensbach, April 2004

© 2004

D-72108 Rottenburg

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgend einer Form ohne schriftliche Genehmigung reproduziert oder über elektronische Systeme verbreitet werden. Die Genehmigung ist bei der FHR einzuholen. Bei gesperrten Arbeiten ist jegliche Art der Weiterverwendung verboten.

DANKSAGUNG

Während der Recherche für die vorliegende Studie erhielten wir sehr viel Unterstützung. Die Autoren danken allen Beteiligten, insbesondere folgenden Institutionen, Unternehmen und Personen:

- ‚KEA', Klimaschutz- und Energieagentur, Herrn Dipl. Ing. H. Bunk für die Hilfestellung zur Ermittlung des Energieholzpotenzials.
- Allensbach-Institut, Herrn Behme für seine Beratung
- Bezirksschornsteinfeger, Herrn F. Madl, der die Mühen nicht scheute, seine per Computer erfaßten Daten manuell zu durchforsten um eine spezifische Aussage für die Gemeinde Allensbach zu ermöglichen.
- EnBW für die Stromverbrauchsdaten
- EnBW-Badenwerk für die Gasverbrauchsdaten
- Forstamt Radolfzell, Herrn Förster Kreutz für seine Hilfe zur Ermittlung des Waldrestholzpotenzials
- Gemeinde Bücherei, allen Damen und Herren, dass Sie Behinderungen durch unsere Anwesenheit so lange ertragen haben
- Gemeindeverwaltung; insbesondere den Damen Egenhofer, Leibach, Burger und Lotter, sowie den Herren Böhler, Bucher und Seidler, und last but not least Herrn Bürgermeister Kennerknecht
- IWU-Institut, Herrn W. Eicke-Hennig für die vielen Telefongespräche und e-mails.
- Herrn U. Klement, für die Auskünfte zu den Heizungsanlagen der öffentlichen Gebäude
- Lokale Agenda 21; ganz besonders Herrn Stefan Werner, ohne ihn wäre diese Arbeit überhaupt nicht zustande gekommen.
- Sägewerk / Pelletproduktion Grasellenbach, Hernn Monnheimer für seine Hilfe bei der Ermittlung des Pelletpotenzials.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, allen Damen und Herren, die nicht müde geworden sind unsere immer neuen Anfragen zu beantworten.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 7
Tabellenverzeichnis 8
Abkürzungsverzeichnis 9
Abstract 10
1. General 10
2. Steps to approach this Final Goals: 10
3. Methods of Data Collection 10
4. Energy Saving Potenzials 11
5. Renewable Energy Potenzials 11
6. Szenarios 11
7. Instruments and Strategies 11
Kapitel 1 Einleitung 12
Kapitel 2 Ziele und Vorgehensweise 13
2.1. Exkurs: Energie- und Umwandlungsverluste 13
2.2 Ziele der Studie 14
2.3 Vorgehensweise 14
2.4 Untersuchungsrahmen 15
2.4.1 Systemgrenze 15
2.4.2 Geographische und zeitliche Abgrenzung 16
Kapitel 3 Bestandserhebung / Analyse 16
3.1 Strukturdaten Allensbach 2002 16
3.1.1 Lage und Klima 16
3.1.2 Flächennutzung 17
3.1.3 Bevölkerung 18
3.1.4 Wirtschaftsstruktur 18
3.1.5 Gebäudebestand 18
3.1.6 Feuerungsanlagen in Allensbach 22
3.2 Energieversorgungsstruktur 23
3.3 Endenergieverbrauch 26
3.3.1 Endenergieverbrauch Industrie 26
3.3.2 Endenergieverbrauch Gewerbe, Handel und Dienstleistung 26
3.3.3 Endenergieverbrauch Verkehr 27
3.3.4 Endenergieverbrauch Haushalte 27
3.3.5 Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen 31
3.3.6 Endenergieverbrauchsstruktur in Allensbach 36

3.4 Primärenergieverbrauch 37
3.5 CO_2- Emissionen 38
Kapitel 4 Potentiale der Energieeinsparung 40
4.1 Grundsätzliche Definitionen 40
4.1.1 Technische Effizienzpotenziale 40
4.1.2 Technische / Wirtschaftliche Sparpotenziale 41
4.1.3 Effizienz-, und Sparpotenziale im Strombereich 41
4.2 Öffentliche Gebäude 42
4.2.1 Energiesparpotenziale Raumwärme und Warmwasser 42
4.2.2 Stromsparpotenziale in Öffentlichen Einrichtungen 45
4.3 Wohngebäude / Haushalte 47
4.2.1 HH - Einsparpotenziale Raumwärme und Warmwasser 47
4.2.2 HH - Stromsparpotenziale 49
4.3 Rationelle Energieanwendungen 51
4.3.1 Potenziale für den Einsatz von BHKW's 51
4.3.2 BHKW- Potenzial in Öffentlichen Einrichtungen 51
4.3.3 BHKW- Potenzial in Wohngebäude 52
4.4.2 Potenziale für Gasmotor-Wärmepumpen 54
Kapitel 5 Potentiale der erneuerbaren Energien 56
5.1 Photovoltaik 56
5.1.1 Grundsätzliches 56
5.1.2 Solarpotenzial Abschätzung 56
5.2 Solarthermie 59
5.3 Biomasse 59
5.3.1 Feste Bioenergieträger 60
5.3.2 Flüssige Bioenergieträger 63
5.3.3 Gasförmige Bioenergieträger 63
5.4 Wind 64
5.5 Wasserkraft 65
5.6 Geothermie 66
5.6.1 Technische Potenziale in Allensbach 66
5.6 Gesamtes Potential der Erneuerbaren Energien 68
Kapitel 6 Szenarien 70
6.1 Trendszenario 2030 70
6.1.1 Bevölkerungsentwicklung 70
6.1.2 Gebäudeentwicklung 71
6.1.3 Sanierungsmaßnahmen 71

6.1.4 Stromverbrauch Haushalte ... 72
6.1.5 Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen ... 72
6.1.7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs HH und ÖE ... 73
6.1.8 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs ... 74
6.2 Sparszenario 2030 ... 74
6.2.1 Sparszenario Wohnen ... 75
6.2.2 Sparszenario öffentliche Einrichtungen ... 79
6.2.4 Nutzerverhalten ... 82
6.2.5 Endenergieentwicklung beim Sparszenario ... 83
6.2.6 Primärenergieentwicklung beim Sparszenario ... 84
6.3 Erneuerbare Energien-Szenario ... 85
6.3.1 Alternative Heizsystemen / Kesselaustausch ... 85
6.3.2 Solarthermie ... 88
6.3.3 Photovoltaik ... 89
6.3.4 Windkraft ... 89
6.3.5 Biogas Gemeinschaftsanlage ... 89
6.3.6 Geothermisches Kraftwerk ... 90
6.3.8 Erneuerbare-Energien-Szenario öffentliche Einrichtungen ... 93
6.3.9 Wärme-Szenario Allensbach 2030 ... 93
6.3.10 Strom-Szenario Allensbach 2030 ... 95
6.3.11 Szenario Primärenergieverbrauch ... 97
6.3.12 Szenario CO_2-Emissionen ... 97
Kapitel 7 Instrumente und Strategien ... 98
7.1 Abbau von Hemmnissen ... 98
7.2 Aufgaben der Energie-Agentur ... 100
7.2.1 Öffentliche Einrichtungen ... 100
7.2.2 Haushalte ... 101
7.3 Contracting / Intracting ... 101
7.4 Förderung ... 102
Kapitel 8 Zusammenfassung ... 104
Aktueller Energieverbrauch ... 104
Einsparpotenziale ... 104
Erneuerbare Energie-Potenziale ... 104
Szenarien ... 105
Sparszenario 2030 ... 106
Erneuerbare Energien-Szenario ... 106
Ausblick ... 107

Literaturverzeichnis 108
Anhang 114

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 3-1: Wohngebäudestruktur [Quelle: Stala BW] 19
Abb. 3-2: Wohnflächen Allensbach nach Baualtersklassen [Quelle: Stala BW] 20
Abb. 3-3: Wohngebäudebestand nach Baualtersklassen [Quelle: Stala BW] 21
Abb. 3-4: Baualterstruktur der öffentlichen Gebäude [Quelle: Gemeindeverwaltung] 22
Abb. 3-5: Beheizungsstruktur in Allensbach 22
Abb. 3-6: Gasverbrauch in MWh nach Verbrauchergruppen Stand 2002 [Quelle: EnBW] 23
Abb. 3-7: Stromverbrauch im MWh nach Verbrauchergruppen Stand 2002 [Quelle: EnBW] 24
Abb. 3-8: Erneuerbare Energien in Allensbach - Stand 2003 25
Abb. 3-9: Heizanlagen in Wohngebäuden [Quelle: Bezirksschornsteinfeger] 29
Abb. 3-10: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträger 31
Abb. 3-11: Endenergieverbrauch (RW) der ÖE nach Energieträger 32
Abb. 3-12: Endenergieverbrauch für RW und WW in ÖE, ohne elektrische WW-Bereitung 32
Abb. 3-13: Stromverbrauchergruppen innerhalb der Öffentlichen Einrichtungen 34
Abb. 3-14: Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen nach Energieträger 35
Abb. 3-15: Gesamtendenergieverbrauch in Allensbach nach Verbrauchergruppen 36
Abb. 3-16: Endenergieverbrauch in Allensbach nach Energieträgern 37
Abb. 3-17: Primärenergieverbrauch der Gemeinde nach Energieträger 38
Abb. 3-18: CO2- Emissionen pro Einwohner 39
Abb. 4-1: Effizienz-, und Sparpotenziale im Raumwärmebereich in ÖE 43
Abb. 4-2: Anzahl der Gebäude und BGF der jeweiligen Baualtersklassen in ÖE 44
Abb. 4-3: Stromverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen Stand 2002 45
Abb. 4-4: Absolute Stromeinsparungen bei ÖE und jeweilige spez. Energieeinsparkennwerte 46
Abb. 4-5: Stromverbrauch und Effizienzpotenziale der Haushaltsgeräte 50
Abb. 5-1: Entwicklung der Pelletproduktion 62
Abb. 5-2: : Temperatur im Untergrund Deutschlands 67
Abb. 5-3: Technische Potenzial der Erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung 68
Abb. 5-4: Technisches Potenzial der Erneuerbaren Energien zur Stromproduktion 69
Abb. 6-1: Bevölkerungsentwicklung 70
Abb. 6-2: Trendszenario: Endenergieverbrauch HH + ÖE 73
Abb. 6-3: Trendszenario: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs für HH und ÖE 74
Abb. 6-4: : Stromgestehungskosten von 3 BHKW- Leistungsklassen 81

Abb. 6-5: Sparszenario Endenergieeinsparung HH und ÖE 84
Abb. 6-6: Sparszenario Primärenergieeinsparung HH und ÖE 85
Abb. 6-7: Stromgestehungskosten bei Geothermie 91
Abb. 6-8: Erneuerbare-Energien-Szenario ÖE 93
Abb. 6-9: Energieträger Wärmebereitstellung 2030 94
Abb. 6-10: Wärme-Szenario 2030 95
Abb. 6-11: Strombereitstellung in Allensbach im Jahr 2030 96
Abb. 6-12: Erneuerbare-Energien-Szenario Strom 96

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3-1: Flächenerhebung 2002 17
Tab. 3-2: Sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer in Allensbach, Stand 2002 18
Tab. 3-3: Endenergieverbrauch der verschiedenen Fahrzeuge in kWh/a 27
Tab. 3-4: Energiebedarf der Haushalte 2003 30
Tab. 4-1: Heizwärmebedarfsermittellung- Wirtschaftliches Potenzial 49
Tab. 4-2: Primärenergie: BHKW / getrennte Erzeugung von Strom und Wärme 52
Tab. 5-1: Technische Potenziale für Solaranlagen auf Wohnhäusern 58
Tab. 5-2: Energieholzpotenzial in BW 61
Tab. 5-3: Energieholzpotenzial Allensbach 62
Tab. 6-1: Endenergiebedarf 2030 76
Tab. 6-2: Kosten je eingesparte kWh 77
Tab. 6-3: Wirtschaftlichkeit: Effiziente Elektrogeräte 78
Tab. 6-4: Sparszenario Strom in Öffentlichen Einrichtungen 79
Tab. 6-6: Erneuerbare-Energien-Szenario Haushalte 2030 92
Tab. 7-1: Hemmnisse zur Erschließung von Einsparpotenzialen und mögliche Instrumente 99
Tab. 7-2: Berechnung der Gesamtinvestitionen und Förderungen durch die Gemeinde 102

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BGF	Bruttogeschossfläche
BW	Baden-Württemberg
BW-Kessel	Brennwert-Kessel
EDL	Energie Dienstleistung
EE	Endenergie
EFH	Einfamilienhaus
EnBW	Energie Baden-Württemberg
EnEV	Energieeinsparverordnung
EW	Einwohner
FS-Kessel	Feststoffkessel (Holz oder Kohle)
GHD	Gewerbe-, Handel und Dienstleistung
GMH	Große Mehrfamilienhäuser
GVE	Großvieheinheiten
HH	Haushalte
HU	Heizungsunterstützung
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
KEA	Klimaschutz und Energei-Agentur
NE	Nutzenergie
MFH	Mehrfamilienhäuser
EKW	Energiekennwert
PE	Primärenergie
PV	Photovoltaik
RW	Raumwärme
ST-Kessel	Standard-Kessel
Stala	Statistisches Landesamt
NT	Niedertemperatur-Kessel
WE	Wohneinheit
ÖE	Öffentliche Einrichtungen
PV	Photovoltaik
RM	Raumwärme
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WE	Wohneinheit
Wfl	Wohnfläche
WW	Warmwasser

ABSTRACT

1. General

The Masterthesis „Energie Agenda Allensbach“ is generally concerned with the possibilities for the community of Allensbach to save energy, by that reducing the emissions to the atmosphere, and supporting the worldwide effort to reduce the ‘Greenhousegases’.

The goals of this study have been developed in advance in cooperation with the local ‘Agenda 21’ group. They are defined as follows:

- Reducing the energy consumption by 50 % up to the year 2030
- The remaining energy demand shall be at 50 % of renewable energy

Since we would not have been able to check all sectors of energy consumption in sufficient detail within our limited time an manpower, we selected the two sectors: ‘residential premises’ and ‘public utilities’.

2. Steps to approach this Final Goals:

- Collection of data to establish the actual energy consumption
- Evaluation of the actual status
- Defining potenzials of energy saving
  - Increasing efficiency of heating plants
  - Improofing the thermal quality of the building enclosure
- Defining potenzials of renewable energies for the specific location
- Developing ‘Szenarios’, for the year 2030 for the 2 sectors
- Showing instruments and strategies to fulfill the requirements

3. Methods of Data Collection

3.1 Public Facilities

For the public facilities we were able to retrieve the required information from the communities administration, that means we do have exact consumption figures.

3.2 Residential Premises

We did an inquiry among the houseowners, but the response was not sufficient to realy rely on. So we had to calculate the energy demand. Trough statistics we could retrieve the amount of buildings within certain classified periods and the adequate housing spaces. By applying the specific energy demands for the classified spaces form the “Deutsche Gebäudetypologie”, we were able to calculate the heating demand for all dwelling units in Allensbach. The power supplier EnBW delivered the measured electricity consumption for the households.

4. Energy Saving Potenzials

The evaluation of the potenzials at the public facilities was done through standard values for similar buildings, or facilities.

From the "Deutsche Gebäudetypologie" we could also get the so called 'economical saving potenzial' with specific values for the various building types within the classified construction period. For the installed heating plants we had reliable data from the 'Bezirksschornsteinfeger'. The efficiency potenzials were then calculated with the simulation software "Energieberater 5.08'.

5. Renewable Energy Potenzials

The renewable energy potenzials were defined through online research, various literature and own research of the local conditions. The spectrum of renewables includes of course the various elements of biomass, solarthermie, photovoltaik, windenergy, waterpower and geothermie.

6. Szenarios

We developed 2 szenarios. The first one, the so called ‚Trendszenario' and the second one, the ‚Sparszenario' (Saving-Szenario).

The results of the 'Trendszenario are based on the scope of the actual political conditions, given through laws, promotion and codes. This may be by federal law, as well as state law and community codes and promotion.

The 'Sparszenario' had to fulfill the given goals as much as possible.

7. Instruments and Strategies

In this part we emphazised the importance of various instruments needed for the implementation of the Szenarios, which in fact will be quite a challenge for the community.

Kapitel 1 Einleitung

Das Thema Energie und Klimaschutz wurde von der lokalen Agenda 21 in Allensbach, insbesondere im „Arbeitskreis Energie“ aufgegriffen. Der in der Agenda 21 formulierte Anspruch an eine nachhaltige Entwicklung bedeutet für die Energieversorgung einen schonenden Umgang mit den begrenzten fossilen Brennstoffvorräten, sowie die Reduzierung klimaschädlicher Emissionen, um zukünftigen Generationen nicht die Möglichkeit zu nehmen, ihre Bedürfnisse nach Komfort, Energie und vor allen Dingen intakter Umwelt zu befriedigen.

Nach dem derzeitigen Stand der Forschung, dokumentiert im Zwischenbericht von UN-IPCC 2001, ist die in den letzten 30 Jahren weltweit beobachtete Erwärmung des Klimas um 0,7° C im globalen Durchschnitt bereits eine Folge der Anreicherung der Atmosphäre mit Treibhausgasen. Die Konzentration von CO^2 stieg von 280 ppm im 20. Jahrhundert auf auf heute 376 ppm. Für die nächsten Jahrzehnte wird eine Erhöhung der globalen mittleren Temperatur von 1,8 bis 5,7° C vorausgesagt, abhängig davon, wie weit es uns gelingt, den weiteren Anstieg an Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren.

Die angeführten Vorgänge in unserer Atmosphäre werden heute von keinem ernst zu nehmenden Wissenschaftler mehr bestritten. Die Konsequenz aus diesen Erkenntnissen ist eine Reduzierung des fossilen Energieverbrauchs weltweit. Um dies zu erreichen gab es nach Rio diverse Konferenzen in verschiedenen Ländern. Das „Kyoto Protokoll“ ist bis heute nicht wirklich umgesetzt. Die in der aktuellen Politik der BRD heiß diskutierten sogenannten „Verschmutzungsrechte“ und ihre mögliche Auswirkung für die Wirtschaft sind ein typisches Beispiel dafür, wie schwer man sich tut die Erkenntnis auch in die Tat umzusetzen.

Die Notwendigkeit, die Emission von Treibhausgasen zu reduzieren, muß in zunehmendem Maße durch eine größere Effizienz bei der Erzeugung, der Umwandlung, und der Verteilung und durch einen vermehrten Umstieg auf umweltverträgliche Energieträger, insbesondere erneuerbare Energiequellen, entsprochen werden. Es gibt auch eine Reihe weiterer handfester Gründe sich mit der Thematik zu beschäftigen. Derzeit beginnt die Phase des Kapazitätsrückganges in der Strombranche in Deutschalnd. Dies ist dadurch gekennzeichnet, dass viele Kraftwerke aus Altersgründen vom Netz genommen werden. In Baden-Württemberg müssen bis 2030 40 TWh/a Kernenergiestrom und 21 TWh/a Strom aus fossil-gefeuerten Kraftwerken ersetzt werden [DLR, ISI, ZSW 2002]. Der hohe Bedarf an Ersatzinvestitionen führt dazu, dass längerfristig gesehen die Stromkosten erheblich steigen werden. Was die Preise für fossile Energien (Öl, Gas) anbelangt, so ist man sich unter Insidern relativ einig, dass eine Steigerung von etwa 4 % pro Jahr bis 2050 wohl eher die Untergrenze darstellt.

Durch den Kontakt mit dem Arbeitskreis „Energie“ der lokalen Agenda 21, ist das Thema unserer Masterthesis: „Energieagenda Allensbach“ entstanden. Herr Stefan Werner konnte auch Bürgermeister Kennerknecht für die Sache gewinnen, sodass wir Anfang Dezember 2003 ein erstes Treffen mit Vertretern der lokalen Agenda, dem Bürgermeister und unserem Betreuer, Herrn Professor Schaffrin von der FH-Konstanz hatten.

Kapitel 2 Ziele und Vorgehensweise

2.1. Exkurs: Energie- und Umwandlungsverluste

Der Begriff Energie (griechisch energeia = Tatkraft, wirkende Kraft, Wirksamkeit) wird in der Physik (Mechanik, Elektrizitäts- und Wärmelehre), der Chemie und der Technik sowie in der Philosophie und in den Sprachwissenschaften gleichermaßen benutzt. Physikalisch betrachtet ist Energie die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik kann Energie weder erzeugt noch vernichtet werden. Energie kann nur in andere Formen umgewandelt werden. Man unterscheidet u.a. thermische, mechanische, elektrische, chemische, nukleare und Strahlungsenergie.

Anhand eines Energieflussdiagrammes (siehe Abb. 2-1) wird der Weg der Energieträger von Primärenergie (PE)[1] über Endenergie (EE)[2] und Nutzenergie (NE)[3] bis zur Energiedienstleistung (EDL)[4] abgebildet.. Bei diesen Umwandlungsschritten entstehen Energieverluste, die mehr oder weniger stark verringert werden können. Wie in der Abb. 2-1 zu erkennen ist, wird von 100 % Primärenergie insgesamt nur 22% als Energiedienstleistung tatsächlich genutzt. 78% sind (zum Teil vermeidbare) Energieverluste

---

[1] Das sind Energie-Rohstoffe, die noch keiner technischen Umwandlung unterworfen wurden (z. B. Steinkohle, Erdöl, Naturgas, Biomasse)

[2] Die Endenergie ist jene Energie, welche dem Verbraucher vor der letzten Umsetzung zur Verfügung steht (z. B. Strom, Heizöl beim Endverbraucher, Holzhackschnitzel). Sie resultiert aus der Primärenergie vermindert um die Umwandlungs- und Verteilungsverluste, dem Eigenverbrauch und dem nicht energetischen Verbrauch.

[3] Sie ist jene Energie, die nach der letzten Umwandlung in den Geräten des Verbrauchers zur Verfügung steht. (z. B. Raumwärme, Beförderung, Information, Beleuchtung)

[4] Die Energiedienstleistung ist jene Dienstleistung, die der Verbraucher durch Einsatz von Nutzenergie bekommt. Der Verbraucher ist nicht an Energie an sich, sondern an dem durch Energieeinsatz erreichbaren Nutzen interessiert. Die Höhe der aufzubringenden Energie für die Energiedienstleistung ist abhängig von der Art der eingesetzten Energie, der Effizienz der energietechnischen Anlage und dem Nutzerverhalten (z.B. warme Räume, Transport über eine bestimmte Strecke in einer bestimmten Zeit, saubere Wäsche).

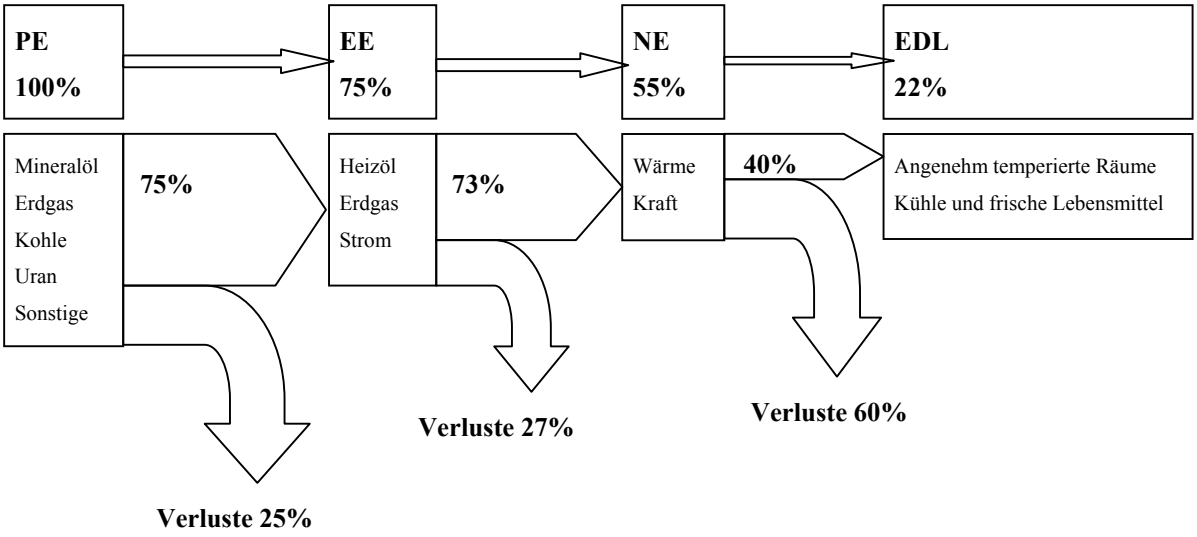


Abb. 2-1: Energieflussdiagramm für Haushalte [Quelle: ifeu- Institut]

2.2 Ziele der Studie

Es soll untersucht werden, wie folgende Ziele bis zum Jahr 2030 erreicht werden können:

- Reduzierung des jetzigen Endenergieverbrauchs in den Verbrauchssektoren Haushalte und öffentliche Einrichtungen auf 50%
- Stufenweise Anhebung des Anteils der erneuerbaren Energieträger des reduzierten Endenergieverbrauchs der HH und ÖE auf 50 %

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Möglichkeiten zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen und die erneuerbaren Energiepotenziale in der Gemeinde quantifiziert. Darauf aufbauend sollen Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, die diese Potenziale ausschöpfen, um die genannten Ziele zu erreichen.

2.3 Vorgehensweise

Die Basis dieser Arbeit ist die Ermittlung des Endenergieverbrauchs aller Verbrauchssektoren (Haushalte, Öffentliche Einrichtungen, Verkehr, Gewerbe, Handel und Industrie) der Gemeinde Allensbach. Die Datenermittlung erfolgte anhand von Daten des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg, der Energieversorger, der Gemeindeverwaltung und des Bezirksschornsteinfegers. Daran schloss sich die Bewertung und Analyse an. Den Schwerpunkt der Analyse bildeten die Verbrauchssektoren Haushalte und Öffentliche Einrichtungen. Anhand des Endenergieverbrauchs wurde der Primärenergieverbrauch und die CO_2-Emissionen pro Einwohner ermittelt. Die Primärenergie wird berechnet aus dem Heizwert der eingesetzten Endenergieträger (Heizöl, Gas, Kohle, Kraftstoff) und der Energie, die notwendig war, um diese Energieträger bereitzustellen. Die Umrechnungsfaktoren zur Berechnung des Primärenergieaufwands für die Bereitstellung der Energieträger wurden von der Forschungsstelle für Energiewirtschaft in München

und der GEMIS-Datenbank übernommen. [FFE 1999], [GEMIS 2004] Die Grundlage für die Berechnung der Primärenergie für Strom ist der Strommix von EnBW[5], veröffentlicht im Umweltbericht 2002. [EnBW 2002]

Im Kapitel 4 werden die Effizienz- und Sparpotenziale der Sektoren Haushalte und Öffentliche Einrichtungen quantifiziert. Ausganglage für die Ermittlung ist der Endenergie- und Primärenergieverbrauch beider Sektoren.

Im Kapitel 5 werden die technischen Potenziale der erneuerbaren Energien in der Gemeinde bestimmt. Das erfolgte durch eigene Erhebungen und folgende Studien: Holzfibel [Holzfibel 2002], Regenerative Energien in der Region Hegau / Bodensee [SolarCo 2002], sowie einer Diplomarbeit an der FH-Nürtingen.[Meinhardt, N. 2000]

Im Kapitel 6 werden 3 Hauptszenarien untersucht, das Trendszenario, das Sparszenario und das Erneuerbare Energien-Szenario.

Beim Trendszenario geht man von einer Fortschreibung der derzeitigen Entwicklung aus. Wir wollen hier die mögliche Entwicklung des Primärenergieverbrauchs der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen und den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch der Gemeinde darstellen. Der Verkehrsektor bleibt unberücksichtigt. Das Sparszenario ist zielorientiert. Hier werden Optionen oder Maßnahmen formuliert, die dazu führen sollen, möglichst die vorgegebenen Ziele zu erreichen. Die Optionen werden unter dem Aspekt der Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht. Bei dem Erneuerbare Energien-Szenario soll untersucht werden, inwieweit der erneuerbare Energieanteil den Endenergiebedarf im Jahr 2030 in ganz Allensbach bzw. in den Öffentlichen Einrichtungen und Haushalten decken kann.

Im Kapitel 7 werden Strategien und Instrumente formuliert, die zur Forcierung der notwendigen Maßnahmen dienen könnten.

2.4 Untersuchungsrahmen

2.4.1 Systemgrenze

Die Effizienz- und Sparpotentiale werden nur für die Verbrauchssektoren Haushalte und öffentliche Einrichtungen ermittelt. Es werden nur technische und wirtschaftliche Potenziale untersucht. Bei der Ermittlung der wirtschaftlichen Potenziale sind wir größtenteils von den heutigen Rahmenbedingungen ausgegangen. Da sie von Energiepreisen, politischen, und lokalen Rahmenbedingungen abhängig sind, werden sich die wirtschaftlichen Potenziale im Laufe der Zeit durchaus verändern. Die technischen Potenziale, bezogen auf das Basisjahr 2002, umfassen nur diejenigen Technologien, die heute bereits auf dem Markt oder in Pilotanlagen verfügbar sind, oder deren Verfügbarkeit in naher Zukunft erwartet wird.

[5] Strommix EnBW: 56,2% Kernenergie, 25,5% Kohle, Öl und Gas, 9,5% Erneuerbaren Energien, 8,8% Bezug

2.4.2 Geographische und zeitliche Abgrenzung

Untersuchungsgebiet ist die Gemeinde Allensbach mit dem Ortskern Allensbach und den Ortsteilen Hegne, Kaltbrunn und Langenrain-Freudental. Basisjahr der Energieverbrauchsermittlung ist das Jahr 2002. Die Untersuchung bezieht sich auf den Zeitraum von 2003 bis 2030.

Kapitel 3 Bestandserhebung / Analyse

3.1 Strukturdaten Allensbach 2002

Die Betrachtung der Strukturdaten der Gemeinde hat insofern eine große Bedeutung, dass man Rückschlüsse auf den derzeitigen Energieverbrauch und den künftigen Energiebedarf ziehen kann. Diese Daten geben erste Hinweise auf die verschiedenen Einflussfaktoren, die den Energieverbrauch in der Gemeinde bestimmen.

3.1.1 Lage und Klima

Die Gemeinde Allensbach liegt im Bundesland Baden-Württemberg, Regierungsbezirk Freiburg, Landkreis Konstanz. Sie erstreckt sich zwischen Gnadensee und Überlingersee auf der nach Osten in den Bodensee hineinragenden Landzunge und ist geprägt durch das ‚Bodanrückhügelland', direkt gegenüber der „Insel Reichenau". Die Gemeinde Allensbach setzt sich zusammen aus dem Ortskern Allensbach (397 m über NN) und den Ortsteilen Hegne (417 m über NN), Kaltbrunn (435 m über NN) und Langenrain-Freudental. (520 bzw. 505 m über NN)

Großräumlich gehört Allensbach zur feuchtgemäßigten Klimazone Mitteleuropas, in der westliche Winde mit Zufuhr atlantischer Luftmassen vorherrschen. Zeitweise setzt sich mit östlicher Luftströmung auch kontinentaler Einfluss durch.

Im folgenden einige mittlere Temperaturen, basierend auf Messungen der Wetterstation Konstanz. (30-jähriges Mittel) Jahresmitteltemperatur 9,2°

Mittlere Januartemperatur 0,0°

Mittlere Julitemperatur 18,5°

Die mittlere Jahresschwankung der Monatsmitteltemperaturen[6] von 18,5° deutet darauf hin, dass Allensbach, im Übergangsbereich zwischen maritim und kontinental geprägtem Klima Mitteleuropas, nur noch einen geringen maritimen Charakter aufweist. Dies ist auf die geschützte Lage im Bodenseebecken mit kalten Wintern und hohen sommerlichen Temperaturen bei einer erhöhten Einstrahlung zurückzuführen.

Die mittlere jährliche Sonnenscheindauer beträgt 1.640 Std. Den klimatischen Effekt und die verhältnismäßig hohe Sonnenscheindauer auf den Heizenergiebedarf haben wir anhand einer Simulation

[6] Differenz zwischen der mittleren Juli- und der mittleren Januartemperatur

ermittelt. Auf den Vorgaben der DIN 4108 werden anhand monatlicher Bilanzen Verluste und Gewinne bilanziert. Grundsätzlich wird für Nachweise nach EnEV mit deutschen Mittelwerten gerechnet, auf denen auch die Daten der sogenannten „Deutschen Gebäudetypologie“ beruhen. (siehe Kapitel 3) [DIN 4108] [EnEV 2002] Die Simulation erlaubt nun ein und dasselbe Gebäude nach deutschen Mittelwerten und nach Werten der Region Konstanz zu rechnen. Das Ergebnis ist ein Minderbedarf von ca. 3 % für Allensbach, gegenüber dem deutschen Durchschnittsklima.

3.1.2 Flächennutzung

Die Gemeinde Allensbach umfasst eine Fläche von rund 2.654 ha. Der Ortskern von Allensbach umfasst eine Fläche von 768,1 ha, Hegne 375,1 ha, Kaltbrunn 577 ha und Langenrain-Freudental 932,8 ha. Die Nutzungsarten der Flächen sind in Tab. 3-1 dargestellt. Die Gemeinde besteht zu 85 % aus Wald- und Landwirtschaftsflächen.

Tab. 3-1: Flächenerhebung 2002 [Quelle: Stala BW]

Nutzungsart	ha	Anteil an der Bodenfläche insgesamt	
		in %	Landeswert
1) Summe aus Gebäude- und Freifläche, Betriebsfläche (ohne Abbauland), Erholungsfläche, Verkehrsfläche, Friedhof.			
2) Einschließlich unbebauten Flächen, die Zwecken der Gebäude untergeordnet sind.			
3) Summe aus Abbauland und Flächen anderer Nutzung (ohne Friedhof)			
Bodenfläche insgesamt	2654	100	100
Siedlungs- und Verkehrsfläche [1)]	334	12,6	13,2
dar. Gebäude- und Freifläche [2)]	164	49,1	53,2
Verkehrsfläche	116	34,8	40,2
Landwirtschaftsfläche	1099	41,4	46,8
Waldfläche	1178	44,4	38
Wasserfläche	37	1,4	1
Übrige Nutzungsarten [3)]	6	0,2	1

3.1.3 Bevölkerung

Derzeit wohnen 7072 Einwohner in der Gemeinde Allensbach (Stand 2002). Dies entspricht einer Einwohnerdichte von 266 Einwohnern je km^2 und liegt somit unter dem Landesdurchschnitt von 298 Einwohner / km^2.

Im Zeitraum von 1964 bis 2002 ist die Wohnbevölkerung in der Gemeinde um rund 3.444 Einwohner angewachsen, von ehemals 3.628 auf 7.072 EW. Dabei hat sich die Bevölkerungszahl fast verdoppelt. Die Annahmen für die Bevölkerungsentwicklung bis 2030 sind im Kapitel 6 erläutert.

3.1.4 Wirtschaftsstruktur

In Allensbach, als kleiner Gemeinde mit ländlichem Charakter, ist die Wirtschaftstruktur wegen des geringen Anteils der Industrie von Dienstleistung und Landwirtschaft geprägt.

In der Gemeinde Allensbach sind 1.502 Menschen sozialversicherungspflichtig beschäftigt. (siehe Tab. 3-2)

Tab. 3-1: Sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer in Allensbach, Stand 2002 [Quelle: Stala BW]

	Anzahl der Beschäftigte	in %
Produzierendes Gewerbe	300	20
Handel, Gastgewerbe und Verkehr	207	13,80
Sonstige Dienstleistung	981	65,30

Die Anzahl der Beschäftigten in den Bereichen produzierendes Gewerbe, Handel, Gastgewerbe und Verkehr liegt unter dem Landesdurchschnitt, im Bereich Dienstleistungsgewerbe liegt sie darüber. Hauptarbeitgeber im Bereich Dienstleistung sind die Klinik Schmieder, das Allensbacher Institut und die Gemeindeverwaltung, im Bereich produzierrendes Gewerbe sind es Metall- und Baugewerbe. Der fast fehlende Industriesektor deutet auf einen niedrigen pro Kopf-Endenergieverbrauch hin.

3.1.5 Gebäudebestand

Die Bauflächen in der Gemeinde nach der Flächenerhebung 1997 des statistischen Landesamtes BW betragen 178 ha. Das sind 6,7% der Gesamtfläche und sie teilt sich wie folgt auf:

- Wohnbauflächen 100,3 ha
- Gemischte Bauflächen 46,5 ha
- Gewerbliche Bauflächen 9,8 ha
- Sonderbauflächen 21,8 ha

Im Rahmen dieser Arbeit werden nur Wohngebäude und öffentliche Einrichtungen untersucht.

3.1.5.1 Wohngebäude

3.1.5.1.1 Gebäudebestand

Der Wohngebäudebestand in der Gemeinde Allensbach beläuft sich auf insgesamt 1.442. (Stand 2002) Hierbei dominieren mit 80 % die Wohngebäude mit einer (740) und zwei Wohnungen (254). Dagegen existieren nur 245 Wohngebäude mit 3 und mehr Wohneinheiten. (siehe. Abb. 3-1) Es gibt insgesamt 3.083 (Stand 2002) Wohnungen in der Gemeinde. Das entspricht 436 Wohnungen pro 1.000 Einwohner und liegt damit geringfügig unter dem Landesdurchschnitt von 448 Wohnungen. Die durchschnittliche Wohnfläche je Wohnung beträgt in Wohngebäuden mit einer Wohnung 131 qm, in Wohngebäuden mit zwei Wohnungen 93 qm und in Mehrfamilienhäusern 76 qm. Die durchschnittliche Wohnfläche pro Person liegt bei ca. 41 m2. Die gesamte Wohnfläche in Allensbach beträgt 287.494 m²

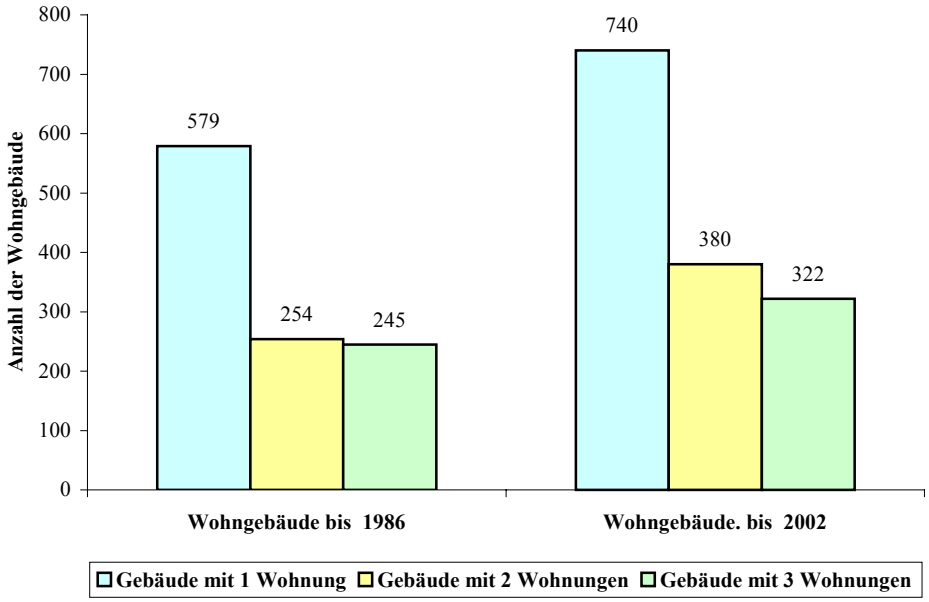


Abb. 3-1: Wohngebäudestruktur [Quelle: Stala BW]

3.1.5.1.2 Gebäudestruktur

Der gesamte Gebäudebestand wird seit vielen Jahren im Rahmen der statistischen Erhebungen in sogenannte Baualtersklassen eingeteilt. Die frühen Klassen waren bestimmt durch sich ändernde wirtschaftliche Bedingungen und damit durch unterschiedliche Bauqualität. Die späteren Klassen entstanden hauptsächlich durch sich ändernde Bauvorschriften, zuletzt durch die diversen Wärmeschutzverordnungen.
In der folgenden Abbildung ist die Alterstruktur der Gebäude mit der zugehörigen Wohnungsanzahl dargestellt. Aus Abb. 3-2 sind sehr gut die Boomzeiten des Bauens in den letzten 80 Jahren abzulesen. Ebenso ist zu erkennen, dass ab 1958 die Zahl der Mehrfamilienhäuser relativ zunahm, am meisten in der Klasse 1969 bis 78. Damit wurde auch der relative Verbrauch pro m^2 Wohnfläche gesenkt.

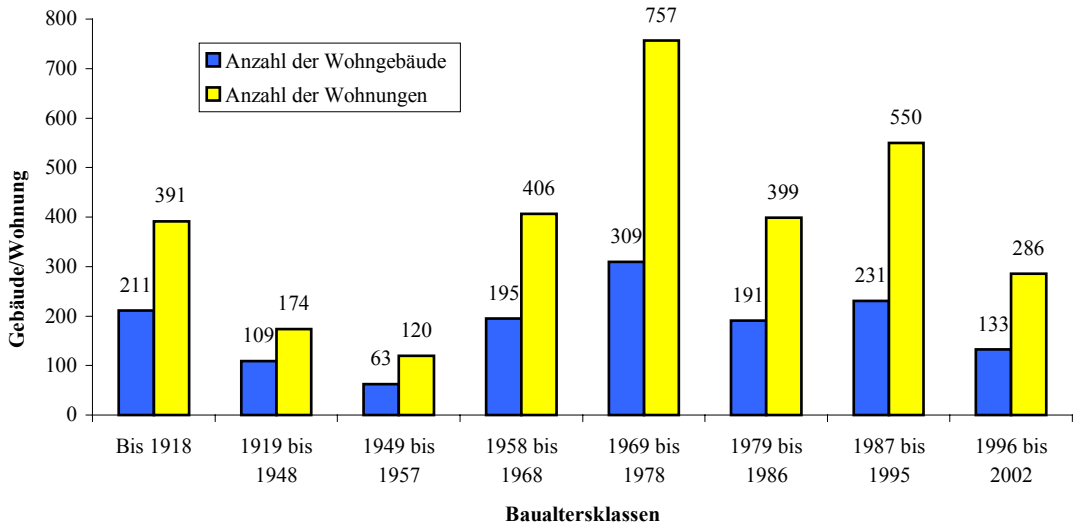


Abb. 3-1: Wohnflächen Allensbach nach Baualtersklassen [Quelle: Stala BW]

3.1.5.1.3 Wohnflächen

Da im Rahmen der Statistik für Allensbach bis zum Jahr 1987 nur die Anzahl der Gebäude und Wohnungen in den jeweiligen Altersklassen zur Verfügung standen, mussten die zugehörigen Wohnflächen über Vergleichszahlen aus den Landesdaten ermittelt werden. Ab dem Jahr 1987 stehen jährliche Daten mit allen notwendigen Aussagen zur Verfügung. Das folgende Diagramm (siehe Abb. 3-3) zeigt die Wohnflächen nach Altersklassen, als jeweilige Gesamtflächen, sowie in Gebäuden mit 1-2 Wohneinheiten (WE) und Gebäuden mit mehr als 2 Wohneinheiten.

Das Verhältnis von Ein- bis Zweifamilien- zu Mehrfamilienhäusern war in den ersten Klassen fast 1 : 1 verteilt. Die relative Anzahl der MFH wuchs nach dem Krieg stark an um dann sukzessive wieder abzufallen. Im Durchschnitt liegt die Relation bei 60 : 40.

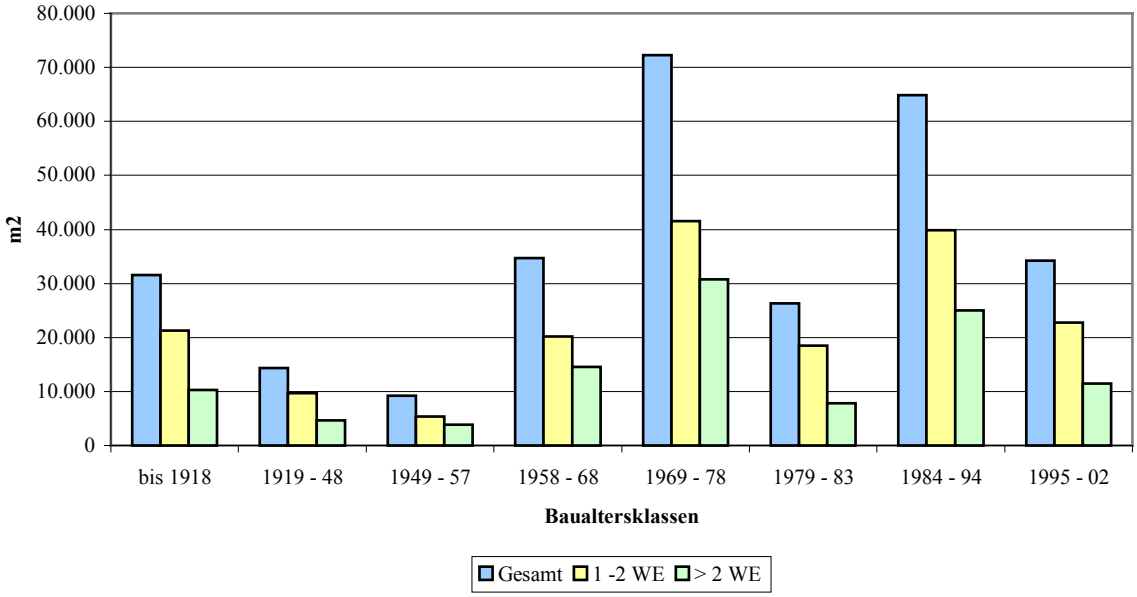


Abb. 3-1: Wohngebäudebestand nach Baualtersklassen [Quelle: Stala BW]

3.1.5.2 Öffentliche Einrichtungen

Die Gemeinde Allensbach verfügt über insgesamt 31 Liegenschaften, die beheizt werden. Es handelt sich um Verwaltungsbauten, Schulen, Kindergärten, Sportstätten, Wohnhäuser, und Gebäude für Feuerwehr, Polizei etc..

Bei der Betrachtung der Alterstruktur (siehe Abb. 3-4) ist zu erkennen, dass 55% der Gebäude älter als 36 Jahre sind. (vor 1968 gebaut) Im Vergleich zu Wohngebäuden wurde nach dem Krieg zwischen 1949 und 1978 nur 25% des gesamten öffentlichen Gebäudebestands errichtet. Absolut gesehen ist dies aber mehr als 50% der gesamten BGF. Ein Großteil der Gebäude wurde vor 1918 gebaut. (32 %)

Die Gebäude wurden im Laufe der Zeit erweitert, umgebaut und teilweise saniert. Die einzelnen Gebäude werden verschieden genutzt. So sind in einem Gebäude z.B. Schule, Verwaltung und eine Wohnung intergeriert, was die Bewertung des Energieverbrauchs schwierig macht. (siehe technische Sparpotenziale)

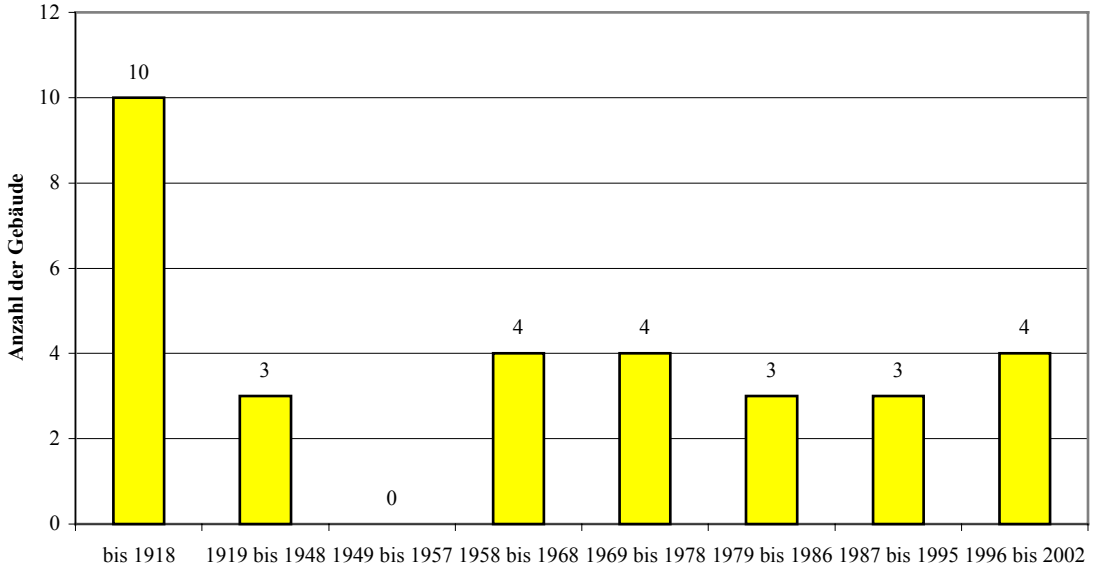


Abb. 3-1: Baualterstruktur der öffentlichen Gebäude [Quelle: Gemeindeverwaltung]

3.1.6 Feuerungsanlagen in Allensbach

Bei der Auswertung der Schornsteinfegerdaten hinsichtlich der Beheizungsstruktur (vgl. Abb. 3-5) zeigt sich, dass 65% der Heizungsanlagen mit Öl betrieben werden. (45 % BW) Die Gasfeuerungsanlagen haben einen Anteil von 25% (37% BW) am Gesamtanlagenbestand. Der Anteil der Gasanlagen ist niedrig im Vergleich zum Landesdurchschnitt. Das liegt daran, dass die Gemeinde erst vor ca. 10 Jahren an das Gasnetz angeschlossen wurde. Die Ortsteile Kaltbrunn, Freudental und Langenrain sind nach wie vor nicht an das Gasnetz angeschlossen. Der Heizstromanteil ist mit 4 % (7% BW) nicht hoch, stellt aber die unökologischste Art der Wärmebereitstellung dar.Bei der Betrachtung der Alterstruktur der Heizungsanlagen zeigt sich, dass noch 9% der Heizungsanlagen vor 1978 installiert wurden. Sie müssen wegen gesetzlicher Auflagen ab 2006 bis spätestens 2010 erneuert werden.

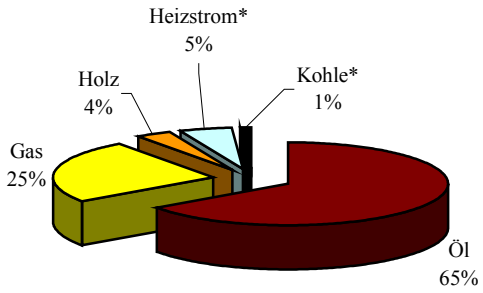


Abb. 3-1: Beheizungsstruktur in Allensbach **[**Quellen: * Schätzungen, Schornsteinfeger]

3.2 Energieversorgungsstruktur

In diesem Abschnitt geht es darum, einen Überblick über die Energieversorgungsstruktur der 4 Verbrauchergruppen: Industrie, Hauhalte, Öffentliche Einrichtungen, Gewerbe, Handel und Dienstleistung zu verschaffen. So besteht die Energieversorgung aus:

- Leitungsgebundener Energieversorgung wie Erdgas und Strom durch EnBW
- Nichtleitungsgebundene fossile Energieversorgung wie Heizöl, Flüssiggas und Kohle
- Erneuerbare Energien wie Biomasse, Solarthermie und Photovoltaik

3.2.1. Gasversorgung

Allensbach (Ort) und Hegne sind an die Ferngasleitung Rotweil-Konstanz angeschlossen. Eine Erweiterung des Netzes nach Kaltbrunn, Freudental und Langenrain ist nach Angaben des Energieversorgers EnBW vorerst nicht geplant.[7] Der Erdgasverbrauch für die gesamte Gemeinde ist 17.165 MWh_{th} /a. EnBW kalkuliert mit 10,6 kWh/m³. Davon verbraucht die Klinik allein 4.900 MWh_{th}./a, das sind fast 29% der gesamten Gasmenge. Insgesamt ist der Gasverbrauch in den letzten Jahren stark angewachsen. In Abb. 3-6 ist der Gasverbrauch nach Verbrauchergruppen dargestellt. Nach Angaben der Gemeindeverwaltung betrug der Gasverbrauch im Jahr 1994 nur 402 MWh_{th}/a. Im Jahr 2000 ist er auf 11.796 MWh_{th}/a gestiegen.

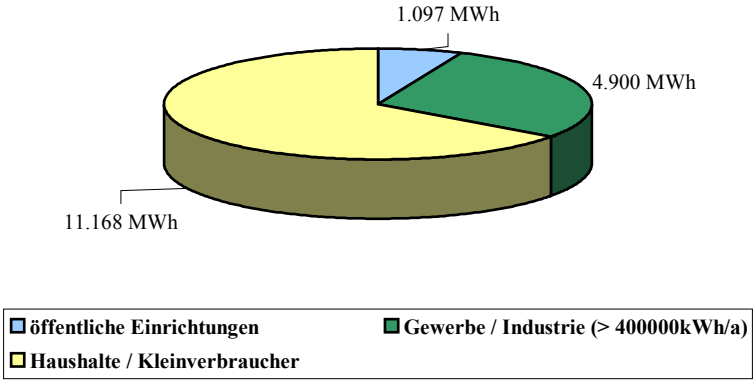


Abb. 3-1: Gasverbrauch in MWh nach Verbrauchergruppen Stand 2002 [Quelle: EnBW]

3.2.2 Stromversorgung

Die Stromversorgung erfolgt durch EnBW. Allensbach ist an die 110 KV-Leitung (Höhe Kaltbrunn) angeschlossen.

Der Stromverbrauch für die gesamte Gemeinde beträgt 20.573 MWh_{el}/a. In Abb. 3-7 ist der Stromverbrauch nach Verbrauchergruppen dargestellt. So sind die Tarifkunden aufgrund des fast fehlenden Industriesektors

[7] Flächennutzungsplan 2010 / Verwaltungsraum Bodensee – Untersee / Stadt Konstanz, Städte-, und Vermessungsamt

der Hauptverbraucher. Strom für Heizzwecke ist mit 13% sehr hoch. Diese Strommenge reicht um 25% der gesamten Haushalte in der Gemeinde zu versorgen..

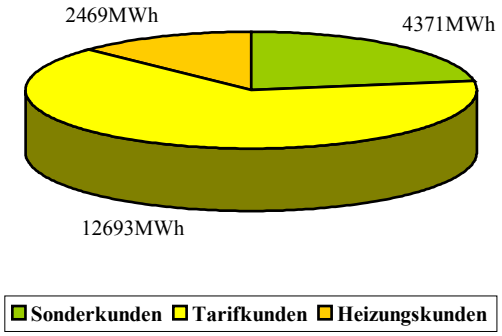


Abb. 3-1: Stromverbrauch im MWh nach Verbrauchergruppen Stand 2002 [Quelle: EnBW]

3.2.3 Nichtleitungsgebundene fossile Energien

Als nichtleitungsgebundene fossile Energieträger werden Heizöl, Flüssiggas und Kohle genutzt. Heizöl ist in den Ortsteilen, die nicht durch die Erdgasversorgung erschlossenen sind, wie Kaltbrunn, Langenrain und Freudental der Hauptenergieträger und wird über eine Vielzahl von Händlern in der Region angeboten. Die bereitgestellte Energiemenge durch Heizöl beträgt 63.299 MWh/a, dieses sind rund 6,3 Millionen Liter Öl. Davon verbraucht das Kloster in Hegne ca. 415.000 l. (ca. 7%) Flüssiggas und Kohle zusammen liegen unter 1%.

3.2.4 Erneuerbare Energien

Die Energieversorgung mit erneuerbaren Energien spielt bis jetzt in der Gemeinde Allensbach eine untergeordnete Rolle und sieht wie folgt aus:

- Erzeugte erneuerbare Energien in der Gemeinde
- Anteil der erneuerbaren Energien im Strommix EnBW
- Vertraglich gelieferter Ökostrom

3.2.4.1 Beitrag der erneuerbaren Energien in Allensbach

In der Gemeinde beschränken sich die erneuerbaren Energien auf Photovoltaik, Solarthermie, und Biomasse. So beträgt die erzeugte bzw. verbrauchte erneuerbare Energie insgesamt 2.389 MWh/a. (siehe Abb. 3-8)

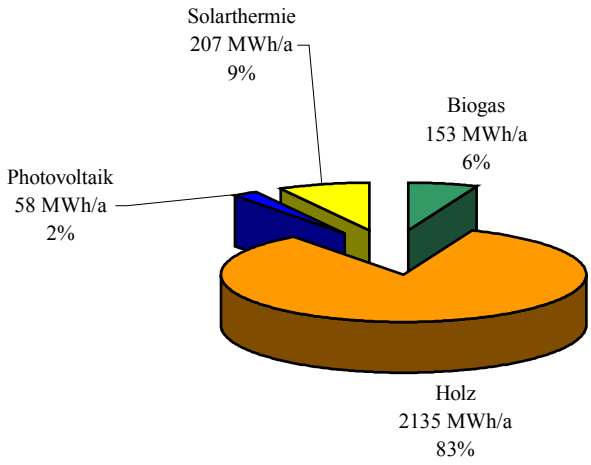


Abb. 3-1: Erneuerbare Energien in Allensbach - Stand 2003
[Quelle: lokale Agenda 21, eigene Erhebungen]

Holz liefert den größten Beitrag erneuerbarer Energien. Nach Angaben des Schornsteinfegers gibt es in Allensbach im Wohngebäudesektor 20 Zentralheizungen, die mit Holz befeuert werden. Weitere 21 Anlagen als Wechselbrandsysteme, die wahlweise mit Holz oder Öl beheizt werden. 25-30% der Wohngebäude sind mit einem Kamin oder Kachelofen ausgestattet. Die Anzahl der Wohnungen, mit solchen zusätzlichen Feuerungsanlagen, nimmt in den letzten Jahren zu. (Schornsteinfegerangaben)
Im Holzgewerbe gibt es 2 Unternehmen, die eine Holzhackschnitzelanlage haben und das anfallende Restholz verfeuern. Die Energiemenge beträgt bei ca. 800 kWh/Srm 708 MWh/a. Der gesamte Beitrag durch Holz beträgt damit 2.135 MWh/a.
In der Gemeinde Allensbach gibt es bis jetzt nur eine Biogasanlage. Der Strom wird für den eigenen Bedarf produziert und der Überschuß ins Netz eingespeist. Der gesamte erzeugte Strom beträgt 153 MWh_{el}/a (Stand 2003). Die erzeugte Wärme von 250 MWh/a wird zur Zeit nur als Prozesswärme eingesetzt.
Bei Photovoltaikanlagen beträgt die installierte Leistung bis Ende 2003 64 kWp. Der damit erzeugte Strom beträgt bei 900 kWh/kWp ca. 58 MWh/a. Bei Solarthermie betrug die installierte Kollektorenfläche 416 m². (Stand 2003) Die geschätzte erzeugte Endenergie beträgt bei durchschnittlich 500 kWh pro m² 207 MWh/a. Die im Bau befindliche Anlage für See-Bad und Campingplatz hat ein Kollektorenfläche von 30 m².

3.2.4.2 Ökostrom

Als Folge der Liberalisierung der Energiemärkte können Bürger ihren Stromlieferanten wählen. Deshalb haben einige Bürger in Allensbach, insbesondere durch die Aktivitäten von Herrn Stefan Werner aus der Agendagruppe, ihre alten Verträge mit dem Stromversorger gekündigt, um Ökostrom zu beziehen. Der Gemeinderat hat sich auch entschieden, bestimmte Liegenschaften mit Ökostrom zu versorgen, nachdem die Dienstleistungsgesellschaft mbH des Gemeindetags Baden-Württemberg im Mai 2002 die Lieferung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energiequellen für Kommunen und Gemeinden zur Versorgung ihrer

Einrichtungen im offenen Verfahren Europaweit ausgeschrieben hat. Die Belieferung soll vorerst für den Zeitraum vom 1 Januar 2003 bis 31 Dezember 2004 erfolgen. An die Erzeugungsart des zu liefernden Stroms wurden besondern Anforderungen gestellt. Dieser muss zu 100% aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Die Bietergemeinschaft Kraftwerk Laufenburg AG/ Kraftübertragungswerke Rheinfelden AG/ EnBW Energie- Vertriebsgesellschaft mbH hat den Zuschlag bekommen.
Der Ökostrom Bezug betrug im 318MWh Jahr 2003, das sind 38 % vom gesamten Stromverbrauch. Der gesamte vertragliche Ökostrom für Haushalte und öffentliche Einrichtungen liegt bei ca. 4,5%. Da aber bereits der erneuerbare Energieanteil am Strommix von EnBW 9,5% beträgt, wird dieser Anteil in die Energiebilanz einbezogen.

3.3 Endenergieverbrauch

3.3.1 Endenergieverbrauch Industrie

Die Industrie umfasst nach Definition des statistischen Bundesamtes das produzierende Gewerbe mit Betrieben, die mehr als zwanzig Beschäftigte haben. Nach Angaben des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg gibt es 3 Betriebe (Stand 2002) im verarbeitenden Gewerbe, die in diese Kategorie fallen. Daher wurden diese 3 Unternehmen kontaktiert, um ihre Energieverbräuche zu identifizieren.
So betrug der gesamte Endenergieverbrauch der Industrie 1.618 MWh/a (Stand 2002) und teilt sich in 901 MWh_{th}/a für Wärmebereitstellung und 717 MWh_{el}/a Strom auf.
Eines dieser Unternehmen im Holzgewerbe betreibt für die Wärmebereitstellung eine Holzhackschnitzelanlage mit 110 kW-Leistung. Hier wird das anfallende Restholz für die Wärmebereitstellung genutzt. Damit beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung 39 % im Industriesektor. (357 MWh_{th}/a)

3.3.2 Endenergieverbrauch Gewerbe, Handel und Dienstleistung

Zum Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und übrige Verbraucher“ (bis1995 bezeichnet als „Kleinverbraucher“) zählen in der deutschen Energiebilanz alle Endenergieverbraucher, die nicht den Sektoren Industrie, private Haushalte, Verkehr und militärische Dienststellen zugeordnet werden. Es handelt sich um einen sehr heterogenen Bereich. Unter diesen Sektor fällt das nicht produzierende Gewerbe und Betriebe des produzierenden Gewerbes mit weniger als zwanzig Beschäftigten.
Der Energieverbrauch für Raumwärme wurde wie gefolgt ermittelt: Die großen Verbraucher in diesem Sektor wurden kontaktiert, um den Energieverbrauch zu erfassen. So betrug der Energieverbrauch des Klosters und der Klinik Schmieder insgesamt 9.050 MWh/a. Das ist fast 32 % der gesamten Endenergie für Raumwärme in diesem Sektor. Bei dem restlichen Kleingewerbe, Handel und Dienstleistungen wurde der Energiebedarf anhand von spezifischen Endenergieverbrauchswerten pro Beschäftigten ermittelt.

Grundlage für die Hochrechnung des Endenergieverbrauchs für GHD ist die Studie „*Erarbeitung kostengünstiger Erhebungsformeln zur Erfassung des effektiven Energieverbrauchs im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher*“. [DIW u. a. 2000]
In dieser Studie sind Angaben über den spezifischen Endenergieverbrauch pro Beschäftigten für jeden Wirtschaftsbereich im Verbrauchssektor GHD enthalten. An Hand des spezifischen Endenergieverbrauchs pro Beschäftigten in einem bestimmten Wirtschaftzweig und der Anzahl der Beschäftigten in einem Gewerbe [Stala BW] wurde der Endenergieverbrauch hochgerechnet. Im Bereich Landwirtschaft wurde die Anzahl der GVE als spezifischer Kennwert übernommen um den Energieverbrauch hochzurechnen. [Kubessa 1998] Der gesamte Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung im Sektor GHD beträgt 28.406 MWh_{th}/a, der Stromverbrauch 7.652 MWh_{el}/a.

3.3.3 Endenergieverbrauch Verkehr

Im Sektor Verkehr wurde der Endenergieverbrauch durch die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge in der Gemeinde ermittelt. Bahn- und Schiffsverkehr wurden nicht berücksichtigt. Bei der Ermittlung wurde die Anzahl der gefahrenen km geschätzt. Anhand des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs pro km und des Heizwertes für Benzin (12,09 kWh/kg)[8] und Diesel (11,93 kWh/kg), wurden die spezifischen Energieverbräuche pro km bestimmt. (siehe Tab.3-3) Der gesamte Endenergieverbrauch „Verkehr“ beträgt 43.111 MWh/a.

Tab. 3-1: Endenergieverbrauch der verschiedenen Fahrzeuge in kWh/a
[Quelle: * Stala BW]

	PKW	LKW	Zugmaschinen	Krafträder
KFZ-Stand 2002*	3.744,00	122,00	191,00	447,00
kWh/km	0,78	2,10	22,10	0,40
durchschn.gefahrene km pro KFZ	10.500,00	40.000,00	500,00	500,00
Summe in kWh/a	30.663.360,00	10.248.000,00	2.110.550,00	89.400,00

3.3.4 Endenergieverbrauch Haushalte

3.3.4.1 HH - Raumwärme und Warmwasser

Die Höhe des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes wird vom Außenklima einerseits, sowie durch geometrische (Verhältnis der Gebäudehülle zum beheizten Volumen) und andererseits durch bauphysikalische (Wärmedämmstandard) Eigenschaften bestimmt.

[8] Die Dichte von Benzin beträgt 0,75 l/kg

Die Dominanz der EFH und ZFH in Allensbach deutet auf einen relativ höheren Heizwärmebedarf hin. Das ist physikalisch mit der Kompaktheit[9] der Gebäude zu erklären. So verlieren EFH´s bei gleichem Wärmedämmstandart aufgrund ihrer – im Verhältnis zum Volumen – größeren Oberflächen, weit mehr Wärme je m2 Wohnfläche bzw. Kubikmeter umbauten Raums, als MFH's.

Für den Verbrauchssektor „Haushalte" gab es keine verlässlichen Daten, was die gelieferten Mengen an Heizöl und Holz anbelangt. Auch die Daten der Gasversorger sind nicht getrennt, sondern enthalten „Haushalte" und „Kleinverbraucher" in einer Summe. Demzufolge kamen wir nicht umhin, den Energiebedarf für Raumwärme und WW aus anderen Datenbeständen hochzurechnen.

Zur Definition des spezifischen Heizwärmebedarfs (kWh/m^2/a) stützen wir uns auf die Daten der sogenannten ‚Deutschen Gebäudetypologie'. [Gebäudetypologie 2002] Im Auftrag der ‚Enquette-Komission' des Deutschen Bundestages wurde 1995 vom ‚IWU-Institut' in Darmstadt, das Energiesparpotenzial durch Wärmeschutzmaßnahmen für den deutschen Gebäudebestand bestimmt. Der Gebäudebestand wurde im Rahmen dieser Studie zusätzlich zu den bestehenden Altersklassen in 4 unterschiedliche Bautypen gegliedert.

FVREFSEQARABISCHEinfamilienhäuser		(EFH)
Reihenhäuser	(RH)	
Kleine Mehrfamilienhäuser	(KMH)	
Große Mehrfamilien- und Hochhäuser	(GMH+HH)	

Große Mehrfamilien- und Hochhäuser kommen in Allensbach nicht vor. Da die Statistik nicht differenziert zwischen EFH und RH, mussten wir aus den spezifischen Kennwerten der beiden Typen einen Durchschnittswert für Gebäude mit 1 bis 2 Wohneinheiten ermitteln. Dies geschah in Anlehnung an die Verteilung dieser beiden Gebäudetypen in der hessischen Gebäudetypologie.

Zur Ermittlung der Endenergie werden noch die Anlagenverluste benötigt. Durch die detaillierten Angaben über den Bestand der Heizungsanlagen aus der Datenbank des Bezirksschornsteinfegers, konnten wir eine recht verlässliche Einschätzung der installierten Technik vornehmen. Das folgende Diagramm (Abb. 3-9) zeigt die aktuell installierten Heizungsanlagen gruppiert nach Qualitätsmerkmalen. Die Verluste nehmen von links nach rechts ab. Um für die gesamten Anlagenverluste einen Rechenwert zu bekommen, haben wir die vorhandenen Anlagen zusammen mit den unterschiedlichen Gebäudestandards simuliert[10]. Die Ergebnisse von 29 Simulationen wurden entsprechend der Anteile der unterschiedlichen Heizsysteme gewichtet und gemittelt(siehe. A-2). Das Ergebnis, unter Berücksichtigung eines etwa 35 %-igen Anteils an elektrischer Warmwassererwärmung, sind **durchschnittliche Anlagenverluste von 29,1 % im Bestand.** (s. technische Effizienzpotenziale, Kapitel 4)

---

[9] Die Kompaktheit eines Gebäudes , d.h. das Verhältnis von wärmeübertragender Oberfläche A zum Gebäudevolumen $V_{e,}$ ausgedrückt durch den sog. Formfaktor $A/V_{e,}$ hat Einfluss auf den Heizwärmebedarf. Je kompakter das Gebäude ist, um so niedriger ist der Wärmebedarf pro m^2 Wohnfläche.

[10] Die Simulation erfolgte durch ‚Energieberater 5.08'

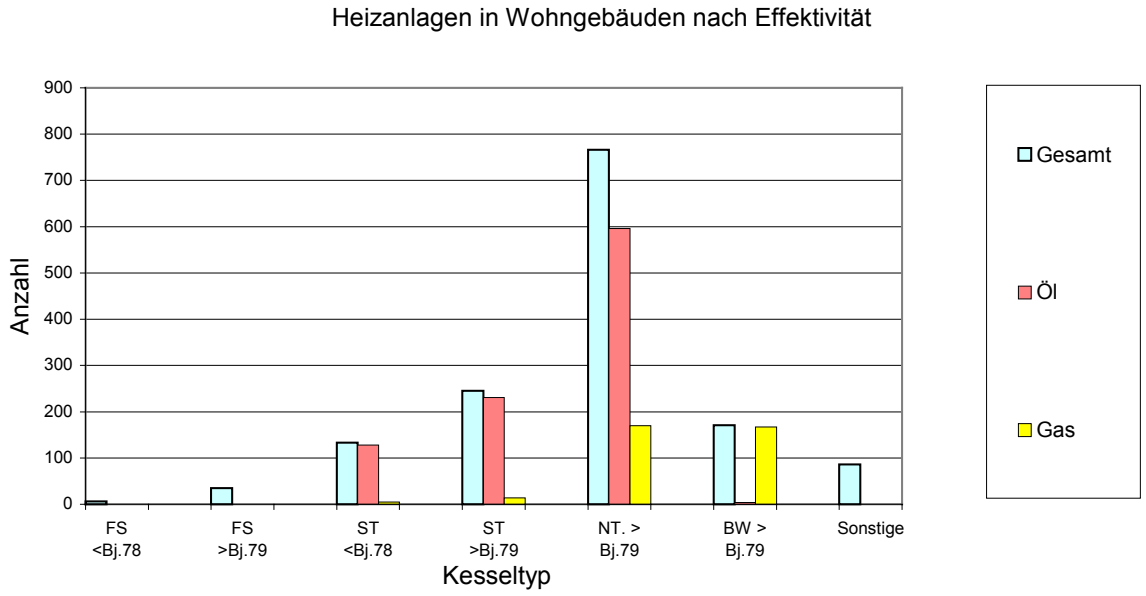


Abb. 3-1: Heizanlagen in Wohngebäuden [Quelle: Bezirksschornsteinfeger]

In Tabelle 3-4 ist die Ermittlung des Heizwärmebedarfs bis hin zum Endenergiebedarf dargestellt. Die energetische Qualität der Gebäudehülle im Bestand nimmt, von geringen Ausnahmen abgesehen, mit zunehmendem Baualter ab. Die Kennwerte differieren zwischen maximal 210 und min. 60 kWh/m2 a. In der Klasse bis 1918 würde der Spitzenwert bei Aufteilung nach Massiv- und Fachwerkgebäuden noch höher ausfallen. Die statistischen Daten bieten allerdings keine Aufteilung in der Art.

Durch die vorab durchgeführte Fragebogenaktion (siehe A-1) zu Gebäude- und Energiedaten verfügen wir über einige lokale Informationen, mit Hilfe derer wir die Heizwärmebedarfsermittlung, wenn auch nur geringfügig, auf die örtlichen Gegebenheiten abstimmen konnten. Die Rücklaufquote betrug ca. 8 %. Wir wissen, dass insbesondere im älteren Gebäudebestand der Ein- und Zweifamilienhäuser nicht unerhebliche Flächen unbeheizt bleiben. Der Faktor F1 setzt sich aus angenommenen 5 % allgemein und 1 % für unbeheizte Ferienwohnungen zusammen. Letzteres konnten wir aus den Unterlagen des Verkehrsbüros ermitteln. Das Zustandekommen des Klimakorrekturfaktors F2 haben wir bereits unter 3.1.1 erläutert. Den Faktor F3, der sehr unterschiedlich über die Baualtersklassen verteilt ist, konnten wir ebenfalls aus den Fragebögen ermitteln. Er reduziert den theoretischen Bedarf um die bereits durchgeführten energetischen Verbesserungen. Die hellblauen Felder zeigen den Bedarf im Herstellungszustand, die gelben Felder den Bedarf nach den bereits durchgeführten energetischen Verbesserungsmaßnahmen. Es ergibt sich somit ein aktueller Heizwärmebedarf von insgesamt 35 MWh pro Jahr. Zu dieser Summe addieren sich der nach DIN 4108 angenommene Bedarf für Warmwasser von 12,5 kWh/m2 Wohnfläche und der oben erläuterte Anlagenverlust von 29,1 % der Endenergie.

Tab. 3-1: Energiebedarf der Haushalte 2003

Baualters-klassen	Wfl.ges. m2	Wfl.m2 1-2 WE	F1	kWh/ m2	F2	1-2 WE MWh/a	Wfl.m2 > 2 WE	kWh/ m2	F2	> 2 WE MWh/a	F 3	Gesamt MWh/a
bis 1918	31.506	21.264	0,94	210	0,97	4.071	10.243	175	0,97	1.739	0,94	5.462
1919 - 48	14.380	9.690	0,94	190	0,97	1.679	4.690	180	0,97	819	0,94	2.348
1949 - 57	9.170	5.347	0,94	215	0,97	1.048	3.822	185	0,97	686	1,00	1.734
1958 - 68	34.704	20.216	0,94	160	0,97	2.949	14.487	170	0,97	2.389	0,90	4.804
1969 - 78	72.289	41.582	0,94	150	0,97	5.687	30.707	145	0,97	4.319	0,89	8.905
1979 - 83	26.315	18.503	0,94	135	0,97	2.278	7.811	100	0,97	758	0,88	2.671
1984 - 94	64.874	39.859	0,94	120	0,97	4.361	25.015	90	0,97	2.184	1,00	6.545
1995 - 02	34.255	22.752	0,94	90	0,97	1.867	11.503	60	0,97	669	1,00	2.537
31.12.02	287.493	179.213				23.941	108.279			13.562		35.006
Mittelwert				159				138				
Mittelwert alle Gebäude								151				
Heizwärmebedarf ges. unveränd. Zustand						37.503	MWh/a					
Heizwärmebedarf ges. aktuell						35.006	MWh/a					
WW-Wärmebedarf	12,5 * Wfl.ges.					3.594	MWh/a					
Anlagenverluste	29,1% d. EE					15.843	MWh/a					
Endenergiebedaf						54.443	MWh/a					
Endenergiebedaf / m2				189								

F1 5% unbeheizte Wohnfl. + 1% unbeheizte Ferienwohng. (1.642 m2) in EFH
F2 Faktor für Klima Allensbach/Klima Deutschland
F3 Faktor zur Reduzierg.d. Bedarfs wg.bereits erfolgter Sanierungsmaßnahmen

Der gesamte Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser im Bereich Wohnen beträgt also 54,4 MWh/a, dies entspricht einem Bedarf pro m^2 Wohnfläche von 189 kWh/a. Der statistische Durchschnitt für BW liegt auf dem gleichen Niveau. Dies ist auf den ersten Blick ziemlich überraschend, dass trotz des hohen Anteiles der Ein- und Zweifamilienhäuser sich kein höherer Bedarf ergibt. Es lässt sich aber durch die Flächenminderung im EFH-Bereich um insgesamt 6 %, und den Klimakorrekturfaktor von 3% durchaus erklären.

3.3.4.2 HH - Strom

Der Stromverbrauch laut Stromversorger im Verbrauchssektor „Haushalte“ beträgt 11.389 MWh/a (Stand 2002 mit Heizstrom). Damit beträgt der durchschnittliche Stromverbrauch pro Haushalt 3.694 kWh/a und liegt damit unter dem Landesdurchschnitt von 3.810 kWh/a[11] pro Haushalt. Dies mag zum Teil daran liegen, dass es in Allensbach eine relativ große Zahl von Mischformen aus Gewerbe und Haushalt oder Haushalt und Landwirtschaft gibt, die nicht in der Berechnung berücksichtigt wurden. Der Verbrauch dieser Gruppe

[11] Dieser Wert wurde ermittelt anhand der Anzahl und des Stromverbrauchs der Haushalte in BW(Energiebericht BW 2001)

beträt 1.692 MWh/a. Zu hoch ist der Anteil des Heizstroms mit 16%. (1.971 MWh/a) Der gesamte Stromverbrauch der Haushalte pro Einwohner (mit Heizstrom) beträgt 1.610 kWh/a.

3.3.4.3 HH - Energieträgerstruktur

Der Gesamte Endenergieverbrauch für Haushalte beträgt 63.273 MWh/a. Dies ergibt einen Endenergieverbrauch pro Einwohner von 8.948 kWh/a. In Abb.3-10 ist der Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträger dargestellt. Bei der Betrachtung der Energieträgerstruktur wird sofort die Dominanz des Energieträgers Öl mit einem Beitrag von 58 % deutlich. Der Stromanteil entspricht fast der Summe von Gas, Holz und Kohle.

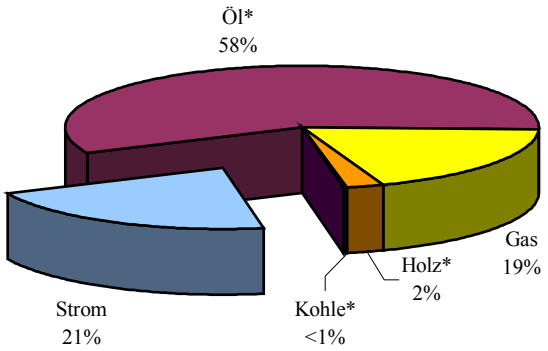


Abb. 3-1: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträger
[Quellen: * eigene Hochrechnung, EnBW]

3.3.5 Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen

3.3.5.1 Raumwärme und Warmwasser

Der hochgerechnete Endenergieverbrauch für Raumwärme und WW in den öffentlichen Einrichtungen[12] beträgt, bei einer beheizten BGF von insgesamt 22.380m^2, 2.445 MWh/a. (Stand 2002) Bewertet werden nur Gebäude, die von der Gemeinde verwaltet werden und wo die Daten zur Verfügung standen. Es handelt sich um 23 Gebäude mit einer beheizten BGF von 17.475 m². (siehe A-3) Der Endenergieverbrauch für die untersuchten Gebäude für Raumwärme und WW beträgt 1.905 MWh_{th}/a. (Stand 2002) Wichtigster Energieträger mit 58% (1.097 MWh/a) ist Erdgas. (s. Abb. 3-11)

[12] Elektrische Warmwasserbereitung ist nicht enthalten

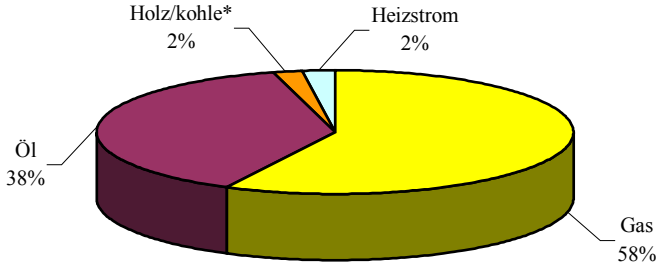


Abb. 3-1: Endenergieverbrauch (RW) der ÖE nach Energieträger
[Quellen: * eigene Hochrechnungen, Gemeindeverwaltung]

Die Großverbraucher der untersuchten Liegenschaften im Bereich Raumwärme sind 2 Liegenschaften, die Haupt- und Grundschule und die Bodanrückhalle mit insgesamt 31% (siehe Abb. 3-12). Die 10 größten Verbraucher konsumieren 83% der Endenergie für Raumwärme.

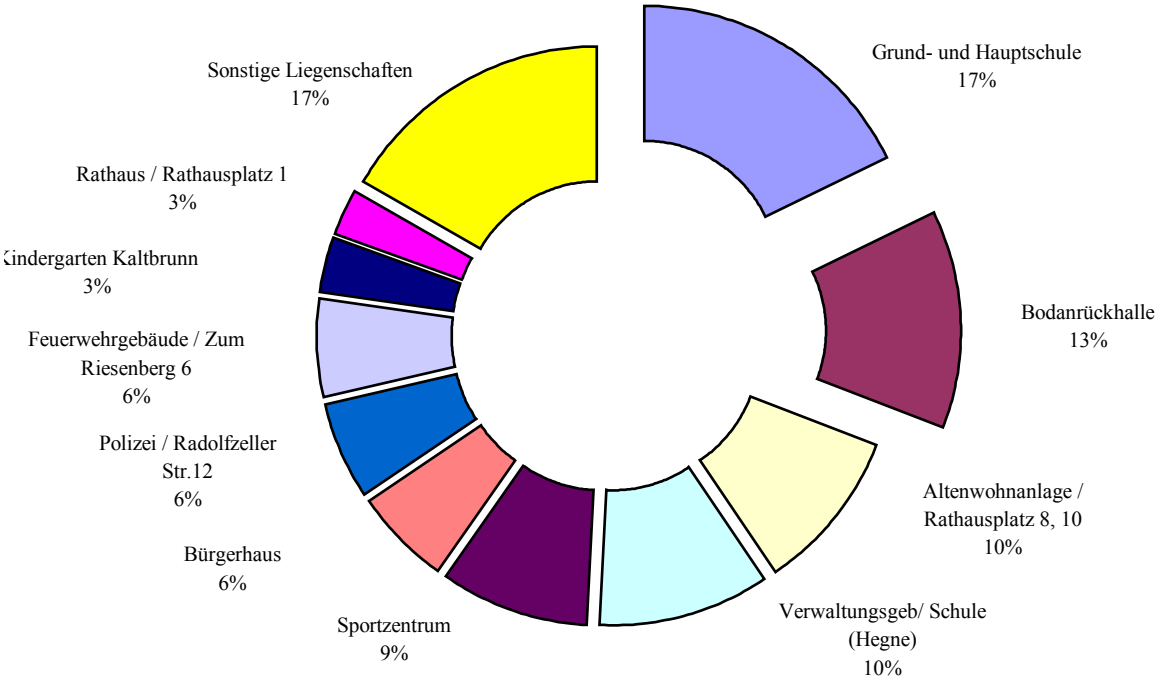


Abb. 3-2: Endenergieverbrauch für RW und WW in ÖE, ohne elektrische WW-Bereitung
[Quelle: Gemeindeverwaltung]

Um die einzelnen Gebäude hinsichtlich ihres energietechnischen Zustandes grob bewerten zu können, werden Heizenergieverbrauchskennwerte[13] gebildet, d. h. der Verbrauch bezogen auf die beheizbare Fläche.

[13] Die Heizenergieverbrauchskennwerte werden nach der VDI-Richtlinie 3807 „Energieverbrauchskennwerte für Gebäude“ Blatt 1 Verfahren ermittelt.

(kWh/m^2 a) Die Bewertung wird durch den Vergleich mit anderen Heizenergieverbrauchskennwert von Gebäude gleicher Nutzung stattfinden. Diese Heizenergieverbrauchskennwerte stammen aus dem Forschungsbericht der Firma AGES GmbH, Münster „*Verbrauchskennwerte 1999*“[14], verglichen. [ages 2003]. Dort sind Angaben wie der „Modalwert“[15] und der „untere Quartilsmittelwert“[16] als „Richtwert“ für einen Energieverbrauch angegeben. Es werden insgesamt für 16 Liegenschaften Energiekennwerte gebildet. Die übrigen Gebäude werden nicht berücksichtigt, da notwendige Angaben fehlen. Im Anhang A-.4 sind die ermittelten Energieverbrauchskennwerte der jeweiligen Liegenschaft mit dem Modalwert dargestellt. Die Einordnung der Energiekennwerte ist nach Größe der Verbraucher von oben nach unten dargestellt. Es ergibt sich folgende Verteilung: 5 Liegenschaften weisen überdurchschnittliche Energiekennwerte auf. 3 Liegenschaften haben gute Energiekennwerte. Bemerkenswert ist der Energiekennwert der Liegenschaft Rathausplatz 2. Er ist sehr niedrig, was sich durch die temporäre Nutzung von Bücherei und Museum erklären läßt. Zudem ist die Wohnung im Dachgeschoss zur Zeit nicht belegt. Die überdurchschnittlichen Energiekennwerte einiger Liegenschaften liegen eindeutig am Baualter (Dämmstandard) und am Alter der Heizungsanlage.

Die spezifischen Heizenergiekosten liegen bei Heizöl zwischen 23,95 €/MWh und 31 €/MWh. Bei Gas setzen sich die Heizenergiekosten aus Verbrauchspreis und Leistungspreis (Grundpreis) zusammen. Der Verbrauchspreis beträgt 34 €/MWh. Der Grundpreis differiert je nach Anschlussleistung. Die durchschnittlichen Heizenergiekosten für Gas beträgt insgesamt 48 €/MWh, ein enorm hoher Betrag, der sich bei Nachfrage aber leider bestätigt hat. Bei Heizstrom sind die spezifischen Heizenergiekosten mit 121 €/MWh weitaus am teuersten. Die gesamten Heizkosten betrugen 2002 rund 80.000 €/a

3.3.5.2 Strom

Der Stromverbrauch in den öffentlichen Einrichtungen beträgt 855 MWh/a. (Stand 2002) Die Verbraucher sind (s. auch Abb 3-13):

- Straßenbeleuchtung mit 36% (297 MWh/a)
- Öffentliche Gebäude mit 29 % (242 MWh/a)
- Wasserversorgung mit 23% (200 MWh/a)
- Abwasser mit 4% (37 MWh/a)
- Sonstige mit 4% (36 MWh/a)
- Heizstrom mt 5% (43 MWh/a)

Bewertet werden die Hauptbereiche „Öffentliche Gebäude“ und „Straßenbeleuchtung“. Analog zur Raumwärme wird der Stromverbrauch für alle Gebäude untersucht, die von der Gemeindeverwaltung

[14] Für den Forschungsbericht wurden 11.000 Objekte in ganz Deutschland untersucht und ausgewertet, und insgesamt 26.000 Verbrauchskennwerte nach der Methode der VDI- Richtlinie 3807 Blatt 1 ermittelt.

[15] der am häufigsten vorkommende Energieverbrauchskennwert

[16] d.h. der Mittelwert der besten 25 Prozent aller erfassten Vergleichswerte gleicher Nutzung)

hinsichtlich des Energieverbrauchs verwaltet werden. Die ersten 3 großen Verbraucher, Bodanrückhalle, Grund- und Hauptschule und Sportzentrum verbrauchen 45% des gesamten Stroms der öffentlichen Gebäude.

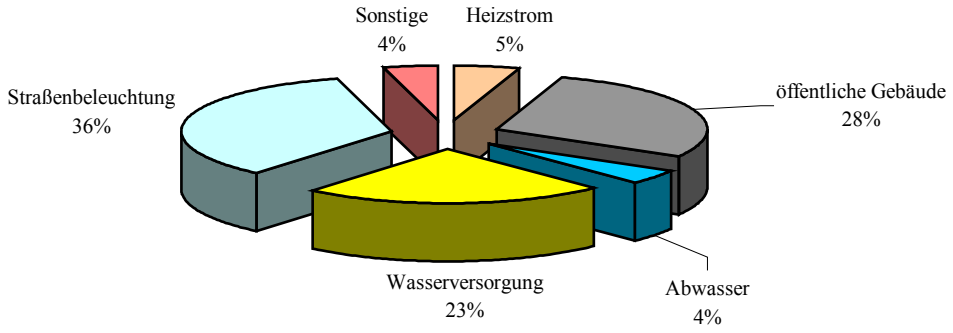


Abb. 3-1: Stromverbrauchergruppen innerhalb der Öffentlichen Einrichtungen

Im Strombereich wurden ebenfalls Energieverbrauchskennwerte von 16 Gebäuden gebildet. (siehe Anhang A-5) Als Vergleichsmaßstab dienten wiederum die Energieverbrauchskennwerte des Forschungsbericht der Firma AGES GmbH, Münster „*Verbrauchskennwerte 1999*".

9 Liegenschaften haben Energiekennwerte, die überdurchschnittlich hoch sind, andererseits haben 3 Liegenschaften einen $EKW_{(Strom)}$ kleiner 10 kWh/m²/a. Als bemerkenswert können 2 Energiekennwerte bezeichnet werden: der erste ist der sehr hohe Wert des Bahnhof / Kulturbüros. Wir nehmen an, dass die Bahnsteigbeleuchtung des Bahnhofs am gleichen Zähler hängt. Auf der anderen Seite ist der sehr niedrige Wert der Liegenschaft Radolfzeller Str. 12. Nach Rücksprache mit der Verwaltung, mußten wir feststellen, dass es zwei Zähler gibt, und der zweite Zähler über die Polizei abgerechnet wird.

Um den spezifischen Stromverbrauch der einzelnen Liegenschaften zu analysieren, müßten detailliertere Untersuchungen über Geräteausstattung und Betriebszeit der einzelnen Geräte vorgenommen werden, was den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung stellt für die Kommunen innerhalb der öffentlichen Einrichtungen einen großen Kostenfaktor beim Stromverbrauch sowie bei der Wartung und Instandhaltung dar. So ist der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung der absolut höchste Einzelwert mit 36%. (297 MWh/a) Der

mittlere jährliche Verbrauch (arithmetisches Mittel)[17] einer Kommune für die Straßenbeleuchtung liegt bei 42 kWh/Einwohner, bei einer Spanne von 19-75 kWh/EW. [ages 2003] Die höchsten Kennwerte werden bei kleinen Kommunen erreicht. Der Wert für Allensbach liegt exakt beim Mittelwert. Das ist für eine kleine Gemeinde relativ niedrig, da normalweise kleine Kommunen einen relativ höheren Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung haben als große Kommunen. Dies liegt zum Teil an der geringeren Baudichte und daraus resultierenden vielen Straßenkilometern. In Allensbach liegt es vor allen Dingen aber am jährlichen Budget von 10.000 € für Straßenbeleuchtungserneuerung. Damit erfolgt schrittweise die Umrüstung auf energiesparende Leuchten. Was die Schaltzeiten anbelangt, so sind alle Leuchten zur Zeit auf „Ganznacht" – Schaltung. (GN) Am 20.01.2004 hat der Gemeinderat im Rahmen der Haushaltberatung eine Teilabschaltung beschlossen, was zu einer erheblichen Stromverbrauchsreduzierung führen dürfte. Die Gemeinde scheint auf dem besten Weg das Sparpotenzial in diesem Bereich voll auszuschöpfen.
Die Gemeindeverwaltung hat einen Stromvertrag mit EnBW abgeschlossen, der unterschiedliche Verbrauchspreise enthält, ohne Differenzierung nach Hoch-(HT) und Niedertarif (NT) und ohne Leistungspreis. Es gibt drei unterschiedliche Tarife:Heizstrom für 121 €/MWh,Straßenbeleuchtungsstrom für 137 €/MWh und Sonstiger Stromverbrauch für 158 €/MWh-Es entstehen jährliche Kosten in der Höhe von ca. 115.000 €/a

3.3.5.3 Energieträgerstruktur

Der gesamte Endenergieverbrauch in öffentlichen Einrichtungen beträgt 3.257 MWh/a. (Stand 2002) Für Einrichtungen, die von der Gemeindeverwaltung verwaltet werden, beträgt der Endenergieverbrauch 2.708 MWh/a. Der Energieverbrauch für die Bereitstellung von Raumwärme und WW dominiert mit 69%. (siehe Abb. 3-14) Die Energiekosten der Gemeinde betragen jährlich ca. 195.000 €, das ergibt 28 €/a und Einwohner. Damit liegt die Gemeinde geringfügig unter dem Bundesdurchschnitt von 31 €/a und Einwohner. [MWMEV 2000]

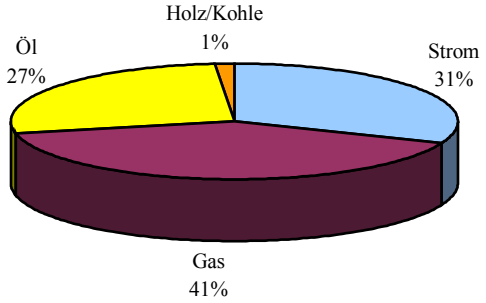


Abb. 3-1: Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen nach Energieträger

[17] Das arithmetisches Mittel in diesem Fall berechnet sich aus der Summe aller Verbrauche geteilt durch die Anzahl der Einwohner.

3.3.6 Endenergieverbrauchsstruktur in Allensbach

Der Endenergieverbrauch für die Verbrauchsgruppen, Haushalte, Öffentliche Einrichtungen, Verkehr, Gewerbe, Industrie und Dienstleistung des Jahres 2002 beträgt 146.742 MWh/a. Das entspricht einem pro Kopf Verbrauch von 20,75 MWh/a. (27,80 MWh/a in BW, Stand 2000) Der Sektor „Haushalte“ hat den Hauptanteil am gesamten Endenergieverbrauch mit 43 %. (siehe Abb. 3-15) Der Anteil ist relativ hoch, was sich durch den kleinen Industriesektor aber erklärt. Der Endenergieverbrauch des Sektors „Verkehr“ beträgt 29 % (31,5 %, BW Stand 2000) und liegt damit niedriger als der Landesdurchschnitt.

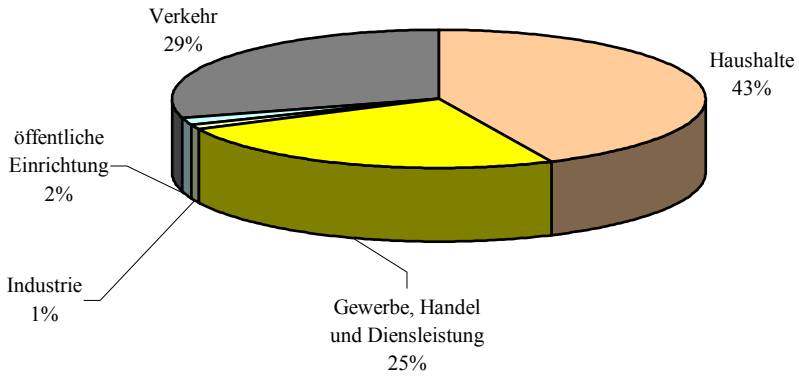


Abb. 3-1: Gesamtendenergieverbrauch in Allensbach nach Verbrauchergruppen

Der Endenergieverbrauch nach Energieträgern in Allensbach ist in Abb 3-16 dargestellt. Der größte Anteil entfällt auf Heizöl mit 43 %. Strom (fossil) hat ein Anteil von 13 %. Der Stromverbrauch pro Einwohner beträgt 2.909 kWh/a. (6.805 kWh/a, BW Stand 2000) Der Stromverbrauch pro Einwohner ist im Vergleich zum Landesdurchschnitt sehr gering, was sich wiederum durch den geringen Anteil der Industrie erklärt. Die erneuerbaren Energien haben einen Anteil von 3 % am gesamten Endenergieverbrauch. Ohne Verkehr beträgt der Anteil 4,35 %. Der Anteil der erneuerbaren Energien beim Strom ist 10,53 %[18], bei der Wärmebereitstellung 2,72 %.

[18] Der Anteil der erneuerbaren Energie am Strommix EnBW beträgt 9,5 %. Dazu addiert sich lokal produzierter Strom aus PV und Biogas.

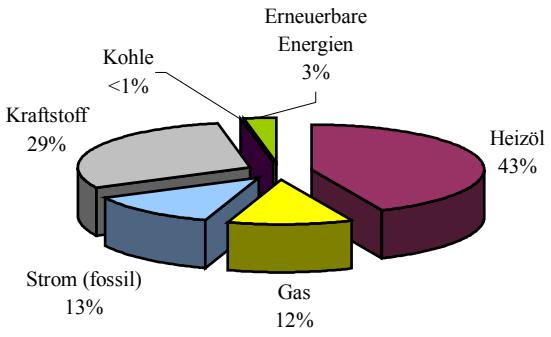


Abb. 3-2: Endenergieverbrauch in Allensbach nach Energieträgern

3.4 Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch wurde für alle Verbrauchergruppen ermittelt, um die Energieverluste, die bei der Umwandlung von Primärenergie in Endenergie entstehen quantitativ zu identifizieren. Obwohl diese Verluste, die bei der Bereitstellung der Endenergieträger (Strom, Heizöl, Gas, etc.) außerhalb der Gemeindegrenze entstehen, sind die Kenntnisse über diese Verluste wichtig, vor allem die Energieverluste bei der Strombereitstellung. Sie gelten als Effizienzpotenziale, die durch dezentrale Energieerzeugung (KWK) dazu beitragen den Primärenergieverbrauch zu reduzieren.

Um den Primärenergieverbrauch hochzurechnen, wurde die Methode der"Arbeitgemeinschaft Energiebilanzen" (AGEB)[19], die jedes Jahr eine Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland erstellt, übernommen. [AGEB 2004] Der gesamte Primärenergieverbrauch (Stand 2002) beträgt 199.291 MWh/a. Bezogen auf die Endenergie sind es 52.548 MWh/a Energieverluste, die bei der Umwandlung von Primärenergie (Uran, Mineralöl, Erdgas, Kohle) in Endenergie (Heizöl, Gas, Strom) entstehen. Diese

[19] Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen erstellt Energiebilanzen und macht diese der Öffentlichkeit zugänglich. Seit 1995 wurde die Methodik zur Erstellung der Energiebilanzen bundeseinheitlich geändert und international gebräuchlichen Maßstäben angepasst. Bisher wurde die Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien, Kernenergie sowie der Stromaustauschsaldo primärenergetisch anhand des durchschnittlichen Wirkungsgrades herkömmlicher Wärmekraftwerke umgerechnet (1 kWh = 9.417 kJ). Dies entspricht einem Wirkungsgrad von 38,2 %. Nunmehr wird die Wirkungsgradmethode angewendet, die den bisherigen Substitiutionsansatz ablöst. Hierbei werden, differenziert nach Energieträgern, die tatsächlichen Wirkungsgrade zugrundegelegt. Die erneuerbaren Energien sowie der Stromaustauschsaldo werden auf der Basis des Heizwertes der elektrischen Energie (1 kWh= 3.600 kJ) bewertet. Dies entspricht einem -theoretischen- Wirkungsgrad von 100 %. Bei Stromerzeugung aus Kernkraftwerk ist die Wirkungsgrad 33%.

Verluste könnten reduziert werden durch lokale Stromproduktion. (BHKWs)[20] (siehe Kapitel 4) Der Primärenergieverbrauch pro Einwohner beträgt 28.180 kWh/a. (40.619 kWh/a in BW, Stand 2000) Der Primärenergieverbrauch ist auch wegen des fast fehlenden Industriesektors niedriger. Aus Abb. 3-17 ist der hohe Anteil an Mineralöl von 63 % (41% in BW, Stand 2000) zu ersehen. Das liegt am hohen Anteil der Heizungsanlagen, die mit Öl befeuert werden, und dem Verkehrsektor, der einen hohen Anteil am Endenergieverbrauch hat. Die Erneuerbaren Energien haben nur einen Anteil von 2 % am Gesamten Primärenergieverbrauch.

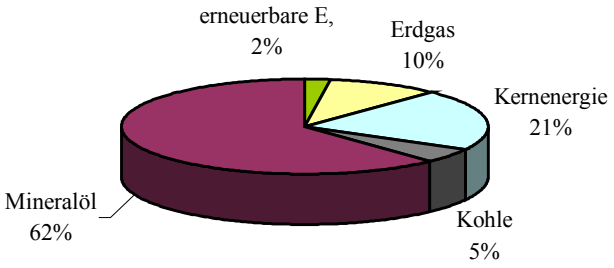


Abb. 3-1: Primärenergieverbrauch der Gemeinde nach Energieträger

3.5 CO_2- Emissionen

Bei der Berechnung der energiebedingten CO_2-Emissionen wurden nicht nur die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger, sondern auch die für die Bereitstellung der Energieträger (vorgelagerte Prozesse) berücksichtigt. Für die Berechnung der CO_2 Emissionen wurde der Umrechnungsfaktor für Strom dem EnBW Umweltbericht[21] entnommen. [EnBW 2002] Für die anderen Energieträger wurden die Umrechnungsfaktoren von der Forschungsstelle für Energiewirtschaft verwendet. [FFE 1999] Die berechnete Menge an CO_2-Emissionen in Allensbach betrug im Jahr 2002 41.913 t/a, die daraus resultierende Menge pro Einwohner beträgt 5, 93 t. (7 t in BW Stand 2000) Da der CO_2-Ausstoß ein internationales Anliegen ist, wurden die CO_2–Eimmisionen von Allensbach mit anderen Regionen verglichen. (siehe Abb 3-18)

[20] Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) ist im engeren Sinne ein mit Hilfe eines Verbrennungsmotors betriebenes Kleinkraftwerk, bei dem sowohl die erzeugte elektrische Energie als auch die thermische Energie genutzt wird.

[21] EnBW kalkuliert mit 275 g CO2/kWh

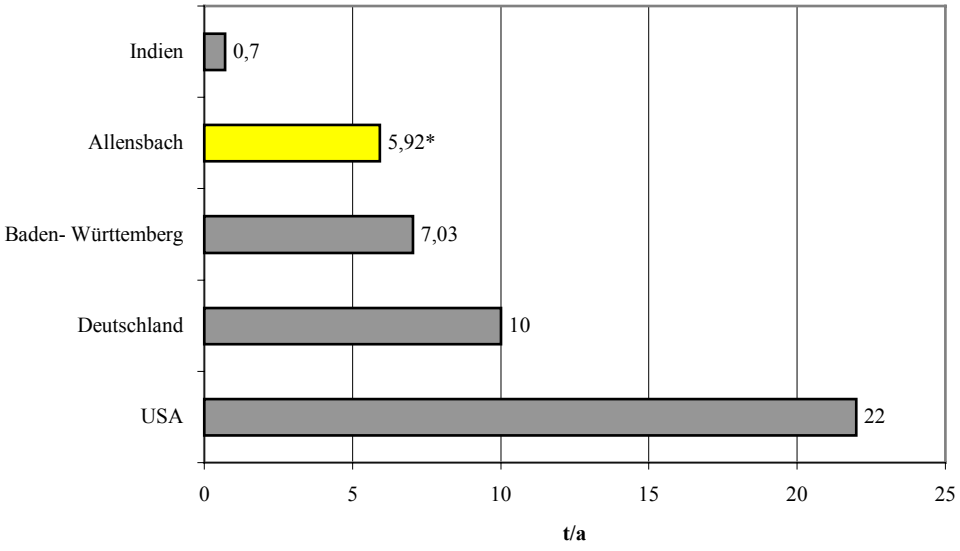


Abb. 3-1: CO2- Emissionen pro Einwohner
[Quellen: Bundesumweltministerium - 2002, eigene Berechnung]

Kapitel 4 Potentiale der Energieeinsparung

Die Potenziale der Energieeinsparungen bestehen aus vermeidbaren Energieverlusten, die bei der Umwandlung von Primärenergie bis zum Energiediensleistung entstehen. So werden vermeidbare Energieverluste, die bei der Umwandlung von Primärenergie zu Endenergie und von Endenergie zu Nutzenergie entstehen, als TechnischeEffizienzpotenziale bezeichnet. Vermeidbare Energieverluste, die bei der Umwandlung von Nutzenergie zu Energiedienstleistung anfallen, werden Sparpotenziale gennant.
Um das Ziel, den Primärenergieverbrauch der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen von 92.689 MWh/a um 50% bis ins Jahr 2030 zu reduzieren, müssen die vermeidbaren Energieverluste (Potenziale) identifiziert werden. Die größten Potenziale bei HH und ÖE ergeben sich bei der Umwandlung von NE zu EDL. Diese sogenannten Sparpotenziale können ausgeschöpft werden durch Reduzierung des Heizwärmebedarfs (Vermeidung von Wärmeverlusten) durch bauliche Maßnahmen oder auch durch optimale Steuerung der Heizungsnalagen. Technische Effizienzpotenziale können z. B. durch Ersatz der alten Anlagen ausgeschöpft werden. Bei der Umwandlung von Primärenergie (Kohle, Mineralöl, Erdgas) in Endenergie (Strom) entstehen vermeidbare Energieverluste, die durch Einsatz von KWK reduziert werden können..

4.1 Grundsätzliche Definitionen

4.1.1 Technische Effizienzpotenziale

Die Technischen Effizienzpotenziale beruhen im Raumwärmebereich großenteils auf den, in den letzten 30 Jahren verbesserten Wirkungsgraden der Heizanlagen. Der Bezug 30 Jahre ist deshalb gewählt, weil es noch reichlich Heizanlagen gibt, die vor 1978 installiert worden und damit 26 Jahre und älter sind. Allein in den Wohngebäuden in Allensbach sind es noch 141 Anlagen.
Wir möchten uns für die Bewertung der Potenziale auf die vom IWU-Institut in der Dokumentation zu ’Energiepass Heizung/Warmwasser’ angegebenen Zahlen beziehen, die wiederum auf Formeln in VDI 2067 Bl. 1 beruhen. [Loga u. a. 1997] [VDI 2067 B1]
Im Anhang A-6 sind die Kesselnutzungsgrade dargestellt. Die Nutzungsgrade liegen zwischen 0,70 und 0,97, wobei Feststoffkessel < Bj. 78 sehr selten vorkommen, sodass die realen Potenziale in etwa zwischen 0,76 und 0,97 liegen, d.h. Unterschiede um ca. 20 %. Brennwertkessel können im Temperaturbereich < 60° Nutzungsgrade bis 1,0 erreichen, im Betrieb mit Fußbodenheizung sogar bis 1,04. Damit ist aber sicherlich auch das physikalisch Maximale erreicht. Interessanterweise liegen aber heutige Pelletkessel mit 0,87 ganz nahe an den Werten für Öl-NT-Kessel. Zu den diversen Kesselnutzungsgraden addieren sich die Verluste durch Verteilung der Wärme im Gebäude in mehr oder minder gedämmten Leitungen, sowie Verluste durch schlechte Regelung der Wärmeübergabe. (Thermostatventile) Im Falle der zentralen Warmwasserbereitung entstehen nicht unerhebliche Verluste für Speicherung und Warmwasserbereitstellung an den Zapfstellen. (Zirkulation) Der Endenergiebedarf für die Warmwasserbereitung kann bei überdimensionierten Altanlagen bis zum 5-fachen der Energie betragen die notwendig ist, um die benötigte Menge an Warmwasser von 10

auf 45° zu erwärmen. Die Anlagennutzungsgrade lassen sich durch solare Warmwasserbereitung in einer Größenordnung von ca. 10 % verbessern.

4.1.2 Technische / Wirtschaftliche Sparpotenziale

Die thermische Sanierung des Gebäudebestandes bietet die mit Abstand größten Einsparpotenziale. Idealerweise sollte sie sogar der Modernisierung des Heizungssystems vorausgehen, denn nach erfolgter Verbesserung des Dämmstandards eines Gebäudes kann die Leistung der Heizungsanlage auf etwa die Hälfte reduziert werden. Das senkt nicht nur die Anschaffungskosten, sondern erhält auch den Wirkungsgrad der Anlage und trägt damit dazu bei, die laufenden Energiekosten möglichst gering zu halten.
Der Energiebedarf zum Erhalt eines gewünschten Temperaturniveaus hängt von der wärmetechnischen Qualität der Gebäudehülle, den Lüftungsverlusten und dem Nutzerverhalten ab. Die energetische Qualität der Gebäudehülle im Bestand nimmt, von geringen Ausnahmen abgesehen, mit zunehmendem Baualter ab. Dies ist der Grund, warum gleiche Dämmmaßnahmen an älteren Gebäuden einen weitaus größten Effekt haben und damit auch deren Wirtschaftlichkeit höher ist.
Bei der Gebäudehülle geht man von Nutzungsdauern zwischen 25 und 50 Jahren aus. Jede Gebäuderenovierung, bei der auf eine energetische Sanierung verzichtet wird, ist somit für einen langen Zeitraum wirtschaftlich gesehen als Einsparpotenzial verloren. Deshalb sind Information und Aufklärung so extrem wichtig. Fassaden werden nun eben nicht wie Hemden gewechselt und auch nicht wie Autos, obwohl manche Sanierung weitaus billiger als das neue Auto wäre.
Die Auswirkung von Dämmmaßnahmen und die erreichbaren Einsparpotenziale können heute durch Simulationssoftware mit hoher Genauigkeit berechnet werden. Dies kann jeder Haus- oder Immobilienbesitzer im Rahmen einer Energieberatung ermitteln lassen und erhält damit im Voraus eine verlässliche Aussage über die zu erwartenden Energieeinsparungen und deren Kostenrelevanz.

4.1.3 Effizienz-, und Sparpotenziale im Strombereich

Die Hauptpotenziale im Strombereich sind anders als im Raumwärmebereich. Hier spielen die Effizientpotenziale die Hauptrolle. Die Verringerung des Stromverbrauchs durch Effizienzsteigerung bewirkt eine starke Primärenergiereduzierung, da eine kWh Strom 3 kWh Primärenergie benötigt. Wir wollen diese Effizienzpotenziale an einem alten Kühlschrank verdeutlichen, der 370 kWh/a (Endenergie) verbraucht. Das sind 1.110 kWh/a an Primärenergie. Diese Menge Strom könnte z.B. von einer 1,2 kWp Photovoltaikanlage (ca. 5.000 € Investitionskosten) im Jahr erzeugt werden. Ein neuer Kühlschrank der besten Klasse verbraucht nur ca.90 kWh/a Strom, entsprechend 270 kWh/a Primärenergie. Der Primärenergieverbrauch ist auf ¼ gesunken. Eine Photovoltaikanlage von nur 30 % der ursprünglichen Größe könnte diese Strommenge produzieren.

4.2 Öffentliche Gebäude

4.2.1 Energiesparpotenziale Raumwärme und Warmwasser

Der Endenergieverbrauch für Raumwärme und WW in den öffentlichen Gebäuden beträgt 2.445 MWh/a (Stand 2002), das ist 75% des gesamten Endenergieverbrauchs in diesem Bereich. Die Ermittlung der Einsparpotenziale erfolgt auf der Basis der Energiekennwerte. (siehe Anhang A-4) Die Differenz zwischen ermittelten Energiekennwerten und „Richtwerten“[22] ist das technische Effizienz- und Sparpotenzial. Im Anhang A-7 sind die Energiekennwerte der untersuchten Liegenschaften mit den jeweiligen Richtwerten dargestellt. Die Kindergärten Montessori und Kaltbrunn, das Verwaltungsgebäude Hegne und die Bodanrückhalle weisen hohe Effizienz- und Sparpotenziale auf.

„Kriterium für die vordringliche Sanierung eines Gebäudes ist zum einen die Höhe des Energiekennwertes, zum anderen aber auch die absolute Höhe des Heizenergieverbrauches. (Anteil am Gesamtenergieverbrauch) [Lücking u. a. 1994] Die Liegenschaften, die einen hohen Energieverbrauch haben, verfügen in den meisten Fällen über hohe Potenziale. (siehe Abb. 4-1) Die Grund- und Hauptschule und die Bodanrückhalle haben die größten Effizienz- und Sparpotenziale. In der Abb. ist auch der spezifische Energieeinsparkennwert jedes Gebäudes dargestellt. Dieser Wert ergibt sich aus der Differenz zwischen EKW und Richtwert. Aus den beiden Werten ist die Rangfolge hinsichtlich der energetischen Sparmaßnahmen der Gebäude besser ersichtlich. D.h. Gebäude, die einen hohen spezifischen Energieeinsparkennwert und große absolute Sparpotenziale haben, sollten vorrangig auf Sparmaßnahmen untersucht werden. Bei der Bodanrückhalle und der Grund- und Hauptschule ist dies der Fall. Bei den Kindergärten Montessori und Kaltbrunn sind die Energieeinsparkennwerte hoch aber die absoluten Energieeinsparungen niedrig. Diese Abb. kann damit als Basis für eine Prioritätenliste der Sanierungsmaßnahmen dienen. Trotz alledem ist es aber empfehlenswert, die einzelnen Objekte vor der Sanierung detailliert zu untersuchen.

[22] Richtwert wird in VDI 3807 als unterer Quartilsmittelwert bezeichnet, d.h. der Mittelwert der besten 25 Prozent aller erfassten Vergleichwerte gleicher Nutzung. Dieser Kennwert ist als Richtwert geeignet, da er empirisch belegbar ist (es gibt tatsächlich Gebäude mit diesem Kennwert)

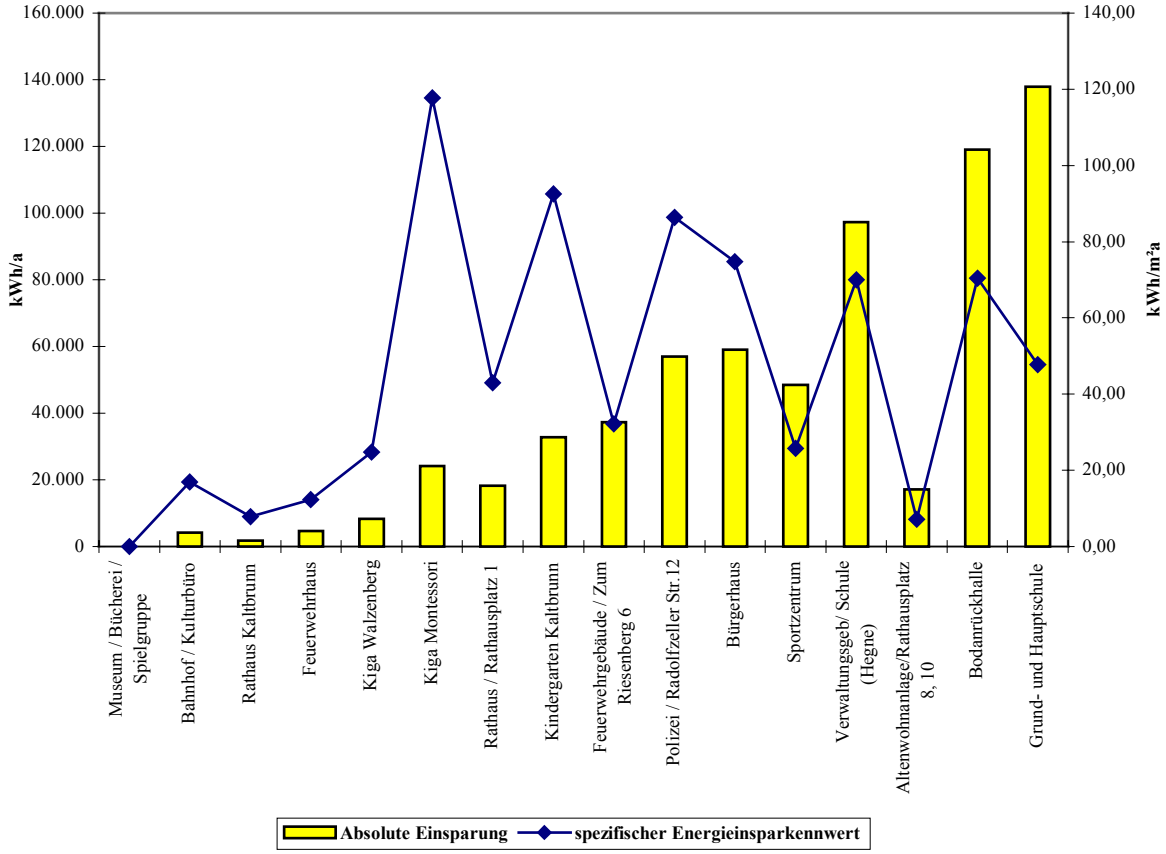


Abb. 4-1: Effizienz-, und Sparpotenziale im Raumwärmebereich in ÖE

4.2.1.1 Technische Effizienzpotenziale in Öffentlichen Einrichtungen

Bei der Bewertung der Beheizungsstruktur und der Heizungsanlagen in den Liegenschaften zeigt sich folgendes: die Ölheizungen haben einen Anteil von 53 % und sind zwischen 1980 und 1991 installiert worden. Gasanlagen haben einen Anteil von 40 % und sind zwischen 1985 und 1997 installiert worden. Liegenschaften, die mit Holz/Kohle beheizt werden, sind Mietwohnungen die sporadisch genutzt werden, wie z.B. die Asylantenwohnung. Auch Heizstrom wird nur in 3 Liegenschaften eingesetzt, mit meist temporärer Nutzung. (Aussegnungshalle)

Der Jahresnutzungsgrad[23] der Heizungssysteme ist durchschnittlich besser als bei den Wohngebäuden und liegt etwa zwischen 70 % und 82 %. Die Kesselnutzungsgrade der Heizungsanlagen sind relativ gut, da die meisten Kessel Niedertemperatur- und zum Teil auch Brennwertkessel sind. Die Verteilungsverluste sind wegen der meist gut gedämmten Leitungen auch im grünen Bereich. Dazu kommt, dass die Bereitschaftsverluste in 6 Heizungssystemen wegen der elektrischen Warmwasserbereitung auch relativ niedrig sind. Da Heizungsanlagen eine endliche Nutzungsdauer haben, die bei durchschnittlich 20 Jahren liegt, kann unterstellt werden, dass bis 2030 alle Anlagen erneuert wurden und damit einen optimalen Jahresnutzungsgrad besitzen. In den Gebäuden mit zentraler Warmwasserbereitung könnte der

[23] das Verhältnis von Nutzenergie (Wärme) zur eingesetzten Endenergie (Heizöl)

Jahresnutzungsgrad durch solare Warmwasserbereitung noch gesteigert werden. Der mittlere Jahresnutzungsgrad könnte dadurch von ca. 76 % auf ca. 86 % erhöht werden. Das Technische Effizienzpotenzial bei einer Erhöhung des Jahresnutzungsgrades auf 86 % entspräche einer Reduzierung des Endenergieverbrauchs (Raumwärme und Warmwasser) um ca. 13 %. Das wäre eine Endenergieeinsparung von 327 MWh/a. Primärenergetisch ist es eine Energieeinsparung von 360 MWh/a.

4.2.1.2 Technische Sparpotenziale Öffentlicher Einrichtungen

Die technischen Sparpotenziale sind sehr groß im Vergleich zu den Effizienzpotenzialen. Für die Ermittlung der Sparpotenziale ist die Altersstruktur der Liegenschaften entscheidend. In Abb. 4-2 ist die Anzahl der Gebäude und die gesamte beheizte BGF in jeder Baualtersklasse dargestellt. Bei einem Renovierungszyklus von 44 Jahren würden alle Gebäude, die vor 1986 gebaut worden sind, bis zum Jahr 2030 renoviert. Würden diese Gebäude bei Renovierung auch gleichzeitig thermisch saniert, dann sinkt der mittlere Heizwärmebedarf für die sanierten Gebäude (17.168 m² beheizte BGF) von 88 kWh/m²a auf 60 kWh/m²a. Die 60 kWh/m²a gilt hier als technisches Sparpotenzial. Da 78 % der BGF der öffentlichen Gebäude vor 1986 entstanden sind, sinkt der mittlere Heizwärmebedarf für alle Liegenschaften auf 64 kWh/m²a. Das technische Sparpotenzial beträgt damit bei 22.382 m² (gesamte beheizte BGF) 537 MWh/a. Bei einem mittleren Jahresnutzungsgrad von ca.86% nach der Sanierung würde der spezifische Endenergieverbrauch für Raumwärme und WW von derzeit 114 kWh/m²a auf 73 kWh/m²a sinken. Damit beträgt das gesamte **technische Effizienz-, und Sparpotential 917 MWh/a**. Das würde den derzeitigen Energiebedarf für Raumwärme von 2.445 auf 1.528 MWh/a reduzieren.

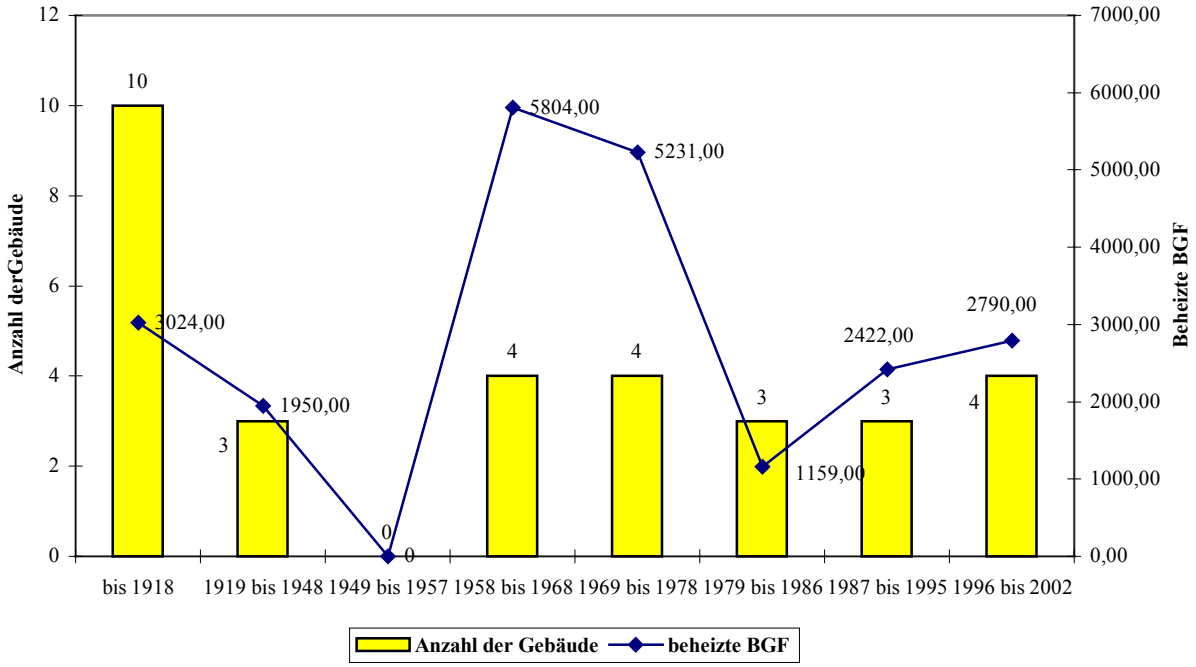


Abb. 4-1: Anzahl der Gebäude und BGF der jeweiligen Baualtersklassen in ÖE [Quelle: Gemeindeverwaltung]

4.2.2 Stromsparpotenziale in Öffentlichen Einrichtungen

Der Stromverbrauch der Gebäude hängt stark von der Nutzung (Schule, Verwaltungsgebäude, Sporthalle etc.) und der Geräte-Ausstattung (Beleuchtung[24], Arbeitshilfen[25], Diverse Technik[26], Elektrowärme[27], Zentral Dienste[28]) ab. Um die Effizienzpotenziale der einzelnen Anlagen und Geräte zu identifizieren, müssten für alle Geräte und Anlagen die Leistungen und deren Betriebszeit erfasst werden. Dies ist im Rahmen dieser Arbeit unmöglich. Um dennoch die Effizienzpotenziale im Strombereich ermitteln zu können, wurden die Potenziale nicht für einzelne Geräte ermittelt, sondern für das gesamte Objekt auf der Basis der Energiekennwerte geschätzt.

Die Ermittlung der Effizienz- (Ersatz durch effizientere Geräte oder Anlagen) und Sparpotenziale (Steuerung, Regelung und Nutzerverhalten) wird sich auf einen Hauptbereich „öffentliche Gebäude" beschränken. (siehe Abb. 4-3) Der Stromverbrauch in den öffentl. Gebäuden beträgt 242 MWh_{el} /a (Stand 2002). Das ist 28 % des gesamten Stromverbrauchs der öffentlichen Einrichtungen. Es wurden nicht für alle Liegenschaften die Energiesparpotenziale ermittelt, da manche Liegenschaften vermietet sind und dadurch kein Zugriff besteht. Die untersuchten Liegenschaften stellen mit 90 % die Hauptstromverbraucher dar.

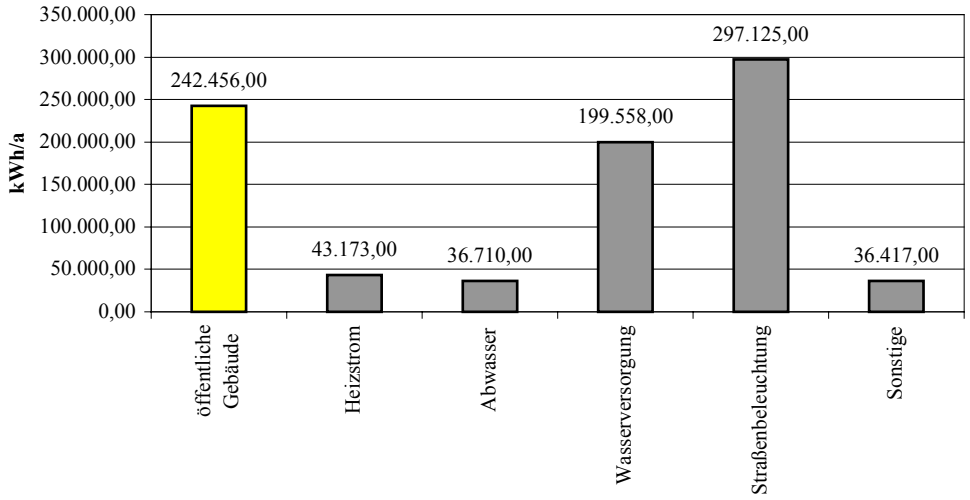


Abb. 4-1: Stromverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen Stand 2002
[Quelle: Gemeindeverwaltung]

---

[24] Beleuchtung: Allgemein, Arbeitsplatz, und Außenbeleuchtung

[25] Arbeitshilfen: PC, Monitore, Drucker, Kopierer, Telekommunikationseinrichtungen, Unterhaltungselektronik Haushaltkleingeräte, Kaffee-, und Teemaschinen

[26] Diverse Technik: Heizungsumwälz-, Warmwasserzirkulations-, Sanitärpumpen

[27] Elektrowärme: Elektroheizung, elektrische Warmwasserbereitung

[28] Zentrale Dienste: Haushaltgroßgeräte, Kücheneinrichtungen, Werkstatteinrichtungen

Ein Problem bei der Ermittlung der Wahl der relevanten Energiekennwerte ist, dass manche Liegenschaften gleichzeitig verschieden genutzt werden (z. B. Schule, Verwaltung und Wohnung). Außerdem sind teilweise Beleuchtungsanlagen für öffentliche Außenbereiche angeschlossen. Der Vergleich mit typischen Energiekennwerten kann deshalb nur eine grobe Analyse sein.

Im Anhang A-8 sind die Energiekennwerte der öffentlichen Gebäude mit den jeweiligen Richtwerten dargestellt. Gebäude wie Kulturbüro, Rathaus, Bodanrückhalle und Museum (Rathausplatz 2) haben erhebliche Sparpotenziale, während die Altenwohnanlage sogar unter dem Richtwert liegt. Die absoluten Energieeinsparungen pro Liegenschaft bieten ein differenzierteres Bild. Gebäude mit einem hohen Energieverbrauch verfügen in den meisten Fällen über hohe Potenziale. (siehe Abb. 4-4) Grund- und Hauptschule und Bodanrückhalle haben die größten Effizienz- und Sparpotenziale. In der Abbildung ist außerdem der spezifische Energieeinsparkennwert pro Gebäude dargestellt. Dieser Wert stellt die Differenz zwischen Energiekennwert und Richtwert dar.Bei Kulturbüro und Rathaus sind die Energieeinsparkennwerte hoch aber die absoluten Einsparungen niedriger als bei der Grundschule und Bodanrückhalle. Diese Abbildung kann als Prioritätenliste bei der Realisierung der Sparmaßnahmen betrachtet werden. Trotz alledem ist es empfehlenswert, vor der Durchführung von Maßnahmen die einzelnen Objekte detailliert zu untersuchen.

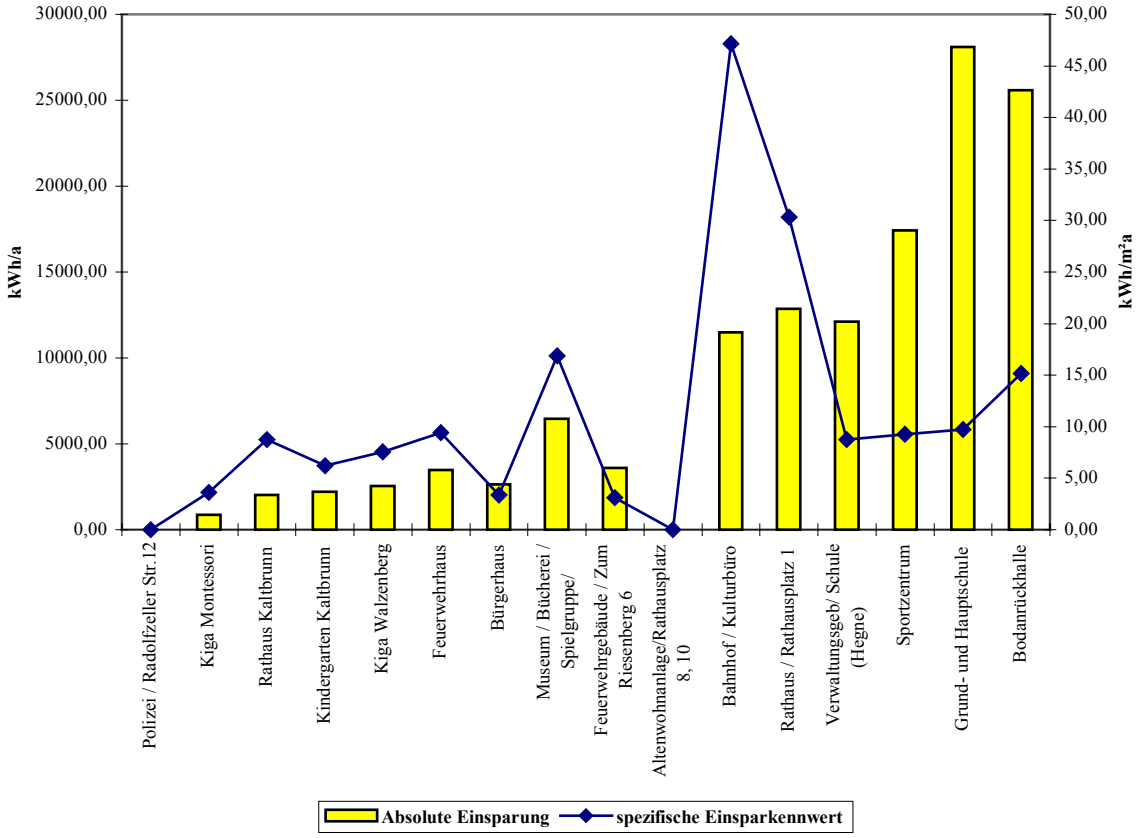


Abb. 4-2: Absolute Stromeinsparungen bei ÖE und jeweilige spez. Energieeinsparkennwerte

Unter der Annahme, dass die dargestellten Effizienz- und Sparpotenziale in den 16 Liegenschaften ausgeschöpft werden könnten, würde sich der Stromverbrauch (ohne Heizstrom) von derzeit 242 auf 110

MWh/a reduzieren. Das entspricht einer Energieeinsparung von 55 %, was primärenergetisch einer Summe von 347 MWh/a entspräche.

4.3 Wohngebäude / Haushalte

4.2.1 HH - Einsparpotenziale Raumwärme und Warmwasser

4.2.1.1 HH - Effizienzpotenziale

Um für die gesamten Anlagenverluste einen Rechenwert zu bekommen, haben wir die vorhandenen Anlagen zusammen mit den unterschiedlichen Gebäudestandards simuliert. (Energieberater 5.08) Die Ergebnisse von 29 Simulationen (s. Anhang A-2) wurden entsprechend der Anteile der unterschiedlichen Heizsysteme gewichtet und gemittelt. Das Ergebnis, unter Berücksichtigung eines etwa 35 %-igen Anteils an elektrischer Warmwassererwärmung, sind **durchschnittliche Anlagenverluste von 29,1 % im Bestand.**
Das Effizienzpotenzial nun absolut aufzusummieren ist wenig sinnvoll. Heizanlagen werden üblicherweise nicht wegen der Sparsamkeit neuer Anlagen erneuert, sondern weil sie alt und nicht mehr verlässlich sind, Reparaturen unverhältnismäßig teuer wären, oder der Gesetzgeber wegen Nichteinhaltung von Emissionsvorschriften dies verlangt. Heizanlagen amortisieren sich nie, sie verursachen Kosten bis zur letzten Betriebsstunde. Insofern unterliegt die Erneuerung von Heizanlagen einem gewissen Zyklus, der auch ohne besondere Aktivitäten mehr oder weniger automatisch abläuft. Bis zum Ende unseres Betrachtungszeitraumes wird es aus diesen Gründen sicherlich keine wirklichen Altanlagen mehr geben.
Die Frage von Wirtschaftlichkeit entsteht hier nur zwischen dem preiswertesten neuen und dem besten. Wir werden darauf in Kapitel 6 noch näher eingehen.
Unter der Annahme eines 25 %-igen Anteils an elektrischer Warmwasserbereitstellung im Jahr 2030, der kompletten wirtschaftlichen Sanierung der Gebäudehüllen und der Erneuerung aller Heizungsanlagen ergäben sich für einen Mix aus Holz-, Niedertemperatur- und Brennwertkessel **durchschnittliche Anlagenverluste von 20,6 %**.
Zum verhältnismäßig geringen Unterschied zwischen Bestand und Sanierungsziel sei noch angemerkt, daß es sich bei diesen Zahlen um relative Bezüge handelt. Wären alle Heizanlagen erneuert ohne dass der energetische Zustand der Gebäude verbessert wäre, fielen die Unterschiede natürlich erheblich höher aus.

4.2.1.2 HH - Technische / Wirtschaftliche Sparpotenziale

Um für den Wohngebäudebestand in Allensbach zu einer umfassenden Aussage zu kommen, stützen wir uns auf die Daten der sogenannten „Deutschen Gebäudetypologie“. Im Auftrag der „Enquette-Komission“ des Deutschen Bundestages wurde 1995 vom IWU-Institut in Darmstadt, das Energiesparpotenzial durch Wärmeschutzmaßnahmen für den deutschen Gebäudebestand bestimmt. Hierzu wurde der Bestand nach Baualter und Größe in Klassen eingeteilt. Jeder dieser Klassen wurde ein real existierendes Gebäude als

Repräsentant zugeordnet. Exemplarisch wurde im Rahmen der Studie die Energieeinsparung durch Wärmeschutzmaßnahmen für alle Repräsentanten unter verschiedenen ökonomischen Randbedingungen bestimmt.

Im Durchschnitt liegt das wirtschaftliche Einsparpotenzial bei gut 50 %, das technische bei gut 70 %, in Einzelfällen kann es bis zu 80 % sein.

Wirtschaftlich soll heissen , dass sich das eingesetzte Kapital innerhalb der Lebensdauer des Bauteiles durch Reduzierung der Energiekosten wieder zurückbezahlt, je früher , desto besser. Für gewisse Gebäudehüllenteile sind Maßnahmen allerdings nur dann wirtschaftlich, wenn sie im Zusammenhang mit sowieso anfallenden Reparaturen ausgeführt werden. Die Dämmung einer Fassade ist also immer dann wirtschaftlich, wenn aus Altersgründen eine Sanierung ansteht, d.h. schadhafter Putz ausgebessert oder erneuert wird. Für die Kosten der Dämmmaßnahmen werden in diesem Zusammenhang nur die zusätzlichen Kosten in Ansatz gebracht, d.h. durchschnittlich 30 €/m^2, wobei die Gesamtkosten zwischen 55 und 70 € liegen können.Nicht alle Teile der Gebäudehülle sind so komplex und aufwendig wie Fassade oder Dach und können deshalb jederzeit zu wirtschaftlichen Bedingungen renoviert werden. Die Kellerdecke kann mit geringem Aufwand gedämmt werden und bei etwas handwerklichem Geschick auch in Eigenleistung. Ähnlich verhält es sich mit ungenutzten Dachböden.

Aus der Tab. 4-1 sind die für die beiden Gebäudearten Ein- bis Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser innerhalb der verschiedenen Baualtersklassen die wirtschaftlich erreichbaren Heizwärmebedarfe zu ersehen. Der erreichbare Durchschnittswert für alle Gebäude von 74 kWh/m^2 a bedeutet gegenüber dem ursprünglichen Zustand (151 kWh/m^2 a) eine Einsparung um 51 %. Der erreichbare Endenergiebedarf von ca. 29.060 MWh/a ist offensichtlich keine Halbierung des ursprünglichen Bedarfs von 54.443 MWh/a. Hier zeigt sich, dass die Verluste der Wärmebereitstellung, insbesondere der Warmwasserbereitung auf keinen Fall zu halbieren

sind, ohne dass man zu weitergehenden Maßnahmen, wie z.B. solarer Warmwasserbereitung oder Heizungsunterstützung greift. Das Effizienz- und wirtschaftliche Sparpotenzial an Endenergie beträgt somit 46 % (25.380 MWh/a).

Solare Warmwasserbereitung

Für die solare Warmwasserbereitung geht man als Faustformel von 0,7 bis 1m^2 Kollektorfläche pro Person aus, die bei ca. 75 l/Person Speichervolumen eine Deckung des Warmwasserbedarfs von ca. 50 bis 60 % leisten kann. Durch Simulation[29] lassen sich auch die Energiemengen ermitteln, die durch 1 m^2 Solarkollektoren im Zusammenhang mit ca. 75 l Speichervolumen eingespart werden können. Das Ergebnis für einen Niedertemperaturkessel ist **ca. 550 kWh/a an Einsparung.** Die Anlagenverluste fallen dabei um ca. 10 %. Im Zusammenhang mit einem Brennwertkessel ist die Energieeinsparung etwas niedriger, beim Pelletkessel etwas höher.

[29] Simulationssoftware Getsolar

Tab. 4-1: Heizwärmebedarfsermittellung- Wirtschaftliches Potenzial

Baualters-klassen		Wfl. Ges. m2	Wfl. M2 1-2 WE	F1	qH san. kWh/m2	F2	QH f. Geb. m. 1-2 WE	Wfl. M2 > 2 WE	qH san. kWh/m2	F2	QH f. Geb. > 2 WE
bis 1918	**A/B**	31.506	21.264	0,94	90	0,97	1.744.925	10.243	85	0,97	844.495
1919 - 48	**C**	14.380	9.690	0,94	75	0,97	662.635	4.690	80	0,97	363.975
1949 - 57	**D**	9.170	5.347	0,94	80	0,97	390.045	3.822	70	0,97	259.541
1958 - 68	**E**	34.704	20.216	0,94	80	0,97	1.474.652	14.487	60	0,97	843.172
1969 - 78	**F**	72.289	41.582	0,94	75	0,97	2.843.596	30.707	55	0,97	1.638.226
1979 - 83	**G**	26.315	18.503	0,94	70	0,97	1.181.001	7.811	60	0,97	454.611
1984 - 94	**H**	64.874	39.859	0,94	70	0,97	2.544.041	25.015	70	0,97	1.698.519
1995 - 02		34.255	22.752	0,94	90	0,97	1.867.075	11.503	60	0,97	669.475
31.12.02		287.493	179.213				12.707.970	108.279			6.772.012
Mittelwert					78				68		
Mittelwert alle Geb.									74		

Heizwärmebedarf ges.	kWh/a	19.479.982	kWh/a
WW-Wärmebedarf ges.	12,5 * Wfl.ges.	3.593.665	kWh/a
Anlagenverluste	20,6% d. EE	5.986.362	kWh/a
Endenergiebedarf		29.060.008	kWh/a
Endenergiebedarf / m2	101		
Endenergiebedarf / WE	8.801		

F1 5% unbeheizte Wohnfl. + 1% unbeheizte Ferienwohng. (1.642 m2) in EFH's
F2 Klima-Korrerkturfaktor (Allensbach/Deutschland)

Solare Heizungsunterstützung

Eine solare Heizungsunterstützung kann in den verschiedensten Größen ausgelegt werden. Eine relativ wirtschaftliche Größenordnung scheint die Kombination einer Kollektorfläche, die etwa 10 % der Wohnfläche ausmacht und ein Speichervolumen von ca. 70 l/m^2 Kollektor. Die Simulation einer solchen Anlage mit einem EFH von 140 m^2 Wfl., NT-Kessel, 75 kWh/ m^2 Heizwärmebedarf und folglich 14 m^2 Kollektor mit ca. 1.000 l Speichervolumen ergibt eine durchschnittliche **Einsparung von 460 kWh/ m^2 a.** Anders ausgedrückt würde damit in diesem EFH 38 % der Endenergie eingespart werden.

4.2.2 HH - Stromsparpotenziale

Um die Sparpotenziale im Strombereich des Verbrauchssektors Haushalt zu ermitteln, werden erstens der durchnittliche Strombedarf und die durchschnittliche Ausstattungsrate der Haushaltsgeräte und -Anlagen in Deutschland auf Allensbach übertragen (siehe Anhang A-9). Der Strombedarf für Heizzwecke beträgt damit 19 % des gesamten Strombedarfs der Haushalte, obwohl nur 4 % der Haushalte Heizstrom beziehen. Der Strombedarf für elektrische Warmwasserbereitung mit einer Ausstattungsrate von 38 % beträgt 14 % des gesamten Stromverbrauchs der Haushalte. Kühlgeräte, (Kühlschank, Gefriergerät, K/G- Kombination) verbrauchen zusammen fast 16 %.Für alle Geräte wurde eine durchschnittliche Nutzungsdauer von ca. 15 Jahren angenommen, d.h. theoretisch werden die Geräte bis 2030 mindestens einmal ausgetauscht.

Zweitens wurde anhand der Ausstattungsrate im Jahr 2030, dem Strombedarf der effizientesten Geräte und der Anzahl der Haushalte im Jahr 2030 der Strombedarf der Haushaltgeräte für das Jahr 2030 ermittelt

(siehe Anhang A-10.). **Die Differenz zwischen Stromverbrauch 2002 und Strombedarf 2030 ist das technische Effizienzpotenzial** (siehe Abb.4-5)

Bei dem Vergleich des Strombedarfs im Jahr 2000 und 2030 stellt man fest, dass der Strombedarf für Stand-by Funktionen (Leerlauf) von 3 % auf 10 % steigen wird. Geräte mit solchen Funktionen werden einen erheblichen Zuwachs verzeichnen. Die Ausschöpfung des diesbezüglichen Sparpotenzials liegt alleine in der Hand der Nutzer. Bereits heute könnten wir nach Hochrechnungen für die BRD ein durchschnittliches Kernkraftwerk abschalten, durch Abschalten dieser Geräte bei Nichtgebrauch.

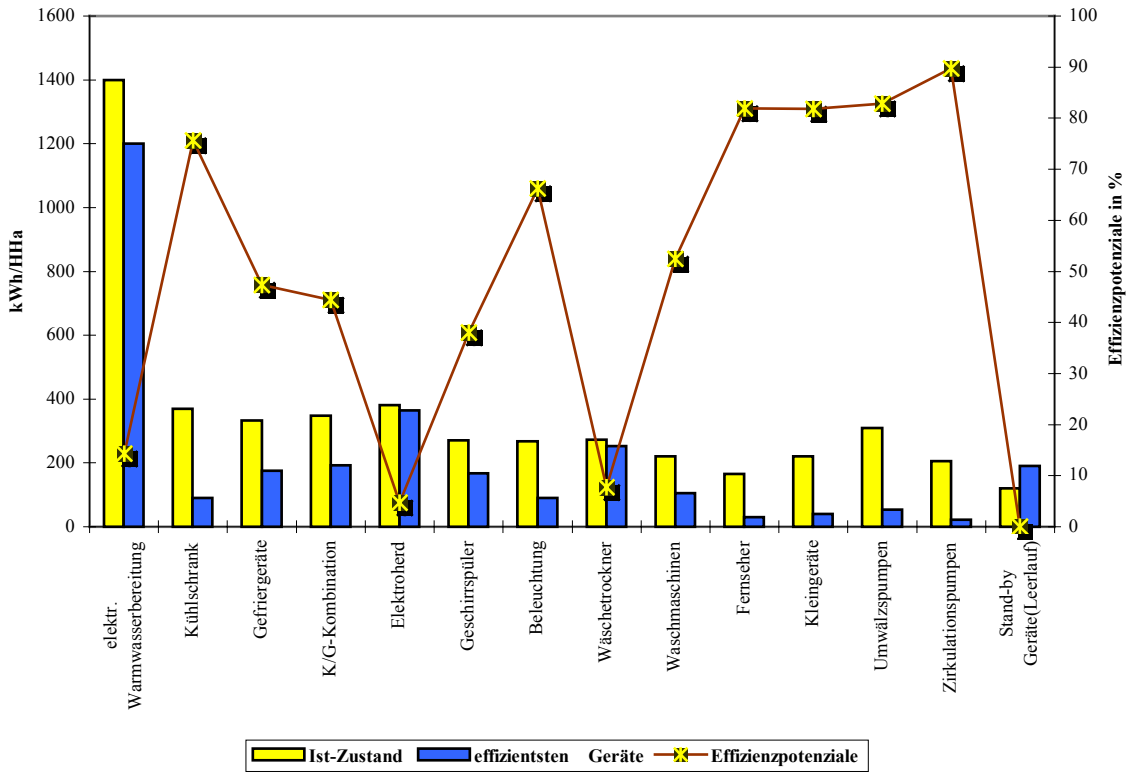


Abb. 4-1: Stromverbrauch und Effizienzpotenziale der Haushaltsgeräte

Bei Kühlschränken sinkt der Strombedarf von 8 auf 3 %. Elektroherde werden dann die Hauptverbraucher sein mit 17 %. Die Ausstattungsrate wird auf 89 % steigen, bei insgesamt geringem Effizienzpotenzial von 17 %. Hohe Effizienzpotenziale von fast 90 % haben die Umwälzpumpen der Heizungsanlagen. Der Stromverbrauch der Umwälzpumpen wird von 6 auf 2 % sinken. Durch den Austausch der vorhandenen Elektrogeräte mit neuen effizienten Geräten sinkt der Strombedarf der Haushalte von 11.326 auf 6.180 MWh/a, das sind 45 % weniger. Die Sparpotenziale durch Verbraucherverhalten, wie z. B. Ausschalten der Stand-by Funktionen, wurde nicht berücksichtigt. Damit beträgt die mögliche Primärenergieeinsparung für Haushalte 13.534 MWh/a.

4.3 Rationelle Energieanwendungen

4.3.1 Potenziale für den Einsatz von BHKW's

Der Stromverbrauch der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen von 12.244 MWh/a hat einen Primärenergieverbrauch von 32.197 MWh/a zur Folge. Das bedeutet Energieverluste von 19.646 MWh /a, das entspricht 61 %. Diese entstehen bei der Umwandlung von Primärenergie zur Endenergie (Strom) aufgrund des derzeitigen Wirkungsgrades der Kraftwerke von durchschnittlich 34 %. Obwohl diese Verluste außerhalb der Gemeindegrenze entstehen, könnten sie durch den Einsatz von BHKW's erheblich reduziert werden. BHKW's können Wirkungsgrade zwischen 80 und 90 % erreichen.

Für die Einsatzbedingungen von BHKW's müssen die Bedarfsstrukturen von thermischer und elektrischer Energie berücksichtigt werden. Es gibt also grundsätzlich zwei Möglichkeiten, nach denen die Leistungen von BHKW's ausgelegt werden können, entweder nach der Höhe und Struktur des Wärmebedarfs, oder nach der Höhe und Struktur des Strombedarfs.

Wärmegeführte BHKW's (Wärme als Primär-Produkt) setzt man bei großem Wärmebedarf ein, z.B. beim Zusammenschluss mehrerer Verbraucher zu einer zentralen Versorgung (Nahwärme). Ein wirtschaftlicher Betrieb der BHKW- Anlage hängt zu einem großen Teil davon ab, dass die Motoren eine hohe Laufzeit (Volllaststunden) erreichen. Die Auslegung der BHKW- Anlagen erfolgt daher so, dass das BHKW die Grundlast des Wärmebedarfs abdeckt mit einem möglichst hohen Anteil an der Deckung des Wärmebedarfes. Die Spitzenlast des Wärmebedarfs wird über eine Kesselanlage gedeckt. Bei einem stromgeführten Betrieb sind die BHKW-Anlagen dort einzusetzen, wo hoher Strombedarf besteht und Wärme als Nebenprodukt genutzt werden kann. Die Wirtschaftlichkeit der stromgeführten Anlagen hängt zu einem großen Teil davon ab, ob der Strom für den eigenen Bedarf genutzt werden kann und möglichst wenig Strom eingepeist wird, da die Vergütung für solchen Strom zumeist außerordentlich niedrig ist. [Vergl. BINE 2002]

4.3.2 BHKW- Potenzial in Öffentlichen Einrichtungen

Bei dem Einsatz der BHKW's geht es darum, die BHKW`s in den vorhandenen Heizungssystemen zu integrieren. Sie decken die Wärme-Grundlast ab und der vorhandene Kessel deckt die Spitzlast ab. Für Abschätzungen des Potenziales wurden die Liegenschaften, die hohe Energieverbrauche für Raumwärme und Erdgasheizungen haben, als mögliche Einsatzorte für BHKW's ausgesucht. Mit diesen Rahmenbedingungen könnten 4 BHKW`s mit der Leistungsklasse 15 kW eingesetzt werden. Mittelfristig und langfristig können Brennstoffzellen- BHKW`s mit 5,5 kW und 15 kW Leistung in Gebäuden mit niedrigem Bedarf eingesetzt werden. Hemmnisse wie sehr niedrige Preise für den rückgespeisten Strom von den Energieversorgern oder zusätzliche Investitionen bei nicht ausreichendem Platzangebot bezüglich des Einsatzes von BHKW's in bestehenden Heizungsanlagen, könnten den Einsatz von BHKW's negativ beeinflussen.

Die Primärenergieeinsparung durch Einsatz von BHKW`s resultiert daraus, dass durch KWK und damit guter Ausnutzung der Primärenergie erheblichere Einsparungen als bei einer getrennten Erzeugung von Wärme und Strom gemacht werden. Die erzielbare Einsparung an Primärenergie ist in erster Linie abhängig vom elektrischen Wirkungsgrad der BHKW's. Gleichzeitig wird sich die Einsparung reduzieren, wenn die Nutzungsgrade der konventionellen Prozesse zur getrennten Bereitstellung von Strom und Wärme verbessert werden. Die Primärenergieeinsparungen sind also höher bei BHKW's mit hohem elektrischen Wirkungsgrad.. Zur Identifizierung der Primärenergieeinsparung durch den Einsatz von BHKW's wurde die Methode von AUSE eingesetzt. [Gailfuß 2004]

In der Tab. 4-3 sind die Primärenergieenergieeinsparungen durch Einsatz von 4 BHKW's dargestellt. Die gesamten Leistungen der BHKW's betragen 60 kW_{el}. Damit werden bei 6000 Volllaststunden 360 MWh_{el} /a Strom erzeugt. Das sind fast 44 % des gesamten Stromverbrauchs der öffentlichen Einrichtungen im Jahr 2002. Die anfallende Wärmemenge beträgt 768 MWh/a. Der Primärenergieaufwand beträgt 1336 MWh/a und würde bei getrenntem Strom und Wärmeerzeugung 1855 MWh/a betragen. Die absolute Primärenergieeinsparung in diesem Fall beim Einsatz von 4 BHKW`s beträgt 519 MWh/a.

Tab. 4-1: Primärenergie: BHKW / getrennte Erzeugung von Strom und Wärme

Elektrische Leistung je BHKW	kW_{el}	15,00
Thermische Leistung je BHKW	kW_{th}	32,00
Anzahl der BHKW`s		4,00
Gesamte Leistung der BHKW's	kW_{el}	60,00
Vollbenutzungsstunden	h	6.000,00
gesamte Jahresbrennstoffmenge	kWh_{End}	1.176.000,00
Strom	kWh_{el} /a	360.000,00
Wärme	kWh_{th} /a	768.000,00
Primärenergieaufwand BHKW`s	kWh_{PE} /a	**1.335.936,00**
getrennte Erzeugung von Strom und Wärme		
Heizkessel (Wirkungsgrad 90 %, ohne Verteilungsverluste)	kWh_{End} /a	853.333,33
Primärenergieaufwand des erzeugten Stroms	kWh_{PE} /a	885.600,00
Primärenergieaufwand, Heizkessel	kWh_{PE} /a	969.386,67
Primärenergieaufwand ungekoppelt	kWh_{PE} /a	**1.854.986,67**
Absolute Primärenergiemenge- Einsparung	kWhPE /a	**519.050,67**

4.3.3 BHKW- Potenzial in Wohngebäude

Hier ist auf Grund des hohen Anteils an EFH und niedrigen Anteils an MFH der Einsatz von BHKW`s nur in kleinen Leistungsklassen möglich. Die Ermittlung der technischen Potenziale wurde wie folgt vorgenommen: Die Anzahl der Wohngebäude mit Gasanschluss, gelten grundsätzlich als technische

Potenziale für den Einsatz von BHKW's. Die Gasheizungen, bei einer Lebensdauer von 20 Jahren, werden in den nächsten 26 Jahren erneuert werden müssen. Die Anzahl der betroffenen Erdgasheizungsanlagen beträgt 345. Davon sind schätzungsweise 40 Gasheizungsanlagen, die in Mehrfamilienhäusern oder Wohngebäuden mit gewerblicher Nutzungen installiert sind. Die Heizungsanlagen in diesen 40 Wohngebäuden könnten durch Motor- BHKW`s (Leistungsklasse 5,5 $kW_{el}$) ersetzt werden. Die anderen 305 Heizungsanlagen könnten aufgrund des niedrigen Bedarfs durch Brennstoffzellen- BHKW`s (Leistungsklasse zwischen 1 kW_{el} und 5 kW_{el}) ersetzt werden. Brennstoffzellen haben einen hohen elektrischen Wirkungsgrad und daher sind die Primärenergieeinsparungen entsprechend höher als bei Motor- BHKW`s.

Das technische Potenzial von 40 Motor- BHKW`s (Leistungsklasse 5,5 kW_{el}) mit einer gesamten BHKW-Leistung von 220 $kW_{el.,}$ beträgt ohne Berücksichtigung der technischern Restriktionen, lokalen Hindernisse und der Wirtschaftlichkeit bei 6000 Volllaststunden 1.320 MWh/a elektrischen Stroms. Das sind fast 12 % des gesamten Stromverbrauchs der Haushalte für das Jahr 2002. Die anfallende Wärmemenge beträgt 3.000 MWh/a. Der Primärenergieaufwand beträgt 5.589 MWh/a und würde bei getrennter Strom- und Wärmeerzeugung 7.034 MWh/a betragen. Die absoluten Primärenergieeinsparungen würden beim Einsatz von 40 BHKW`s 1.445 MWh/a betragen.

4.3.3.1 Brennstoffzelle- BHKW

Da der spezifische Wärmebedarf von Gebäuden zukünftig erheblich sinken wird, und der spezifische Elektrizitätsbedarf etwa konstant bleibt oder leicht steigt, sind langfristig der Einsatz von Brennstoffzellen zur Senkung des Primärenergieverbrauchs von hoher Bedeutung. Brennstoffzellen- BHKW`s haben im Vergleich zum Motor- BHKW einen hohen elektrischen Wirkungsgrad (zwischen 40 und 60%), hohe Betriebsstunden und gute Teillastfähigkeiten. [BINE 2002] Damit sind sie für flexible Stromerzeugung interessant und gleichzeitig bewirken sie hohen Primärenergieeinsparungen. Der elektrische Wirkungsgrad ist nahezu unabhängig von der Anlagegröße [ASUE 2004]. Durch diese Eigenschaften könnten sie für Hausenergieversorgung aber auch Energieversorgung von kleinen Verwaltungsgebäuden eingesetzt werden. Die spezifischen Preise sind zur Zeit sehr hoch. Die Entwickler von Brennstoffzellen-Systemen rechnen jedoch damit, die Herstellkosten in den nächsten Jahren je nach Zellentyp und elektrischer Leistung auf ein Preisniveau zwischen 1.200,- und 2.000,- €/kW_{el} senken zu können.[Erdmann 2004] Die Markteinführung der Technologie wird für die Zeit nach 2005 geplant, so dass mit einer signifikanten Marktdurchdringung erst nach 2010 gerechnet werden kann. Die Ermittlung der technischen Potenziale der Brennstoffzellen-BHKW`s kann wie folgt vorgenommen werden: 9 Liegenschaften besitzen Gasheizungen. Davon wurden schon 5 Liegenschaften mit Motor- BHKW`s geplant. So könnten für die restlichen 4 Liegenschaften Brennstoffzellen- BHKW`s (Leistungsklasse zwischen 1 kW_{el} und 5 kW_{el}) eingesetzt werden. Mit installierten Brennstoffzellen- BHKW's von etwa 12 kW_{el} , 7000 Vollaststunden und 40 % elektrischem Wirkungsgrad werden 84 MWh/a Strom erzeugt. Die anfallende Wärmemenge beträgt 105 MWh/a. Der gesamte Primärenergieaufwand der Brennstoffzellen- BHKW`s beträgt 239 MWh/a und würde bei

getrennter Strom- und Wärmeerzeugung 339 MWh/a betragen. Die absoluten Primärenergieeinsparungen beim Einsatz von 4 Brennstoffzellen- BHKW`s in öffentlichen Einrichtungen betragen 101 MWh/a.
In Haushalten ist das Potenzial höher. Das technische Potenzial ergibt sich aus der Anzahl der Heizungsanlagen in den Wohngebäuden, die mit Gas befeuert werden und niedrigen Wärmebedarf haben. Das sind 304 Heizungsanlagen, die mit 304 Brennstoffzellen-BHKW`s ersetzt werden können. Das technische Potenzial für Brennstoffzellen, ohne Berücksichtigung technischer Restriktionen und der Wirtschaftlichkeit, liegt bei 304 Brennstoffzellen, mit einer gesamten installierten Leistung von etwa 400 $kW_{el.}$ Bei 7000 Volllaststunden und 40 % elektrischem Wirkungsgrad werden 2.800 MWh_{el} /a Strom erzeugt. Die anfallende Wärmemenge beträgt 3.500 MWh/a. Der gesamte Primärenergieaufwand der Brennstoffzellen-BHKW`s beträgt 7.952 MWh/a und würde bei getrennter Strom- und Wärmeerzeugung 11.306 MWh/a betragen. Die absoluten Primärenergieeinsparungen in diesem Fall beim Einsatz von 304 Brennstoffzellen-BHKWs betragen 3.354 MWh/a.
Bemerkungswert sind hier die hohen Primärenergieeinsparungen beim Einsatz von Brennstoffzellen-BHKW's, aufgrund der hohen elektrischen Wirkungsgrade, im Vergleich zu Motor- BHKW's. Die gesamte Primärenergieeinsparung durch den Einsatz von BHKW`s überhaupt beträgt 5.419 MWh/a. Das sind 6 % Primärenergieeinsparung. Der Anteil der erneuerbaren Energien hat sich durch diese Einsparung von 2,9 % auf 3,2 % erhöht.
Da für Brennstoffzellen- BHKW's erst nach 2010 mit signifikanter Marktdurchdringung gerechnet werden kann, würde das bedeuten, dass die Potenziale des Einsatzes von Brennstoffzellen bis ins Jahr 2030 nicht ausgeschöpft werden.

4.4.2 Potenziale für Gasmotor-Wärmepumpen

Gasmotor-Wärmepumpen (GM-WP) sind in Deutschland bis jetzt nur selten anzutreffen. Sie bieten gegenüber Standard Wärmepumpen mit elektrischem Antrieb einen erheblichen primärenergetischen Vorteil. Der Wirkungsgrad bezogen auf die eingesetzte Primärenergie beträgt Strom 1,25 und bei Gas 1,55, d.h. 100 Einheiten Primärenergie liefern im Falle der GM-WP 155 Einheiten Wärme. Der zweite große Vorteil ist die absolute Höhe des Wärmeangebotes von 70° ohne Wirkungsgrad Einbußen. Die gasbetriebene WP liefert nicht nur Wärme aus der Umwelt, sondern auch Motorabwärme mit etwa 90° und ist damit auch für die Beheizung mit Heizkörpern (70/55°) geeignet. Der dritte große Vorteil von GM-WP ist, dass durch einen WP Einsatz in größerem Stil die Stromnetze nicht belastet werden, damit keine zusätzlichen Kosten für den Ausbau der Netze entstehen, und gleichzeitig keine neue Behinderung für den Ausstieg aus der Kernkraft aufgebaut wird.
Bislang waren die Einsätze auf Gebäudekomplexe mit einer Nennheizleistung von etwa 500 kWh beschränkt. In Japan sind allerdings seit längerem Geräte im Einsatz mit Motorleistungen von 15 kW. Diese Geräte werden zur Zeit verschiedentlich in Deutschland getestet. Sie wären geeignet für eine Nennheizleistung von ca. 25 kW. Heutige Mehrfamilienhäuser liegen meist in diesem Bereich. Bei guter Dämmung werden zukünftig allerdings nur MFH mit 6 Wohneinheiten und mehr darunter fallen.

Aktuell gibt es etwa 50 Gebäude dieser Kategorie. Unter der Annahme, dass die Hälfte davon mit Gas versorgt sein wird, wären also 25 GM-WP zu installieren. **Bei einer durchschnittlichen Nutzwärme von 55 MWh ergäbe diese eine Jahressumme von 1.375 MWh.** Vergleicht man nun die GM-WP mit einem alternativen Brennwertkessel, dann kann man bei Vorlauftemperaturen von 70/55° nur von einem Nutzungsgrad (Heizung) von 0,97, bezogen auf Endenergie, ausgehen. Auf Primärenergie bezogen sind das (0,97/1,1) 0,88 d.h. wir haben eine Wirkungsgraddifferenz von 67 %. (155-88) Für die Nutzenergie von 1.375 MWh wären also mit einem Brennwertkessel ca. 1.560 MWh Primärenergie nötig. Die GM-WP benötigt nur ca. 890 MWh. (1.375/1,55) Absolut gesehen eine Reduzierung um 675 MWh, **entsprechend ca. 43 % Einsparung**.

Kapitel 5 Potentiale der erneuerbaren Energien

Die technischen und wirtschaftlichen Potenziale der erneuerbaren Energien dienen dem theoretischen Nachweis, dass der nach der Ausschöpfung der Effizienz- und Sparpotenziale verbleibende Energiebedarf auf jeden Fall zur Hälfte mit erneuerbaren Energien gedeckt werden könnte. Diese Potenziale hängen von den politischen und lokalen Rahmenbedingungen ab, vom technologischen Fortschritt, von der Preisentwicklung auf dem Energiemarkt und von nicht vorhersehbaren Einflüssen. Wegen dieser Komplexität geht es hier in erster Linie um den prinzipiellen Nachweis, dass die Bedarfsdeckung mit Hilfe weitgehend regionaler, emissionsneutraler Energiequellen theoretisch möglich ist.

5.1 Photovoltaik

5.1.1 Grundsätzliches

Photovoltaik ist die Möglichkeit schlechthin aus Sonnenstrahlung direkt elektrischen Strom zu produzieren und das an jeder beliebigen Stelle der Erde. Die Effektivität ist zwar nicht besonders hoch, jedoch ist man mittlerweile bei ca. 15 % Energieausbeute angelangt. Ohne Kraftwerk und jegliche Luftverschmutzung kann jeder für sich Strom produzieren. Aktuell sind weltweit im Verhältnis zum gesamten Strombedarf nur winzige Kapazitäten installiert. Unter dem Einfluß verschiedener Marktanreizprogramme werden weltweit die Produktionskapazitäten vervielfacht. Man geht deshalb von Zuwachsraten zwischen 20 und 50 % aus. Das gerade erst novellierte EEG (Energieeinspeisegesetz) bietet für Interessenten gute Voraussetzungen. Die Vergütung beträgt seit der Novellierung vom 2.4.2004 folgende Sätze:

Bis 30 kW Leistung 57 Ct/kWh
> 30 kW Leistung 54,6 Ct/kWh
> 100 kW Leistung 54 Ct/kWh

Es werden zusätzlich 5 Ct vergütet bei anderer Montage als auf Dächern. Diese Vergütungssätze versprechen nicht nur die Steigerung der eigenen Unabhängigkeit und einen Beitrag zur Entlastung der Umwelt, sondern auch eine Rendite.

5.1.2 Solarpotenzial Abschätzung

Zur Potenzialabschätzung sind einige Annahmen zu treffen. Es erscheint weder sinnvoll noch wünschenswert, andere als bereits überbaute Flächen mit Photovoltaikmodulen zu belegen. Wichtigste Voraussetzung ist, dass sie ausreichend zur Sonne ausgerichtet und unverschattet sind. Die nächstliegenden Flächen sind freie, in +- 30° nach Süden ausgerichtete Dachflächen mit einer Neigung von ca. 35°.

5.1.2.1 Solarpotenzial Wohnbereich

Bei der Definition der verfügbaren Flächen im Wohnbereich haben wir uns an die Systematik von „Solarcomplex“ angelehnt. [SolarCo 2002] Wohngebäude haben entweder geneigte Dächer mit einer Dachneigung zwischen 30 und 65° oder Flachdächer.

Mittlere Dachflächen für Wohngebäude werden wie folgt angenommen:

Gebäude mit 1 Wohnung	116 m^2
Gebäude mit 2 Wohnungen	143 m^2
Gebäude mit 3 u. mehr Wohnungen	220 m^2

Anzahl der Wohngebäude in Allensbach dieser Typen beträgt:

Gebäude mit 1 Wohnung	740
Gebäude mit 2 Wohnungen	380
Gebäude mit 3 u. mehr Wohnungen	322

Das Verhältnis von Wohngebäuden mit geneigten zu denen mit Flachdächern beträgt für:

Gebäude mit 1 Wohnung	95 / 5%
Gebäude mit 2 Wohnungen	98 / 2%
Gebäude mit 3 u. mehr Wohnungen	92 / 8%

Die Firstrichtungen von Wohngebäuden mit geneigten Dächern sind annähernd gleich verteilt. Von der gesamten Fläche geneigter Dächer ist ein Segment von 70° (+-35° zur Südrichtung) geeignet, das sind rund 20% der gesamten geneigten Dachfläche.Von diesen grundsätzlich geeigneten Flächen muß für Schornsteine, Dachfenster, Lüftungsschächte und ähnliche Hindernisse, sowie Verschattung rund ein Fünftel abgezogen werden. Auf Flachdächern können Kollektor oder Modulreihen auf Gestellen sowohl in der Ausrichtung wie in der Neigung optimal zur Sonne ausgerichtet werden. Da sich aber die Reihen abhängig vom Sonnenstand gegenseitig verschatten können, wird eine optimale Belegung dann erreicht, wenn etwa ein Drittel der Dachfläche mit Modulen belegt ist. Analog zu geneigten Dächern muß ein weiteres Fünftel der verbliebenen Fläche für bauliche Hindernisse abgezogen werden.

In der folgenden Tab. 5-1 ist die Prozedur der Ermittlung des gesamten technischen Potenzials für Solaranlagen auf Wohnhäusern. dargestellt. Die gesamte beträgt ca. 34.900 m^2.

Tab. 5-1: Technische Potenziale für Solaranlagen auf Wohnhäusern

Gebäudearten	**Anzahl**	**Dachfl.** ges. m^2	**Verhältnis** gen./flach	**Dachfl. gen.** +/- 35° Süd	**Dachfl.** flach ~1/3	**abzgl. 1/5** f. Hindern.	**Dachfl.** gen m^2	**Dachfl.** flach m^2
Geb. m. 1 WE	740	116	95/5	0,2	0,33	0,8	13.047,7	1.133,1
Geb. m. 2 WE	380	143	98/2	0,2	0,33	0,8	8.520,5	286,9
Geb. > 2 WE	322	220	92/8	0,2	0,33	0,8	10.427,6	1.496,1
Summe							31.995,8	2.916,1

Ges. Summe = **34.912** m^2

5.1.2.2 Solarpotenzial Öffentliche Einrichtungen

Dieses Potenzial für die Gebäude der Gemeinde und der Kirche wurde von uns durch eigene Recherchen vor Ort ermittelt (siehe Anhang A-11). Es ergibt sich eine Gesamtsumme von ca.
3.000 m^2, die für PV-Nutzung geeignet ist.

5.1.2.3 Solarpotenzial Gewerbe

Durch eigene Recherchen im Gewerbegebiet konnten wir eine Summe von ca. 5.050 m2 an geeigneten Flächen ermitteln. Für die im Siedlungsgebiet verteilten Gebäude (Handel und Gewerbe, einschließlich Kliniken und Kloster Hegne) nehmen wir als Schätzung zusätzliche 2.000 m^2. an. Dies ergäbe eine Gesamtsumme für Industrie, Handel und Gewerbe von ca. 7.000 m^2.

.

5.1.2.4 Solarpotenzial Landwirtschaft

Im Rahmen einer Projektarbeit an der FH-Rottenburg wurde auf dem Hof des Landwirts Müller in Kaltbrunn ein solares Potenzial von 500 m^2. Anhand der Größen der Bauernhöfe hochgerechnet ergäbe sich ein theoretisches Potenzial von 1.908 m^2. Die Gebäude des Müllerhofes scheinen allerdings sehr ideal ausgerichtet zu sein, sodass wir von den zusätzlichen ca. 1.400 m^2 nur die Hälfte als geeignete Flächen zur Anrechnung bringen. Dies ergäbe also eine Gesamtsumme von 500 + 700 = 1.200 m^2.

5.1.2.5 Solarpotenzial Zusammenfassung

Das gesamte Potenzial solarer Energiegewinnung für Allensbach setzt sich also wie folgt zusammen:

Wohnen	34.900 m^2.
Öffentliche Einrichtungen	3.000 m^2.
Gewerbe etc.	7.000 m^2.
Landwirtschaft	1.200 m^2.

Wir gehen davon aus, dass die ermittelten Flächen für die einzelnen Bereiche eher konservativ vorgenommen wurden und nicht an der möglichen Obergrenze liegen. Außerdem können nicht nur vorhandene Dachflächen genutzt werden sondern auch geeignete Fassadenflächen.Photovoltaikmodule können z.B. als Sonnenschutz in Fassaden integriert werden und haben damit einen doppelten Nutzen. Des weiteren sind Überdachungen von bereits versiegelten Flächen wie z. B. Parkplätzen denkbar. Wir wollen aber in einer ersten Näherung auf diese Ausweitung verzichten und nur die oben ermittelten Flächen verwenden. Das gesamte solare Potenzial für Allensbach ergibt insgesamt eine Fläche von ca. 46.100 m^2.Bei der Annahme, dass die Hälfte dieser Fläche je solarthermisch und photovoltaisch genutzt wird, ergibt sich durch photovoltaische Stromerzeugung ein Jahresertrag von ca. 2.561 MWh.
In der Realisierung wird eine sinnvolle Aufteilung die sein, bei der jene Gebäude, in denen Warmwasser benötigt wird, bevorzugt solarthermisch genutzt werden und umgekehrt.

5.2 Solarthermie

Sie solarthermische Nutzung der Sonnenenergie geschieht hauptsächlich mittels Solarkollektoren. Die „eingesammelte“ Wärme kann zur Warmwasserbereitung aber auch zur Unterstützung der Raumwärme verwendet werden. Der am meisten verbreitete Kollektortyp ist der Flachkollektor. Einfallende Sonnenstrahlung trifft auf eine geschwärzte Platte, wo die elektromagnetische Strahlungsenergie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Die gewonnene Wärme wird durch ein Trägermedium (Wasser/Frostschutzgemisch) in den Warmwasser/Pufferspeicher abgeführt. Die Diskrepanz zwischen hohem Angebot im Sommer, aber vergleichsweise niedrigem Bedarf im Winter und umgekehrt, kann nur durch den Einsatz von geeigneten Langzeitspeichern gelöst werden, z.B. durch große Wasserspeicher innerhalb oder außerhalb von Gebäuden, oder auch Erdwärmespeichern.
Die solare Deckung des Warmwasserbedarfs in einer Größenordnung zwischen 50 und 60% ist bereits durch den Einsatz von ca. 0,75 bis 1 m^2 Kollektor pro Person möglich. Dazu bedarf es noch eines Speichervolumens von etwa 70 l/Person.
Auch die solare Heizungsunterstützung sollte in Zukunft mehr forciert werden. Bereits durch den Einsatz einer Kollektorfläche, die ca. 10 % der Wohnfläche entspricht, können in Gebäuden, die energetisch der EnEV entsprechen, ca. 35 % des gesamten Wärmeverbrauchs eingespart werden. In Anlehnung an die grundsätzliche Ermittlung der geeigneten Dachflächen für Photovoltaik, ergibt sich bei 3/4 Belegung der Dachflächen für Solarthermie im Bereich Wohnen eine Fläche von 26.184 $m^{2.}$ (Gesamt 34.912 m^2) Dies entspräche einem Wärmeertrag von 13.092 MWh. Diese Summe wird in das regenerative Potenzial aufgenommen.

5.3 Biomasse

Biomasse, im neueren Sprachgebrauch „nachwachsende Rohstoffe“ genannt, sind organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die als Rohstoffe für eine stoffliche Verwendung und als

Energieträger genutzt werden können. Hinter aller Biomasse als Energieträger steckt als Ursprungsenergie die Sonne. Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energieträgern wie Wind, Wasser oder direkte Sonnenenergie ist Biomasse bereits eine gespeicherte Energieform die transportiert, gelagert und bedarfsgerecht eingesetzt werden kann.Bioenergieträger werden in drei Gruppen eingeteilt: Fest, flüssig und gasförmig.

5.3.1 Feste Bioenergieträger

5.3.1.1 Holz

Die Ermittlung des Energieholzpotenzials stützt sich auf Daten der Holzfibel, [Holzfibel 2002] auf Ermittlungen von ‚Solarcomplex', [SolarCo 2002] sowie auf Informationen aus dem Forstrevier Allensbach/Reichenau und der Holzindustrie.

5.3.1.1.1 Waldrestholz

Die zukünftig möglichen Mengen an Waldrestholz basieren auf Angaben des Försters Kreutz für das Forstrevier Allensbach / Reichenau. Diese Mengen wurden von uns von der Reviergröße 707 ha, auf den Waldbestand in der Gemeinde (1.178 ha) hochgerechnet. Es ergibt sich insgesamt eine Summe von **1.800 Ster** Holz und **2.000 Srm** Hackschnitzel.

5.2.1.1.2 Landschaftspflegeholz

Die möglichen Mengen an Landschaftspflegeholz beziehen sich auf eine Diplomarbeit an der FH-Nürtingen 1993[31]. [Meinhardt, N.] Grundlage der Sattelitenbildauswertung waren die digitalen Daten des Räumlichen Informations- und Planungssystems (RIPS) der LfU Karlsruhe. Unter der Annahme eines durchschnittlichen Zuwachses je Nutzungsart ergibt sich ein theoretisches Potenzial. Davon werden ca. 2/3 als technisch erfassbar angesehen. Aus dem technischen Potenzial für den Landkreis Konstanz wurde an Hand der Flächenverhältnisse eine Summe von **397 t atro**, entsprechend **ca. 2.100 Srm** errechnet. Davon werden derzeit nur ca. 5 % im privaten und öffentlichen Sektor genutzt.

5.3.1.1.3 Sägenebenprodukte, Industrierestholz und Altholz

Die möglichen Mengen an Sägenebenprodukten, Industrierestholz, sowie Altholz behandelt und unbehandelt stützen sich auf die Daten der „Holzfibel", siehe Tab. 5-2

---

[30] Klimaschutz- und Energieagentur

[31] Meinhardt, Nicole

Tab. 5-1: Energieholzpotenzial in BW

Potenzial Energieholz - Baden-Württemberg (10 Mio.EW) - 2030

	Techn Pot.	Techn. Pot.	F 1	zuk. Pot.	Freies Potenzial		
	Mio. Fm	Mio.t atro		Mio.t atro	Mio.t atro	t/EW	kWh/EW
Waldholz	2,245	1,211	1,5	1,817	1,072	0,107	548
Landschaftspflegeh.	1,173	0,470			0,447	0,044	225
Snp.: Rinde 1/3	0,750	0,300	1,5	0,450			
Snp: Spreißel 1/3	0,750	0,300	1,5	0,450	0,113	0,011	56
Snp.: Sägemehl 1/3	0,750	0,300	1,5	0,450	0,360	0,036	184
Industrierestholz	0,100	0,040	1,5	0,060	0,030	0,003	15
Gebrauchtholz naturbelassen	0,424	0,170	1,5	0,255	0,112	0,011	56
Gebrauchtholz behandelt	2,072	0,830	1,5	1,245	0,896	0,089	456
Total	8,264	3,621			3,030	0,377	1.541
Total ohne behandeltes Altholz					2,133	0,287	1.085

F 1: Faktor für Ausnutzung d. Holzzuwachses
Snp. = Sägenebenprodukte
Potenzial Pellet: Sägemehl + 1/2 Industrierestholz = hochgerechnet auf d. BRD 3.375.000 t
Pelletproduktion 2003 = 140.500 t
Prognose d. Pelletverbandes für 2004 = 250.000 t, für 2010 500.000 t

Das technische Potenzial an Energieholz stützt sich auf die derzeitige Holznutzung. Es werden allerdings die nachwachsenden Holzmengen nur zu etwa 2/3 genutzt. D.h. die Holzmengen in unseren Wäldern nehmen dauernd zu. Es könnte um die Hälfte mehr geerntet und Nachhaltigkeit trotzdem gewährleistet werden. In unseren Annahmen haben wir deshalb das mögliche technische Potenzial um den Faktor 1,5 erhöht. Das freie Potenzial haben wir prozentual übernommen, ausgenommen die Nutzung des Sägemehls. Aus Recherchen bei Sägewerken haben wir erfahren, dass ein zunehmender Anteil überhaupt nicht abzusetzen ist. Sägemehl wird beispielsweise in aufgelassene Steinbrüche gekippt, nur um es loszuwerden. Die Gründe dafür sind vielfältig. Die Spanplattenproduktion ist rückläufig zugunsten von OSB-Platten und wird zudem immer mehr ins Ausland verlagert. Die Papierindustrie braucht immer weniger Holz wegen zunehmender Anteile an Altpapier. Dies hat uns dazu bewogen, langfristig das freie Potenzial bei 80 % anzusetzen. Sägemehl und Hobelspäne sind die Basis für die Pelletherstellung. Zusammen mit der Hälfte des freien Potenzials an Industrierestholz ergibt sich für Baden Württemberg ein Potenzial von 0,375 Mio. t atro. Hochgerechnet auf die BRD ergäbe dies eine Summe von ca. 3,375 Mio.t atro. Die Pelletproduktion 2003 betrug 140.000 t. Die Prognose des Pelletverbandes für 2004 sind 250.000 t und für das Jahr 2010 sind es 500.000 t. In Abb. 5-1 sind zwei Szenarien dargestellt. Eine erste, bei der die angenommene Gesamtkapazität im Jahr 2030 erreicht wird, sowie eine zweite wahrscheinlichere, die erst 2050 die Gesamtkapazität erreicht.

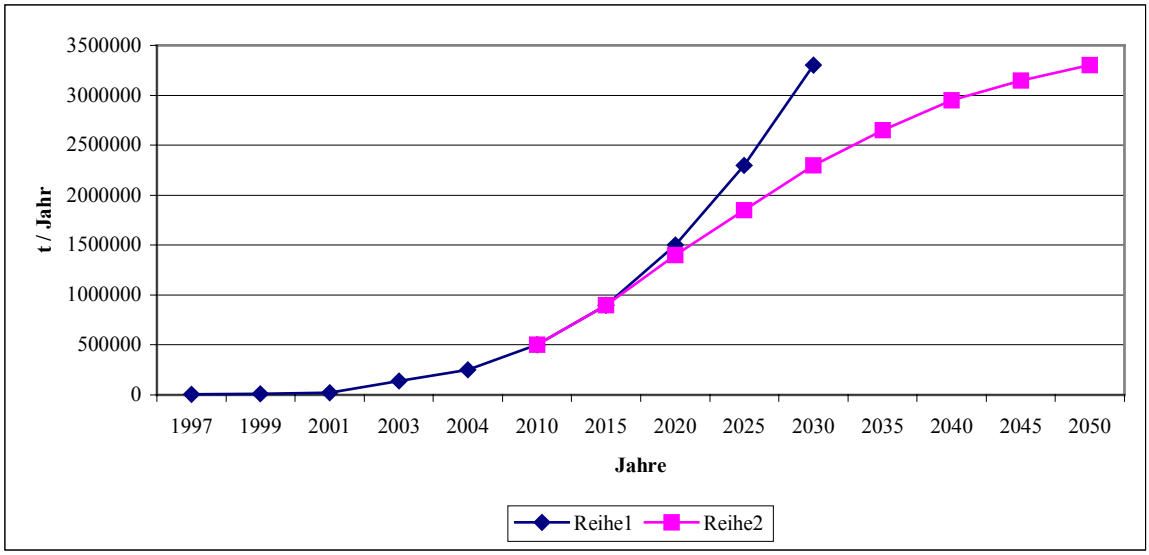


Abb. 5-1: Entwicklung der Pelletproduktion

Auf Allensbach bezogen ergeben sich die in der folgenden Tabelle dargestellten Summen.

Tab. 5-1: Energieholzpotenzial Allensbach

Potenzial Allensbach (7.072 EW) - 2030

	Pot.A'bach	Pot.Wohnen kWh	Pot. Sonst. kWh	kWh/EW
Waldholz	1.800 Ster	3.240.000		458
	2.500 SRm		2.000.000	283
Landschaftspflegeholz	397 t atro		2.032.640	287
Snp.: Rinde 1/3				
Snp: Spreißel	78 t atro		398.295	56
Snp.: Sägemehl	255 t atro	1.303.511		184
Industrierestholz	21 t atro	54.313	54.313	15
Gebrauchtholz naturbelassen	49 t atro		398.295	56
Gebrauchtholz behandelt				
	Su	**4.597.824**	**4.883.543**	**1.341**
	Su. Ges.	**9.481.367**		

Ges. Potential Waldholz = ca. 1,6 Fm/ha

Das Gesamtpotenzial ist nach möglichen Nutzern in Wohnen und Sonstige aufgeteilt. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass Scheitholz üblicherweise in der Wärmeversorgung von Wohnungen genutzt wird. Das Potenzial Sägemehl und die Hälfte des Industrierestholzes (Sägemehl und Hobelspäne) ergibt das Potenzial für Pellets. Da Pelletheizungen auch in kleinen Leistungsklassen die einzige Möglichkeit der

automatisierten Beheizung mit Holz sind, wurde diese Menge dem Bereich Wohnen zugeordnet. Die Summe von ca. 256 t für Allensbach heißt, dass das gesamte freie Potenzial in Baden Württemberg gleichmäßig auf alle Bewohner aufgeteilt wurde. Es erlaubt die Beheizung von 60 bis 80 Einfamilienhäusern – eine eigentlich enttäuschende Größenordnung.

Die Mengen an naturbelassenem Gebrauchtholz wurden anteilsmäßig übernommen. Das behandelte Gebrauchtholz kann nur in Müllheizkraftwerken mit entsprechenden Filteranlagen oder ähnlich ausgestatteten Heizkraftwerken verheizt werden und kommt somit für die direkte Nutzung in Allensbach nicht in Frage.

Die Gesamtsumme an Energieholz von ca. 9,5 GWh wird in das regenerative Potenzial übernommen, sie entspricht knapp 32 % des Endenergiebedarfs Heizung/Warmwasser des Sektors Wohnen im Jahr 2030.

5.3.2 Flüssige Bioenergieträger

Zur Ölgewinnung eignen sich in unseren Breiten vor allen Dingen Raps, aber auch Sonnenblumen oder Öllein. Als biogener Treibstoff kommt das Pflanzenöl entweder kaltgepresst oder chemisch verändert als Biodiesel zum Einsatz. Da bei der ‚Umesterung' ca. 15 % der ursprünglichen Energie verloren gehen, ist es volkswirtschaftlich eigentlich ein Unsinn. Neben dem Öl können natürlich auch die sonstigen Pflanzenreste verwendet werden, wie z.B. Rapskuchen als eiweißreiches Futter und das Stroh als Brennstoff oder Kofermentation in Biogasanlagen.

Die Ertragsmengen liegen zur Zeit bei ca. 1.000 l/ha. Raps kann auf der gleichen Fläche nur alle 4 Jahre angebaut werden. Es ergäbe sich also ein theoretisches Potenzial von einem Viertel der vorhandenen Ackerfläche. Bei einer konservativen Einschätzung könnte man für Allensbach 1/5 der Ackerfläche von 364 ha dafür verwenden das wären ca. 70 ha. Auf den 70 ha ließen sich ca. 70.000 l Rapsöl gewinnen. Diese Summe von 700 MWh/a wird in das regenerative Potenzial aufgenommen.

5.3.3 Gasförmige Bioenergieträger

Zu gasförmigen Bioenergieträger gehören Deponiegas, Klärgas, Landwirtschaftliches Biogas und Biogas aus organischen Siedlungsabfällen. Unsere Untersuchungen befassen sich ausschließlich Biogas.

Biogas entsteht durch mikrobiellen Abbau von fäulnisfähigen organischen Verbindungen unter Luftabschluss. Als Substrate kommen hauptsächlich tierische Exkremente, wie Gülle und Stallmist in Frage, aber auch Abfälle aus der Biotonne und Abfälle aus der Lebensmittelindustrie. Die Gewinnung erfolgt in einem Biogasreaktor. Das entstehende Biogas wird in der Regel zum Betrieb eines Blockheizkraftwerks genutzt. Die daraus entstehende Nutzenergie teilt sich in 1/3 Strom und 2/3 Wärme auf, wobei ein Großteil der Wärme für den Betrieb des Reaktors verbraucht wird. Das Endprodukt wird in der Landwirtschaft wieder als Dünger eingesetzt. Zusätzlich können Substrate aus Lebensmittelresten und Grünabfälle aus Landschaftspflege (Straßenränder, Friedhof, Sportplätze und sonstige öffentliche Grünflächen) genutzt werden.Die energetisch nutzbare Grünschnittmenge beträgt ca. 140 t/a. Die energetisch nutzbare TS sind 90

t /a. Bei 0,28 m³/kg oTS [Agrartechnik, Hohenheim] ergib sich ein Biogaspotenzial von 25.200 m³ Biogas. Bei einem spezifischen Energiegehalt von Methan von 6,2 kWh/m³, entsteht ein technisches Potenzial von 156 MWh/a.

Die Bioabfallmengen betragen in Allensbach ca. 550 t/a. Da aber vom Gesetzgeber eine entsprechende Verwertung im Moment ausgeschlossen ist, werden wir auf die Einbeziehung des Bioabfalls verzichten. Ernterückstände aus der Landwirtschaft könnten schätzungsweise zwischen 600 und 1.000 MWh/a Biogaspotenzial ergeben. Biogaspotenziale aus tierischen Extremente werden auf der Basis der Anzahl der vorhandenen Rinder und Schweine beziffert.

Das gesamte technische Biogaspotenzial beträgt ca. 206.400 m³/a, das sind ca. 1.280 MWh/a.

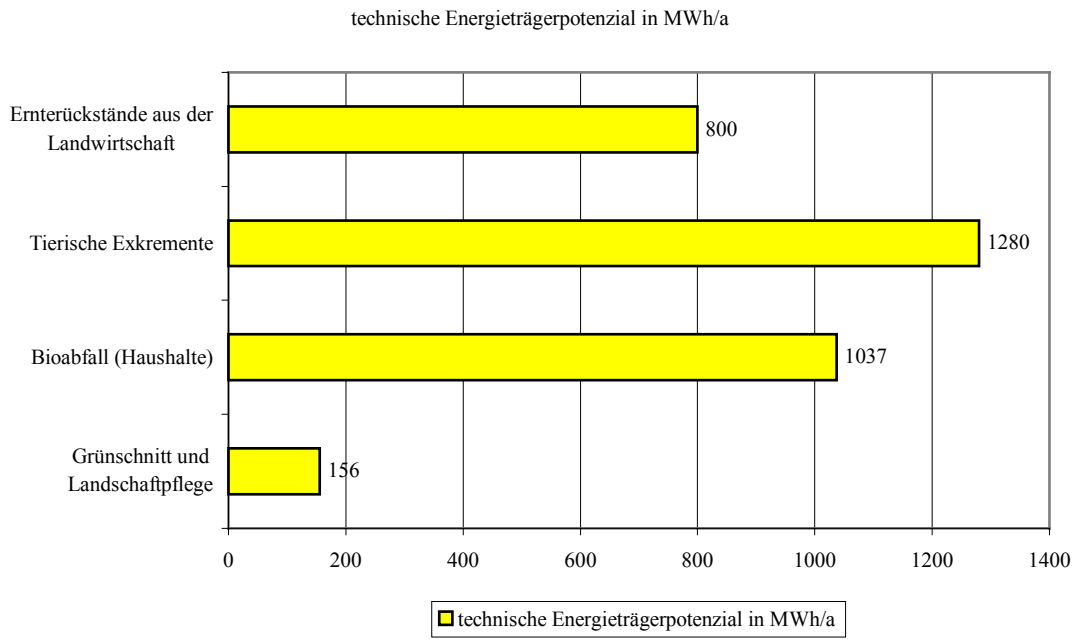


Abb. 5-1: Technisches Potenzial der gasförmigen Bioenergieträger
[Quelle: eigene Erhebung]

Das gesamte technische Energieträgerpotenzial beträgt ca. 3.270 MWh/a. Beim Einsatz von BHKWs zur Erzeugung von Wärme und Strom, sind das bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 34%, 1.110 MWh Strom und 1.380 MWh nutzbare Wärme. Der zur Zeit erzeugte Strom durch Biogas beträgt 154 MWh, das ist nur 14 % der vorhandenen Potenziale.

5.4 Wind

Die Nutzung der Windenergie (Umwandlung von kinetischer Energie der Luftmassen in elektrische Energie) ist allgemein von der Windgeschwindigkeit und dessen Kontinuität an den Standorten und damit von dem Flächenpotenzial in der Gemeinde abhängig. In Rahmen einer Studie „Erneuerbare Energien in der Region Hegau / Bodensee“ wurden Flächen und Standorte zur Stromerzeugung aus Windkraft ermittelt.

[SolarCo 2002] Die Ermittlung wurde mit Hilfe von digitalen Geländemodellen und Windfelddaten des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt. Neben der Computersimulation wurden alle potentiellen Standorte besichtigt, um die lokalen Gegebenheiten wie die Rauhigkeit der Oberfläche und Struktur vorgelagerter Geländeformationen zu prüfen. Die Windverhältnisse wurden auf der Basis einer langjährigen Zeitreihe der Wetterstation Neuhausen ob Eck berechnet. So wurden Standorte gekennzeichnet, die eine mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe über 5,5 m/s haben.

Was die Wirtschaftlichkeit der Anlagen anbelangt, so ist unter den derzeit geltenden gesetzlichen Vorgaben des EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) und den technisch bedingten Gestehungskosten der Windstromerzeugung, eine mittlere Windgeschwindigkeit von mindestens 5 m/s in Nabenhöhe notwendig. Energetisch nutzbar wären aber selbstverständlich auch Windgeschwindigkeiten von 4 oder weniger m/s. Theoretisch könnte der gesamte Stromverbrauch der Gemeinde mit Windenergie gedeckt werden.

Innerhalb der Gemeindegrenze gibt es nur einen Standort, westlich des Ortteils Langenrain, wo mittlere Windgeschwindigkeit von über 5, 5 m/s in 100 m Höhe herrschen. An diesem Standort (Höfen) könnten 2 Windkraftanlagen mit einer Leistung von 1.500 kW_{el} installiert werden. Bei 1500 Volllaststunden und 5,5 m/s mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe würden insgesamt 4.500 MWh/a Strom erzeugt, das sind fast 22% des gesamten Stromverbrauchs in Allensbach.

5.5 Wasserkraft

Die Wasserkraftpotenziale der vorhandenen Gewässer sind zu gering für eine wirtschaftliche Nutzung. Eine andere Möglichkeit ist Abwasser zur Stromerzeugungen oder Wärmebereitstellung zu nutzen.Die Nutzung des Abwassers zur Stromerzeugung durch Wasserräder in der Kanalisation wird in den letzten Jahren in der Pilotanlage Aachen getestet. Durch den gegebenen Höhenunterschied zwischen dem Ortskern Allensbach und Kaltbrunn ist ein theoretisches Potenzial zur Stromerzeugung vorhanden. Grundlage für die Ermittlung der technischen Potenzialen ist das Jahresabwasservolumen von 943.600 m³ aus der Gemeinde zur Kläranlage Konstanz. Dies entspricht einem Abwasservolumenstrom von 29,92 l/s. (0,029 m³/s) Bei diesem geringen Abwasservolumenstrom sind die technischen Potenziale zur Stromerzeugung sehr gering.

Die Nutzung der Abwärme des Abwassers ist nach der Studie „Potenzialstudie zur Abwasser-abwärmenutzung in Bremerhaven“ wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll. [Litzka u. a.2004] Nach der Studie könnte ein 1/3 der Bremerhavener Haushalte aus der Abwärme des Abwassers mit Wärme versorgt werden.

Bei einem Abwasservolumenstrom von 29,92 l/s (0,029 m³/s) ergibt sich bei einer Abkühlung des Abwassers um 4° Kelvin eine Wärmeleistung von 500 kW. Dies entspricht einem technischen Potenzial von 4380 MWh/a.

5.6 Geothermie

Geothermie oder Erdwärme ist Wärme, die vom schmelzflüssigen Kern im Erdinneren an die Erdoberfläche dringt. [BMU 2002] Dabei werden sowohl die auf dem Weg nach oben liegenden Gesteins- und Erdschichten als auch die unterirdischen Wasserreservoirs erhitzt. Je tiefer man in das Innere der Erde vordringt, um so wärmer wird es. In Mitteleuropa nimmt die Temperatur durchschnittlich im Mittel um 3 °C pro 100 m Tiefe zu.

Diese Erdwärme kann durch verschiedene Verfahren für Wärmebereitstellung und Stromerzeugung genutzt werden. Grundsätzlich unterscheidet man 3 Typen der Geothermienutzung: oberflächennahe Systeme mit geringen Temperaturen, Bohrungen in mittlere Tiefen und Tiefbohrungen mit Temperaturen bis zu mehreren hundert Grad.

Zur Stromerzeugung braucht man Temperaturen über 100 °C. In einer Tiefe zwischen 4 bis 6 km herrschen nahezu standortunabhängig Temperaturen von 150 bis 200 °C.

5.6.1 Technische Potenziale in Allensbach

Zur Bestimmung der technischen Potenzialen der Stromerzeugung wird, ausgehend vom Wärmgehalt des Erdreichs betrachtet. „Welcher Anteil dieser Wärmemenge dem Gestein entzogen und technisch verfügbar gemacht werden kann, hängt von den geologischen Randbedingungen des Standortes ab. So können dem Erdreich beispielsweise in Aquiferen[32] rund 15 bis 20 Prozent dieser Wärmemenge entzogen werden. In Störungszonen[33] und im Kristallin sind nur ca. 2,5 bis 5 Prozent gewinnbar. Unter Berücksichtigung des derzeit technisch möglichen mittleren Umwandlungswirkungsgrades von 10 bis 13 Prozent lässt sich daraus die erzeugbare elektrische Energiemenge errechnen.“ [BMU 2002 S. 40]

Entsprechend den Temperaturkarten (siehe Abb. 5-2) des geologischen Untergrunds[34] weist das Bodenseegebiet in 3000 m Tiefe Temperaturen zwischen 110 und 130 °C auf, d.h. bei einem durchschnittlichen Gradienten von 30°C /km, bedeutet dass Temperaturen von ca. 150 °C in 4.000 m Tiefe.

---

[32] Unterirdische, unter Druck stehende Heißwasserbecken

[33] Störungszonen sind Bruchzonen oder Bruchflächen, die auch im kristallinen Gestein auftreten können. Störungszonen erhöhen das hydraulische Leitvermögen von Gesteinsschichten beträchtlich.

[34] „Das GGA-Institut (verfügt über die umfangreichste Datenbank der Untergrundtemperaturen in Deutschland, in der Temperaturdaten aus über 10.000 Tiefbohrungen gespeichert sind. Die Untergrundtemperaturen streuen auch in Deutschland, dessen geothermische Bedingungen insgesamt als normal bezeichnet werden müssen, über einen weiten Bereich. In einzelnen Fällen erreicht die Temperatur bereits in ca. 1000 m Tiefe die 100 °C – Grenze. An anderen Stellen muss man mehr als 4000 m tief bohren, um dieselbe Temperatur zu erreichen. Die höchsten Untergrundtemperaturen kommen im Oberrheingraben vor. Lässt man diese außer Acht, so gruppieren sich die Untergrundtemperaturen um eine Linie mit der Steigung 30 K/km, mit allerdings immer noch erheblicher Streubreite.“ [BMU 2002]

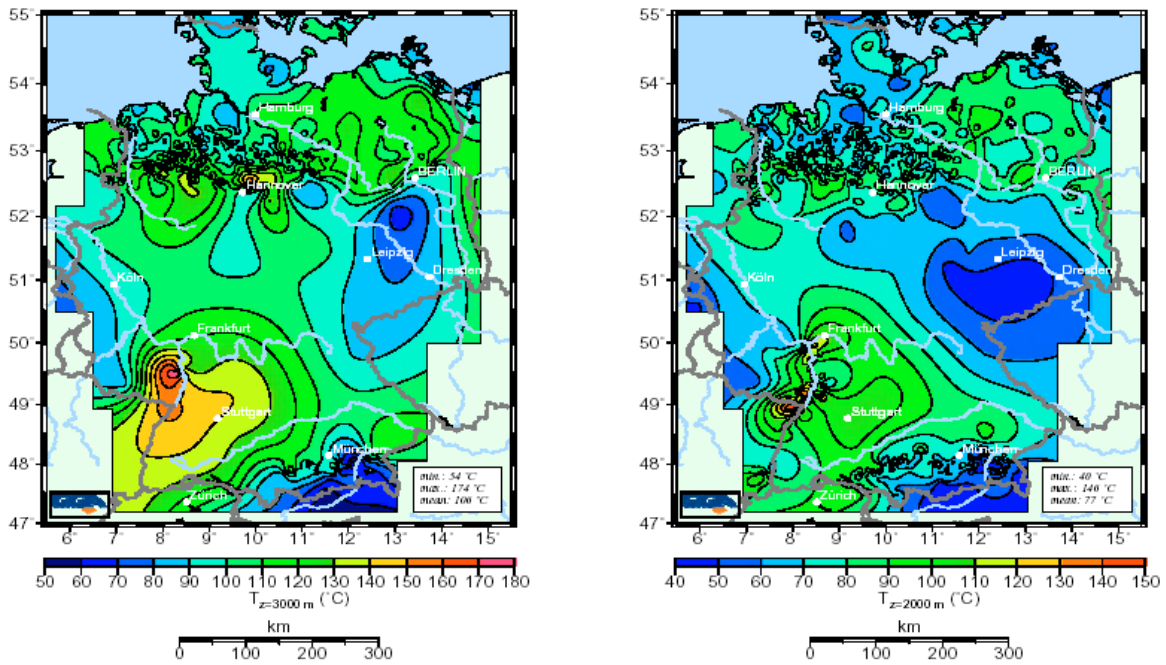


Abb. 5-1: : Temperatur im Untergrund Deutschlands
[Quelle: Fachtagung „Geothermische Stromerzeugung eine Investition in die Zukunft" 20/21.06.2002, Landau/Pfalz]

Um die technischen Potenziale zu verdeutlichen, wurde anhand der Berechnungsmethode ‚Muffler & ‚Cataldi'[35], als Beispiel das technische Potenzial zur Stromerzeugung von 1 km^3 Volumengestein ermittelt. Ein Volumen von 1.000.000.000 m³ mit der Temperatur von 150 °C, einer spezifischen Wärmekapazität von 840 J/kg und einer Dichte des Gesteins von 2600 kg/m³ hat einen Wärmeinhalt von 91.728 GWh

Der Wärmeinhalt des Gesteins kann nicht vollständig gewonnen bzw. genutzt werden. Das Verhältnis zwischen der gewinnbaren Wärmemenge und dem Wärmeinhalt wird als Gewinnungsfaktor bezeichnet. Dieser hängt von der Art der Nutzung und vom Erschließungskonzept (Fördertechnik) ab. Dieser Gewinnungsfaktor ist bei kristallinen Gesteinen zwischen 2,4% und 6,6 %. Das bedeutet, das die nutzbare Wärmemenge in diesem Beispiel 2.752 GWh beträgt. Das Strompotenzial ergibt sich aus der nutzbaren Wärmemenge und dem elektrischen Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad ist wegen des relativ niedrigen Temperaturniveaus gering. Er hängt von der Wandlungstechnik und von der Temperatur ab und liegt im vorherrschenden Temperaturbereich zwischen 10 und 14 Prozent. Das Strompotenzial beträgt in diesem Fall 330 GWh**.** Das heißt, diese Strommenge würde den Strombedarf (Stand 2002) von Allensbach für 16 Jahre decken.

Würde in Allensbach ein Geothermisches Kraftwerk mit 1 MW_{el} Leistung und 2 MW_{th}, und 8.000 Volllaststunden gebaut, wären 8.000 MWh el/a Strom und 16.000 MWh th/a Wärme zu gewinnen. Das ist 39 % des Strombedarfs von Allesbach. (Stand 2002)

---

[35] Die Berechnung des technischen Potenzials erfolgt nach der Volumen-Methode (Muffler & Cataldi, 1978). Diese Methode wurde in der Fachtagung: Fachtagung „Geothermische Stromerzeugung eine Investition in die Zukunft" 20./21.06.2002, Landau/Pfalz dargestellt

5.6 Gesamtes Potential der Erneuerbaren Energien

5.6.1 Technisches Potenzial der Erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung

Das gesamte technische Potenzial der Erneuerbaren Energien (sieh. Abb. 5-3) von 39.975 MWh/a kann den reduzierten Wärmebedarf von 39.331 MWh/a im Jahr 2030 abdecken. Dabei wurde angenommen, dass sich der Bedarf für HH und ÖE auf die Hälfte und für Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie um 15 % reduzieren läßt. Interessant ist, dass das Gesamtpotenzial ohne Geothermie nahezu den Bedarf für HH und ÖE decken könnte.

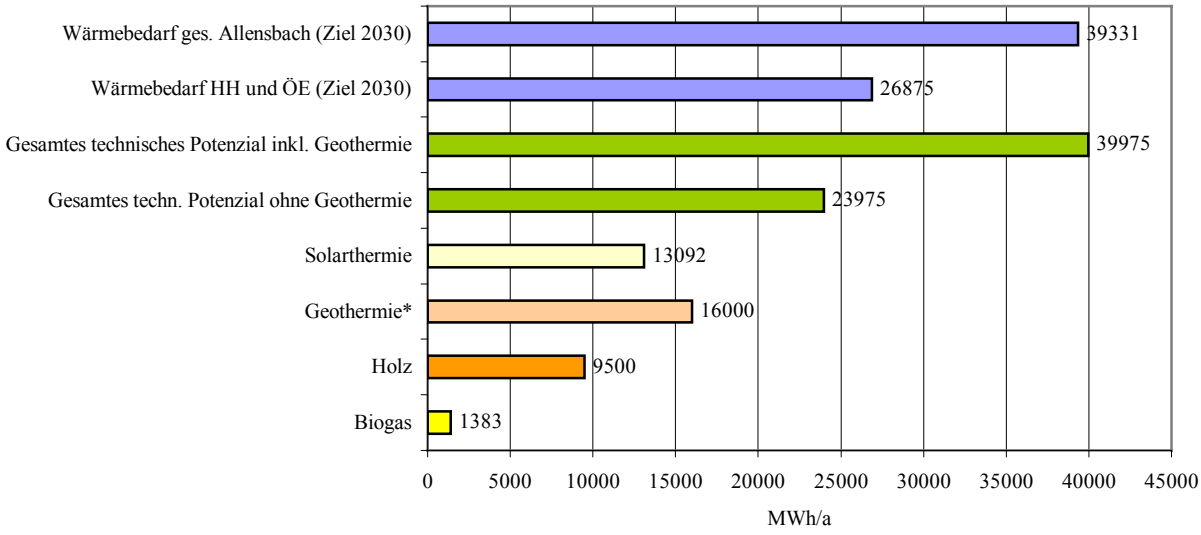


Abb. 5-1: Technische Potenzial der Erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung

*Das Potenzial bezieht sich auf den Einsatz eines Geothermischen Kraftwerks von 1 MW_{el} Leistung.

5.6.2 Technisches Potenzial der Erneuerbaren Energien zur Stromproduktion

Das gesamte technische Potenzial der erneuerbaren Energien (siehe Abb. 5-4) von 16.173 MWh/a liegt erheblich höher als der reduzierte Strombedarf von 10.287 MWh/a im Jahr 2030. Dabei wurde angenommen, daß sich der gesamte Strombedarf auf die Hälfte reduzieren läßt.

Interessant ist, dass das regenerative Angebot ohne Geothermie bereits erheblich größer ist als der Bedarf für HH und ÖE. Bereits das Angebot von Biogas und PV zusammen genommen könnte mehr als die Hälfte des Bedarfs für HH und ÖE im Jahr 2030 abdecken.

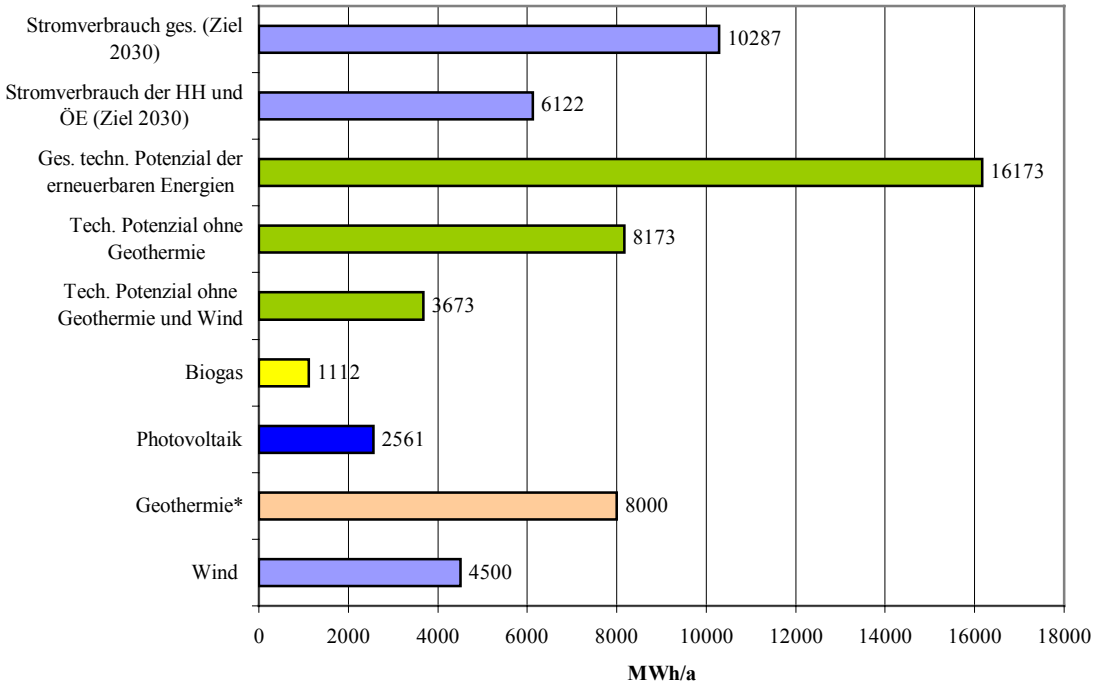


Abb. 5-1: Technisches Potenzial der Erneuerbaren Energien zur Stromproduktion
*Das Potenzial bezieht sich auf den Einsatz eines Geothermischen Kraftwerks von 1 MW_{el} Leistung.

Kapitel 6 Szenarien

6.1 Trendszenario 2030

Das Trendszenario geht von einer Fortschreibung der derzeitigen Entwicklung aus. Die derzeitige Entwicklung ist im allgemein durch beschlossene Förderungen und Gesetze der Bundesregierung, aber auch der Landesregierung Baden-Württemberg und der Gemeinde, bestimmt. Dazu kommen lokale Gegebenheiten, die entsprechenden Einfluss haben können. Es werden bestimmte Einflussfaktoren untersucht, die nach unserer Einschätzung den Trend negativ oder positiv beeinflussen können.

6.1.1 Bevölkerungsentwicklung

Nach Angaben des Statistischen Landesamtes wird die Bevölkerung in Allensbach im Jahr 2020 nur mehr 6.500 Einwohner betragen. Diese Aussage berücksichtigt allerdings keinerlei Wanderungsbewegungen, sondern alleine die demographische Entwicklung. (siehe Abb. 6-1)

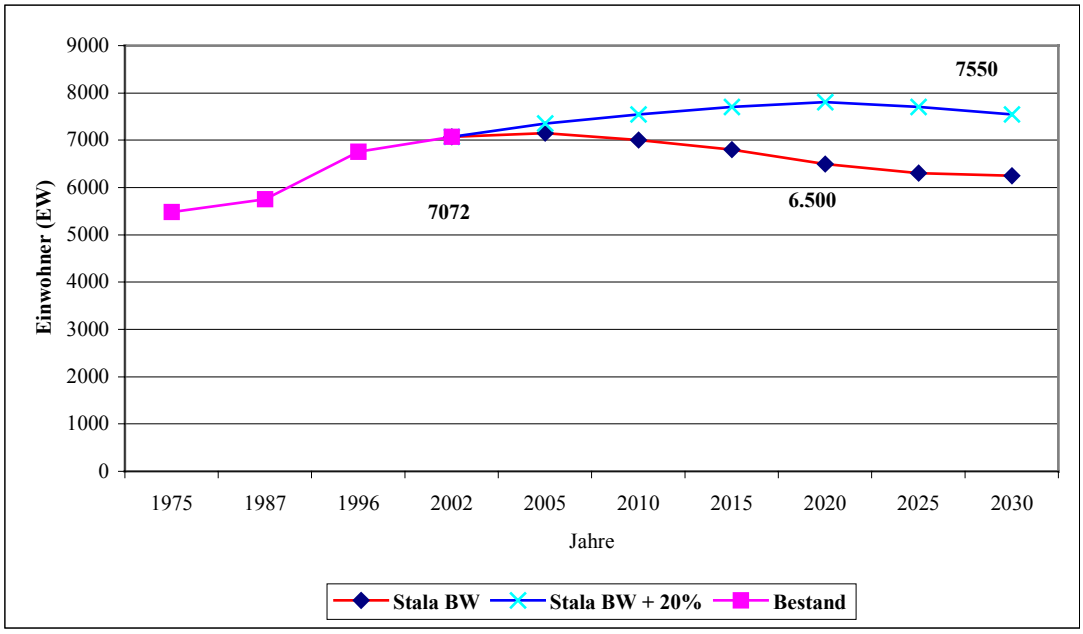


Abb. 6-1: Bevölkerungsentwicklung

Davon ausgehend, dass die Lage Allensbachs auch zukünftig für mögliche Zuwanderer interessant sein könnte, ergibt sich bei einer 20 %-igen Zuwanderungsannahme ein Anstieg der Einwohnerzahl bis 2015 auf 7700 und danach ein Abfall bis 2030 auf 7550. Die Differenz zur heutigen Einwohnerzahl wäre dann ein Plus von 478 Einwohnern.

6.1.2 Gebäudeentwicklung

Die Gebäudeentwicklung basiert auf der Entwicklung der Einwohnerzahlen bis zum Jahr 2030. Es muss also bis 2030 für ein Plus von 478 Einwohnern zusätzlicher Wohnraum geschaffen werden. Unter der pessimistischen Annahme, dass wir in den kommenden Jahren kaum in der Lage sein werden unseren Lebensstandard zu erhöhen, veranschlagen wir pro Person die gleiche Wohnfläche (41 m^2) die heute durchschnittlich zur Verfügung steht. Das ergibt einen zusätzlichen Bedarf von 19.600 m^2. Weiter gehen wir davon aus, dass für den öffentlichen Bereich kaum zusätzliche Gebäude in den nächsten 26 Jahren errichtet werden sollen.

6.1.3 Sanierungsmaßnahmen

6.1.3.1 Erneuerung der Heizungsanlagen

Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von ca. 20 Jahren, werden die bestehenden Heizungsanlagen, auch ohne großes Zutun bis 2030 erneuert worden sein. Die Erneuerung der Heizungsanlagen im Wohnbereich bei nur geringfügigen thermischen Verbesserungen, bedeutet eine Endenergieeinsparung von ca. 10 bis 15 %. Durch die Erneuerung der Heizungsanlagen in den öffentlichen Einrichtungen würde der Jahresnutzungsgrad von derzeit 76 % auf 86 % steigen.

6.1.3.2 Wohnen

Wohngebäude werden in der Regel alle 40 bis 50 Jahre saniert bzw. renoviert. Bei einem angenommenen Renovierungszyklus von 47 Jahren würden alle Gebäude der Baualtersklasse bis 1983 bis zum Jahr 2030 saniert worden sein. Das sind insgesamt 188.364 m² Wohnfläche, entsprechend 66 % der derzeitigen Wohnfläche. Aktuell werden nur etwa 10 % der sanierten Wohngebäude auch thermisch optimal saniert. An den restlichen 90% werden nur notwendige kosmetische Maßnahmen durchgeführt und evtl. Fenster erneuert. Aus mangelnden Kenntnissen werden weitergehende thermische Sanierungen meist mit zu hohen Kosten verbunden. Die angeführte Sanierungsquote würde eine Reduzierung des Endenergiebedarfs von 54.442 auf 52.780 MWh/a bedeuten.Durch die Erneuerung aller Heizungsanlagen ergibt sich eine Reduzierung um 6.805 MWh/a. Für die zusätzlichen 19.600 m^2 Wohnfläche entsteht ein Endenergiebedarf von 1.617 MWh/a. Der gesamte Bedarf reduziert sich durch o.a. Maßnahmen auf 47.682 MWh/a.

6.1.3.3 Öffentliche Einrichtungen

Bei ÖE müßten bei einem unterstellten Renovierungszyklus von 44 Jahre, 24 Gebäude bis 2030 saniert werden. Das sind etwa 75 % des gesamten Gebäudebestandes, entsprechend 17.475 m² beheizte BGF. Beim Trendszenario wurde unterstellt, dass aufgrund der finanziellen Haushaltslage außer Kleinreparaturen nur etwa 10 % der Gebäude optimal thermisch saniert werden. Durch die angenommene thermische

Sanierungsquote würde der mittlere Heizwärmebedarf von derzeit 88 kWh/m²a auf 80 kWh/m²a bis 2030 sinken. Durch die angeführten Sanierungsmaßnahmen einschließlich der Erneuerung aller Heizungsanlagen würde sich der Endenergiebedarf für Raumwärme von 2.445 auf 2.041 MWh/a reduzieren, entsprechend 17 % Energieeinsparung. Primärenergetisch ergibt sich eine Einsparung von 444 MWh/a bis 2030.

6.1.4 Stromverbrauch Haushalte

Bei einer Nutzungsdauer zwischen 15 und 20 Jahren werden die Haushaltsgeräte bis zum Jahr 2030 alle erneuert sein. Die Ausstattungsrate wird zwar zunehmen, aber der spezifische Energieverbrauch der einzelnen Geräte wird sich reduzieren. (siehe Anhang A-12)
Bei der Trendentwicklung wird unterstellt, dass die Bürger sich beim Ersatz der Haushaltsgeräte nicht die effizientesten Geräte kaufen, sondern eher zu den preiswertesten greifen werden. Der Strombedarf der Haushalte sinkt damit von 11.326 auf 10.715 MWh im Jahr 2030. Das ist eine Reduzierung um ca. 5 % und entspricht einer Endenergieeinsparung bis 2030 von 611 MWh/a. Primärenergetisch sind das 1.607 MWh/a.

6.1.5 Stromverbrauch Öffentliche Einrichtungen

Bei öffentlichen Einrichtungen hat die Beleuchtung (Gebäude, Straßenbeleuchtung) den Hauptanteil am Stromverbrauch. Der Anteil der Straßenbeleuchtung am gesamten Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen beträgt ca. 35 %. Die Verwaltung ist seit geraumer Zeit dabei, durch Ersatz und Teil-Nachtabschaltungen Strom zu sparen. Durch diese Maßnahmen wird der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung von 297 auf etwa 240 MWh/a fallen. Die Reduktion ist vergleichsweise gering, weil bereits etwa die Hälfte der Beleuchtung erneuert wurde. Durch die Installation neuer Straßenbeleuchtung (Gebäudezuwachs) und Anstieg der Elektrogeräte wird die Einsparung in etwa zur Hälfte kompensiert. So würde der Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen von derzeit 855 MWh/a um ca. 30 auf 825 MWh/a bis 2030 fallen. Diese Aussage ist als grobe Abschätzung zu verstehen, da wir über keinerlei detaillierte Untersuchung zu den verschiedenen Bereichen der Stromnutzung verfügen

6.1.7 Entwicklung des Endenergieverbrauchs HH und ÖE

Der Endenergieverbrauch wird sich nach den genannten Annahmen bis 2030 wie folgt entwickeln:

	Bestand MWh/a	2030 MWh/a
Wärme fossil	52.117	42.851,00
Strom fossil	10.930	10.714,00
Erneuerbaren Energien	2.947	8.260,00
Ges. Endenergieverbrauch	**65.994**	**61.825,00**

Der Endenergieverbrauch der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen sinkt von insgesamt 65.994 im Jahr 2002 auf 61.825 MWh/a im Jahr 2030. Der kleine Anstieg bis 2015 wird durch den Zuwachs der Stromanwendungen in den Haushalten verursacht. (siehe Abb: 6-2) Ab dem Jahr 2015 zeichnet sich eine Wende ab. Der Verbrauch reduziert sich bedingt durch die thermische Sanierung und die Verbesserung des Jahresnutzungsgrades der Heizungssysteme. Der Endenergieverbrauch reduziert sich bis 2030 um 4.169 MWh/a, d.h. um ca. 6,3 %. Es wird einen gewissen Wechsel der Energieträger von Öl auf Gas geben. Der Anteil der erneuerbaren Energie steigt von 4,5 % auf 13,4 %. Dieser Zuwachs ist durch den Anstieg bei PV, Solarthermie und Biomasse bedingt.

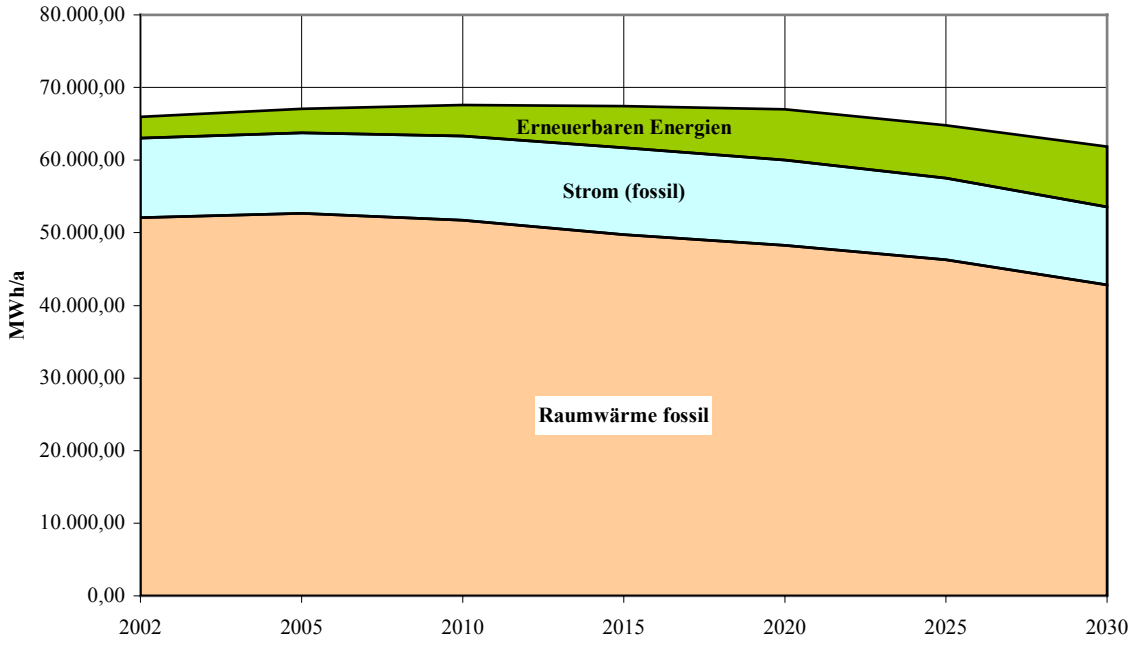


Abb. 6-1: Trendszenario: Endenergieverbrauch HH + ÖE

6.1.8 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs

Die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs der Haushalte sinkt von 92.686 MWh/a auf 82.953 MWh/a im Jahr 2030, obwohl der Endenergieverbrauch bis ins Jahr 2010 erst einmal steigt. (siehe Abb. 6-3) Das liegt daran, dass der Wirkungsgrad der Kraftwerke kontinuierlich steigt und auch der Anteil der erneuerbaren Energien im EnBW-Energiemix zunimmt. Damit sinkt der Primärenergieverbrauch für Haushalte und öffentliche Einrichtungen um ca. 11 %. Der Anteil der erneuerbaren Energien steigt von 3,3 % auf 10,2%.

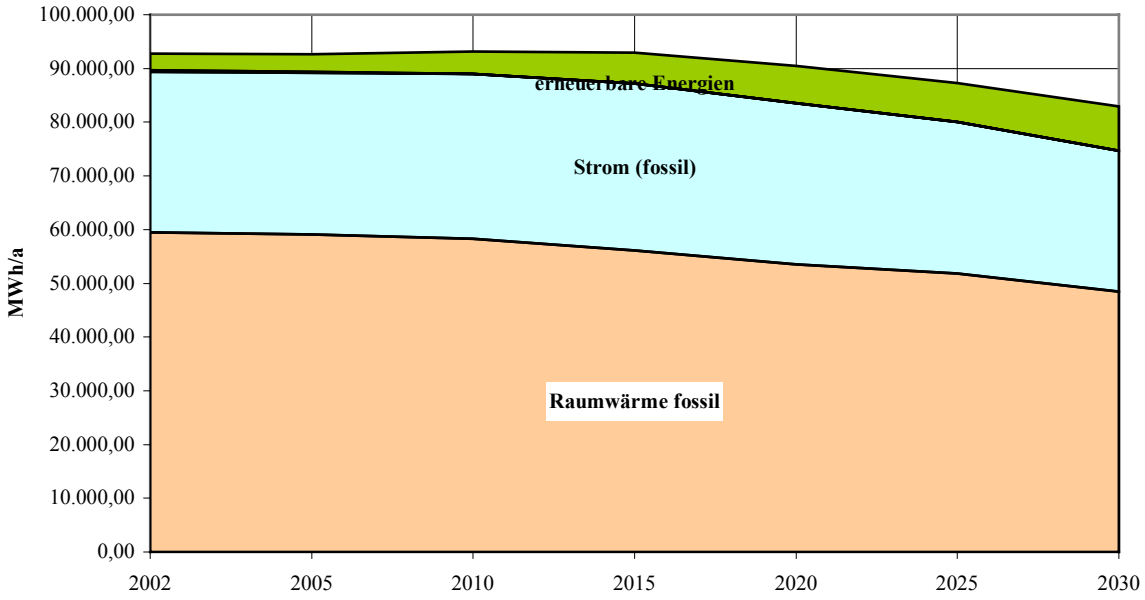


Abb. 6-1: Trendszenario: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs für HH und ÖE

6.2 Sparszenario 2030

Im Sparszenario sind die Ziele folgendermaßen definiert:

- Der Endenergieverbrauch der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen soll halbiert werden und wenn möglich auch der Primärenergieverbrauch
- Der verbleibende Energieverbrauch soll zur Hälfte mit regenerativen Energien gedeckt werden.

Wir sind uns dessen voll bewusst, dass dies sehr hohe Ansprüche für den vergleichsweise kurzen Betrachtungszeitraum sind. Es wird reichlich Schwierigkeiten und Hindernisse auf diesem Weg geben, die es durch Überzeugung zu überwinden gilt.

Der Endenergieverbrauch der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen liegt nach unseren Ermittlungen aktuell bei 65.996 MWh/a. Die Halbierung bis zum Jahr 2030 ergibt eine Summe von nur mehr 32.998 MWh/a. Das zweite Ziel, die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie auf die Hälfte dieses Niveaus bedeutet also die Anhebung von derzeit 2.947 auf ca. 16.500 MWh/a.

6.2.1 Sparszenario Wohnen

6.2.1.1 Heizungsanlagen

Wie bereits im Kapitel 4 geschildert, gehen wir für den Betrachtungszeitraum wegen der üblichen Nutzungsdauer von 15 bis 20 Jahren, von einer kompletten Erneuerung der Heizungsanlagen aus. Dies führt im Zusammenhang mit den Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle zu einer Verringerung der prozentualen Anlagenverluste von aktuell 29,1 % auf 20,6 %. Diese Werte enthalten einen Rückgang des Anteils an elektrischer Warmwasserbereitung von 35 % auf 25 %. Es wird davon ausgegangen, dass die zukünftige Beheizung der Gebäude im ersten Ansatz aus einem Mix von Holz-, Niedertemperatur- und Brennwertkesseln in etwa Drittelparität besteht. Da die genannten Anlagenverluste sich prozentual auf den Endenergiebedarf beziehen, können die absoluten Summen nur im Zusammenhang mit dem reduzierten Heizwärmebedarf ermittelt werden.

6.2.1.2 Thermische Sanierung

Die im Kapitel 4 genannten technischen und wirtschaftlichen Sparpotenziale können bis 2030 nicht in vollem Umfang umgesetzt werden. Wie bereits früher erwähnt, werden durch die üblichen Renovierungszyklen für Gebäudeaußenbauteile von 40 bis 50 Jahren bis 2030 nur die Baualtersklassen bis 1983 zur Renovierung anstehen. In diesem Zusammenhang kann auch die energetische Optimierung zu wirtschaftlichen Bedingungen ausgeführt werden. In Tab. 6-1 sind die Bereiche, die bis 2030 nicht zur Sanierung und energetischen Verbesserung anstehen, grau hinterlegt. Der hellblaue Bereich, die bis 2030 zusätzlich benötigte Wohnfläche, kann eigentlich nur in der von der gültigen EnEV verlangten energetischen Qualität erbaut werden. Für die Baualterklassen bis 1983 sind die im Rahmen der „Deutschen Gebäudetypologie“ ermittelten, wirtschaftlich erreichbaren Bedarfe pro m^2 Wohnfläche als Zielgröße unterlegt. Der gesamte Heizwärmebedarf ergibt eine Summe von 22,8 MWh. Dazu addiert sich der Bedarf für die Warmwasserbereitstellung und der im vorigem Abschnitt bereits erläuterte Anlagenverlust von dann 20,6 %. **Der Endenergiebedarf für das Jahr 2030 ergibt eine Summe von 33,5 MWh/a**. Der Bedarf im Jahr 2002 lag bei 54,4 MWh/a, also eine Minderung von 38,5 %.

Der durchschnittliche Bedarf pro m^2 Wfl. für die Baualtersklassen bis 1983 ist von 170 kWh/m^2a auf 74 kWh/m^2a (ca. 56 %) gefallen. Da aber 2 Baualtersklassen mit ihren alten Werten bestehen bleiben und zusätzlich eine Wohnfläche von 19.600 m^2 beheizt werden muss, lässt sich der Gesamtendenergiebedarf nur um knapp 40 % reduzieren.

Tab. 6-1: Endenergiebedarf 2030

Endenergiebedarfsermittlung - Allensbach Szenario 2030

Baualters-klassen		Wfl.ges. m2	Wfl.m2 1-2 WE	F1	kWh/ m2	F2	1-2 WE MWh/a	Wfl.m2 > 2 WE	kWh/ m2	F2	> 2 WE MWh/a
bis 1918	**A/B**	31.506	21.264	0,94	90	0,97	1.745	10.243	85	0,97	844
1919 - 48	**C**	14.380	9.690	0,94	75	0,97	663	4.690	80	0,97	364
1949 - 57	**D**	9.170	5.347	0,94	80	0,97	390	3.822	70	0,97	260
1958 - 68	**E**	34.704	20.216	0,94	80	0,97	1.475	14.487	60	0,97	843
1969 - 78	**F**	72.289	41.582	0,94	75	0,97	2.844	30.707	55	0,97	1.638
1979 - 83	**G**	26.315	18.503	0,94	70	0,97	1.181	7.811	60	0,97	455
1984 - 94	**H**	64.874	39.859	0,94	120	0,97	4.361	25.015	90	0,97	2.184
1995 - 02		34.255	22.752	0,94	90	0,97	1.867	11.503	60	0,97	669
2003 - 30		19.600	11.760	0,94	65	0,97	697	7.840	45	0,97	342
2030		307.093	190.973				15.222	116.119			7.600
Mittelwert Baualterskl. bis 1983					78				68		
Mittelwert Baualterskl. bis 1983 alle Geb.									74		

Heizwärmebedarf ges.	kWh/a	22.822	MWh/a
WW-Wärmebedarf ges.	12,5 * Wfl.ges.	3.839	MWh/a
Anlagenverluste	20,6% d. EE	6.917	MWh/a
Endenergie		33.577	MWh/a
Endenergie / m2	109		
Endenergie / WE		10	MWh/a

F1 5% unbeheizte Wohnfl. + 1% unbeheizte Ferienwohng. (1.642 m2) in EFH's
F2 Klima-Korrerkturfaktor (Allensbach/Deutschland)

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der Sanierung

Im Anhang A-1 ist die thermische Sanierung exemplarisch für ein EFH-C dargestellt. Im folgenden wird nur die Wirtschaftlichkeit dieser Sanierungmaßnahmen nachgewiesen.

Randbedingungen: Preis pro kWh Heizöl ca. 3,8 Cent
Preis pro kWh im Mittel der nächsten 25 Jahre 6,5 Cent ($k_{e,m}$), bei einer Preissteigerung von 4 % pro Jahr.
Kapitalzins für Investitionen 5,5 %.
Kalkulatorische Nutzungsdauer der baulichen Investitionen 25 Jahre.
Kalkulatorische Nutzungsdauer der Heizungsanlage 15 Jahre.
Kosten je eingesparte kWh = k_{EIN} = ($a_{p,n}$ * I + Z) / E_{EIN}
$a_{p,n}$ = Annuitätsfaktor
$a_{p,n}$ 25 Jahre = 0,074
$a_{p,n}$ 15 Jahre = 0,099
Z = Evt. jährliche Zusatzkosten (Wartung etc.)
E_{EIN} = Eingesparte Energie

Der äquivalente Energiepreis, oder anders ausgedrückt, die Kosten für die eingesparte Kilowattstunde (k_{EIN}) ist ein ideales Mittel um die Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen anschaulich darzustellen. In

die Berechnung dieses Wertes gehen als Annahme über die zukünftige Entwicklung nur die Kapitalmarktzinsen ein, sowie gegebenenfalls Preissteigerungen für evtl. Zusatzkosten (Z), nicht dagegen die Energiepreissteigerung. Damit kann der „Preis für die eingesparte Energie“ verlässlicher berechnet werden als Kapitalwerte, bzw. mittlere jährliche Gesamtkosten. Liegt k_{EIN} unter dem mittleren, über die Nutzungsdauer angenommenen Energiepreis $k_{e,m}$, dann ist die Maßnahme eindeutig wirtschaftlich. (siehe Tab. 6-2)

Tab. 6-2: Kosten je eingesparte kWh

Bauteil	Beschreibung	Fläche m2	U-Wert neu W/m2 K	Einsparung kWh	Mehrkosten	Kosten je eingesparte kWh
Dach	12 cm Aufsparren-dämmung, WLG 040	164	0,26	8.810	22 €/m2	3,0 Cent
Außenwand	12 cm Wärmedämm-verbundsystem, WLG 040	243	0,28	27.850	30 €/m2	1,9 Cent
Fenster	Erneuerg. d. Fenster Ug = 1,1 W/m2 K	40	1,4	1.560	10 €/m2	1,9
Keller	Unterseitige Dämmg. 6 cm, WLG 040	115	0,42	4.420	12 €/m2	2,3 Cent
Heizung	Gas-Brennwert statt Niedertemperatur			2.470	1.000 €	3,6 Cent

Die in die Kostenkalkulation eingehenden „Mehrkosten“ betreffen nur die für die Dämmung entstehenden zusätzlichen Kosten einer Renovierungsmaßnahme. Im Falle der Außenwand bedeutet dies, dass die Dämmmaßnahme nur dann als wirtschaftlich eingestuft werden kann, wenn sie im Zusammenhang einer sowieso fälligen Fassadenrenovierung erfolgt. Ähnlich verhält es sich in diesem Beispiel mit Dach und Fenster. Die Kosten der Kellerdämmung beziehen sich allerdings auf die Gesamtkosten, d.h. dass diese Maßnahme jederzeit und zu wirtschaftlichen Bedingungen erfolgen kann, je nach Fähigkeiten für Eigenheimbesitzer auch in Selbsthilfe, welches die Kosten auf unter die Hälfte absenken lässt und damit k_{EIN} ca. 1 Cent entsprechen würde.

6.2.1.3 Strom Haushalte

In den Haushalten besteht beim Stromverbrauch ein erhebliches Einsparpotenzial. Im Rahmen des Sparszenarios wird unterstellt, dass bis 2030 alle elektrischen Haushaltsgeräte einmal erneuert wurden und durch entsprechende Information für den Verbraucher auch mit den effizientsten Geräten. Obwohl die Ausstattungsrate mit Elektrogeräten steigen, und die Bevölkerungszahl auch etwas zunehmen wird, (siehe Kapitel 4) könnte sich durch die erneuerten, sparsamen Elektrogeräte der Strombedarf der Haushalte von

derzeit 11.326 auf 6.180 MWh/a reduzieren. (siehe Anhang A-10) Das ist eine Verminderung um 5.146 MWh/a, entsprechend ca. 45 %. Dies ergibt eine Primärenergieeinsparung von 13.534 MWh/a.

Wirtschaftlichkeitbetrachtung

Wie schon im Kapitel 4 dargestellt, bietet insbesondere die Erneuerung von Elektrogeräten große Sparpotenziale. Alle neuen Geräte können verglichen mit den Altgeräten als sparsam bezeichnet werden. Aber es gibt sparsame und sehr sparsame Geräte, die sicherlich unterschiedliche Preise habe. Verschiedentlich wird die Energieeffizienz der Geräte mit Klassen von A, B und C bezeichnet, oder auch als A, A+ und A++. Es soll nun im folgenden nachgewiesen werden, dass es sich lohnt die teueren, effizienteren Geräte zu kaufen. Das Beispiel zeigt eine Vergleichsrechnung zwischen einem Standard Miele Kühlautomat und dem effizientesten Gerät.(siehe Tab. 6-3)

Tab. 6-1: Wirtschaftlichkeit: Effiziente Elektrogeräte

Miele Kühlautomat	Klasse A 157 l	Klasse A++ 150 l	Anteil %
Energiebedarf pro 100 l in 24 h (kWh)	0,27	0,15	55,6
Energiebedarf in 365 Tagen (kWh)	153	84	
Investitionskosten (IK) €	349	435	
Äquivalenter Energiepreis / Kosten für die eingesparte kWh (k_{EIN})			
Investitionskostendifferenz = 86 €			
Eingesparte Energie (E_{EIN}) = 69 kWh			
Strompreis 18 Cent			
Annahmen: Kapitalzins 5%			
Nutzungsdauer 15 Jahre			
Annuitätsfaktor 0,096			
Strompreissteigerung 4% pro Jahr			
Durchschnittsstrompreis der nächsten 15 Jahre = 24 Cent			
$K_{EIN} = a_{p,n} * IK / E_{EIN} = 0,096 * 86 / 69 = 0,12$ €			

D.h., die eingesparte kWh kostet 12 Ct, wobei der durchschnittliche Strompreis während der Nutzungsdauer von 15 Jahren 24 Ct betragen wird. Aber auch bereits im Vergleich mit dem heutigen Strompreis von 18 Ct stellt sich ein plus von 6 Ct/kWh ein.Vergleicht man Gefriergeräte des gleichen Herstellers, dann ergibt sich für die eingesparte kWh ein Preis von 15 Ct, der zwar geringfügig höher ist aber nach wie vor unter dem aktuellen Strompreis. Beide Beispiele zeigen eindeutig, dass es sich lohnt zu den effizientesten Geräten zu greifen.

6.2.2 Sparszenario Öffentliche Einrichtungen

6.2.2.1 Heizungsanlagen ÖE

Wie bereits im Kapitel 4 geschildert, gehen wir für den Betrachtungszeitraum wegen der üblichen Nutzungsdauer von 15 bis 20 Jahren von einer kompletten Erneuerung der Heizungsanlagen aus. Der mittlere Jahresnutzungsgrad erhöht sich damit von 76 % auf etwa 86 %. Es wird davon ausgegangen, dass die zukünftige Beheizung der Gebäude aus den Energieträgern Gas und Holz besteht.

6.2.2.2 Thermische Sanierung ÖE

In Anlehnung an den Wohnbereich gehen wir davon aus, dass bis 2030 alle Gebäude, die vor 1986 gebaut wurden, renoviert und thermisch saniert werden. Der durchschnittliche Renovierungszyklus würde damit etwas niedriger liegen (44 Jahre), aber da wir unterstellen, dass die Verwaltung mit gutem Beispiel vorausgehen wird, sollte dies auch verwirklichbar sein. Der im Zusammenhang mit der Erneuerung der Heizungsanlagen erreichbare Endenergiebedarf (siehe Kapitel 4) würde dann von 2.445 (mit Heizstrom) auf 1.528 MWh/a fallen, d.h. eine Einsparung von 917 MWh/a, entsprechend ca. 39 %.

6.2.2.3 Strom ÖE

Im Rahmen des Sparszenarios wird unterstellt, dass Einsparungen bei der Straßenbeleuchtung und Gebäuden allgemein möglich sind. Bis 2030 sollen alle strombeheizten Gebäude auf andere Energien umgestellt werden. Der Bereich Sonstiges (siehe Tab. 6-4) wurde von uns, mangels Detailkenntnis, nicht auf mögliche Einsparungen untersucht. Die dargestellten Einsparungen beziehen sich auf die ermittelten Potenziale. (siehe Kapitel) Der Stromverbrauch reduziert sich damit von 854 auf 622 MWh/a, d.h. auf 73 %.

Tab. 6-1: Sparszenario Strom in Öffentlichen Einrichtungen

Bezeichnung	Bestand MWh/a	Status 2030 MWh/a
Straßenbeleuchtung	297	240
Gebäude (allg. Stromverbr.)	242	110
Heizung	43	0
Sonstiges	272	272
Gesamt	854	622

6.2.3 Rationelle Energieanwendungen

6.2.3.1 Blockheizkraftwerke (BHKW's)

Im Kapitel 4 wurden die Potenziale des Einsatzes von BHKW's untersucht. Aufgrund der Abnehmerstruktur beschränkt sich der Einsatz auf BHKW's der Leistungsklasse unter 50 kW_{el} . Die Rahmenbedingungen für den Betrieb von BHKW's haben sich in den letzten Jahren stark verändert. So wurden Gesetze verabschiedet, die die Wirtschaftlichkeit der BHKW's erheblich verbessern. Im „Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform" vom Jahr 1999 sind bei Einhaltung bestimmter Bedingungen Vergünstigungen bei der Mineralölsteuer und der Stromsteuer zu erhalten [Bundestag 1999]. Das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung[36].setzt sich zum Ziel den „befristeten Schutz und die Modernisierung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sowie den Ausbau der Stromversorgung in kleinen KWK-Anlagen und die Markteinführung der Brennstoffzelle im Interesse der Energieeinsparung, des Umweltschutzes und der Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung" (§ 1, Abs. 1 KWK- Gesetz) zu verwirklichen. [Bundestag 2002]

Die Wirtschaftlichkeit eines BHKW's hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab, daher sind Wirtschaftlichkeitsberechnungen nur für den Einzelfall aussagekräftig. Niedrige Erdgaskosten und hohe Stromkosten sind eine ideale Voraussetzung für den Einsatz von BHKW's. Entscheidender Faktor sind die Stromgestehungskosten. Sind sie niedriger als die Bezugkosten von Strom, dann ist das BHKW wirtschaftlich. In Abb. 6-4 sind 3 BHKW-Leistungsklassen dargestellt (5,5 kW, 30 kW und 50 kW), die für die Haushalte und öffentlichen Einrichtungen in Frage kommen könnten. Es werden die spezifischen Investitionskosten und die Stromgestehungskosten dargestellt.

---

[36] Laut des Gesetzes bekommen BHKW- Betreiber bei Netzrückspeisung einen gesetzlichen „Zuschlag" in Höhe von 5,11 ct/ kWh_{el}, für BHKW < 50 kW_{el}, bzw. 2,56 ct/ kWh_{el} für ein BHKW mit einer Leistung zwischen 50 kW_{el} und 2000 $kW_{el.}$ Zusätzlich zu diesem gesetzlichen Zuschlag erhält der Betreiber eine Vergütung für „vermiedene Netzkosten" und den „üblichen Preis" für Netzeinspeisung. Dieser entspricht laut Gesetz dem an Strombörsen gehandelten Preis unter Berücksichtigung der zeitlichen Charakteristik des eingespeisten Stroms.

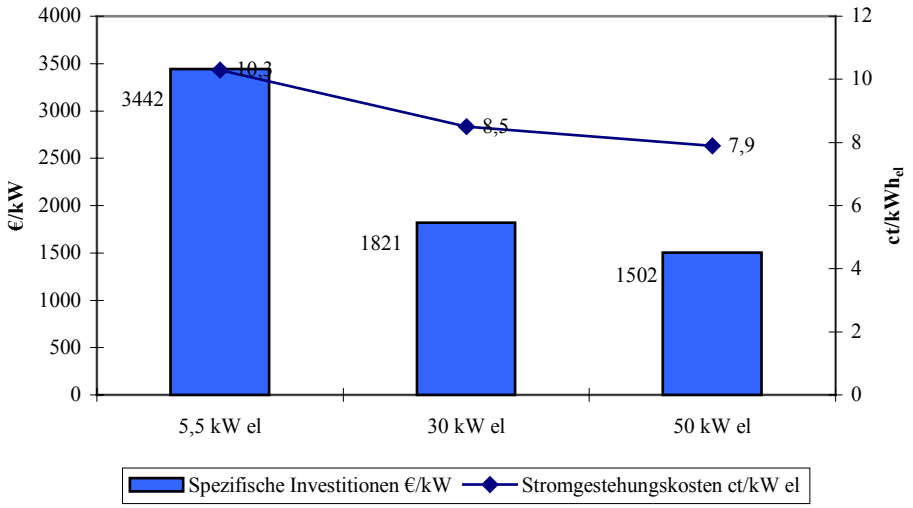


Abb. 6-1: Stromgestehungskosten von 3 BHKW- Leistungsklassen
[Quelle: Klimaschutz- und Energieagentur]

In Abb. 6-3 handelt es sich um eine Berechnung der Stromgestehungskosten für ein Nahwärmenetz[37] für eine Wohnsiedlung mit einem Anschlusswert von 600 kW_{th}. Mit zunehmender Leistung des BHKW's sinken die Stromgestehungskosten. Unter den gegebenen Rahmenbedingungen haben alle BHKW's Stromgestehungskosten unter den heutigen Strompreisen der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen. Rechnet man die jährliche Ersparnis an Mineralöl- und Stromsteuer mit ein, kann bei einem BHKW mit einem Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 % (15 kW_{el},/ 32 kW_{th}) und einer Betriebzeit von 5.000 Volllaststunden mit einer Rückerstattung von insgesamt 3.017 €/a[38] gerechnet werden.

Unter diesen Rahmenbedingungen wird für das Sparszenario unterstellt, das die Potenziale des Einsatzes von Motor-BHKW's (siehe Kapitel 4) bis 2030 ausgeschöpft werden können. Durch den Einsatz sind Primärenergieeinsparungen in Haushalten und öffentlichen Einrichtungen von insgesamt 1.964 MWh/a zu erwarten.

Brennstoffzellen-BHKW's sind zur Zeit unwirtschaftlich. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass die Herstellungskosten in den nächsten Jahren je nach Zellentyp und elektrischer Leistung auf ein Preisniveau zwischen 1.200,- und 2.000,- €/kW_{el} fallen werden. Unter diesen Rahmenbedingen unterstellt das Sparszenario, dass der Einsatz von Brennstoffzellen-BHKW's ab etwa 2015 beginnen könnte. Daher

---

[37] Die Berechnungen wurden unter folgenden Annahmen gemacht: 5000 Jahresvolllaststunden, technische Lebensdauer für BHKW zwischen 11, 4 für 5,5 kW_{el}, und 15 Jahre für 50 kW_{el}, Zurückerstattung von Mineralölsteuer einschließlich MwSt von 0,40 ct/ kWh $_{Ho,}$ Brennstoffkosten (Erdgas) von 3,53 ct/ kWh $_{Ho}$

[38] Der Regelsteuersatz auf Erdgas ist ab 1 Jan. 2003 von 0,3476 Ct/kWh auf 0,55 Ct/kWh angehoben worden. Der Regelsteuersatz für leichtes Heizöl beträgt 0,6135 Ct/kWh. Der Stromsteuersatz beträgt 2,05 CT/kWh.
Somit beträgt die Rückerstattung:
Mineralölsteuererstattung: 32 kW_{th} * 0,0055 €/a * 6000 h/a * 1,11 =1172 €/a
Stromsteuererstattung: 15 kW_{el} * 0,0205 €/a * 6000 h/a =1845 €/a

werden die Potenziale des Einsatzes von Brennstoffzellen nicht bis 2030 ausgeschöpft sein. Rechnet man nur die Hälfte von diesen Potenzialen, so werden in Haushalten und öffentlichen Einrichtungen insgesamt 154 Brennstoffzellen-BHKW's mit einer gesamten Leistung von 212 kW_{el} installiert sein. Die gesamte Primärenergieeinsparung beträgt damit 1.778 MWh/a.

6.2.3.2 Gasmotor-Wärmepumpe

Für das Sparszenario wird angenommen, dass die im Kapitel 4 ermittelten Potenziale möglich sind. Das würde den Einsatz von 25 GM-WP bedeuten, die je eine Wärmeleistung von 55 MWh/ erbringen würden. Dies ergäbe eine Jahressumme von 1.375 MWh. Die Energieeinsparung gegenüber dem ersatzweisen Einsatz von Gas-BW-Kesseln würde ca. 675 MWh/a betragen, entsprechend 43 %. Über die Wirtschaftlichkeit ist zum heutigen Zeitpunkt nur schwer eine Aussage zu machen, da die angedachten Kleingeräte eben erst ihre Testläufe absolvieren.

6.2.4 Nutzerverhalten

6.2.4.1 Raumwärme

Das Nutzerverhalten hat einen erheblichen Einfluss auf den Heizwärmebedarf. Durch die gewünschte Raumsolltemperatur, das Lüftungsverhalten und die Heizungsregelung wird der Heizwärmebedarf beeinflusst. Der Endenergiebedarf für die Raumheizung wird nicht nur durch die Höhe des Heizwärmebedarfs, sondern auch von der Effizienz des eingesetzten Wärmeerzeugers und der Verteilungsverluste des Heizungssystems beeinflusst.

Angelehnt an die Untersuchung[39] vom Öko-Institut e.V., wird im Anhang A-14 der Einfluss des Verbraucherverhaltens auf den Heizwärmebedarf im Sektor Haushalte und öffentliche Einrichtungen untersucht. So wird ein Gebäudetyp (schlecht gedämmtes Haus) gewählt, um den Einfluss von Faktoren wie Raumsolltemperatur, Lüftungsverhalten und Nachtabsenkung mit Hilfe einer Simulation zu verdeutlichen. (Energieberater 5.08) Um die verhaltensbedingten Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf zu untersuchen, werden die Parameter Rauminnentemperatur, Luftwechselrate und Nachtabsenkung variiert. Für jede Kombination („Szenario") wird der spezifische Jahresheizwärmebedarf bestimmt und dann die Abweichungen vom Standard in jedem Szenario ermittelt.

Hierfür wird das in der DIN 4108-6 und DIN EN 832 beschriebene Monatsbilanzierungsverfahren, welches sowohl die bauphysikalischen Vorgaben als auch die nutzerbedingten Einflüsse berücksichtigt,

[39] In dieser Untersuchung „Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten" wurde die Potenzialabschätzung des Einflusses des Verbraucherverhaltens auf den Endenergiebedarf zur Deckung des Raumwärmebedarfs für den Sektor Haushalte untersucht

herangezogen. Als klimatische Datenbasis werden die Temperatur und Sonneneinstrahlwerte von Konstanz übernommen.

Die Auswirkungen schlechter Verhaltensvarianten (siehe Anhang A-14) sind enorm, nämlich bis 49 % höherer Heizwärmebedarf als beim Standardfall, im Vergleich mit 26 % weniger Heizwärmebedarf als beim Standardfall bei energiesparendem Verhalten. Aus diesen Werten wird deutlich, dass man nicht nur darauf achten sollte, dass Energie eingespart wird, sondern viel mehr darauf, dass nicht unnötiger Mehrverbrauch entsteht. Das Sparszenario unterstellt, dass sich bis ins Jahr 2030 ein neues Bewusstsein im Umgang mit Energie entwickelt hat, sodass eine Mindest-Energieeinsparung von 6 % bei der Raumwärme durch besseres Nutzerverhalten zu erreichen ist. Das sind Endenergieeinsparungen von 3.267 MWh/a bis ins Jahr 2030.

6.2.4.2 Nutzerverhalten Strom

Nach Untersuchungen des Öko-Instituts hinsichtlich der Energieeinsparung bei Haushaltsgeräten durch Änderung des Nutzerverhaltens sind die Potenziale nicht so groß wie bei Raumwärme. In vielen Fällen bewirken die einzelnen Verhaltensoptionen nur geringfügige Veränderungen des Stromverbrauchs. Ausnahmen hiervon sind Verhaltensänderungen beim Waschen, im Gebrauch von Stand-by Geräten und bei der Beleuchtung.

6.2.5 Endenergieentwicklung beim Sparszenario

Im Sparszenario wird unterstellt, dass im Privatebereich durch gezielteBeratung und mit Hilfe bestehender und zusätzlicher Förderung durch die Gemeinde, die Bürger motiviert werden in Energiesparmaßnahmen zu investieren. Demzufolge würde bei Renovierungsarbeiten von Gebäuden optimal thermisch gedämmt.. Das führt zu einer starken Senkung des Heizwärmebedarfs und damit des Endenergiebedarfs. Alte Haushaltsgeräte werden durch die effizientsten ersetzt. Bei öffentlichen Einrichtungen wird Energiemanagement eingeführt, was zur Optimierung von Energiesparmaßnahmen führen soll. Demnach sinkt der Endenergieverbrauch für Haushalte und öffentliche Einrichtungen von derzeit 65.994 auf 38.876 MWh/a im Jahr 2030. Das sind Endenergieeinsparungen von insgesamt 27.118 MWh/a. Damit reduziert sich der Endenergieverbrauch um ca. 41 %. (siehe Abb. 6-5) Hier zeigen die Ergebnisse, dass die Energieinsparung von 50 % in HH und ÖE bis ins Jahr 2030 nicht möglich ist, wenn nur die wirtschaftlichen Potenziale ausgeschöpft werden. Das Ziel ist nur zu erreichen, wenn die technischen Potenziale ebenfalls ausgeschöpft werden können.

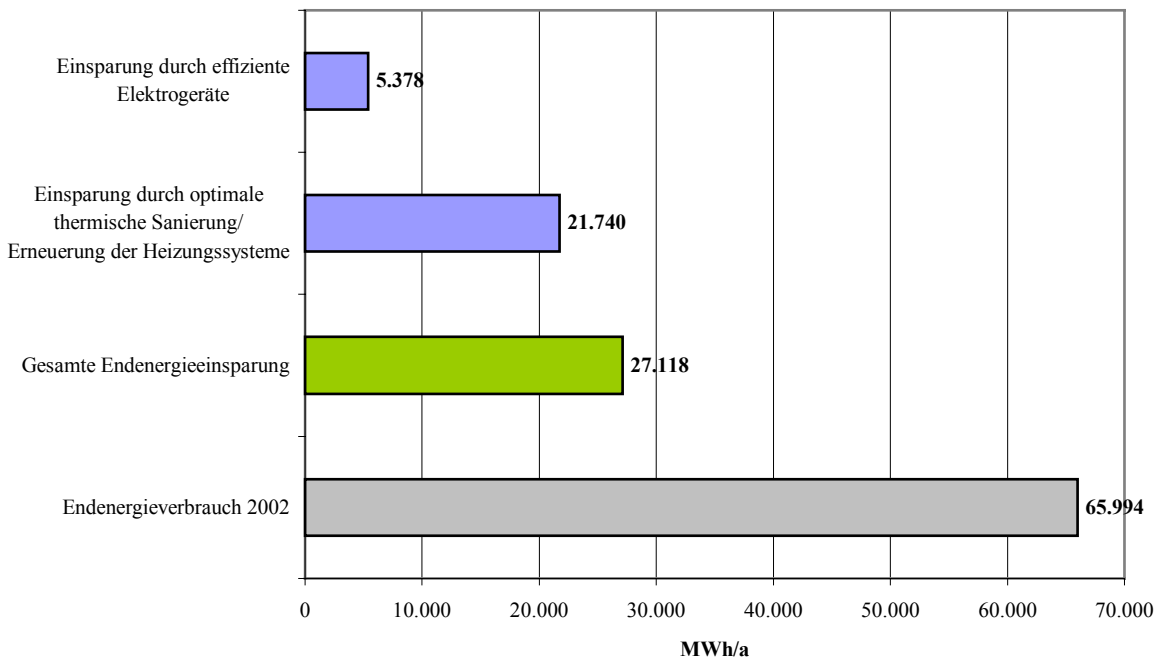


Abb. 6-1: Sparszenario Endenergieeinsparung HH und ÖE

6.2.6 Primärenergieentwicklung beim Sparszenario

Zusätzlich zu der Endenergieeinsparung trägt der Einsatz von BHKW's zu Reduzierung der Primärenergie bei. Der Primärenergieverbrauch sinkt von derzeit 92.739 auf 49.739 MWh/a. Das sind Primärenergieeinsparungen von insgesamt 43.000 MWh/a. (siehe Abb. 6-6) Damit reduziert sich der Primärenergieverbrauch um ca. 46 %. Das Ziel von 50 % Primärenergieeinsparung bis ins Jahr 2030 könnte durch mehr Stromeinsparung erreicht werden. Die Gebäudesanierung leistet mit Abstand den größten Beitrag zur Einsparung.

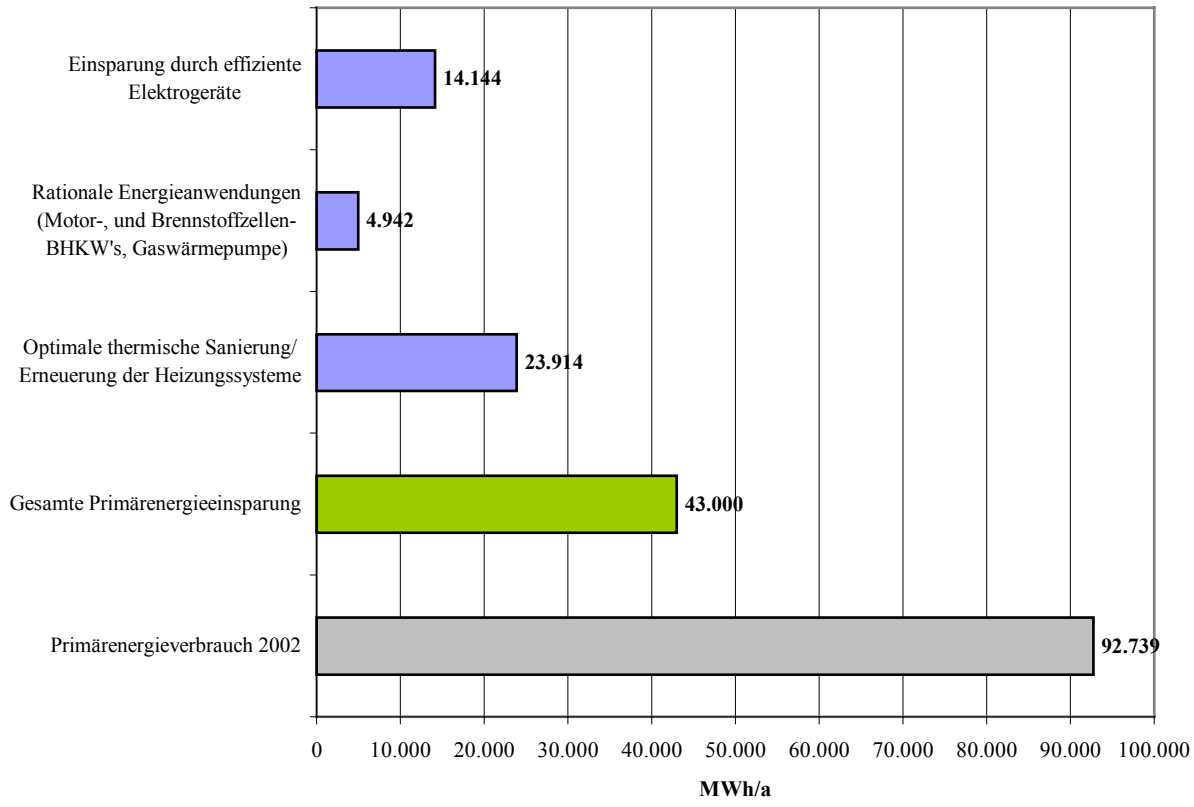


Abb. 6-1: Sparszenario Primärenergieeinsparung HH und ÖE

6.3 Erneuerbare Energien-Szenario

Im Erneuerbare Energien- Szenario wird unterstellt, dass die Gemeindeverwaltung und die Bürger jede Möglichkeit nutzen auf erneuerbare Energieträger umzusteigen. Durch gezielte Beratung und zusätzliche Förderungen von der Gemeinde, werden die fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien ersetzt. Es werden Beteiligungsgesellschaften gegründet, die umfassendere Projekte für den Einsatz von erneubaren Energien durchführen. Hier werden verschiedene Optionen untersucht, und in Szenarien integriert. Die Optionen werden auf ihre Wirtschaftlichkeit hin überprüft. Bei Umsetzung dieser Optionen kann der Anteil an erneuerbaren Energien so erhöht werden, das mindestens die Hälfte des Endenergieverbrauches im Jahr 2030 gewährleistet ist.

6.3.1 Alternative Heizsystemen / Kesselaustausch

Durch die neue Energie-Einspar-Verordnung (EnEV) müssen in den nächsten Jahren alte Heizungsanlagen erneuert werden. Allein im Bereich Haushalte stehen ab dem Jahr 2006 133 Anlagen zur Erneuerung an. Im Bereich ÖE sind es 11 Ölkessel, die in den nächsten10 Jahren zur Erneuerung anstehen. Alle Anlagen, bei denen im Rahmen der anstehenden Erneuerung, der Umstieg auf alternative Energieträger verpasst wird, sind für die nächsten 20 Jahre als Potenzial verloren.

6.3.1.1 Stückholzheizung

Die Wirtschaftlichkeit einer Stückholzheizung soll im fogenden als Alternativlösung zu einer Ölheizung aufgezeigt werden.

Annahmen:	Verbrauch:	2.000 l Öl/a, entsprechend ca. 11 Ster Holz/a
	Energiekosten:	Öl = 0,38 €/l (inkl. 16 % Mwst) = 760 €/a Holz = 45 €/Ster (inkl. 7 % Mwst) = 495 €/a
	Preissteigerung:	für Öl werden 4 % pro Jahr angenommen für Holz wird angenommen, daß der Preis in etwa auf diesem Niveau gehalten werden kann
	Nutzungsdauer:	15 Jahre

Energiekosten: Über die Zeit von 15 Jahren ergibt sich eine Kostendifferenz zugunsten von Holz von 8.400 €, entsprechend 560 €/a.

Investitionskosten

HFVREFSEQARABISCHolzkessel 15 kW		7.200	€
Pufferspeicher		500	€
Summe	7.700		€
Abzgl. Förderung	1.500		€
Investition Holzkessel	6.200		€
Investition Ölkessel	4.000		€
Mehrinvestition	2.200 €		
Nutzungsdauer		15	Jahre
Kapitalzins		5,5	%

Annuität = 0,099 * 2.200 = 218 € < Einsparung von 560 €

Die Einsparung liegt erheblich über der Annuität Über die Nutzungsdauer von 15 Jahren bedeutet das eine **Einsparungssumme von > 5.000 €**. Dabei soll nicht unerwähnt bleiben, dass unter den genannten Annahmen das Holz selbst aufbereitet werden muß.

6.3.1.2 Pelletheizung

Die Wirtschaftlichkeit einer Pelletheizung wollen wir als Alternativlösung zu einer Ölheizung aufzeigen.

Annahmen:	Verbrauch	2.000 l pro Jahr, entsprechend ca. 4 t Pellet
	Energiekosten:	Öl = 0,38 €/l (inkl. 16 % Mwst) = 760 €/a Pellet = 185 €/t (inkl. 7 % Mwst) = 733 €/a
	Preissteigerung:	für Öl werden 4 % pro Jahr angenommen; für Pellets wird angenommen, daß der Preis wegen des anwachsenden Produktionsvolumens zumindest auf diesem Niveau gehalten werden kann.

Nutzungsdauer: 15 Jahre

Lagerung: Der alte Öltank muß entweder durch erheblichen Aufwand vor Rostfraß geschützt, oder evtl. vorhandene Blechtanks müßten erneuert werden. Die Kosten für ein 3 t Silo betragen ca. 1.600 € und würden gegen obige Maßnahmen etwa aufgewogen.

Energiekosten: Über die Zeit von 15 Jahren ergibt sich eine Kostendifferenz zugunsten von Pellet von 4.831 € = durchschnittliche Einsparung pro Jahr von 322 €.

Investitionskosten

Pelletkessel 15 kW	7.250		€
Regelung		500	€
Steigschnecke f. Silo		600	€
Summe	8.350		€
Abzgl. Förderung	1.500		€
Investition Pelletkessel	6.850		€
Investition Ölkessel	4.000		€
Mehrinvestition	2.850 €		
Kapitalzinssatz		5,5	%

Annuität = 0,099 * 2.850 = 282 € < Einsparung von 322 €

Nach dieser Berechnung ergibt sich eindeutig ein Vorteil zugunsten der Pelletanlage.

Davon ausgehend, daß die Öltanks noch in einem guten Zustand sind und man deshalb auch das Lagersilo mit 1.600 € als Investition ansetzen würde, dann ergäbe sich, bei ansonsten gleichen Annahmen, ein Verhältnis von Annuität zu Einsparung 400 / 322 €. Über 15 Jahre wären das Mehrkosten für die Pellet Version von 1.170 €, die allerdings die Freisetzung von ca. 76.000 kg CO2 vermeiden. Anders ausgedrückt: 1,5 Ct pro vermiedenes kg CO2.

6.3.1.3 Nahwärme

Nahwärmenetze bieten die notwendige Infrastruktur, um erneuerbare Energien und in größerem Maßstab in die Wärmeversorgung zu integrieren. Ohne sie ist ein großer Teil des vorhandenen Potenzials erneuerbarer Energie entweder überhaupt nicht erschließbar oder nur zu wesentlich höheren Kosten. Die Entscheidung ob ein Gebiet „nahwärmetauglich“ ist, hängt von den Randbedingungen ab, die durch die Siedlungsstruktur vorgegeben sind. Ein sehr wichtiger Faktor ist die Höhe des Wärmebedarfs pro Siedlungsfläche, hier unter dem Begriff „Wärmedichte“ zusammengefasst. Aus technischer Sicht werden die für die Nahwärme geeigneten Einsatzgebiete nur durch die Wärmeverluste in den Verteilleitungen begrenzt. Die Frage ist also, bis zu welcher Wärmedichte es überhaupt sinnvoll ist Nahwärmenetze zu bauen.Die Wirtschaftlichkeit dieser Nahwärmesysteme bestimmt den Zeitpunkt für die Umsetzung. So ist ein Biomasse-Nahwärmesystem (Hackschnitzel) bei hohem Anschlussgrad und einem Heizölpreis von mehr als 40

Cent/Liter günstiger als Einzelheizungen. [Vergl.Böhnisch 2004] Das gesamte Holzpotenzial in Allensbach besteht zu 52 % aus Hackschnitzel. Diese Potenziale könnten z. B. in einem Nahwärmenetz eingesetzt werden.

Bei Solar-Nahwärmesystemen mit Langzeitwärmespeichern liegt der Wärmepreis zwischen 15 und 25 Cent/kWh. Hier sind in den nächsten 10 bis 20 Jahren erhebliche Kostenreduzierungen zu erwarten.

Es gibt eine ganze Reihe von Nahwärmesystemen, die in Allensbach zur Nutzung des erneuerbaren Energienpotenzial eingesetzt werden könnten. Das sind zum einen Geothermie, aber auch Hackschnitzel (Holz) und Solar-Nahwärme. Durch den Bau eines geothermischen Kraftwerkes (siehe Kap. 6.3.6) im Gewerbegebiet, wird die dabei entstehende Wärme ins Nahwärmesystem integriert. Die Voraussetzungen, wie die hohe Wärmedichte (Prozess- und Raumwärme für Bäckerei, Wäscherei, etc.) von ca. 15.000 MWh_{th} und der Flächenbedarf von ca. 5.000 m² für die Bohrung wären vorhanden. Es entstünden nur minimale Leitungsverluste durch kurze Wege.

In Kaltbrunn besteht die Möglichkeit ein Nahwärmesystem auf der Basis von Hackschnitzel (siehe Potenzial Biomasse) einzurichten. Die Voraussetzung der Wärmedichte von ca. 500 MWh/ha a (160 EFH und MFH auf 10 ha Fläche) bestünde. Dazu kommt, dass Kaltbrunn keinen Gasanschluss hat und auch die Umstellung von Öl auf Nahwärme bei den Bewohnern auf wenig Widerstand stoßen würde.

Ein Solar-Nahwärmesystem mit Langzeitwärmespeicher wäre in einer Neubausiedlung miteinzuplanen.

6.3.2 Solarthermie

6.3.2.1 Solarthermie Warmwasser

Die Simulation mit dem „Energieberater 5.08“ ergibt für eine kleine Solaranlage nach DIN auf einem neuen Gebäude (EnEV) mit 137 m^2 Wfl. eine durchschnittliche Endenergieeinsparung von 2.470 kWh/a [EnEV 2002]. Bei Investitionskosten von 4.060 €, einer Nutzungsdauer von 25 Jahren und 5 %-iger Verzinsung des eingesetzten Kapitals, ergibt sich ein k_{EIN}[40] von 13,3 Ct. Unter der Annahme einer 25 %-igen Kostensenkung im Laufe der nächsten 25 Jahre ergibt sich ein mittlerer Wert von 11,2 Ct. In beiden Fällen bedeutet das erhebliche Mehrkosten gegenüber fossiler Wärmebereitstellung, die bei einer 4 %-igen Preissteigerung einen Mittelwert von ca. 6,5 Ct. annehmen dürfte. Bei einem Einsatz des notwendigen Kapitals und den reduzierten Kosten würde sich die Anlage erst nach 22 Jahren amortisieren.

6.3.2.2 Solarthermie Warmwasser und Heizungsunterstützung

Die Simulation mit „Getsolar“ für eine Solaranlage mit 14 m^2 und 1.000 l Speicher auf einem Gebäude mit 137 m^2 Wfl.(4 Personen je 40 l WW/Tag) ergibt eine durchschnittliche Endenergieeinsparung von 6.500 kWh/a. Die Kosten der eingesparten Energie liegen mit 10,4 Ct etwas günstiger. Unter der Annahme von 25 % durchschnittlich reduzierten Investitionskosten verbleiben immer noch 8,8 Ct.

---

[40] k_{EIN} = Kosten für die eingesparte Energie

Wir sind nicht angetreten um „schön“ zu rechnen und können so leider keine besseren Ergebnisse anbieten.

6.3.3 Photovoltaik

Eine PV-Anlage ist im Vergleich zur Solarthermie eine Superinvestition. Durch die gerade erst neu geregelte Einspeisevergütung von 57 Ct für Kleinanlagen ergibt sich für eine Solaranlage eindeutig eine Rendite. Bei Investitionskosten von 5.000 €/kWp und Erneuerung des Wechselrichters innerhalb der Laufzeit von 20 Jahren ergibt sich eine Rendite von mehr als 5 %. Das sind beste Voraussetzungen für die Anschaffung eines eigenen Kraftwerks.

6.3.4 Windkraft

Durch garantierte Einspeisevergütungen ist die Situation bei der Windkraft, ohne jetzt ins Detail zu gehen, sehr ähnlich der bei der Photovoltaik.

6.3.5 Biogas Gemeinschaftsanlage

Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe beträgt 39. Davon haben nur 4 Betriebe mehr als 50 ha Fläche. Die gesamte Anzahl GVE beträgt 452. Davon stehen allein 129 GVE in einem Betrieb, der schon einer Biogasanlage betreibt. Da die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlagen erst ab 100 GVE gegeben ist, könnte eine Gemeinschaftsanlage eine alternative Lösung sein.

Die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage ist im allgemeinen schwierig zu bestimmen, da es viele Einflussfaktoren gibt:

- Menge der Substrate
- Menge des daraus produzierten Biogases
- Gasqualität
- Anteil der Prozessenergie
- Leistung und elektrischer, sowie thermischer Wirkungsgrad des BHKW‘s
- Höhe der Investitions- und Betriebskosten
- Bezugs- und Einspeisepreise für Strom
- Eigennutzung von Strom und Wärme

Dies führt dazu, dass Wirtschaftlichkeitsberechnungen nur für den Einzelfall aussagefähig sind. Trotzdem gibt es grundsätzliche Anhaltspunkte über die für eine Wirtschaftlichkeit notwendigen Rahmenbedingungen. Die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen hat sich mit dem neun EEG-Gesetz vom 2.04.2004 verbessert. Die Vergütung für Strom aus Biomasse bis 150 kW_{el} beträgt 11,5 Ct/kWh.

(siehe Wirtschaftlichkeitsberechung Anhang A-15) In der Gemeinschaftsanlage wird nicht nur Gülle vergoren, sondern auch Landschaftspflegematerial (Grünschnitt) und Ernterückstände. Unter den angegebenen Rahmenbedingungen wie 6.500 Vollaststunden, Gasausbeute von 664 m³ pro Tag und max.

284.000 € Investition, betragen die Stromgestehungskosten ca.10 Ct/kWh, d.h. sie liegen geringfügig unter der Einspeisevergütung von 11,5 Ct/kWh. Die Anlage würde bei einem Zinsatz von 5,5 % jährlich 24.000 € Gewinn erzielen. Unter diesen positiven Rahmenbedingungen gehen wir im Erneuerbare Energien-Szenario davon aus, dass die Biogas Potenziale bis 2015 ausgeschöpft werden können. Das wären insgesamt 1.112 MWh/a Strom und 1.383 MWh/a Wärme.

6.3.6 Geothermisches Kraftwerk

Die Einrichtung eines geothermischen Kraftwerkes im Gewerbegebiet spielt im Erneuerbare-Energien-Szenario die Hauptrolle. Die vorhandene Infrastruktur und die Wärmeabnehmer im Gewerbegebiet sind ideale Voraussetzungen.

Förderung von Geothermieprojekten im Rahmen des Zukunfts-Investitions-Programms (ZIP) des Bundesumweltministeriums und der neuen EEG- Vergütung für Geothermie mit 15 Cent/kWh $_{el}$ ab 1.1.2004, haben die Wirtschaftlichkeit für geothermische Kraftwerke erhöht. Die wichtigsten Kriterien, die die Wirtschaftlichkeit eines geothermischen Kraftwerkes ausmachen, sind geologisch bestimmt, nämlich durch die Reservoirethemperatur[41] und die Förderate[42].So sind die Stromgestehungskosten bei gutem thermischen Gradienten zwischen 10 und 20 Cent/kWh$_{el.}$ Ein sehr guter Gradient z.B. hat eine durchschnittliche Temperatur von 150 °C, 2,7 kmTiefe und ein Fördervolumen von 100 m³/h. Die Stromgestehungskosten für diesen Fall sind in Abb 6-7 dargestellt. So sind die Stromgestehungskosten unterschiedlich, je nachdem ob nur Strom erzeugt wird oder Strom und Wärme und zu welchem Preis diese Wärme vergütet wird. In Fall C, wo Strom und Wärme für ein Industriegebiet erzeugt wird, sind die Stromgestehungskosten maximal bei 13 Ct/kWh$_{el}$ und sind damit niederiger als die neue Vergütung für Strom aus Geothermie nach dem EEG. (15 Ct/kWh $_{el}$)

In der Annahme, dass in Allensbach die notwendigen Rahmenbedingungen (150° in 2,7 km Tiefe und ein Fördervolumen von 100 m^3/h) anzutreffen sind, würden die Stromgestehungskosten max. 13 Cent/kWh betragen und damit unter der Einspeisevergütung von 15 Cent liegen. (siehe Abb. 6-7 Fall C) Im Erneuerbare-Energie-Szenario wird unterstellt, dass die Gemeinde zusammen mit den Bürgern von Allensbach mit Hilfe von Förderungen und Investoren dieses geothermische Kraftwerk realisieren kann.

---

[41] Je höher die Temperatur, desto größer ist die erzeugte Strommenge. Je geringer die notwendige Bohrtiefe zum Erreichen einer bestimmten Mindesttemperatur (Stromerzeugung: größer etwa 120°C), desto geringer die Investitionskosten.

[42] Je größer der Volumenstrom, der in einem unterirdischen Wärmetauscher zirkuliert, werden kann, desto größer ist die erzeugte Strommenge. Die Wassermenge ist von der Permeabilität des Nutzhorizonts, also von dessen Porosität und/oder Klüftigkeit abhängig.

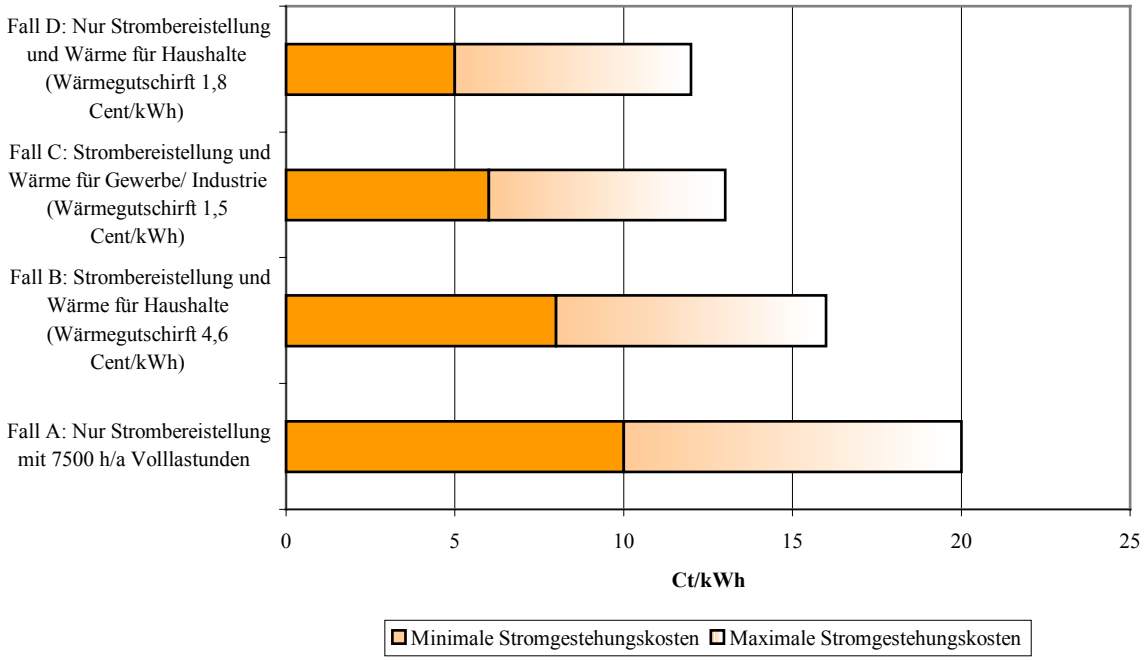


Abb. 6-1: Stromgestehungskosten bei Geothermie

(Randbedingungen: durchschnittliche Temperatur 150° C, in 2,7 km Tiefe, Fördervolumen 100 m³/h) [Quellen: Institut für Energetik und Umwelt GmbH, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart]

6.3.7 Erneuerbare-Energien-Szenario Haushalte

Das Ziel, den Endenergiebedarf möglichst zur Hälfte regenerativ zu decken ist auf verschiene Art und Weise zu lösen. Eine mögliche Kombination aus verschiedenen regenerativen Energiequellen könnte so aussehen, wie in Tab. 6-6 dargestellt.

Das dargestellte Szenario ergibt ziemlich genau eine hälftige regenerative Energieversorgung. Das Waldrestholz ist das gesamte Sterholz-Potenzial aus dem Wald innerhalb der Gemeinde. Die angesetzte Pelletmenge entspricht ca. dem 2 ½-fachen des hochgerechneten Potenzials. Aus dem für BW ermittelten technischen Potenzial würde bei gleichmäßigem Angebot im Land, Allensbach nur etwa 275 t zur Verfügung stehen. Keiner kann sich heute vorstellen, dass irgendwann ein „Run“ auf Pellets stattfinden könnte. Dem wird aber mit großer Wahrscheinlichkeit so sein, vielleicht schon vor 2030. Der Energieträger Pellet ist heute schon preiswerter wie fossile Brennstoffe. Außerdem ist Pellet zur Zeit der einzige Bioenergieträger, der auch in kleinen automatisierten Anlagen (10 kW) verheizt werden kann. Die Technik ist genauso verlässlich wie für fossile Brennstoffe. Wer sich frühzeitig für ein Heizsystem mit nachwachsenden Rohstoffen entscheidet, der erwirbt damit in gewisser Weise Vorkaufsrechte für den Brennstoff. Ab 2006 bis 2010 müssen alleine in Wohngebäuden 133 Anlagen (gesetzliche Auflage) erneuert werden. Wer sich dann wieder für Öl entscheidet, fällt aus dem Potenzial für den Umstieg auf regenerative Energien bis 2030 raus.

Tab. 6-1: Erneuerbare-Energien-Szenario Haushalte 2030

Energiequelle	Menge	Einh.	kWh	MWh	%-Anteil	Energieträger		Primär
Endenergiebedarf	ps.			33.577				MWh
Waldrestholz	1.800	Ster	1800	3.240	9,6	Holz	ca. 200 EFH	3.240
Pellet *4)	750	t	5120	3.840	11,4	Pellet	ca. 210 EFH	3.840
Nahwärmeversorgung -Holz	ps.			1.500	4,5	Hackschnitzel	ca. 75 EFH	1.500
Nahwärmeversorgung - Öl	ps.			500	1,5	Öl	ca. 25 EFH	550
Solar vorh. 2004	415	m2	525	218	0,6	Solar vorh.		218
Solar WW neu *1)	3.828	m2	550	2.106	6,3	Solar WW		2.106
Solar WW+HU neu *2)	11.500	m2	460	5.290	15,8	Solar WW+HU		5.290
GM-WP - Erdwärme *3)	ps.			566	1,7	Erdwärme	ca. 10 MFH	566
GM-WP - Endenergie	ps.			809	2,4	Gas	ca. 15 MFH	890
Elt.WW f. 25% d.Wfl.	76.773		17	1.305	3,9	Strom		3.915
Rest				14.203				15.624
Fossil ges.				16.818	50,1	Öl/Gas		
Regenerativ ges.				16.759				
Primärenergie ges. 2030								37.739
Primärenergie ges. 2003								64.228

*1) Su vorh. + neu = 1m2/EW f. 60% d. EW
*2) Su = 0,1m2/m2 Wfl.f. 40% d. Wfl.
*3) Gasmotor-Sole-Wärmepumpe, ca. 25 kW, Wirkungsgrad 1,7
*4) 750 t = 2,5-fache des techn. Potenzials

Die vorgesehene Nahwärmeversorgung könnte etwa 100 Einfamilienhäuser mit Wärme und Warmwasser versorgen. Idealerweise würde so eine Anlage für ein Neubaugebiet konzipiert. KEA hat bereits den Nachweis dafür geliefert, dass ein Nahwärmesystem im Neubau bereits heute preiswerter ist als der Bau und Unterhalt von 100 einzelnen Heizungsanlagen. Wir könnten uns auch gut ein derartiges Konzept für Kaltbrunn vorstellen.

Die in Tab. 6-6 aufgelisteten regenerativen Energien werden von oben nach unten teurer, was sich in den nächsten Jahrzehnten aber durchaus ändern kann.

Solarthermische Anlagen gibt es bereits auf einer Fläche von gut 400 m^2. Diese Fläche ist auszuweiten um für 60 % der Bevölkerung eine solare Warmwasserbereitung zu gewährleisten (1 m^2 pro EW.). Der zweite solare Bereich soll auch zur Heizungsunterstützung ausgelegt werden. Eine Solaranlage mit einer Größe von 10 % der Wohnfläche kann in einem Gebäude mit einem Heizwärmebedarf von 75 kWh/m^2, je nach Heizungsanlage, ca. 35 % der Endenergie einsparen.

Die Gasmotor-Wärmepumpe ermöglicht eine Teilnutzung regenerativer Energie (siehe Kapitel 4), aber dies auf außergewöhnlich hohem Niveau. Durch den Einsatz von 809 MWh an fossiler Energie können insgesamt 1.375 MWh Wärme erzielt werden, d.h. ein Zugewinn von 566 MWh regenerativer Energie.

Um das Bild abzurunden ist jetzt noch der in unserer Annahme für 2030 enthaltene Strom für die Warmwasserbereitung nachzutragen. Als Endenergiesumme nicht besonders hoch, schlägt sie jedoch primärenergetisch mit dem 3-fachen zu Buche.

6.3.8 Erneuerbare-Energien-Szenario Öffentliche Einrichtungen

Der Endenergieverbrauch für öffentliche Einrichtungen nach dem Sparszenario sinkt bis ins Jahr 2030 von derzeit 3.257 auf 2.108 MWh/a durch die angenommene optimale Sanierung aber auch durch Energieeinsparung an Straßen- und Gebäudebeleuchtung. (siehe Abb 6-8) Durch den Einsatz von 4 Motor- und 5 Brennstoffzellen-BHKW`s in den Liegenschaften mit Gasanschluss wird im Jahr 2030 der Strombedarf der ÖE voll gedeckt. Der Energieträger Heizöl wird durch Holz ersetzt. Solarthermie wird wegen des relativ geringen Warmwasserverbrauchs keine große Bedeutung haben. Bei PV gehen wir davon aus, dass die Umsetzung gemäß unserer Potenzialermittlung erfolgt. (siehe Kapitel 5) Der regenerative Anteil am Gesamtenergieverbrauch beträgt 962 MWh/a im Jahr 2030, das entspricht 46 % des Endenergieverbrauchs.

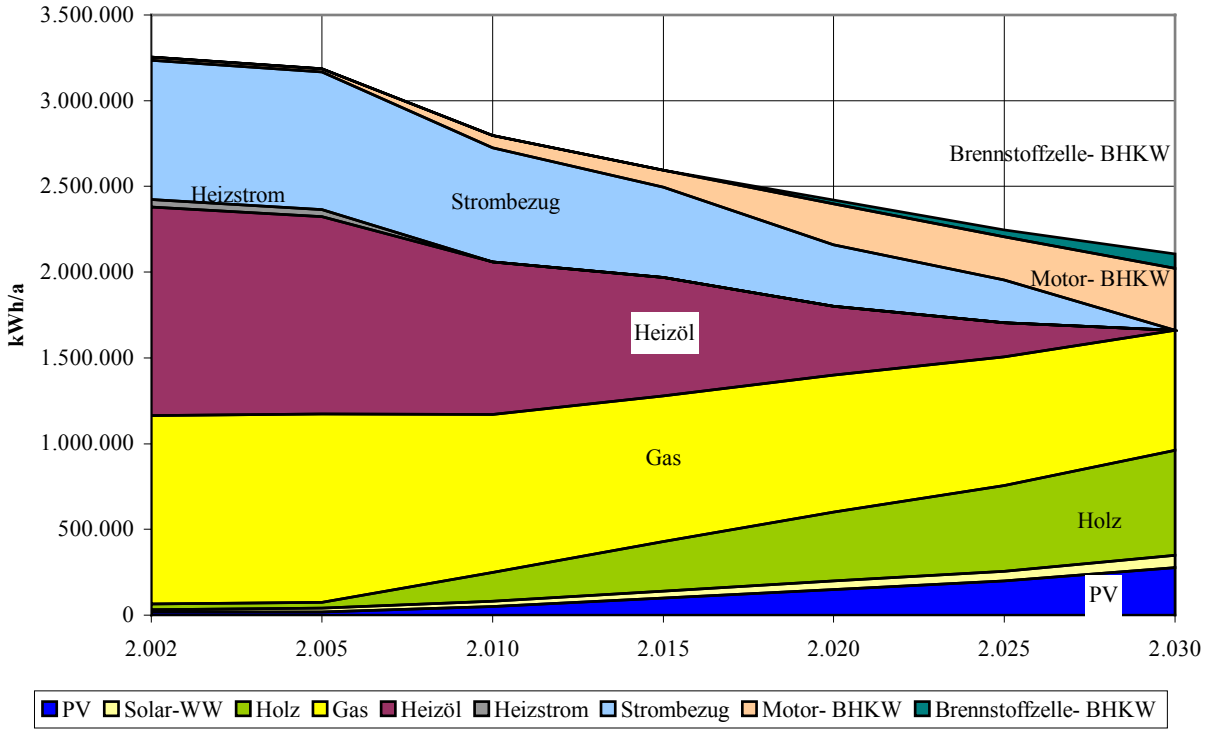


Abb. 6-1: Erneuerbare-Energien-Szenario ÖE

6.3.9 Wärme-Szenario Allensbach 2030

Der Gesamt-Wärmeverbrauch Allensbachs reduziert sich bis 2030 von 83.043 MWh/a auf 58.838 MWh/a, das entspricht ca. 71 % des Wärmeverbrauchs. Die Reduzierung ergibt sich aus folgenden Einsparungen:

Haushalte von 54.443 auf 33.577 MWh/a = 38,3 %

Öffentliche Einrichtungen von 2.445 auf 1.528 MWh/a = 37,5 %

GHD und Industrie von 29.307 auf 23.655 MWh/a = ca. 20 %

Die Reduzierung im Bereich GHD und der Industrie basiert auf der pauschalen Annahme einer 20 %-igen Einsparungsmöglichkeit bis 2030. In Abb 6-9 sind die Energieträger für Wärmebereitstellung im Jahr 2030

dargestellt. Durch die Realisierung der angeführten Optionen läßt sich der Anteil der erneubaren Energien in Wärmebereitstellung von 2,8 %(2.342 MWh/a) auf 74,6 % (41.888 MWh/a) erhöhen. Hauptrolle spielen die Nahwärmesysteme wie Geothermie, Hackschnitzel und Solar-Nahwärme. Ohne Nahwärmesysteme kann das Erneuerbare-Energie-Potenzial nicht in großem Maße ausgeschöpft werden. Fossile Energieträger spielen mit 25 % eine untergeordnete Rolle.

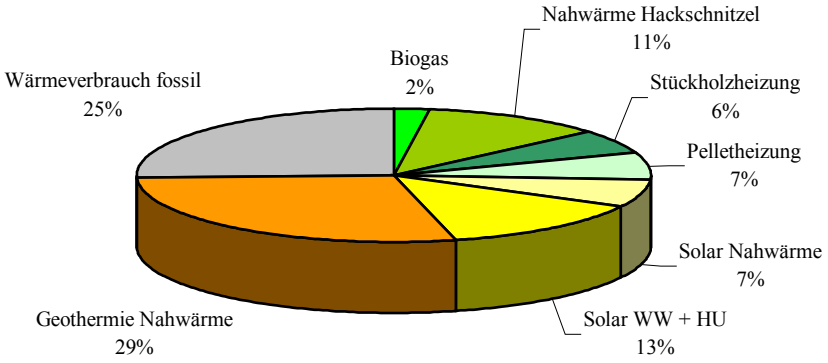


Abb. 6-1: Energieträger Wärmebereitstellung 2030

In Abb. 6-10 ist die dynamische Entwicklung der Wärmebereitstellung bis ins Jahr 2030 dargestellt. Die einzelnen Energieträger sind von unten nach oben entsprechend des Schwierigkeitsgrades ihrer Verwendung aufgeführt.

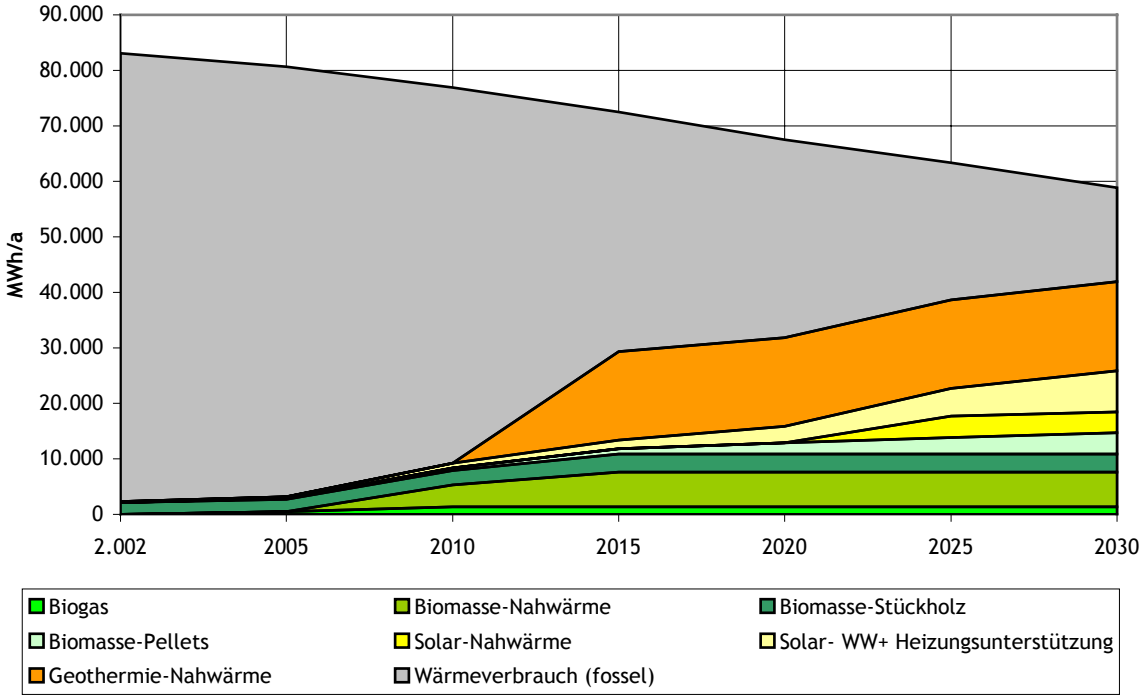


Abb. 6-2: Wärme-Szenario 2030

6.3.10 Strom-Szenario Allensbach 2030

Der Gesamt-Stromverbrauch Allensbachs reduziert sich bis 2030 von 20.683 MWh/a auf 15.476 MWh/a, entsprechend ca. 75 %. Die Reduzierung ergibt sich aus folgenden Einsparungen: Haushalte von 11.326 MWh/a auf 6.180 MWh/a = 45 %

Öffentliche Einrichtungen von 854 MWh/a auf 622 MWh/a = 27 %

Unsere Kenntnis über den Bereich GHD und Industrie sind zu gering, als dass wir Annahmen über bestimmte Einsparpotenziale treffen könnten. In Abb. 6-11. sind die Energieträger im Jahr 2030 dargestellt. Durch die Realisierung der angeführten Optionen läßt sich der erneuerbare Anteil am Stromverbrauch von 10,5 % (2169 MWh/a) auf 73,5 % (11.312 MWh/a) steigern. Haupt-Energieträger für die Strombereitstellung ist wieder Geothermie mit 52 %. (siehe Abb.6-11) Der Strombezug sinkt auf 31 %.

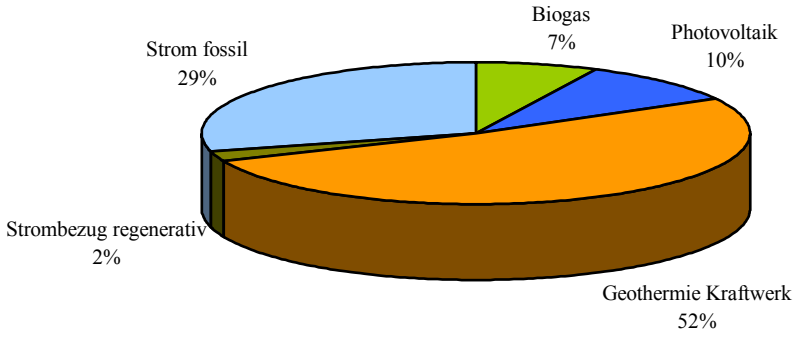


Abb. 6-1: Strombereitstellung in Allensbach im Jahr 2030

In Abb. 6-12 ist die dynamische Entwicklung der Strombereitstellung bis 2030 dargestellt. Die einzelnen Energieträger sind von unten nach oben entsprechend des Schwierigkeitsgrades ihrer Verwendung aufgeführt.

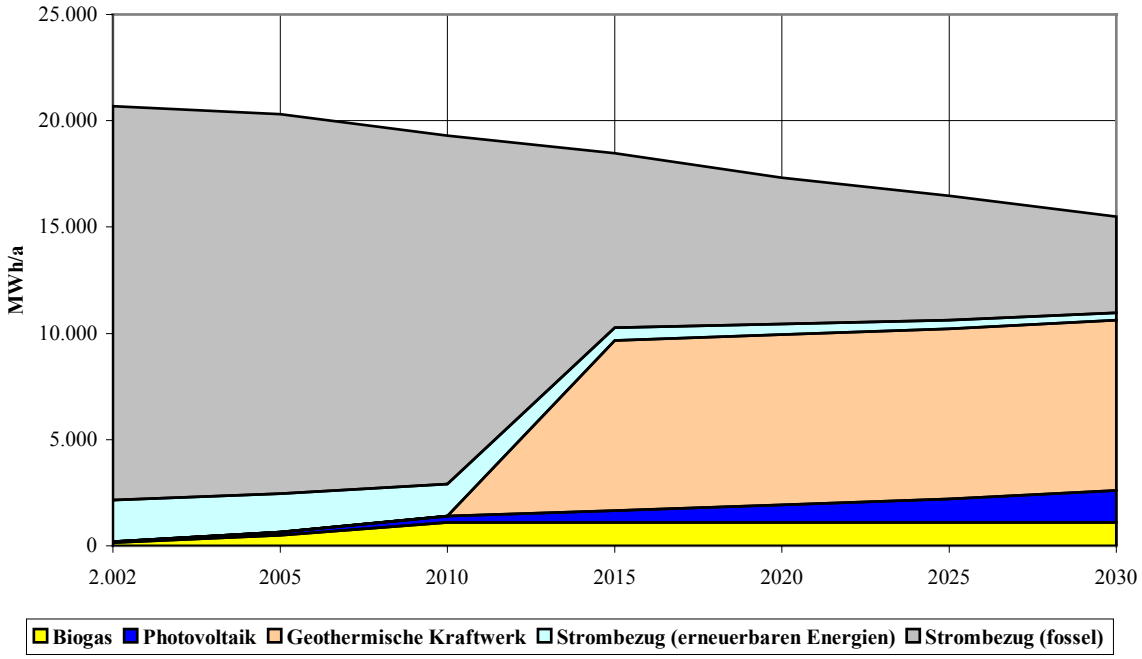


Abb. 6-2: Erneuerbare Energien-Szenario Strom

6.3.11 Szenario Primärenergieverbrauch

Durch die unterstellten Sparmaßnahmen und den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien ergibt sich eine Reduzierung der Primärenergie (ohne Verkehr) von 148.142 auf 83.717 MWh/a im Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduzierung von ca. 45 %.

6.3.12 Szenario CO_2-Emissionen

Durch die unterstellten Sparmaßnahmen und den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien ergibt sich eine Reduzierung der CO_2-Emissionen in Allensbach mit Ausnahme des Verkehrs von 28.232 t/a auf 7.934 t/a im Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduzierung von ca. 72 %. Pro Einwohner ergibt das eine Reduzierung von 4 t auf 1,0 t im Jahr 2030.

Kapitel 7 Instrumente und Strategien

Um die Potenziale der Energieeinsparungen auszuschöpfen und die Anteile der erneuerbaren Energien in Allensbach zu erhöhen, werden von allen Akteuren in der Gemeinde große Anstrengungen erwartet. In Abb. 7-1 sind die Trend-, Spar-, und Erneuerbare-Energien-Szenarien dargestellt. Es wird deutlich, dass nicht Einzelne die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen allein schaffen können. Hier müssen Bürger, Handwerker, Gemeindeverwaltung und Energieversorger mitwirken.

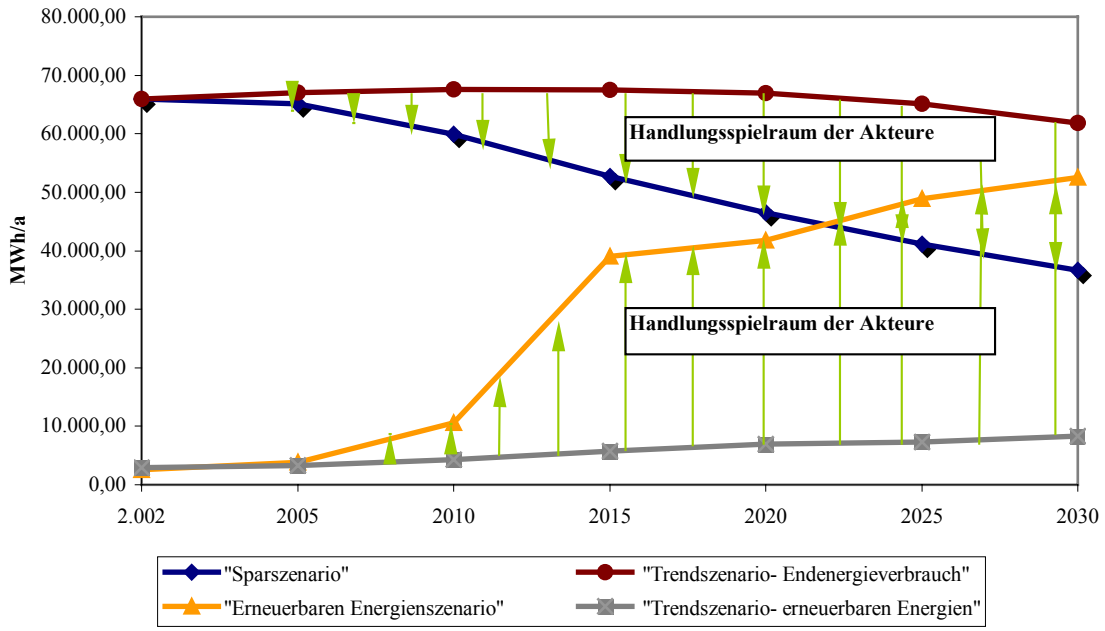


Abb. 7-1: Handlungsspielraum der Akteure in der Gemeinde

7.1 Abbau von Hemmnissen

Um die Ziele zu erreichen, müssen die Hemmnisse der Einsparaktivitäten und Investitionen in erneuerbare Energien im öffentlichen und privaten Bereich überwunden werden. In Tab 7-1 sind Hemmnisse dargestellt, die nach empirischer Untersuchung über Marktbarrieren zur Erschließung von Einsparpotenzialen abgleitet wurden. [Haberl u. a. 1996] Die Gemeinde kann entscheidende Instrumente zur Überwindung dieser Hemmnisse bereitstellen, indem Sie bei der Gründung einer Energie-Agentur aktiv mitwirkt. Die Agentur kann durch Erkennung von lokalen Problemen, Strategien und Lösungen entwickeln, um die Hindernisse aus dem Weg zu räumen und die Maßnahmen zu realisieren.

Tab. 7-1: Hemmnisse zur Erschließung von Einsparpotenzialen und mögliche Instrumente

Hemmnisse	**Gründe**	**Strategien und Instrumente**
Haushalte		
Informations-, und Kenntnismängel bei Investoren	Nutzer wissen wenig über Energiesparmöglichkeiten und bestehende Förderungen zum Energiesparen und den Einsatz von erneuerbaren Energien	Energieberatung vor Ort
Investor-/ Nutzer-Problematik	Während Mieter aufgrund des fehlenden Eigentumsrechtes kein Interesse an langfristigen Einsparinvestitionen an Wohngebäuden haben, liegen diese auch nicht im Interesse des Vermieters, wenn davon ausschließlich die Mieter profitieren.	Prämien und Förderungen (Bund, Land und Gemeinde)
Ungleichheit bei Ertragserwartung	Während die Kraftwerksbetreiber die Investitionen mit Amortisationszeiten von 15-25 Jahren handeln, kalkulieren Privatpersonen oftmals allenfalls im Zeitraum über 3-5 Jahre	Energieberatung vor Ort Prämien und Förderungen (Bund, Land und Gemeinde)
Öffentl. Einrichtungen		
Fehlen der Motivation	Mangelnde Motivation der Verwaltung, sich mit zusätzlicher (wenig honorierter) Arbeit zu belasten, um Energie einzusparen geringe Motivation der Hausmeister und Nutzer der Energie;	Einführung der Energiemanagement
Investor-/ Nutzer-Probleme	Duales Haushaltssystem: Trennung zwischen Verwaltungshaushalt und Vermögenshaushalt (Eine Stelle ist für Investitionen in Verbesserungsmaßnahmen zuständig, eine andere profitiert von den Betriebskostenersparnissen	Finanzierungsprogramm Contracting und Intracting
Personalengpässe	Das Personal ist mit seinen eigentlichen Aufgaben voll ausgelastet und verfügt nicht über die notwendigen Kapazitäten	Einführung des Energiemanagements
Finanzierungs-Engpässe	Die angespannte Haushaltslage verbietet Investitionen in nicht prioritären Bereichen, wozu Energiesparen häufig gezählt wird;	Contracting, Intracting

7.2 Aufgaben der Energie-Agentur

Aufgabe einer Energie-Agentur könnte das Verfolgen der formulierten Optionen zur Senkung des Energieverbrauchs und der Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien sein, d.h.:

- Energieberatung allgemein bis hin zur Projektberatung für Haushalte und Gemeindeverwaltung
- Einführung des Energiemanagements (Verbrauchskontrolle: Verbrauchserfassung und Verbrauchsauswertung) für öffentliche Einrichtungen; Erstellung von Energiestatistiken; Prüfen von Verträgen mit dem Energieversorger; Energiebilanzierung
- Informationen allgemein bis hin zu speziellen Fachinformationen, zusätzlich Informationen über Förderungen, Finanzierungen und Energietechnologien
- Konzepte für Projekte entwickeln, verfolgen und umsetzen
- Machbarkeitstudien für die Umsetzung von Maßnahmen
- Maßnahmen entwickeln und gemeinsam mit betroffenen Akteuren durchführen wie z.B. Entwicklung von Sanierungskonzepten

Die Energie-Agentur könnte preiswerte Einkaufsmöglichkeiten für die Bürger organisieren. Der Vertrag zwischen der Solarfabrik und den Schönauer Stadtwerken ist dafür ein gutes Beispiel. Die Energie-Agentur Allensbach könnte die Gründung von Beteilungsgesellschaften für Projekte, die sie in der Gemeinde durchführen wollen, initiieren.

7.2.1 Öffentliche Einrichtungen

Häufig wird die Einführung des kommunalen Energiemanagements mit dem Argument verhindert oder hinausgezögert, die Gemeinde könne sich diesen „Luxus" angesichts der angespannten Haushaltslage leider nicht leisten. Dabei wird übersehen, dass alle Praxiserfahrungen belegen, dass sich eine Personalstelle in diesem Bereich nicht nur selbst finanziert, sondern nach Abzug aller Sachkosten sogar Überschüsse in mehrfacher Höhe des Mitteleinsatzes erwirtschaften kann. Eine Auswertung des Deutschen Instituts für Urbanistik unter 15 Städten belegt jährliche Nettoeinsparungen je nach Intensität und Laufzeit des Energiemanagements zwischen 0,70 € und über 15 € je Einwohner. Die jährlichen Einsparungen liegen durchschnittlich etwa 4-5 mal so hoch wie die Personalkosten für Eenergiemanagement. [vgl. MWMEV 2000]

Die Aufgaben des Energiemanagements reichen von der Energieverbrauchserfassung und -Auswertung über die Durchführung von Gebäudeanalysen bis hin zur Planung von Energieeinsparmaßnahmen. Dabei gilt es, die ganze Bandbreite von Einsparmöglichkeiten auszunutzen und aufeinander abzustimmen. Hierzu gehören gering- bzw. nichtinvestive Maßnahmen, wie die optimale Betriebsführung von Anlagen, und investiven Maßnahmen, wie Heizungssanierungen oder Wärmedämmmaßnahmen.

Programme zur Motivierung der Nutzer zu energiebewusstem Verhalten und Hausmeister-Schulungen tun ein Übriges, den Energieverbrauch der Kommune zu reduzieren. Durch eine Optimierung im Bereich des Tarifwesens kann die Gemeinde zwar keine Energie einsparen, dafür kann häufig mit einfachen Mitteln die

Höhe der Energiekosten deutlich reduziert werden. Wenn die Einsparungen durch Optimierung von Verträgen oder Wechsel des Versorgers erzielt werden, und in andere Energiesparmaßnahmen reinvestiert wird, können dadurch die Haushalte entlastet werden.

7.2.2 Haushalte

- Aufbau einer Energieberatungszentrale
- Erstellung eines Wärme- und Heizungsanlagen-Atlas für den Wohnbestand, um gezielt zu beraten, aber auch zur Prüfung von z.B. Nahwärmeprojekten
- Erstellung von Energiepässen
- Beratung beim Ersatz von Haushaltsgeräten
- Beratung bezüglich energiesparendem Verhalten
- Beratung beim Einsatz von erneuerbaren Energien

7.3 Contracting / Intracting

Die Umsetzung von Projekten zur rationellen Energieanwendung oder Investitionen in erneuerbare Energien scheitert oft am Geld. Fehlende Finanzmittel verhindern die Erschließung wirtschaftlicher Energiesparpotenziale in Gebäuden oder Investitionen in innovative Versorgungsprojekte wie z. B. Nahwärmenetz. Alternative Projektabwicklungsformen wie Contracting[43], und im Verwaltungsbereich Intracting[44], helfen, solche Hemmnisse zu überwinden. Contracting und Intracting sind Instrumente, die Sparpotenziale auszuschöpfen und große Projekte zu finanzieren. Sie ermöglichen die Erschließung neuer Finanzquellen bzw. die Überwindung von Finanzierungsengpässen. Die beiden Instrumente lassen sich gut für die Ausschöpfung der Sparpotenziale und zur Durchführung großer Projekte nutzen.

---

[43] Contracting ist eine vertraglich vereinbarte Dienstleistung eines Dritten - des Contractors - für Energieverbraucher im Rahmen einer Energiesparinvestition, die in der Regel die Planung,
Finanzierung und Realisierung umfasst. Daneben können zusätzlich auch die Wartung und der Betrieb neuer oder sanierter energetischer Anlagen Bestandteil eines Contracting-Vertrages sein. Contracting kann auf das Angebot unterschiedlicher Energiedienstleistungen zielen: Wärme, Kälte, Licht etc. Die Investitionskosten des Contractors amortisieren sich durch die Energiekosteneinsparungen, die durch den Einsatz der Energiespartechniken erzielt werden.

[44] Intracting bedeutet „verwaltungsinternes Contracting“, d.h es ist ein Contracting-Modell, das aber nicht von einem externen Dritten abgewickelt wird, sondern bei der eine Organisationseinheit innerhalb der Verwaltung die Contractorrolle übernimmt. Contractingnehmer sind die anderen Organisationseinheiten. Es wird also nicht wie beim Contracting eine Energiedienstleistung aus einer Hand von außen eingekauft, sondern sie wird von einer internen Organisationseinheit erbracht.

7.4 Förderung

Es gibt aktuell verschiedene Fördermöglichkeiten durch die EU, den Bund, die Länder und die Gemeinden für die Reduzierung des Energieverbrauchs und für den Einsatz von erneuerbaren Energien. Investitionen in energiesparende Maßnahmen sind in den Augen vieler Bürger wirtschaftlich nicht interessant genug, um dafür Geld auszugeben. Diese hauptsächlich psychologischen Barrieren könnte man mit zusätzlichen finanziellen Anreizen der Gemeinde überwinden helfen. Die daraus entstehenden Investitionen würden direkt der Wertschöpfung in der Gemeinde zugute kommen und sollten sich über Steuermehreinnahmen eigentlich refinanzieren. Unser Vorschlag diesbezüglich sieht folgendermaßen aus:
Die Gemeinde zahlt Haushalten für alle Maßnahmen, die der Energieeinsparung dienen einen einmaligen Zuschuß, basierend auf der eingesparten Energiemenge. Ähnlich sollte es sein beim Einsatz von regenerativen Energien. Für jede eingesparte kWh Primärenergie zahlt die Gemeinde 2 Cent einmaligen Zuschuß, für jede produzierte kWh aus regenerativen Energien 1 Cent einmaligen Zuschuß. Die Unterschiede in den genannten Beträgen sind bewußt vorgenommen, um das wichtige Ziel der Einsparung entsprechend höher zu fördern.

Beispielkalkulation:
Die Auswirkungen der oben angeführten Bezuschussungsvorschläge wollen wir im folgenden an dem Beispielgebäude EFH-C erläutern:

Wohnfläche		275 m^2
Endenergiebedarf (Bestand)	H und WW	340 kWh/m^2 = 93.500 kWh/a
Endenergiebedarf (Bestand)	Strom	ca. 7.000 kWh/a
Ges. Primärenergiebedarf (Bestand)		121.360 kWh/a
Endenergiebedarf nach therm. Sanierung		29.700 kWh/a
Primärenergieeinsparung d. therm. Sanierung		70.180 kWh/a
Endenergiebedarfsreduzierung d. Erneuerg. d.Heizung		18.579 kWh/a

Tab. 7-1: Investitions-Berechnung und Förderung durch die Gemeinde

Maßnahmen	Investitionen	Eingesp. Primärenergie Zuschuß 2 Ct	Regenerative Energie Zuschuß 1 Ct	Gesamte Zuschüsse €
Therm. Sanierung	38.375	70.180		1.403
Heizungserneuerung	4.000	20.437		408
Alt Heizung: Pellet	9.000		29.700	297
Solarthermie WW	8.000	1.200	3.200	56
Kühlschrank	435	600		12
Gesamt	59.375	91.817	32.900	2.176

In Tab. 7-2 ist die Gesamtinvestition von insg. ca. 60.000 € sowie die gesamten Zuschüsse von 2.176 €, die die Gemeinde nach unserem Vorschlag zu bezahlen hat, ersichtlich. Es stellt sich die Frage, wie viele Steuern eine Investition im Ort in Höhe von 60.000 € abwirft, damit sich ein Zuschuß von 3,7 % der Investitionssumme für die Gemeinde lohnt. Würde die Gemeinde diese Förderung genehmigen, entstehen jährliche Kosten von 70.000 €, die durch die Konzessionsabgaben gedeckt werden können.
Im Anhang A-16 ist eine Beispielhafte Sanierung in Allensbach dargestellt.

Kapitel 8 Zusammenfassung

Aktueller Energieverbrauch

Der aktuelle Endenergiebedarf aller Haushalte beträgt für RW und WW 54.443 MWh/a, für Strom 9.417 MWh/a. Die ermittelten Werte für RW und WW sind identisch mit den statistischen Durchschnittswerten für Baden-Württemberg.Der aktuelle Endenergieverbrauch der Öffentlichen Einrichtungen beträgt für RW und WW 2.445 MWh/a und für Strom 855 MWh/a.

Für beide Bereiche zusammengenommen ergibt sich ein gesamter Endenergiebedarf von 67.118 MWh/a. Entsprechend der vorgegebenen Ziele sollte der Endenergiebedarf bis zum Jahr 2030 möglichst halbiert werden, und der verbleibende Bedarf zur Hälfte mit erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Einsparpotenziale

Raumwärme und Warmwasser

Die Heizungsanlagen haben in den letzten 30 Jahren Effizienzsteigerungen von ca. 25 % erfahren, d.h. Jahresnutzungsgrade (bezogen auf Raumwärme) von ca. 0,76 bis 1,0. (Brennwertkessel)

Das gesamte wirtschaftliche Sparpotenzial durch Verbesserung der Dämmstandards liegt im Haushaltsbereich bei durchschnittlich 50 %. Das gesamte Einsparpotenzial einschließlich Heizungsanlagen liegt bei ca. 46 %.

Im Bereich der Öffentlichen Einrichtungen können bei Raumwärme und WW insgesamt etwa 45 % eingespart werden. Die Dämmqualität der Gebäude ist eher über dem Durchschnitt vergleichbarer Objekte.

Stromsparpotenziale

Das Stromsparpotenzial im Haushaltsbereich, hauptsächlich bedingt durch die Erneuerung der Haushaltsgeräte mit den effizientesten auf dem Markt, könnte trotz Erhöhung der Ausstattungsrate bis zum Jahr 2030 bei ca. 45 % liegen.

Die Untersuchung von 16 öffentlichen Gebäuden anhand von Energiekennwerten ergab ein Einsparpotenzial von ca. 55 %. Die Straßenbeleuchtung ist durch die seit Jahren laufenden Erneuerungsmaßnahmen bereits auf niedrigem Niveau, trotzdem sind noch etwa 20 % einzusparen. Eeventuelle Potenziale im Bereich Wasserversorgung und Abwasser können ohne genaue Untersuchungen nicht definiert werden.

Erneuerbare Energie-Potenziale

Potenziale zur Wärmebereitstellung

Das gesamte technische Potenzial der Erneuerbaren Energien von 39.975 MWh/a könnte den reduzierten Wärmebedarf für ganz Allensbach im Jahr 2030 abdecken.

Interessant ist weiterhin, dass das Gesamtpotenzial ohne Geothermie nahezu den Bedarf der Haushalte und Öffentlichen Einrichtungen decken könnte.
Die einzelnen Segmente haben unterschiedliche Schwierigkeitsgrade was die Nutzung anbelangt. Dabei ist die Geothermie sicherlich am schwierigsten, weil entscheidende Faktoren erst durch Probebohrungen genau bestimmbar sind. Deshalb werden solche Projekte auch zu großen Teilen bezuschußt.

Potenziale zur Strombereitstellung

Das gesamte technische Potenzial der Erneuerbaren Energien von 16.173 MWh/a liegt erheblich höher als der reduzierte Strombedarf für ganz Allensbach im Jahr 2030. Dabei wurde angenommen, daß sich der gesamte Strombedarf auf die Hälfte reduzieren läßt.
Interessant ist weiterhin, dass das regenerative Angebot ohne Geothermie bereits erheblich größer ist als der gesamte Bedarf Haushalte und Öffentliche Einrichtungen.

Szenarien

Trendszenario 2030

Das Trendszenario geht von einer Fortschreibung der derzeitigen Entwicklung aus. Die derzeitige Entwicklung ist im allgemein durch beschlossene Förderungen und Gesetze der Bundesregierung aber auch der Landesregierung Baden-Württemberg und der Gemeinde bestimmt.

Bevölkerungsentwicklung

Nach Aussage des Statistischen Landesamtes wird die Bevölkerung in Allensbach im Jahr 2020 nur mehr 6.500 EW betragen. In dieser Zahl sind keine Wanderungsbewegungen eingerechnet. Unter der Annahme, daß nach Allensbach ca. 20 % zuwandern könnten, ergäbe dies für 2030 etwa 7.550 EW.

Trend - Haushalte

Durch die Erneuerung aller Heizungsanlagen bis 2030, etwa 10 % Sanierungsquote in den Baualtersklassen bis 1983 und den zusätzlichen Flächenbedarf für das plus von 458 EW, wird der Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser von 54.443 auf 47.682 MWh/a fallen, entsprechend ca. 12 %. Der Strombedarf wird sich, bdingt durch die Annahme, dass die Bürger bei der Erneuerung der Haushaltsgeräte nur zu den preiswertesten greifen werden, nur um ca. 5 % verringern.

Trend - Öffentliche Einrichtungen

Durch die Erneuerung aller Heizungsanlagen bis 2030 und einer angenommenen Sanierungsquote der Gebäude, die vor1986 gebaut wurden, von etwa 10 %, ergibt sich eine Reduzierung des Endenergiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser von 2.445 auf 2.041 MWh/a, entsprechend ca. 17 %.
Der Strombedarf wird sich durch die Erneuerung der Straßenbeleuchtung von 297 auf ca. 240 MWh/a verringern, wobei etwa die Hälfte davon durch neue Elektrogeräte wieder aufgebraucht wird, also nur eine Reduzierung von 855 auf ca. 825 MWh/a, entsprechend ca. 4 %.

Trend - Erneuerbare Energien

Die Erneuerbaren Energien werden von aktuell 2.947 auf ca. 8.260 MWh/a steigen, entsprechend ca. 64 %. Diese Steigerung wird bedingt durch die vermehrte Nutzung von Solarthermie, Photovoltaik und Biomasse.

Sparszenario 2030

Im Sparszenario sind die Ziele folgendermaßen definiert:

- Der Endenergieverbrauch der Haushalte und öffentlichen Einrichtungen soll halbiert werden, mit dem Unterziel auch eine Halbierung des Primärenergieverbrauchs zu erreichen
- Der verbleibende Energieverbrauch soll zur Hälfte mit regenerativen Energien gedeckt werden.

Wir sind uns dessen voll bewusst, dass dies sehr hohe Ansprüche für den vergleichsweise kurzen Betrachtungszeitraum sind. Es wird reichlich Schwierigkeiten und Hindernisse auf diesem Weg geben, die es durch Überzeugung zu überwinden gilt.

Sparszenario - Endenergieentwicklung

Bis zum Jahr 2030 werden alle Heizungsanlagen und Elektrogeräte erneuert. Bei Elektrogeräten ist hier unterstellt, dass nur die effizientesten Geräte erworben werden. Die notwendigen Maßnahmen zur thermischen Sanierung der Gebäudehülle betrifft in dem vergleichsweise kurzen Zeitraum von nur mehr 26 Jahren aber nur die Gebäude der Baualtersklasse bis 1983 (üblicher Renovierungszyklus 40 bis 50 Jahre). Der Endenergieverbrauch sinkt von derzeit 67.118 auf 41.885 MWh/a. Das sind Endenergieeinsparungen von insgesamt 25.23 MWh/a, entsprechend ca. 38 %. Bis zum Jahr 2050 dürfte durch die bis dahin komplettierte thermische Sanierung aller Gebäude, der Endenergieverbrauch um weitere 5 bis 10 % fallen, und damit nahe an das gesteckte Ziel von 50 % herankommen. Dabie soll nicht unerwähnt bleiben, dass das Technische Sparpotenzial ja noch einiges höher liegt.

Sparszenario - Primärenergieentwicklung

Der Primärenergieverbrauch sinkt von derzeit 92.739 auf 51.312 MWh/a. Das sind Primärenergieeinsparung von insgesamt 41.427 MWh/a. Damit reduziert sich der Primärenergieverbrauch um ca. 45 %.
Wie schon bei der Endenergieentwicklung erwähnt, wird sich durch die volle thermische Sanierung aller Gebäude bis 2050, der Primärenergieverbrauch auf unter 50 % reduzieren.

Erneuerbare Energien-Szenario

Erneuerbare Energien - Haushalte

Die aktuell preiswerteste Energie kommt aus dem Wald. Deshalb ist ein Holzanteil am Endenergieverbrauch von 25,6 % vorgesehen. Das zweite Segment ist die Solarthermie mit einem Anteil von 22,7 %, bestehend aus knapp 16.000 m2 Kollektoren. Das dritte Segment ist die Erdwärme durch den Einsatz von Gasmotor-Wärmepumpen mit einem erneuerbaren Anteil von 1,7 %.
Insgesamt ergibt sich damit ein Anteil an Erneuerbaren Energien von 50 %.

Erneuerbare Energien - Öffentliche Einrichtungen

Der Energieträger Heizöl wird bis zum Jahr 2030 durch Holz ersetzt sein. Solarthermie wird wegen des geringen Warmwasserverbrauchs kaum Bedeutung haben. Bei PV gehen wir davon aus, dass die Umsetzung gemäß unserer Potenzialermittlung erfolgt.
Der regenerative Anteil am Gesamtenergieverbrauch würde damit 875 MWh im Jahr 2030 betragen, entsprechend 41 %.

Ausblick

Für unseren Vorschlag, Errichtung eines Nahwärmenetzes zur Versorgung von etwa 100 Wohnhäusern ist natürlich eine weitere detaillierte Untersuchung notwendig. Eine entsprechende Machbarkeitsstudie wäre nach unserer Auffassung durchaus ein Projekt für die nächsten Studierenden. Ähnliches wäre denkbar für das angedachte Geothermiekraftwerk, mit einem noch etwas höheren Schwierigkeitsgrad.
Für die Umsetzung der „Energieagenda“ wünschen wir den Bürgern Allensbach’s ausreichend Einsicht in das Notwendige, genügend Kraft und Ausdauer um mit all den zu erwartenden Schwierigkeiten fertig zu werden. Gelänge die Umsetzung, würden sie auf der ‚Sparbundesliga’ sicherlich mit ganz vorne stehen. Allensbach könnte zu einem gesellschaftlichen Vorbild werden, was die touristische Anziehungskraft nicht unerheblich beeinflußen würde.
In diesem Sinne, Gutes Gelingen!

Maged Al-Saidi
Helmut Wolf

LITERATURVERZEICHNIS

[AGEB 2004]
Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.): *Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland* , http://www.ag-energiebilanzen.de/daten/VorwortA.pdf,17.01.2004

[ages 2003]
ages GmbH (Hrsg.): *Verbrauchskennwerte 1999: Energie-, und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland*. Forschungsbericht der ages GmbH, Münster 2003.

[ASUE 2004]
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (Hrsg.): *Stationäre Brennstoffzellen : Grundlagen: Einsatzmöglichkeiten: Stand der Technik: Perspektiven*, http://www.asue.de/online_praesentation/ASUE-Brennstoffzellen.pdf, 7.03.2004

[BINE 1998]
Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für Wissenschaftlich- technische Information mbH (Hrsg.): *Solar Nahwärme: Einleitfaden für die Praxis*, TÜV- Verlag, Köln 1998

[BINE 2002]
Fachinformationszentrum Karlsruhe, Gesellschaft für Wissenschaftlich- technische Information mbH (Hrsg.): *Blockheizkraftwerke: Einleitfaden für den Anwender*, TÜV- Verlag, Köln 2002

[BMU 2002a]
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Erneuerbare Energien und nachhaltiger Entwicklung*, Berlin 2002

[BMU 2002b]
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.):Fachtagung :*Geothermische Stromerzeugung eine Investition in die Zukunft*" , 20./21.06.2002, Landau/Pfalz , Tagungsband, Berlin 2002

[BMU 2003]
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Nutzung von Biomasse in Kommunen: Ein Leitfaden*, Berlin 2003

[Böhnisch 2004]
/H. Böhnisch (Hrsg.); *Die Zukunft der Wärmeversorgung – Strategien und Maßnahmen für den Gebäudebestand*
(http://www.energienetz.de/files.php4?dl_mg_id=199&file=dl_mg_1076145853.pdf, 2.04.2004,

[Bundestag 1999]
Deutscher Bundestag: *Gesetz zumEinstieg in die ökologische Steuerreform*, Berlin 1999
(http://www.vng.de/content/pdf_energierecht_neu/Oeko_Steuergesetz_I.pdf, 1.03.2004

[Bundestag 2002]
Deutscher Bundestag: *Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (.Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)*, 2002, Berlin
(http://www.bhkw-infozentrum.de/download/kwk_gesetz.pdf, 1,03.2004)

[Gebäudetypologie 2003]
Deutsche Gebäudetypologie Sept. 2003, Systematik und Datensätze, IWU - Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

[Energetische Altbauerneuerung]
Energetische Altabauerneuerung, Einsparpotenziale, Techniken und Demonstrationsgebäude, Dipl. Ing. W. Eicke-Henning, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt

[DIN 4108]
Deutsches Institut für Normen (Hrsg):*Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*, Beuth Verlag, 2001

[DIW u. a. 2000]
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) ; Frauenhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI); Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik an der TU München: *Erarbeitung Kostengünstiger Erhebungsformel zur Erfassung des effektiven Energieverbrauchs im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher*, Berlin, Karlsruhe, München, 2000,
http://www.energienetz.de/files.php4?dl_mg_id=237&file=dl_mg_1079595323.pdf, 22.01.2004

[DLR/ISI/ZSW 2002]
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V; , Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart; Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe;Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart *:Struktur und Entwicklung der zukünftigen Stromversorgung Baden-Württembergs.*Stuttgart, Karlsruhe, 2002

[EEG 2004]
Deutscher Bundestag: *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG)*, Novelle des Gesetzes am 2.04.04 verabschiedet, Berlin, 2004, http://www.sfv.de/lokal/mails/sj/eegnovel.htm, 15.04.2004

[EnEV 2002]
Bundesregierung:*Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV)*, Berlin, 2002

[EnBW 2002]
EnBW Energie Baden-Württemberg AG (Hrsg.): *Umweltbericht 2002,*

[Erdmann 2004]
G. Erdmann :*Kostenfragen bei der Markteinführung von stationären Brennstoffzellen,* http://www.tu-berlin.de/zek/koop/publikationen/brze/br4_erdmann.pdf,7.03.2004

[FFE 1999]
Forschungsstelle für Energiewirtschaft (Hrsg.): *Ganzheitliche Bilanzierung von Grundstoffen und Halbzeugen: Teil 2 Baustoffe*, München 1999

[Gailfuß 2004]
M. Gailfuß; Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. http://www.bhkw-infozentrum.de/erlaeuter/bsp_methode.html, 6.03.04

[GEMIS 2004]
GEMIS-Datenbank: Globales Emission-Modell Intergrierter Systeme http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm,23.01.2004

[Haberl u.a. 1996]
H. Haberl; O. Holle; Ch. Sikora: Least cost planning - Abschnitt II: *Erschließung von Einsparpotentialen, Teil E: Beitrag von LCP zur Überwindung von Marktbarrieren für Energieeffizienz*, Ökologie-Institut, http://www.eva.wsr.ac.at/publ/pdf/lcp-e.pdf, 14.02.2004

[Holzfibel 2002]
Holzfibel, Holzenergienutzung: Technik, Planung und Genehmigung, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg), Mai 2002

[IER u. a. 2002]
Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendungen (IER); ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH ; Klimaschutz und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH; Seven2one Informationssysteme für Energie und Umweltplanung GmbH: *Klimaschutz-konzept Rotweil Ein Konzept für nachhaltige Reduktion energiebedingter klimaschädlicher Eimissionen,* 2002
http://www.rottweil.de/neu/pages/klima/texte/text/1208/Einleitung_Klimaschutz_Rottweil.pdf, 17.02.04

[IWU 2004]
Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.), http://www.impulsprogramm.de/html/Strom/top, 15.03.2004

[Kubessa 1998]
M. Kubessa (Hrsg.): *Energiekennwerte: Handbuch für Beratung, Planung und Betrieb*, Brandenburgische Energiespar- Agentur GmbH, Potsdam 1998

[Litzka u. a. 2004]
V. Litzka; S. Piller ; T. Steffan; M. Kruse: *Potenzialstudie zur Abwasserabwärmenutzung im Bremerhaven*, Bremerhaven, 2004,

[Loga u. a. 1997]
T. Loga ; Imkeller-Benjes; Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): *Energiepass Heizung/ Warmwasser: Energetische Qualität von Baukörper und Heizungssytem*, Darmstadt, 1997,
http://www.iwu.de/datei/ephw-1.pdf,25, 11.03.2004

[Lücking u. a. 1994]
G. Lücking; J. Witt;Öko- Institut:Institut für Angewandte Ökologie e. V (Hrsg.): *Energiekonzept für die Stadt Singen (Hohentwiel): Teil 2: Rahmenkonzept*, Freiburg 1994

[Meinhardt, Nicole 2000]
Meinhardt, Nicole, *Energieholz in Baden-Württemberg – Potenziale und derzeitige Verwendung*, Diplomarbeit 2000, FH-Nürtingen, FB Landschaftsarchitektur/Stadt- und Umweltplanung

[MWMEV 2000]
Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): *Energiekennzahlen für Kommunen:3-Liter-Rathaus: Von der Verbrauchserfassung zum Energiemanagement*, Düsseldorf 2000,
http://www.aktion2000plus.de/pdf/allg/3liter-rathaus.pdf, 11.02.2004

[ÖKO 1999]
Öko- Institut e.V. (Hrsg.): *Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbraucher durch klimagerechtes Verhalten,* München, 1999

[Pistohl 2003]
W. Pistohl: *Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispiele Band 2*, Werner Verlag, München 2003

[Pontenagel 1998]
I. Pontenagel: *Erneuerung von Gemeinden und Regionen durch Erneuerbare Energie,* 1998

[SolarCo 2002]
Solarkomplex (Hrsg.); *Erneuerbare Energien in der Region Hegau/ Bodensee: Übersicht der technisch verfügbaren Potenziale,* Kugler-Druck, Hilzingen, 2002

[StädtVeA 2000]
Städtebau- und Vermessungsamt, Stadt Konstanz (Hrsg.): *Flächennutzungsplan 2010, Verwaltungsraum der vereinbarten Verwaltungsgemeinschaft „BODANRÜCK- UNTERSEE*“, Konstanz 2000

[VDI 2067 B1]
Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI- Richtlinie 2067 B1: *Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen*

[VDI 3807]
Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI- Richtlinie 3807: Energieverbrauchskennwerte für Gebäude, Beuth- Verlag Gmbh, Berlin 1994

[Weber 2001]

K. Weber; Planungsgemeinschaft Region Trier, Körperschaft des öffentlichen Rechts: *Regionales Energiekonzept für die Region Trier als Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung*, Sonnenburg druck+Verlag, Trier, 2001

ANHANG

A- 1: Fragebogen Energieagenda- Allensbach 115
A- 2: Simulatiom der Anlagenverluste im Bestand (Energieberater 5.08) 116
A- 3: Untersuchte Liegenschaften im Raumwärmebereich 118
A- 4: Energiekennwerte$_{wärme}$ der Öffentlichen Gebäude mit dem jeweiligen Modalwert 119
A- 5: Energiekennwerte $_{Strom}$ der Öffentlichen Gebäude mit dem jeweiligen Modalwert 120
A- 6: Kesselnutzungsgrade (Datenquelle: /Loga u. a. 1997/ 121
A- 7: Energiekennwerte $_{Wärme}$ der untersuchten Liegenschaften 122
A- 8: Energiekennwerte$_{strom}$ der Öffentlichen Gebäude mit den jeweiligen Richtwerten 123
A- 9: Strombedarf der Haushaltsgeräte in Deutschland im Jahr 2002, auf Allensbach übertragen 124
A- 10: Strombedarf der effizientesten Haushaltsgeräte im Jahr 2030, auf Allensbach übertragen (Quellen: [ÖKO 1999] [IWU 2004]) 125
A- 11: Technisches Potenzial Photovoltaik in Öffenlichen Einrichtungen 126
A- 12: Strombedarf der Haushaltsgeräte im Trendszenario 127
A- 13: Beispielgebäude EFH-C 128
A- 14: Einfluß des Nutzerverhalten auf den Heizwärmebedarf 132
A- 15: Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine Gemeinschaftsbiogasanlage 135
A- 16: Beispiel-Gebäude, Allensbach, Strandweg 9a 136

A- 1: Fragebogen Energieagenda- Allensbach

An alle Gebäudebesitzer

F r a g e b o g e n

Energieagenda – Allensbach

Das Gebäude

1. **Gebäudebaujahr:** .....
2. **Haustyp**

☐ Ein-/Zweifamilienhaus ☐ Mehrfamilienhaus Reihenhaus

3. **Gebäudetyp**

☐ Freistehendes Einzelgebäude
☐ Doppelhaushälfte, Reihenendhaus
☐ Reihenmittelhaus

4. **Grundrissform**

☐ Rechteckig quadratisch ☐ L-Form ☐ U-Form

5. **Dachform**

☐ Satteldach ☐ Walmdach ☐ Flachdach

6. **Anzahl der Vollgeschosse**
.....
(ohne Keller und Dach)

7. **Anzahl der Wohnungen**
.....

8. **Anzahl der Bewohner**
.....

9. **Flächen**

9.1 Wohnfläche pro Vollgeschoss m2

9.2 Wohnfläche im Dachgeschoss m2

9.3 Wohnfläche im Kellergeschoss m2

Ihre Anschrift - freiwillig

Name.....
Straße.....
Tel. .....

Standort des Gebäudes
(falls abweichend von der Anschrift)
.....
Bitte senden an:
Gemeinde Allensbach
c.o. Fachhochschule Rottenburg
Rathausplatz 1
78476 Allensbach

10. **Sanierungsmaßnahmen nach Erstellung Gebäudes**

☐ Verbundfenster / Isolierverglasung ☐ Wärmeschutzisolierglas
☐ Außenwanddämmung ..... cm
☐ Dachdämmung ..... cm
☐ Dämmung oberste Geschossdecke .. ..cm
☐ Dämmung der Kellerdecke ..... cm

Die Heizung

11. **Heizungsart**

☐ Zentralheizung ☐ Etagenheizung
☐ Einzelöfen: Stückzahl .....
Bei Zentralheizung:
☐ Standardkessel (Öl oder Gas)
☐ Festbrennstoffkessel (Holz)
☐ Brennwertkessel
? Wärmepumpe

12. **Heizenergie**

☐ Öl ☐ Gas ☐ Strom ☐ Holz

13. **Art der Warmwasserbereitung**

☐ Zentral mit der Heizanlage
☐ Unabhängig von der Heizanlage mit:
☐ Gas ☐ Strom

14. **Solaranlage**

☐ Solaranlage für Warmwasser m2
☐ Solaranlage Warmwasser + Heizung m2

15. **Energieverbrauch**

Brennstoff	Einheit	Verbr. 2001 / 02	Verbr. 2002 / 03
Heizöl	Liter		
Erdgas	m3		
Flüssiggas	Liter		
Holz	(Ster)		
Holzpellets	kg		
Hackschnitzel	srm		
Kohle	kg		
Strom	kWh		

Photovoltaik / Solarzellen

? ..... kWp
? m2

A- 2: Simulatiom der Anlagenverluste im Bestand (Energieberater 5.08)

Gebäudetyp / Heizungsanlage / Verteilung / Regelung	Verluste %	Mittel-wert %	Heizgungs-Anlagen %
EFH-A/B, ST <78, 30kW, 90/70, Dmg. mäßig	38		
EFH-C, ST <78, 30kW, 90/70, Dmg. mäßig	40		
EFH-D, ST <78, 30kW, 90/70, Dmg. mäßig	44		
EFH-F, ST <78, 30kW, 90/70, Dmg. mäßig	49		
MFH-F, ST <78, 85kW, 90/70, Dmg. Mäßig	42	43	9,2
EFH-E, ST >78-86, 25kW, 90/70, Rglg., Dmg. Mäßig	38		
EFH-G, ST >78-86, 25kW, 90/70, Th., Rglg., Dmg. mäßig	45		
MFH-E, ST >78-86, 74kW, 90/70, Rglg., Dmg. Mäßig	32		
MFH-G, ST >78-86, 74kW, 90/70, Th., Rglg., Dmg. Mäßig	39	39	17,0
EFH-F, Holz <78, 30kW, 90/70, Dmg. mäßig	55		
EFH-D, Holz >78-86, 25kW, 90/70, Rglg., Dmg. mäßig	41		
EFH-G, Holz >78-86, 25kW, 90/70, Rglg., Dmg. mäßig	51		
EFH-H, Holz >87-94, 20kW, 90/70,Th., Rglg., Dmg. mäßig	54		
EFH-91+, Pellet >95, 15kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. EnEV	50	50	2,9
EFH-C, NT >87-94, 20kW, 90/70, Rglg., Dmg. Mäßig	27		
EFH-E, NT >87-94, 20kW, 90/70, Rglg., Dmg. Mäßig	31		
EFH-H, NT >87-94, 20kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. mäßig	38		
MFH-H, NT >87-94, 56kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. Mäßig	32		
EFH-91+, NT >95, 15kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. EnEV	35		
MFH-91+, NT >95, 37kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. EnEV	27	32	53,1
EFH-C, BW >95, 20kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. EnEV	12		
EFH-91+, BW >95, 15kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. EnEV	28		
MFH-91+, BW >95, 37kW, 70/55, Th., Rglg., Dmg. EnEV	20		
EFH-91+, BW >95, 15kW, 35/28, Th., Rglg., Dmg. EnEV	24	21	11,9
EFH-D, Elt.Speicheröfen <95, WW Elt.Speicher dez.	7		
EFH-F, Elt.Speicheröfen <95, WW Elt.Speicher dez.	8		
EFH-91+, Elt. Nachtspeicheröfen >95, WW Elt.Speicher dez.	6	7	3,0
EFH-B, Einzelöfen-Holz, WW-Elt.Speicher dez.	32		
EFH-C, Einzelöfen-Kohle, WW-Elt.Speicher dez.	36	34	2,8
Mittelwert *1)			32,7
abzgl. Hilfsenergie			-1,3
abzgl. Veringerung d.Verluste wg. Elt. WW-Erzeug.			-2,3
Durchschnittliche Anlagenverluste im Gebäudebestand			**29,1**

EFH	1 Vollgesch., Kellergesch., ausgeb. Dachgesch., 135 m2 Wfl.
	Gebäudehülle Standard entsprechend Baualtersklasse
	Fenster <1968 Einfachglas, >68-95 Iso-Glas, >95 WS-Glas
	Heizanlage für Heizung und Warmwasser
MFH	Mehrfamilienwohnhaus, 4 Vollgeschoße, 600m2 Wfl., ansonsten wie EFH
ST	Standardkessel
NT	Niedertemperaturkessel
BW	Brennwertkessel
Th.	Thermostat
Rglg.	Vorlauftemperaturregelung
Dmg.	Dämmstandard der Verteilungsleitungen
*1)	Bewertg.d.einzelnen Mittelwerte entspr.d. Anlagenvorkommens

A- 2a: Simulation der Anlagenverluste nach der Sanierung (Energieberater 5.08)

EFH, 137 m2 Wfl., 1 Vollgesch., ausgeb. Dachgesch., Kellergesch., nach EnEV

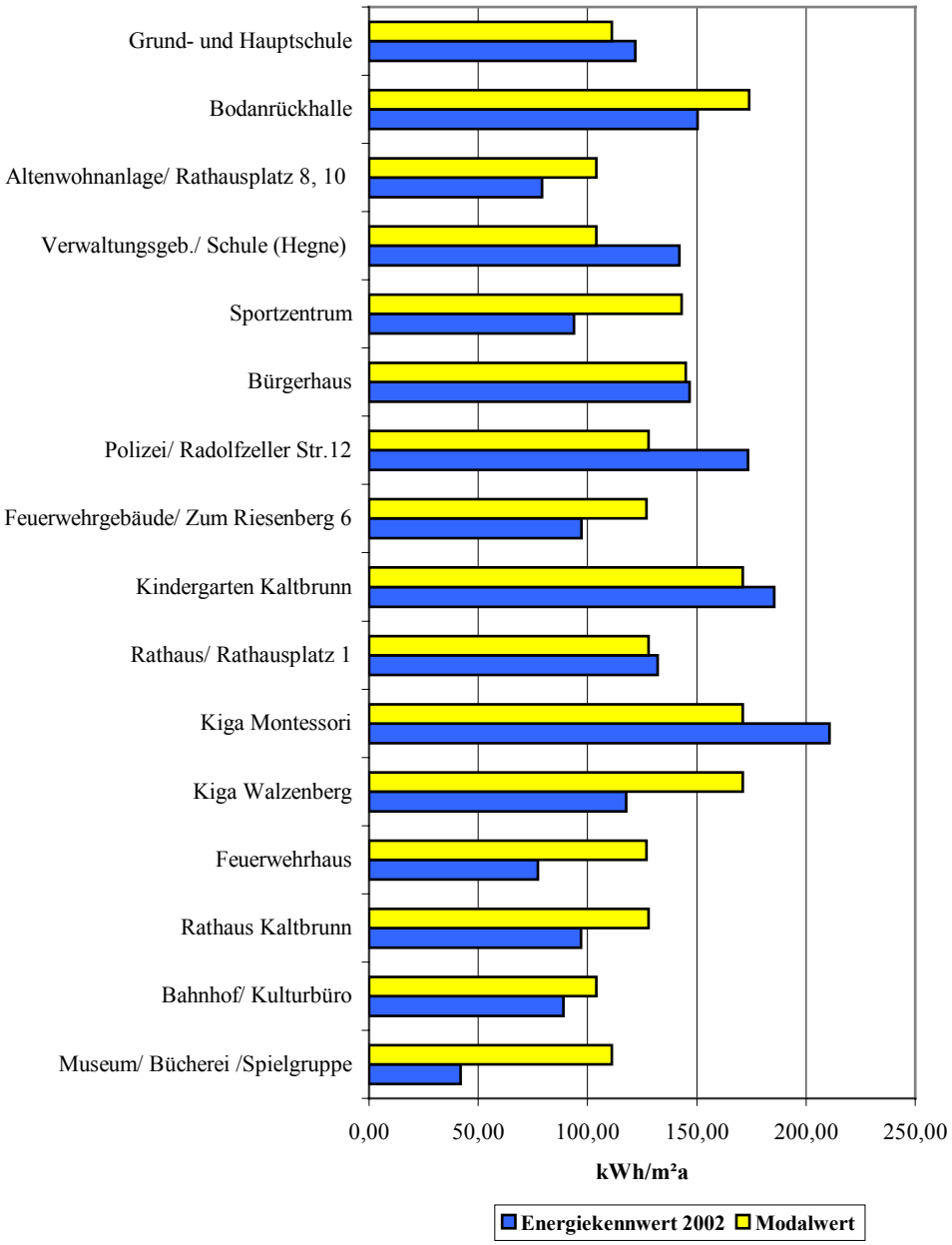
Gebäudetyp / Heizungsanlage / Verteilung / Regelung	qH kWh/m2	Anlagen Verluste %
EFH-03, Pellet 03, 15kW, 70/55, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	81	42,1
EFH-03, Pellet 03, 15kW, 35/28, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	81	39,0
EFH-03, NT-neu, 13kW, 70/55, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	81	33,0
EFH-03, NT-neu, 13kW, 35/28, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	81	30,0
EFH-03, BW-neu, 13kW, 70/55, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	81	26,0
EFH-03, BW-neu, 13kW, 35/28, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	81	21,0
Mittelwert EFH		**30,1**
MFH-03, NT-neu, 37 kW, 70/55, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	67	23,0
MFH-03, BW-neu, 37 kW, 70/55, Th.1K, Rglg., Dmg. EnEV	67	16,0
Mittelwert MFH		**19,5**
Mittelwert ges. = 30,1*0,6+19,5*0,4=		**25,9**
abzgl. Hilfsenergie		-2,3
abzüglich Verringerg.d. Verluste wg.elektr. WW-Bereitstellung (25%)		-3,0
Durchschn. Anlagenverluste nach kompletter Sanierung		**20,6**

EFH	1 Vollgesch., Kellergesch., ausgeb. Dachgesch., 135 m2 Wfl. Heizanlage für Heizung und Warmwasser
MFH	Mehrfamilienwohnhaus, 4 Vollgeschoße, 600m2 Wfl., ansonsten wie EFH
NT	Niedertemperaturkessel
BW	Brennwertkessel
Th.	Thermostat
Rglg.	Vorlauftemperaturregelung
Dmg.	Dämmstandard der Verteilungsleitungen

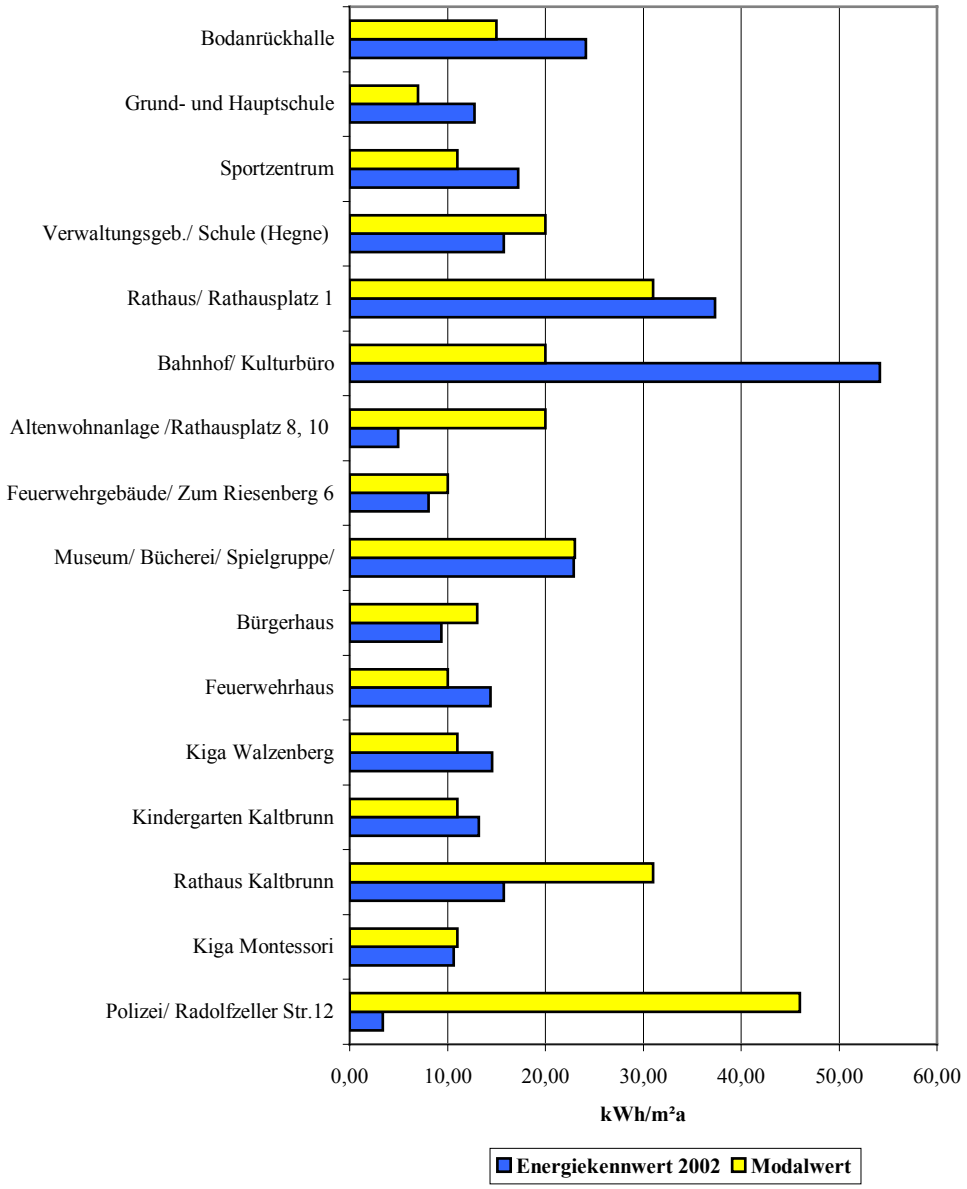
A- 3: Untersuchte Liegenschaften im Raumwärmebereich

Gebäude				
Nr.	Gebäude	Adress / Ortsteil	Baujahr	BGF(beh.)
				m²
	Allensbach			
1	Kiga Walzenberg	Ackerweg 15	1995	337,00
2	Aussegnungshalle	Hochstraße 1a	1987	200,00
3	Kiga Montessori	Höhrenbergstraße 8	1920	205,00
4	Bahnhof / Kulturbüro	Kontanzer Str. 14	1803	243,00
5	Vereinheim	Radolfzeller Str. 25	1845	190,00
6	Rathaus	Rathausplatz 1	1850	424,00
7	Museum / Bücherei /	Rathausplatz 2	1750	384,00
8	Altenwohnanlage u. Verw.	Rathausplatz 8, 10	1999	2430,00
9	Grund- und Hauptschule	Schulstraße 12a	1960	2885,00
			1970	1094,00
10	Bodanrückhalle	Schulstraße 12a	1972	1690,00
11	Jugendzentrum	Zum Riesenberg 11	1999	110,00
12	Feuerwehrgebäude / Gärtner	Zum Riesenberg 6	1975	1903,28
13	Bauhof	Zun Tafelholz 3	1967	1360,00
14	Verwaltungsgeb./Gemein./SH (Hegne)	Zum Schwarzenberg 1		1500,00
15	Kindergarten Kaltbrunn	Allensbacher Str. 7	1910	355,00
16	Rathaus Kaltbrunn	Kapellenplatz 1	1777	250,00
17	Feuerwehrhaus	Markelfinger Str. 15	1979	370,00
18	Sportzentrum	Zum Riesenberg	1992	1885,00
19	Bürgerhaus (Festhalle)	Dettinger Str. 2	1980	789,00
	Bürgerhaus (Feuerwehr)		1980	184,00
	Bürgerhaus (Kegelbahn)		1996	128,00
20	Polizei	Radolfzeller Str. 12	1965	659,00
21	Wohnhaus	Dorfplatz 1	1890	280,00
22	Miethaus	Dorfplatz 7	1870	298,00
23	Lile Haus	Langenrianer Str. 3	1800	350,00

A- 4: Energiekennwerte$_{wärme}$ der Öffentlichen Gebäude mit dem jeweiligen Modalwert



A- 5: Energiekennwerte $_{Strom}$ der Öffentlichen Gebäude mit dem jeweiligen Modalwert

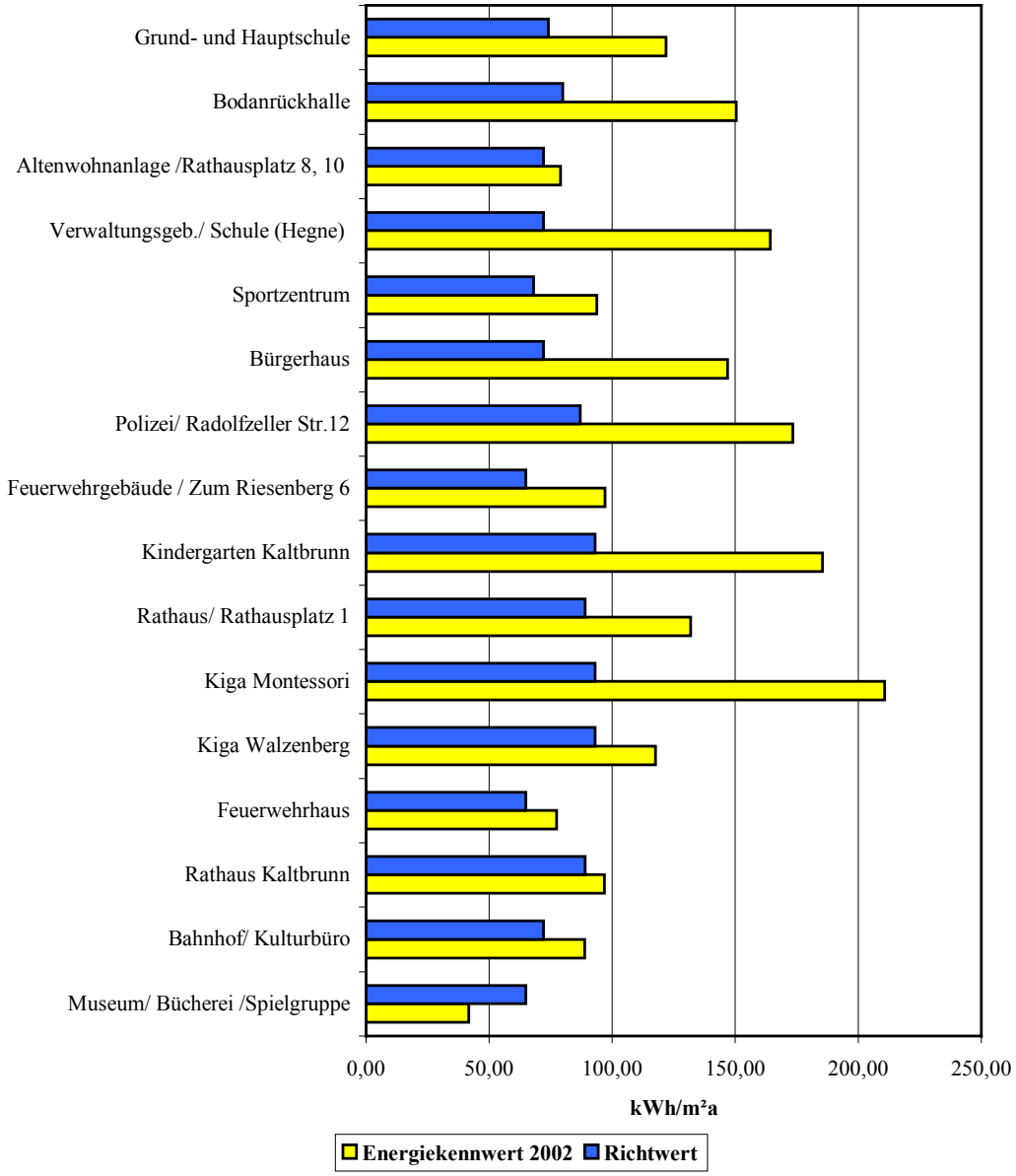


A- 6: Kesselnutzungsgrade (Datenquelle: /Loga u. a. 1997/

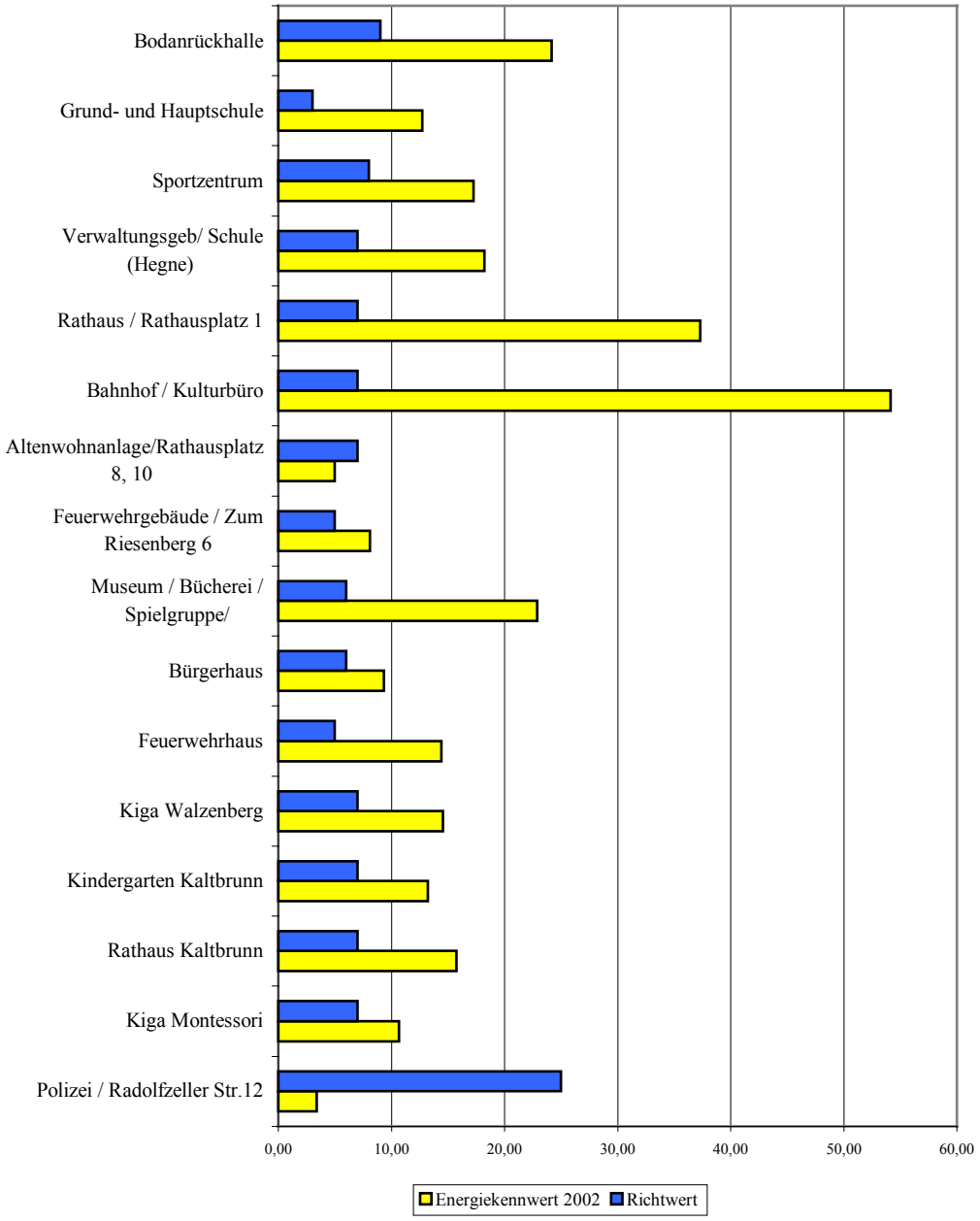
Nutzungsgrad	Kesselsnutzungsgrad Baujahr						
Niedertemperatur- und Brennwertkessel		bis 1978			ab 1979		
Kesselart	Leistung	Gas	Öl	Fest	Gas	Öl	Fest
NT-Kessel mit Brenner ohne Gebläse	50				0,91		
NT-Kessel mit Gebläse					0,92	0,90	
Brennwertkessel*					0,97	0,91	
NT-Kessel mit Brenner ohne Gebläse	> 50 bis 120				0,91		
NT-Kessel mit Gebläse					0,92	0,90	
Brennwertkessel*					0,98	0,92	
Nutzungsgrad Konstant-Temperatur-Kessel: Raumheizung / Standardauslegung							
Gas- Spezialkessel mit Brenner ohne Gebläse	< 50	0,76			0,82		
automatischer Spezialkessel mit Gebläse		0,78	0,76	0,70	0,83	0,81	0,76
Umstell- und Wechselbrandkessel		0,73	0,72	0,67	0,80	0,78	0,72
Gas- Spezialkessel mit Brenner ohne Gebläse	> 50 bis 120	0,79			0,85		
automatischer Spezialkessel mit Gebläse		0,81			0,86	0,84	0,79
Umstell- und Wechselbrandkessel		0,77			0,83	0,81	0,77
Einzelöfen	Jahresnutzungsgrad						
Ölbefeuerter Einzelofen mit Verdampfungsbrenner	0,85						
Kachelofen	0,70						
Kohlebefeuerte eiserne Öfen	0,67						
Außenwand- Gasöfen	0,75						
Elektro-(Widerstand-)Heizung	Jahresnutzungsgrad						
Nachtspeicherofen bis 50 kW	0,95						
Nachtspeicherofen > 50 kW	0,97						
Direktheizgeräte	0,98						

*Bei Niedertemperaturbetrieb (Vorlauftemperatur > 60 °C) kann der Jahresnutzungsgrad von Brennwertkesseln um 0,03 erhöht angesetzt werden.

A- 7: Energiekennwerte $_{\text{Wärme}}$ der untersuchten Liegenschaften



A- 8: Energiekennwerte$_{strom}$ der Öffentlichen Gebäude mit den jeweiligen Richtwerten



A- 9: Strombedarf der Haushaltsgeräte in Deutschland im Jahr 2002, auf Allensbach übertragen (Quellen: [ÖKO 1999], [IWU 2004])

Geräte	Ausstattungsrate (Stand 2002)	Ist-Zustand (Stand2002) kWh/HH a	Strombedarf kWh/a	Anteil in %
elektr. Warmwasserbereitung	38%	1400	1.640.156,00	14,48
Kühlschrank	79,80%	370	910.286,58	8,04
Gefriergeräte	59,50%	332	609.015,82	5,38
K/G-Kombination	29,70%	347	317.730,90	2,81
Elektroherd	84,40%	382	993.983,86	8,78
Geschirrspüler	44,90%	271	375.136,36	3,31
Beleuchtung	100,00%	267	823.161,00	7,27
Wäschetrockner	32,30%	273	271.855,86	2,40
Waschmaschinen	92,90%	221	632.967,65	5,59
Fernseher	123,00%	166	629.486,94	5,56
Kleingeräte	100,00%	220	678.260,00	5,99
Umwälzpumpen	70,00%	310	669.011,00	5,91
Zirkulationspumpen	36,00%	205	227.525,40	2,01
Stand-by Geräte (Leerlauf)	100,00%	120	369.960,00	3,27
Heizstrom	4,00%	17660	2.177.831,20	19,23
Gesamt			**11.326.368,56**	100,00

A- 10: Strombedarf der effizientesten Haushaltsgeräte im Jahr 2030, auf Allensbach übertragen (Quellen: [ÖKO 1999] [IWU 2004])

Geräte	Ausstattungsrate (Stand 2030)	effizienteste Geräte	Strombedarf Stand 2030	Anteil in %
elektr. Warmwasserbereitung	25%	1200	990.900,00	16,03
Kühlschrank	73,60%	90	218.790,72	3,54
Gefriergeräte	73,10%	175	422.536,28	6,84
K/G-Kombination	39,70%	193	253.079,16	4,10
Elektroherd	89,20%	364	1.072.444,46	17,35
Geschirrspüler	76,40%	168	423.946,66	6,86
Beleuchtung	100,00%	90	297.270,00	4,81
Wäschetrockner	57,00%	252	474.442,92	7,68
Waschmaschinen	97,20%	105	337.104,18	5,45
Fernseher	123,00%	30	121.880,70	1,97
Kleingeräte	100,00%	40	132.120,00	2,14
Umwälzpumpen	70,00%	53	122.541,30	1,98
Zirkulationspumpen	36,00%	21	24.970,68	0,40
Stand-by Geräte(Leerlauf)	100,00%	190	627.570,00	10,15
Heizstrom	2,00%	10000	660.600,00	10,69
Gesamt			**6.180.197,06**	100,00

A- 11: Technisches Potenzial Photovoltaik in Öffenlichen Einrichtungen

Potenziale/ öffentliche Einrichtung

Nr.	Gebäude	Adress / Ortsteil	geeigente Dachfläche in m²	**PV** Leistung in kW	Stromausbeute in kWh/a
1	Kiga Walzenberg	Ackerweg 15	20	2,4	2040
2	Kiga Montessori	Höhrenbergstraße 8	10	1,2	1020
3	Bahnhof / Kulturbüro	Kontanzer Str. 14	80	9,6	8160
4	Vereinheim	Radolfzeller Str. 25	60	7,2	6120
5	Rathaus	Rathausplatz 1	70	8,4	7140
6	Museum / Bücherei / Spielgruppe	Rathausplatz 2	60	7,2	6120
7	Altenwohnanlage u. Verw.	Rathausplatz 8, 10	45	5,4	4590
8	Grund- und Hauptschule	Schulstraße 12a	270	32,4	27540
9	Bodanrückhalle	Schulstraße 12a	160	19,2	16320
10	Jugendzentrum	Zum Riesenberg 11	48	5,76	4896
11	Feuerwehrgebäude / Gärtner	Zum Riesenberg 6	700	84	71400
12	Verwaltungsgeb./Gemein./SH (Hegne)	Zum Schwarzenberg 1	195	23,4	19890
13	Kindergarten Kaltbrunn	Allensbacher Str. 7	25	3	2550
14	Rathaus Kaltbrunn	Kapellenplatz 1	50	6	5100
15	Feuerwehrhaus	Markelfinger Str. 15	70	8,4	7140
16	Sportzentrum	Zum Riesenberg	560	67,2	57120
17	Bürgerhaus	Dettinger Str. 2	65	7,8	6630
18	Polizei	Radolfzeller Str. 12	80	9,6	8160
19	DRK- Heim	Höhrenbergstraße 15	40	4,8	4080
20	Technologiezentrum	Kaltbrunner Str. 24	100	12	10200
21	Wohnhaus (Schulstr.)	Schulstraße 10 b	25	3	2550
			2733	**327,96**	**278766**
	kirchliche Einrichtungen			0	0
22	Kirche		160	19,2	16320
23	Kindergarten/ Gemeindehaus		90	10,8	9180
	Gesamt		**2983**	**357,96**	**304266**

A- 12: Strombedarf der Haushaltsgeräte im Trendszenario
(Quellen: Öko-Institut e.V., eigene Hochrechnungen)

Geräte	Ausstattungsrate (Stand 2030)	durchschl. Spezifischer Strombedarf (Stand2030) kWh/HHa	Strombedarf kWh/a	Anteil in%
elektr. Warmwasserbereitung	25%	1300	1.073.475,00	10,02
Kühlschrank	73,60%	214	520.235,71	4,86
Gefriergeräte	73,10%	266	642.255,14	5,99
K/G-Kombination	39,70%	282	369.784,06	3,45
Elektroherd	89,20%	269	792.548,24	7,40
Geschirrspüler	76,40%	227	572.832,68	5,35
Beleuchtung	100,00%	240	792.720,00	7,40
Wäschetrockner	57,00%	268	504.566,28	4,71
Waschmaschinen	97,20%	114	365.998,82	3,42
Fernseher	123,00%	48	195.009,12	1,82
Kleingeräte	100,00%	440	1.453.320,00	13,56
Umwälzspumpen	70,00%	140	323.694,00	3,02
Zirkulationspumpen	36,00%	124	147.445,92	1,38
Stand-by Geräte(Leerlauf)	100,00%	190	627.570,00	5,86
Heizstrom	4,00%	17660	2.333.239,20	21,78
Gesamt			**10.714.694,18**	100,00

A- 13: Beispielgebäude EFH-C

An diesem Typgebäude soll die thermische Sanierung exemplarisch dargestellt und deren Wirtschaftlichkeit aufgezeigt werden.

A. Bedarfsermittlung für den Bestand

Das Beispielgebäude aus den Jahren 1919 bis 1948 hat eine beheizbare Nutzfläche von 275 m2, verteilt auf 2 Vollgeschosse und ein ausgebautes Dachgeschoss. Für die Qualität der Gebäudehülle wird der Datensatz aus der ‚Deutschen Gebäudetypologie' verwendet, einschließlich bereits vorhandener, aber erneuerungsbedürftiger Isolierglasfenster. Als Heizung ist ein Standardkessel, Baujahr 1980 mit 48 kW Leistung installiert. An den Heizkörpern gibt es Handventile, die Vorlauftemperatur (90/70) wird geregelt. Die Dämmung der Verteilungsleitungen ist mäßig.

Der Heizwärmebedarf beträgt 210 kWh/m2 a.

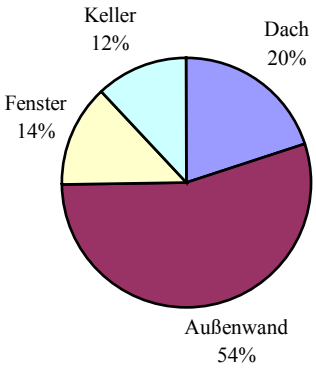
Der Endenergiebedarf beträgt 340 kWh/m2 a.

Die Transmissionswärmeverluste sind im folegendem Diagramm dargestellt. Dass die Verbesserung des Wärmeschutzes der Außenwände den weitaus größten Effekt haben würde ist unschwer zu erkennen.

B.Bedarfsermittlung für die Sanierung

Es werden zur Simulation folgende Maßnahmen vorgesehen:

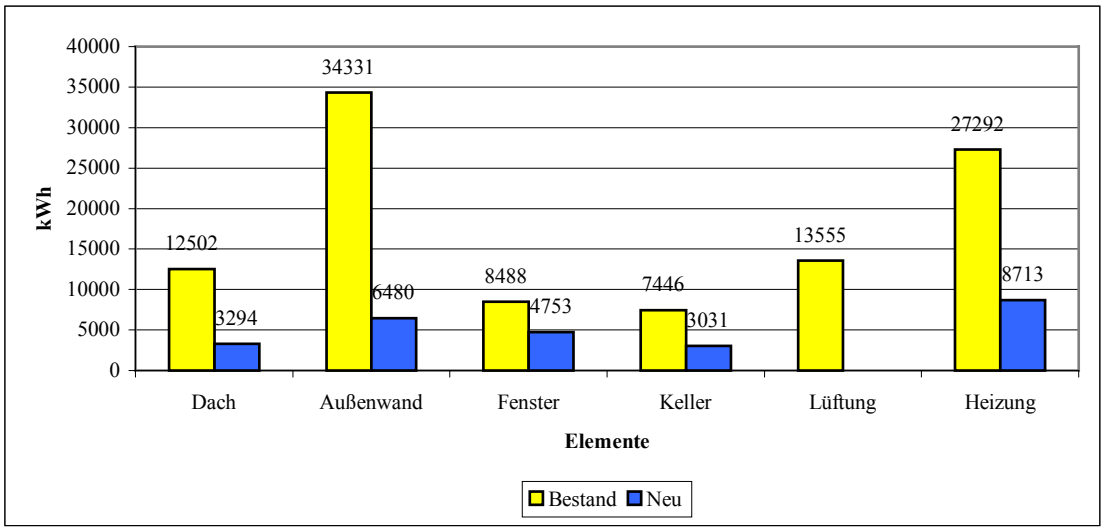
Dach:	Zusätzlich 12 cm Dämmung WLG 040
Außenwände:	12 cm Wärmedämmverbundsystem WLG 040
Keller:	6 cm WLG 040 auf der Kellerdeckenunterseite



Heizung: NT-Kessel, Vorlauftemperatur 70/55, Dämmung der Verteilungsleitungen nach EnEV-Standard, Thermostatventile 1K.
Alternativ: Gas-BW-Kessel

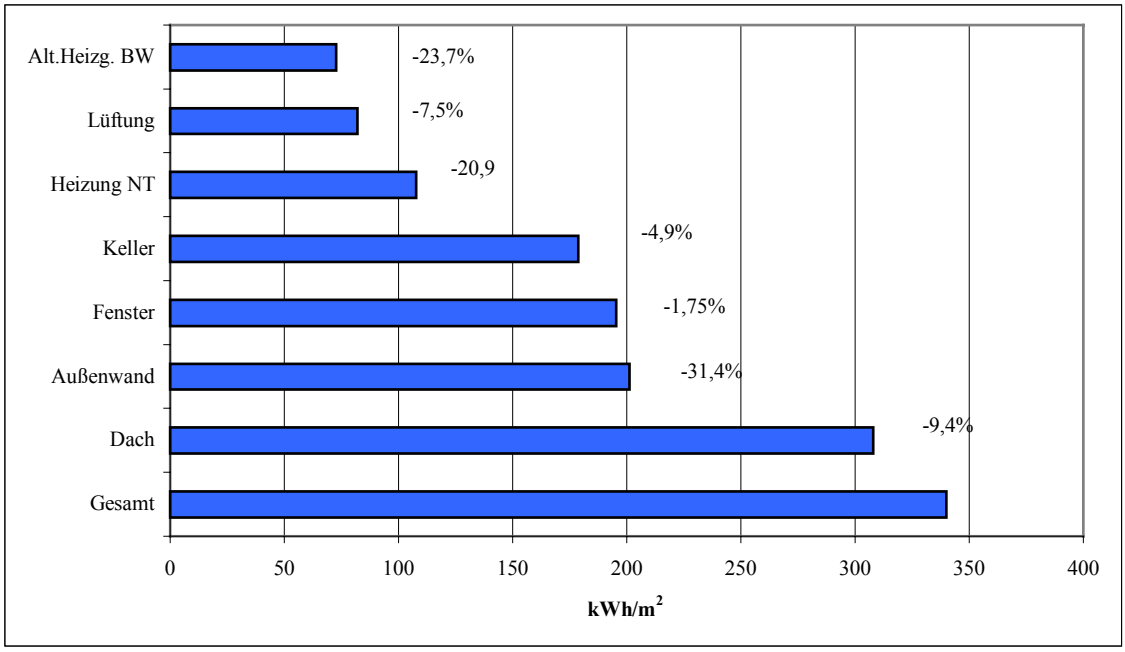
Ergebnis: Der Heizwärmebedarf reduziert sich um 70 % auf 63 kWh/m2 a.
Der Endenergiebedarf reduziert sich um 66 % auf 108 kWh/m2 a.
Die CO2 Emissionen reduzieren sich um 13.307 kg auf 9.584 kg.
Alternativ: Durch den Einbau eines Gas-Brennwert Kessels würde sich der Endenergiebedarf um weitere 2,8% verringern, auf dann 98 kWh/m2 a.

Im folgendem Diagramm sind die Einsparungen durch die verschiedenen Maßnahmen an der Gebäudehülle und die Erneuerung der Heizungsanlage dargestellt.



Die Einsparung nach der Sanierung

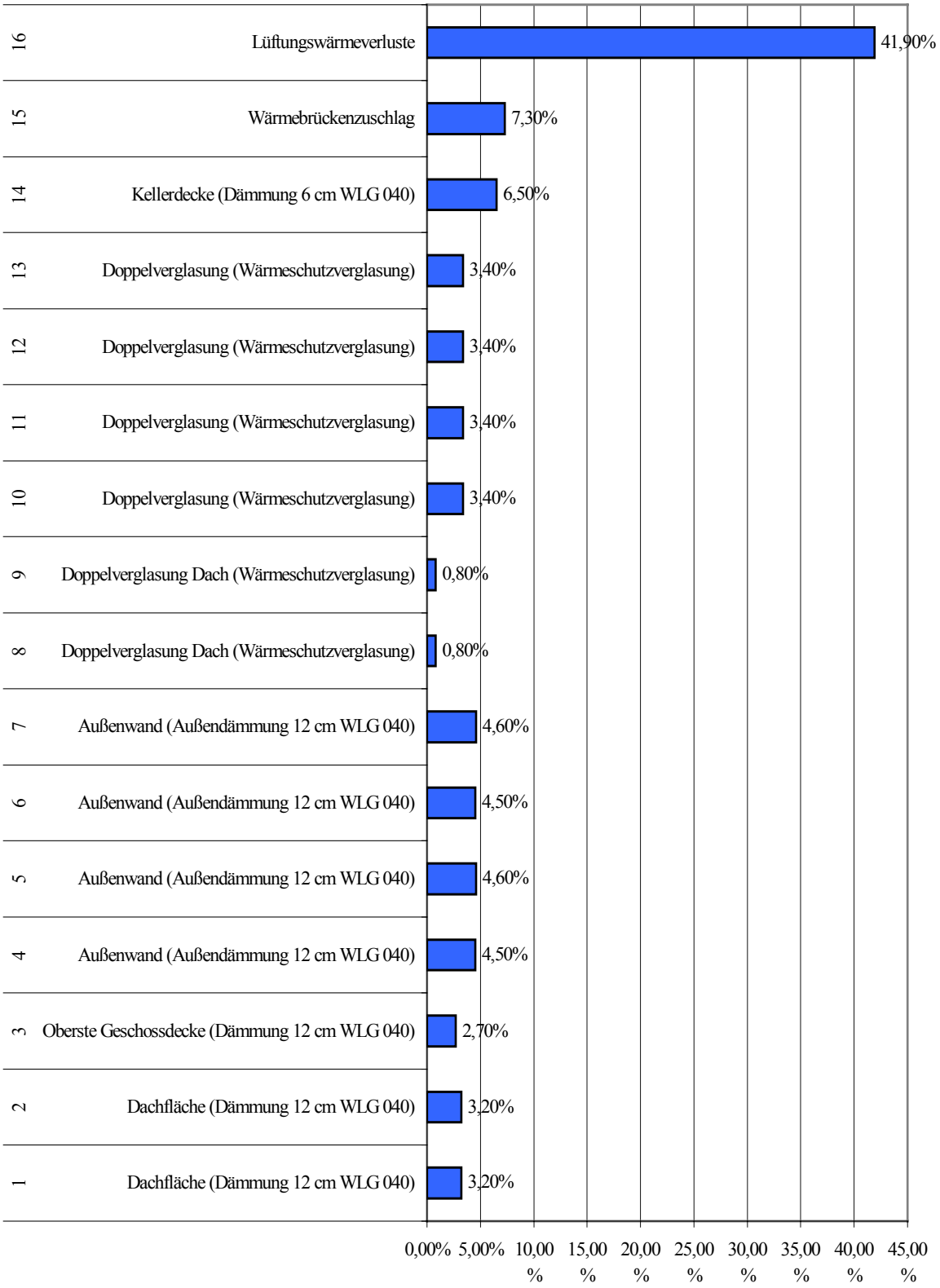
Der absolut größte Einzelbedarf nach der Sanierung bleibt die Lüftung. Durch Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage könnte bereits bei einer durchschnittlichen Wärmerückgewinnung von 60 %, eine Reduzierung des Endenergiebedarfes von ca. 7,5 % erreicht werden. Das Hauptproblem der nachträglichen Installation einer Lüftungsanlage ist die sehr schwierig Verlegung des notwendigen Kanalsystems. Sollte im Einzelfall eine akzeptable Lösung gefunden werden können, dann ist nach Kenntnis der Kosten die Wirtschaftlichkeit zu prüfen.Die prozentualen Anteile der einzelnen Sanierungsmaßnahmen am Endenergiebedarf sind aus folgendem Diagramm zu ersehen:



Die prozentualen Anteile der einzelnen Sanierungsmaßnahmen am Endenergiebedarf

Die vergleichsweise hohen Einsparungen durch die Heizungserneuerung sind nicht allein auf den neuen Kessel zurückzuführen. Die Verbesserung der Dämmung an den Verteilungsleitungen auf EnEV-Standard, die Erneuerung der Thermostatventile mit einer Empfindlichkeit von nur 1° Kelvin (statt 2°), sowie die Reduzierung der Vorlauftemperatur auf 70/55, die erst durch die erhöhte Dämmung der Gebäudehülle möglich wurde, tragen dazu bei.Die vergleichsweise geringe Einsparung im Bereich der Fenster liegt an der bereits vorhandenen Isolierverglasung. Im Falle einer Einfachverglasung wäre durch den Ersatz mit Wärmeschutzglas eine Einsparung von etwa 10 % zu erzielen.

Das folgende Diagramm zeigt die spezifischen Transmissionswärmeverluste nach der Sanierung. Die verschiedenen Bauteile haben ähnlich niedrige Werte. Einzig die Lüftungsverluste betragen ein mehrfaches der Bauteile. Hier wäre mit einer mechanischen Lüftungsanlage, bereits bei einer durchschnittlichen Wärmerückgewinnung von 60 %, eine Reduzierung des Endenergiebedarfes von ca. 7,5 % zu erreichen. Der prozentuale Anteil für die Lüftung würde sich auf 27,1 % reduzieren. Der Endenergiebedarf würde auf 87,6 kWh/m2 a fallen.



Spezifische Transmissionswärmeverluste nach der Sanierung

A- 14: Einfluß des Nutzerverhalten auf den Heizwärmebedarf

Das Nutzerverhalten auf den Heizwärmebedarf wurde an einem Gebäude simuliert. Es handelt sich bei der Untersuchung um ein EFH mit einer Wohnfläche von 242 m², das in den 60-er Jahren gebaut wurde. Die geometrischen und wärmetechnischen Kennwerte des Hauses sind in Tab. A-14-1 dargestellt.

A-14- 1: Geometrische und Wärmetechnische Kennwerte

Geometrische Kennwerte:	
Bruttorauminhalt des Gebäudes	934,20 m³
Nettorauminhalt des Gebäudes	709,99 m³
Energiebezugsfläche des Gebäudes (Wohnfläche)	298,94 m²
Oberflächen / Volumen Verhältnis (A / V - Verhältnis)	0,65 1/m
Fläche des Daches bzw. der Dachgeschossdecke	180,90 m²
Außenwandfläche	185,33 m²
Kellerdeckenfläche	196 m²
Fensterfläche gesamt	45,15 m²
Wärmetechnische Kennwerte:	
mittlerer Luftwechsel pro Stunde	0,6 l/h
k-Wert des Daches bzw. der Dachgeschossdecke	0,92 W/m²K
k-Wert der Außenwände	1,44 W/m²K
k-Wert der Kellerdecke	0,97 W/m²K
k-Wert der Fenster	2,9 W/m²K
Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	0,76
Raumtemperatur (Gebäudemittel) Tagessoll	19 °C
Raumtemperatur (Gebäudemittel) Nachtsoll	14 °C

Die Rahmenbedingungen für die Simulationen sind die EnEV Standardvorgaben wie Raumtemperatur 19°C, Luftwechsel 0,7l/h und Nachtabsenkung 7h. Die verwendeten Standardwerte geben das mittlere Verhalten der Verbraucher wieder. Mit Sicherheit wird von diesen Vorgaben in der Realität abgewichen, vor allen Dingen durch höhere Raumtemperaturen, oder durch unpassende Lüftungsgewohnheiten, z.B. stets gekippte Fenster während die Heizung durchgehend in Betrieb ist. Genauso gibt es natürlich auch das Gegenteil, das Fenster kaum geöffnet werden.

Um die verhaltensbedingten Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf zu untersuchen, wird ausgehend von den Standardwerten eine Variation der Parameter Rauminnentemperatur, Luftwechselrate und Nachtabsenkung untersucht. Für die mittlere Raumtemperatur wird einerseits eine um –2 K erniedrigte und

andererseits eine Erhöhung der mittleren Raumtemperatur um +2 K angesetzt. Die Verringerung der Luftwechselrate um 1/3, heißt die Fenster werden selten geöffnet; Lüftung erfolgt nur durch unkontrollierte Infiltration über Undichtigkeiten in der Gebäudehülle. Bei der Variante des erhöhten Luftwechsels, wird eine Erhöhung des Luftwechsel um 50 % gegenüber dem Standardfall untersucht. Dieser Fall entspricht einer Wohnung, in der stets ein Fenster jeweils in den Haupträumen gekippt ist. Bezüglich der Nachtabsenkung werden 2 Fälle untersucht, keine Nachabsenkung, und 8 h Nachtabsenkung. So entstehen die 27 Kombination, die in der Tab A-15-2 dargestellt sind.

Ausgehend von den Standardvorgaben wird für jede Kombination (Szenario) der spezifische Jahresheizwärmebedarf bestimmt und dann die Abweichungen vom Standard in jedem Szenario ermittelt. Hierfür wird das in der (DIN 4108-6) und (DIN EN 832) beschriebene Monatsbilanzierungsverfahren, welches sowohl die bauphysikalischen Vorgaben als auch die nutzerbedingten Einflüsse berücksichtigt, herangezogen. Als klimatische Datenbasis werden die Temperatur und Sonneneinstrahlwerte von Konstanz übernommen.

Änderungen der mittleren Rauminnentemperatur haben deutliche Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf: eine Erhöhung um 2°K bewirkt eine Erhöhung des Heizwärmebedarfs um 22% bzw. eine Verminderung um 2° K bewirkt eine Minderung des Heizwärmebedarfs um 19% gegenüber dem Standardfall. Eine Reduktion der Luftwechselrate auf 0,4 1/h vermindert den Heizwärmebedarf um 7 %, eine Erhöhung der Luftwechselrate um 50 % auf 0,9 1/h bewirkt ein Steigerung des Heizwärmebedarfs um 10 % gegenüber dem Standardfall. Ein Erweiterung der Nachtabsenkung um eine Stunde bewirkt ein Verminderung des Heizwärmebedarfs um 3 %. Ohne Nachtabsenkung steigt der Heizwärmebedarf um 11 %.

Die energetisch gesehen „optimale“ Kombination des Nutzerverhaltens ist eine mittlere Raumtemperatur von 17 °C und eine Luftwechselrate von 0,4 l/h. Die Variante „Szenario-1“ – ergibt min. 129,9 kWh/m² a, das 26 % unter dem Raumwärmebedarf des Standardfalls liegt.

Die schlechteste Kombination hingegen – mittlere Raumtemperatur 23 °C, Luftwechselrate 0,9 1/h, Variante „Szenario-27“ – ergibt max. 262,68 kWh/(m² a), das 49 % über dem Standardfall liegt. Da die schlechteste und „optimale“ Kombinationen selten in der Realität vorkommen, dürfte realistischerweise die Bandbreite möglicher Einspareffekte durch Änderung des Nutzerverhaltens bei ca. 10% bis 15% des ermittelten Standardwertes liegen.

A-14- 2: Abweichungen des Heizwärmebedarfs vom Standard der untersuchten Verhaltenskombinationen

	Parameter			Spezifischer	Abweichung
				Jahresheizwärmebedarf	vom
Variante	Temperatur	Luftwechsel	Nachtabsenkung	im kWh/m²	Standard
Szenario-1			8 h	**129,9**	**-26**
Szenario-2			**Standard 7h**	133,17	-24
Szenario-3		0,4	0 h	146,82	-17
Szenario-4			8 h	139,05	-21
Szenario-5			**Standard 7h**	142,69	**-19**
Szenario-6		**Standard 0,7**	0 h	157,9	-10
Szenario-7			8 h	152,66	-13
Szenario-8			**Standard 7h**	156,88	-11
Szenario-9	-2 K	0,9	0 h	174,58	-1
Szenario-10			8 h	160,65	-9
Szenario-11			**Standard 7h**	164,73	**-7**
Szenario-12		0,4	0 h	181,66	3
Szenario-13			8 h	171,73	-3
Szenario-14			**Standard 7h**	**176,29**	**0**
Szenario-15		**Standard 0,7**	0 h	195,2	11
Szenario-16			8 h	188,19	7
Szenario-17			**Standard 7h**	193,48	**10**
Szenario-18	**Standard 19°C**	0,9	0 h	215,58	22
Szenario-19			8 h	195,55	11
Szenario-20			**Standard 7h**	200,62	14
Szenario-21		0,4	0 h	221,5	26
Szenario-22			8 h	208,88	18
Szenario-23			**Standard 7h**	214,53	**22**
Szenario-24		**Standard 0,7**	0 h	237,93	35
Szenario-25			8 h	228,62	30
Szenario-26			**Standard 7h**	235,22	33
Szenario-27	+2 K	0,9	0 h	**262,68**	**49**

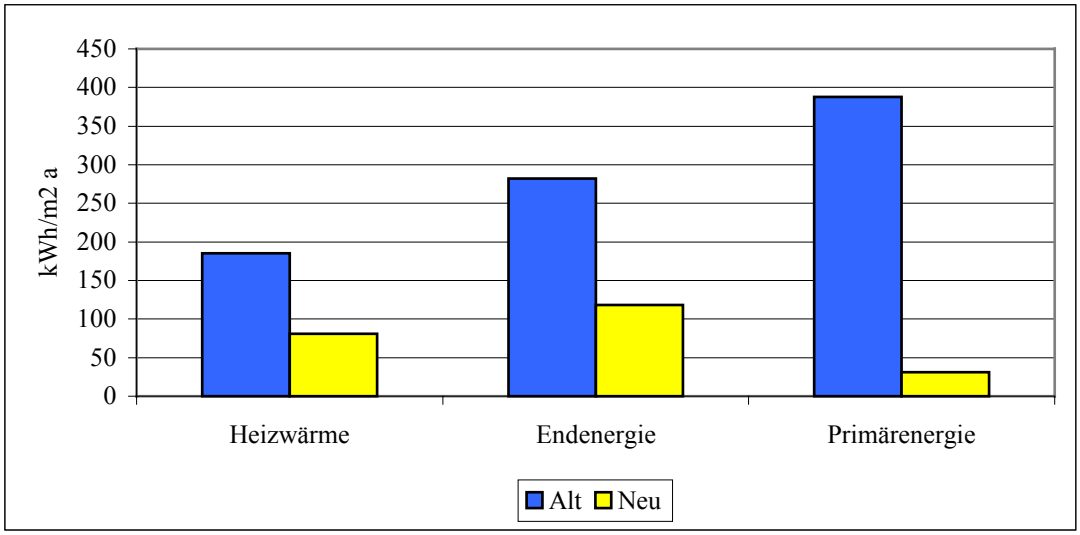
A- 15: Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine Gemeinschaftsbiogasanlage

Gasgewinnung		Faktor	
Viehbestandsgröße	**GVE**		**323,00**
Kofermentation (Grünschnitt und Ernterückstände)	**t/a**	100,000	**950,00**
Gaserzeugung	**m³/d**	1,250	664,02
Gasertrag	**m³/a**	365,000	242368,75
spez. Energiegehalt (Hu)	**kWh /m³**	6,200	
Energiegehalt	**kWh /a**		**1502686,25**
BHKW- Generatorleistung	**kW el**		80,00
Vollbenutzungsstunden	**h**		6300,00
Mögliche Stromerzeugung (Brutto)	**kWh el/a**	0,340	**510913,33**
Tatsächliche Stromerzeugung	**kWh el/a**		**504000,00**
Wärmeerzeugung brutto	**kWh el/a**	0,660	**991772,93**
Nutzbare Wärmemenge	**kWh el/a**	0,640	**634734,67**
Investition			
Spezifische Investitionskosten	**€/m³**		428,00
Gesamte Investition	**€**		284202,26
Einnahmen			
Stromverkauf (Einspeisung)	**€/a**	**0,115**	**57960,00**
Eigennutzung Strom	**€/a**	**0,120**	**0,00**
Wärmeverkauf	**€/a**	0,020	12694,69
Eigennutzung der Wärme	**€/a**	0,045	0,00
Dungwertverbesserung	**€/a**	10,000	3230,00
Gesamt			**73884,69**
Ausgaben			
Betriebskosten, Wartung, inkl.BHKW	**€/a**	0,060	17052,14
Arbeitserledigung	**€/a**	4556,000	4556,00
Gesamt			**21608,14**
Zinsatz (i), q= i+1		**1,055**	
Barwert		**10,038**	
Annuitätsfaktor		**0,100**	
Nutzungsdauer		**15,000**	
Betriebskosten		**0,060**	
Eingesetztes Kapital	**€**		501095,67
Zahlungen	**€/a**		49921,96
Stromgestehungskosten	**Euro / kWh el**		**0,10**
Gewinn/ Verluste	**€/a**		**23962,74**

A- 16: Beispiel-Gebäude, Allensbach, Strandweg 9a

Das Gebäude Strandweg 9a aus dem Jahr 1957 hatte 1 Kellergeschoss, 2 Vollgeschosse und ein ausgebautes, aber nur teilweise genutztes Dachgeschoss. Es war mit einer Ölheizungsanlage ausgestattet. Das Gebäude wurde 2002 saniert und umgebaut. Das Satteldach wurde komplett entfernt und durch eine Holzkonstruktion mit Pultdach ersetzt. Die lichten Raumhöhen im Dachgeschoss liegen zwischen 2,1 m und 3,5 m. Die hohe Südseite ist größtenteils verglast (passive Solarnutzung). Dies ergab eine Vergrößerung der Nutzfläche um ca. 50 m2 und des Volumens um ca. 150 m3.

	Vor der Sanierung	Nach der Sanierung
Gebäudegrundfläche	112 m2	112 m2
Nutzfläche An	230 m2	280 m2
Beheiztes Volumen	720 m3	870 m3
Außenwände EG. + OG.	24 cm Mauerwerk	24 cm Mauerwerk + 7 cm Dämmung
Außenwände Dachgeschoss	24 cm Mauerwerk	Holzkonstruktion mit 25 cm Isofloc
Fenster	Holzverbundfenster	EG+OG Holzverbund + Wärmeschutzglas 50/50, Dach Wärmeschutzglas
Dach	5 cm Heraklith	40 cm Isofloc
Kellerdecke	Beton, teilweise Stahlsteindecke	wie vor
Heizung Warmwasser	Ölkessel Elektroboiler	Pelletkessel mit Solarunterstützung, 7,5 m2 Röhren-Kollektor
Heizwärmebedarf (kWh/m2a)	185	81
Endenergiebedarf (kWh/m2 a)	282	118
Primärenergiebedarf (kWh/m2 a)	388	31
CO2 Emissionen (kg/m2)	104	9,9
CO2 Emissionen gesamt (kg)	24.090	2.765
Energieverbrauch	~ 4.800 l Öl ~ 8.500 kWh Strom	~ 7.000 kg Pellet
Energiekosten	Öl: ~ 1.800 € Strom: ~ 1.500 €	~ 1.300 €



A 16- 1: Energieverbrauch vor und nach der Sanierung

Trotz der relativ guten Ergebnisse gibt es noch einige Schwachstellen. Die Kellerdecke sollte unterseitig mit 6 cm Dämmung versehen werden. Die Heizungsverteilungsleitungen sind nicht überall nach EnEV gedämmt. Außerdem ist es schade, dass die Außenwände des EG und OG nur mit 7 cm gedämmt wurden. Eine Dicke von 12 cm hätte den U-Wert auf 0,27 reduziert statt der vorhandenen 0,41. Durch obige Maßnahmen wäre der Heizwärmebedarf von 81 auf 63 kWh/m2a zu senken.