



Energie-Effizienzplan des Landkreises Schwäbisch Hall

Juli 2014



**Landkreis
Schwäbisch Hall**



- 1 -

Diese Ausarbeitung wird gefördert durch das EU-Projekt



„This project is implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF.“

Der Energie-Effizienzplan wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit erstellt für die
Wirtschaftsförderungsgesellschaft des Landkreises Schwäbisch Hall mbH

Kuno-Haberkern-Str. 7/1

74549 Wolpertshausen

Bearbeiter:

Simon Köger

Heinz Kastenholz

CENTRAL EUROPE PROGRAMME

CENTRAL EUROPE is a European Union program that encourages cooperation among the countries of Central Europe to improve innovation, accessibility and the environment and to enhance the competitiveness and attractiveness of their cities and regions.

CENTRAL EUROPE invests €231 million to provide funding to transnational cooperation projects involving public and private organizations from Austria, the Czech Republic, Germany, Hungary, Italy, Poland, the Slovak Republic and Slovenia. The program is financed by the European Regional Development Fund and runs from 2007 to 2013.

About VISNOVA

The CHALLENGE of VISNOVA pursues an integrated approach which addresses both the supply (provision of sustainable energy) and demand site (efficient use). Based on best practices collection, transferred and tested in pilot measures (both pre-investment and small investment), included to regional energy development plans adopted with a political vote, financial resources from national programmes will be explored and responsibilities for the plans' implementation assigned.

Thus, VIS NOVA partners aim to integrate a concept of energy autonomy based on renewable sources and energy efficiency into regional development policies, public authorities in rural regions need adequate planning instruments to avoid isolated approaches that fail to unfold the full potentials for territorial cohesion, competitiveness and employment. Furthermore, public authorities lack profound knowledge about the transferability of European good practices and have poor access to cutting-edge innovations in intelligent energies.

The overall OBJECTIVE of VISNOVA is to cover in the medium and long term up to 100% of the territory's energy demand by energy being produced off regional resources. Sustainability and a secured supply shall be turned into a location factor; the possibility to determine prices can be exploited as a new incentive to promote economic development. Moreover, regional added value and hence employment in the energy sector is strengthened.

With other words, the aim is to integrate instruments to promote energy efficiency ("Energy Efficiency Plan") based on EU good practices, new technologies and transnational learning into regional develop-

ment policies. The project therefore assists rural regions to plan and to take action to create new value added in the renewable energy sector, to secure local energy supply, to improve energy efficiency performances, to strengthen their competitiveness as locations for economic activities, and to promote territorial cohesion comprehensively.

Furthermore, pilot investments and feasibility assessments subject to transnational peer review test and demonstrate new means to exploit endogenous energy sources in a sustainable way and enhance their efficiency.

Already existing energy/regional development agents (usually those participating in the project) will assume the competency of a regional sustainable energy centre to master the energy development plans' medium and long-term implementation.

The sole responsibility for the content of this report lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the Central Europe nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	- 5 -
Abkürzungsverzeichnis	- 6 -
Abbildungsverzeichnis	- 8 -
Tabellenverzeichnis	- 9 -
1. Einleitung	- 10 -
2. Untersuchungsrahmen.....	- 11 -
3. Kurzinformation Landkreis Schwäbisch Hall	- 13 -
4. Primärenergieverbräuche und CO₂- Bilanz.....	- 16 -
4.1 Private Haushalte, Gewerbe und öffentliche Hand.....	- 18 -
4.2 Verkehr.....	- 21 -
4.3 Zusammenfassung Primärenergieverbräuche LK SHA.....	- 23 -
4.4 CO ₂ -Bilanz.....	- 24 -
5. Potenzialbetrachtungen Energieeffizienz	- 27 -
5.1 Begrifflichkeiten	- 27 -
5.2 demografische Entwicklung im Landkreis Schwäbisch Hall	- 28 -
5.3 Potenzialbetrachtung private Haushalte.....	- 28 -
5.3.1 Wärmebereich private Haushalte.....	- 30 -
5.3.2 Strombereich private Haushalte.....	- 41 -
5.3.3 Zusammenfassung Potenzialbetrachtung private Haushalte:.....	- 50 -
5.4 Potenzialbetrachtung Gewerbe.....	- 51 -
5.4.1 Wärmebereich Gewerbe.....	- 52 -
5.4.2 Strombereich Gewerbe.....	- 55 -
5.4.3 Zusammenfassung Potenzialbetrachtung Gewerbe LK SHA	- 63 -
5.5 Potenzialbetrachtung Verkehr.....	- 64 -
5.6 Potenzialbetrachtung öffentliche Hand	- 71 -
5.7 Zusammenfassungen Potenzialbetrachtungen Energieeffizienz	- 74 -
5.8 Potenzialbetrachtung CO ₂	- 77 -
6. Marktansatz und regionale Wertschöpfung.....	- 80 -
7. Monitoring.....	- 87 -
8. Zusammenfassung und Ausblick.....	- 89 -

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
AGEB	Agentur für Energiebilanzen
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BHKW	Blockheizkraftwerk
bspw.	beispielsweise
BW	Baden-Württemberg
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DENA	Deutsche Energie Agentur
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnMS	Energiemanagementsystem
GWh	Gigawattstunde
GWh/Jahr	Gigawattstunden pro Jahr
IEKK	integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
kWh	Kilowattstunden
kWh/m ² a	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LED	Licht-emittierende Diode
LK	Landkreis
LK SHA	Landkreis Schwäbisch Hall
LNF	leichte Nutzfahrzeuge

m ü. NN.	Meter über Normal-Null
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
RLT-Anlage	Raumlufttechnische Anlage
SHA	Schwäbisch Hall
SNF	schwere Nutzfahrzeuge
stat. LA-BW	statistisches Landesamt Baden-Württemberg
WSVO	Wärmeschutzverordnung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau sowie Untersuchungsrahmen.....	- 11 -
Abbildung 2: Karte LK SHA, (FDB,2014)	- 13 -
Abbildung 3: Erdgas Primärenergiefaktor 1,1, (EFD, 2014)	- 17 -
Abbildung 4: Primärenergieverbrauch Haushalte, Gewerbe, öffentliche Hand	- 20 -
Abbildung 5: Jahresfahrleistungen LK SHA 2010, (stat.-LA-BW, 2014)	- 21 -
Abbildung 6: Anteil Fahrzeuge am Primärenergieverbrauch Verkehr.....	- 22 -
Abbildung 7: Ergebnis Primärenergieverbräuche in den Verbrauchergruppen 2010-	24 -
Abbildung 8: Primärenergieverbrauch nach Anwendungen, private Haushalte	- 30 -
Abbildung 9: Potenziale energetische Sanierung Altbau.....	- 35 -
Abbildung 10: Energiebedarf nach Effizienzklassen, (EK-CO2, 2012, S.16).....	- 42 -
Abbildung 11: Anwendungen Anteil am Stromverbrauch, (BDEW, 2010, S.10)	- 43 -
Abbildung 12: Zusammenfassung Potenziale private Haushalte LK SHA	- 50 -
Abbildung 13: Abwärmenutzung, (BA-LA, 2009, S.28).....	- 54 -
Abbildung 14: Potenziale verschiedener Anwendungen, (DENA, 2013 (3), S.22) ...	- 59 -
Abbildung 15: Kontinuierliche Kostensenkung mit einem EnMS, (UBA, 2012, S.21)-	61 -
Abbildung 16: Ergebnis Potenzialbetrachtung Gewerbe	- 63 -
Abbildung 17: Ergebnis Potenzialbetrachtung Verkehr	- 69 -
Abbildung 18: Ergebnis Potenzialbetrachtung öffentliche Hand	- 73 -
Abbildung 19: Ergebnis Potenzialbetrachtungen LK SHA	- 75 -
Abbildung 20: Entwicklung CO ₂ -Emissionen von 1995 bis 2030	- 79 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kurzinformation LK SHA	- 13 -
Tabelle 2: Wirtschaftssektoren LK SHA im Vergleich.....	- 14 -
Tabelle 3: Energieträger und Primärenergiefaktoren, (Ecotec, 2014).....	- 17 -
Tabelle 4: Berechnung Primärenergiefaktoren Wärme und Strom LK SHA.....	- 19 -
Tabelle 5: Primärenergieverbrauch Haushalte, Gewerbe, öffentliche Hand	- 20 -
Tabelle 6: Bestimmung Primärenergieverbrauch Verkehr LK SHA	- 22 -
Tabelle 7: Ergebnis Primärenergieverbräuche in den Verbrauchergruppen 2010 ...	- 23 -
Tabelle 8: CO ₂ - Bilanz LK SHA, 2010, (stat. LA-BW, 2014 (2)).....	- 25 -
Tabelle 9: Entwicklung Gesamtbevölkerung LK SHA bis 2030	- 28 -
Tabelle 10: Bestimmung Anteil der Anwendungen am Primärenergieverbrauch.....	- 29 -
Tabelle 11: Heizwärmebedarf nach Baujahren	- 31 -
Tabelle 12: Gebäudealtersstruktur LK SHA	- 31 -
Tabelle 13: Heizwärmebedarf und Heizungsnutzungsgrad vor und nach 1978.....	- 33 -
Tabelle 14: Bestimmung Anteil am Energieverbrauch der Gebäude vor 1978	- 34 -
Tabelle 15: Potenzial energetische Sanierung der Gebäudehülle.....	- 35 -
Tabelle 16: Potenzial Austausch Heiztechnik	- 36 -
Tabelle 17: Potenzial kombiniert.....	- 37 -
Tabelle 18: Auswirkungen Sanierungsrate von 2% im LK SHA.....	- 40 -
Tabelle 19: private Haushalte Primärenergieverbrauch Wärme und Einsparung	- 40 -
Tabelle 20: Stromanwendungen private Haushalte.....	- 43 -
Tabelle 21: private Haushalte Primärenergieverbrauch Strom und Einsparung	- 49 -
Tabelle 22: Zusammenfassung Potenziale private Haushalte LK SHA	- 50 -
Tabelle 23: Ergebnis Potenzialbetrachtung Gewerbe	- 63 -
Tabelle 24: Auswirkungen Mobilitätsmanagement Verkehr LK SHA	- 67 -
Tabelle 25: Vorgehensweise Potenzialbetrachtung Verkehr LK SHA.....	- 68 -
Tabelle 26: Ergebnis Potenzialbetrachtung Verkehr LK SHA.....	- 69 -
Tabelle 27: Ergebnis Potenzialbetrachtung öffentliche Hand	- 72 -
Tabelle 28: Ergebnis Potenzialbetrachtungen LK SHA	- 74 -
Tabelle 29: Ergebnis Potenzialbetrachtungen LK SHA	- 75 -
Tabelle 30: Entwicklung CO ₂ -Emissionen von 1995 bis 2030	- 79 -
Tabelle 31: Monitoring einzelne Verbrauchergruppen.....	- 87 -
Tabelle 32: Monitoring insgesamt	- 88 -

1. Einleitung

Die Themen Klimaschutz und Umstieg auf eine regenerative Energieerzeugung sind nicht erst seit dem Atomunglück im japanischen Fukushima in aller Munde. Regierungen weltweit haben es sich innerhalb des Klimaschutzes zum Ziel gesetzt den Anstieg der Durchschnittstemperatur der Erde auf zwei Grad Celsius zu begrenzen. Im Rahmen der Energiewende wurden durch die Bundesregierung der Umbau der Energieversorgung und eine Steigerung der Energieeffizienz beschlossen. In Baden-Württemberg (BW) wurden im Jahr 2013 mit dem baden-württembergischen Klimaschutzgesetz weitere Ziele vereinbart. Zweck dieses Gesetzes ist es, im Rahmen der internationalen, europäischen und nationalen Klimaschutzziele, einen angemessenen Beitrag zum Klimaschutz durch eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2020 im Vergleich zu 1990 um 25% zu leisten und gleichzeitig zu einer nachhaltigen Energieversorgung beizutragen (vgl. KSG BW, 2013, §4 Klimaschutzziele). Dabei nehmen Landkreise zum Erreichen der Ziele des Klimaschutzes und der Energiewende eine besondere Rolle ein, da diese wichtige Funktionen bei der Steigerung der Energieeffizienz sowie beim Ausbau der erneuerbaren Energien übernehmen.

Im **Landkreis Schwäbisch Hall** (LK SHA) schreitet der Ausbau der erneuerbaren Energien schon vorbildlich voran. Bereits im Jahr 2006 wurde im Kreistag als langfristiges Ziel ausgegeben den LK SHA zu 100% aus regenerativen Energien zu versorgen. Um dieses Ziel schnellstmöglich zu erreichen sind neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien das Erschließen von Potenzialen zur Steigerung der Energieeffizienz und damit die Verminderung des Energieverbrauchs in den verschiedenen Verbrauchergruppen nötig.

Die **Aufgabe dieser Arbeit** ist die Durchführung einer Primärenergieeffizienzpotenzialanalyse im LK SHA anhand der Verbrauchergruppen private Haushalte, Gewerbe, Verkehr und öffentliche Hand. Zuerst geht es dabei um die Darstellung des Ist-Zustandes ausgehend vom Jahr 2010, anschließend um das Aufzeigen von Potenzialen innerhalb der Verbrauchergruppen im Betrachtungszeitraum bis 2030. Des Weiteren werden die ermittelten Potenziale mit der Ausgangssituation im LK SHA verglichen und auf die Erreichbarkeit des genannten Klimaschutzziels im Klimaschutzgesetz überprüft. Abschließend werden die Ergebnisse dieser Arbeit in Bezug auf die Region selbst sowie die regionale Wertschöpfung eingeordnet und ein Konzept für das Monitoring der tatsächlichen zukünftigen Entwicklung aufgezeigt.

2. Untersuchungsrahmen

In Abbildung 1 ist der grundsätzliche **Aufbau sowie der Untersuchungsrahmen dieser Arbeit** nochmals als Überblick dargestellt:

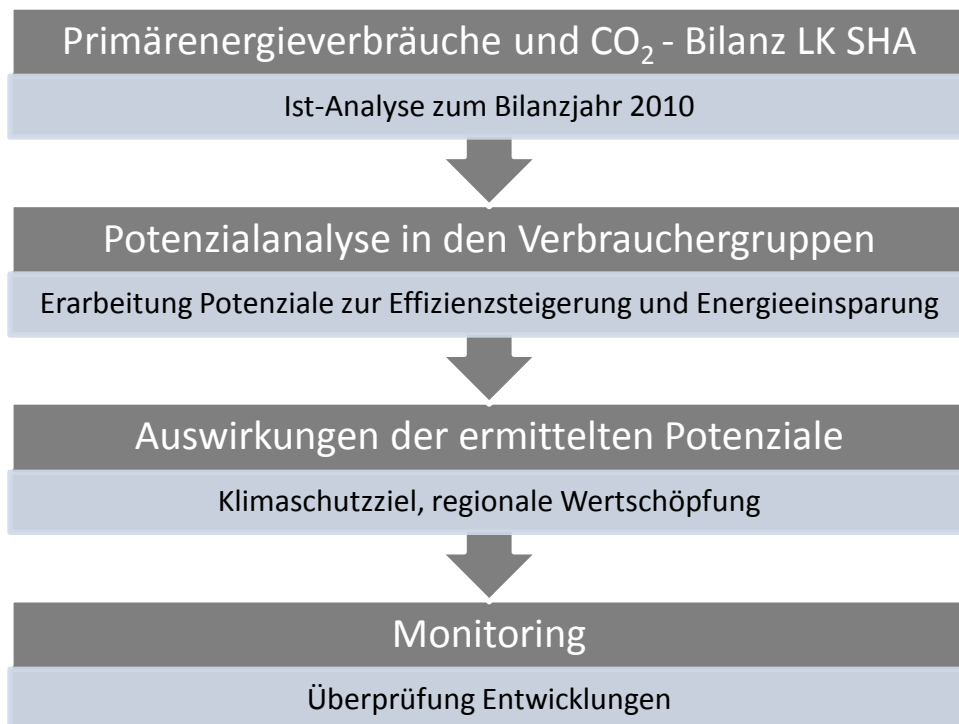


Abbildung 1: Aufbau sowie Untersuchungsrahmen

Die Untersuchungen in dieser Arbeit beleuchten den LK SHA ausgehend von der energetischen Ist-Situation im Jahr 2010. Diese Daten sind die momentan aktuellsten und wurden daher als Grundlage für die Primärenergieeffizienzanalysen der einzelnen Verbrauchergruppen herangezogen. Sie entspringen aus dem Landkreisgebiet und sind unter anderem durch das statistische Landesamt Baden-Württemberg (stat. LA-BW) sowie durch Jahresbilanzen von Energieversorgungsunternehmen (bspw. Stadtwerke Crailsheim GmbH) und anderen Institutionen (bspw. energieZENTRUM) ausgewiesen. Im Anschluss an die Energiebilanz wird daraus eine Emissionsbilanz auf Grundlage von Kohlenstoffdioxid (CO₂) erstellt.

Die in Kapitel 5 aufgeführten Potenzialbetrachtungen basieren auf aktuellen Studien, Untersuchungen, Recherchen sowie selbstgetroffenen Annahmen und versuchen die Entwicklun-

gen in den verschiedenen Verbrauchergruppen des Landkreises Schwäbisch Hall bis zum Jahr 2030 nach heutigem Wissensstand darzustellen. Allerdings ist dabei zu beachten, dass es sich um zukünftige Ereignisse handelt und Abweichungen zu den in Zukunft tatsächlich eintretenden Fällen durchaus möglich sind. In dieser Arbeit werden grundsätzlich lediglich Untersuchungen zu Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenzialen auf der Verbraucherseite durchgeführt. Somit geht es im Wesentlichen um eine rationelle Energienutzung auf der Nachfrageseite. Die Betrachtung enthält daher keine Untersuchungen zur angebotsseitigen Effizienzsteigerung vom Kraftwerk zum Verbraucher beispielsweise (bspw.) zentral über ein konventionelles Kraftwerk oder dezentral durch erneuerbare Energien. Weiterhin werden in den einzelnen Bereichen keine Substitutionen von Energieträgern vorgenommen. Es wird nach heutigem Wissensstand untersucht, wie groß die Einsparpotenziale für die gleiche Technik sowie den gleichen Energieträger sind. Des Weiteren werden keine ausführlichen Kostenbetrachtungen für die einzelnen Potenziale erhoben. In Kapitel 6 (Marktansatz und regionale Wertschöpfung) werden die Kosten als generelles Hindernis für Effizienzmaßnahmen betrachtet und Lösungsansätze aufgezeigt.

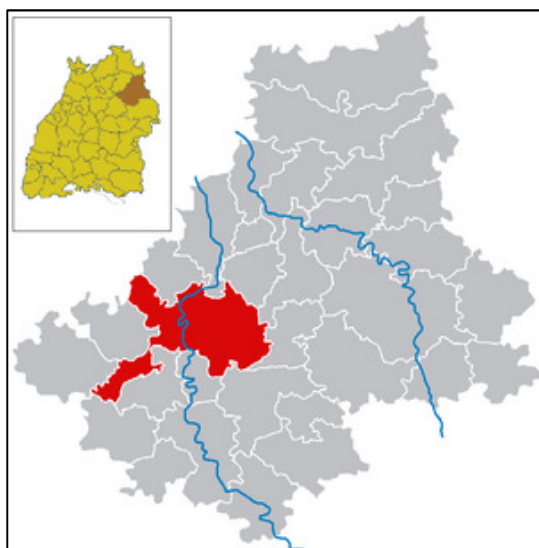
Im Anschluss an die Potenzialanalysen in den einzelnen Verbrauchergruppen werden diese mit den Zahlen des Jahres 2010 verglichen und die möglichen Einsparungen an Energie innerhalb des Betrachtungsrahmens bis 2030 genannt. Darüber hinaus wird untersucht, welche Auswirkungen die erzielten Ergebnisse im speziellen auf die regionale Wertschöpfung und die Region selbst haben. Abschließend wird ein Konzept für das Monitoring der tatsächlichen zukünftigen Entwicklungen aufgezeigt.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Ausarbeitung die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Bei allen personenbezogenen Bezeichnungen meint die gewählte Formulierung beide Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichteren Lesbarkeit die männliche Form verwendet wird.

3. Kurzinformation Landkreis Schwäbisch Hall

Im Folgenden wird der zu untersuchende **LK SHA in einer Kurzinformation** vorgestellt.

Der LK SHA liegt in der Region Heilbronn-Franken im Nordosten von BW. In der nachfolgenden Abbildung 2 ist im kleineren Ausschnitt BW mit dem dunkelgrün eingezeichneten LK SHA dargestellt. Der größere Ausschnitt zeigt die Unterteilung des Kreises in die einzelnen Gemeinden. In Rot dargestellt ist hier das Stadtgebiet von Schwäbisch Hall, Sitz der Landkreisverwaltung und neben Crailsheim eine der beiden großen Kreisstädte. Durchzogen wird der Kreis von Kocher und Jagst, Nebenflüssen des Neckars. In Tabelle 1 ist eine Kurzinformation mit einigen Fakten zum LK, auf die im weiteren Verlauf dieses Abschnittes noch genauer eingegangen wird, dargestellt.



Anzahl Einwohner	188.500
Fläche	1.484 km ²
Bevölkerungsdichte	127 Einwohner/km ²
Anzahl Städte und Gemeinden	30
Große Kreisstädte	Schwäbisch Hall Crailsheim
Sitz LK Verwaltung	Schwäbisch Hall
höchster Punkt	564 m ü. NN
niedrigster Punkt	227 m ü. NN
Partnerschaften	LK Nordsachsen, Sachsen LK Zamosc, Polen Stadtbezirk Taizhou, China

Abbildung 2: Karte LK SHA, (FDB,2014)

Tabelle 1: Kurzinformation LK SHA

Der LK SHA ist der viertgrößte LK in BW und zählt dabei mit rund 188.500 Menschen auf ca. 1.480 Quadratkilometern (km²) Fläche, dies entspricht 127 Menschen pro km², zu den dünn besiedelsten Gebieten in ganz Deutschland. Im Vergleich dazu teilen sich auf Bundesebene durchschnittlich 230 Menschen einen km² (vgl. LA-SHA, 2011, S.4). Von 1980 bis zum Jahr 2005 ist dabei die Bevölkerung des Kreises zahlenmäßig stetig gestiegen, seit 2006 ist diese leicht rückläufig.

Von der ländlichen Einordnung hat der LK Anteile an der Hohenloher Ebene, an den Höhen der Schwäbisch-Fränkischen Waldberge sowie an Teilen der Frankenhöhe. Der höchste Punkt liegt dabei auf 564 Meter über Normal-Null (m ü. NN.), der tiefste auf rund 230 m ü. NN. Angrenzende Gebiete sind im Westen der Hohenlohekreis, im Südwesten der Rems-Murr-Kreis und der LK Heilbronn, im Süden der Ostalbkreis, im Osten der bayrische LK Ansbach und im Norden der Main-Tauber Kreis (in Anlehnung an REU, KRAUß, 2013, S.3). Der LK SHA wird in 30 Gemeinden mit rund 800 Orten unterteilt. Partnerlandkreise sind der LK Nordsachsen in Sachsen, der LK Zamosc in Polen sowie der Stadtbezirk Taizhou in China. Ein kultureller Austausch und das Pflegen von Kontakten zwischen den Verwaltungen und Unternehmen sind hier die Ziele der partnerschaftlichen Beziehungen (vgl. LA-SHA, 2011, S.7).

In der folgenden Tabelle 2 ist die Aufteilung der einzelnen **Wirtschaftssektoren des Kreises nach Betrieben, Anzahl der Beschäftigten** sowie der **Bruttowertschöpfung** dargestellt:

Wirtschaftssektoren im LK SHA	Anteil an den Betrieben	Anzahl Beschäftigte	Bruttowertschöpfung in Millionen Euro
Dienstleistungsbereich	41%	60.000	3.200
verarbeitendes Gewerbe	39%	37.000	2.119
Land-und Forstwirtschaft	20%	3.200	84

Tabelle 2: Wirtschaftssektoren LK SHA im Vergleich

Im Jahr 2010 arbeiteten im LK insgesamt rund 100.000 Menschen (vgl. LA-SHA, WFGmbH, 2012, S.37). Größter Arbeitgeber ist die Bausparkasse Schwäbisch Hall AG mit 3.375 Beschäftigten. Sie gehört zum Bereich der Dienstleistungen, welcher mit 41% knapp den größten Anteil an den insgesamt über 6.000 Unternehmen ausmacht und rund 60.000 Menschen beschäftigt. Dabei ist dieser Wirtschaftsbereich, gemessen an den Beschäftigungszahlen, in den letzten Jahren am stärksten gewachsen. Das verarbeitende Gewerbe umfasst 39% der Betriebe im LK SHA, der Schwerpunkt bildet hier der Maschinenbau, um welchen sich viele Zulieferbetriebe entwickelt haben (vgl. LA-SHA, 2011, S.23). Überwiegend mittelständische Unternehmen mit rund 37.000 Arbeitern, welche in der Elektrotechnik, Eisen-, Blech- und Metallverarbeitung, als Kraftfahrzeug-Zulieferer, in der Holzverarbeitung, Ernährungsindustrie sowie in der Papier- und Druckindustrie tätig sind, kennzeichnen das verarbeitende Gewerbe. Die Region selbst ist eher ländlich geprägt, was sich insofern niederschlägt, dass die

Land- und Forstwirtschaft mit 20% der Betriebe einen noch durchaus bedeutenden Anteil an der Anzahl der Gesamtbetriebe hat. Die Zahl der Beschäftigten beläuft sich in der Land- und Forstwirtschaft allerdings nur auf rund 3.200 und ist seit einem Jahrzehnt stetig fallend. Typisch für den Kreis ist, wie beschrieben, ein großer Branchenmix in den verschiedenen Sektoren. Die Arbeitslosenquote liegt dabei mit 3,2% im deutschlandweiten Vergleich auf einem relativ niedrigen Niveau und ist seit Jahren die niedrigste in der Region (vgl. LA-SHA, WFGmbH, 2012, S. 29).

Die **Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen aller Betriebe des LK SHA** stieg vom Jahr 1999 bis 2009 um 38% an (in Anlehnung an LA-SHA, WFGmbH, 2012, S.40). Die Bruttowertschöpfung umfasst dabei die generierten Produktionswerte der Wirtschaftsbereiche, d.h. die Summe der Endprodukte an Waren und Dienstleistungen zu Herstellungspreisen abzüglich der Vorleistungen. Im Jahr 2009 belief sich der Wert im LK SHA insgesamt auf 5.403 Millionen Euro. Der Anteil des Dienstleistungsbereiches ist dabei mit rund 59% am größten (3.200 Millionen Euro), gefolgt vom verarbeitenden Gewerbe mit einem Anteil von 39% (2.119 Millionen Euro) sowie abschließend der Land- und Forstwirtschaft mit einem Anteil von rund 2% (84 Millionen Euro).

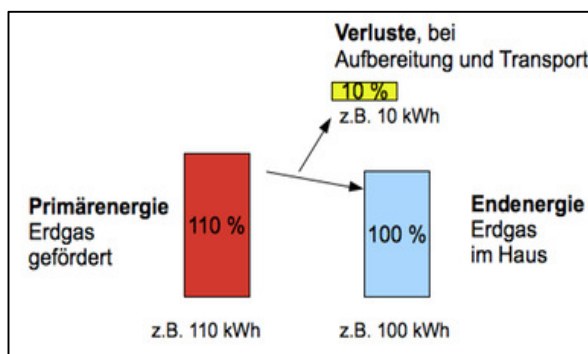
4. Primärenergieverbräuche und CO₂- Bilanz

Im Folgenden Kapitel werden zuerst allgemeine Begriffe zum Verständnis der Energie erläutert, die einzelnen Verbrauchergruppen im LK SHA charakterisiert sowie deren **Energieverbräuche im Vergleichsjahr 2010** analysiert. Nach der Analyse der Energieverbräuche werden die zugehörigen **CO₂-Emissionen** ermittelt.

Die folgenden Begriffe wurden in Anlehnung an Ausführungen der Bundeszentrale für politische Bildung erstellt (vgl. BPB, 2013, Kap.: Was ist Energie, S.2). **Energie** ist definiert als die Fähigkeit eines Mediums mechanische Arbeit zu verrichten, Wärme abzugeben oder Strahlung auszusenden. Die international gültige physikalische Einheit ist dabei Joule (1 Joule = 1 Wattsekunde) (vgl. DUDEN, 2004, S.84). Energie ist, allgemeiner ausgedrückt, die Fähigkeit Veränderungen zu bewirken. Somit ist Energie die Voraussetzung für den Ablauf von Prozessen. Dabei kann Energie gemäß dem Energieerhaltungssatz weder erzeugt noch vernichtet, sondern lediglich umgewandelt werden. Generell bleibt die Menge in einem abgeschlossenen System dabei gleich, jedoch verändert sich der nutzbare Anteil. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird dennoch von Erzeugung, Verbrauch oder Sparen von Energie gesprochen, da diese nur in bestimmten Formen nutzbar ist. Die **Primärenergie** bezeichnet eine Energieart, welche mit den natürlich vorkommenden Formen oder Quellen der Energie zur Verfügung steht. Dazu zählen sowohl endliche Energieträger (bspw. Rohöl, Rohbraunkohle, Uran oder Erdgas) als auch die erneuerbaren Energien (bspw. Wind, Wasser, Sonnenstrahlung, Erdwärme und Biomasse). Primärenergieträger sind oftmals nicht direkt, sondern erst nach weiteren Umwandlungs- sowie Transportschritten nutzbar. Diese umgewandelte Energieform wird als **Endenergie** bezeichnet. Endenergie ist bspw. der elektrische Strom, welcher zur Benutzung an der Steckdose bereitgestellt wird, das Heizöl im Kellertank oder der Kraftstoff für das Auto. Auch von der Endenergie kann wiederum nur ein gewisser Anteil für die Deckung des jeweiligen Bedarfs an Energie genutzt werden. Dieser Anteil wird als sogenannte Nutzenergie bezeichnet. Nutzenergie ist die Energieform, welche dem Verbraucher für dessen Bedürfnisse in den verschiedenen Anwendungsbereichen (bspw. in Form von Licht, mechanischer Energie, Wärme oder Kälte) zur Verfügung steht. Im Rahmen dieser Arbeit wird vordergründig nach der Primärenergie verglichen und untersucht. Die Einheit in welcher die Primärenergie in dieser Arbeit überwiegend angegeben wird ist Gigawattstunde (GWh). Eine GWh sind dabei eine Million ($1 \cdot 10^6$) Kilowattstunden (kWh).

Je nach Energieträger ist die bereits angedeutete Umwandlung von Primärenergie zu Endenergie mit unterschiedlichen Verlusten behaftet, wobei die auftretenden Umweltauswirkungen berücksichtigt werden. Das Verhältnis zwischen eingesetzter Primärenergie zu Endenergie wird als **Primärenergiefaktor** bezeichnet. Mit Hilfe des Primärenergiefaktors können die einzelnen Energieträger vergleichbar gemacht werden.

In der nachfolgenden Abbildung 3 ist der Zusammenhang zwischen Primärenergie und Endenergie am Beispiel von Erdgas dargestellt. In diesem Beispiel müssen 110 kWh Primärenergie gefördert werden um 100 kWh Endenergie bereitzustellen. Der Primärenergiefaktor von Erdgas ist demnach 1,1. Die verbleibenden 10% (hier: 10 kWh) der Primärenergie sind energetische Verluste bei der Aufbereitung sowie des Transports des Erdgases bis zum Endverbraucher. In Tabelle 3 sind Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger im Wärmebereich aufgeführt: Generell fällt der Primärenergiefaktor umso geringer aus, je größer der erneuerbare Anteil ist. Der Primärenergiefaktor der Nah- und Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) oder Heizwerken ist bspw. davon abhängig, wie groß der Anteil von erneuerbaren Energien (bspw. in Form von Biogas) zur Bereitstellung der Wärme ist. Deshalb werden hier auch Wertebereiche und keine absolute Zahl angegeben.



Energieträger	Primärenergiefaktor
Heizöl	1,1
Erdgas, Flüssiggas	1,1
Steinkohle, Braunkohle	1,1 bis 1,2
Holz	0,2
Nah- und Fernwärme aus KWK	0 bis 0,7
Nah- und Fernwärme aus Heizwerken	0,1 bis 1,3

Abbildung 3: Erdgas Primärenergiefaktor 1,1, (EFD, 2014)

Tabelle 3: Energieträger und Primärenergiefaktoren, (Ecotec, 2014)

Im Bereich Strom wurde der 2010 noch gültige Primärenergiefaktor von 2,6 im Rahmen der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2014 verändert. Seit 1. Mai 2014 gilt der Wert 2,0. Berücksichtigt wird dabei der in den vergangenen Jahren veränderte Strom-Mix durch den starken Ausbau der erneuerbaren Energien in der Bundesrepublik. Ab 2016 soll dieser noch weiter auf 1,8 gesenkt werden (vgl. SP, 2012). Dies hat zur Folge, dass Techniken, welche elektrischen Strom für deren Nutzen benötigen, bei den Verbraucherguppen einen

geringeren Primärenergieverbrauch aufweisen und somit im energetischen Vergleich besser gestellt werden als bisher.

Nach dieser kurzen Einführung in die verschiedenen Begriffe und Zusammenhänge der Energie werden im Folgenden die **Energieverbräuche in den einzelnen Verbrauchergruppen im Vergleichsjahr 2010** aufgezeigt. Die genannten Verbrauchergruppen sind dabei die privaten Haushalte, das Gewerbe, der Verkehr sowie die öffentliche Hand. Der Bereich Verkehr wird aufgrund der verschiedenen Herleitung des Verbrauchs separat betrachtet.

4.1 Private Haushalte, Gewerbe und öffentliche Hand

Private Haushalte: Als Haushalt gilt im Rahmen dieser Arbeit „jede zusammenwohnende und eine wirtschaftliche Einheit bildende Personengemeinschaft sowie Personen, die allein wohnen und wirtschaften (z.B. Einzeluntermieter). Zum Privathaushalt können Verwandte und familienfremde Personen gehören (z.B. Hauspersonal)“ (GABLER, 2014, Privathaushalt, o.S.).

Gewerbe: Grundsätzlich umfasst das Gewerbe jede „planmäßige, in Absicht auf Gewinnerzielung vorgenommene, auf Dauer angelegte selbstständige Tätigkeit“ (GABLER, 2014, Gewerbe, o.S.). In dieser Arbeit werden unter dieser Gruppe aufgrund der Wirtschaftsstruktur im LK SHA die folgenden Bereiche zusammengefasst: das verarbeitende Gewerbe, der Dienstleistungsbereich sowie die Land- und Forstwirtschaft.

Öffentliche Hand: „Bezeichnung für Körperschaften des öffentlichen Rechts, v.a. im Zusammenhang mit ihrer Tätigkeit als Unternehmer (öffentliche Unternehmen) oder im Hinblick auf ihr Vermögen (Fiskus). Die Bezeichnung wird üblicherweise eingesetzt, um die Beteiligung der Gebietskörperschaften (Gemeinde, Gemeindebund, Bund und Länder) oder ihrer Unternehmen (öffentliche Unternehmen) am Wirtschaftsleben zu kennzeichnen“ (GABLER, 2014, öffentliche Hand, o.S.). In dieser Verbrauchergruppe werden im Rahmen dieser Arbeit alle von den Gemeinden und Städten versorgten, betriebenen und unterhaltenen Gebäude sowie Anlagen zusammengefasst.

Als Ausgangsdaten für die Betrachtung der Energieverbräuche in den einzelnen Verbrauchergruppen sind von den Stadtwerken Crailsheim GmbH und des energieZENTRUMS jeweils nur die Endenergieverbräuche des Jahres 2010 in den Verbrauchergruppen gegeben

(vgl. REU, KRAUß, 2013, S.6). Um den Primärenergieverbrauch zu erhalten wurden verschiedene Annahmen getroffen. Wie bereits erwähnt ist für die Bestimmung des Primärenergieverbrauchs auf Basis des Endenergieverbrauchs der Primärenergiefaktor nötig. Im Folgenden ist in Tabelle 4 die Bestimmung der Primärenergiefaktoren für Wärme und Strom im LK SHA dargestellt:

Energieträger	Anteil Hauptheizsysteme in % (LK SHA)	Primärenergiefaktor Energieträger	Errechnete Faktoren
Heizöl	40%	1,1	0,44
Fernwärme	17%	0	0
Erdgas+LPG*	22%	1,1	0,242
Strom	8%	2	0,16
Kohle	1%	1,2	0,012
Holz (Pellets, Hackschnitzel)	12%	0,2	0,024
			0,88
*Liquefied Petroleum Gas (Autogas)			
		Primärenergiefaktoren LK SHA	
Wärme	errechnet	0,88	
Strom	vorgegeben EnEV2014	2	

Tabelle 4: Berechnung Primärenergiefaktoren Wärme und Strom LK SHA

Im Bereich Wärme ist die Verteilung der Hauptheizsysteme des Jahres 2010 im LK SHA bekannt. Es werden knapp 40% der Wärmeerzeuger auf Heizölbasis, gefolgt von Erdgas (22%) und Fernwärme (17%) eingesetzt. Überdurchschnittlich zu anderen Landkreisen ist der Einsatz von Holz, Holzpellets und Holzhackschnitzeln (12%). Erwähnenswert ist darüber hinaus der Anteil an elektrischen Heizsystemen mit ca. 8%, dem steht nur ein geringer Anteil bei der Verwendung von Kohle (1%) entgegen (vgl. REU, KRAUß, 2013, S.7). Aus diesen Daten wurde, mit Hilfe der einzelnen Primärenergiefaktoren der eingesetzten Energieträger, ein Durchschnitt gebildet und für die Betrachtung herangezogen. In Tabelle 3 (siehe S.8) wurden die einzelnen Faktoren bereits erwähnt, welche auch hier zur Berechnung herangezogen wurden. Die Stadtwerke Schwäbisch Hall GmbH geben, für mit Fernwärme versorgte Gebäude aus dem Wärmeverbund, einen Primärenergiefaktor von Null aus (vgl. Anhang S.3). In der Berechnung wurde dies für die Fernwärme des kompletten Landkreises berücksichtigt. Unter Berücksichtigung der Hauptheizsysteme liegt der errechnete Durchschnittswert für die Wärmebereitstellung im LK SHA bei einem Faktor von 0,88 (in grün hinterlegt). Wie bereits

erwähnt wurde für die elektrische Energie der nach EnEV 2014 gültige Faktor von 2,0 gewählt.

In der folgenden Tabelle 5 sowie in Abbildung 4 ist die Berechnung des Primärenergieverbrauchs, ausgehend vom Endenergieverbrauch und unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren im LK SHA, nach Verbrauchergruppen und Nutzungsarten, in GWh pro Jahr (GWh/Jahr) dargestellt:

Endenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen und Nutzungsarten in GWh/Jahr							
Jahr	private Haushalte		Gewerbe		öffentliche Hand		
	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	
2010	1039	381	1921	670	55	19	
Primärenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen und Nutzungsarten in GWh/Jahr							
Jahr	private Haushalte		Gewerbe		öffentliche Hand		Gesamt
	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	
2010	912	762	1687	1340	48	38	
	1674		3027		86		4787

Tabelle 5: Primärenergieverbrauch Haushalte, Gewerbe, öffentliche Hand

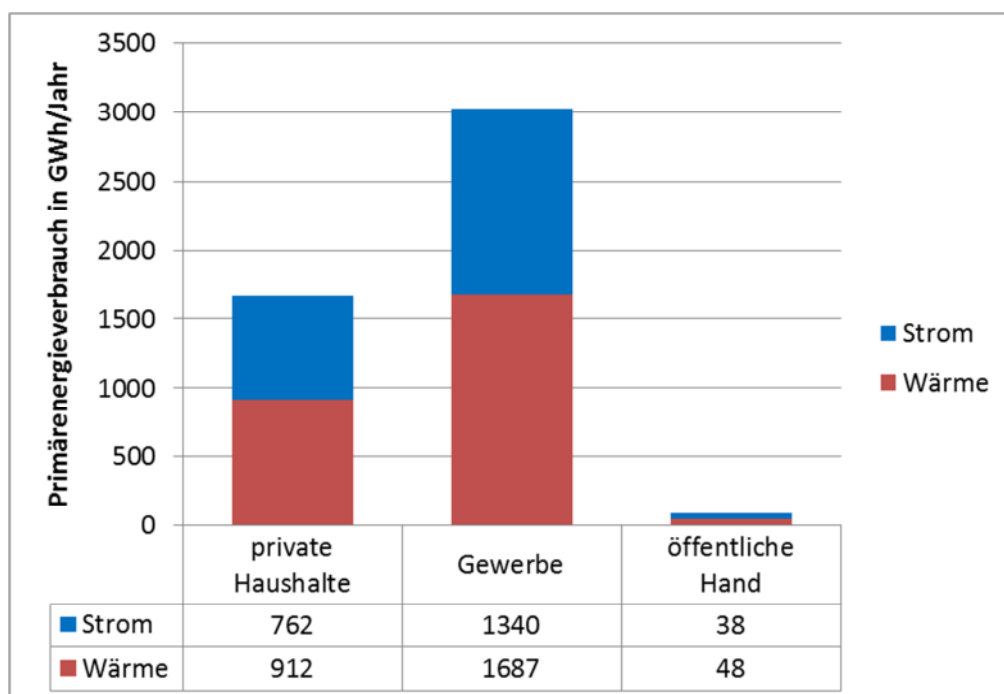


Abbildung 4: Primärenergieverbrauch Haushalte, Gewerbe, öffentliche Hand

In Summe wurden in den drei Verbrauchergruppen im Jahr 2010 insgesamt 4.787 GWh an Primärenergie verbraucht. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass der gewerbliche Sektor dabei den größten Anteil mit rund 3.027 GWh/Jahr ausmacht. Des Weiteren sind die privaten Haushalte mit 1.674 GWh/Jahr am Primärenergieverbrauch verantwortlich. Nur rund 86 GWh/Jahr werden durch die öffentliche Hand verursacht. In allen drei Verbrauchergruppen herrscht, wie in Abbildung 4 jeweils in rot und blau dargestellt, die Aufteilung von rund 55% Wärme zu 45% Strom am Primärenergieverbrauch.

4.2 Verkehr

Unter den Bereich **Verkehr** fallen Personenkraftwagen (PKW), Krafträder, leichte Nutzfahrzeuge (LNF) bis zu dreieinhalb Tonnen und schwere Nutzfahrzeuge (SNF) sowie Busse bis zu 38 Tonnen Gewicht. Grundlage für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs im Verkehr des LK SHA sind Angaben des stat. LA-BW zu den Jahresfahrleistungen im Jahr 2010 (vgl. stat. LA-BW, 2014, Jahresfahrleistungen, dargestellt in Abbildung 5). In dieser Untersuchung des stat. LA-BW wurden der Güterschienen- und Luftverkehr sowie die Binnenschifffahrt nicht betrachtet, da diese im LK SHA nur in sehr geringem Umfang vertreten sind.

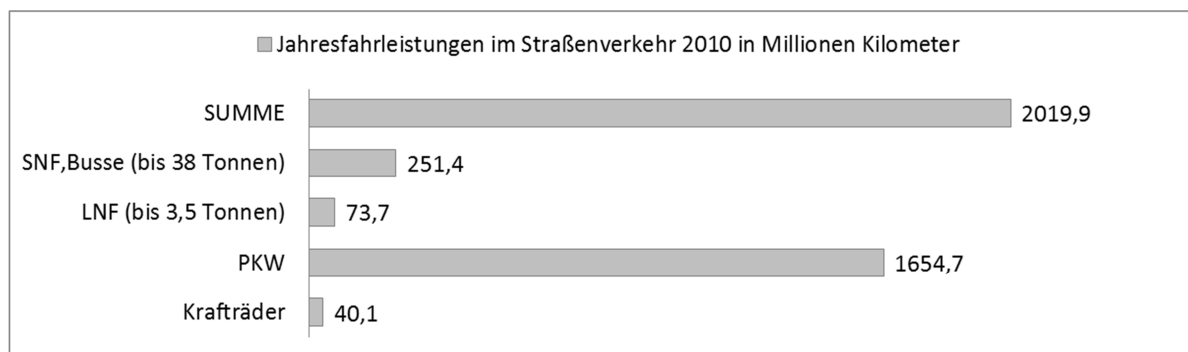


Abbildung 5: Jahresfahrleistungen LK SHA 2010, (stat.-LA-BW, 2014)

Im Betrachtungsjahr 2010 sind die Kraftfahrzeuge im LK SHA insgesamt rund zwei Milliarden Kilometer (km) gefahren. Die größte Anzahl (rund 82%) an den gefahrenen km machten dabei die PKW aus (1.654 Millionen km). SNF sowie Busse verzeichnen mit 12% (251 Millionen km) noch einen bedeutenden Anteil an den gefahrenen km, während LNF und Krafträder zusammen nur rund 6% (113 Millionen km) ausmachen.

In Tabelle 6 ist die Bestimmung des Primärenergieverbrauchs des Verkehrs im LK SHA auf Grundlage der Jahresfahrleistungen im Vergleichsjahr 2010 dargestellt:

Fahrzeug	Krafträder	PKW	LNF (bis 3,5 Tonnen)	SNF, Busse (bis 38 Tonnen)	SUMME
Jahresfahrleistung in Millionen km	40,1	1654,7	73,7	251,4	2019,9
durchsch. Liter Verbrauch auf 100km	5	7,5	15	25	
Liter Kraftstoff/Jahr	2.005.000	124.102.500	11.055.000	62.850.000	
Endenergieverbrauch GWh/Jahr*	19	1.206	107	611	1.944
Primärenergieverbrauch GWh/Jahr**	24	1.508	134	764	2.430

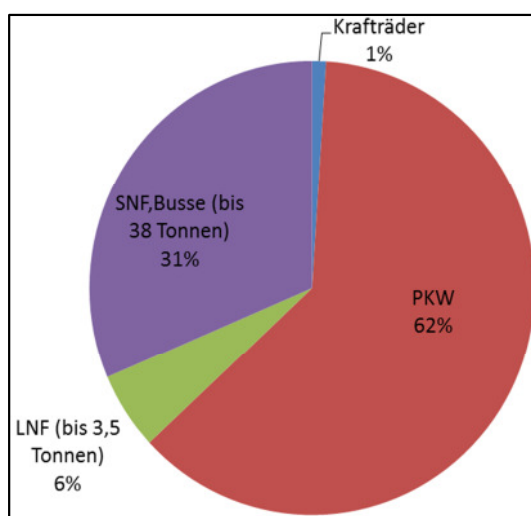
*35 MJ/ Liter als gewählter mittlerer Heizwert von Benzin und Diesel
damit sind $9,72 \times 10^6$ GWh Endenergie in einem Liter Diesel enthalten

**Primärenergiefaktor Diesel: 1,22
Primärenergiefaktor Benzin: 1,29
gewählt: 1,25

Tabelle 6: Bestimmung Primärenergieverbrauch Verkehr LK SHA

Grundlage für die **Bestimmung des Primärenergieverbrauchs des Verkehrs im LK SHA** waren die eben genannten Jahresfahrleistungen für die verschiedenen Fahrzeugtypen (erste und zweite Zeile der Tabelle). Für diese verschiedenen Fahrzeuge wurden durch die Verfasser dieser Arbeit im nächsten Schritt, mit Hilfe einer Studie des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung Berlin sowie des Instituts für Verkehrswesen am Karlsruher Institut für Technologie, durchschnittliche Kraftstoffverbräuche auf 100 km (vgl. DIW, KIT, 2012, S.7+9) angenommen (dritte Zeile). Aus diesen Angaben wurde für jede Fahrzeugart der jährliche Kraftstoffverbrauch in Litern errechnet (vierte Zeile).

Der jährliche Kraftstoffverbrauch in Liter wurde daraufhin mit Hilfe des Heizwertes der Kraftstoffe Benzin und Diesel (gewählt: 35 Megajoule/Liter (MJ/Liter), BDBE, 2014) laut dem Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft in den Endenergieverbrauch in GWh/Jahr umgerechnet (fünfte Zeile). Mit Hilfe der Primärenergiefaktoren von Diesel (1,22) und Benzin (1,29) (vgl. ESU, 2008) wurde ein mittlerer Faktor von 1,25 gewählt um den Primärenergieverbrauch für die verschiedenen Fahrzeugtypen zu bestimmen (sechste Zeile). Der Primärenergieverbrauch des Verkehrs im LK SHA beläuft sich im Vergleichsjahr 2010 unter den gegebenen Annahmen in Summe auf 2.430 GWh.



Wie in der folgenden Abbildung 6 dargestellt, machen die PKW 62% (1.508 GWh/Jahr) am Primärenergieverbrauch aus. Weiterhin erwähnenswert ist der Verbrauch an Primärenergie durch die SNF und Busse mit einem Anteil von 31% (764 GWh/Jahr). Die Anzahl der Fahrzeuge ist im Vergleich zu den PKW relativ gering, dennoch haben diese Fahrzeuge die Hälfte des Primärenergieverbrauches der PKW zu verzeichnen. Dies ist zum

Abbildung 6: Anteil Fahrzeuge am Primärenergieverbrauch Verkehr

einen durch den erheblich größeren durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch der großen und schweren Fahrzeuge, welcher im Schnitt etwa dreimal so groß ist wie bei herkömmlichen PKW (vgl. DIW, KIT, 2012, S.7+9) und zum anderen durch die längere durchschnittliche Fahrleistung über das Jahr zu erklären. Einen relativ kleinen Anteil, in Summe 7% am Primärenergieverbrauch, machen die LNF bis dreieinhalb Tonnen und die Krafträder aus (zusammen 158 GWh/Jahr). Zum einen ist deren Anzahl relativ gering und zum anderen werden vor allem Krafträder im Winter zu einem großen Teil nicht betrieben.

4.3 Zusammenfassung Primärenergieverbräuche LK SHA

	Primärenergieverbrauch in GWh/Jahr	Anteil am Primärenergieverbrauch in %
Private Haushalte	1674	23%
Gewerbe	3027	42%
Verkehr	2430	34%
öffentliche Hand	86	1%
Summe	7217	100%

Tabelle 7: Ergebnis Primärenergieverbräuche in den Verbraucherguppen 2010

In Tabelle 7 sowie in Abbildung 7 sind die in diesem Kapitel erarbeiteten **Primärenergieverbräuche der einzelnen Verbraucherguppen** noch einmal im Vergleich aufgeführt. Diese enthalten bei den privaten Haushalten, dem Gewerbe sowie der öffentlichen Hand in Summe sowohl den Verbrauch für Wärme als auch an Strom in Primärenergieeinheiten.

Der Verbrauch über alle vier Verbraucherguppen im LK beträgt dabei im Vergleichsjahr 7.217 GWh/Jahr. Das Gewerbe verbraucht mit einem Anteil von rund 42% (Primärenergieverbrauch: 3.027 GWh/Jahr) am meisten Energie. Der Verkehr mit rund 34% (2.430 GWh/Jahr) sowie die privaten Haushalte mit 23% (1.674 GWh/Jahr) machen weiterhin einen großen Teil des Primärenergieverbrauchs aus. Die öffentliche Hand hat mit rund 1% (86 GWh/Jahr) nur einen sehr geringen Anteil.

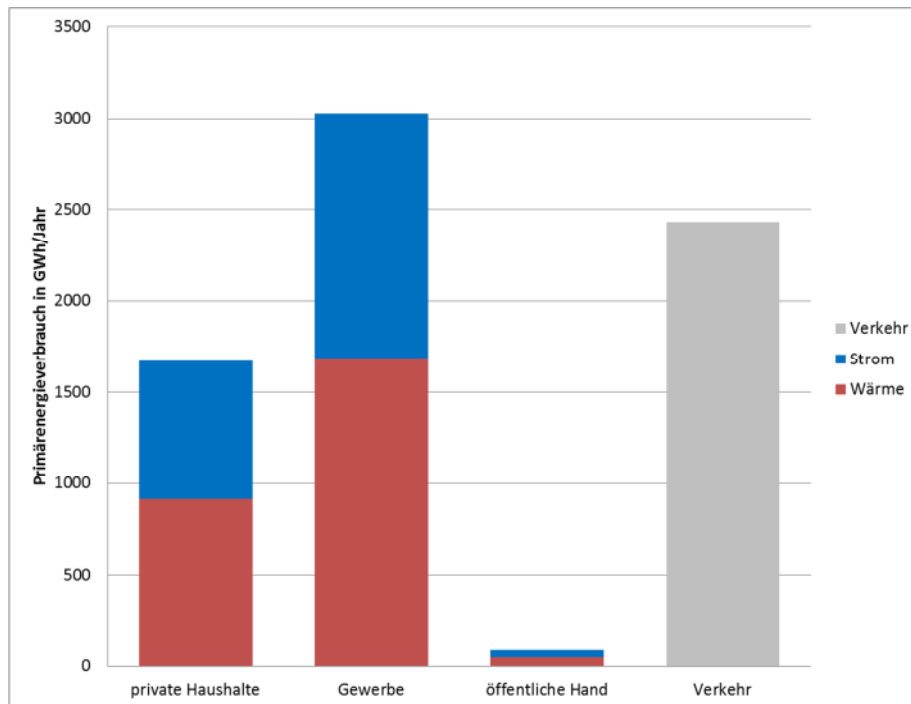


Abbildung 7: Ergebnis Primärenergieverbräuche in den Verbrauchergruppen 2010

4.4 CO₂-Bilanz

In der Einleitung dieser Arbeit wurde bereits das Ziel der Landesregierung erwähnt Treibhausgasemissionen einsparen zu wollen. Vordergründig geht es dabei um **CO₂**, was einen Wirkungsanteil von ca. 90% an den klimarelevanten Gasen ausmacht (vgl. BAKAN, RASCHKE, 2002). Auf eine nähere Betrachtung anderer Treibhausgase wurde im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

Emission bedeutet allgemein das Abgeben bestimmter Stoffe, wobei vor allem die Art und die Menge von Bedeutung sind (in Anlehnung an KALLAUSCH, 2013). Die Ziele der Bundesregierung beziehen sich demnach auf die Verringerung des abgegebenen CO₂. Treibhausgasemissionen entstehen vordergründig bei der Verbrennung fossiler Energieträger in den verschiedenen Verbrauchergruppen. Eine ausführlichere Einführung zum Thema CO₂ befindet sich im Anhang (vgl. Anhang S.4). Das stat. LA-BW (vgl. stat. LA-BW, 2013) gibt, wie in Tabelle 8 dargestellt, zu den Energieverbräuchen eine **quellenbezogene Emissionsbilanz der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2010** an. Die Darstellung bezieht sich dabei auf den Primärenergieverbrauch gemäß der Energiebilanz. Die quellenbezogene Darstellung bedeutet, dass die Emissionen am Ort der Entstehung, d.h. am Standort der Emissionsquel-

le, bspw. einer Anlage oder am Ort des Verkehrsgeschehens, nachgewiesen werden. Mit Hilfe der Energieverbrauchsmengen und den jeweiligen Emissionsfaktoren wurden die CO₂-Emissionen auf die verschiedenen Bereiche hochgerechnet. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die Aufteilung der verschiedenen Verbraucher durch das stat. LA-BW in Tabelle 8 verschieden definiert wurde als bereits in dieser Arbeit geschehen. Hier werden die private Haushalte, der Dienstleistungsbereich (hier mit GHD abgekürzt) und übrige Verbraucher in einer Gruppe zusammengefasst, die Industrie (entspricht dem verarbeitenden Gewerbe) sowie der Verkehr separat betrachtet:

	CO ₂ -Emissionen in 1000 Tonnen	Anteil CO ₂ Emissionen in %
Haushalte/GHD/übrige Verbraucher	298	29%
Industrie/Feuerungen	190	19%
Verkehr	531	52%
Summe	1019	100%

Tabelle 8: CO₂- Bilanz LK SHA, 2010, (stat. LA-BW, 2014 (2))

Die CO₂-Emissionen belaufen sich im LK SHA in Summe auf 1.019.000 Tonnen. Rund die Hälfte (52%) der **CO₂-Emissionen** werden **durch den Verkehr** verursacht (531.000 Tonnen). Die Ermittlung der Emissionen im Bereich Verkehr umfasst Krafträder, PKW, LNF, SNF und Busse. Zugrunde liegen hierbei die Fahrleistungen der unterschiedlichen Fahrzeuge auf Innerorts- sowie Außerortsstraßen. Die Werte zur Fahrleistung werden mit spezifischen Emissionsfaktoren verrechnet (vgl. stat. LA-BW, 2013 (2)).

Die Gruppe **private Haushalte, GHD sowie übrige Verbraucher** sind für knapp ein Drittel (29%) der Emissionen verantwortlich (298.000 Tonnen). Die Emissionen dieser Gruppe werden dabei von Heizanlagen in Haushalten und sonstigen Kleinverbrauchern im Kleingewerbe, in Dienstleistungsbetrieben, öffentliche Einrichtungen und landwirtschaftlichen Betrieben verursacht (vgl. stat. LA-BW, 2013 (2)).

Die **CO₂-Emissionen der industriellen Feuerungen** machen allein gut 19% (190.000 Tonnen) der Emissionen aus. Der Bereich gliedert sich einerseits in genehmigungspflichtige Feuerungsanlagen, welche eine größere Feuerungswärmeleistung als einem Megawatt haben. Grundlage für die Emissionsberechnung sind dabei die jährlichen Energieverbrauchsmengen aus Abrechnungen verbunden mit den Emissionserklärungen der Betriebe. Andererseits gliedert sich die Gruppe in nicht genehmigungspflichtige Feuerungsanlagen, unter einem Megawatt Wärmeleistung. Für die Berechnung werden hier, wie bei der Gruppe

Haushalte, GHD und übrige Verbraucher, die ermittelten Brennstoffmengen mit Emissionsfaktoren verbunden (vgl. stat. LA-BW, 2013 (2)).

5. Potenzialbetrachtungen Energieeffizienz

In diesem Kapitel werden die in den verschiedenen Verbrauchergruppen im LK SHA auffindbaren Potenziale im Rahmen der Energieeffizienz benannt und auf deren Wirkung auf den Energieverbrauch überprüft. Zu Beginn werden die Begriffe Energieeffizienz und -einsparung erläutert. Im Anschluss geht es um die demografische Entwicklung im LK sowie die bereits erwähnten Potenzialabschätzungen im Bereich private Haushalte, Gewerbe, Verkehr und öffentliche Hand. Das Potenzial bei den Emissionen von CO₂ wird nicht in jeder Verbrauchergruppe einzeln, sondern am Ende dieses Kapitels in Summe erarbeitet.

5.1 Begrifflichkeiten

Energieeffizienz bedeutet ein optimales Verhältnis von Nutzen zu eingesetzter Energie, wobei der Energieaufwand so gering wie möglich gehalten werden soll. Meist wird in Studien nicht die absolute Energieeffizienz, sondern die prozentuale Steigerung dieser oder deren Kehrwert, die prozentuale Energieeinsparung, angegeben (in Anlehnung an WI-KUE GmbH, 2008, S.1). Hierzu ein kleines Beispiel: Zwei Autos derselben Baureihe fahren dieselbe Strecke. Eines der Autos ist dabei durch eine Optimierungsmaßnahme am Motor effizienter als das andere und benötigt für die Strecke 12% (also $1 - 88/100$) weniger Treibstoff (= prozentuale Energieeinsparung, hier 12% der Kraftstoffmenge). Somit kann dieses sparsamere Auto, bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen, mit der gleichen Menge an Treibstoff 13,6% ($100/88 - 1$) mehr Strecke zurücklegen (= prozentuale Effizienzsteigerung von 13,6% aufgrund des optimierten Motors).

Die **Energieeinsparung** ist im Grunde die einfachste und kostengünstigste Möglichkeit Energie einzusparen. Dabei geht es grundsätzlich um die Frage, ob jede Form des Energieverbrauchs tatsächlich notwendig ist. Es gibt viele Möglichkeiten unnötigen Einsatz von Energie zu vermeiden ohne Investitionen tätigen zu müssen. Ein intelligenter und bewusster Umgang mit Energie führt meist schon zu einem erheblichen Verbrauchsrückgang (vgl. BPB, 2013, S.12). Eine Steigerung der Energieeffizienz hat immer eine Energieeinsparung zur Folge.

Im Folgenden wird in dieser Arbeit vordergründig die prozentuale Energieeinsparung anstatt der prozentualen Effizienzsteigerung bei den verschiedenen Verbrauchergruppen im LK SHA angegeben.

5.2 demografische Entwicklung im Landkreis Schwäbisch Hall

Unter der demografischen Entwicklung versteht man die Veränderung der Bevölkerungszahl sowie -struktur innerhalb eines Betrachtungszeitraumes. Der Energieverbrauch wird dabei maßgeblich durch die Anzahl der Menschen, die im LK SHA leben und arbeiten sowie deren Nutzerverhalten beeinflusst. Die Gesellschaft insgesamt wird aufgrund sinkender Geburtenraten sowie des medizinischen Fortschritts immer älter.

Die nachfolgende Tabelle 9 zeigt die Bevölkerungsentwicklung des LK SHA bis zum Jahr 2030. Die Daten wurden dabei im Rahmen eines Strukturdatenberichts vom Landratsamt SHA und der Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH des LK SHA herausgegeben (vgl. LA-SHA, WFG mbH, 2012, S.22):

Jahr	2010	2020	2030
Anzahl Gesamtbevölkerung	188.500	186.457	184.400

Tabelle 9: Entwicklung Gesamtbevölkerung LK SHA bis 2030

In Zukunft wird im Kreis SHA mit einer sinkenden Zahl der Bevölkerung gerechnet. Gegenüber dem Vergleichsjahr 2010 wird sich die Anzahl der im LK SHA lebenden Personen bis 2030 von 188.500 um ca. 4.100 (2,2%) auf 184.400 verringern. In der Region Heilbronn-Franken und im Land BW rechnet man mit einem noch stärkeren Rückgang um bis zu 3,5%. Der demografische Wandel wird somit auch den LK SHA beeinflussen. Es wird in Zukunft einen Anstieg der Bevölkerungsgruppe der über 60-jährigen geben. Auf der anderen Seite prognostiziert man einen Rückgang der Altersgruppen der unter 20- sowie der 20- bis 60-jährigen (vgl. Anhang S.5). Dies hat unter anderem auch Auswirkungen auf den in Zukunft zu erwartenden Energiebedarf, welcher voraussichtlich über Jahre stagnieren wird.

5.3 Potenzialbetrachtung private Haushalte

Grundsätzlich sind die privaten Haushalte im LK SHA, wie in Kapitel 4 (S.14) aufgeführt, für rund ein Viertel des kompletten Primärenergieverbrauchs verantwortlich.

Grundlage für die Betrachtung der Potenziale bei den privaten Haushalten im LK SHA stellt eine Studie des Bundesverbandes für Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW, 2010) zum Energieverbrauch in Haushalten dar. Darin wurde der Anteil am Endenergieverbrauch der verschiedenen Anwendungen im Haushalt ermittelt (BDEW, 2010, S.9), siehe erste und zweite Spalte in der folgenden Tabelle 10:

Anwendungen	Anteil Anwendungen am Endenergieverbrauch	Endenergie in GWh/Jahr	Primärenergie faktoren	Primärenergie in GWh/Jahr	Anteil am Primärenergieverbrauch
Heizung	73%	1037	0,88	912	54%
Summe Wärme	73%	1037		912	54%
Warmwasser	12%	170	2	341	20%
Prozesswärme	5%	71	2	142	8%
Mechanische Energie	6%	85	2	170	10%
Information und Kommunikation	2%	28	2	57	3%
Beleuchtung	2%	28	2	57	3%
Summe Strom	27%	383		767	46%
insgesamt	100%	1420		1679	100%

Tabelle 10: Bestimmung Anteil der Anwendungen am Primärenergieverbrauch

Mit Hilfe des Anteils am Endenergieverbrauch, des gegebenen Endenergieverbrauchs der Haushalte im LK SHA (vgl. Kap 4, S.11 und dritte Spalte in der Tabelle) sowie den bereits bestimmten Primärenergiefaktoren für Wärme und Strom (vierte Spalte in der Tabelle) wurde auf die **Verteilung der Anwendungen auf den Primärenergieverbrauch der privaten Haushalte im LK SHA** geschlossen (letzte beide Spalten in der Tabelle).

Der Anwendungsbereich Heizung enthält dabei neben der Bereitstellung von Raumwärme auch die zentrale Warmwasserbereitung über die Heizung. Die Bereitstellung von Warmwasser zum Beispiel zum Duschen erfolgt zum Teil auch elektrisch. Dieser Anteil wurde im Anwendungsbereich Warmwasser berücksichtigt. Darüber hinaus enthält dieser Anwendungsbereich den anfallenden Stromverbrauch für die Bereitstellung von warmem Wasser bei Waschmaschinen und Geschirrspülern (vgl. BDEW 2010, S.9). Der Antrieb für Waschmaschinen und Spülmaschinen wird der mechanischen Energie zugerechnet. Die mechanische Energie umfasst laut BDEW die in Haushalten eingesetzten Elektromotoren für Antriebe und Pumpen sowie Kompressoren bei Kühl- und Kälteanwendungen. Die Prozesswärme enthält bspw. den Verbrauch für das Kochen, Backen und Trocknen. Der Bereich Information und Kommunikation umfasst bspw. Computer, Telefone sowie die Unterhaltungselektronik. Die Beleuchtung fasst als letzter Anwendungsbereich alle Leuchtmittel im Haushalt zusammen.

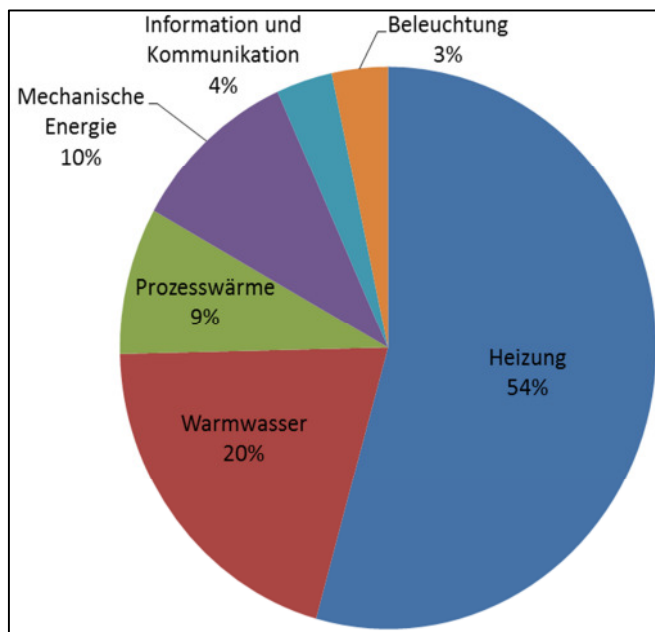


Abbildung 8: Primärenergieverbrauch nach Anwendungen, private Haushalte

In nebenstehender Abbildung 8 ist die erarbeitete Aufteilung nach Anwendungen auf den Primärenergieverbrauch noch einmal dargestellt: In den Haushalten wird rund 54% der Primärenergie für die Bereitstellung von Raumwärme sowie Warmwasser zentral über die Heizung verbraucht. Die elektrische Bereitstellung von Warmwasser (inklusive Spül- und Waschmaschinen) macht einen Verbrauch von 20%, die Prozesswärme einen Verbrauch von 9% am Primärenergieverbrauch aus. Antriebe in den Geräten für die Bereitstellung von mechanischer Energie bei Elektromotoren und Kompressoren haben einen Anteil von 10%. Kleinere Anteile am Primärenergieverbrauch machen Geräte der Information und Kommunikation (4%) sowie die Beleuchtung (3%) aus. In Summe verursachen Stromanwendungen rund 46% am Primärenergieverbrauch in den privaten Haushalten des LK SHA.

Im Folgenden werden Effizienzpotenziale sowohl im Wärme- als auch im Strombereich der privaten Haushalte ermittelt und Maßnahmen zur Verbrauchsminderung generiert.

Im Folgenden werden Effizienzpotenziale sowohl im Wärme- als auch im Strombereich der privaten Haushalte ermittelt und Maßnahmen zur Verbrauchsminderung generiert.

5.3.1 Wärmebereich private Haushalte

Bei der Bereitstellung von Raumwärme über die Heizung sind mengenmäßig die größten Potenziale für Einsparungen bei den privaten Haushalten vorhanden. **Effizienzsteigerungen im Bereich der Raumwärme** sind vordergründig durch die **energetische Sanierung von Bestandsgebäuden** zu erreichen und betrachten im Grunde das Einsparpotenzial an Wärmeenergie in privaten Haushalten. Dabei geht es um die „Minimierung des Wärmebedarfs und dessen effiziente Deckung“ (JOCHUM, PEHNT, 2010): Der Bedarf an Heizwärme gibt an, wie viel Energie benötigt wird, um Wärmeverluste (Transmissions- und Lüftungsverluste) bei einem Haushalt auszugleichen und den Bedarf einer behaglichen Zimmertemperatur zu decken.

Unter den angesprochenen Transmissionsverlusten versteht man die Abgabe von Wärme durch die Wände, das Dach, den Boden, die geschlossenen Fenster sowie Türen. Diese können nach OEBEKKE (2010) in Summe bis zu 60% der Verluste bei einem Gebäude ausmachen. Die Lüftungsverluste ergeben sich durch geöffnete Fenster und Türen beim alltäglichen sowie notwendigen Lüften des Haushalts und sind für rund 10% der Verluste verantwortlich. Diese angesprochenen Transmissions- und Lüftungsverluste werden im Winter größtenteils durch die Wärmezufuhr mit einer Heizung ausgeglichen, um eine angenehme Temperatur im Gebäude zu gewährleisten. Die Heiztechnik selbst ist dabei für bis zu 30% der Wärmeverluste, bspw. durch Abgas- Strahlungs- und Rohrleitungsverluste, verantwortlich. Kleinere Wärmegewinne können die Körperwärme von Personen, die Abwärme von elektrischen Geräten sowie die solaren Gewinne durch die Sonneneinstrahlung sein.

Baujahr	Heizwärmebedarf in kWh/m ² a
vor 1978	250
1978 bis 1984	170
1984 bis 1994	110
1995 bis 2002	100
2002 bis heute	30-90

Tabelle 11: Heizwärmebedarf nach Baujahren

Seit der gesetzlichen Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung (WSVO) zum Ende des Jahres 1977, hat sich der Heizwärmebedarf von Gebäuden bis heute deutlich verringert. Im Rahmen der WSVO, später in Energieeinsparverordnung (EnEV) umbenannt, wurden Grenzwerte für Transmissionsverluste bei Bauteilen eingeführt. Durch diese Grenzwerte und die Entwicklung neuer Dämmtechniken ist es gelungen, den Heizwärmebedarf für Wohngebäude, wie in Tabelle 11 dargestellt,

auf weit unter 100 Kilowattstunden je Quadratmeter und Jahr (kWh/m²a) zu reduzieren (in Anlehnung an BMVBS, 2009, S.16). Allerdings gilt dieser niedrige Wert nur für Neubauten. Wie in dieser Tabelle dargestellt, haben Bestandsbauten einen erheblich größeren Bedarf an Heizwärme, je nachdem wann diese errichtet wurden. Gebäude, welche vor der ersten WSVO am Ende des Jahres 1977 erbaut wurden, gelten heute als energetische Altbauten und sind für einen Großteil des Wärmeverbrauchs verantwortlich.

Im Folgenden wird mit Hilfe der Altersstruktur der Gebäude im LK SHA, über den bereits angesprochenen Heizwärmebedarf sowie mit Hilfe des sogenannten Nutzungsgrads der Wärmeerzeuger auf den durchschnittlichen Primärenergieverbrauch in kWh/m²a der Gebäude vor und nach 1978 geschlossen:

	Anzahl Wohngebäude	Anteil in %
vor 1978	30613	63%
nach 1978	17980	37%
insgesamt	48593	100%

In nebenstehender Tabelle 12 ist ein Ausschnitt der Altersstruktur der Wohn-

Tabelle 12: Gebäudealtersstruktur LK SHA

gebäude im LK SHA dargestellt. Dabei sind rund 30.600 Wohngebäude vor der ersten WSVO erbaut worden, was gut 63% der insgesamt rund 48.600 Wohngebäude entspricht. Nach der ersten WSVO sind bis 2010 noch rund 17.900 Gebäude erbaut worden (37%) (in Anlehnung an REU, KRAUß, 2013, S.7).

Somit weisen im LK SHA 63% der Gebäude einen Heizwärmebedarf von durchschnittlich 250 kWh/m²a auf. Da ein Großteil von gut 40% der im Landkreis eingesetzten Heizsysteme auf Heizöl basieren (vgl. REU, KRAUß, 2013, S.7), wurde für die Berechnung des Primärenergieverbrauchs eines Haushalts in kWh/m²a als weiterer Bezugswert ein alter Öl-Kessel mit einem Jahresnutzungsgrad von 0,8 gewählt. Um verschiedene Wärmeerzeuger hinsichtlich ihrer Energieausnutzung über das Jahr vergleichen zu können, wurde der sogenannte jährliche Nutzungsgrad eingeführt. Als ein Maß für die Energieausnutzung eines Heizkessels gibt dieser an, bis zu welchem Anteil die eingesetzte Endenergie eines Energieträgers über das komplette Jahr in nutzbare Heizwärme umgesetzt wird (in Anlehnung an HD, 2012). Der Nutzungsgrad wird dabei maßgeblich durch die Höhe der im Betrieb entstehenden Abgas- sowie Oberflächenverluste der Heiztechnik beeinflusst. Ein Nutzungsgrad von 0,8 entspricht einem Heizkessel, welcher ab 1975 eingebaut wurde. Bei der Betrachtung ist der Verfasser dieser Arbeit davon ausgegangen, dass in Altbauten bereits einmal der Wärmeerzeuger nach 20 bis 25 Jahren aus Gründen des Verschleißes ausgetauscht wurde (vgl. IKZ-HAUSTECHNIK, 2004). Mit Hilfe des Heizwärmebedarfs sowie des Nutzungsgrades des Wärmeerzeugers wurde zuerst auf den Endenergieverbrauch und anschließend auf den Primärenergieverbrauch für die Raumwärmeerzeugung eines Altbaus in kWh/m²a geschlossen, die Vorgehensweise ist im Folgenden kurz zusammengefasst:

- Heizwärmebedarf Altbau: 250 kWh/m²a
- Öl Kessel Bestand: Nutzungsgrad 0,8
- -> Endenergieverbrauch: $(250 / 0,8 = 313 \text{ kWh/m}^2\text{a})$

Mit Hilfe des Primärenergiefaktors von Heizöl (1,1) wurde auf den Primärenergieverbrauch in kWh/m²a eines Gebäudes, welches vor 1978 erbaut wurde, geschlossen:

- Endenergieverbrauch: 313 kWh/m²a
- Primärenergieverbrauch: $313 \text{ kWh/m}^2\text{a} * 1,1 = 344 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Diese Berechnung ist in der nachfolgenden Tabelle 13 grau hinterlegt:

Baujahr	Anzahl Gebäude	Anteil an den Gebäuden insgesamt	durchschnittlicher Heizwärmebedarf in kWh/m ² a	Nutzungsgrad Heizkessel nach Baujahren
vor 1978	30613	63%	250	0,8
bis 1984	3402	7%	170	0,85
bs 1994	5831	12%	110	0,9
bis 2002	6317	13%	100	0,95
bis 2010	2430	5%	50	0,99
Summe	48593	100%		

Heizwärmebedarf Gebäude vor 1978 in kWh/m ² a	Nutzungsgrad Heizkessel vor 1978	Primärenergieverbrauch Gebäude vor 1978 in kWh/m ² a	durchschnittlicher Heizwärmebedarf Gebäude nach 1978 in kWh/m ² a	durchschnittliche Nutzungsgrade Heizkessel nach 1978	Primärenergieverbrauch Gebäude nach 1978 in kWh/m ² a
250	0,8	344	110	0,92	131

Tabelle 13: Heizwärmebedarf und Heizungsnutzungsgrad vor und nach 1978

Für die Gebäude nach 1978 wurde ähnlich vorgegangen: In weiß ist im oberen Teil zu einem die Anzahl bis 2010, deren Anteil an den Gebäuden insgesamt, deren Heizwärmebedarf sowie deren angenommener Nutzungsgrad der installierten Heiztechnik dargestellt. Der Nutzungsgrad der Heiztechniken hat sich dabei stetig verbessert. Heutzutage können bereits Nutzungsgrade von 0,99 erreicht werden.

Aus diesen Angaben wurde im unteren Teil ein Durchschnitt für den Heizwärmebedarf (110 kWh/m²a) sowie den Nutzungsgrad (0,92) der Gebäude nach 1978 ermittelt. Mit Hilfe dieser Angaben wurde wiederum unter Berücksichtigung des Primärenergiefaktors der durchschnittliche Primärenergieverbrauch der Gebäude nach 1978 in kWh/m²a errechnet:

- durchschnittlicher Heizwärmebedarf Gebäude nach 1978: 110 kWh/m²a
- durchschnittlicher Nutzungsgrad der Heiztechniken nach 1978: 0,92
- Primärenergiefaktor 1,1
- -> Primärenergieverbrauch: $110 / 0,92 * 1,1 = 131 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

(Bemerkung: Es wurde durch den Verfasser dieser Arbeit zur Vereinfachung angenommen, dass die Energieträger der Heizsysteme vor und nach 1978 gleich sind und somit auch der Primärenergiefaktor gleich bleibt.)

Unter den gegebenen Annahmen ist der Primärenergieverbrauch von Gebäuden im Jahr 2010, welche vor 1978 erbaut wurden, rund 2,6-mal (= 313 / 131 kWh/m²a) höher als der von Gebäuden nach 1978.

Mit Hilfe dieser Erkenntnisse und dem Anteil an den Gebäuden vor 1978 wurde, wie in der nachfolgenden Tabelle 14 dargestellt, der Anteil dieser Gebäude am gesamten Energieverbrauch des Jahres 2010 bestimmt:

	Anteil an den Gebäuden	Primärenergieverbrauch in kWh/m ² a	Primärenergieverbrauch mit Gewichtung in kWh/m ² a	
vor 1978	63%	344	217	
nach 1978	37%	131	48	
			265	Summe
			77%	Anteil am Primärenergieverbrauch der Gebäude vor 1978

Tabelle 14: Bestimmung Anteil am Energieverbrauch der Gebäude vor 1978

Mit Hilfe der ermittelten durchschnittlichen Primärenergieverbräuche vor und nach 1978 sowie der Altersstruktur der Gebäude im LK als Gewichtung, wurde auf den Anteil am Energieverbrauch der Gebäude vor 1978 geschlossen. Gebäude, welche vor 1978 erbaut wurden, weisen einen Anteil von 77% am Energieverbrauch für Wärme bei den privaten Haushalten auf. Aufgrund des eben ermittelten hohen Anteils am Energieverbrauch muss sich die Potenzialuntersuchung im Wärmebereich der privaten Haushalte zunächst vordergründig auf Gebäude, welche vor 1978 erbaut wurden, begrenzen.

Das Ziel muss dabei sein, die Bestandsbauten vor 1978 auf den neuesten Stand der Technik im Rahmen von energetischen Sanierungen zu bringen. Generell gibt es drei Möglichkeiten den Energieverbrauch mit Hilfe einer energetischen Sanierung zu reduzieren:

- **Sanierung der Gebäudehülle**
- **Austausch der Heiztechnik**
- **Sanierung der Gebäudehülle und Austausch der Heiztechnik in Kombination**

Im Folgenden werden in Abbildung 9 die Einsparpotenziale für die drei unterschiedlichen Möglichkeiten im Vergleich zu einem Altbau mit einem Primärenergieverbrauch von 344 kWh/m²a dargestellt. Als Annahme für die folgenden Maßnahmen bleibt die Gebäudenutzfläche vor und nach der Sanierung gleich. Somit ist vereinfacht auf den Energieverbrauch vor und nach den Effizienzmaßnahmen zu schließen:

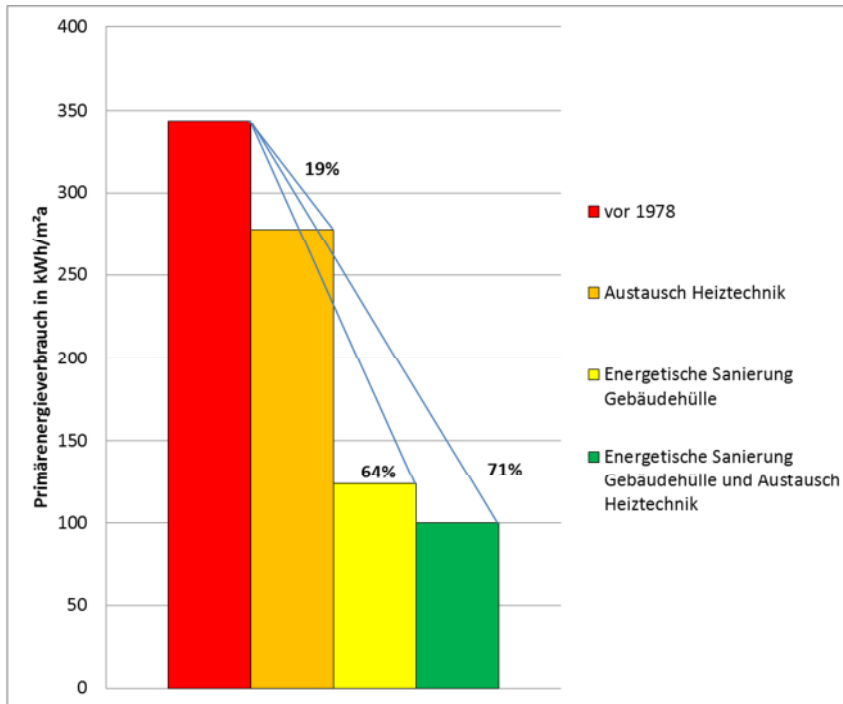


Abbildung 9: Potenziale energetische Sanierung Altbau

Die Vorgehensweise für jede einzelne Möglichkeit wird im Folgenden näher erläutert:

Energetische Sanierung der Gebäudehülle

Gebäude	Heizwärmebedarf (kWh/m² a)	Endenergieverbrauch mit Standard Ölkessel (kWh/m²a)	Primärenergieverbrauch (kWh/m²a)	Einsparung zur Annahme
vor 1978	250	313	344	
Annahme	90	113	124	64%

Nutzungsgrad Standard Ölkessel	0,8
--------------------------------	-----

Tabelle 15: Potenzial energetische Sanierung der Gebäudehülle

Die **energetische Sanierung der Gebäudehülle** (Tabelle 15) kann grundsätzlich für einzelne Bestandteile eines Hauses oder für die komplette Hülle durchgeführt werden. Dabei gehören zur Gebäudehülle, wie bereits erwähnt, bspw. das Dach, die Außenwände, die Kellerdecke sowie die Fenster. Ausgehend von einem durchschnittlichen Heizwärmebedarf bei Altbauten von 250 kWh/m²a wird die Annahme getroffen, dass durch energetische Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle der Heizwärmebedarf eines vor 1978 erbauten Gebäudes auf 90 kWh/m²a reduziert werden kann. Unter anderem hat eine Studie des Bun-

desministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ergeben, dass dies bei energetischen Sanierungen durchaus realisierbar ist (vgl. BMVBS, 2009, S.17). Allerdings bedingt dies die Dämmung der kompletten Gebäudehülle sowie den Austausch hin zu dreifachverglasten Fenstern. Die Heiztechnik wird bei dieser Möglichkeit nicht ausgetauscht. Somit bleibt der Nutzungsgrad von 0,8 erhalten. Umgerechnet auf den Primärenergieverbrauch für Raumwärme bedeutet dies, dass sich jener von 344 kWh/m²a auf 124 kWh/m²a reduziert. Durch die fachgerechte, energetische Modernisierung der kompletten Gebäudehülle ist es möglich rund 64% am Primärenergieverbrauch einzusparen, da die bereits angesprochenen Transmissionswärmeverluste am Gebäude um ein vielfaches reduziert werden können. Die Verluste der Heizanlage bleiben aber nach wie vor gleich, da diese nicht ausgetauscht wird.

(Anmerkung: Durch die energetische Modernisierung der kompletten Gebäudehülle kann es notwendig sein, im sanierten Gebäude eine Raumluftheizungsanlage (RLT-Anlage) zu installieren um den notwendigen Luftaustausch innerhalb des Haushaltes noch gewährleisten zu können!)

Austausch Heiztechnik

Gebäude	Heizwärmebedarf (kWh/m ² a)	Endenergieverbrauch mit Öl-Brennwertkessel (kWh/m ² a)	Primärenergieverbrauch (kWh/m ² a)	Einsparung zur Annahme
vor 1978	250	253	278	19%

Nutzungsgrad Öl-Brennwertkessel	0,99
---------------------------------	------

Tabelle 16: Potenzial Austausch Heiztechnik

Durch den alleinigen **Austausch der Heiztechnik** (Tabelle 16) kann rund 19% am Energieverbrauch eingespart werden. Der alte Öl-Kessel, mit einem Nutzungsgrad von 0,8, wird durch ein neues Öl-Brennwertgerät, mit einem Nutzungsgrad von 0,99, ersetzt. Durch einen verbesserten Nutzungsgrad der neuinstallierten Heizanlage wird für die Bereitstellung der Raumwärme grundsätzlich weniger Brennstoff benötigt, da die Heizanlage nahezu 100% der im Brennstoff enthaltenen Energie in Raumwärme umsetzen kann. Im Gegensatz zu Standard- und Niedertemperaturheizsystemen nutzen Geräte mit Brennwerttechnik auch die Kondensationswärme des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes (in Anlehnung an BDH, 2013, S.50). Die Heiztechnik selbst verursacht daher weniger Abgas- und Strahlungsverluste. Allerdings bleiben beim alleinigen Austausch der Heiztechnik die Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle unverändert hoch.

Im Rahmen der neuen EnEV müssen Heizkessel, welche vor 1978 eingebaut wurden, ab dem 01. Mai 2014 ausgetauscht werden. Ab nächstem Jahr müssen alle Heiztechniken, welche vor 1984 eingebaut wurden, ausgetauscht werden. Dies gilt allerdings nicht für Nieder-temperatur- und Brennwerttechniken. Weitere Rahmenbedingungen beim Austausch der Heiztechnik gibt das baden-württembergische Erneuerbare Energien Wärme Gesetz vor: Beim Austausch einer Heizanlage müssen in Zukunft 10% der Wärme durch erneuerbare Energien bspw. Sonnenenergie, Holz oder Erdwärme erzeugt werden. Der Verbraucher hat die Wahl, ob er weiterhin konventionelle Brennstoffe, wie Heizöl oder Erdgas, bei der Heizung verwendet oder nicht. Werden weiterhin konventionelle Brennstoffe eingesetzt, kann die Heizung bspw. mit einer Solaranlage zur Warmwasserbereitung ergänzt werden (vgl. ZA, 2014), um die geforderten 10% zu erreichen.

Kombination energetische Sanierung Gebäudehülle und Austausch der Heiztechnik

Gebäude	Heizwärmebedarf (kWh/m ² a)	Endenergieverbrauch mit Öl-Brennwertkessel und Dämmung (kWh/m ² a)	Primärenergieverbrauch (kWh/m ² a)	Einsparung zur Annahme
Annahme	90	91	100	71%

Nutzungsgrad Öl-Brennwertkessel	0,99
---------------------------------	------

Tabelle 17: Potenzial kombiniert

Die dritte Möglichkeit ist **eine Kombination** der beiden vorangegangenen Varianten mit der **energetischen Sanierung der Gebäudehülle und dem Austausch der Heiztechnik** (siehe Tabelle 17). Dies hat eine Primärenergieeinsparung von rund 71% im Vergleich zum Altbau zur Folge. Dabei kann der Primärenergieverbrauch von den ursprünglichen 344 kWh/m²a auf 100 kWh/m²a reduziert werden. Der Dämmung der Gebäudehülle sollte die Anpassung der Heiztechnik folgen und nicht umgekehrt, um eine Überdimensionierung der Heizanlage zu vermeiden.

Die zu kombinierenden Effizienzmaßnahmen für eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung werden hier kurz im Überblick dargestellt:

- Dämmung der Gebäudehülle
 - Dach
 - Außenwand
 - Kellerdecke
 - Austausch Fenster und Türen

- Austausch der Heiztechnik
 - Modernisierung der Heizanlage über verbesserten Nutzungsgrad
 - Optimierung der Regelung und Steuerung
 - Dämmung Verteilleitungen
 - moderne Wärmeübergabestationen auf bedarfsgerechtem Temperaturniveau
 - hydraulischer Abgleich

Die größten Effizienzsteigerungen lassen sich realisieren, indem alle beteiligten Komponenten aufeinander abgestimmt werden (vgl. DENA, 2011, S.2). Die Komponenten sind dabei neben der Minimierung des Heizwärmebedarfs, die Wärmeerzeugung über die Heiztechnik, die Wärmeübertragung über die Verteilleitungen sowie die Wärmeübergabe bspw. über die Heizkörper: Je nach Ist-Zustand sind allein durch die Optimierung der Regelung und Steuerung des Wärmeerzeugers Verbrauchsreduzierungen um bis zu 20% realistisch. Ein wesentliches Element ist dabei die Anpassung des Tagbetriebs sowie der Nachtabenkung an den eigentlichen Bedarf. Der Heizungsinstallateur, Schornsteinfeger oder ein fachkundiger und zertifizierter Energieberater kann dabei die Regelung einstellen. Generell sollte bei der Benutzung des Hauses im Winter auf die richtige Raumtemperatur geachtet werden. In Aufenthaltsräumen ist eine Temperatur von 20-22 Grad Celsius (°C) optimal, in Räumen mit leichter körperlicher Tätigkeit, wie etwa der Küche, sollte eine niedrigere Temperatur (bspw. 18°C) eingestellt sein. In sporadisch genutzten Räumen können auch schon 15°C ausreichen. Die Raumtemperatur wird mit Hilfe der Thermostatventile am Heizkörper reguliert, bspw. durch das Einstellen der Stufe 3 wird ein Raum auf 20°C aufgeheizt und auch gehalten. Jenes Ventil sollte dabei frei durch die Raumluft angeströmt werden können (in Anlehnung an S-SHA, Tipp:10). Jedes Grad Celsius weniger spart ca. 6% an Heizenergie. Deshalb ist neben der richtigen Temperaturwahl auch auf eine entsprechende Bekleidung zu achten, welche vor allem im Winter angemessen sein sollte.

Die Verteilleitungen vom Wärmeerzeuger hin zu den einzelnen Heizkörpern müssen dabei auch gedämmt sein. Zusätzlich sollte die Übergabe der Wärme in die Räume auf einem bedarfsgerechten Temperaturniveau mit der entsprechenden Technik (Flachheizkörper, Flächenheizungen) geschehen. Durch einen hydraulischen Abgleich des Heizsystems lässt sich eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Gebäude erzielen. Das Heizungswasser im System nimmt den Weg des geringsten Widerstandes, folglich werden Heizflächen in entfernten Räumen mitunter nur unzureichend warm. Abhilfe können teilweise stärkere Umwälzpumpen schaffen, allerdings steigt dadurch der Energieverbrauch, um das Wasser zu den abgeleg-

nen Heizflächen zu pumpen, an. Bei einem hydraulischen Abgleich wird die Heizanlage so eingestellt, dass das ganze System aus Pumpen, Rohrleitungen und Heizkörperventilen dem zirkulierenden Heizungswasser einen möglichst geringen Widerstand entgegensetzt und somit alle Heizkörper mit gleich viel Wasser durchflossen werden. Außerdem kann eine nicht hydraulisch abgegliche Heizanlage die Effizienz von Geräten mit Brennwertechnik deutlich reduzieren. Durch überversorgte Heizflächen steigt die Rücklaufemperatur des Heizsystems an. Das in den Abgasen enthaltene dampfförmige Wasser kann nur noch zum Teil oder überhaupt nicht mehr kondensieren. Folglich kann die im Abgas enthaltene Kondensationswärme des Wassers nicht mehr genutzt werden und die Einsparungen, die ein Brennwertgerät üblicherweise im Gegenteil zu anderen Techniken aufweist, kommen nicht zum Tragen (vgl. BDH, 2014).

Um einen Überblick über den energetischen Zustand eines Gebäudes zu erhalten, muss zukünftig beim Verkauf oder der Vermietung von Gebäuden Interessenten ein Energieausweis des Gebäudes ohne Aufforderung vorgelegt werden. Auch in Immobilienanzeigen sind die Angaben Pflicht, um eine notwendige Transparenz über den Energieverbrauch eines Gebäudes zu gewährleisten.

Auswirkungen auf den Wärmebereich der privaten Haushalte im LK SHA

Die Nutzungsdauer eines Hauses kann auf gut 60 bis 100 Jahre beziffert werden. Innerhalb dieser Zeit sollte es rund alle 30 Jahre zu Sanierungsmaßnahmen am Gebäude sowie aus ökonomischen Gründen alle 20 bis 25 Jahre zum Austausch der Heiztechnik kommen (vgl. JOCHUM, PEHNT, 2010, S.198). In Zukunft wird laut REU, KRAUß (2013, S.10) infolge der rückläufigen Bevölkerungsanzahl auch mit einem Rückgang des Wohnungsbedarfes gerechnet. Dieser setzt sich zusammen aus dem jährlichen Bedarf an Neubauten sowie dem jährlichen Wohnungsersatzbedarf in Rahmen von Sanierungen. Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass der Wohnungsneubedarf sehr stark sinkt und bis 2030 nahezu null beträgt, die Anzahl der Gebäude welche saniert werden müssen dagegen stark ansteigt.

Die aktuelle Sanierungsrate von Bestandsgebäuden liegt bei etwa 1% pro Jahr, was im LK SHA rund 306 energetischen Altbausanierungen im Jahr entspricht. Die Bundesregierung hat als Ziel ausgegeben die Sanierungsrate auf 2% pro Jahr zu verdoppeln (vgl. BMWi, 2012, S.1). Auf den LK SHA übertragen hat dies jährlich die Sanierung von 612 Gebäuden zur Folge. Stehen Sanierungen an einem Gebäude an, müssen diese in Zukunft vermehrt unter dem Gesichtspunkt der energetischen Sanierung durchgeführt werden.

Jahr	Anzahl Bestandsgebäude	Anzahl saniert	Anteil saniert in %
2010	30613		
2020	24490	6123	20%
2030	18368	12245	40%

Tabelle 18: Auswirkungen Sanierungsrate von 2% im LK SHA

In Tabelle 18 ist die Hochrechnung innerhalb des Betrachtungsrahmens dieser Arbeit dargestellt. Bis zum Jahr 2020 werden, im Vergleich zum Jahr 2010, rund 6.132 Gebäude, bis zum Jahr 2030 rund 12.245 Gebäude, saniert werden. Daher werden bei konsequenter Umsetzung bis zum Jahr 2020 rund 20% der heutigen Bestandgebäude von vor 1978 und bis zum Jahr 2030 rund 40% saniert sein.

In nachfolgender Tabelle ist die Berechnung des **zukünftigen Primärenergieverbrauchs für die Wärme der privaten Haushalte unter Berücksichtigung der Sanierungsrate von 2% im LK SHA** dargestellt. Dabei wurde in Gebäude, welche vor und nach 1978 erbaut wurden unterschieden. In dunkelgrau ist die Entwicklung des gesamten Primärenergieverbrauchs für Wärme bis zum Jahr 2030 dargestellt.

Jahr	Primärenergieverbrauch in GWh/Jahr für Gebäude vor 1978	Primärenergieverbrauch in GWh/Jahr für Gebäude nach 1978	Primärenergieverbrauch für Wärme in GWh/Jahr insgesamt	Einsparung ggü. 2010 in %
2010	703	209	912	
2020	603	220	823	10%
2030	503	224	727	20%

Tabelle 19: private Haushalte Primärenergieverbrauch Wärme und Einsparung

Um auf den zukünftig zu erwartenden Primärenergieverbrauch zu schließen, wurden folgende Annahmen getroffen: Wie berechnet, wird der Primärenergieverbrauch für Wärme im Jahr 2010 zu gut 77% durch die vor 1978 erbauten Gebäude verursacht (siehe erste Berechnungszeile).

Im Jahr 2020 werden, wie bereits aufgeführt, unter Berücksichtigung der verdoppelten Sanierungsrate rund 20% der Bestandsbauten des Jahres 2010 saniert sein. Jede Sanierung hat dabei durch die Dämmung der kompletten Gebäudehülle in Kombination mit dem Austausch der Heiztechnik eine Einsparung am Raumwärmeverbrauch von bis zu 71% zur Folge. Somit

verringert sich der Primärenergieverbrauch der Gebäude vor 1978 im Jahr 2020 auf 603 GWh/Jahr. Der Primärenergieverbrauch der Gebäude nach 1978 wird sich durch den vorhandenen Wohnungsneubedarf um 5%, auf 220 GWh/Jahr im Jahr 2020, erhöhen. In Summe wird sich unter den getroffenen Annahmen der Primärenergieverbrauch für Raumwärme bis zum Jahr 2020 insgesamt um 10% (auf 823 GWh/Jahr) verringern.

Im Jahr 2030 werden, wie bereits erläutert, rund 40% der Gebäude vor 1978 saniert sein. Der Primärenergieverbrauch dieser Gebäude verringert sich dadurch auf 503 GWh/Jahr. Der Primärenergieverbrauch der Gebäude nach 1978 wird sich bis 2030 durch den verringerten Wohnungsneubedarf, welcher bis zum Jahr 2030 fast null beträgt, nur noch um 2% auf 224 GWh/Jahr erhöhen. In Summe wird sich, unter den getroffenen Annahmen, der Primärenergieverbrauch für Raumwärme gegenüber dem Jahr 2010 bis zum Jahr 2030 insgesamt um 20% (auf 727 GWh/Jahr) verringern.

5.3.2 Strombereich private Haushalte

Die Stromverbräuche unterscheiden sich je nach Haushaltsgröße, Personenanzahl sowie Alter und Anzahl der Haushaltsgeräte. Dennoch gibt es eine einheitliche Vorgehensweise, den Stromverbrauch in Haushalten nachhaltig zu senken: Dazu gehört als erstes eine umfassende Ist-Analyse nach der Art der Verbraucher und deren Stromverbrauch. Auf der Stromrechnung oder durch das Ablesen des Stromzählers kann der Hauseigentümer den eigenen jährlichen oder monatlichen Stromverbrauch aller Geräte zusammen erkennen. Dieser sollte mit anderen Haushalten gleicher Personenanzahl und ähnlicher Nutzfläche verglichen werden, um den eigenen Stromverbrauch beurteilen zu können. Im Anhang ist dazu eine Vergleichstabelle aus einer Verbraucherinformation des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit angefügt. Der Vergleich des Tabellenwertes mit dem eigenen, tatsächlichen Verbrauch ergibt Anhaltspunkte, wie groß das Sparpotenzial in etwa sein kann (vgl. Anhang S.6).

Generell sollte bei der Beschaffung auf effiziente Geräte geachtet werden. Bei den verbrauchsrelevanten Haushaltsgeräten wird dies in Deutschland durch die Ökodesign-Richtlinie und die Richtlinie zur Energieverbrauchskennzeichnung transparent für den Endverbraucher umgesetzt (in Anlehnung an BDEW, 2013, S.24 ff.). Dabei sollen zum einen durch die Vorgaben zum Ökodesign Mindestanforderungen für neu auf den Markt platzierte Produkte gelten. Diese sorgen dafür, dass verbrauchsärmere Produkte auf dem Markt angeboten werden und gleichzeitig ineffiziente Geräte nicht mehr verkauft werden dürfen. Bei

vielen Geräten sind die Kosten für deren Betrieb über die Jahre viel höher als deren Kaufpreis. Energieeffiziente Geräte sparen deshalb im Laufe der Jahre wesentlich mehr an Stromkosten ein, als sie bei der Beschaffung teurer sind.

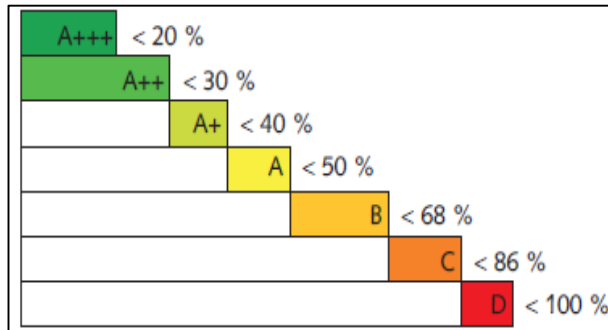


Abbildung 10: Energiebedarf nach Effizienzklassen, (EK-CO2, 2012, S.16)

Auf europäischer Ebene wurde im Rahmen der Energieverbrauchskennzeichnung ein Energielabel eingeführt, um Produkte auf dem Markt transparenter in Bezug auf deren Energieverbrauch zu machen. Die Bezeichnungen nach Energieeffizienzklassen reichen dabei von D bis zu A+++. Der Bedarf an Energie eines Gerätes der effizientesten Klasse A+++ ist, wie in Abbildung 10 dargestellt, rund fünf Mal geringer als der Energiebedarf eines Gerätes der Klasse D.

Wichtig ist, dass für jede Gerätegruppe (Kühlschrank, Geschirrspüler, Waschmaschine) unterschiedliche, produktspezifische Vorgaben gelten und diese voneinander abweichen können. So dürfen in Europa bspw. nur noch Kühl- und Gefriergeräte verkauft werden, die beim EU-Label mindestens die Klasse A+ aufweisen. Der Verkauf anderer Klassen (A, B, C, D) ist bereits nicht mehr erlaubt. Weitere Label, welche einen ähnlichen Effekt erzielen sollen, sind zum Beispiel der Blaue Engel, der Energy-Star sowie das Eco-Label. Eine Kurzbeschreibung dazu befindet sich im Anhang (vgl. Anhang S.7+8). Ist eine Neubeschaffung nicht möglich, sollte verstärkt auf eine effiziente Nutzung der Geräte geachtet werden.

Am Anfang dieses fünften Kapitels wurde die generelle Aufteilung des Primärenergieverbrauchs der privaten Haushalte auf die einzelnen Bereiche ermittelt. Der Anteil des Stroms von 46% gliedert sich, wie in der nachfolgender Abbildung 11 dargestellt, weiter auf. Die Angaben des BDEW (2010, S.10) beziehen sich nun nicht mehr auf den gesamten Primärenergieverbrauch eines Haushalts, sondern anteilig auf den Stromverbrauch. Weiterhin sind in Tabelle 20 die verschiedenen Stromanwendungen mit jeweils einigen Geräten, welche zu diesen Anwendungen zuzuordnen sind, aufgeführt:

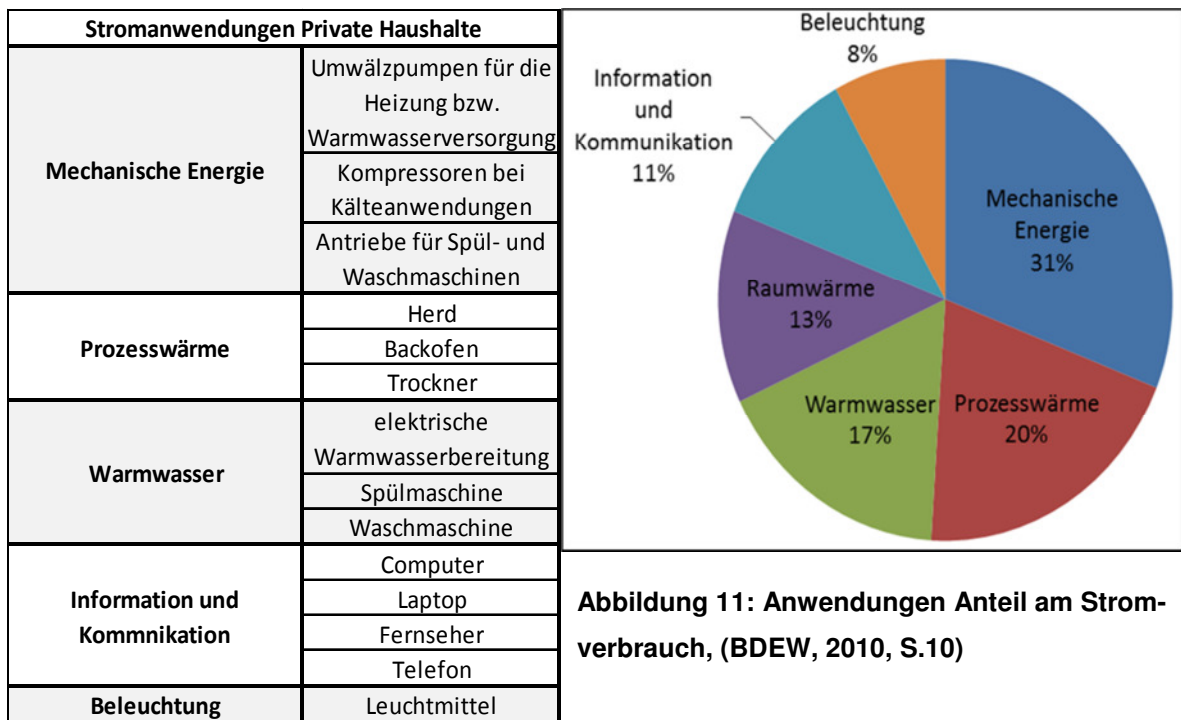


Tabelle 20: Stromanwendungen private Haushalte

Nach BDEW verursachen Anwendungen für mechanische Energie in Haushalten den größten Anteil am Stromverbrauch (31%). Dabei sind Kühl- und Gefriergeräte berücksichtigt, welche allein bis zu 20% am Energieverbrauch eines Haushaltes ausmachen können. Alte Umwälzpumpen für die Heizung oder die Verteilung des Warmwassers machen bis zu 10% am Stromverbrauch in diesem Anwendungsbereich aus. Weiterhin sorgen Herd, Backofen sowie Trockner in Form von Prozesswärme für rund ein Fünftel des Stromverbrauchs (20%), die elektrische Warmwasserbereitung, einschließlich der Bereitstellung von warmem Wasser für Waschmaschinen und Geschirrspüler, macht rund 17% am Stromverbrauch aus. Generell ist die elektrische Bereitstellung von Raumwärme in Haushalten noch für rund 13% am Stromverbrauch verantwortlich. Weitere Anwendungen wie Geräte für die Information und Kommunikation (11%) sowie die Beleuchtungstechnik (8%) machen die übrigen 19% am Stromverbrauch aus.

Im Folgenden werden für die einzelnen Haushaltsbereiche jeweils kurze Informationen zur Beschaffung und der effizienten Gerätenutzung gegeben. Im Anschluss wird daraus das Einsparpotenzial im Strombereich der privaten Haushalte ermittelt. Grundlegend sind dabei hauptsächlich eine Studie des BDEW zum Stromverbrauch und Stromsparen im Haushalt im

Jahr 2013 (BDEW, 2013, S.11 ff), eine Informationsbroschüre der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen (VZ-NRW, 2013) sowie eine Informationsbroschüre des Energiekonsens-CO₂ (EK-CO₂, 2012) zum Energiesparen im Haushalt. Die dabei generierten Ergebnisse beziehen sich meist auf ganz Deutschland, sind aber aufgrund der Vielzahl an Haushalten und elektrischen Geräten, mit grundsätzlich ähnlicher Verteilung der Haushaltsbereiche, auf den LK SHA übertragbar. Im Folgenden werden jeweils nur die wichtigsten Informationen aus diesen Broschüren zusammengetragen.

Mechanische Energie:

Umwälzpumpen: Ungeregelte Pumpen mit gleichbleibendem Fördervolumen sowie manueller Stufenschaltung sind in Haushalten noch weit verbreitet, entsprechen jedoch nicht mehr dem Stand der Technik. Meist haben ältere Pumpen verstellbare Stufen zum Steuern der Durchflussmenge. Nach Möglichkeit sollten diese auf der niedrigsten Stufe eingestellt werden. Neuere Pumpenmodelle (Hocheffizienzpumpen) können bis zu 80% des Stroms gegenüber einer konventionellen Pumpe einsparen (vgl. VZ-NRW, 2013, S. 11). Dies kann durch optimiertes Laufraddesign, Regelung der Leistung aufgrund des Wärmebedarfs sowie den Einbau von Frequenzumrichtern zur Kontrolle der Pumpgeschwindigkeit erreicht werden. Beim Gebrauch ist durch einen Installateur darauf zu achten, dass die Heizungspumpe im Sommer ausgeschaltet wird. Bei neuen Heizanlagen ist dies Vorschrift und in der Regelung hinterlegt (vgl. VZ-NRW, 2013, S.11).

Kälteanwendungen: Dies sind meist große Haushaltsgeräte, wie Kühlschränke sowie Gefriertruhen. Diese Großgeräte werden häufig nur ein oder zwei Mal pro Haushalt eingesetzt. Kühl- und Gefriergeräte laufen dabei meist im Dauerbetrieb, 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr. Grundsätzlich lohnt sich der Austausch von alten Geräten gegenüber neueren sehr, die auftretenden hohen Anschaffungskosten werden über den energieeffizienten Betrieb wieder ausgeglichen. Laut BDEW kann mit dem heutigen Austausch eines vor dem Jahr 2000 gekauften Kühlgerätes über das Jahr gesehen bis zu 70% an Strom eingespart werden (vgl. BDEW, 2013, S.16). Im Gebrauch sind Temperaturen bei einem Gefriergerät von -18°C und bei einem Kühlgerät von +7°C optimal. Bei einer um ein Grad niedrigeren Umgebungstemperatur ist der Stromverbrauch bei Kühlgeräten um bis zu 6% und bei Gefriergeräten um bis zu 3% geringer (vgl. VZ-NRW, 2013, S.8). Somit ist beim Aufbau darauf zu achten, dass die Geräte nicht neben dem Herd oder anderen Wärmequellen bspw. einem Heizkörper installiert sind. Weiterhin sollte auf der Rückseite möglichst viel Platz sein, damit

Luft an den Gittern zirkulieren und die Abwärme abgeführt werden kann. Ein Wärmestau am rückseitigen Wärmetauscher der Geräte kann den Stromverbrauch um bis zu 10% erhöhen.

Prozesswärme: In mehr als 80% aller bundesweiten Haushalte werden Elektroherde sowie Backöfen eingesetzt, wobei das durchschnittliche Alter der Geräte zwischen vier bis elf Jahren liegt (HEA, 2008). Laut einer Studie des Energiekonsens-CO₂ (vgl. EK-CO₂, 2012, S. 20) nutzen dabei Elektroherde nur rund ein Drittel der eingesetzten Primärenergie für das Kochen, der Rest geht zu einem Großteil für die Erwärmung der Herdplatten sowie der Töpfe verloren. Die neueste Art von Elektroherden sind Induktionskochfelder. Bei diesen wird durch ein wechselndes magnetisches Feld Strom im Topfboden erzeugt, welches diesen erhitzt. Der Energieverbrauch ist bei Induktionsherden um bis zu 30% geringer als bei herkömmlichen Techniken (vgl. EK-CO₂, 2012, S.20). Ähnliche Größenordnungen gelten auch bei Backöfen: Umluftbacköfen sind generell sparsamer als andere Techniken. Allgemein verbraucht ein Backofen in der konventionellen Beheizung bis zu 25% mehr Strom als in der Umluftfunktion. Weiterhin führt langes Vorheizen zu einem großen Stromverbrauch. Das Benutzen des Ofens ohne Vorheizen spart bis zu 20% Energie (in Anlehnung an S-SHA, 2014, Tipp: 4). Außerdem erwärmen Mikrowellengeräte kleinere Portionen energetisch sparsamer als bspw. ein Herd oder Backofen. Werden häufiger kleinere Mengen erwärmt, lohnt sich der Kauf eines Mikrowellengerätes schon allein aus Gründen des Komforts. Die Erwärmung der Speisen geht meist schneller und spart gleichzeitig Energie. Dasselbe gilt bspw. für die Erwärmung von kleineren Mengen an Wasser mit Hilfe eines Wasserkochers.

Laut BDEW wird der Stromverbrauch im Bereich der Prozesswärme der privaten Haushalte auch durch elektrische Wäschetrockner verursacht. Die Wäsche nach dem Waschgang zu schleudern anstatt mit einem Trockner zu trocknen spart Energie. Nach einer Untersuchung des Energiekonsens-CO₂ wird 100-Mal so viel Energie beim Entziehen der Feuchtigkeit durch Wärme, als durch das Schleudern in einer Waschmaschine verbraucht (in Anlehnung an EK-CO₂, 2012, S.14). Nach Möglichkeit sollte auf diese Geräte ganz verzichtet werden. Das Wäschetrocknen sollte am besten an der frischen Luft bzw. in einem Trockenraum passieren. Wird dennoch ein Wäschetrockner benötigt, sollte beim Neukauf auf die Energieverbrauchskennzeichnung besonders Wert gelegt werden.

Warmwasser: (in Anlehnung an S-SHA, 2014, Tipp:2) Neben der Bereitstellung von Warmwasser für den alltäglichen Gebrauch, zum Beispiel für das Waschen und Duschen, enthält dieser Anwendungsbereich auch die Bereitstellung von Warmwasser für Wasch- und Spülmaschinen.

Wie bereits erwähnt, kann die Warmwasserbereitstellung zentral über die Heizung oder dezentral und damit elektrisch erfolgen. Beide Möglichkeiten werden im Folgenden kurz betrachtet. Für großen Energieverbrauch sorgt häufig die Zirkulation, eine Ringleitung, welche vom Warmwasserspeicher zu den Abnahmestellen, bspw. in Küche oder Bad, und wieder zurückführt. Mit Hilfe einer Umwälzpumpe wird das warme Wasser darin ständig umgewälzt. Bei diesem Vorgang kühlt es sich ab und muss nachbeheizt werden (Potenzial bei Umwälzpumpen siehe mechanische Energie). Mit Hilfe von Elektroboilern und Durchlauferhitzern kann auf die Zirkulation verzichtet werden, wenn der Abstand zu den Abnahmestellen in Küche oder Bad nicht zu weit ist. Elektroboiler sollten dabei wiederum mit einer Zeitschaltuhr versehen werden und dadurch nachts ausgeschaltet sein. Damit werden unnötige Bereitschaftsverluste beim Zwischenspeichern des warmen Wassers vermieden. Bei elektrischen Durchlauferhitzern wird kaltes Wasser zum Zeitpunkt der Abnahme elektrisch erhitzt, also genau dann, wenn dies benötigt wird. Bereitschaftsverluste fallen somit nicht an. Allerdings müssen die Geräte eine hohe elektrische Leistungsaufnahme haben, um das Wasser schnell erhitzen zu können. Wichtig ist, die Temperatur einzustellen, welche auch tatsächlich benötigt wird. Dadurch entfällt unnötiges Hinzumischen von kaltem Wasser am Ventil bei hohen Temperaturen und es kann Energie gespart werden. Unabhängig von der Art der Warmwasserbereitung ist es sinnvoll, sparsame Duschköpfe und Wasserhähne einzubauen. Diese können den Warmwasserverbrauch um bis zu 50% reduzieren und damit auch Energie, welche zum Erhitzen des benötigten Wassers verwendet wird, sparen.

Der Anteil am Stromverbrauch für Waschmaschinen sowie Spülmaschinen ist laut BDEW leicht steigend, da die Steigerung der Effizienz bei neuen Geräten durch eine geringe Nachfrage zu wenig Auswirkungen auf den Verbrauch insgesamt hat. Spülmaschinen haben eine Lebensdauer von rund 13 Jahren, die von Waschmaschinen ist aufgrund der hohen mechanischen Belastung mit rund elf Jahren etwas geringer einzuschätzen (vgl. EK-CO₂, 2012, S.5). Beim Kauf einer Wasch- oder Spülmaschine ist wiederum das Energielabel zu beachten. Ein Gerät mit der Effizienzklasse A+++ benötigt rund 30% weniger Strom als ein vergleichbares der Klasse A (vgl. VZ-NRW, 2013, S.7).

Raumwärme: Nach REU, KRAUß (2013, S.7) sind im LK SHA rund 8% der eingesetzten Wärmeerzeuger Stromheizungen. Elektrische Heizsysteme stellen dabei Wärme direkt in Räumen zur Verfügung. Dies geschieht zum einen durch den Einsatz von Stromdirektheizungen, wobei ein Stromfluss durch einen Widerstand Wärme erzeugt, welche direkt genutzt werden kann. Andererseits wird mit Hilfe von elektrischem Strom Wärme in isolierten Materi-

alien, bspw. Gestein, gespeichert und bei Bedarf wieder abgegeben (Speicherheizung). Strom ist in Bezug auf dessen Arbeitsfähigkeit (Exergiegehalt) der hochwertigste Energieträger, da dieser in jede andere Energieform umgewandelt werden kann. Die Arbeitsfähigkeit von Raumwärme tendiert dagegen gegen Null. Man spricht von einer Entwertung des hochwertigen Stroms zu Heizzwecken (in Anlehnung an KEA, 2012, S.1 und EEP, 2013, S.22). Das Heizen mit Strom sollte in Zukunft nur noch bei Häusern mit einem sehr guten Wärmedämmstandard (mindestens Passivhausstandard), bspw. in Form von Wärmepumpen, eingesetzt werden.

Information und Kommunikation: Die Informations- sowie Kommunikationstechnik (IKT) umfasst generell Geräte zur Sprach-, Daten und Bildkommunikation (vgl. LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4b, S.15). Die Anzahl der Geräte und damit auch deren Bedeutung für den Energieverbrauch sind in den letzten Jahren sehr stark gestiegen. Bei Computern bringt die Anschaffung eines effizienten Laptops oder Netbooks bis zu 70% Stromeinsparung im Gegensatz zu einem alten Desktop-Computer (vgl. VZ-NRW, 2013, S.13). Beim Gebrauch ist darauf zu achten, die Energiesparoptionen zu nutzen. Wie viel Strom ein Computer mit den angeschlossenen Peripheriegeräten tatsächlich verbraucht, kann somit der Nutzer entscheidend beeinflussen. So werden bspw. Drucker und Scanner normalerweise nicht ständig gebraucht, diese können ausgeschaltet werden. Oft werden diese externen Komponenten von Computern über ein eigenes Steckernetzteil mit elektrischem Strom versorgt. Diese Netzteile haben normalerweise keinen eigenen Netzschalter. Deshalb ist es zu empfehlen, eine Steckdosenleiste mit Netzschalter zu installieren, um damit alle Komponenten, einschließlich dem Computer selbst, vom Netz zu trennen (vgl. EK-CO2, 2012, S.22).

Energie gespart werden kann darüber hinaus auch bei der Benutzung von schnurlosen Telefonen und anderen Geräten wie bspw. Smartphones. Die Beschaffung sollte dabei mit dem Überdenken der nötigen Funktionen des Gerätes geschehen: Wer ein Mobiltelefon nur zum Telefonieren nutzen möchte, sollte dementsprechend ein einfaches, bedienerfreundliches Gerät mit überschaubaren Funktionen kaufen. Beim Gebrauch empfiehlt es sich, nicht benötigte Funktionen, bspw. die Internetverbindung, abzuschalten. Moderne Akkus sind meist sehr robust, dennoch sollten diese genutzt werden bis diese vollständig entladen sind. Mindestens einmal im Monat empfiehlt es sich, einen Akku vollständig aufzuladen. Auch manche Ladegeräte verbrauchen weiter Strom, wenn diese nach dem Ladevorgang nicht vom Netz getrennt werden. Auch dies gilt es zu vermeiden (vgl. EK-CO2, 2012, S.22).

Bei Fernsehgeräten ist es nicht immer sinnvoll, ein Gerät mit möglichst großem Bildschirm zu kaufen. Je größer ein Gerät, desto größer auch der Energieverbrauch. Des Weiteren ist nicht jedes Wohnzimmer für ein großes Gerät geeignet. Als allgemeine Regel gilt: Die Bildschirm-diagonale sollte in etwa 30% der Entfernung zum Gerät entsprechen. Je nach Technik und Modell ist der Stromverbrauch unterschiedlich. Somit sind Informationen von unabhängigen Stellen bspw. durch die angesprochenen Energielabels besonders wichtig. Bei Fernsehgeräten wurden auch Effizienzklassen eingeführt. Bis 2020 sollen die Klassen an die Einteilung der großen Haushaltsgeräte (somit bis zur Effizienzklasse A+++) angepasst werden (vgl. EK-CO2, 2012, S.25).

Beleuchtung: Der Stromverbrauch im Bereich der Beleuchtung ist generell leicht rückläufig. Dafür ist vor allem der etappenweise Ausschluss von nicht effizienten Leuchtmitteln (bspw. Glühbirnen oder Halogenlampen) im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie verantwortlich. Jene Beleuchtungstechniken gibt es nicht mehr auf dem Markt zu kaufen und wurden durch Energiesparlampen sowie Licht-emittierende Dioden (LED) ersetzt, welche einen bis zu 80% geringeren Stromverbrauch und eine deutliche längere Lebensdauer aufweisen (vgl. VZ-NRW, 2013, S.10). Generell sollten beim Austausch des Beleuchtungssystems die folgenden Dinge beachtet werden: Die Beleuchtungsanforderungen und -möglichkeiten sind je nach Raum zu berücksichtigen. Zum Beispiel ist auf die Beleuchtungsstärke oder die Helligkeit zu achten. Neben dem Energieverbrauch sollte auf weitere Qualitätsmerkmale bei Lampe-Leuchte-Kombinationen geachtet werden. Bspw. können elektronische Vorschaltgeräte den Verbrauch im Vergleich zu konventionellen Vorschaltgeräten um bis zu 25% reduzieren (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4a, S. 26). Im Gebrauch ist die effektivste Möglichkeit Strom zu sparen, das Licht in ungenutzten Räumen auszuschalten. Für besondere Bereiche an einem Haus, wie etwa Eingänge, ist es sinnvoll, Lampen mit einer schnellen Startfunktion sowie Schaltfestigkeit zu verwenden und diese mit automatischen Regelungen, wie etwa Präsenzmeldern oder Zeitschaltuhren, zu versehen.

Allgemein: Jedes Gerät im Bereitschaftsmodus (bspw. Stand-by- oder Schein-Aus-Betrieb) benötigt Strom. In Summe können diese einen Anteil von bis zu 10% am gesamten Stromverbrauch ausmachen. Im Normalbetrieb erfüllt ein Gerät seine übliche Funktion, wohingegen während des Stand-by-Betriebes ein Teil der Funktionen ausgeschaltet ist. Der Stromverbrauch im Stand-by ist im Vergleich zum eigentlichen Betrieb eher gering, allerdings summiert sich dieser mit der Anzahl der Geräte und über das Jahr. Auf europäischer Ebene wurde im vergangenen Jahr beschlossen, dass Hersteller nur noch Geräte mit einem sehr

geringen Stand-by-Verbrauch von bis zu einem Watt verkaufen dürfen (vgl. EK-CO2, 2012, S.7). Dennoch sollten Geräte im Bereitschaftsmodus vollständig vom Netz getrennt werden. Es empfehlen sich erneut Zwischensteckdosen mit Netzschaltern, mit denen es möglich ist, mehrere Geräte gleichzeitig vom Stromnetz zu trennen. Bei konsequenter Umsetzung können bis zu 10% des Stromverbrauches eingespart werden.

Auswirkungen auf den Strombereich der privaten Haushalte im LK SHA

Die **Stromeinsparpotenziale in den Haushalten des LK SHA** können aufgrund der vielen unterschiedlichen Haushalte, mit verschiedener Geräteanzahl, vielen Anwendungsbereichen und Nutzungsarten nur überschlagsmäßig ermittelt werden. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit schätzt das technische Einsparpotential im Strombereich über alle Haushaltsbereiche hinweg generell auf rund 30% ein (vgl. BMUB, 2013).

Durch die vermehrten Neuanschaffungen von Haushaltsgeräten und längeren Nutzungsdauern kann es sein, dass das technisch mögliche Einsparpotenzial nicht erreicht wird. Die Produkte werden häufiger sowie intensiver genutzt und dadurch steigen Strombedarf und Stromverbrauch an, obwohl in effizientere Geräte investiert wurde (Rebound Effekt). Dieser Effekt wird durch die Anschaffung neuer, leistungsstärkerer Verbraucher mit mehr Funktionen und Extras noch verstärkt werden. Im LK SHA ist der Stromverbrauch der privaten Haushalte zwischen den Jahren 2006 und 2010 dadurch um lediglich 3% gesunken (vgl. REU, KRAUß, 2013, S. 6).

Jahr	Primärenergieverbrauch für Strom in GWh/Jahr	Einsparung ggü 2010 in %
2010	762	
2020	686	10%
2030	610	20%

Tabelle 21: private Haushalte Primärenergieverbrauch Strom und Einsparung

Unter optimalen Rahmenbedingungen mit einer entsprechenden Neuanschaffung effizienter Geräte, der Beachtung der Ökodesign-Richtlinie und der Energielabel, eine sinnvolle Benutzung der Geräte sowie unter Berücksichtigung des Rebound Effektes kann der Stromverbrauch der privaten Haushalte im LK

SHA, wie in Tabelle 21 dargestellt, im Vergleich zum Jahr 2010 kurzfristig bis 2020 um bis zu 10% (auf 686 GWh/Jahr) und bis 2030 um bis zu 20% (auf 610 GWh/Jahr) reduziert werden.

5.3.3 Zusammenfassung Potenzialbetrachtung private Haushalte:

Unter den gegebenen Annahmen im Wärme- sowie Strombereich **reduziert sich der Primärenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe private Haushalte** bis zum Jahr 2020 insgesamt um bis zu 10% auf 1.508 GWh/Jahr und bis zum Jahr 2030 um bis zu 20% auf 1.337 GWh/Jahr. Generell den größten Einfluss auf die Einsparung hat dabei die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden. Die bereits in den Bereichen Wärme und Strom ermittelten Potenziale sind in nachfolgender Tabelle 22 und Abbildung 12 noch einmal im Überblick dargestellt.

Potenzialbetrachtung private Haushalte						
Jahr	Primärenergieverbrauch für Wärme in GWh/Jahr	Einsparung Wärme ggü. 2010 in %	Primärenergieverbrauch für Strom in GWh/Jahr	Einsparung Strom ggü. 2010 in %	Primärenergieverbrauch private Haushalte in GWh/Jahr	Einsparung ggü. 2010 in %
2010	912		762		1674	
2020	823	10%	686	10%	1508	10%
2030	727	20%	610	20%	1337	20%

Tabelle 22: Zusammenfassung Potenziale private Haushalte LK SHA

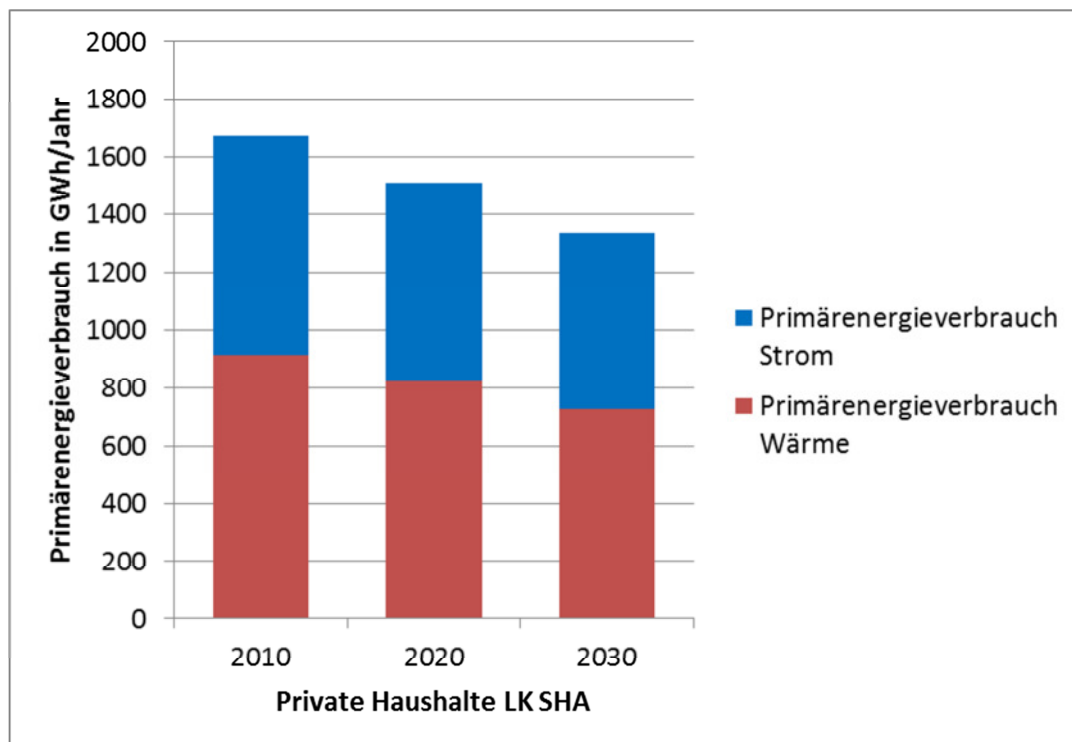


Abbildung 12: Zusammenfassung Potenziale private Haushalte LK SHA

5.4 Potenzialbetrachtung Gewerbe

Im Folgenden werden die **Einsparpotenziale infolge Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich des Gewerbes im LK SHA** untersucht.

Die Verbrauchergruppe Gewerbe im Kreis SHA umfasst laut der Definition in dieser Arbeit neben der Industrie, den Dienstleistungsbereich sowie die Land und Forstwirtschaft. Das Gewerbe ist im LK SHA für rund zwei Drittel des Primärenergieverbrauches pro Jahr verantwortlich. Dabei sind die hauptsächlich branchenspezifischen Anwendungsbereiche sehr unterschiedlich. Um das gesamte Primärenergieeffizienzpotenzial für das Gewerbe im LK SHA zu bestimmen, gilt es die Struktur der Betriebe zu berücksichtigen: Die Anzahl der Betriebe teilt sich, wie bereits in der Kurzinformation zum LK SHA gezeigt, zu jeweils 40% in Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie zu 20% in landwirtschaftliche Betriebe auf. Die Industrie weist dabei im Vergleich zu den anderen Wirtschaftssektoren den größten Anteil am Energieverbrauch auf. Stark vertreten sind in der Industrie neben dem Maschinenbau, Unternehmen aus den Bereichen Elektrotechnik, Eisen-, Blech- und Metallverarbeitung, Kraftfahrzeug-Zulieferer, Holzverarbeitung, Ernährungsindustrie sowie Papier- und Druckindustrie. Generell ist der LK SHA mehr durch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gekennzeichnet.

Jeder Betrieb ist dabei durch die Größe, die Anzahl der Mitarbeiter oder die Branchenzugehörigkeit verschieden aufgebaut. Um nachhaltig Energieeffizienzpotenziale in Unternehmen aufzudecken, ist eine **betriebliche Ist-Analyse** erforderlich. Im Folgenden wird die generelle Vorgehensweise im Rahmen einer betrieblichen Ist-Analyse beschrieben (in Anlehnung an FfE, 1997 sowie LAQUA, Sommersemester 2012, LM, Kap.4a, S.8 ff.): Neben der Struktur und dem Aufbau der Energieversorgung werden dabei der Energieverbrauch, die örtlichen Begebenheiten, die Einrichtung sowie der Produktionsablauf berücksichtigt. Wichtig ist, dass sich der Detaillierungsgrad je nach Größe des Betriebes, der Abläufe aber auch nach dem Anteil der Energie- an den Gesamtkosten unterscheiden kann.

Generell werden die folgenden sechs Schritte für die Beschreibung eines energetischen Ist-Zustandes in einem Gewerbebetrieb erarbeitet:

1. Darstellung der Betriebsstätte
2. Beschreibung der Energieversorgungsstruktur
3. Sichtung der Energielieferverträge und Energiekosten
4. Analyse der Energieverbraucher
5. Erfassung des Energieverbrauchs des Betriebes, von Abteilungen, Anlagengruppen und einzelnen Anlagen
6. Aufbereitung der Daten

Im Anhang werden die einzelnen Punkte noch genauer erläutert (vgl. Anhang S.9). Mit der umfassenden Ist-Analyse sind zum einen die größten Energieverbraucher im Betrieb transparent und zum anderen können Maßnahmen generiert werden, welche den Energieverbrauch senken.

Für **die Potenzialanalyse im Gewerbe des LK SHA** wurden die Bereiche mit dem größten Energieverbrauch zum einen mit der Verteilung der Betriebe aus der Kurzinformation des LK SHA (siehe S.5) sowie mit Hilfe einer Studie der Agentur für Energiebilanzen e.V. (AGEB, 2011), bei welcher Energieverbräuche verschiedener Wirtschaftssektoren in Deutschland (z.B. Industrie, Dienstleistungsbereich) nach Verwendung (z.B. Raumwärme, Prozesswärme, Strom für Beleuchtung) analysiert wurden, ermittelt. Laut AGEB sind industrielle Betriebe vor allem durch große Energieverbräuche in den Bereichen Prozesswärme sowie mechanische Energie in Form von elektrischen Antrieben charakterisiert. Unternehmen aus dem Dienstleistungsbereich verbrauchen am meisten Energie in den Bereichen Raumwärme, Beleuchtung sowie IKT. In landwirtschaftlichen Betrieben verbrauchen vor allem Antriebe für Ventilatoren und Kühltechniken Energie. Somit ist im Rahmen einer Energieeffizienzanalyse auf diese Anwendungen besonders Wert zu legen.

5.4.1 Wärmebereich Gewerbe

Grundsätzlich ist die Vorgehensweise um Einsparungen im Wärmebereich zu erzielen folgende: Ausgehend von der Ist-Analyse der Wärmeverbraucher, des Wärmebedarfs sowie der einzelnen Anlagenkomponenten sind die Wärmerzeugung, -verteilung und -übergabe zu untersuchen. Die größten Effizienzsteigerungen lassen sich durch die Abstimmung aller Komponenten aufeinander, in Kombination mit einer intelligenten Regelung, erreichen.

Raumwärme: Die energetische Sanierung von Nichtwohngebäuden betrachtet dabei wiederum das Einsparpotenzial an Raumwärme. Die Vorgehensweise ist dabei ähnlich wie bei den

privaten Haushalten mit dem Ziel, den Heizwärmebedarf und den daraus folgenden Primärenergieverbrauch zu verringern. Die zu kombinierenden Effizienzmaßnahmen für eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung werden hier nur noch einmal kurz im Überblick dargestellt:

- Dämmung der Gebäudehülle
 - Dach
 - Außenwand
 - Kellerdecke
 - Austausch der Fenster und Türen
- Austausch der Heiztechnik
 - Modernisierung der Heizanlage über verbesserten Nutzungsgrad
 - Dämmung Verteilleitungen
 - Optimierung der Regelung und Steuerung
 - moderne Wärmeübergabestationen auf bedarfsgerechtem Temperaturniveau
 - hydraulischer Abgleich

Im LK SHA befinden sich im Jahr 2010 rund 34.000 Nicht-Wohngebäude (vgl. REU, KRAUß, 2013, S. 6). Ein Großteil davon sind Gewerbegebäude oder Industriehallen und bei diesen liegen andere Nutzungszyklen als bei Wohngebäuden vor. Die Nicht-Wohngebäude werden im Durchschnitt nach rund 35 bis 40 Jahren runderneuert. (vgl. PEHNT, 2011, S.53). Die Sanierungsrate ist aufgrund der verkürzten Nutzungszeit höher einzuschätzen als bei den privat genutzten Wohngebäuden. In dieser Betrachtung des LK SHA wird eine Sanierungsrate von 3% für Nicht-Wohngebäude angenommen, was rund 1.000 sanierten Gebäuden pro Jahr entspricht. Generell ist die Altersstruktur der Nicht-Wohngebäude aufgrund der kürzeren Nutzungszyklen der Gebäude und der höheren Sanierungsrate generell weniger durch Bestandsbauten geprägt. Somit ist darauf zu schließen, dass energetische Sanierungen nur vereinzelt Einsparungen von bis zu 71%, wie bei den privaten Haushalten, zur Folge haben und die generell möglichen Einsparungen bei Sanierungsmaßnahmen geringer einzuschätzen sind.

Prozessbedingte Wärmeanwendungen: Wärme wird im Gewerbe nicht nur für die Raumwärme, sondern auch bei Prozessen, zum Beispiel in der Produktion, verwendet. Diese Prozesse sind bspw. Trocknungsprozesse, Schmelzen, Schmieden oder Schweißen. Je nach Anwendung liegt die Wärme auf einem anderen Temperaturniveau sowie in einer anderen Form, bspw. als Warmwasser, Dampf oder Heißluft, vor. Laut der deutschen Energie Agentur (DENA) machen 30% am industriellen Prozesswärmebedarf allein die Heißwasser- und

Dampferzeugung aus. Die Anlagen sind dabei selten auf dem neuesten Stand der Technik, über 80% sind 10 Jahre oder älter (vgl. DENA, 2011, S.2). Alte Komponenten der Wärmeerzeugung, -verteilung, sowie -übergabe sollten ausgetauscht und durch neuere, effizientere ersetzt werden. Darüber hinaus gibt es Wärmeanwendungen welche unter Verwendung von elektrischer Energie ablaufen. Diese sind im Gewerbe zum Beispiel das Schmelzen, Schweißen, Trocknen, Brennen oder Wärmebehandlungen. Gründe, weshalb oftmals Strom für diese Anwendungen eingesetzt wird, sind eine höhere Flexibilität, bessere Regelbarkeit und konsequenterweise eine höhere Produktqualität am Ende der Prozesse. Generelle Maßnahmen um Energie bei der Prozesswärme einsparen zu können, ist die Wärmedämmung der thermischen Anlagen, die Vermeidung von Leer-, Teillast- oder Warmhaltebetrieben sowie, je nach Möglichkeit, die Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4c, S.7).

Abwärme entsteht dabei in den meisten Betrieben und eine intelligente Nutzung dieser verursacht eine Energieeinsparung des Energieeinsatzes bei gleicher Nutzenergie, wie in der nachfolgenden Abbildung 13 dargestellt:

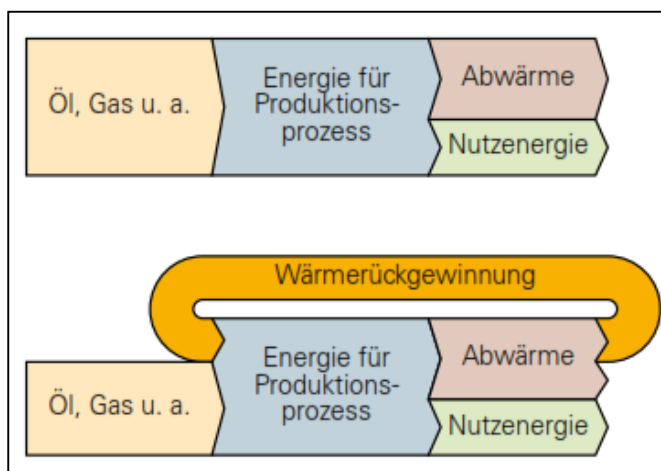


Abbildung 13: Abwärmenutzung, (BA-LA, 2009, S.28)

Die Temperaturbereiche können dabei sehr unterschiedlich sein. Von 20°C bei der Abluft bis hin zu 450°C bei Abgasen aus Verbrennungsprozessen (vgl. BA-LA, 2009, S.28). Allerdings muss die Abwärme direkt oder möglichst nahe am Entstehungsort wiederverwendet werden können um lange Transportwege, welche ein Abkühlen zur Folge haben, zu vermeiden. Des Weiteren ist es möglich, durch Hinzufügen von Energie die Abwärme aufzuwerten und auf einem höheren Temperaturniveau weiter

zu nutzen. Etwa 20 bis 30% der in Produktionseinrichtungen insgesamt eingesetzten Strom- und Brennstoffenergie kann erfahrungsgemäß im Durchschnitt durch Abwärmenutzung wieder zurück gewonnen werden (vgl. BA-LA, 2008).

Außerdem kommt im gewerblichen Wärmebereich des LK SHA dem Einsatz von Fernwärme ein bedeutender Anteil zu. Mit rund 20% am gesamten Wärmeverbrauch der Stadt ist die

Fernwärme bspw. in SHA bereits gut etabliert (in Anlehnung an SHA, 2013, S.8). Dieser Anteil soll in Zukunft im ganzen LK noch weiter ausgebaut werden. Rund 70% der angesprochenen Fernwärme wird in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugt. Dabei wird mit Hilfe eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) Wärme und Strom parallel erzeugt. Gegenüber einer getrennten, zentralen Strom- sowie Wärmeerzeugung spart die Bereitstellung kombiniert mit einem BHKW bis zu 40% an Primärenergie ein. Der Einsatz lohnt sich vor allem in Betrieben, welche ganzjährig Wärme und Strom benötigen bspw. Molkereien, Bäckereien oder größere gewerbliche Gebäude (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, LM, Kap. 3, S.25). Wird zusätzlich ganzjährig Kälte benötigt, kann sich die Installation einer Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage lohnen.

5.4.2 Strombereich Gewerbe

Grundsätzlich sind Effizienzsteigerungen im Strombereich sowohl bei der Optimierung der einzelnen Komponenten, als auch im Zusammenspiel im ganzen Prozess möglich (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4a, S.9). Wie bereits kurz im Wärmebereich aufgeführt, wird elektrische Energie im Gewerbe auch bei Wärmeanwendungen verwendet. Im Folgenden werden weitere Anwendungen des elektrischen Stroms aufgeführt.

Elektrische Antriebe: Elektrische Antriebe sind im Gewerbe fast ausschließlich Drehstrommotoren. Dabei fällt mehr als die Hälfte der Anwendungen auf Pumpen, Ventilatoren oder Kompressoren bspw. für Druckluft- oder Kälteanwendungen. Betrachtet man den kompletten Lebenszyklus von Motoren, fallen über 95% der Kosten auf den Betrieb und somit auf den Energieverbrauch. Die Anschaffungs- sowie Wartungskosten sind im Vergleich dazu sehr gering (vgl. LAQUA, Sommersemester 2012, LM, Kap. 3, S.20). Daher ist unbedingt auf den Einsatz von effizienten Motoren mit einem geringen Energieverbrauch zu achten. Durch eine angepasste Dimensionierung sowie einer Drehzahlregelung, bspw. mit Frequenzumrichtern bei Synchronmotoren oder stufenlosen Getrieben bei Asynchronmotoren, lassen sich zusätzlich Stromeinsparpotenziale ausschöpfen. Generell werden Elektromotoren in verschiedene Energieeffizienzklassen eingeteilt:

- IE1= Standard Efficiency
- IE2= High Efficiency
- IE3= Premium Efficiency

Die Ökodesign-Richtlinie schreibt dabei vor, dass ab 2015 die IE3- Anforderungen oder aber die IE2-Effizienz in Kombination mit einer Drehzahlregelung vorhanden sein müssen (Nennleistung von 7,5 bis 375 Kilowatt (kW)). Ab dem 1. Januar 2017 wird diese Regelung auch auf Motoren von 0,75 bis 7,5 kW erweitert (in Anlehnung an KABUS, 2010, S.1).

Nach Untersuchungen des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion der Universität Stuttgart und einer Studie des Fraunhofer Institutes für System- und Innovationsforschung im selben Bereich kann bei einem Austausch von alten zu neuen Antrieben mit einer Effizienzsteigerung von mehr als 30% gerechnet werden (vgl. SCHRÖTER, WEIßFLOG, BUSCHAK, 2009). Allein der Einsatz einer drehzahlgeregelten, elektronischen Einheit für den Motor macht bis zu 25% aus. Eine komplette Optimierung aller beteiligten Komponenten mit intelligenter Steuerungs- sowie Regelungstechnik kann eine Effizienzsteigerung von bis zu 60% nach sich ziehen.

Elektrische Antriebe bei Pumpen und Pumpensysteme: Ähnlich wie bei den privaten Haushalten machen Pumpen einen großen Anteil am Energieverbrauch des Gewerbes aus. Diese werden vor allem für den Transport von Flüssigkeiten eingesetzt. Im Gewerbebereich sollte noch intensiver auf eine bedarfsgerechte Dimensionierung, zum einen der Pumpen selbst aber auch beim Rohrleitungssystem geachtet werden. Aufgrund der längeren Transportwege sind die Verteilungsrohre richtig zu dimensionieren und der Druckverlust möglichst gering zu halten. Mit Hilfe einer angepassten, flexiblen Regelung, bspw. durch den Einsatz von Frequenzumrichtern, wird die mechanische Durchflussregelung durch eine frequenzgeregelte ersetzt, dies hat große Einsparungen vor allem im Teillastbetrieb zur Folge (vgl. LAQUA, Sommersemester 2012, LM, Kap.3, S.21) Durch die Kombination von hocheffizienten Antrieben mit einer flexiblen Regelung und der Optimierung des kompletten Pumpensystems können bis zu 70% am Stromverbrauch eingespart werden (DENA, 2010 (2), S.2).

Elektrische Antriebe bei Ventilatoren: Zur mechanischen Lüftung im Gewerbebereich werden unter anderem Ventilatoren bei starker nutzungsbedingter Beeinflussung der Raumluft und bei hohen Anforderungen an die Zuluft eingesetzt. Die Aufgabe von RLT-Anlagen ist dabei, interne Wärmelasten abzuführen sowie eine gewünschten Temperatur, Feuchte und Qualität der Luft zu gewährleisten (in Anlehnung an BÖHM, 2013). Zu berücksichtigen sind darüber hinaus Anforderungen an den thermischen Komfort (Lufttemperatur sowie -bewegung) im Aufenthaltsgebiet von Personen. In Landwirtschaftsbetrieben mit Nutztieren entfällt bspw. ein großer Anteil des Stromverbrauchs auf die Belüftung der Ställe.

RLT- Anlagen sind im Gewerbe hauptsächlich aufgrund der langen Laufzeiten des Ventilators für einen großen Verbrauch verantwortlich. Sinnvoll ist es daher, die Anlagen in ein Zeitschaltprogramm aufzunehmen und nur bei Bedarf in Betrieb zu nehmen. Dabei ist darauf zu achten, dass der Ventilator drehzahl geregelt über ein Regelsystem die erforderliche Leistung variabel aufbringen kann und einen hohen Nutzungsgrad aufweist. Die Sollwerte für die Temperatur, Luftfeuchte sowie Luftqualität sollten je nach Anforderung spezifisch eingestellt werden können. Einzelne Bereiche, etwa in einem Gebäude, mit verschiedener Nutzung sollten getrennt voneinander bedarfsgerecht regelbar sein. Darüber hinaus können Optimierungen am Kanalnetz sowie der Einsatz von Wärmerückgewinnungseinheiten Einsparpotenziale bringen. Ein angemessener Zeitpunkt eine RLT-Anlage endgültig zu optimieren ist rund ein Jahr nach der Inbetriebnahme, wenn genügend Betriebs- sowie Nutzererfahrungen gesammelt wurden. Die einzustellenden Parameter, wie Laufzeit oder Temperatur, können dabei mit Hilfe der Steuerung sowie der Regelung angepasst werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Energieverbrauch allein dadurch um bis zu 10% reduziert werden kann (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4b, S. 13). Der Energieverbrauch eines kompletten RLT-Systems kann in Summe um bis zu 25% reduziert werden (vgl. DENA, 2013 (2), S. 14).

Elektrische Antriebe für Kompressoren bei Druckluft: Druckluftsysteme werden hauptsächlich in Industriebetrieben bei pneumatischen Antrieben und Förderanlagen oder zur Reinigung mit Druckluftpistolen verwendet. Dabei wird Umgebungsluft auf ein bestimmtes Druckniveau verdichtet und über Druckluftnetze an Verbraucher verteilt. Um Luft auf ein bestimmtes Druckniveau zu verdichten ist sehr viel Energie notwendig. Dabei weisen Druckluftsysteme erhebliche Einsparpotenziale auf, je nach Anwendung lassen sich bis zu 50% an Energie einsparen. Mit Hilfe von effizienten Motoren, dem Einbau von Frequenzumrichtern für die Drehzahlregelung, die Nutzung eines bedarfsgerechten Kompressors sowie dem Einsatz intelligenter Luftführung, zur Vermeidung von Druckverlusten, kann dies unter anderem erreicht werden. Große Einsparpotenziale liegen des Weiteren beim Aufspüren und dem gleichzeitigen Beseitigen von Druckluftleckagen. Eine regelmäßige Wartung des Druckluftnetzes ist daher unbedingt erforderlich. Die Leckagen sollten nicht nur mit Hilfe des menschlichen Gehörs aufgespürt werden, auf einfache Weise lassen sich diese auch durch Ultraschallmessgeräte finden. In diesem Fall stören auch Hintergrundgeräusche die Identifikation der Leckagestellen nicht. Oft geht durch Leckageverluste bis zur Hälfte der Druckluft auf dem Weg bspw. zum Werkzeug verloren. Insbesondere an folgenden Stellen können Leckagen auftreten: (in Anlehnung an BA-LA, 2012)

- undichte Leitungen
- undichte Schnellkupplungen
- undichte Anschlussschläuche an die jeweiligen Verbraucher
- veraltete Verbraucher
- Dichtungen von pneumatischen Regeleinheiten

Elektrische Antriebe bei Kälteanlagen: Die Kältetechnik ist eine im Gewerbe weit verbreitete Technologie. Dabei bestehen in diesem Bereich erhebliche Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz. Meist kann in den Betrieben der Stromverbrauch um 30 bis 50% gesenkt werden (vgl. DENA, IEE, S.6). Generell gilt: Um Kälte zu nutzen, muss Wärmeenergie umgewandelt werden. Bei einer aktiven Kühlung geschieht dies durch einen Kälteprozess unter Zuführung von elektrischer Energie. Dafür gibt es verschiedene Verfahren, die am weitesten verbreitete ist die Kompressionskältemaschine.

In den Sommermonaten ist es in Gewerbegebäuden oft nötig Wärmelasten abzuführen. Diese sind dabei zum Beispiel die Sonnenstrahlung durch die Fenster oder interne Wärmelasten durch Maschinen, die Beleuchtung oder Personen. Kompressionskältemaschinen benötigen elektrische Antriebsenergie und sind für einen entsprechenden Anteil am Stromverbrauch verantwortlich. Daher ist es sinnvoll, die Wärmelasten zu minimieren. Bei Bestandsgebäuden können dies ein Sonnenschutz in Form von Markisen sowie effiziente Beleuchtungstechniken und Geräte sein. Bei Neubauten ist auf einen geringen Anteil der Fensterflächen und eine richtige Ausrichtung des Grundrisses zu achten. Weitere Verfahren bei Kälteanlagen sind zum Beispiel Sorptionsmaschinen, welche anfallende Abwärme nutzen um deren thermischen Verdichter anzutreiben. Darüber hinaus kann die Abwärme der Kältemaschine selbst genutzt werden, wenn dauerhaft Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau benötigt wird. Falls die Temperatur, auf die gekühlt werden soll, nur wenig unter der Umgebungstemperatur liegt, kann darüber hinaus eine Verdunstungskühlung eingesetzt werden (in Anlehnung an DENA, IEE, S.5). Als Kältequellen kann man darüber hinaus bspw. Brunnenwasser oder die kühle Nachtluft einsetzen. Wird in einem Betrieb ganzjährig Wärme, Kälte sowie Strom benötigt ist es möglich, eine Kraft-Wärme-Kältekopplungsanlage zu installieren.

Beleuchtung: Grundsätzlich sind bei der Beleuchtungstechnik, ähnlich wie bei den privaten Haushalten, Einsparpotenziale von bis zu 80% möglich. Allerdings ist die Beleuchtung auch ausschlaggebend für die Arbeitsplatzqualität, daher kann die Beleuchtungsstärke nicht immer reduziert werden. Das Beleuchtungssystem besteht neben den Lampen, aus einem Vorschaltgerät, der Verkabelung, einer Leuchte sowie Steuerungsmöglichkeiten. All diese

Komponenten haben Einfluss auf den Stromverbrauch des ganzen Systems. Neben der Erhöhung des Anteils effizienter Lampen lässt sich daher auch durch den Gebrauch elektronischer Vorschaltgeräte sowie durch eine bedarfsgerechte Regelung und Steuerung des Beleuchtungssystems der Stromverbrauch verringern. Der Austausch von herkömmlichen Vorschaltgeräten zu elektronischen verringert den Stromverbrauch um bis zu 20% (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, LM, Kap. 3, S.22). Darüber hinaus können im Gewerbe verstärkt Zeitschaltuhren oder Präsenzmelder eingesetzt werden. Allein diese beiden Maßnahmen können den Stromverbrauch um bis zu 30% senken. Eine weitere Möglichkeit, welche bis zu 13% an Einsparungen bringen kann, ist die verstärkte Tageslichtnutzung in Industriehallen, bei der über Sensoren das elektrische Licht durch das Tageslicht substituiert und herunter gedimmt wird (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4a, S. 26).

In der nachfolgenden Abbildung 14 sind laut DENA die eben ausgeführten Einsparpotenziale bei branchenübergreifenden Anwendungen nochmals dargestellt:

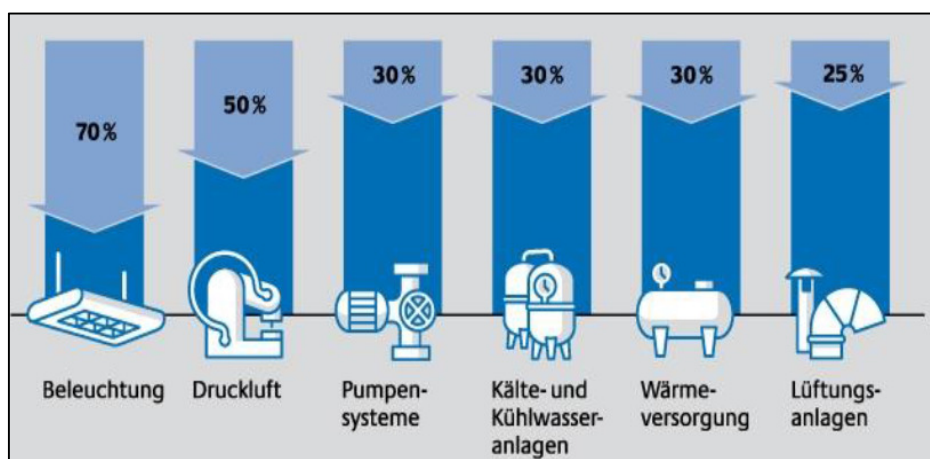


Abbildung 14: Potenziale verschiedener Anwendungen, (DENA, 2013 (3), S.22)

Aufgrund des bedeutenden Anteils von Betrieben des Dienstleistungsbereiches im LK SHA ist auch auf die **Informations- sowie Kommunikationstechnik (IKT)** bei der Identifikation von Effizienzpotenzialen Wert zu legen. Ähnlich wie bei den privaten Haushalten umfasst die IKT Techniken zur Sprach-, Daten- und Bildkommunikation. Inhalte sind dabei die Verarbeitung, Speicherung, Übertragung und Ausgabe von Daten. Trendanalysen haben gezeigt, dass der Stromverbrauch in Deutschland im Bereich der IKT bis 2020 um bis zu 20% zu-

nehmen kann. Dies ist vor allem durch die Neuanschaffung von Geräten und deren Betrieb verursacht (vgl. LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4b, S.15).

Ansätze dem entgegenzuwirken und den Stromverbrauch zu verringern, sind vor allem in den folgenden vier Gebieten innerhalb der IKT zu erreichen (vgl. LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4b, S.16):

- Green Components: Verwendung der effizientesten sowie besten verfügbaren Technik
- Green Computing: Systemlösungen für energieeffiziente sowie leistungsfähige Server und Rechenzentren
- Green Networks: Energieeffiziente sowie leistungsfähige Breitbandanschlüsse und Netzinfrarstrukturen
- Green Procurement: Nachhaltigkeits- und Umweltaspekte in den Einkaufs- und Beschaffungsprozess einbeziehen

Schein-Aus-Verluste haben durch verstärkte Anforderungen am Energieverbrauch in Zukunft nur noch eine untergeordnete Rolle. Allerdings verursachen Leerlaufbetriebe im Bestand im schlechtesten Fall ganzjährig Energieverbräuche, die nach Möglichkeit durch Trennen der Anlagen vom Netz verhindert werden sollten. Worauf es aber besonders zu achten gilt, sind die Verbräuche im Betrieb der Geräte (vgl. LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap. 4b, S.16 f.). Zwar verfügen die meisten Geräte über Energiesparfunktionen, doch sind diese nicht immer automatisch aktiviert. Somit sollten Energiesparoptionen, etwa bei Betriebssystemen von Rechnern, richtig konfiguriert und aktiviert sein. Durch organisatorische und verhaltensbezogene Maßnahmen lassen sich im Bereich der IKT je nach Anwendung bis zu 14% am Stromverbrauch einsparen. Um größere Potenziale auszuschöpfen können bspw. für Rechner sogenannte Thin-Client-Lösungen eingesetzt werden. Dabei erledigen neue, leistungsfähige Server alle Anwendungen zentral, welche sonst auf einzelnen Arbeitsplatz-Computern laufen. Am herkömmlichen Arbeitsplatz werden nur noch Tastatur, Maus und Monitor sowie ein Thin-Client benötigt. Diese kleinen Computer brauchen weniger Platz im Büro und verbrauchen bis zu 50% weniger Energie als Desktop-Computer (in Anlehnung an DENA, IEE, 2009, S.13).

Nachdem die Einsparpotenziale in den Hauptanwendungen des Gewerbes aufgeführt wurden, geht es im Folgenden um das Einsparpotenzial in einem Betrieb insgesamt. In jedem Betrieb sind generell Potenziale zum Einsparen von Energie vorhanden. Dieses Potenzial

kann am wirkungsvollsten durch die Einführung eines **betrieblichen Energiemanagementsystems (EnMS)** (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, LM, Kap. 8, S.10 f.) genutzt werden. Grundlage für ein EnMS ist die Erfassung, Auswertung sowie Darstellung des energetischen Zustandes eines Unternehmens im Rahmen der bereits angesprochenen Ist-Analyse. Aufbauend auf dieser Analyse wird durch das Definieren von Zielen und Prozessen in Kombination mit dem Ergreifen von Maßnahmen eine Verbesserung der betrieblichen Energieeffizienz erreicht. Darüber hinaus wird eine Energiepolitik für das Unternehmen entwickelt, welche durch das EnMS zum einen umgesetzt aber auch laufend kontrolliert und bei Bedarf angepasst wird. In nachfolgender Abbildung 15 ist das zu erwartende Ergebnis nach Einführung eines EnMS in einem Unternehmen dargestellt. Die Betrachtung reicht dabei von der Implementierung über die Investitionsentscheidungen für effizientere Maschinen bis hin zur Verbesserung der Anlagen, bspw. durch die Anpassungen der Regelungen. Je nach Branchenzugehörigkeit sind bereits bis zum dritten Jahr nach der Einführung Energie-, bzw. Kosteneinsparungen von bis zu 25% zu erwarten. Durch eine kontinuierliche Umsetzung der Maßnahmen wird das Energiesparen ein Teil der Unternehmenskultur.

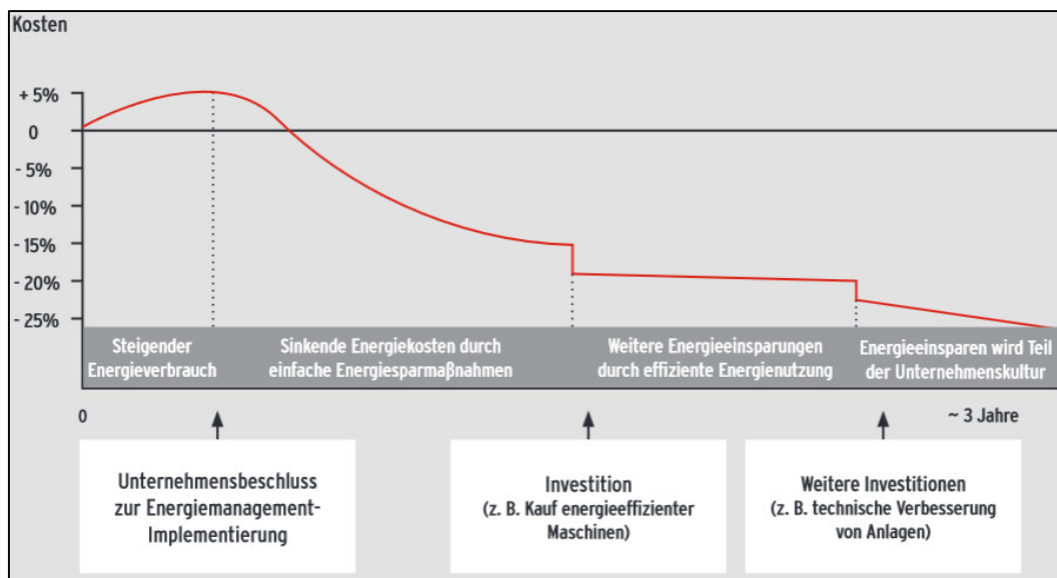


Abbildung 15: Kontinuierliche Kostensenkung mit einem EnMS, (UBA, 2012, S.21)

Der Nutzen für die Betriebe bei der Einführung eines EnMS sind neben der Einsparung von Energiekosten, garantierte Ermäßigungen bei der Energiesteuer durch die Bundesregierung (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, LM, Kap.8, S.10 f.). Durch die Energieeinsparungen und die damit verbundenen Einsparungen an Kosten wird die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zusätzlich gestärkt. In der laufenden Umsetzung des Energiema-

nagements nach Einführung des EnMS liegt auch der vordergründige Unterschied etwa zu einer Energieberatung, welche eine in der Regel einmalige Bestandsanalyse und darauf aufbauende Empfehlungen für Effizienzmaßnahmen beinhaltet. Untersuchungen haben gezeigt, dass in nahezu jedem Unternehmen bei langfristigen Umsetzungen Einsparpotenziale bis zu 50% vorhanden sind. Nach einer Studie von SCHRÖTER, BUSCHAK, WEIßFLOG (2009, S.3), in der verschiedene Unternehmen nach der Einschätzung deren Energieeinsparpotenziale befragt wurden, schätzen rund die Hälfte der Betriebe deren Potential auf bis zu 10% sowie rund ein Drittel auf bis zu 20% ein. Nur wenige Unternehmen (3%) gehen davon aus, dass sie kein Einsparpotenzial erzielen können, 16% sind der Meinung, dass deren Einsparpotenzial durch konsequente Umsetzung über 20% liegt.

Auf den LK SHA übertragen, kann das **Einsparpotenzial für alle Betriebe zusammen** lediglich überschlagsmäßig ermittelt werden. Der Energieverbrauch des Gewerbes im LK SHA ist in den Jahren 2006 bis 2010 leicht um 8% gesunken (vgl. REU, KRAUß, 2013, S.6). Der Energieverbrauch ist dabei stark von der Produktionsmenge abhängig. Wie bereits in der Kurzinformation des LK SHA in Kapitel 3 aufgeführt, ist die Bruttowertschöpfung zu Herstellungspreisen aller Betriebe dagegen angestiegen. Zwischen den Jahren 2005 und 2010 um rund 6% (in Anlehnung an LA-SHA, WFG mbH, 2012, S. 40). Somit konnte bei sinkendem Energieverbrauch gleichzeitig der generierte Produktionswert des Gewerbes erhöht werden. Dies spricht bereits für einen effizienten Umgang mit Energie im Gewerbe des LK SHA. Für die zukünftige Entwicklung im LK gehen die Verfasser dieser Arbeit davon aus, dass der verstärkte Einsatz von EnMS in den Betrieben des Gewerbes dazu führt, dass der Energieverbrauch bei einer erhöhten Bruttowertschöpfung zu ähnlichen Teilen wie in den letzten Jahren weiter sinken wird. Somit ist bis 2020 mit bis zu 20% und bis 2030 mit bis zu 40% an Einsparungen gegenüber dem Jahr 2010 zu rechnen. Die **Zusammenfassung der Potenzialbetrachtung des Gewerbes im LK SHA** ist auf der nachfolgenden Seite dargestellt.

5.4.3 Zusammenfassung Potenzialbetrachtung Gewerbe LK SHA

Potenzialbetrachtung Gewerbe		
Jahr	Primärenergieverbrauch in GWh/Jahr	Einsparung ggü. 2010 in %
2010	3027	
2020	2422	20%
2030	1816	40%

Tabelle 23: Ergebnis Potenzialbetrachtung Gewerbe

Der Primärenergieverbrauch des Gewebes reduziert sich im LK SHA, unter den gegebenen Annahmen wie in Tabelle 23 und Abbildung 16 dargestellt, bis 2020 gegenüber 2010 um rund 20% von 3.027 GWh/Jahr auf 2.422 GWh/Jahr. Bis zum Jahr 2030 reduziert sich dieser gegenüber dem Jahr 2010 um rund 40% auf 1.816 GWh/Jahr.

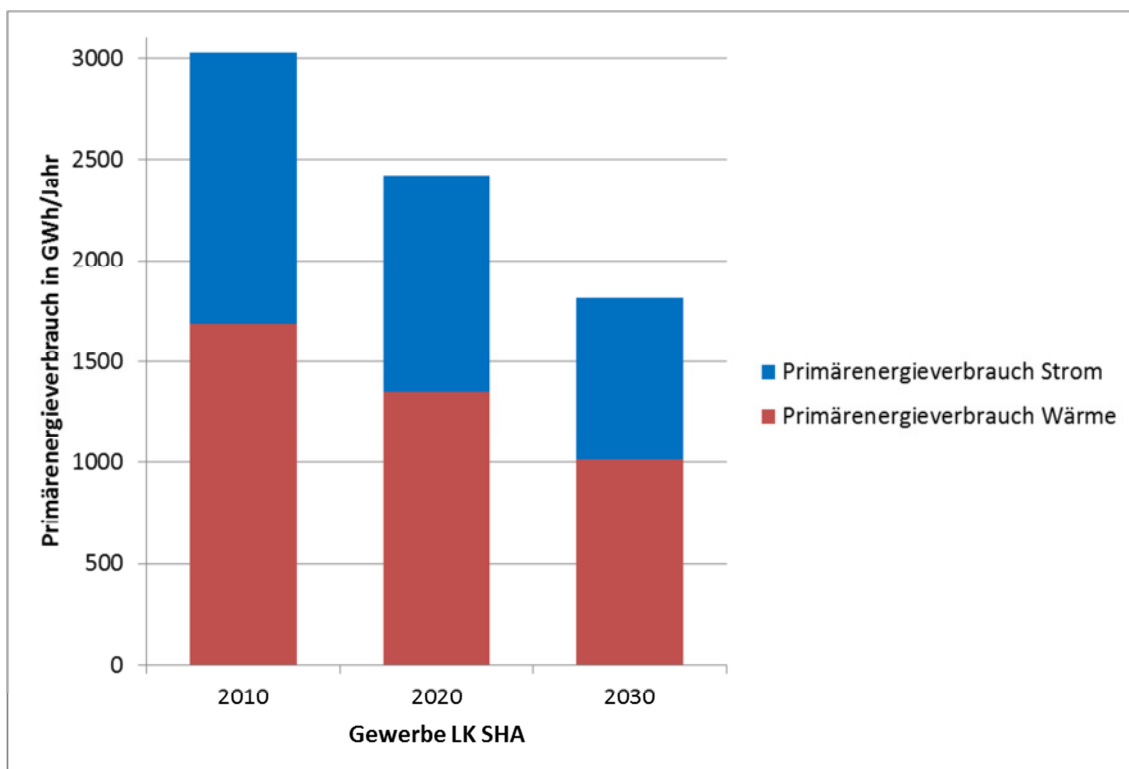


Abbildung 16: Ergebnis Potenzialbetrachtung Gewerbe

5.5 Potenzialbetrachtung Verkehr

Der **Verkehr im LK SHA** ist im Jahr 2010 grundsätzlich für rund ein Drittel des Primärenergieverbrauches verantwortlich. Dabei verzeichnen PKW sowie SNF, mit in Summe zusammen 93%, den größten Anteil am Verbrauch. Der Anteil der PKW ist mit 62% im Vergleich zu den SNF mit 31% genau doppelt so groß. Den restlichen Anteil von in Summe 7% machen die LNF sowie die Krafträder aus.

Innerhalb des zugrundeliegenden Betrachtungsrahmens in dieser Arbeit werden im Verkehrsbereich bis 2030 die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor dominant bleiben. Zu alternativen Antrieben gehören bspw. Elektromotoren, Brennstoffzellenantriebe und Hybridtechnologien. Trotz jahrzehntelanger Forschung und Entwicklungen stehen diese Technologien jedoch erst am Anfang. Es ist derzeit noch nicht möglich, eine klare Prognose über die weitere Entwicklung, welche Technologie in Zukunft die dominierende sein wird, abzugeben (in Anlehnung an EEP, 2013, S.31). Generell sind neue Technologien im Gegensatz zu herkömmlichen Techniken oft Hindernissen des Marktes in Form von hohen Anschaffungskosten, limitierten Reichweiten durch Speicherprobleme, Sicherheitsproblemen, hohen Treibstoffkosten sowie einer limitierten Anzahl und Infrastruktur von Tankstellen ausgesetzt und befinden sich in starkem Wettbewerbsdruck mit den konventionellen Antriebstechniken (in Anlehnung an LAQUA, Sommersemester 2012, OE, Kap.9, S.18).

Die **Energieeffizienz bei der Kraftfahrzeugnutzung** ist das Produkt aus der Effizienz der Vorkette (von der Primärenergie bis zur Bereitstellung der Endenergie in Form des Kraftstoffes, Well-to-tank) und der Effizienz des Fahrzeuges (Tank-to-Wheel) (vgl. UBA, 2013 (2), S.16). Im Rahmen dieser Arbeit wird die Effizienz des Fahrzeuges betrachtet. Diese hängt sowohl von der Effizienz des Antriebs, als auch von der Größe, Form, Gewicht und weiteren Komponenten des Fahrzeuges ab. Darüber hinaus hat das Fahrverhalten (bspw. Geschwindigkeit, Beschleunigung) und das Einsatzgebiet (bspw. Stadt, Autobahn, Landstraße) einen großen Einfluss. Im Rahmen dieser Arbeit können **Energieeinsparungen im Verkehrsbereich** vorwiegend durch die **Einführung effizienter Fahrzeuge, durch die effiziente Fahrzeugnutzung und die Umverteilung des Verkehrs** erreicht werden. Im Folgenden werden in diesen Bereichen verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, Energie einzusparen:

Einführung effizienter Fahrzeuge: Die Einführung von effizienten Fahrzeugen stellt den größten Hebel für Einsparpotenziale im Verkehrsbereich dar. Ein wesentlicher Ansatz, die Energieeffizienz im Straßenverkehr zu erhöhen und den Kraftstoffverbrauch zu senken, liegt in der Motorentechnik. Laut Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMW, 2010, S.47) verbrauchen Motoren mit Direkteinspritzung bereits heute etwa 20% weniger Energie als Motoren mit herkömmlicher Technik. Weitere Einsparpotenziale bei Benzin- wie auch Dieselmotoren ergeben sich durch das sogenannte Downsizing. Dabei werden Motoren generell mit kleinerem Hubraum ausgestattet, der auftretende Leistungsverlust wird durch eine sogenannte Aufladung kompensiert. Es wird dabei mehr Luft, somit mehr Sauerstoff, in den Zylinder gepumpt. Durch dieses Verfahren führt ein Viertel weniger Hubraum zu 10% weniger Energieverbrauch (vgl. ADAC, 2009, S.9). Des Weiteren sind Start-Stopp-Automatiken in vielen Neuwagen bereits Standard. Bei längeren Standzeiten wird der Motor durch eine Regelung selbständig abgeschaltet, mit Betätigung der Kupplung läuft dieser im Millisekunden-Bereich wieder an. Dies ist bspw. im Stadtverkehr sehr effizient und kann den Kraftstoffverbrauch um bis zu 15% senken (vgl. ADAC, 2009, S.9).

Neben effizienten Motoren und deren Ausstattung gibt es weitere Möglichkeiten den Energieverbrauch bei Neufahrzeugen im Straßenverkehr zu verringern. Ein großes Potenzial liegt bspw. in der aerodynamischen Gestaltung der Karosserie. Dabei wird durch Maßnahmen der Luftwiderstandsbeiwert (cw-Wert) verringert. Der Wert gibt an, wie viel Widerstand das Fahrzeug dem Luftstrom bei der Fahrt entgegenbringt. Mit Hilfe intelligenter Lösungen zur Verbesserung der Aerodynamik kann der Verbrauch bspw. bei SNF um bis zu vier Liter pro 100 km reduziert werden (in Anlehnung an BMW, 2010, S. 48). In der Konstruktion bei Neufahrzeugen wurden in den letzten Jahren vermehrt Leichtbauelemente eingesetzt. Diese können bspw. Aluminiumbauteile oder Kohlefaserverbundstoffe sein. Der Einbau dieser Elemente führt zu einem geringeren Gewicht und dadurch zu einem geringeren Verbrauch. Zusammen machen diese Möglichkeiten (verbesserte Aerodynamik, Leichtbau) eine Kraftstoffeinsparung von bis zu 8% aus (in Anlehnung an ADAC, 2009, S.9).

Effiziente Fahrzeugnutzung: Die effiziente Fahrzeugnutzung ist neben dem Neukauf kraftstoffsparender Fahrzeuge ein weiterer großer Hebel für Einsparungen. Zur effizienten Fahrzeugnutzung gehört zuallererst das vorausschauende und spritsparende Fahren. Im Folgenden werden kurz einige Punkte genannt, welche den Kraftstoffverbrauch beim Fahren verringern können (in Anlehnung an S-SHA, Tipp:13 und ADAC, 2014):

- Anfahren: zügiges Beschleunigen auf erlaubte Geschwindigkeit mit frühem Hochschalten bei 2000 Umdrehungen/Minute in einen Gang, welcher bei niedriger Drehzahl des Motors ein stabiles Fahren erlaubt
- Fahren generell:
 - vorausschauend und beständig fahren, um unnötige Brems- sowie Beschleunigungsvorgänge zu vermeiden
 - mit höherem Reifendruck, für einen niedrigen Rollwiderstand, fahren
 - Motorbremswirkung selbst mit nutzen: beim Heranrollen an eine Ampel nicht den Gang herausnehmen, oft sind Autos mit einer sogenannten Schubabschaltung ausgerüstet, welche die Kraftstoffzufuhr in dieser Situation sperrt
 - auf die Gang-Wahl achten: Diese hat unmittelbaren Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch, stets im höchst möglichen Gang fahren
 - Mitführen von Anbauten, Aufbauten und Gewicht, bspw. Gepäckträger, nur im Bedarfsfall
- Anhalten:
 - Zurückschalten ist nicht erforderlich, solange der Motor (ohne zu ruckeln) noch Gas annimmt
 - Wagen mit eingelegtem Gang ausrollen lassen
 - bei längeren Standzeiten Motor abschalten

Bereits mit diesen Maßnahmen lassen sich nach ADAC (2014) 10 bis 20% an Kraftstoff einsparen.

Umverteilung des Verkehrs: Die Umverteilung des Verkehrs bedeutet, dass Verkehrsteilnehmer ihre Verkehrsmittelwahl überdenken und auf den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), auf nicht-motorisierte Verkehrsmittel, bspw. das Fahrrad, umsteigen oder Fahrgemeinschaften bilden. Die DENA beschreibt die Förderung dieser Umverteilung des Verkehrs als sogenanntes Mobilitätsmanagement. Mobilitätsmanagement setzt an der Verkehrsnachfrage an: Den Verkehrsteilnehmern werden gezielt Optionen für einen Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf andere Mittel (öffentliche Verkehrsmittel, nicht motorisierte Verkehrsmittel, Fahrgemeinschaften) geboten (in Anlehnung an DENA, 2013 (4), S.21 ff.). Um nachhaltig Energie über die Umverteilung des Verkehrs einsparen zu können, sollten die Fahrgewohnheiten der Fahrzeughalter verändert werden. Der durchschnittliche Besetzungsgrad von PKW liegt laut DENA (2013 (4), S.21) in Deutschland bei 1,4 Personen, auf dem Weg zur Arbeit ist dieser sogar bei nur 1,1 angesiedelt. Eine wichtige Strategie zur Senkung

verkehrsbedingter Energieverbräuche führt daher über eine Verkehrsverlagerung auf energieeffizientere Verkehrsmittel bzw. die Erhöhung des Besetzungsgrades in Folge von Fahrgemeinschaften. Von 2008 bis 2010 hat die DENA unter Förderung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ein bundesweites Programm für Mobilitätsmanagement durchgeführt. Dabei wurden insgesamt rund 100 Betriebe und Kommunen beraten und unterstützt. Die darauffolgende Analyse und Auswertung dieser Beratungen hat folgende durchschnittliche Potenziale ergeben:

- Reduktion der Fahrten um bis zu 19%
- Senkung des Endenergieverbrauchs pro Beschäftigten um durchschnittlich 700 kWh pro Jahr

Mobilitätsmanagement	
Anzahl Beschäftigte LK SHA im Jahr 2010	100000
Senkung Endenergieverbrauch pro Beschäftigten in kWh/Jahr	700
Primärenergiefaktor Kraftstoffe	1,25
Senkung Primärenergieverbrauch für alle Beschäftigten in GWh/Jahr	87,5
Primärenergieverbrauch Verkehr LK SHA 2010 in GWh	2430
Einparung Primärenergieverbrauch im Verkehr durch Mobilitätsmanagement	4%

Die durchschnittlich eingesparten 700 kWh pro Beschäftigten und Jahr wurden in nebenstehender Tabelle 24 auf alle Beschäftigten des Landkreises SHA mit dem bereits in der Ist-Analyse des Verkehrs angesprochenen Primärenergiefaktor der Kraftstoffe hochgerechnet. Auf den Kreis insgesamt bezogen, würde dieses Mobilitätsmanagement, im Vergleich zum Jahr 2010, eine Einsparung von rund 4% des Primärenergieverbrauches für den Verkehr im LK SHA bedeuten.

Tabelle 24: Auswirkungen Mobilitätsmanagement Verkehr LK SHA

Auswirkungen der Potenziale auf den Verkehrsbereich im LK SHA

Im Folgenden werden die aufgeführten **Möglichkeiten zur Verbrauchsminderung im Verkehrsbereich auf den LK SHA** übertragen. Die entsprechende Vorgehensweise ist innerhalb des Betrachtungsrahmens dieser Arbeit in nachfolgender Tabelle 25 dargestellt. Dabei wurden die erarbeiteten Erkenntnisse auf alle Fahrzeugtypen im LK SHA umgelegt:

2010

Fahrzeug	Krafträder	PKW	LNF (bis 3,5 Tonnen)	SNF, Busse (bis 38 Tonnen)	SUMME
Jahresfahrleistung in Millionen km	40,1	1654,7	73,7	251,4	2019,9
durchsch. Liter Verbrauch auf 100km	5	7,5	15	25	
Liter Kraftstoff/Jahr	2.005.000	124.102.500	11.055.000	62.850.000	
Endenergieverbrauch GWh/Jahr*	19	1.206	107	611	1.944
Primärenergieverbrauch GWh/Jahr	24	1.508	134	764	2.430

2020 Annahme 2010-2020 Kraftstoffverbrauch um 10% geringer, Jahresfahrleistung um 1,5% geringer

Fahrzeug	Krafträder	PKW	LNF (bis 3,5 Tonnen)	SNF, Busse (bis 38 Tonnen)	SUMME
Jahresfahrleistung in Millionen km	39,5	1629,9	72,6	247,6	1989,6
durchsch. Liter Verbrauch auf 100km	4,5	6,75	13,5	22,5	
Liter Kraftstoff/Jahr	1.777.433	110.016.866	9.800.258	55.716.525	
Endenergieverbrauch GWh/Jahr*	17	1.069	95	542	1.723
Primärenergieverbrauch GWh/Jahr	22	1.337	119	677	2.154

2030 Annahme 2020 - 2030 Kraftstoffverbrauch um 15% geringer, Jahresfahrleistung um weitere 3,5% geringer

Fahrzeug	Krafträder	PKW	LNF (bis 3,5 Tonnen)	SNF, Busse (bis 38 Tonnen)	SUMME
Jahresfahrleistung in Millionen km	54,6	1572,8	70,1	239,0	1936,5
durchsch. Liter Verbrauch auf 100km	3,825	5,7375	11,475	19,125	
Liter Kraftstoff/Jahr	2.088.626	90.241.335	8.038.661	45.701.480	
Endenergieverbrauch GWh/Jahr*	20	877	78	444	1.420
Primärenergieverbrauch GWh/Jahr	25	1.096	98	555	1.775

Tabelle 25: Vorgehensweise Potenzialbetrachtung Verkehr LK SHA

Laut dem Auto-Portal KFZ.de weisen Fahrzeuge heutzutage eine Nutzungsdauer von bis zu 15 Jahren auf (vgl. Auto-Portal KFZ, 2014). Im zugrundeliegenden Betrachtungsrahmen dieser Arbeit von 2010 bis 2030 werden somit alle Fahrzeuge des LK SHA noch mindestens einmal ausgetauscht. Laut GEGE, HEIB (2013, S.100) nahm der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch aller PKW in Deutschland zwischen dem Jahr 2000 und 2008 von 8,3 Liter auf 7,6 Liter pro 100 km ab. Generell wird daher angenommen, dass der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch um 10% pro Jahrzehnt sinkt. In der Ist-Analyse des Verkehrs im LK SHA wurden verschiedene durchschnittliche Kraftstoffverbräuche je nach Fahrzeugart für das Jahr 2010 angenommen. In der folgenden Betrachtung sinkt der Kraftstoffverbrauch von 2010 bis 2020, bspw. durch den Neukauf effizienterer Fahrzeuge oder intelligenteres Fahrverhalten, um 10% bei jedem Fahrzeugtyp. Unter Berücksichtigung der demografischen Entwicklung der Bevölkerung in Kapitel 5.2 (S.18) und Maßnahmen zum Mobilitätsmanagement verringern sich darüber hinaus die Jahresfahrleistungen im LK SHA bis 2020 gegenüber 2010 um 1,5% bei jedem Fahrzeugtyp.

Aufgrund der Annahme, dass zwischen den Jahren 2020 und 2030 noch effizientere Fahrzeuge auf den Markt kommen und die Fahrzeugnutzer mehr Wert auf spritsparende Autos und eine entsprechende Fahrweise legen, geht der Verfasser dieser Arbeit davon aus, dass sich der Kraftstoffverbrauch zwischen den Jahren 2020 und 2030 um weitere 15% bei jedem Fahrzeugtyp reduzieren wird. Unter Berücksichtigung der demografischen Entwicklung der

Bevölkerung und Maßnahmen zum Mobilitätsmanagement, verringern sich in dieser Betrachtung die Jahresfahrleistungen zwischen 2020 und 2030 um weitere 3,5%.

Dies hat innerhalb des Betrachtungszeitraumes die folgenden, in Tabelle 26 und Abbildung 17 dargestellten, **Einsparungen für den Primärenergieverbrauch im Verkehr des LK SHA** gegenüber dem Jahr 2010 zur Folge:

Potenzialbetrachtung Verkehr		
Jahr	Primärenergieverbrauch in GWh/Jahr	Einsparung ggü. 2010 in %
2010	2430	0%
2020	2154	11%
2030	1775	27%

Tabelle 26: Ergebnis Potenzialbetrachtung Verkehr LK SHA

Im Vergleich zum Jahr 2010 mit 2.430 GWh vermindert sich der Primärenergieverbrauch im Verkehr bis 2020 auf 2.154 GWh/Jahr (Einsparung von 11%) und bis zum Jahr 2030 auf 1.775 GWh/Jahr (27%).

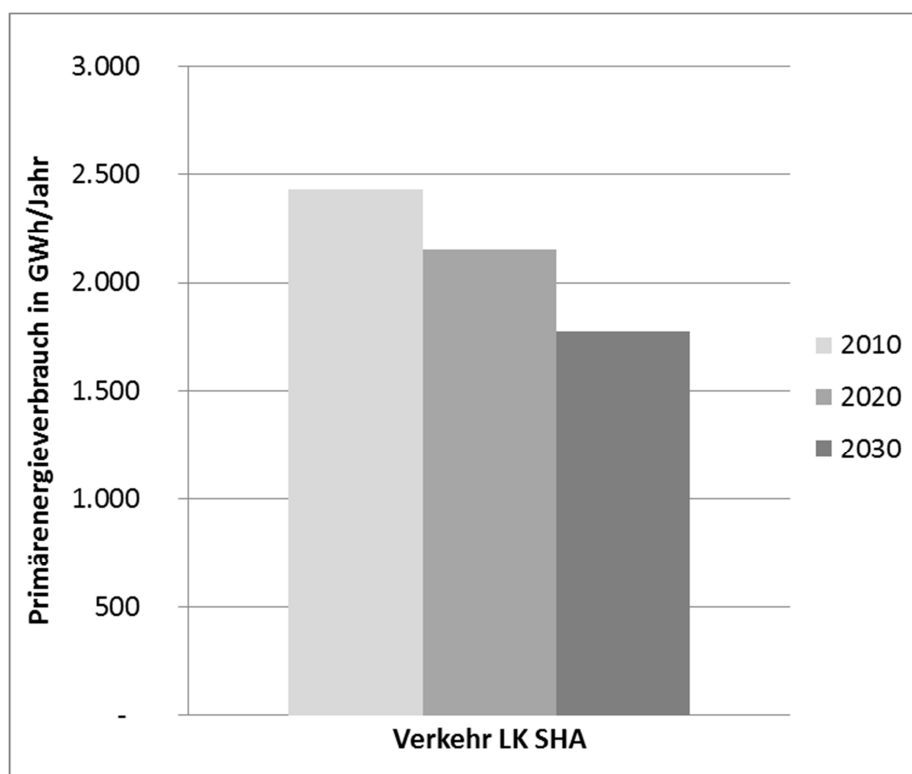


Abbildung 17: Ergebnis Potenzialbetrachtung Verkehr

5.6 Potenzialbetrachtung öffentliche Hand

Die **Verbrauchergruppe öffentliche Hand** verursacht, wie in der Ist- Analyse des LK SHA in Kapitel 4 bereits beschrieben, lediglich 1% des Primärenergieverbrauchs. Somit haben Effizienzsteigerungen in dieser Verbrauchergruppe nur eine sehr geringe Wirkung auf die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs. Dennoch nehmen Einrichtungen der öffentlichen Hand, bspw. Rathäuser, Schulen, Hochschulen sowie sonstige Landeseinrichtungen eine besondere Stellung zum Erreichen der Klimaschutzziele ein: Im Klimaschutzgesetz BW ist in Paragraph 7 die besondere Stellung der öffentlichen Hand explizit erwähnt (vgl. KSG BW, 2013, §7): Der öffentlichen Hand kommt in deren Organisationsbereich eine allgemeine Vorbildfunktion beim Klimaschutz zu. Unter anderem soll durch Maßnahmen zur Energieeinsparung sowie durch die effiziente Nutzung von Energie das Thema Klimaschutz vorbildlich für alle Bürger sowie Unternehmen vorangetrieben werden. Die Gemeinden und Gemeindeverbände erfüllen die genannte Vorbildfunktion in eigener Verantwortung, die Landesregierung unterstützt diese dabei. Generell soll damit das allgemeine Verständnis der Bürger für die Ziele des Klimaschutzes gefördert und unterstützt werden. Ein Basiskonzept für den Klimaschutz stellt laut dem Umweltministerium BW (UM BW, 2014) ein gebündeltes Energiemanagement dar, welches durch die öffentliche Hand in den Kommunen sowie Landkreisen vorgelebt wird. Im Folgenden wird dieses Konzept kurz erläutert:

Inhalt ist zuallererst die Definition einer Energieleitlinie, welche als Orientierung für die Aktivitäten im Rahmen eines Energiemanagements dient. Dabei sollen die Bedeutung sowie der Stellenwert des Energiemanagements für den LK deutlich werden. In dieser Energieleitlinie werden Zuständigkeiten, Planungsregeln und Betriebsanweisungen festgehalten. Ähnlich wie bei den privaten Haushalten und dem Gewerbe ist auch in den Einrichtungen der öffentlichen Hand daraufhin eine Analyse des Bestandes, bspw. durch einen fachkundigen Energieberater, durchzuführen. Um Prioritäten feststellen zu können, werden Energieverbräuche erfasst und ausgewertet. Im Rahmen von Begehungen der Gebäude werden technische sowie organisatorische Mängel festgestellt und deren Beseitigung veranlasst. Die Begehungen dienen des Weiteren dazu, aufbauend auf der Bestandsanalyse, Energieeffizienzmaßnahmen für die jeweilige Einrichtung zu generieren (in Anlehnung an UM BW, S.5 ff.). Die Verantwortlichen Gebäudebetreiber, bspw. Hausmeister, werden für die Betriebsoptimierung im Umgang mit den installierten Anlagensystemen individuell geschult, um diese optimal betreiben zu können. Maßnahmen zur Einsparung bei öffentlichen Gebäuden sollen dabei, wie bereits erwähnt, mit dem Hintergrund der Vorbildfunktion für den LK durchgeführt werden. Im

Wärmebereich ist bspw. durch die EU-Energieeffizienzrichtlinie vorgegeben, dass eine Sanierungsrate für öffentliche Gebäude von 3% jährlich anzustreben ist (vgl. BMWi, 2013). Ähnlich wie bei den privaten Haushalten ist dieses Potenzial im Wärmebereich bei öffentlichen Gebäuden im LK SHA noch nicht ausgeschöpft.

Viele der bereits in dieser Arbeit aufgeführten Effizienzmaßnahmen im Strombereich, bspw. Beleuchtungstechnik mit LED, Hocheffizienzpumpen, gelten ebenfalls für die öffentliche Hand. Ziel sollte bei der Umsetzung aller Maßnahmen sein, die angesprochene Vorbildfunktion zu erfüllen und die effizientesten Techniken auszuwählen. Bei der Entscheidung zur Umsetzung der Maßnahmen muss somit das Thema Klimaschutz mit berücksichtigt werden und eine wichtige Rolle spielen (in Anlehnung an UM BW, S.11). Um als Vorbild für den Klimaschutz zu gelten, werden die entsprechend erzielten Einsparungen veröffentlicht und für den Bürger, bspw. durch einen jährlichen Energiebericht des Kreises, transparent sowie anschaulich gemacht. Sowohl in den Städten als auch in den Gemeinden ist es darüber hinaus notwendig, zum Beispiel durch eine Kennzeichnung am Eingangsbereich der öffentlichen Gebäude, dem Bürger zu verdeutlichen, dass die jeweiligen Effizienzmaßnahmen im Gebäude einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Im LK SHA ist der Klimaschutz in der Kreispolitik bereits ein Schwerpunktthema. Bei kreiseigenen Gebäuden wird bereits großer Wert auf energetisch sinnvolle Sanierungen gelegt. Darüber hinaus werden alte Heiztechniken, die bisher mit fossilen Brennstoffen befeuert wurden, durch umweltfreundliche Heiztechniken auf der Basis erneuerbarer Energien ersetzt. Der Energieverbrauch von Einrichtungen der öffentlichen Hand im LK SHA ist so zwischen den Jahren 2006 und 2010 um rund 7% gesunken (vgl. REU, KRAUß, S. 6).

Die Verfasser dieser Arbeit gehen kurz- bis mittelfristig davon aus, dass innerhalb der Kreispolitik das Thema Klimaschutz und damit die Maßnahmen zur Effizienzsteigerung weiter fortgeführt und **der Energieverbrauch im öffentlichen Bereich** zu ähnlichen Teilen wie bisher weiter sinken wird (siehe nachfolgende Tabelle 27 und Abbildung 18):

Potenzialbetrachtung öffentliche Hand		
Jahr	Primärenergieverbrauch öffentliche Hand in GWh/Jahr	Einsparung öffentliche Hand ggü. 2010 in %
2010	86	
2020	73	15%
2030	60	30%

Tabelle 27: Ergebnis Potenzialbetrachtung öffentliche Hand

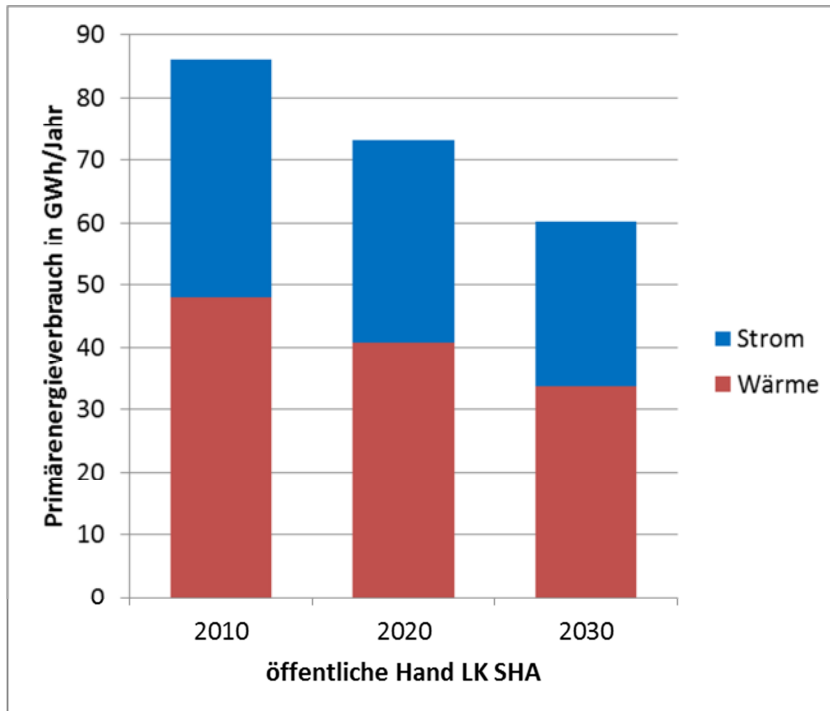


Abbildung 18: Ergebnis Potenzialbetrachtung öffentliche Hand

Im Wärmebereich der öffentlichen Hand des LK SHA ist bis zum Jahr 2020 aufgrund der höheren, vorgegebenen Sanierungsrate mit einer Einsparung von rund 15% und bis zum Jahr 2030 von bis zu 30% zu rechnen. Im Strombereich wird ausgehend vom Jahr 2010 eine jährliche Einsparung von 1,5% angenommen, dadurch ergibt sich bis 2020 eine Einsparung von bis zu 15% und bis zum Jahr 2030 von bis zu 30%. Nach Untersuchungen des Umweltministeriums Baden-Württemberg (vgl. UM BW, S.3) sind diese Größenordnungen durchaus realistisch. Der Energieverbrauch sinkt dadurch bis 2020 auf 73 GWh/Jahr und bis 2030 auf 60 GWh/Jahr.

Auf den nachfolgenden Seiten sind die Ergebnisse der Potenzialbetrachtungen zur Energieeffizienz in den einzelnen Verbrauchergruppen aus diesem Kapitel noch einmal zusammenfassend dargestellt.

5.7 Zusammenfassungen Potenzialbetrachtungen Energieeffizienz

In der folgenden Tabelle 28 sowie in Abbildung 19 sind die **Ergebnisse der Potenzialbetrachtungen in den einzelnen Verbrauchergruppen des LK SHA** noch einmal im Überblick dargestellt:

Primärenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen und Nutzungsarten in GWh/Jahr								
	private Haushalte		Gewerbe		öffentliche Hand		Verkehr	
Jahr	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom		
2010	912	762	1687	1340	48	38		
	1674		3027		86		2430	
								Gesamt
								7217

Primärenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen und Nutzungsarten in GWh/Jahr								
	private Haushalte		Gewerbe		öffentliche Hand		Verkehr	
Jahr	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom		
2020	823	686	1350	1072	41	32		
	1509		2422		73		2154	
								Gesamt
								6158

Primärenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen und Nutzungsarten in GWh/Jahr								
	private Haushalte		Gewerbe		öffentliche Hand		Verkehr	
Jahr	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom		
2030	727	610	1012	804	34	27		
	1337		1816		61		1175	
								Gesamt
								4389

Tabelle 28: Ergebnis Potenzialbetrachtungen LK SHA

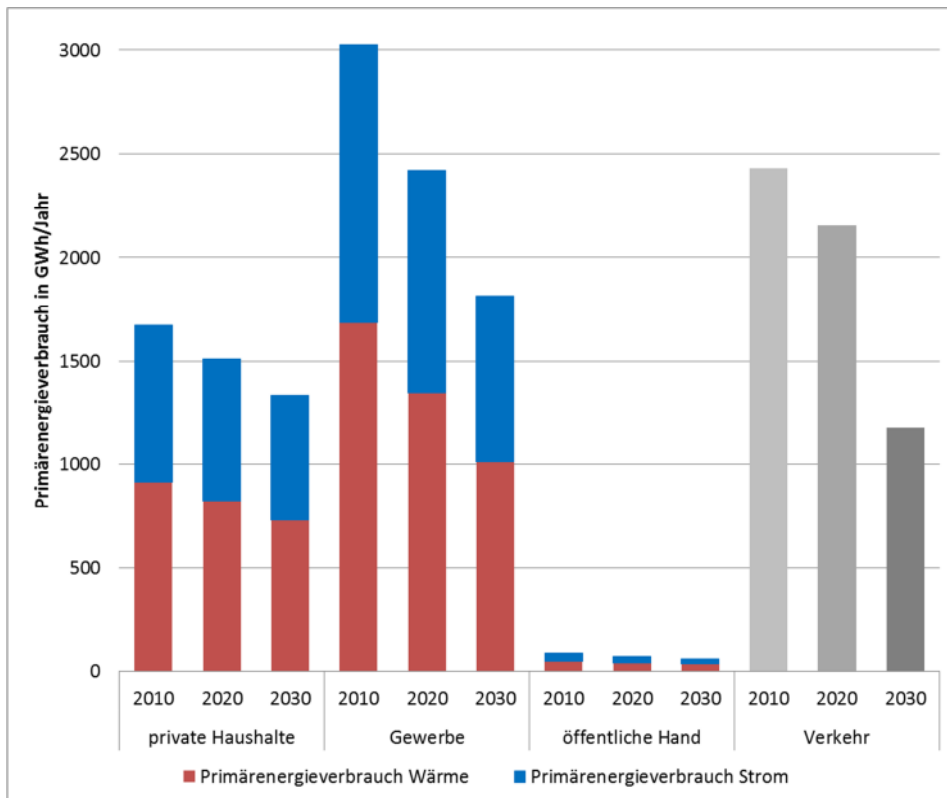


Abbildung 19: Ergebnis Potenzialbetrachtungen LK SHA

Potenzialbetrachtung LK SHA		
Jahr	Primärenergieverbrauch insgesamt in GWh/Jahr	Einsparung gegenüber 2010 in %
2010	7217	
2020	6158	15%
2030	4389	39%

Tabelle 29: Ergebnis Potenzialbetrachtungen LK SHA

Der **Primärenergieverbrauch im LK SHA** insgesamt verringert sich dadurch, wie in Tabelle 29 dargestellt, gegenüber 2010 bis 2020 um rund 15% von 7.217 GWh/Jahr auf 6.158 GWh/Jahr. Bis zum Jahr 2030 reduziert sich dieser um rund 39% gegenüber dem Jahr 2010 auf 4.389 GWh/Jahr.

In der Verbrauchergruppe der **privaten Haushalte** sind vor allem durch die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden Einsparpotenziale vorhanden. Neben der Gebäudehülle bieten die technische Gebäudeausrüstung, insbesondere die Erneuerung und die betriebl-

che Optimierung der Wärmeerzeugung, -verteilung sowie -übergabe Energieeinsparpotenziale. Im Strombereich sind Potenziale vor allem bei Kälte- sowie Wärmeanwendungen vorhanden. Weitere Potenziale bieten Umwälzpumpen, Geräte der Unterhaltungselektronik sowie der IKT. Vor allem durch die Beschaffung von energieeffizienten Geräten und eine entsprechende Nutzung mit der Vermeidung von unnötigem Verbrauch bringen Energieeinsparungen bei Haushaltsgeräten. Im **Gewerbe** ergeben sich Potenziale zum einen durch die betriebliche Optimierung bestehender Anlagen, darüber hinaus führt der Ersatz alter Anlagen und die Beschaffung energieeffizienterer neuer Anlagen zu einem Verbrauchsrückgang. Vor allem durch die konsequente Einführung von EnMS in gewerblichen Betrieben können unternehmensspezifische Einsparpotenziale aufgedeckt und durch eine konsequente Umsetzung des Systems erschlossen werden. Im Rahmen dieser Arbeit können Energieeinsparungen im **Verkehr** vorwiegend durch die Einführung effizienter Fahrzeuge bei konventionellen Technologien (Benzin- und Dieselfahrzeugen), durch die effiziente Fahrzeugnutzung und die Umverteilung des Verkehrs erreicht werden. Bei der **öffentlichen Hand** bestehen, wie bei den privaten Haushalten und dem Gewerbe, vor allem Potenziale bei der Durchführung folgender Maßnahmen: Energetische Sanierung der Gebäude, Optimierung der bestehenden Anlagen, Austausch veralteter Anlagen. Darüber hinaus kommt der öffentlichen Hand eine Vorbildfunktion im LK für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu.

5.8 Potenzialbetrachtung CO₂

Wie bereits in der Ist-Analyse des LK SHA am Ende des Kapitels 4 dieser Arbeit aufgeführt, haben die unterschiedlichen Emissionsgruppen folgende Anteile am CO₂- Ausstoß im Jahr 2010: Private Haushalte/GHD/übrige Verbraucher 29%, Industrie/Feuerungen 19% und Verkehr 52%.

Laut stat. LA-BW (in Anlehnung an stat. LA-BW, 2014 (2)) sind die **quellenbezogenen CO₂-Emissionen im LK SHA** von 1995 bis 2010 insgesamt um 10% gesunken. Das Vergleichsjahr 1995 wurde hier gewählt, da sich die Ziele der Landesregierung im Rahmen der CO₂-Betrachtungen auf Werte von 1990 beziehen. Legt man die grundsätzliche Entwicklung der Emissionen im LK SHA zu Grunde, unterscheiden sich die Werte von 1990 und 1995 nur unwesentlich. Somit kann im Rahmen dieser Arbeit bei der CO₂-Bilanz das Jahr 1995 als Vergleichsjahr verwendet werden. In den einzelnen Verbrauchergruppen haben sich die Emissionen von 1995 bis 2010 unterschiedlich entwickelt:

- **Private Haushalte, GHD, übrige Verbraucher:** Einsparung von 33%
- **Industrie/Feuerungen:** Anstieg um 42%
- **Verkehr:** Einsparung von 4%

Grundsätzlich haben die verschiedenen Potenzialbetrachtungen in den einzelnen Verbrauchergruppen gezeigt, dass Einsparpotenziale für den Energieverbrauch und damit auch für die Emissionen von CO₂ in allen Verbrauchergruppen vorhanden sind. Es geht bei der Potenzialbetrachtung in diesem Abschnitt vordergründig um die Vermeidung oder Begrenzung von CO₂-Emissionen bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Für die zukünftige CO₂-Bilanz innerhalb des Betrachtungsrahmens gehen die Verfasser dieser Arbeit davon aus, dass die genannte Entwicklung der CO₂-Emissionen in den Verbrauchergruppen im LK SHA zwischen den Jahren 1995 und 2010 über die folgenden zwei Jahrzehnte anhält. In der Gruppe **private Haushalte/GHD/übrige Verbraucher** wird dieser Trend vor allem durch die Erhöhung der Sanierungsraten im Gebäudebereich, mit dem gleichzeitigen Austausch der Heiztechniken im Rahmen der EnEV sowie durch das Erneuerbare Energien Wärmegesetz erhalten bleiben. Durch die getroffenen Annahmen ist in dieser Gruppe bis zum Jahr 2020 mit einer Reduzierung der CO₂-Emissionen im Vergleich zu 1995 um bis zu 55% und bis zum Jahr 2030 um bis zu 77% zu rechnen.

Auf den Bereich **Verkehr** wird aufgrund dessen Anteils von 52% an den CO₂-Emissionen im LK SHA ausführlicher eingegangen. Die bereits angesprochene durchschnittliche Nutzungsdauer der Fahrzeuge von rund 15 Jahren hat zur Folge, dass alle Fahrzeuge des LK SHA im Betrachtungszeitraum von 2010 bis 2030 mindestens noch einmal ausgetauscht werden. Somit haben die effizienteren Techniken der Neufahrzeuge neben dem sinkenden Energieverbrauch auch einen positiven Einfluss auf den Rückgang der CO₂-Emissionen. Das EU-Parlament hat in Zukunft für Neuwagen strengere CO₂-Emissionswerte verabschiedet. Im Jahr 2015 dürfen Neuwagen nur noch 130 und im Jahr 2020 lediglich 95 Gramm CO₂ je km verursachen. Dies bedeutet eine Verringerung des maximalen CO₂-Ausstoßes bei Neuwagen von rund 25% alle fünf Jahre (in Anlehnung an SPIEGEL, 2014).

Da nicht alle Fahrzeuge zur gleichen Zeit ausgetauscht werden, haben diese Vorschriften keine unmittelbaren aber dennoch zeitversetzten Auswirkungen auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich des LK SHA. Für den Verkehr wurde durch den Verfasser dieser Arbeit angenommen, dass durch die strengeren Grenzwerte für Neuwagen und die leicht fallenden Jahresfahrleistungen aus der Potenzialbetrachtung des Verkehrs, im Jahr 2020 bis zu 16% weniger CO₂ emittiert werden als 1995. Durch die weiter verschärften Anforderungen an Neuwagen ab dem Jahr 2020 und die erneut sinkenden Jahresfahrleistungen ist bis zum Jahr 2030 mit einer Einsparung an CO₂ von bis zu 36% gegenüber dem Jahr 1995 zu rechnen.

Im **Gewerbe** des LK SHA stieg der Ausstoß an CO₂ zwischen den Jahren 1995 und 2010 um 42% an. Die Anzahl der Betriebe im Gewerbe sowie die Anzahl der Beschäftigten sind dabei nur leicht gestiegen. Vielmehr hat sich der CO₂-Ausstoß zu ähnlichen Teilen wie der Umsatz entwickelt. Allein zwischen den Jahren 2001 und 2010 ist der Umsatz des Gewerbes um 35% angestiegen (vgl. LA-SHA, WFG mbH, 2012, S.46). Bei ähnlichen Preisen ist der CO₂-Ausstoß somit unmittelbar von der Produktionsmenge abhängig. Daher wäre innerhalb des Betrachtungsrahmens ein weiterer Anstieg des CO₂- Ausstoßes bei unverändert steigendem Umsatz anzunehmen. Allerdings gehen die Verfasser dieser Arbeit davon aus, dass die aufgezeigten Effizienzmaßnahmen bei den Nichtwohngebäuden sowie in den Produktionsprozessen des Gewerbes dazu führen, dass bei steigendem Umsatz die Emissionen an CO₂ zwischen den Jahren 2010 und 2020 nicht mehr ansteigen und sich bis zum Jahr 2030 um 4% leicht vermindern.

Die Verläufe bei den einzelnen Verbrauchergruppen sowie der Verlauf insgesamt sind in der nachfolgenden Tabelle 30 sowie in der Abbildung 20 dargestellt:

Jahr	Private Haushalte, GHD und übrige Verbraucher	Einsparung private Haushalte ggü. 1995 in %	Industrie, Feuerungen	Einsparung Industrie ggü. 1995 in %	Verkehr	Einsparung Verkehr ggü. 1995 in %	Summe absolut in 1000 Tonnen/Jahr	Einsparungen ggü. 1995 insgesamt in %
1995	445		134		556		1135	
2005	395	11%	182	-36%	552	1%	1129	1%
2010	298	33%	190	-42%	531	4%	1019	10%
2020	200	55%	185	-38%	465	16%	850	25%
2030	101	77%	180	-34%	358	36%	639	44%

Tabelle 30: Entwicklung CO₂-Emissionen von 1995 bis 2030

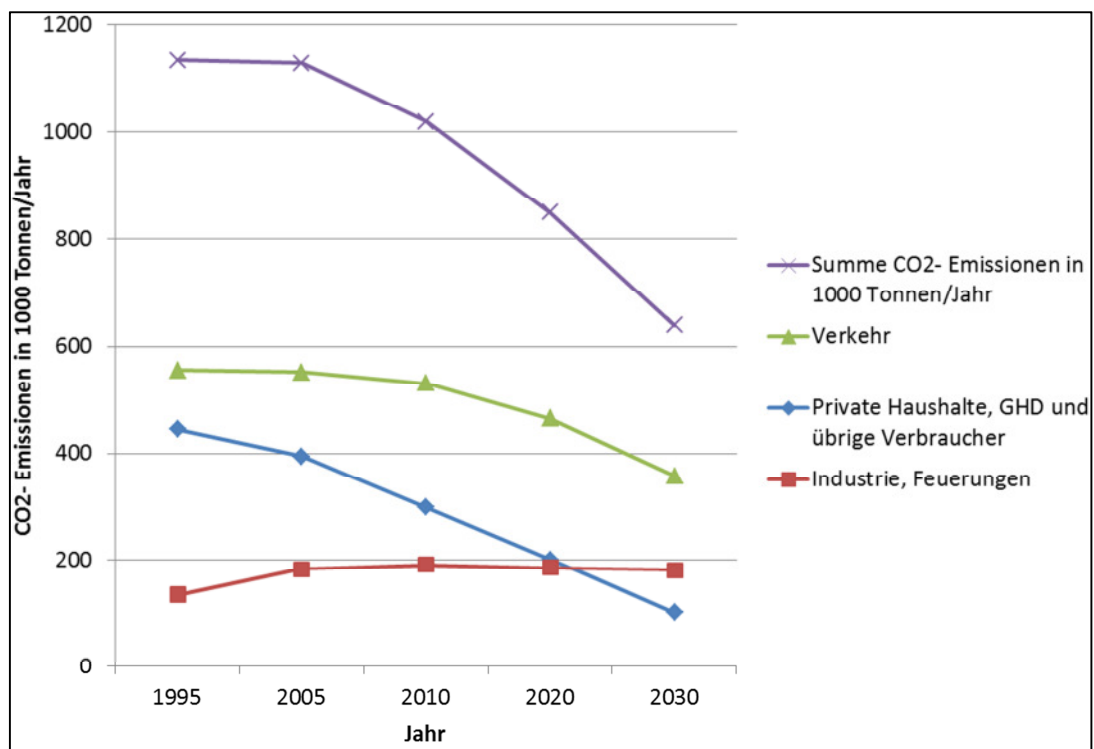


Abbildung 20: Entwicklung CO₂-Emissionen von 1995 bis 2030

Die einzelnen Betrachtungen haben zur Folge, dass die **CO₂-Emissionen im LK SHA** im Vergleich zu 1995 bis zum Jahr 2020 insgesamt um 25% und bis zum Jahr 2030 um 44% sinken werden.

In der Einleitung dieser Arbeit wurde bereits das Ziel der Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis 2020 im Vergleich zu 1990 um 25% im Rahmen des baden-württembergischen Klimaschutzgesetzes erwähnt. Somit wird unter den gegebenen Annahmen **das Klimaschutzziel im LK SHA erreicht** werden können.

6. Marktansatz und regionale Wertschöpfung

Um die im vorherigen Kapitel angesprochenen Potenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen erschließen zu können, sind umfassende organisatorische wie finanzielle Maßnahmen und entsprechende Marktansätze notwendig. Werden diese konsequent umgesetzt wird eine regionale Wertschöpfung im LK SHA generiert.

Dabei gibt es für die Erschließung der Potenziale keinen vorgegebenen Weg, vielmehr ist für jeden Betrachtungsraum eine individuelle Sammlung von durchdachten Maßnahmen und Aktivitäten nötig, um die gesteckten Ziele zu realisieren. Für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (vgl. BMWi, 2012) besteht dieser Weg aus den folgenden Schritten:

Information und Beratung sowie Förderung

Information und Beratung: Durch die Information und Beratung sollen Privatpersonen, Unternehmen sowie Kommunen Anregungen und Informationen für einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie erhalten. Im Klimaschutzgesetz BW ist dies folgendermaßen festgelegt: Die staatlichen, kommunalen sowie privaten Erziehungs-, Bildungs- oder Informationsträger sollen nach deren jeweiligen Möglichkeiten über die Ursachen und die Bedeutung sowie die Aufgaben des Klimaschutzes aufklären und das Bewusstsein für einen sparsamen Umgang mit Energie fördern. Ziel muss es sein, dass jeder Bürger und jedes Unternehmen nach den jeweiligen Möglichkeiten zur Verwirklichung der Klimaschutzziele, unter anderem durch Energieeinsparung und effiziente Nutzung von Energie, beiträgt (in Anlehnung an KSG BW, 2013, §8).

Im LK SHA kommt für die Information und Beratung der Energieagentur des LK eine besondere Rolle zu. Das energieZENTRUM ist Kompetenz- sowie Beratungszentrum für Bürger, Kommunen, Unternehmen und landwirtschaftliche Betriebe und fördert den effizienten Einsatz von Energie. Verantwortlich für den Betrieb des energieZENTRUMS ist die Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH des LK SHA und wird unter anderem durch das Bundesministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft begleitet sowie gefördert. Das Angebot reicht dabei von unabhängigen, gewerbeübergreifenden Beratungen, von der ersten Idee bis hin zur Umsetzung. Neben der angesprochenen Beratung bietet das energieZENTRUM zusätzliches: Vorträge und Schulungen rund um das Thema Energiesparen, Nutzung umweltschoner Energien, Altbaumodernisierung und andere Themen. Die Zusammenarbeit ist dabei

eng mit der Kreishandwerkerschaft, den Handwerksinnungen, mit der Architektenkammer, den Energieversorgern, den Förderbanken, den Unternehmen aus der Energiebranche sowie den Fachhochschulen verbunden (in Anlehnung an EZ, 2014) und muss in den nächsten Jahren noch stärker gefördert werden.

Förderungen: Umfassende Modernisierungsmaßnahmen sind mit hohen Kosten verbunden. Privatpersonen, Unternehmen aber auch öffentliche Einrichtungen haben oftmals nur geringe finanzielle Mittel, um bspw. in Sanierungsmaßnahmen zu investieren. Generell werden dadurch Energieeffizienzmaßnahmen sowohl im privaten, gewerblichen als auch im öffentlichen Bereich nur sehr langsam umgesetzt.

Um den Investitionsstau bei Effizienzmaßnahmen zu lösen, bieten Bund, Länder und Kommunen verschiedene **finanzielle Förderungen** an. Im Rahmen von Neubauten und energetischen Modernisierungen gibt es bereits einige Förderprogramme, die die Realisierung von Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstoßes in Form von Zuschüssen sowie Krediten erleichtern sollen. Die Bundesregierung fördert bspw. mit Hilfe der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Einzel- sowie Komplettmaßnahmen.

Privat: Seit März 2013 können zum Beispiel Haus- und Wohnungsbesitzer mit höheren Zuschüssen und verbesserten Kreditkonditionen bei energetischen Sanierungen rechnen. Über das KfW-Förderprogramm 'Energieeffizient sanieren', können sowohl Einzelmaßnahmen, wie eine bessere Wärmedämmung, neue Fenster oder eine Modernisierung der Heizung, als auch eine Komplettsanierung des gesamten Hauses nach festgelegten KfW-Standards unterstützt werden. Der Zuschuss für Einzelmaßnahmen stieg dabei bspw. von 7,5 auf 10% der förderfähigen Kosten. Eine Obergrenze von 5.000 Euro, je sanierter Wohneinheit, gilt allerdings weiterhin. Bei Komplettsanierungen kann die Förderung bis zu 15.000 Euro betragen. Weiterhin werden Kreditprogramme mit dem der Einbau moderner Heizungen auf Basis erneuerbarer Energien, wie etwa Solarthermie, Biomasse oder Wärmepumpen, gefördert. Vor allem für die Eigentümer privater Haushalte werden energetische Sanierungsmaßnahmen damit noch lohnenswerter. Durch die höhere Förderung sinken die Investitionskosten, so dass sich eine Effizienzsteigerung noch schneller rechnet als bisher (vgl. DENA, 2013 (5)).

Gewerblich: Vor allem im Gewerbe kommt es aufgrund von langen Amortisationszeiten der Effizienzmaßnahmen von oftmals über zwei Jahren zu Verzögerungen. Die zeitliche Akzeptanzgrenze ist limitiert: Investitionen, welche sich durch mittlere bis lange Amortisationszeiten

auszeichnen, werden so nicht verwirklicht, da in Unternehmen vordergründig auf kurze Amortisationszeiten, eine leistungsfähige Produktion sowie eine hohe Produktqualität Wert gelegt wird. Eine Studie der Danfoss Solutions (vgl. GRONBEAK, 2012) zeigt, dass vor allem Investitionen in Effizienzmaßnahmen mit längeren Amortisationszeiten oftmals höhere Energieeinsparungen mit sich bringen, als Investitionen mit kürzeren Amortisationszeiten. Steigende Energiepreise haben zur Folge, dass sich Projekte, welche heutzutage Amortisationszeiten von fünf Jahren haben, bereits 2020 nur noch drei Jahre benötigen um sich zu amortisieren. Somit werden diese attraktiver für Unternehmen. Um die Vorteile von langfristigen Energieeffizienzmaßnahmen nutzen zu können, ist es entscheidend, die kurzfristigen unternehmerischen Ziele aus dem operativen Tagesgeschäft mit langfristigen Managementtechniken sowie einem zukunftsweisenden Energiemanagement, für eine gezielte Kontrolle, Beeinflussung und Optimierung des Energieverbrauchs auf langfristiger Basis, zu verbinden. Der Energieverbrauch oder die Energiekosten werden dabei zum strategischen Faktor (in Anlehnung an GRONBEAK, 2012). In Kombination mit der Schulung von Mitarbeiter für einen bewussteren Umgang mit Energie bieten sich jährlich Einsparpotenziale von 10 bis 20%. Diese langfristigen Entscheidungen können dabei auch bei den privaten Haushalten sowie im öffentlichen Bereich übertragen sowie getroffen werden. Investitionen, die zu deutlichen Energieeinsparungen führen, wie bspw. in Maschinen und Anlagen, werden seit April 2012 im Förderprogramm `Energieeffizienzfinanzierung Mittelstand` des Landes gefördert. Damit sollen die finanziellen Anreize für Energieeffizienzmaßnahmen in kleinen und mittelständischen Unternehmen durch die Bereitstellung von finanziellen Mitteln aus dem Haushalt erhöht werden.

Verkehr: (vgl. UBA, 2013 (2), S.24 f.) Im Bereich Verkehr werden Marktanreize durch die sogenannte Grenzwertregulierung gesetzt. Diese betrifft die Fahrzeughersteller direkt und verpflichtet diese einzelne Fahrzeuge oder die gesamte Fahrzeugflotte in einem gewissen Anforderungsbereich im Rahmen des CO₂-Ausstoßes zu halten. Werden die gültigen Normen verfehlt, erhalten die Fahrzeuge keine Zulassung oder es werden Strafzahlungen fällig. Darüber hinaus können im Rahmen der Steuergesetzgebung, bspw. Energiebesteuerung oder Kraftfahrzeugsteuer, Förderungen von effizienten sowie kleineren Fahrzeugen mit einem geringeren Energieverbrauch erfolgen. Ein wichtiger Bestandteil kann dabei die Umstellung der Kraftfahrzeugsteuer auf CO₂ sein. Weiterhin haben Verbraucher heutzutage vielfältige Möglichkeiten die Fahrzeuge in Bezug auf Verbrauch und Emissionen untereinander zu vergleichen. Dazu gehört das gesetzlich vorgeschriebene PKW-Label, welches Neuwagen

entsprechend ihrer gewichtsspezifischen CO₂-Emissionen in Effizienzklassen einteilt und bei Käufen für den Kunden sichtbar sein muss.

Öffentlich: Im Energiekonzept der Bundesregierung sowie im baden-württembergischen Klimaschutzgesetz wurde beschlossen, dass zukünftige Neubauten und bestehende Liegenschaften der öffentlichen Hand eine Vorbildfunktion bei der Reduzierung des Energieverbrauchs einnehmen. In denen vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie herausgegebenen Eckpunkten zur Energieeffizienz (vgl. BMWi, 2012, S.6 f.) wird rechtlich festgelegt, dass das Thema Energieeffizienz darüber hinaus bei der öffentlichen Beschaffung stärker zu berücksichtigen ist. Generell sollen überwiegend Produkte und Dienstleistungen beschafft werden, die im Hinblick auf ihre Energieeffizienz die höchsten Ansprüche haben und zur höchsten Energieeffizienzklasse zählen.

Um einen Überblick über die Förderprogramme in den unterschiedlichen Bereichen zu erhalten, bietet das Bundesamt für Wirtschaft und Energie eine Übersicht zu Programmen und Finanzhilfen der Europäischen Union, des Bundes sowie der Länder an (www.foerderdatenbank.de).

Contracting (vgl. BDEW, 2010 (2), S. 5 ff.): Darüber hinaus werden zunehmend sogenannte Contracting-Lösungen angeboten, welche Energieeinsparpotenziale im Bestand oder im Neubau von Gebäuden und Liegenschaften in Form einer Energiedienstleistung erschließen, ohne dass der jeweilige Eigentümer die dafür notwendigen Investitionen tätigen muss. Das Contracting stellt ein Finanzierungsmodell dar: Ein spezialisiertes Dienstleistungsunternehmen setzt dabei Energieeffizienzmaßnahmen um, dieser Dienstleister wird als Contractor bezeichnet. Der Contracting-Nehmer erhält und nützt die technischen, finanziellen, personellen sowie informatorischen Möglichkeiten des Contractors bei den umzusetzenden Maßnahmen. Innerhalb eines Vertrages zwischen dem Contractor und den Contracting-Nehmer zahlt dieser für die erhaltene Dienstleistung innerhalb der Laufzeit eine sogenannte feste Contracting-Rate.

Vorteile von Contracting-Maßnahmen sind zum einen die fachgerechte Planung sowie Beratung bei den umzusetzenden Maßnahmen, des Weiteren die Verwendung von modernen Techniken. Diese Techniken sorgen im optimierten Betrieb für Energieeinsparungen und entlasten gleichzeitig die Umwelt. Zum anderen trägt der Contractor die Verantwortung, somit sorgt ein ausgelagertes Betriebsrisiko dafür, dass der Contracting-Nehmer sich auf seine eigentlichen Aufgaben konzentrieren kann. Eine Übersicht über verschiedene Contracting-

Arten befindet sich im Anhang (vgl. Anhang S.10). Energieversorgungsunternehmen sind besonders geeignet Contracting-Maßnahmen anzubieten, da diese viel Erfahrung im Umgang mit Energie und anderen damit verbundenen Bereichen vorweisen können. Die erforderliche technische, wirtschaftliche sowie rechtliche Kompetenz ist somit vorhanden, darüber hinaus haben die Energieversorger die Kenntnis über die am Markt beteiligten Akteure sowie über die Kunden selbst. Generell ist es so möglich, mit Partnern aus dem Gewerbe und dem Handwerk, ein breites Feld an Contracting-Dienstleistungen anzubieten. Contracting-Lösungen sind dennoch in der Angebots- bzw. Projektierungsphase oft komplexer und somit schwerer zu durchschauen, als bspw. ein Kauf einer Anlage mit anschließendem Eigenbetrieb. Dies trifft vor allem bei kleinen und mittleren Unternehmen des Gewerbes sowie bei Privatkunden zu.

Marktansatz im LK SHA: Die beiden großen Kreisstädte im LK SHA, Schwäbisch Hall und Crailsheim, haben bereits für deren Stadtbezirke Klimaschutzkonzepte entwickelt und Maßnahmen dazu generiert (vgl. KSI, 2013, S.103 ff. und SHA, 2013): Im Januar diesen Jahres wurde für den ganzen LK SHA ein Förderantrag für ein integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) gestellt. Ein Klimaschutzkonzept stellt dabei eine Basis für die jeweilige Energie- und Klimapolitik dar (in Anlehnung an KSG BW, 2013, §6 IEKK) und dient als eine Grundlage für zukünftige Maßnahmen im Rahmen des Klimaschutzes. Kleinere Gemeinden haben zudem die Möglichkeit an einem Coachingprogramm zum kommunalen Klimaschutz teilzunehmen. Das Programm wird vom Bund gefördert und unterstützt die Gemeinden in einer strukturierten Vorgehensweise beim Klimaschutz.

Das Thema energieeffizientes Bauen und Sanieren soll weiter mit dem Ausbau sowie der Koordination der Energieberatungsangebote gefördert und unterstützt werden. Bspw. soll die Stadtverwaltung SHA die Angebote der unterschiedlichen Akteure stärker koordinieren. Im Bereich der Wärmeversorgung soll die Fernwärme und die Kraft-Wärme-Kopplung weiter ausgebaut werden. Die Erstellung von Plänen, bspw. in Form von Wärmekatastern, spielt dabei eine entscheidende Rolle. Das energieZENTRUM arbeitet dabei eng mit der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz in BW zusammen und hat bereits ein entsprechendes Wärmekataster erstellen lassen. Das Fernwärmenetz ist bspw. in SHA und Crailsheim schon gut ausgebaut. In Zukunft will man durch gesamtstädtische Strategien diese Netze noch verdichten und erweitern. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht zu realisieren und dennoch Großverbraucher wie Mehrfamilienhäuser, große öffentliche Gebäude oder ein Ge-

werbebetrieb vorhanden, soll verstärkt der Aufbau von Wärmeinseln mit BHKW-Nutzung umgesetzt werden.

Außerdem soll in Betrieben das Thema Energieeffizienz, zum Beispiel durch Netzwerke von Unternehmen mit Unterstützung des Energiemanagements vorangetrieben werden. Vorreiter im LK SHA ist dabei das Modell Hohenlohe e.V.. Schon seit 2001 wird dabei in verschiedenen Unternehmensnetzwerken an wirtschaftlichen Lösungen für mehr Energieeffizienz gearbeitet. Ziel der Netzwerke ist die Hilfe zur Selbsthilfe. In Arbeitsgruppen werden bspw. neue rechtliche Vorgaben oder betriebliche Effizienzmaßnahmen vorgestellt und diskutiert. Die an den bisherigen Projekten teilnehmenden Unternehmen haben deren Energieeffizienz innerhalb von drei Jahren um bis zu 15% gesteigert (in Anlehnung an MH, 2014). Für Betriebe des Elektro- und Heizung-Sanitär-Klima-Handwerks aus SHA und der Umgebung gibt es spezielle Institutionen, wie bspw. die Energie-Gemeinschaft SHA e.V.. Rund 80 Betriebe haben sich zu diesem Verein zusammengeschlossen, mit den Aufgaben der Förderung eines nachhaltigen und sparsamen Umgangs mit Energie sowie der Förderung von Energieeffizienz (in Anlehnung an EG-SHA, 2014). Darüber hinaus bieten sowohl die Stadtwerke SHA GmbH als auch die Stadtwerke Crailsheim GmbH bereits Contracting Lösungen für gewerbliche Betriebe an. Das Angebot reicht dabei von Contracting Lösungen im Kälte-, oder Druckluft-, bis hin zum Wärmebereich.

Zusätzlich sollen noch in 2014 für die Region Heilbronn-Franken insgesamt mindestens 2 Mitarbeiter in einer Kompetenzstelle für Energieeffizienz angesiedelt werden. Deren Aufgabe soll es sein die Unternehmen der Region in einer aufsuchenden Initialberatung auf die Effizienzmöglichkeiten im Unternehmen hinzuweisen. Das Angebot wird für die Betriebe kostenlos, neutral und unabhängig sein.

Regionale Wertschöpfung: Laut dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie haben Energieeffizienzmaßnahmen bereits in der europäischen Energiepolitik eine sehr große Bedeutung. Die Steigerung der Energieeffizienz senkt dabei die Energiekosten, vermindert die Abhängigkeit von Exportländern und löst erhebliche Investitionen für die heimische Wirtschaft aus (in Anlehnung an BMWi, 2013).

Im LK SHA leistet der effizientere Umgang mit Energie einen wichtigen Beitrag zur Energieversorgungssicherheit, zur Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Akteure und zum Klimaschutz. Dabei sind generell Investitionen für umfassende Energiesparmaßnahmen notwendig. Diese Investitionen fließen dabei überwiegend an örtliche oder regionale Betriebe, bspw. Planungsbüros oder Handwerksbetriebe, welche die Maßnahmen zur Effizienzsteigerung

umsetzen. Die verbesserte Auftragslage regionaler Unternehmen führt so im LK SHA zu einer Wertschöpfung. Die Klimaschutzmaßnahmen sorgen daher über die eigentliche Aufgabe des Klimaschutzes hinaus, für eine Stärkung des regionalen Gewerbes. Durch eine verbesserte Auftragslage der beteiligten Unternehmen werden zusätzlich neue Arbeitsplätze geschaffen. Darüber hinaus generiert die öffentliche Hand, durch den steigenden Umsatz der Betriebe, mehr Steuereinnahmen und profitiert zusätzlich davon.

Die aktuelle Energieversorgung im LK SHA basiert überwiegend auf konventionellen Energieträgern, welche im Ausland gewonnen werden. In Folge der Bezahlung von Gewinnung und Transport fließen finanzielle Mittel zum Teil zurück ins Ausland, somit in umgekehrter Richtung zu den Energieströmen. Durch einen verminderten Energieverbrauch werden langfristig Kosten gespart. Diese finanziellen Mittel können an anderer Stelle investiert werden. Eine Möglichkeit wäre, diese in den Ausbau der erneuerbaren Energien zu investieren. Langfristig sinkt so die Abhängigkeit von anderen Ländern im Rahmen der Energieversorgung und die eigene Versorgungssicherheit steigt. Darüber hinaus verbessert sich die Lebensqualität aller Bürger durch die genannten Klimaschutzmaßnahmen sowie die mittel- bis langfristige hundertprozentige Versorgung des Kreises aus erneuerbaren Energien. Dies führt darüber hinaus zu einem Imagegewinn des LK SHA.

Eine fundierte **Bewertung der regionalen Wertschöpfung im LK SHA** ist erst möglich, wenn die Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Rahmen des IEKK konkretisiert werden können. Dazu sind vor allem der Umfang der Maßnahmen, die damit verbundenen Kosten sowie die beteiligten Akteure wichtig. Welcher Teil der Investitionskosten für Maßnahmen jedoch regional verankert bleibt und nicht für den Einkauf bspw. von Material oder für die Beauftragung von Unternehmen außerhalb des Kreises verwendet wird, kann erst mit Hilfe einer Analyse aller beteiligten Akteure unter Berücksichtigung der Bedingungen im LK SHA erarbeitet werden. Hierbei ist die Wertschöpfungskette über den kompletten Lebenszyklus einer Maßnahme bzw. Anlage zu beachten (vgl. KSI, 2013, S.104 f.). Diese Kette beinhaltet dabei,

- die Planung/ Initiierung der Maßnahme, bspw. durch Ingenieurbüros oder Bürger
- die Produktion, bspw. Produzenten von Dämmstoffen und Anlagen
- die Durchführung, bspw. durch Handwerks- und Bauunternehmen
- den Betrieb sowie die Wartung, bspw. durch den Endkunden oder Dienstleistungsunternehmen

7. Monitoring

Im Folgenden wird kurz ein **Konzept für das Monitoring** über die tatsächliche Entwicklung innerhalb des Betrachtungsrahmens im LK SHA dargestellt: Durch die Durchführung von Effizienzmaßnahmen wird sich der Energieverbrauch in den einzelnen Verbrauchergruppen verändern. Daher muss dieser in festgelegten zeitlichen Abständen ermittelt und kontrolliert werden. Der Aufbau der nachfolgenden Tabellen soll dabei helfen, die zukünftigen jährlichen Energieverbräuche zum einen zu erfassen und zum anderen den verschiedenen Verbrauchergruppen zuordnen zu können. Darüber hinaus soll es dadurch möglich sein, die Maßnahmen auf deren Wirkung zu überprüfen, Trends oder Entwicklungen zu erkennen und gegebenenfalls Handlungsoptionen daraus abzuleiten. Im Folgenden sind zwei Tabellen dargestellt, die eine jährliche Erfassung der Energieverbräuche in den einzelnen Verbrauchergruppen ermöglichen sollen (Tabelle 31):

Private Haushalte, Gewerbe, öffentliche Hand

Jahr: 2030

Energieverbrauch in GWh	Energieträger	Private Haushalte	Gewerbe	öffentliche Hand
Wärme	fossile Energieträger			
	Fernwärme			
	Erneuerbare Energien			
Gesamtverbrauch Wärme		0	0	0
Strom	sonstige Energieträger			
	Erneuerbare Energien			
	Gesamtverbrauch Strom	0	0	0
Summe		0	0	0

Verkehr

Jahr: 2030

Fahrzeug	Krafträder	PKW	LNF (bis 3,5 Tonnen)	SNF, Busse (bis 38 Tonnen)	SUMME
Jahresfahrleistung in Millionen km	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
durchsch. Liter Verbrauch auf 100 km	0	0	0	0	
Liter Kraftstoff/Jahr	-	-	-	-	
Endenergieverbrauch GWh/Jahr	-	-	-	-	-
Primärenergieverbrauch GWh/Jahr	-	-	-	-	-

Tabelle 31: Monitoring einzelne Verbrauchergruppen

In den Verbrauchergruppen private Haushalte, Gewerbe und öffentliche Hand soll dabei weiterhin in einen Wärme- sowie Strombereich unterschieden werden. Da sich der Landkreis langfristig zu 100% aus erneuerbaren Energien versorgen will, soll zukünftig verstärkt der Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch erfasst werden können. Die Erfas-

sung des Bereiches Verkehr ist eng an die Erfassung in dieser Arbeit angelehnt und basiert auf den jährlichen Fahrleistungen sowie Kraftstoffverbräuchen der einzelnen Fahrzeuge.

Generell sollen diese jährlichen Energieverbräuche dann in eine übergeordnete Tabelle eingetragen werden um die angesprochenen Trends und Entwicklungen feststellen zu können (Tabelle 32):

	Primärenergieverbrauch nach Verbrauchergruppen und Nutzungsarten in GWh/a							Gesamt
	private Haushalte		Gewerbe		öffentliche Hand		Verkehr	
Jahr	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom		
2014								
2015								
2016								
2017								
2018								
2019								
...

Tabelle 32: Monitoring insgesamt

Diese jährliche Bilanzierung der Verbräuche kann dazu genutzt werden, Aussagen zur Entwicklung des Energieverbrauches in einzelnen Sektoren sowie im ganzen LK SHA zu treffen. Ähnlich, wie durch das stat. LA-BW in dieser Arbeit, kann daraus mit den entsprechenden Emissionsfaktoren auf die CO₂-Emissionen der Verbrauchergruppen geschlossen werden.

8. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung: Die **Ist-Analyse des LK SHA** in Kapitel vier dieser Arbeit hat gezeigt, dass der Primärenergieverbrauch über alle Verbrauchergruppen hinweg im Vergleichsjahr 2010 7.217 GWh beträgt. Das Gewerbe verbraucht dabei mit einem Anteil von rund 42% am meisten Energie. Der Verkehr mit rund 34% sowie die privaten Haushalte mit rund 23% machen weiterhin einen Großteil des Primärenergieverbrauchs aus. Die öffentliche Hand hat mit rund 1% nur einen sehr geringen Anteil.

Die aus den Verbräuchen resultierenden **CO₂-Emissionen** betragen im Jahr 2010 rund 1.000.000 Tonnen. Die meisten Emissionen verursachen im Kreisgebiet der Verkehr (52%), gefolgt von der Gruppe der privaten Haushalte, GHD und übrige Verbraucher (29%) sowie den Industriefeuerungen (19%).

Generell sind im LK SHA eine Vielzahl von Möglichkeiten vorhanden mit Hilfe von **Energieeffizienzmaßnahmen in den einzelnen Verbrauchergruppen** Energie einzusparen. In der Verbrauchergruppe der **privaten Haushalte** sind vor allem durch die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden Einsparpotenziale vorhanden. Neben der Gebäudehülle bieten die technische Gebäudeausrüstung, insbesondere die Erneuerung und die betriebliche Optimierung der Wärmeerzeugung, -verteilung sowie -übergabe Energieeinsparpotenziale. Im Strombereich sind Potenziale vor allem bei Kälte- sowie Wärmeeinwendungen vorhanden. Weitere Potenziale bieten Umwälzpumpen, Geräte der Unterhaltungselektronik sowie der IKT. Vor allem durch die Beschaffung von energieeffizienten Geräten und eine entsprechende Nutzung mit der Vermeidung von unnötigem Verbrauch bringen Energieeinsparungen bei Haushaltsgeräten. Im **Gewerbe** ergeben sich Potenziale zum einen durch die betriebliche Optimierung bestehender Anlagen, darüber hinaus führt der Ersatz alter Anlagen und die Beschaffung energieeffizienterer neuer Anlagen zu einem Verbrauchsrückgang. Vor allem durch die konsequente Einführung von EnMS in gewerblichen Betrieben können unternehmensspezifische Einsparpotenziale aufgedeckt und durch eine konsequente Umsetzung des Systems erschlossen werden. Im Rahmen dieser Arbeit können Energieeinsparungen im **Verkehr** vorwiegend durch die Einführung effizienter Fahrzeuge bei konventionellen Technologien (Benzin- und Dieselfahrzeugen), durch die effiziente Fahrzeugnutzung und die Umverteilung des Verkehrs erreicht werden. Bei der **öffentlichen Hand** bestehen, wie bei den privaten Haushalten und dem Gewerbe, vor allem Potenziale bei der Durchführung folgender

Maßnahmen: Energetische Sanierung der Gebäude, Optimierung der bestehenden Anlagen, Austausch veralteter Anlagen. Darüber hinaus kommt der öffentlichen Hand eine Vorbildfunktion im LK für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu.

Der **Primärenergieverbrauch im LK SHA** kann unter den getroffenen Annahmen im Rahmen der **Potenzialbetrachtungen** in Kapitel fünf dieser Arbeit zum Vergleichsjahr 2010 bis 2020 um 15% und bis 2030 um 39% gesenkt werden. Aufgrund des großen Anteils am Primärenergieverbrauch haben vor allem Effizienzmaßnahmen in den Bereichen des Gewerbes, Verkehrs sowie im Bereich der privaten Haushalte Auswirkungen auf den zukünftigen Primärenergieverbrauch. Die Einsparungen an Energie haben zur Folge, dass die **CO₂-Emissionen im LK SHA** bis zum Jahr 2020 um 25% und bis zum Jahr 2030 um 44% im Vergleich zu 1995 sinken werden. Somit wird unter den gegebenen Annahmen im LK SHA das Klimaschutzziel des baden-württembergischen Klimaschutzgesetzes, 25% an den CO₂-Emissionen gegenüber dem Vergleichsjahr einzusparen, erreicht werden können.

Die in Kapitel fünf aufgeführten Potentiale müssen im Rahmen einer umfassenden Gesamtbetrachtung der wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten in Zukunft noch stärker genutzt werden. Die Bundesregierung setzt dabei, wie in Kapitel sechs aufgeführt, neben einem ausgewogenen Verhältnis von Fordern und Fördern, vor allem auf die Vernunft sowie Eigenverantwortung von Unternehmen und Bürgern. Anreize sollen dabei vor allem durch verstärkte Förderungen, verbesserte Information sowie Beratung geschaffen werden.

Aus diesem Grund beteiligt sich das energieZENTRUM als regionale Energieagentur und interner Dienstleister des Landkreises an zahlreichen Projekten, die diese Ziele verfolgen. Besonders zu erwähnen wäre dabei das Coachingprojekt Kommunalen Klimaschutz, bei dem kleinere Gemeinden auf dem Weg zum strukturierten Klimaschutz unterstützt werden. Der Sektor der öffentlichen Hand wird dabei in Sachen Energieeffizienzsteigerung unterstützt. Auch die Beteiligung am Landesprojekt zur Stärkung der Elektromobilität im ländlichen Raum zielt auf die Effizienzsteigerung im Verkehrssektor ab. Der Sektor des Gewerbes wird mit dem Kompetenzstellen für Energieeffizienz in Unternehmen unterstützt. Hier ist das energieZENTRUM in Kooperation mit den Energieagenturen des Main-Tauber-Kreises und des Hohenlohe-Kreis sowie der IHK Heilbronn-Franken aktiv.

Die privaten Haushalte werden bereits seit Jahren durch die kostenlose Initiativberatung des eZ und der Verbraucherzentrale informiert und beraten. Neben der fachkundigen Beratung zur energetischen Sanierung und dem effizienten Neubau werden auch Wege zu öffentlichen

Fördermitteln aufgezeigt. Ziel ist es, Unternehmen und Bürger in die Lage zu versetzen, bisher ungenutzte Effizienzpotenziale aus eigenem Antrieb heraus zu erschließen.

Die Maßnahmen zur Effizienzsteigerung führen neben Kosteneinsparungen zu einer sinkenden Abhängigkeit von Energieexportländern und zu einer **regionalen Wertschöpfung im LK SHA**. Durch eine verbesserte Auftragslage der beteiligten Unternehmen werden zusätzlich neue Arbeitsplätze geschaffen. Darüber hinaus verbessert sich die Lebensqualität aller Bürger durch die genannten Klimaschutzmaßnahmen sowie die mittel- bis langfristige hundertprozentige Versorgung des Kreises aus erneuerbaren Energien. Dies führt darüber hinaus zu einem Imagegewinn des LK SHA.

Ausblick: Der Betrachtungsrahmen dieser Arbeit ist bis 2030 mittelfristig angelegt. Langfristiges Ziel, im Rahmen der Kreispolitik des LK SHA, ist es, diesen zu 100% aus erneuerbaren Energien zu versorgen.

Im Jahr 2010 reichten die installierten Techniken der erneuerbaren Energien im LK SHA aus, um rund 32% des gesamten Strombedarfs und 12% des gesamten Wärmebedarfs zu decken. Dies entspricht einem Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch von rund 14%. Die Potenziale der verschiedenen Energiequellen sind dabei noch sehr unterschiedlich ausgeschöpft. Die Nutzung von Energie aus Holz und Biogas war 2010 schon sehr stark verbreitet, dagegen haben bspw. die Windkraft sowie Wärmepumpen noch ein großes Ausbaupotenzial. Werden alle vorhandenen Potenziale der erneuerbaren Energien im LK SHA ausgeschöpft, kann der Strombedarf zu 181% und der Wärmebedarf zu 123% aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Somit wird der Energiebedarf im LK SHA nicht nur zu 100% aus erneuerbaren Energien gedeckt, sondern der Kreis kann darüber hinaus völlig unabhängig versorgt werden (vgl. EZ, 2012, S.5 f.).

Um dies zu erreichen, ist die Steigerung der Energieeffizienz essenziell und stellt eine Schlüsselfrage für eine in Zukunft umweltschonende sowie zuverlässige Versorgung mit Energie dar. Durch die Effizienzmaßnahmen wird in Zukunft weniger Energie benötigt um die Bedürfnisse bei den verschiedenen Verbrauchergruppen und Anwendungen zu decken. Die Energie, die dennoch benötigt wird, soll im LK SHA schnellstmöglich zu 100% aus erneuerbaren Quellen stammen. ■