



Gemeinde  
Schutterwald

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

# Energiepotenzialstudie

## Gemeinde Schutterwald

Bericht Dezember 2014



**Auftraggeber:** Gemeinde Schutterwald

**Erstellt durch:** badenova AG & Co. KG  
Tullastraße 61  
79108 Freiburg

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

**Autoren:** Nina Weiß (Projektleiterin)  
Marc Krecher

Freiburg, Dezember 2014

Entwurf

# Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS .....	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	IV
TABELLENVERZEICHNIS .....	VI
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE .....	VII
<b>1. AUSGANGSLAGE.....</b>	<b>1</b>
1.1    GLOBAL DENKEN .....	1
1.2    LOKAL HANDELN.....	1
1.3    KLIMASCHUTZKONZEPT UND ENERGIEPOTENZIALSTUDIE.....	2
1.3.1 <i>Aufbau des Klimaschutzkonzepts</i> .....	2
1.3.2 <i>Gliederung der Energiepotenzialstudie</i> .....	4
1.3.3 <i>Anmerkungen zur verwendeten Methodik</i> .....	4
<b>2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE .....</b>	<b>6</b>
2.1    DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	6
2.2    KLIMASCHUTZ IN SCHUTTERWALD .....	8
2.3    WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	8
2.4    LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	11
2.5    NACHHALTIGES FLÄCHENMANAGEMENT.....	12
<b>3. ENERGIENUTZUNG UND CO<sub>2</sub>-BILANZ .....</b>	<b>17</b>
3.1    STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	17
3.1.1 <i>Stromverbrauch nach Sektoren</i> .....	17
3.1.2 <i>Strombedarfsdeckung</i> .....	19
3.1.3 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i> .....	21
3.2    WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG .....	22
3.2.1 <i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i> .....	22
3.2.2 <i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i> .....	23
3.2.3 <i>Wärmekataster</i> .....	25
3.2.4 <i>CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i> .....	26
3.3    VERKEHR.....	27
3.4    ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG) .....	29
3.4.1 <i>Gesamtenergiebilanz</i> .....	29
3.4.2 <i>Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz</i> .....	32
<b>4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN .....</b>	<b>37</b>
4.1    SOLARENERGIE .....	37
4.1.1 <i>Hintergrund</i> .....	37
4.1.2 <i>Solarenergiepotenziale</i> .....	37
4.2    ENERGIE AUS BIOMASSE.....	40
4.2.1 <i>Hintergrund</i> .....	40

4.2.2	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen</i> .....	41
4.2.3	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung</i> .....	42
4.2.4	<i>Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen</i> .....	43
4.2.5	<i>Gesamterzeugungspotenzial Biogas</i> .....	43
4.2.6	<i>Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft</i> .....	44
4.3	WINDKRAFT .....	44
4.4	WASSERKRAFT .....	45
4.5	GEOTHERMIE .....	46
4.5.1	<i>Hintergrund</i> .....	46
4.5.2	<i>Oberflächennahe Geothermie</i> .....	46
4.5.3	<i>Geothermiepotenzial</i> .....	47
4.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN SCHUTTERWALD .....	49
5.	<b>KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER</b> .....	51
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN .....	51
5.1.1	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung</i> .....	51
5.1.2	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmeverbrauchs</i> .....	52
5.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ .....	53
5.2.1	<i>Effiziente Straßenbeleuchtung</i> .....	53
5.2.2	<i>Effiziente Beleuchtung und Geräte in den kommunalen Liegenschaften</i> .....	53
5.2.3	<i>Austausch alter, ineffizienter Heizanlagen</i> .....	54
5.2.4	<i>Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung</i> .....	55
5.2.5	<i>Erweiterung und Verdichtung des Erdgasnetzes</i> .....	55
5.3	ENERGIEEINSPARUNG .....	56
5.3.1	<i>Mobilität</i> .....	56
5.3.2	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i> .....	57
6.	<b>AUSBLICK</b> .....	60
7.	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	62
8.	<b>GLOSSAR</b> .....	64
9.	<b>METHODIK</b> .....	67
9.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG .....	67
9.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER .....	68
9.3	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ .....	68
9.4	CO <sub>2</sub> -BILANZIERUNG DES STROMVERBRAUCHS .....	68
9.5	STROMEINSPEISUNG .....	69
9.6	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZIERUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS .....	70
9.7	ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZIERUNG DES VERKEHRS .....	71
9.8	DATENGÜTE .....	71
9.9	GEOTHERMIEPOTENZIAL .....	72
10.	<b>KARTENMATERIAL</b> .....	75

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept .....	3
Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (OpenStreetMap (and) contributors, 2014) .....	7
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Schutterwald .....	9
Abbildung 4 – Siedlungsstruktur von Schutterwald nach Baualter .....	10
Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Schutterwald .....	11
Abbildung 6 – Gasleitungen (grün) in Schutterwald .....	12
Abbildung 7 – Indikatoren zum Flächenverbrauch der Gemeinde Schutterwald im Jahr 2012 (StaLA-BW, 2014) .....	14
Abbildung 8 – Potenzialflächen und Erholungs-/Grünflächen der Gemeinde Schutterwald .....	15
Abbildung 9 – Gesamtstromverbrauch in Schutterwald nach Sektoren .....	17
Abbildung 10 – Stromverbrauch nach kommunaler Liegenschaft (2012) .....	18
Abbildung 11 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2011-2013) .....	18
Abbildung 12 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr .....	19
Abbildung 13 – Anteil der Stromerzeugung mit EE im Vergleich zum Stromverbrauch (2010) .....	19
Abbildung 14 – Zubau PV- Anlagen und kumulierte Leistung .....	20
Abbildung 15 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Bundesverband Kraft-Wärme- Kopplung e.V., 2013) .....	21
Abbildung 16 – Vermeidung von CO <sub>2</sub> -Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strommix .....	22
Abbildung 17 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren .....	23
Abbildung 18 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträger .....	23
Abbildung 19 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger .....	24
Abbildung 20 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2012) .....	25
Abbildung 21 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene .....	26
Abbildung 22 – CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2012) .....	27
Abbildung 23 – Energieverbrauch im Sektor Verkehr nach Kraftstoff und Fahrzeugtyp in Schutterwald (2012) .....	29
Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren .....	30
Abbildung 25 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger .....	30
Abbildung 26 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträger .....	31
Abbildung 27 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Schutterwald (Jahr 2012) .....	32
Abbildung 28 – CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren .....	33
Abbildung 29 – CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Energieträger .....	33
Abbildung 30 – CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren und Energieträger .....	34

Abbildung 31 – CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften in Schutterwald (Jahr 2012) .....	35
Abbildung 32 – Auszug des Solarkatasters von Schutterwald .....	38
Abbildung 33 – Solarpotenziale der Gemeinde Schutterwald .....	39
Abbildung 34 – Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung .....	40
Abbildung 35 – Energiepotenziale aus Ackerbaupflanzen nach Quelle .....	42
Abbildung 36 – Einschlagsmengen nach Verwendungsart .....	44
Abbildung 37 – Potenzielle Windstandorte auf der Gemarkung Schutterwald (Datengrundlage: UMBW, 2011) .....	45
Abbildung 38 – Techniken der oberflächennahen Geothermie zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden und Prozessen im Wohn und Gewerbebereich .....	46
Abbildung 39 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Schutterwald (Datengrundlage: ISONG-Baden-Württemberg) .....	47
Abbildung 40 – Ausschnitt aus dem Geothermiekataster für die Gemeinde Schutterwald .....	48
Abbildung 41 – Stromverbrauch und Potenziale für Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien .....	50
Abbildung 42 – Aktueller Stromverbrauch im Kontext der Stromerzeugungspotenziale aus Erneuerbare Energien und der energiepolitischen Ziele des Landes (38% EE-Anteil) für 2020 .....	52
Abbildung 43 – Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch .....	53
Abbildung 44 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträger und Baualter .....	54
Abbildung 45 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Schutterwald .....	55
Abbildung 46 – CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial durch den Wechsel von Heizöl und Strom zu einer Kombination aus Erdgas und Solarthermie .....	56
Abbildung 47 – Wärmeverbrauch Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial .....	58
Abbildung 48 – Auszug: Sanierungspotenzial der Wohngebäude in Schutterwald .....	59
Abbildung 49 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts .....	61

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Schutterwald (STALA-BW, 2014).....	6
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2012 von Schutterwald (Datengrundlage: STALA-BW, 2014a).....	28
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz (2012).....	36
Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	36
Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik .....	38
Tabelle 6 – Quantitative Potenziale zur Abdeckung des Gebäudewärmebedarfs in Schutterwald.....	49
Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005 .....	67
Tabelle 8 – Energiequellen des Deutschen Strommix und ihre Anteile; Quelle Fritsche und Greß, 2014.....	69
Tabelle 9 – CO <sub>2</sub> -Ausstoss und -Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2014 .....	70
Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter.....	72
Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter .....	72
Tabelle 12 – Berechnete spez. Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte.....	73
Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung .....	73
Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte .....	73

## Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den „Status quo“ der Energieinfrastruktur und die Erneuerbaren Energiepotenziale der Gemeinde Schutterwald. Ziel der Studie ist es, Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten, die auf einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der kommunalen Potenziale aufbauen. In Kapitel 1 bis 6 werden die Analysen und Ergebnisse detailliert und anhand von Grafiken und Tabellen erläutert.

### Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Ca. 36.100 MWh im Jahr 2012. Der Sektor „Wirtschaft“ stellte mit 57 % den größten Anteil. Der Sektor „private Haushalte“ hatte einen Anteil von 30 %. Die kommunalen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung hatten jeweils einen Anteil von rund 1 % am Stromverbrauch der Gemeinde Schutterwald.
- **Strom aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 3.088 MWh Strom wurden im Jahr 2012 in Schutterwald durch Photovoltaikanlagen produziert. Dies entsprach 9 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Eine gute Vergütung durch das EEG hatte auch in Schutterwald zum Ausbau der PV-Kapazitäten geführt. Zwischen 2007 und 2012 ist die Stromproduktion aus PV von rund 329 MWh auf 3.008 MWh gestiegen.
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 79.400 MWh im Jahr 2012. Die privaten Haushalte hatten erwartungsgemäß den höchsten Wärmeverbrauch mit einem Anteil von 64 %. Rund 67 % des Wärmebedarfs wurden durch Heizöl gedeckt und rund 14 % durch Erdgas.
- **Wärme aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 680 MWh Wärme wurden im Jahr 2012 durch solarthermische Anlagen produziert, ca. 7.600 MWh wurden durch Energieholz bereitgestellt und ca. 190 MWh durch Umweltwärme. Zusammengenommen wurden somit knapp 11 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch Erneuerbare Energien gedeckt.

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

- **Energiebilanz:** Auf rund 143.700 MWh summierte sich der Energieverbrauch der Gemeinde Schutterwald im Jahr 2012.
- **CO<sub>2</sub>-Bilanz:** In Schutterwald wurden durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr im Jahr 2012 52.780 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Umgerechnet emittierte damit jeder Schutterwälder Bürger 7,46 t CO<sub>2</sub>. Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus Erneuerbare Energien, dann reduzieren sich die Pro-Kopf Emissionen auf 7,22 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2012. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2008 pro Kopf durchschnittlich 6,8 t CO<sub>2</sub>-Emissionen emittiert.

## Erfassung Gebäudestruktur

- **Einsparpotenzial:** Rund 73 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- 72 % der Wohngebäude sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Bei 100 %-iger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude ergibt sich (theoretisch) eine Einsparung von 40 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs.

## Erneuerbare Energiepotenziale

- **Solar:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik (PV) sind signifikant. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:
  - Würden alle hierfür geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 26.800 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspricht 74 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
  - Setzt man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung ein, könnten bei Verzicht von 4 % des PV-Potenzials ca. 4.000 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 25.400 MWh/Jahr und entspricht dadurch 70 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
- **Biogas:** Durch den Einsatz von landwirtschaftlichen Reststoffen, tierischen Exkrementen und Grünschnitt ergibt sich ein Biogaspotenzial von rund 1.900 MWh/Jahr. Damit könnte eine kleine landwirtschaftliche Biogasanlage mit ca. 106 kW elektrisch betreiben werden. In dieser Studie bleiben allerdings konkurrierende, bestehende Verwertungspfade und die Transportkosten der Biomasse aufgrund der unterschiedlichen Ursprungsorte, unberücksichtigt. In einem weiteren Schritt könnte eine Machbarkeitsanalyse diese Punkte durchleuchten.
- **Energieholz:** Nach Auskunft des Revierförsters besteht in Schutterwald ein Holzpotenzial von ca. 320 fm/Jahr. Dieses kann momentan aufgrund von Verbisschäden durch Wild nicht aufwachsen.
- **Windenergie:** Nach Auskunft des Windatlas Baden-Württembergs sind in Schutterwald keine wirtschaftlich nutzbaren Standorte für die Windkraft vorhanden.
- **Wasserkraft:** Es sind keine wirtschaftlich nutzbaren Standorte für die Stromerzeugung aus Wasserkraft in Schutterwald vorhanden.

- **Geothermie:** Die Nutzung von Tiefengeothermie kommt in Schutterwald in naher Zukunft nicht in Frage. Die Nutzung der oberflächennahen geothermischen Wärme mit Wärmepumpen könnte den Anteil Erneuerbarer Energien an der Wärmeherzeugung der privaten Haushalte in der Gemeinde um 19 % steigern.

## Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus Erneuerbaren Energien:** Mit der Nutzung der vorhandenen PV-, und Biogaspotenziale könnte Schutterwald die Energie- und Klimaziele des Landes nicht nur erreichen, sondern deutlich übertreffen. Der Ausbau der Stromerzeugung aus PV ist daher ein wichtiges Handlungsfeld.
- **Nutzung der Wärmepotenziale aus Erneuerbaren Energien:** Die Klimaschutzziele des Landes könnten durch die verstärkte Nutzung des solarthermischen Potenzials auf den Dachflächen der Gemeinde, den verstärkten Einsatz von Energieholz, sowie die Nutzung der oberflächennahen geothermischen Potenziale in Schutterwald erreicht werden.
- **Effiziente Straßenbeleuchtung:** Weitere Einsparungen bei der Straßenbeleuchtung könnten durch den Austausch der verbleibenden Quecksilberdampflampen gegen moderne LED-Leuchten erreicht werden. Langfristig können auch ältere Natriumdampflampen gegen LED Leuchten ausgetauscht werden.
- **Effiziente Innenbeleuchtung und Lüftung:** Der Austausch älterer Beleuchtung und von Lüftungsanlagen in den kommunalen Liegenschaften könnte zu Stromeinsparungen führen.
- **Austausch alter Heizanlagen:** Zahlreiche Gebäude in Schutterwald werden noch mit alten, ineffizienten Heizanlagen beheizt. Durch einen Austausch dieser Anlagen könnte die Effizienz erhöht werden und somit Energie und CO<sub>2</sub> eingespart werden. Auch bei einigen der kommunalen Liegenschaften sind Heizanlagen installiert, bei denen der Austausch ein hohes Effizienzpotenzial birgt.
- **Ausbau Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):** Momentan sind lediglich drei kleine hocheffiziente KWK-Anlagen in der Gemeinde vorhanden. Vor allem die Gewerbebetriebe sollten daher als Standorte für größere KWK-Anlagen geprüft werden.
- **Umstellung der Energieträger:** Die Umstellung der hohen Zahl von Heizölheizungen auf Erd- oder Biogas in Kombination mit Solarthermie würde zur Minderung der Emissionen der Gemeinde um 3.700 t CO<sub>2</sub> im Jahr beitragen.
- **Einsparungen bei der Mobilität:** Durch ein bewussteres Verhalten im Bereich Mobilität und durch die verstärkte Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln könnte auch im Sektor Verkehr Energie und CO<sub>2</sub> eingespart werden.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Aus dem großen Anteil an Wohngebäuden, die vor 1984 gebaut wurden, ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Durch Vollsanierung der Wohngebäude könnten jährlich 40 % des Wär-

mebedarfs eingespart und somit das Ziel von 20% Verbrauchsreduzierung bis 2020 erreicht werden, jedoch ist der Einfluss der Gemeinde in diesem Bereich beschränkt.

Entwurf

# 1. Ausgangslage

## 1.1 Global denken

Entscheidende Entwicklungen der letzten Jahrhunderte, wie die Industrialisierung, der rasante Anstieg des Konsums oder die Zunahme der Mobilität, sind durch die Erschließung fossiler Ressourcen ermöglicht worden. Unser Wirtschaftswachstum hängt heute stark von der Verfügbarkeit dieser Energieträger ab. Die Endlichkeit der fossilen Ressourcen, der Abbau in politisch instabilen Förderregionen, unkalkulierbare Preisschwankungen und nicht zuletzt die durch die Nutzung hervorgerufenen Umweltverschmutzungen drängen jedoch dazu, nach Alternativen zu suchen.

Ausgangspunkt für die internationale Debatte um die Themen „Energie“ und „Klimawandel“ war die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahre 1992. Mit dem 2014 veröffentlichten 5. Sachstandsbericht des „Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung“ (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) wurde erneut der wissenschaftliche Konsens darüber bestätigt, dass sich das Weltklima durch den Einfluss des Menschen erwärmt. Wesentlicher Treiber des Klimawandels ist der weiterhin steigende Verbrauch fossiler Energieträger.

Das Klima steht durch den natürlichen Treibhauseffekt in einem relativ stabilen thermischen Gleichgewicht. Durch die Verbrennung der fossilen Ressourcen wurde in kurzer Zeit eine große Menge zusätzliches Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre abgegeben, welches neben den beiden anderen wichtigen Treibhausgasen aus Industrie und Landwirtschaft, Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (NO<sub>2</sub>), den Treibhauseffekt verstärkt und droht, das Klima zunehmend aus dem Gleichgewicht zu bringen.

Abkommen – wie das Kyoto-Protokoll – versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß dieser Gase festschreiben. Die EU hat sich mit dem Programm 20/20/20 darauf verständigt, bis 2020 den Ausstoß von Treibhausgasen um 20 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren, den Einsatz von Erneuerbaren Energien um 20 % zu steigern und die Energieeffizienz um 20 % zu erhöhen. Ziel ist, die Erderwärmung auf 2°C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen (Europäische Kommission, 2011).

## 1.2 Lokal handeln

Außerhalb Deutschlands gibt es Regionen, die bei fortschreitender Erwärmung des Klimas mit sehr viel stärkeren Belastungen rechnen müssen, als wir in Süddeutschland. Dies liegt zum einen daran, dass sie stärker vom Klimawandel betroffen sind. Zum anderen handelt es sich häufig um ärmere Länder, die nicht über die nötigen Mittel verfügen, die Auswirkungen des Klimawandels abzufedern.

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs (BW) jedoch festgestellt, dass BW innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören wird (UMVBW, 2011).

Da BW zudem immerhin 0,3 % der weltweiten klimarelevanten Emissionen verursacht, hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung bis 2020 auf 20 % zu erhöhen. Außerdem soll der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung bis 2020 auf 16 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt.

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ebenfalls ein definiertes Ziel der Landesregierung. So soll die Energieproduktivität im Land bis zum Jahr 2020 im Mittel um jährlich mindestens 2 % gesteigert werden, so dass immer weniger kWh pro Euro Wirtschaftsleistung benötigt werden. Der Primärenergieverbrauch soll bis 2020 im Vergleich zu 2008 um mindestens 20 % gesenkt werden. Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung soll bis 2020 auf 20 % steigen (BMWi und BMU, 2010).

Die Erreichung dieser Ziele ist nur unter Einbeziehung der kommunalen und lokalen Akteure möglich. Städte und Gemeinden tragen über die Bürger und die ortsansässigen Unternehmen mit ca. 75 % des Energieverbrauchs in Deutschland erheblich zum Ressourcenverbrauch bei (Nitschke, 2007). Gleichzeitig sind sie aber häufig auch die Antreiber beim Klimaschutz. Dem Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ kommt daher zu Recht große Bedeutung zu.

Für die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Energiesparen, Energieeffizienz und dem Ausbau von Erneuerbaren Energien benötigen die kommunale Verwaltung, die Unternehmen vor Ort und jeder einzelne Bürger umfassende Kenntnisse der „energetischen Situation“ der Gemeinde. Neben ökologischen Aspekten muss dabei auch der ökonomische Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten einer Gemeinde diskutiert werden. Gleichzeitig ist die Einbindung der Bevölkerung in die Entwicklung und Umsetzung eines Klimaschutzkonzepts entscheidend, um eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen zu erreichen.

Im Jahr 2014 hat die Gemeinde Schutterwald eine umfangreiche Energiepotenzialstudie bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, Strategien und Maßnahmenfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Gemeinde zu erarbeiten, die auf einer soliden Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale Erneuerbarer Energien auf dem Gemeindegebiet aufbaut.

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie wurde Ende 2014 abgeschlossen, und wurde in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort erstellt. In ihr sind die Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen analysiert und zusammengefasst.

## 1.3 Klimaschutzkonzept und Energiepotenzialstudie

### 1.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzepts

Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte basieren überwiegend auf folgenden drei Säulen: Energieeinsparungen auf der Verbraucherseite, Effizienzstei-

gerungen in der Energieerzeugung und Substitution fossiler Energieträger durch den Einsatz Erneuerbarer Energien. Um innerhalb dieses Rahmens ein ausgewogenes Verhältnis zu erreichen und die Einzelmaßnahmen zu identifizieren, die das beste Verhältnis zwischen CO<sub>2</sub>-Einsparung und Kosten erwarten lassen, müssen zunächst die Energieverbräuche und -potenziale in einer Gemeinde analysiert werden.

Badenova gliedert vor diesem Hintergrund den Weg zu einem Klimaschutzkonzept in folgende Schritte (vgl. Abbildung 1):

- Modul 1: Erfassung der Energienutzungsstruktur und Erstellung einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz
- Modul 2: Abschätzung der Potenziale zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und Aufzeigen von Handlungsfeldern im Bereich Energieeinsparung und -effizienz

Ergebnis von Modul 1 und 2 ist die hier vorliegende Energiepotenzialstudie, die einen ersten großen Schritt zu einem Klimaschutzkonzept der Gemeinde darstellt.

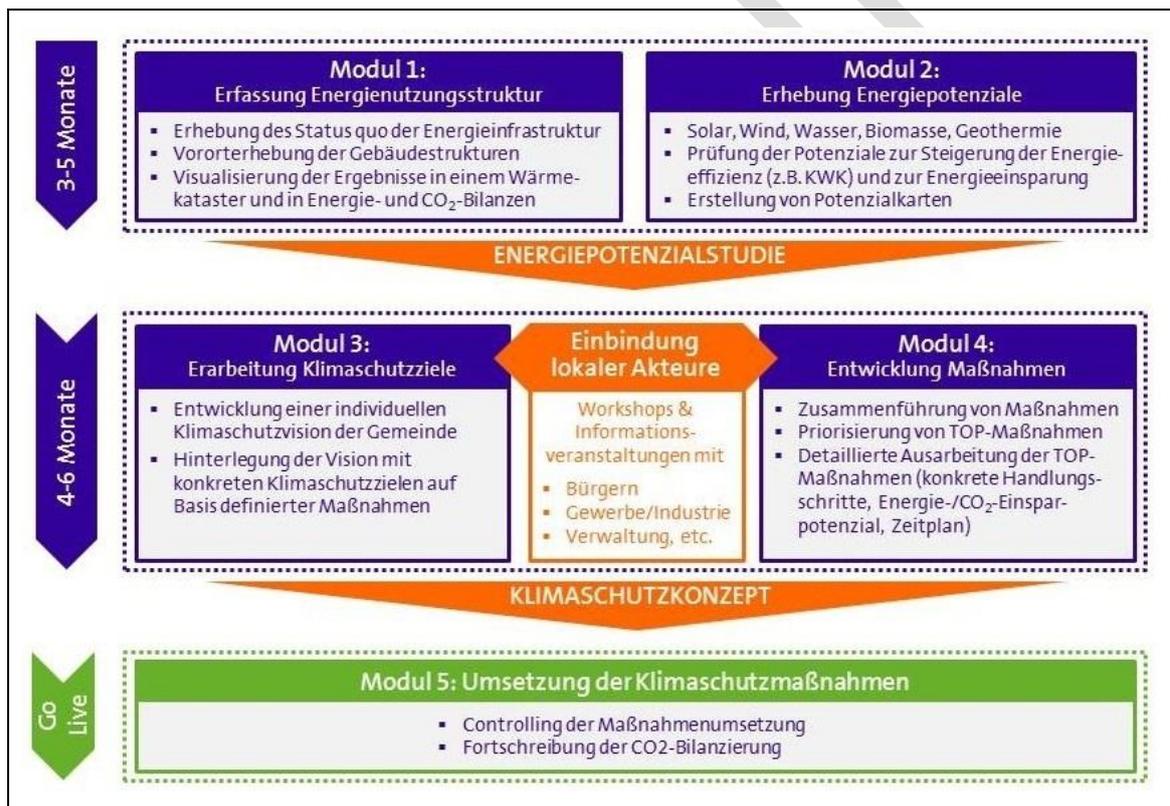


Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

Aufbauend auf die hier vorliegende Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. Dies kann im Anschluss in Zusammenarbeit mit den Bürgern der Gemeinde Schutterwald in folgenden Schritten geschehen:

- Modul 3: Erarbeitung von Klimaschutzzielen
- Modul 4: Entwicklung von Maßnahmen

Mit Modul 3 und 4 wäre dann das Klimaschutzkonzept abgeschlossen. Modul 5 des von badenova vorgeschlagenen Vorgehens besteht dann in der Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen und der Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Bilanz.

### 1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Die hier vorliegende Energiepotenzialstudie ist in zehn Kapitel unterteilt. Im *ersten Kapitel* werden die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. *Kapitel 2* stellt zunächst wichtige Strukturdaten der Gemeinde vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Wärmeinfrastruktur in der Gemeinde beschrieben. In *Kapitel 3* werden die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z.B. Wohngebäude) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Erdöl). *Kapitel 4* untersucht alle Erneuerbaren Energiepotenziale auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde.

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen werden in *Kapitel 5* wichtige Handlungsfelder für die Gemeinde erörtert. Dabei stehen die Themen Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Nutzung des Erneuerbaren Energiepotenzials im Fokus. Einen Ausblick für das weitere Vorgehen und die nächsten Schritte in der Gemeinde wird in *Kapitel 6* gegeben. In den *Kapiteln 7 bis 9* können detaillierte Ausführungen über die methodische Vorgehensweise und über Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in *Kapitel 10* die erstellten Potenzialkarten und eine digitale Version dieser Studie im Berichtsexemplar für den Bürgermeister zu finden.

### 1.3.3 Anmerkungen zur verwendeten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Energiepotenzialstudie sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Gemeinde eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde mit dem Tool BiCO<sub>2</sub> BW erstellt (Version 1.5.3). Dieses Tool wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig, fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.
- Die nachfolgende CO<sub>2</sub>-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in sogenannte CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO<sub>2</sub>-Werte synonym für die gesamten Treibhausgas-Emissionen.

- In der CO<sub>2</sub>-Bilanz wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Emissionen berücksichtigt. Direkte Emissionen entstehen vor Ort bei der Nutzung der Energie (z.B. beim Verbrennen von Öl in der Heizung), während die indirekten Emissionen bereits vor der Nutzung entstehen (z.B. durch Abbau und Transport von Ressourcen und den Bau und die Wartung von Anlagen).
- Im Fall des Stromverbrauchs basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Im Fall der Wärme werden Endenergie und Nutzenergie unterscheiden. Endenergie ist die Menge Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Nutzenergie stellt dagegen die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie.
- Das größte Potenzial zur Energie- und damit auch zur Kosteneinsparung liegt beim Verbrauchssektor Privathaushalte, dem mit einem Anteil von knapp 30 % am Endenergieverbrauch in Deutschland eine Schlüsselrolle zukommt (Umweltbundesamt, 2012). 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors entfallen alleine auf die Beheizung der Wohnräume (BMW, 2010). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie der badenova liegt daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude sowie auf einer groben Abschätzung der aktuellen lokalen Sanierungsrate. Auf diese Weise lassen sich Verbrauchsabschätzungen und Einsparpotenziale im Gebäudebestand ableiten.
- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Gemeindegrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürger der Gemeinde durch Fahrten in die nächste Stadt Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Gemeindegrenzen hinausgehen.

## 2. Wichtige Strukturdaten der Gemeinde

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Wohlfühlgemeinde Schutterwald liegt im Oberrheingraben, in der Ortenau neben der Kreisstadt Offenburg. Die Höhe des Ortes wird mit 151 m ü. NN angegeben. Zu der Gemeinde gehören die Ortsteile Schutterwald, Langhurst und Höfen. Die Gemeinde Schutterwald grenzt an den Gemeinden Hohberg im Süden, Neuried im Westen, Kehl im Norden und an der Stadt Offenburg im Osten.

Die Gemarkungsfläche beträgt 2.104 ha. Davon entfallen 745 ha auf Wald und 933 ha auf Ackerland. In Schutterwald lebten 2012 7.065 Menschen, wobei die Bevölkerungszahl einen stetigen Zuwachs aufzeigt.

In Schutterwald sind mehr als 130 Unternehmen ansässig, darunter drei des Verarbeitenden Gewerbes/Industrie. Zu den größten Arbeitgebern gehören die Großbäckerei H. Armbruster, Werbemittel Borsi, Thermo Tex, die Gutta-Werke, Richter Aluminium, die Bauunternehmung Werner Ritter, das Kieswerk Hermann Uhl, O&H Sieb- und Digitaldruck, Emil Keck Maschinenbau, Hansert-Glas und die Schmitt KG. Außerdem sind zahlreiche Handwerks-, Gastronomie-, Dienstleistungs- und Einzelhandelsbetriebe in der Gemeinde vorhanden.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten der Gemeinde, welche sowohl für die Bewertung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz als auch für die Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen relevant sind. Diese grundlegenden Daten wurden beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg abgerufen (jeweiliges Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben).

	Gemeinde	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	7.065	Anzahl	2012
Fläche insgesamt	2.104	ha	2012
Waldfläche	745	ha	2012
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	933	ha	2012
Wohngebäude	1.930	Anzahl	2012
Wohnungen	3.124	Anzahl	2012
Kraftfahrzeugbestand	5.190	Anzahl	2012

Tabelle 1 – Strukturdaten der Gemeinde Schutterwald (STALA-BW, 2014)

Tagsüber pendelt im halbstunden Takt ein Bus zwischen Schutterwald, Langhurst und dem Bahnhof Offenburg. Die Busverbindung an den Ortsteil Höfen ist dagegen unregelmäßig und selten. In Offenburg besteht Anschluss an den Regional- und Fernschienenverkehr. Nordöstlich der Gemeinde besteht der nächste Autobahnanschluss zur A5. Die A5 durchquert die Gemeinde Schutterwald auf einer Strecke von etwas mehr als einem Kilometer.

Die Stromversorgung in der Gemeinde Schutterwald erfolgt über die Gemeindewerke Schutterwald, während das Erdgasnetz von der bnNETZE GmbH betrieben wird. Für die Trinkwasserversorgung wird die Hälfte des Wassers aus einem Tiefbrunnen in der Gemeinde gepumpt, wohingegen die andere Hälfte von der Offenburger Wasserversorgung bezogen wird. Die Gemeinde Schutterwald ist bereits seit 1978 Mitglied des Abwasserverbands Neuried-Schutterwald und die Abwasserentsorgung erfolgt somit über das Gemeinschaftsklärwerk in Neuried, im Ortsteil Altenheim.

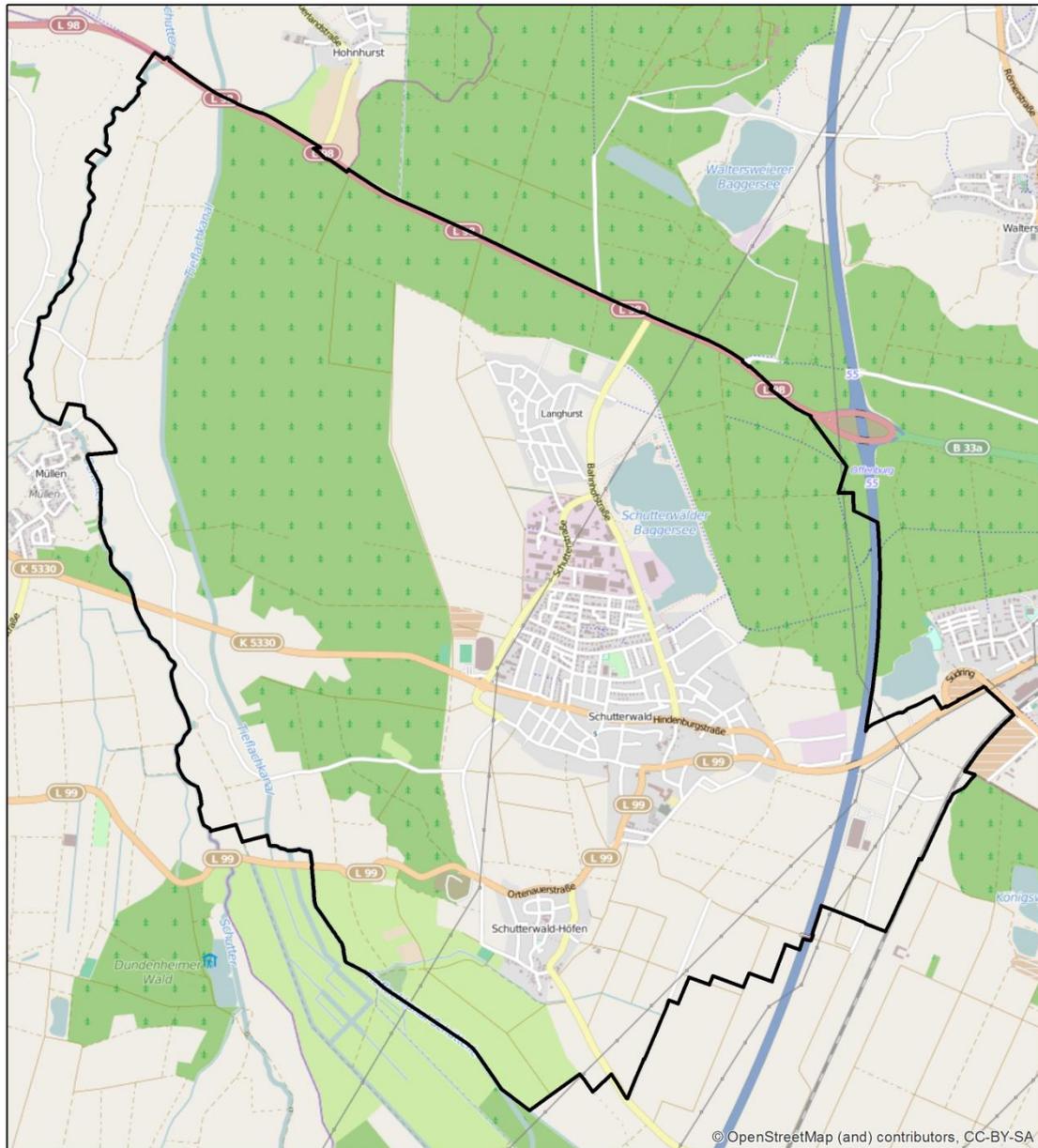


Abbildung 2 – Übersicht der Gemeinde (OpenStreetMap (and) contributors, 2014)

## 2.2 Klimaschutz in Schutterwald

Die Gemeinde Schutterwald ist bereits seit einigen Jahren für den Klimaschutz aktiv. Seit 1999 werden Fördermittel für die wärmetechnische Sanierung von Altbauten bereitgestellt, mit denen weitere Investitionen von privater Seite ausgelöst wurden. In 2013 wurden so in 38 Objekten entsprechende Maßnahmen gefördert.

Im Jahr 2007 fasste die Gemeinde den Beschluss, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung bis 2020 um 50 % zu senken. Nach Berechnungen der Gemeinde konnte dieses Ziel bis 2010 bereits zu 39 % umgesetzt werden.

In mehreren Liegenschaftsgebäuden wurden neue heiztechnische Anlagen oder wesentliche Komponente ausgetauscht bzw. erneuert. So werden bereits zwei Kindergärten mit erdgekoppelten Wärmepumpen betrieben und in der Grundschule Langhurst wurden 2008 neue Brenner eingesetzt. Der Nahwärmekomplex Mörburghallen, Mörburgschule und Alte Schule wird seit 2011 umweltbewusst mit der Wärme einer Holzpelletheizung gespeist und auf einem der drei Gemeindegäuser befindet sich bereits seit 1999 eine Solarthermieanlage zur Brauchwarmwasser-Erwärmung im Einsatz.

Auch wurden in zahlreichen Fällen Fenster-, Dach- und Fassadensanierungen an verschiedenen Liegenschaften durchgeführt. Die Straßenbeleuchtung führt nur noch in 15 Fällen Quecksilberdampflampen, während alle anderen Lampen entweder auf LED-Technik umgerüstet wurden oder aber als Natriumdampflampen betrieben werden.

## 2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Schutterwald wurde eine Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand.

Bei der Typologie geht man davon aus, dass „Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen“ (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegrößen in Klassen eingeteilt (vgl. Kapitel 9. Methodik). Die Grenzjahre der Baualterklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, so dass für die einzelnen Baualterklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte bestimmt werden können. Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch et al., 2010).

Gebäudetypen und die Lage der Gebäude in der Siedlungsstruktur wurden durch eine Begehung vor Ort erhoben, um neben der Kategorisierung der Gebäude

nach Art und Alter auch sichtbare Sanierungsmaßnahmen (z.B. neue Fenster oder Außenwanddämmung) mitberücksichtigen zu können.

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude von Schutterwald nach Baualter dargestellt. Rund 73 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

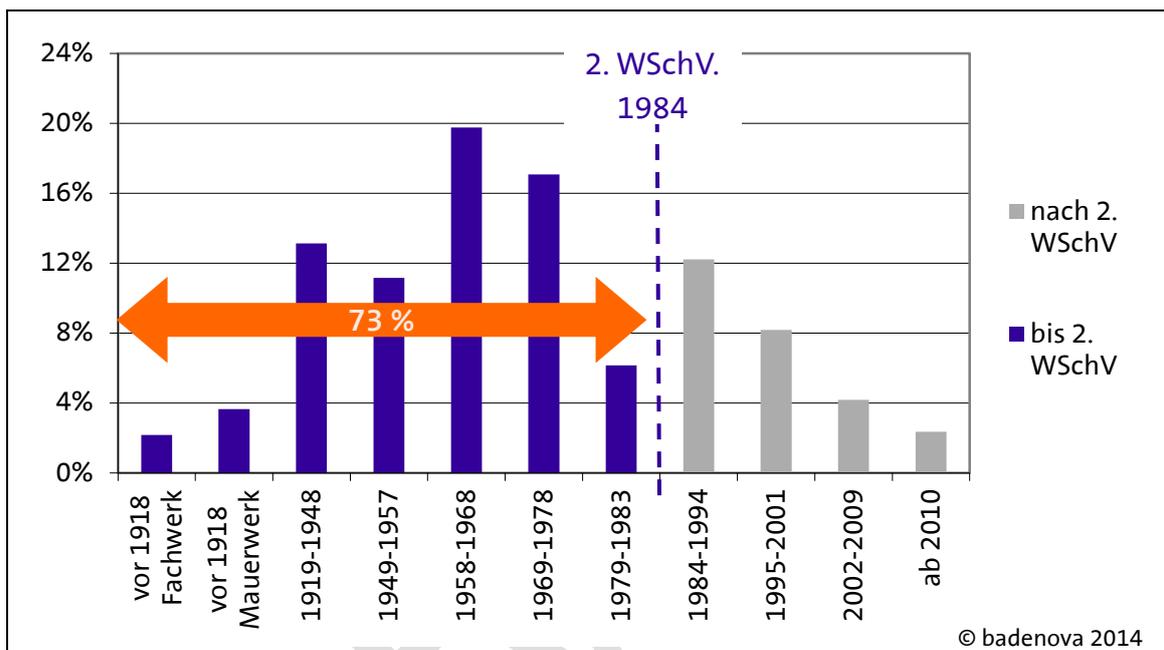


Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Schutterwald

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Schutterwald treffen. In Abbildung 4 sind hierzu alle Gebäude in Altersklassen eingeteilt und zu Baublöcken zusammengefasst worden. Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung.

Die Gemeinde Schutterwald besteht aus drei Ortschaften. In Langhurst zeigen die Baualter eine Abstufung von älteren Gebäuden im Osten und jüngeren im Westen. In der südlichsten Ortschaft – Höfen – zeigt die Baualtersentwicklung eine Abstufung von außen (überwiegend ältere Gebäude) nach innen. Diese Entwicklungen sind eng an die ursprüngliche Straßenführung gebunden.

Der Ortsteil Schutterwald hat seine ältesten und natürlich gewachsenen Bauabschnitte im Süden, während im Nordteil sehr regelmäßig angelegte Bauabschnitte zwischen der Nachkriegszeit und ca. 1983 entstanden sind. Vor allem in der östlichen Peripherie des Ortes finden sich mehrere kleine Neubaugebiete, die erst nach 1994 erschlossen wurden.

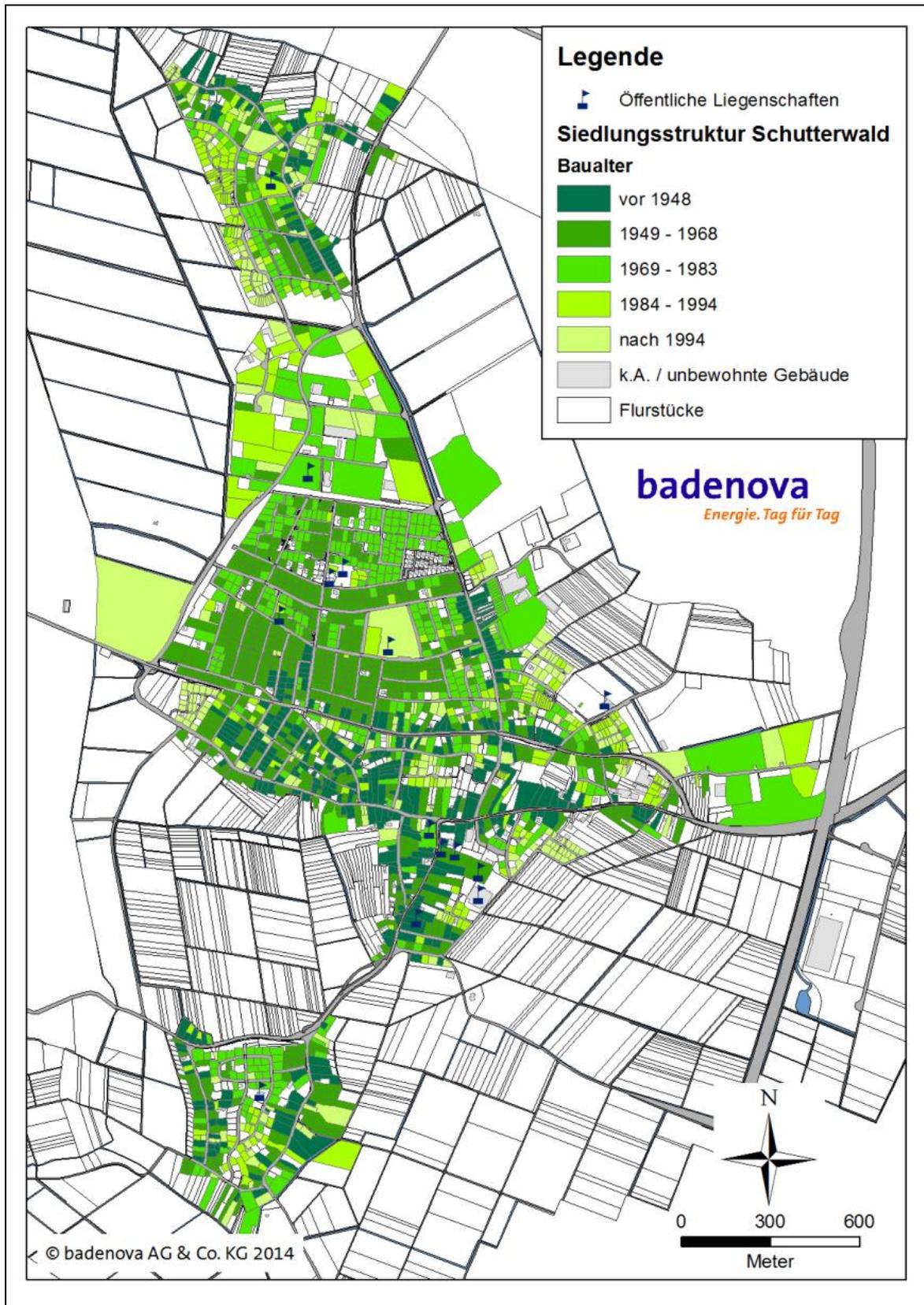


Abbildung 4 – Siedlungsstruktur von Schutterwald nach Baualter

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energieverbrauchswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestands relevant, die wiederum

von der jeweiligen Gebäudeart abhängig sind. In Schutterwald wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m<sup>2</sup> zwischen drei Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften und Mehrfamilienhaus unterschieden die aufgrund ihrer Gebäudegröße ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die auch in Schutterwald 72 % des Wohnbestandes ausmachen, vgl. Abbildung 5. Diese Einfamilienhäuser spielen bei der Erschließung der Einsparpotenziale eine große Rolle. Zum einen verzeichnen sie im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro Einwohner, zum anderen werden Einfamilienhäuser meist vom Eigentümer selbst bewohnt. Der Nutzen von Sanierungsmaßnahmen wirkt sich hier direkt aus und erhöht die Bereitschaft des Eigentümers, Investitionen zur Energieeinsparung vorzunehmen.

Hochhäuser – eine Gebäudeart, die z.B. gut für die Versorgung durch eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geeignet wäre – gibt es in Schutterwald nicht. Auch größere Mehrfamilienhäuser wären für effiziente Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen geeignet, diese machen jedoch insgesamt weniger als 10 % der Gebäude aus.

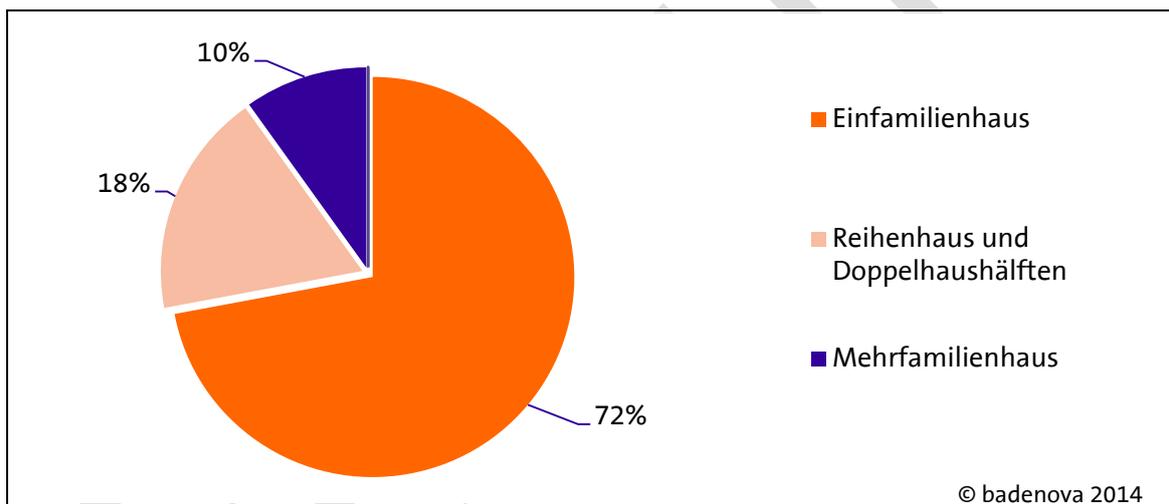


Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Schutterwald

## 2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

Die untenstehende Abbildung 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastuktur. Sowohl die Wohngebiete, als auch das Gewerbegebiet im Norden der Gemeinde verfügen über Gasnetze. Der Ortsteil Höfen hat keine Anbindung an das Erdgasnetz. Die Erdgasverdichtung in Schutterwald ist im mittleren Bereich, deshalb ist es nicht verwunderlich, dass immer noch rund 67 % des Wärmeverbrauchs durch Heizöl gedeckt wird, welches eine schlechtere CO<sub>2</sub>-Bilanz hat als Erdgas.



Abbildung 6 – Gasleitungen (grün) in Schutterwald

## 2.5 Nachhaltiges Flächenmanagement

Ein nachhaltiges Flächenmanagement dient einer zukunftsorientierten, wirtschaftlichen und sozial verträglichen Raum- und Siedlungsentwicklung. Die Gemeinde Schutterwald kann Dank ihrer Planungshoheit die jetzige und zukünftige bauliche Entwicklung im Rahmen der Bauleitplanung aktiv, bedarfsorientiert und strategisch gestalten. Ziel und Kernaufgabe des nachhaltigen Flächenmanagements ist einerseits die planvolle und effiziente Nutzung der vorhanden kommunalen Ressourcen und andererseits dessen quantitativer und qualitativer Schutz. Dabei gilt es insbesondere das langfristige Entwicklungspotenzial und die Bodennutzung zu optimieren, indem der Flächenverbrauch reduziert, Bauland bedarfsadäquat bereitgestellt und der Erhalt und die Wiederherstellung der Funktionen von Boden und Freiflächen gewährleistet wird.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) definiert vier Themenfelder, in denen Indikatoren der Flächennutzung erfasst werden können:

- Flächeneinsatz
- Effizienz
- Qualität
- Flächenmanagement

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg (StaLA-BW) ermittelt diese Indikatoren zum Flächenverbrauch regelmäßig für alle Gemeinden in Baden-Württemberg und betrachtet bei allen vier Indikatoren jeweils den derzeitigen Zustand sowie die Entwicklung der letzten acht Jahre. Jede Gemeinde wird im Vergleich zu strukturell ähnlichen Gemeinden dargestellt. Demnach wird die Gemeinde Schutterwald, mit ihrer Nähe zur Stadt Offenburg, als „Randzone um Verdichtungsraum mit einer Einwohnerzahl von 5.000 bis 10.000“ definiert.

Abbildung 7 zeigt das Ergebnis dieses Vergleichs in einem Kreisdiagramm. Der Durchschnittswert der Referenzgemeinden ist als graue Fläche dargestellt. Die Werte der Gemeinde Schutterwald sind als blaue Linie eingezeichnet. Die Werte sind umso vorteilhafter je näher sie beim Zentrum liegen und umso nachteiliger je mehr sie sich in Richtung Rand erstrecken.

Der Indikator Flächeneinsatz (orange) zeigt die Flächeninanspruchnahme der Gemeinde in Siedlungsfläche pro Einwohner. Hier schneidet Schutterwald besser ab als vergleichbare Gemeinden.

Bei der Effizienz der Flächennutzung (gelb) wird die Nutzung und bauliche Dichte von Wohngebieten eingeschätzt. Hier liegt Schutterwald gut im Durchschnitt.

Die Qualität der Flächennutzung (grün) betrachtet den Anteil von Erholungsflächen in der Gemeinde. Diese sind wichtig, sowohl um ein gesundes und attraktives Umfeld für Einwohner und Unternehmen zu schaffen als auch um ökologische Belastungen der Siedlungsentwicklung zu mindern.

Beim Flächenmanagement werden neugebaute Wohn- und Nutzflächen im Verhältnis zu Veränderungen in Flächenzuweisung für Gebäude betrachtet. Vor allem große oder noch unbebaute Wohnflächen tragen hier zu einem niedrigen Wert bei.

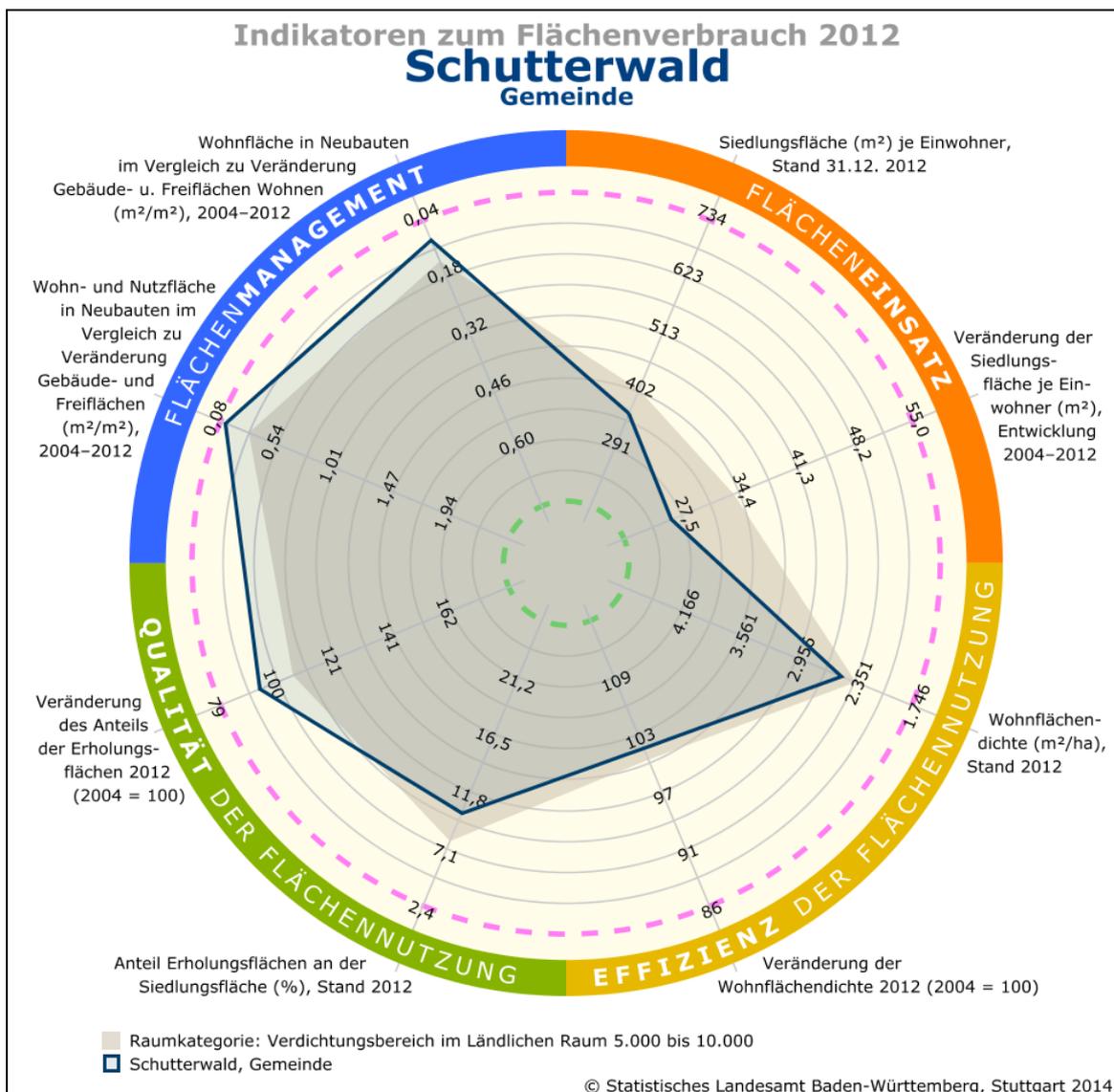


Abbildung 7 – Indikatoren zum Flächenverbrauch der Gemeinde Schutterwald im Jahr 2012 (StaLA-BW, 2014)

Um der zunehmenden Baulandknappheit und der Neuinanspruchnahme von Freiflächen vorzubeugen, sind die Aktivierung von Baulücken sowie die Identifizierung von leerstehenden Gebäuden und Bauplätzen aus ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten bedeutsam. Hierdurch können ohne großen planerischen und finanziellen Aufwand Baulandpotenziale erschlossen und ein nachhaltiges Flächenmanagement gewährleistet werden.

Mithilfe der Vor-Ort-Begehung, der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) sowie den Bebauungsplänen konnten für die Gemeinde Schutterwald sowohl Potenzialflächen, als auch Erholungs-/Grünflächen (sowohl öffentlich als auch privat) innerhalb des Siedlungsraums identifiziert werden (siehe Abbildung 8).

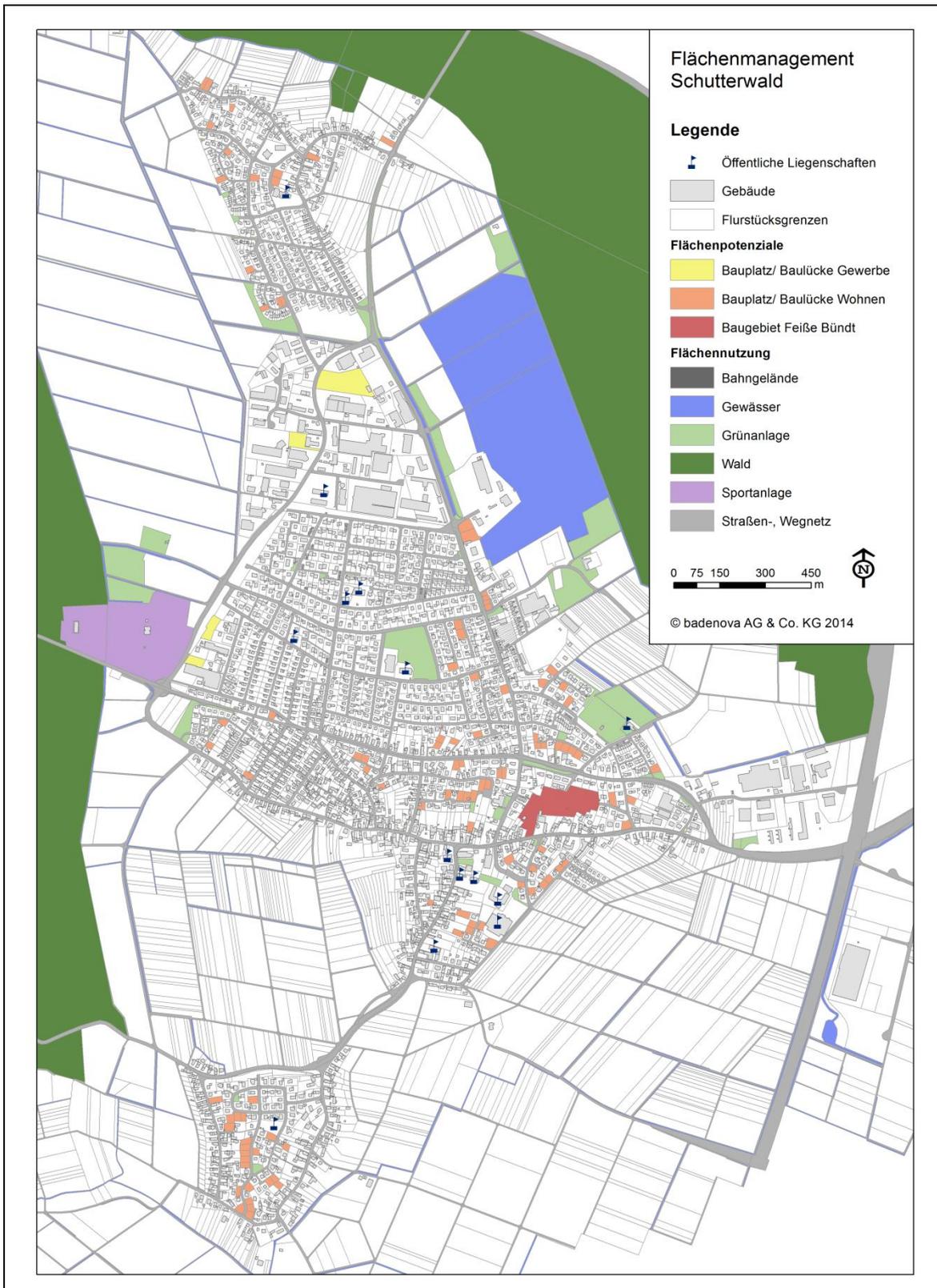


Abbildung 8 – Potenzialflächen und Erholungs-/Grünflächen der Gemeinde Schutterwald

Für die Gemeinde Schutterwald konnten insgesamt 108 (ca. 8,6 ha) Bauplätze bzw. Baulücken ermittelt werden. Davon sind 104 (ca. 6,7 ha) in Wohngebieten

und 4 (ca. 1,9 ha) in Gewerbegebieten. Zusätzlich wird eine Verdichtung in dem Gebiet „Feiße Bündt“ geplant, auf einer Fläche von ca. 2,2 ha.

Durch die Vor-Ort-Begehung für Schutterwald konnten sechs momentan leerstehende bzw. unbewohnte Gebäude (Leerstand) ausfindig gemacht werden. Außerdem stehen, vor allem im alten Ortskern, oft ungenutzte Scheunen die Potenziale für neue Wohnbauprojekte bergen oder durch eine Umnutzung zu einer Nutzwertsteigerung dieser Flächen führen könnten.

Entwurf

### 3. Energienutzung und CO<sub>2</sub>-Bilanz

#### 3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

##### 3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die aktuellen Stromverbrauchsdaten (2011-2013), aggregiert auf die gesamte Gemeinde, wurden vom Stromnetzbetreiber zur Verfügung gestellt. Hier werden die Daten für 2012 angegeben. Die Gemeindeverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Schutterwald bei rund 36.100 MWh im Jahr 2012. Der Sektor „Wirtschaft“ stellte mit 57 % den größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs (ca. 20.552 MWh/Jahr), vgl. Abbildung 9. Mit 30 %, also rund 10.870 MWh/Jahr, steht der Sektor „Private Haushalte“ an zweiter Stelle. Der Sektor „kommunale Liegenschaften“ und die Straßenbeleuchtung der Gemeinde sind für 2,4 % des Gesamtstromverbrauchs verantwortlich.

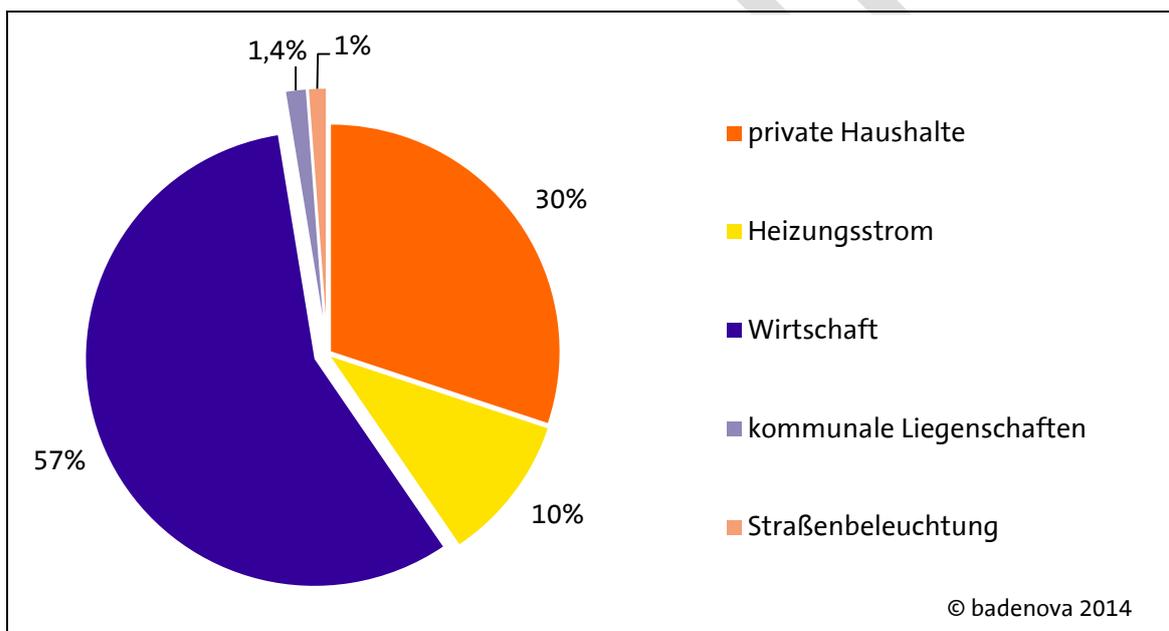


Abbildung 9 – Gesamtstromverbrauch in Schutterwald nach Sektoren

Der Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften betrug in 2012 ca. 500 MWh. Den höchsten Einzelverbrauch der kommunalen Liegenschaften haben die Mörburghallen mit ca. 130 MWh (Abbildung 10). Dort wurden in den letzten Jahren bereits die Leuchten und die Luftwärmepumpe modernisiert um den Stromverbrauch zu senken. Die Einsparungen die durch diese Maßnahmen bewirkt werden, müssten in den Auswertungen der Verbrauchsdaten der nächsten Jahre sichtbar werden.

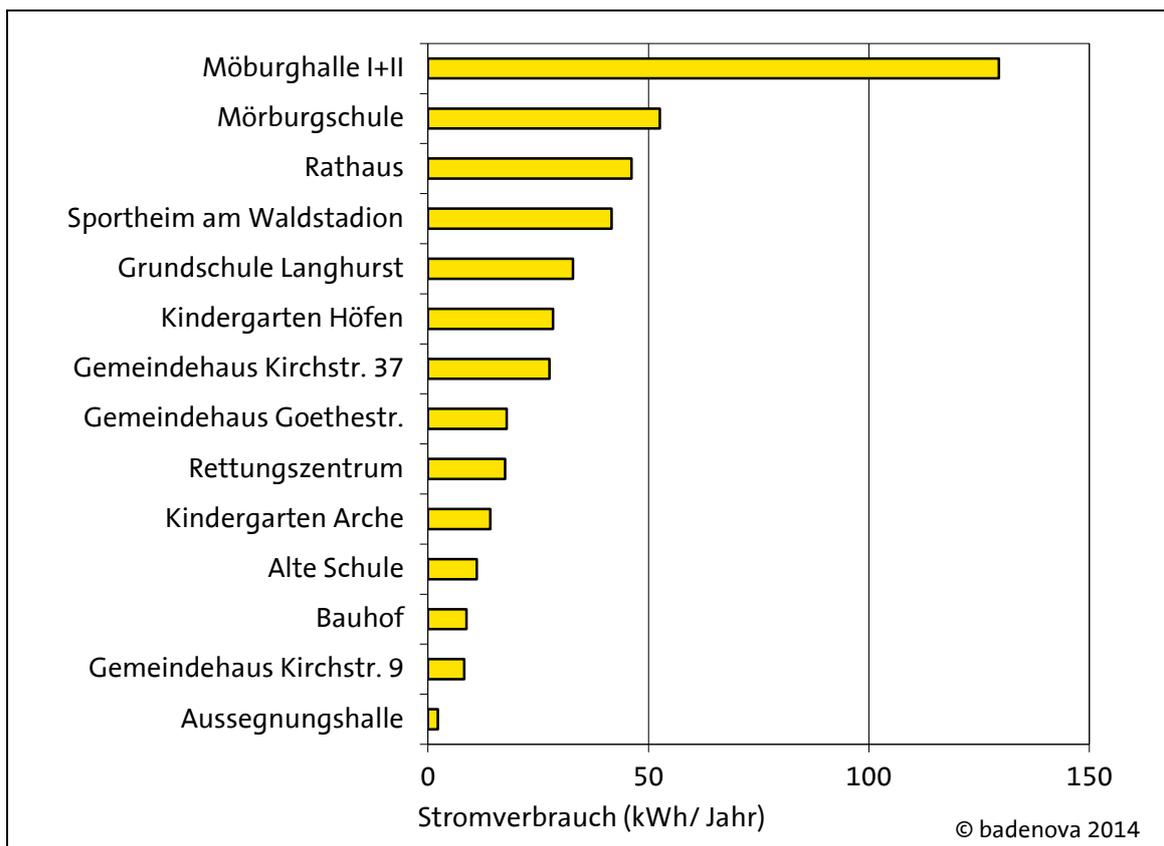


Abbildung 10 – Stromverbrauch nach kommunaler Liegenschaft (2012)

Die Straßenbeleuchtung machte mit 427 MWh rund 1 % des Gesamtstromverbrauchs im Jahr 2012 aus. Abbildung 11 zeigt den jährlichen Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung für die Jahre 2011-2013.

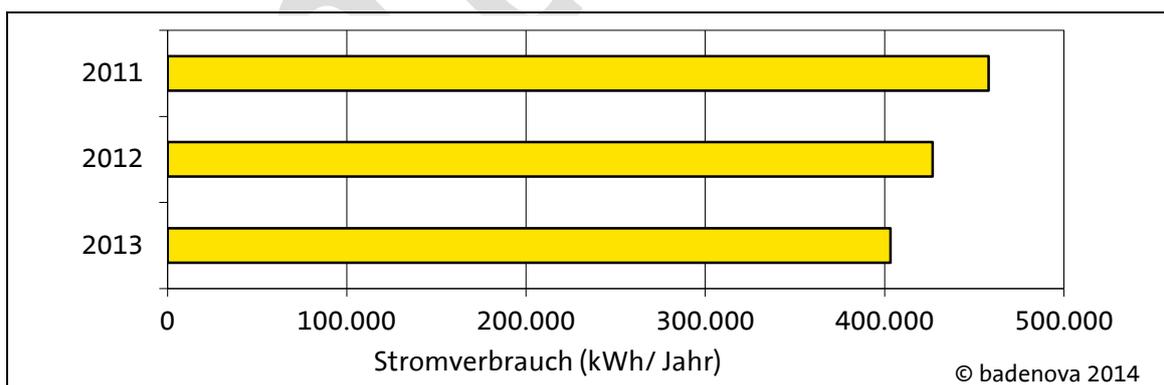


Abbildung 11 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2011-2013)

Einen großen Anteil des Stromverbrauchs machten zudem die Schulen in der Gemeinde mit insgesamt rund 97 MWh Strom und das Rathaus mit 46 MWh im Jahr 2012 aus.

Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In Schutterwald wurden im Jahr

2012 51,5 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit liegt die Gemeinde leicht unter dem Mittelwert von 54,1 kWh/Jahr der mehr als zwanzig Referenzgemeinden (Abbildung 12).

Der vergleichsweise eher niedrige Stromverbrauch ist darauf zurückzuführen, dass es nur noch sehr wenige stromintensive Quecksilberdampf Lampen in Schutterwald gibt, gleichzeitig bereits  $\frac{1}{4}$  aller Straßenlampen mit der sparsamen LED-Technik betrieben werden.

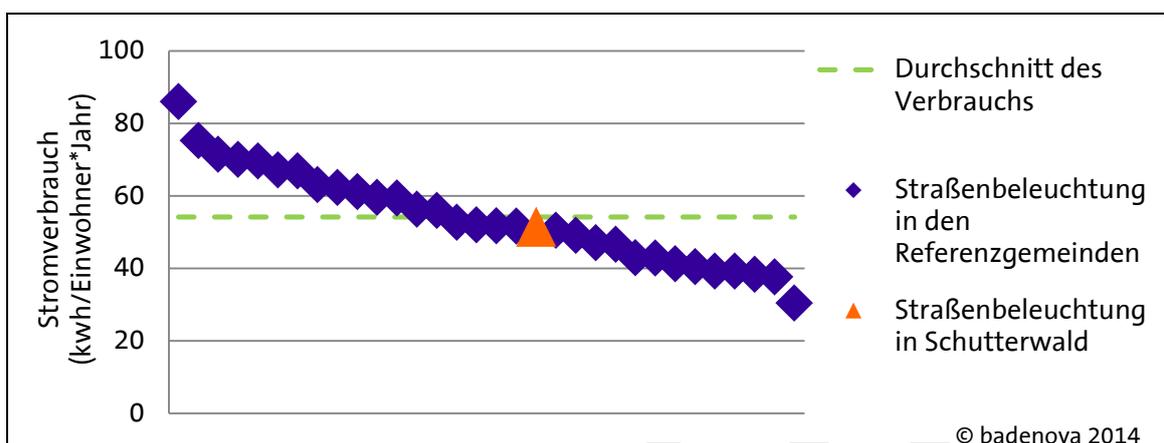


Abbildung 12 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

### 3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zur Stromeinspeisung aus Erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Übertragungsnetzbetreiber Transnet-BW abgefragt. Danach wurde der Strom aus Erneuerbaren Energien in Schutterwald im Jahr 2012 durch 219 PV-Anlagen (insgesamt 3.242 kW Leistung) erzeugt.

Im Jahr 2012 deckten die installierten PV-Anlagen zusammen etwa 9 % (3.088 MWh) des gesamten Stromverbrauchs (vgl. Abbildung 13).

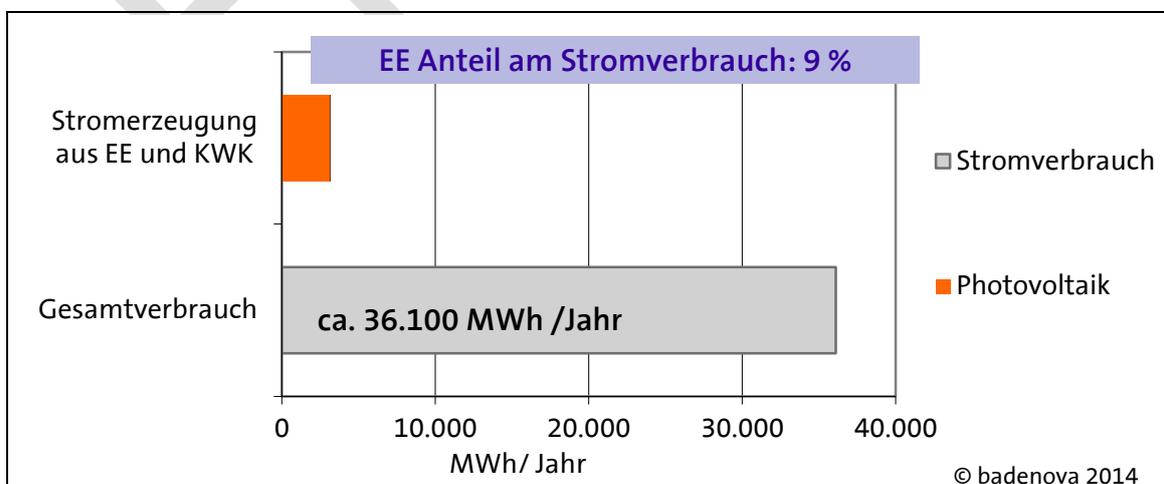


Abbildung 13 – Anteil der Stromerzeugung mit EE im Vergleich zum Stromverbrauch (2010)

In Abbildung 14 ist die Zahl der jeweils zugebauten PV-Anlagen über die letzten elf Jahre inklusive der kumulierten Leistung ausgewiesen. Der Trend zeigt eine kontinuierliche Steigerung der installierten Leistung zwischen den Jahren 2003 und 2012 von 24 kW auf 3.242 kW. Der durch PV-Anlagen eingespeiste Strom steigerte sich von 329 MWh im Jahr 2007 auf 3.088 MWh im Jahr 2012.

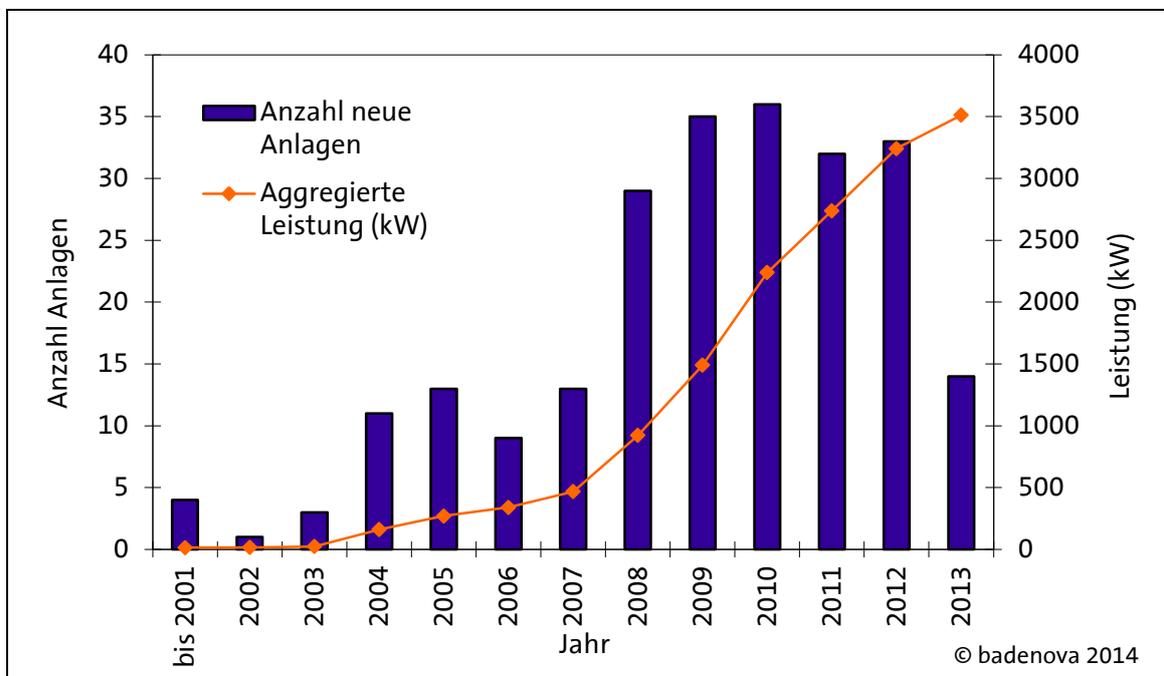


Abbildung 14 – Zubau PV-Anlagen und kumulierte Leistung

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis Erneuerbarer Energien können auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke (BHKW), einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz leisten. In der Gemeinde Schutterwald werden zur Zeit drei KWK-Anlagen mit einer installierten Leistung von ca. 16 kW betrieben. Damit wurden im Jahr 2013 ca. 47 MWh Strom erzeugt.

Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen können und sollen einen wesentlichen Beitrag zu einer dezentralen, nachhaltigen Energieversorgung leisten. Systeme der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig thermische Energie (Wärme) und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung, vgl. Abbildung 15. Auf Grund ihrer Effizienz wäre ein Ausbau der derzeit noch wenig genutzten Kraft-Wärme-Kopplung in Schutterwald sicher sinnvoll.

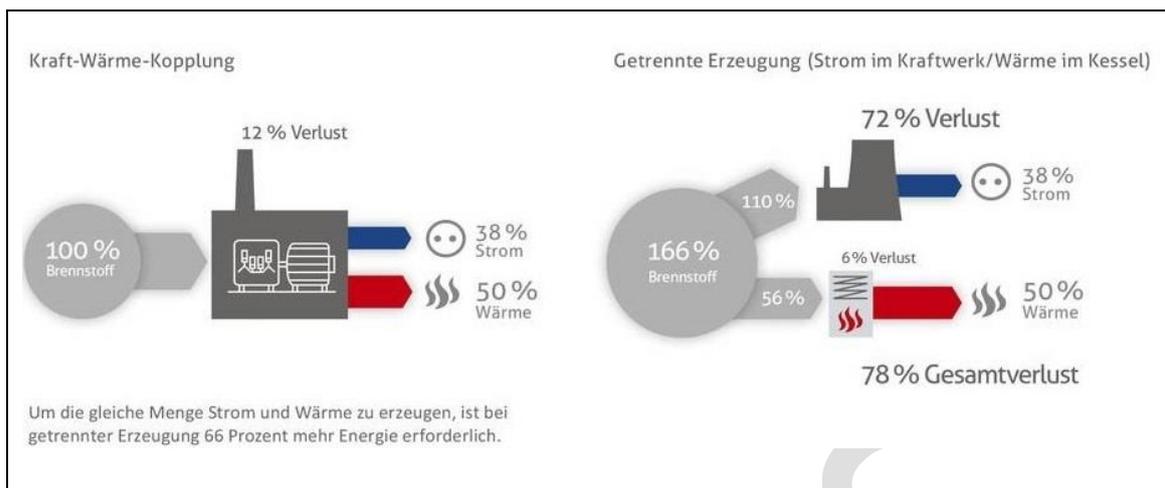


Abbildung 15 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2013)

### 3.1.3 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Schutterwald wurde ein Emissionsfaktor von 0,619 t CO<sub>2</sub>/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2014) (vgl. hierzu Ausführungen in Kapitel 9. Methodik). Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde 22.342 t im Jahr 2012.

Durch die Produktion von Strom mit Erneuerbare-Energien-Anlagen, trägt die Gemeinde Schutterwald dazu bei, dass sich die CO<sub>2</sub>-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind, als der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes, wurde zusätzlich ein kommunaler Strom-Mix für Schutterwald berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommixes wurden Emissionsfaktoren von 0,061 t CO<sub>2</sub>/MWh für Strom aus Photovoltaik-Anlagen (IFEU, 2014). Mit der Stromeinspeisung der Erneuerbaren-Energie-Anlagen in Schutterwald wurde, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 1.723 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2012 vermieden. Die folgende Abbildung 16 zeigt den Beitrag der Erneuerbaren-Energie-Anlagen zur Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes über die letzten Jahre.

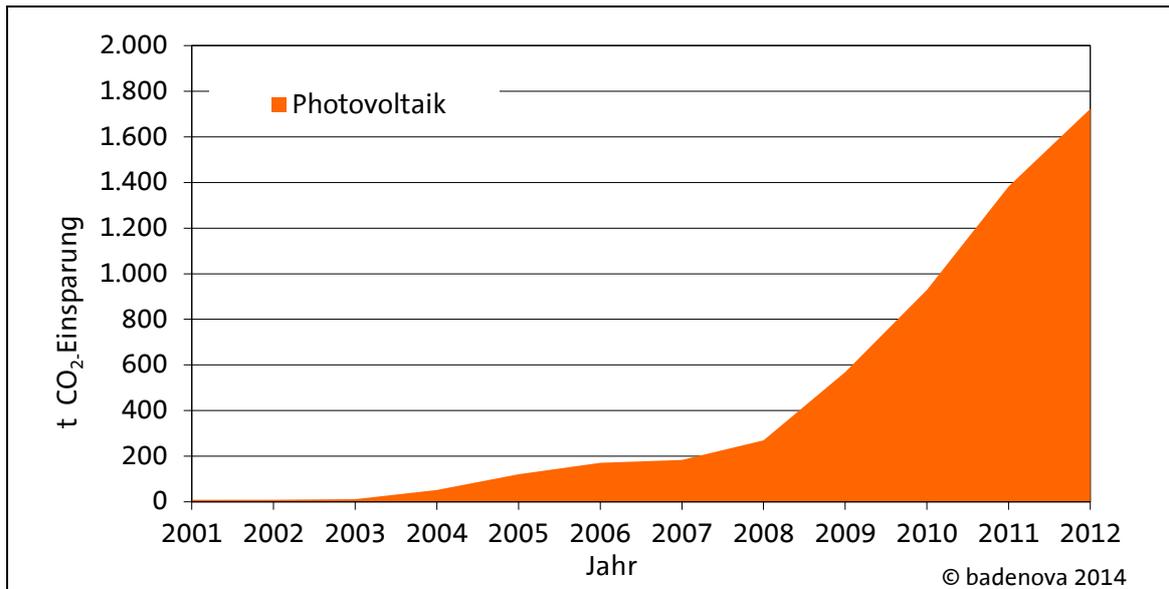


Abbildung 16 – Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strommix

## 3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

### 3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Vom örtlichen Erdgasnetzbetreiber, der bnNETZE GmbH, wurden die aktuellen Gasverbrauchsdaten zur Verfügung gestellt. Diese Daten waren zu ergänzen um Informationen über die anderen Heizenergieträger, Heizöl, Flüssiggas, Energieholz (z.B. Scheitholz, Holzpellets usw.), Solarthermie und Strom für Wärmepumpen, die wie folgt erhoben wurden:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBWs (2014) zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlere Feuerungsanlagen herangezogen. Zusätzlich wurden von den Bezirksschornsteinfegern der Gemeinde genauere Auflistungen der installierten Leistung zur Verfügung gestellt, die allerdings keinen Rückschluss auf einzelne Feuerungsanlagen zulassen.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen haben jedoch lediglich zehn Unternehmen geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermie-Anlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Der Bestand an Wärmepumpen wurde aus der Datenbank „Waermepumpenatlas.de“ ermittelt. Diese Datenbanken erfassen Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert worden sind.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 2.2) der Gesamtwärmeverbrauch in Schutterwald abschätzen (vgl. Kapitel 9). Dieser beträgt rund 79.400 MWh im Jahr 2012.

Betrachtet man den Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren, stellen die privaten Haushalte erwartungsgemäß den höchsten Wärmeverbrauch mit 64 % am Gesamtverbrauch (vgl. Abbildung 17).

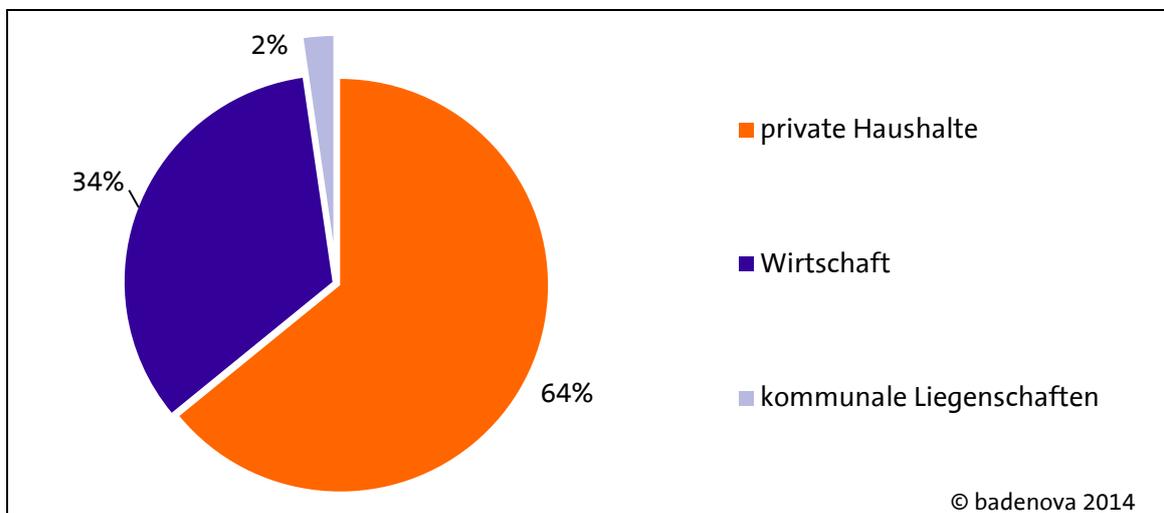


Abbildung 17 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren

### 3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen werden zur Deckung des Wärmebedarfs in Schutterwald vor allem Heizöl (67 %, 53.368 MWh) und Erdgas (14 %, 11.156 MWh) eingesetzt. Rund 5 % des Wärmebedarfs wird durch Heizungsstrom gedeckt und rund 3 % durch sonstige fossile Energieträger (Kohle, Flüssiggas, Wärme aus KWK-Anlagen) Insgesamt werden knapp 11 % des Wärmeverbrauchs der Gemeinde durch Erneuerbare Energiequellen erzeugt: Energieholz (9,6 %, 7.615 MWh) Solarthermie (0,9 %, 677 MWh) und Umweltwärme (0,235 %, 187 MWh) (vgl. Abbildung 18).

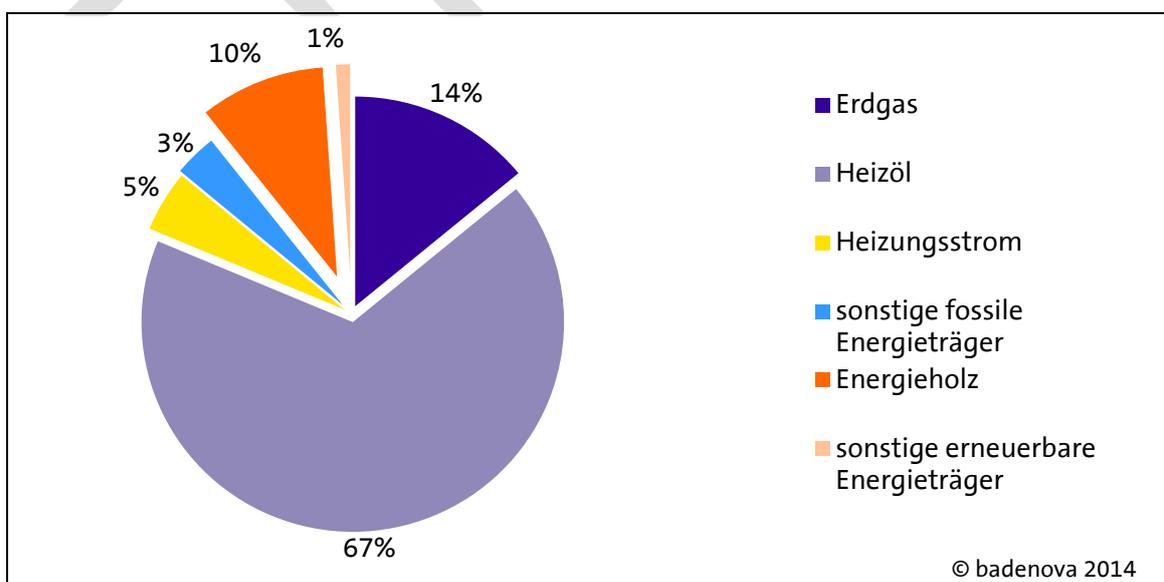


Abbildung 18 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträger

Die folgende Abbildung 19 zeigt nochmals detailliert auf, mit welchen Energieträgern die Sektoren „private Haushalte“, „Wirtschaft“ und „kommunale Liegenschaften“ ihre Wärme erzeugen.

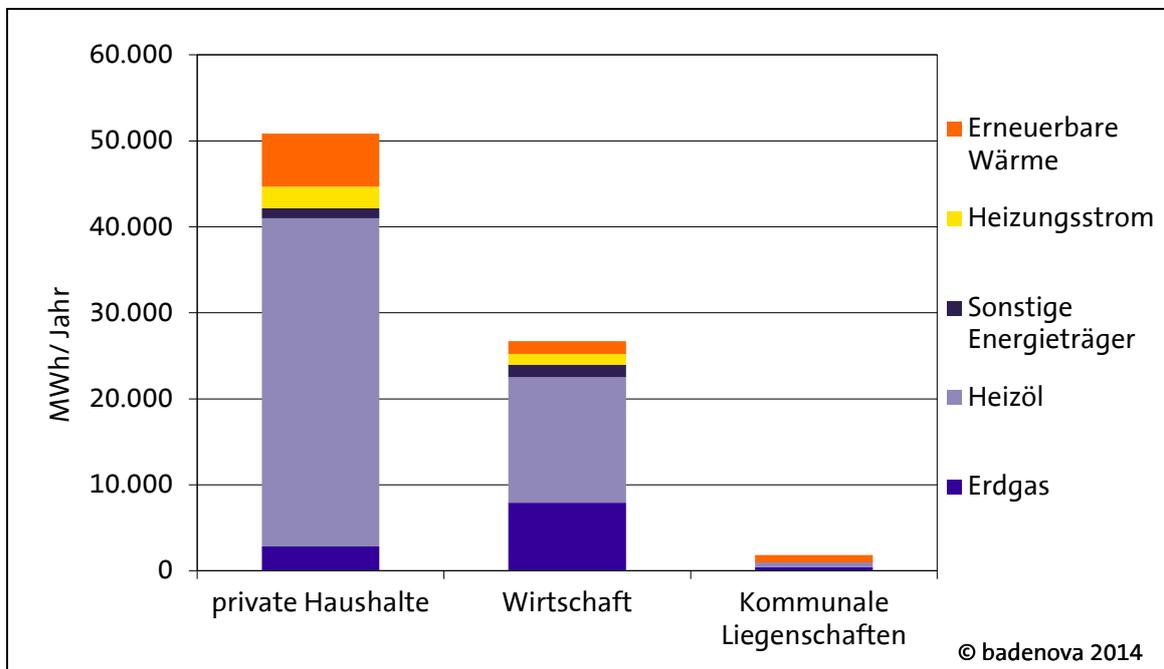


Abbildung 19 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger

Im Bereich kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2012 1.821 MWh für die Wärmeversorgung benötigt. Davon werden die größten Anteile mit Holzpellets (37 %) und Heizöl (32 %) erzeugt. Den höchsten Wärmeverbrauch der öffentlich-kommunalen Liegenschaften hat die Mörburgschule mit knapp 450 MWh im Jahr 2012, wovon 78 % durch einen Holzpelletzentalkessel bereit gestellt wurden. Der Nahwärmeverbund umfasst auch die Mörburghallen mit 340 MWh und die „Alte Schule“ mit 61 MWh Wärmeverbrauch im Jahr 2012. Die Grundschule Langhurst hatte im Jahr 2012 einen Verbrauch von ca. 249 MWh, der Bauhof 170 MWh und das Rathaus 141 MWh. Alle weiteren Einrichtungen liegen im Wärmeverbrauch unter 100 MWh/Jahr. Mit Erdwärme als regenerative Wärmequelle werden der Kindergarten „Arche“ und der Kindergarten in Höfen versorgt.

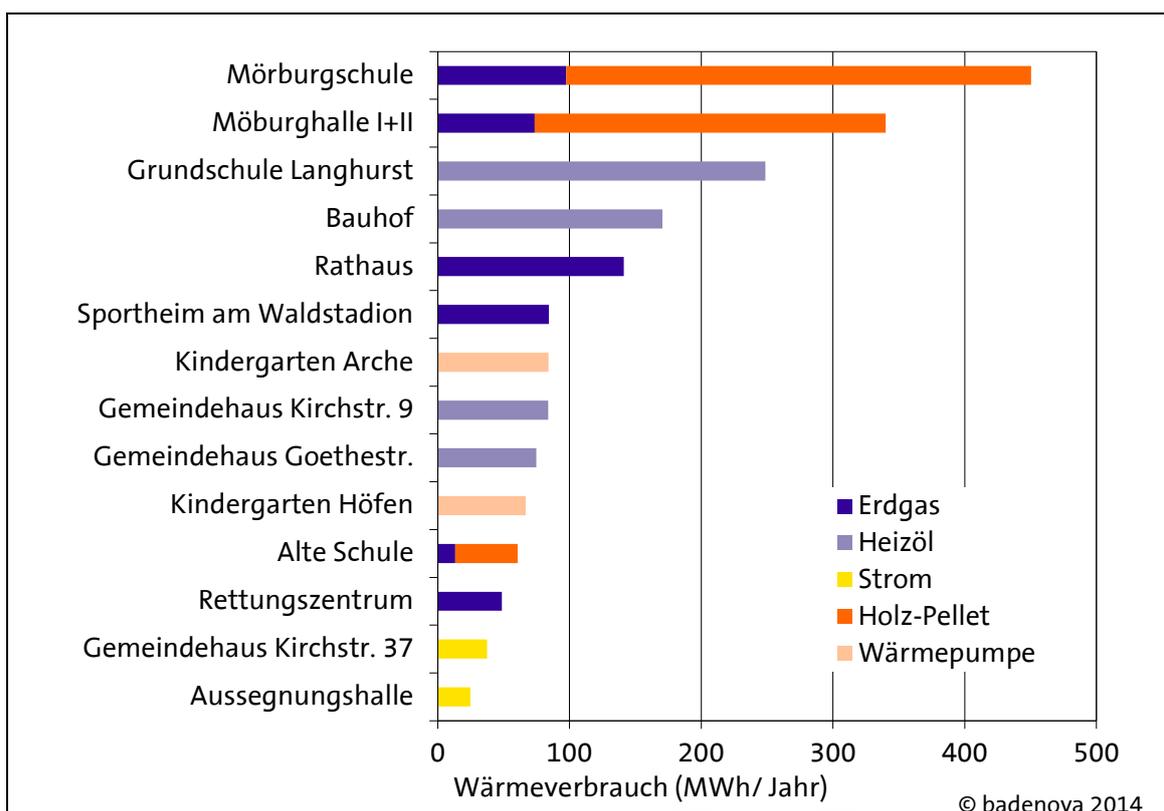


Abbildung 20 – Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften (2012)

### 3.2.3 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde zusammengeführt werden. Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs (vgl. Kapitel 9).

Als Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 21 den absoluten Heizwärmebedarf auf Gebäudeebene. Aus der Karte erkennt man die Wärmeinseln mit hohem Wärmebedarf, die zum einen die kommunalen Liegenschaften auf Grund ihrer Größe ausmachen, zum anderen ältere Siedlungsbereiche im Süden von Schutterwald-Ort sowie solche im Siedlungsgebiet „Auf der Weide“.

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten sind im Anhang weitere Wärmekarten beigefügt. Wir verweisen auch auf unsere zusätzlichen Ausführungen in Kapitel 5 „Handlungsfelder“, da die absolute Höhe des Energieverbrauchs nicht zwangsläufig Begründung für die Neuinstallation einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder eines Nahwärmenetzes sein sollte.

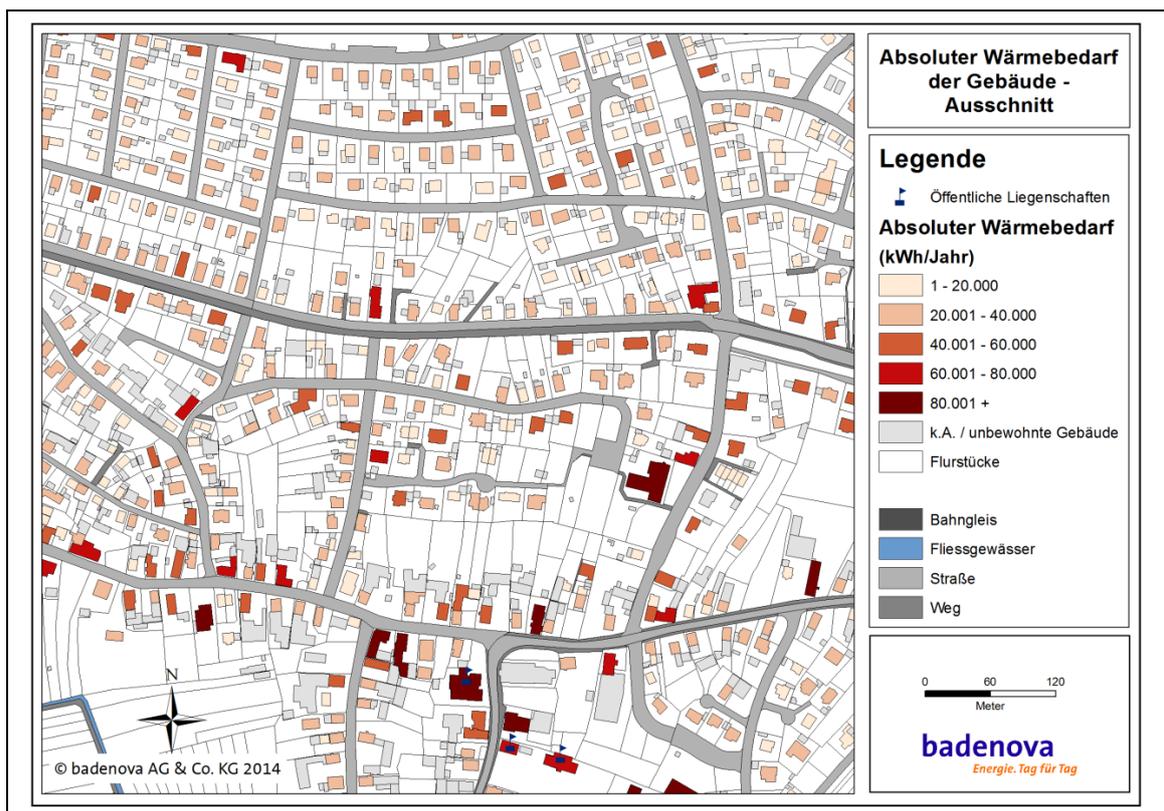


Abbildung 21 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

### 3.2.4 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Aus den Daten in Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 ergibt sich, dass die Deckung des Wärmeverbrauchs in Schutterwald für das Jahr 2012 zu CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 23.176 t führte.

Die kommunalen Liegenschaften sind mit Ihrer Wärmeerzeugung für 385 t CO<sub>2</sub> verantwortlich. Hier schneiden die Gebäude, die mit Holzpellets versorgt werden, im Verhältnis zu ihrem Wärmeverbrauch deutlich besser ab als die übrigen Liegenschaften. Dies liegt an den sehr geringen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Holzpellets, die beim Wärmenetz eingesetzt werden. Die mit Abstand höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionen hatten die Grundschule Langhurst und der Bauhof mit rund 79 t bzw. 54 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2012, vgl. Abbildung 22.

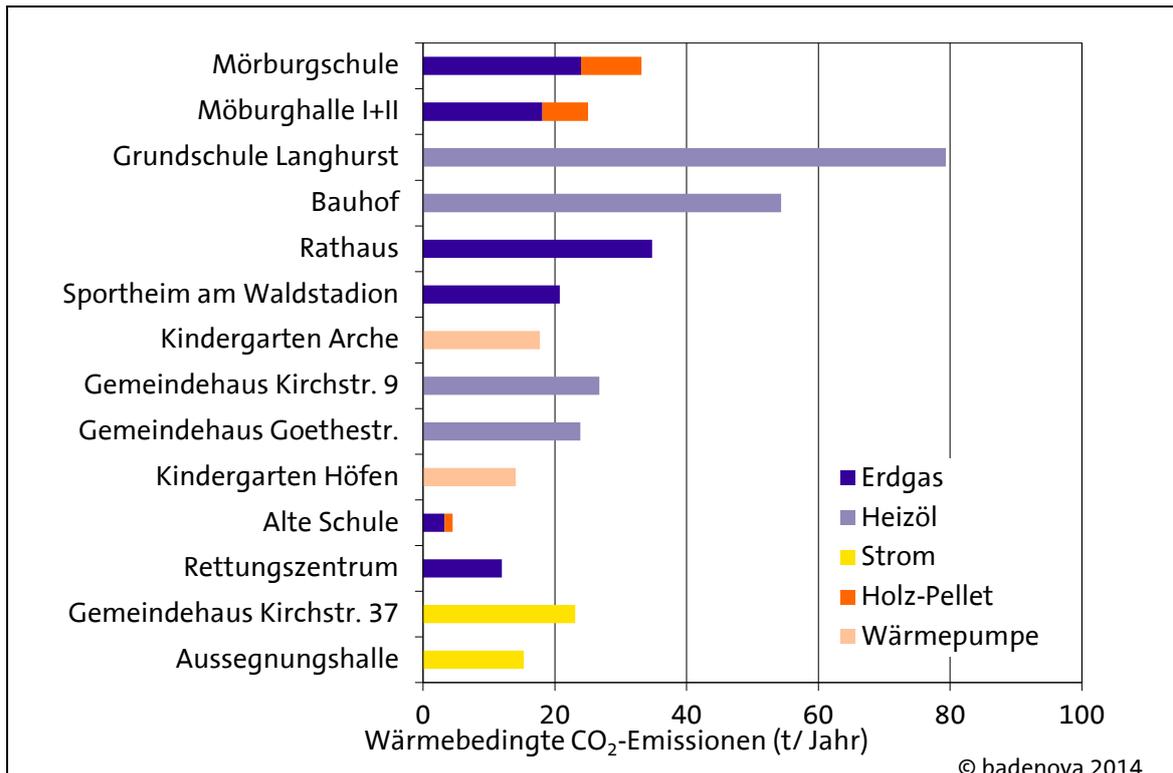


Abbildung 22 – CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2012)

### 3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor „Verkehr“ in erheblichem Maß in die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz einer Gemeinde ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes Baden-Württembergs konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde Schutterwald im Jahr 2012 ermittelt werden.

Die Daten des Statistischen Landesamtes wurden mit unterschiedlichen Methoden erhoben. Während für Bundesautobahnen oder Bundesstraßen die Personenkilometer, die auf eine Gemeinde entfallen, aus den gesamten im Bundesland gefahrenen Kilometern auf die Gemeinde umgelegt werden (mit Hilfe der Kilometer-Länge, der Straßen und der Einwohnerzahl der Gemeinde), wird die Fahrleistung für nachgeordnete Straßen (Land-, Kreis- und Gemeindestraßen) aus Fahrzeugzählungen ermittelt.

Eine ganz genaue, auf das Territorium der Gemeinde Schutterwald bezogene Aussage, ist damit nicht möglich. Doch zeigt auch die in Tabelle 2 vorgenommene Abschätzung, welchen großen Anteil der Straßenverkehr sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO<sub>2</sub>-Emissionen der Gemeinde hat.

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2012 32.005 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Schutterwald eingesetzt. Die genaue Aufteilung nach Kraftstoffart und Fahrzeugtyp ist in Abbildung 23 dargestellt. PKWs sind für den größten Anteil (65 %) des verkehrsbedingten Kraftstoffverbrauchs verantwortlich, gefolgt von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit einem Anteil von 30 % am Energieverbrauch. Die Fahrzeugtypen leichte Nutz-

fahrzeuge (4 %) und Krafträder (0,1 %) machen nur einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2012 durch den Verkehr 9.580 t CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgestoßen.

Der große Einfluss des Verkehrs auf die Gesamtemissionen der Gemeinde ist ein Grund dafür, warum bei der Definition von Klimaschutzmaßnahmen das Handlungsfeld „Mobilität“ auf keinen Fall außer Acht gelassen werden sollte.

Jahr 2012	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
<b>Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)</b>					
Autobahn	711	28.219	1.210	2.692	32.832
Außerortsstraßen <sup>1</sup>	178	8.819	320	365	9.682
Innerortsstraßen <sup>2</sup>	889	37.039	1.530	3.057	42.514
<b>Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)</b>					
Benzin	23	1.021	5	-	1.049
Diesel	-	669	97	791	1.557
<b>Energieverbrauch nach Fahrzeugen (MWh)</b>					32.005
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Fahrzeugen (t)</b>					9.580

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2012 von Schutterwald (Datengrundlage: STALA-BW, 2014a)

<sup>1</sup> Umfasst Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen

<sup>2</sup> Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

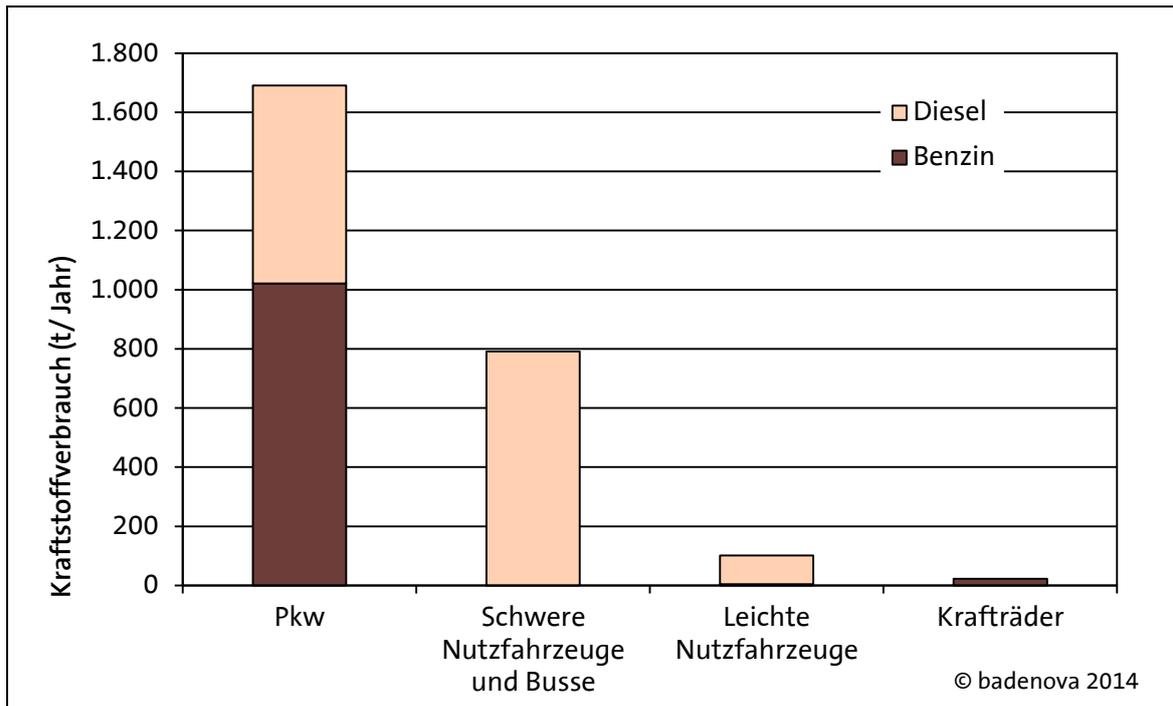


Abbildung 23 – Energieverbrauch im Sektor Verkehr nach Kraftstoff und Fahrzeugtyp in Schutterwald (2012)

### 3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

#### 3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch und den Energieverbrauch des Verkehrs in Schutterwald zusammen, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von rund 143.717 MWh im Jahr 2012. Die privaten Haushalte tragen mit rund 43 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch. Der Sektor Verkehr verursacht 22 % und der Sektor Wirtschaft 33 % des Verbrauchs, vgl. Abbildung 24. Mit einem Anteil von 1,9 % liegen die kommunalen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden gut im Durchschnitt.

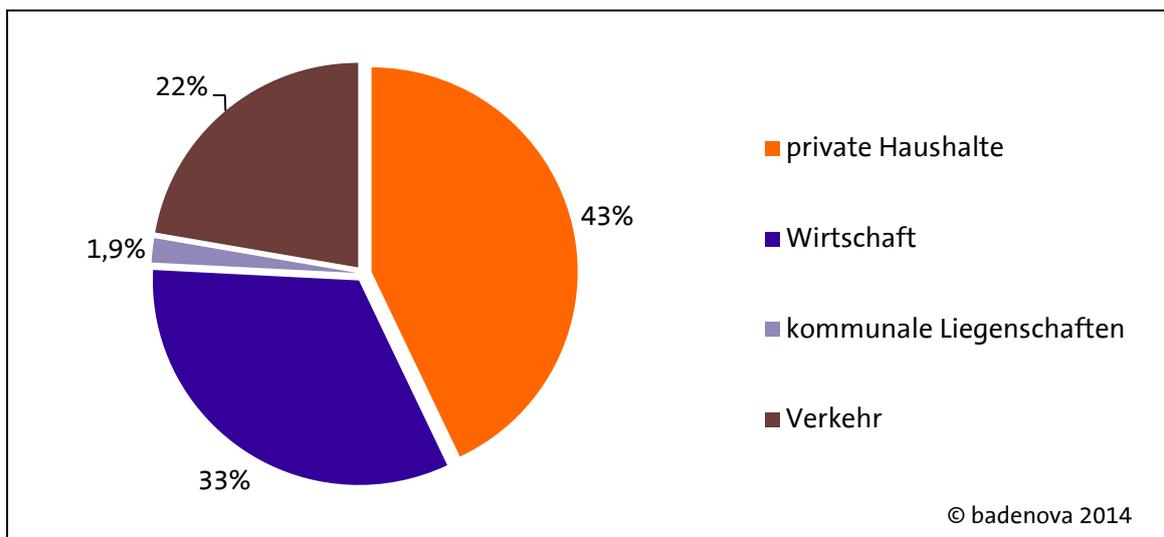


Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass die Energieträger Heizöl (37 %), Strom (25 %) und Kraftstoffe (22 %) den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Schutterwald haben. An vierter Stelle bei der Energiebereitstellung stehen Erdgas (8 %) und Energieholz (5%), vgl. Abbildung 25. Der Gesamtenergiebedarf wird insgesamt zu 5,9 % durch Erneuerbare Energien (Energieholz, Solarthermie und Umweltwärme) gedeckt. In Abbildung 26 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

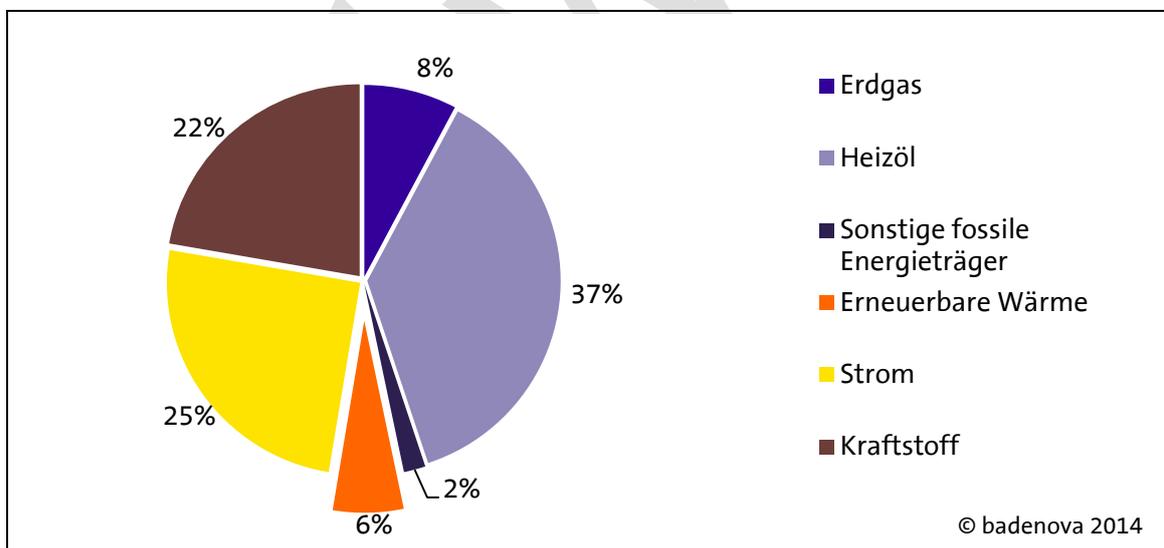


Abbildung 25 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger

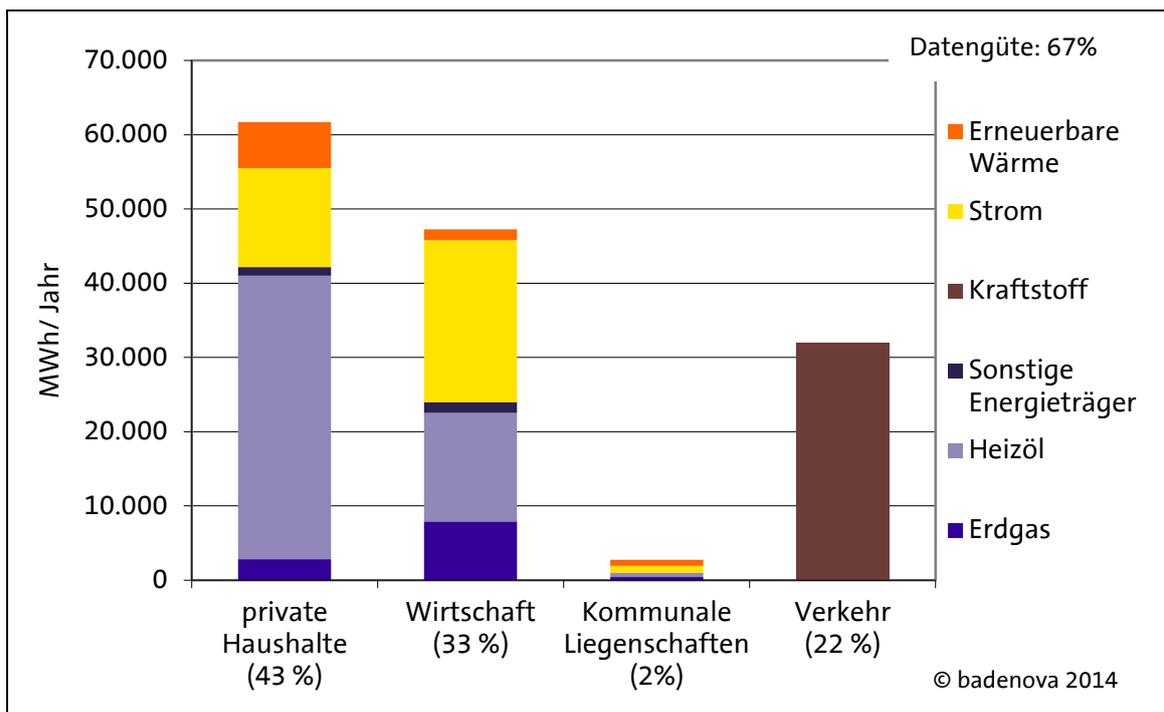


Abbildung 26 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträger

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2012 in Schutterwald bei knapp 2.748 MWh. Die Mörburgschule und die Mörburghallen I+II weisen den höchsten Energieverbrauch in Schutterwald auf, mit insgesamt 503 MWh bzw. knapp 500 MWh im Jahr 2012. An dritter Stelle steht mit 427 MWh im Jahr 2012 die Straßenbeleuchtung und an vierter Stelle mit 282 MWh/Jahr die Grundschule Langhurst (vgl. Abbildung 27).

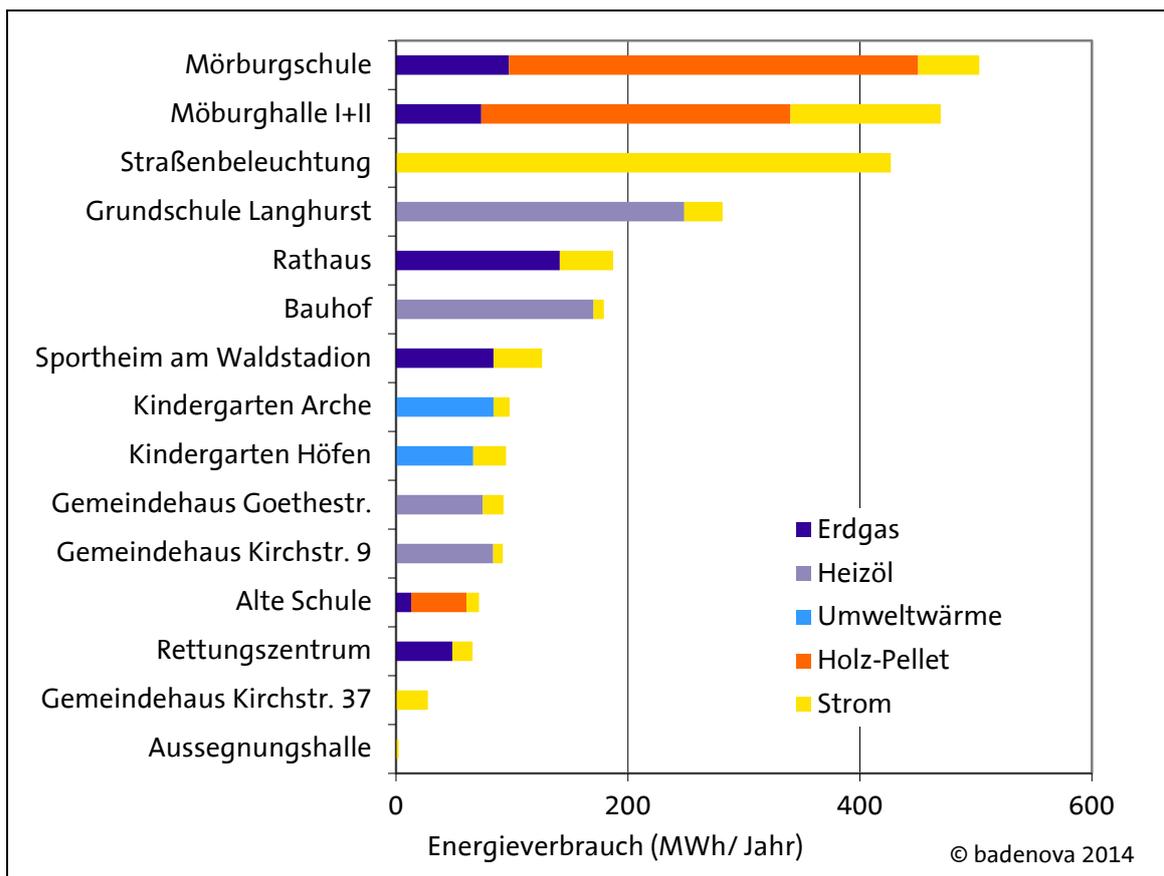
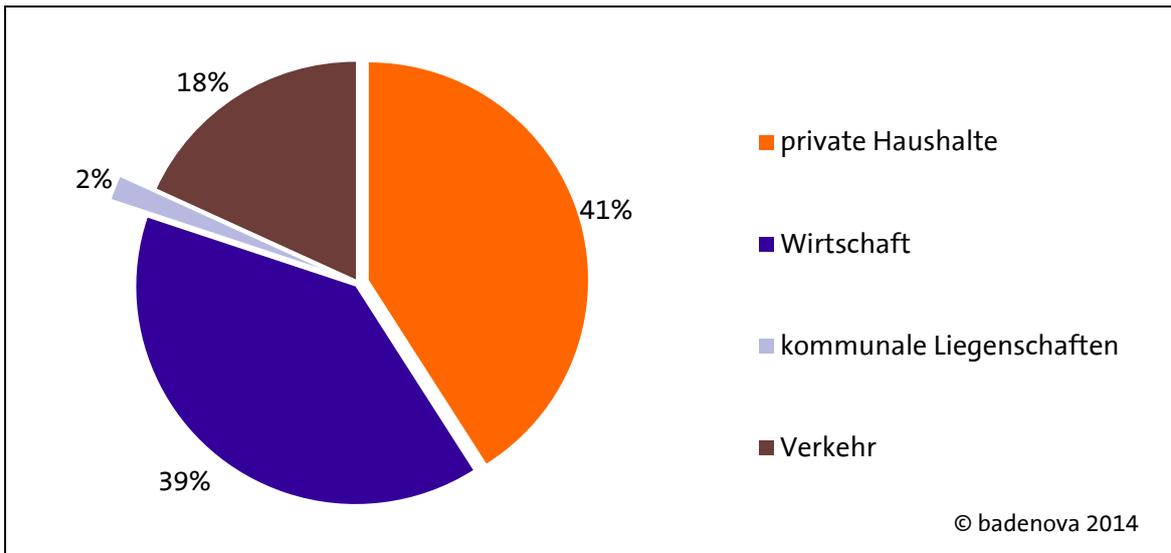


Abbildung 27 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Schutterwald (Jahr 2012)

### 3.4.2 Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz

Insgesamt wurden in Schutterwald im Jahr 2012 52.780 t CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Der Sektor private Haushalte ist für den größten Teil dieser CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich (41 %) (vgl. Abbildung 28). Der Sektor Wirtschaft trägt mit 39 % und der Sektor Verkehr mit 22 % zu den CO<sub>2</sub> Emissionen in der Gemeinde bei. Die kommunalen Liegenschaften sind lediglich für 2 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich.

Abbildung 28 – CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

Bezogen auf die Energieträger verursacht der Stromverbrauch mit 42 % den größten Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO<sub>2</sub>-Belastung des deutschen Strommixes. Als zweitgrößte Emissionsquelle ist der Heizölverbrauch der Gemeinde (32 %) zu nennen. An dritter und vierter Stelle stehen Kraftstoffe (mit 18%) und Erdgas (mit 5 %), vgl. Abbildung 29. Am besten schneiden die Erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO<sub>2</sub>-Emissionen anfallen. Energieholz, bei dem vor allem die Transportwege zum Tragen kommen, verursacht lediglich 0,3 % der Gesamtemissionen. Solarthermie und Umweltwärme verursachen jeweils ca. 0,05 % der Gesamtemissionen der Gemeinde.

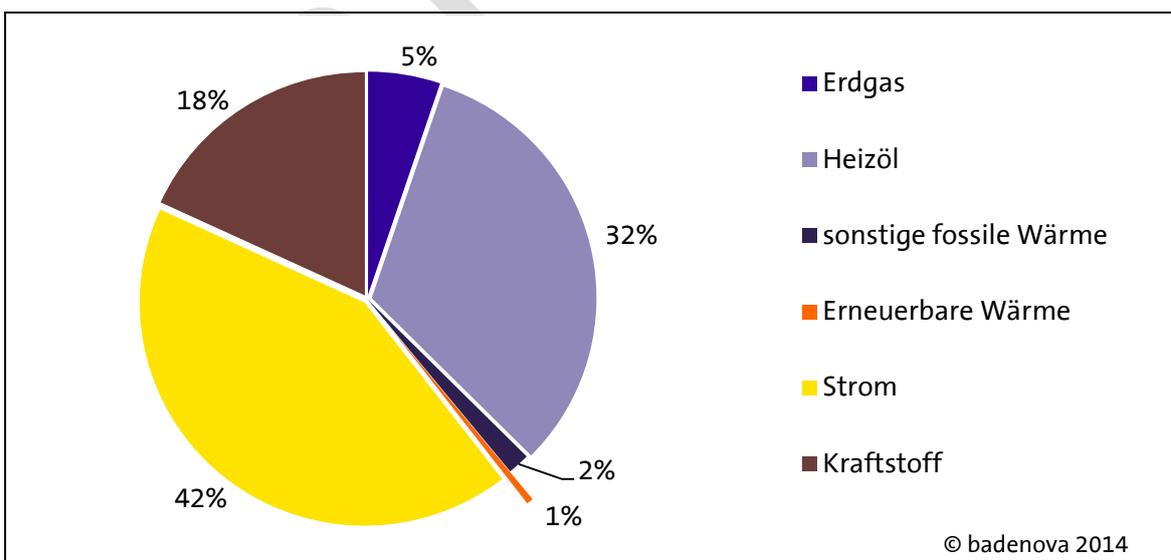
Abbildung 29 – CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträger

Abbildung 30 zeigt die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern. Hier wird nochmals deutlich, dass bei den Wohngebäuden der Strom-

und Heizölverbrauch die größten Anteile der CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Im Sektor Wirtschaft verursacht der Stromverbrauch den größten Anteil der Emissionen.

Die kommunalen Liegenschaften zusammen mit der Straßenbeleuchtung haben in Schutterwald im Jahr 2012 rund 909 t CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Die größten Anteile daran verursachten die Straßenbeleuchtung mit ca. 264 t CO<sub>2</sub>, die Mörburghallen I+II mit 105 t CO<sub>2</sub> und die Grundschule Langhurst mit 100 t CO<sub>2</sub> im Jahr 2012. An vierter Stelle steht die Feuerwehr. Vergleicht man den Gesamtenergieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Liegenschaften, dann wird die verhältnismäßig hohe CO<sub>2</sub>-Belastung von Strom deutlich (vgl. Abbildung 31).

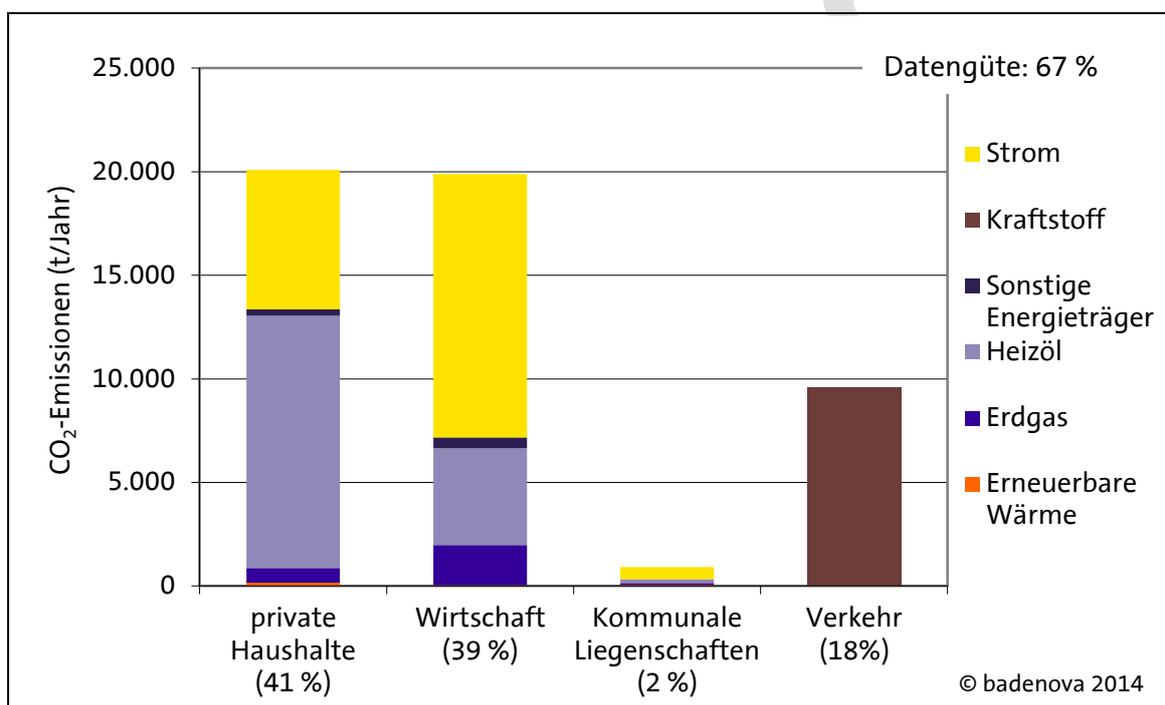


Abbildung 30 – CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren und Energieträger

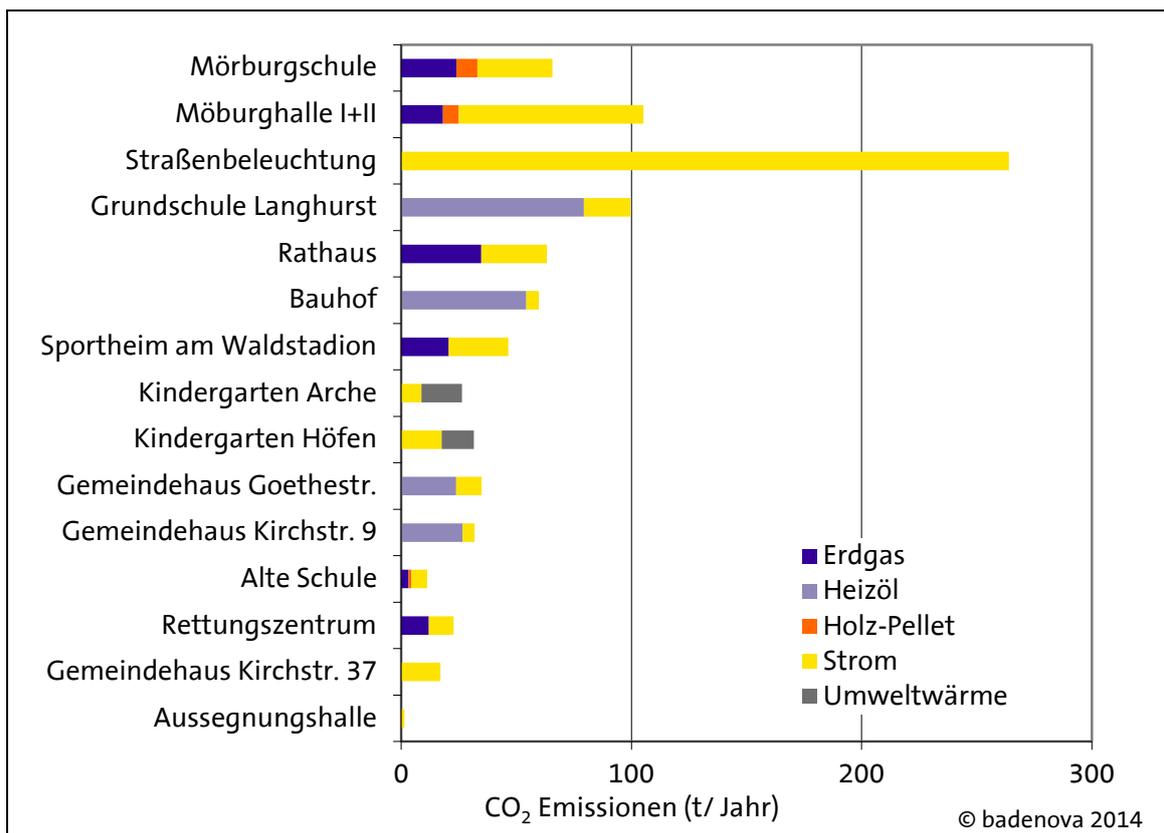


Abbildung 31 – CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften in Schutterwald (Jahr 2012)

Setzt man die Gesamtemissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder Schutterwälder Bürger Pro-Kopf-Emissionen von ca. 7,47 t CO<sub>2</sub>/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den kommunalen Strommix der Gemeinde, der den lokal in der Gemeinde produzierten Strom aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen beinhaltet, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 7,23 t CO<sub>2</sub>/Jahr.

Als klimaneutral gelten mittlerweile 0 t CO<sub>2</sub> pro Jahr und Einwohner. In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2008 pro Kopf durchschnittlich 6,8 t CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch industriintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Außerdem können CO<sub>2</sub>-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz festgehalten während Tabelle 4 eine Übersicht der Datengüte bzw. Belastbarkeit darstellt (siehe auch Kapitel 0).

	Schutterwald	Baden- Württemberg	Einheit
<b>Kommune gesamt</b>			
Endenergie ohne Verkehr	15.812	19.065	kWh/Einwohner
CO <sub>2</sub> Bundesmix	7,47	k.A.	t/Einwohner
CO <sub>2</sub> kommunaler Mix	7,22	k.A.	t/Einwohner
Anteil EEQ gesamt	7,9	10,5	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	8,6	12,9	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch	10,4	9,7	%
<b>Private Haushalte</b>			
Stromverbrauch	1.892	1.857	kWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	7.197	6.667	kWh/Einwohner

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz (2012)

Sektor	Datengüte	Belastbarkeit
Private Haushalte	52 %	Relativ belastbar
Wirtschaft	53 %	Relativ belastbar
Kommunale Liegenschaften	100 %	Gut belastbar
Gesamtbilanz	67 %	Belastbar

Tabelle 4 – Bewertung der Datengüte der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

## 4. Potenziale Erneuerbarer Energien

### 4.1 Solarenergie

#### 4.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde Schutterwald liegt prinzipiell in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei ca. 1.117 kWh/m<sup>2</sup> (RIPS der LUBW, 2012), also leicht über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m<sup>2</sup> (DWD, 2012).

Mit rund 9 % Anteil an der Stromerzeugung leistete die Photovoltaik im Jahr 2010 bereits einen sichtbaren Beitrag in der Gemeinde (vgl. Kapitel 3.1.2). Auch die vorhandenen und erfassten Solarthermie-Anlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 1.900 m<sup>2</sup> deckten 0,5 % der Wärmeversorgung. Trotzdem gibt es in Schutterwald bei der Nutzung der Solarenergie noch Ausbaupotenzial. Um dieses genauer abzuschätzen, wurde anhand von Luftbildern das theoretische Solarflächenpotenzial aller Bestandsgebäude erfasst (ohne bereits installierte Anlagen) und ausgewertet. Hierzu wurde wie folgt vorgegangen:

- Die Dachflächen wurden in vier Kategorien eingeteilt: Süddächer, Südost-/Südwestdächer, West-/Ostdächer und Flachdächer.
- Für die Schrägdächer war auf Basis der Luftbilder keine fundierte Aussage über die jeweilige Dachneigung möglich, so dass eine durchschnittliche Neigung angesetzt wurde. Die Flachdächer wurden gesondert betrachtet, da in einem solchen Fall eine Aufständigung der Module notwendig ist und durch Abschattungseffekte lediglich etwa 40 % der Dachfläche wirtschaftlich nutzbar bleibt.
- Mögliche Verschattungsverluste etwa durch große Bäume in direkter Gebäudeumgebung wurden nicht zusätzlich berücksichtigt – im Einzelfall muss ohnehin eine Prüfung der Verschattungssituation vor Ort vorgenommen werden. In der Berechnung der Nettoflächen ist allerdings grundsätzlich ein Flächenabschlag von 15 % gegenüber der tatsächlich gemessenen Fläche enthalten. Dadurch sind mögliche planungstechnische Unwägbarkeiten bereits einbezogen. Ebenso sind sämtliche Dachaufbauten wie Fenster, Gauben, Schornsteine etc. berücksichtigt worden und fließen nicht in die Nettofläche mit ein.

Für die weitere Abschätzung des Strom- und Wärmeerzeugungspotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle un bebauten und von der Ausrichtung geeigneten Dachflächenanteile mit Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umsetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größe des Solar-Ausbaupotenzials.

#### 4.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung der Luftbilder der Gemeinde ergab, dass 47 % der freien Dachflächen eine Ausrichtung nach Süden bzw. nach Südwest-/Südost haben (vgl. Tabel-

le 5). Diese Dächer sind sehr gut für eine Belegung mit solarthermischen Anlagen oder Photovoltaik-Anlagen geeignet.

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m <sup>2</sup> )	Anteil an Gesamtfläche
Süd	68.258	28 %
Südwest/Südost	44.755	19 %
Ost/West	49.249	20 %
Flachdach	79.336	33 %

Tabelle 5 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik

Zum besseren Verständnis des Vorgehens, wie das Dachflächenpotenzial aus den Luftbildern ermittelt wurde, ist in der folgenden Abbildung ein Ausschnitt aus dem für Schutterwald erstellten Solarkataster dargestellt. Die Ausrichtung der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.

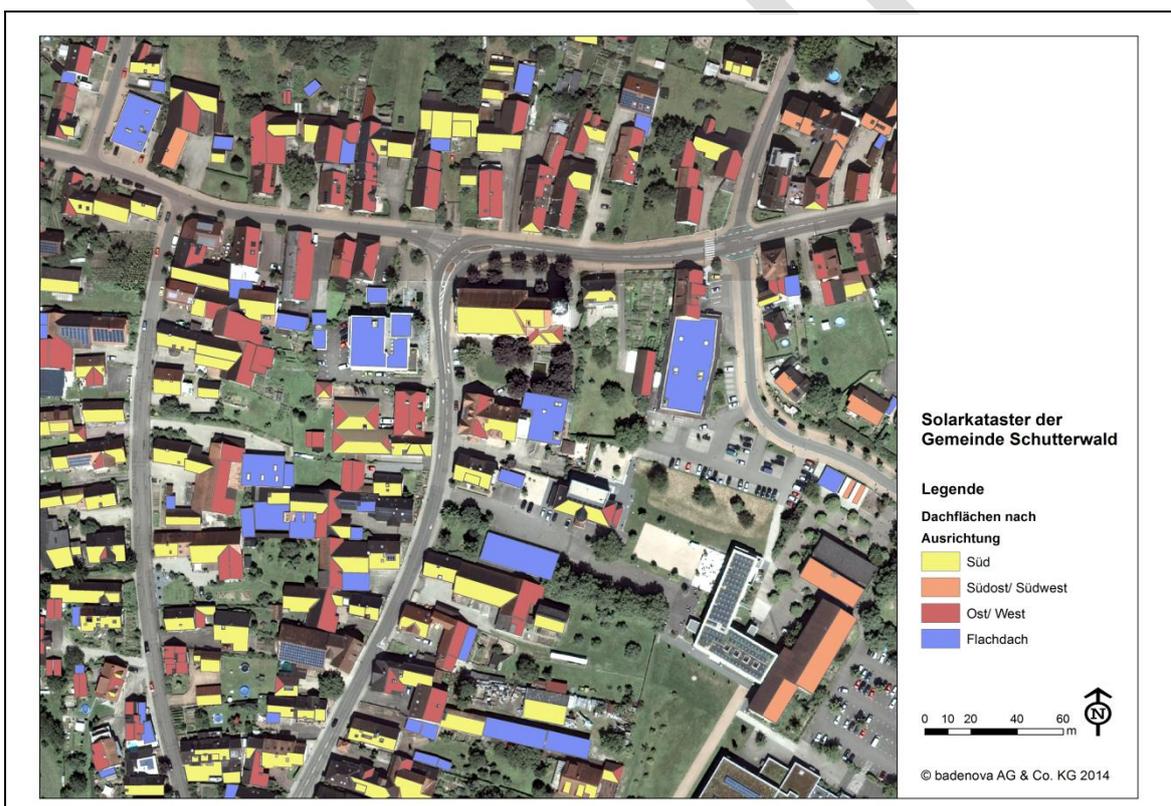


Abbildung 32 – Auszug des Solarkatasters von Schutterwald

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials umfasst daher zwei Szenarien. Szenario 1 geht davon aus, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. In Szenario 2 wird davon ausgegangen,

dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermie-Anlagen erzeugt werden<sup>3</sup>. Beide Szenarien sind in Abbildung 33 dargestellt.

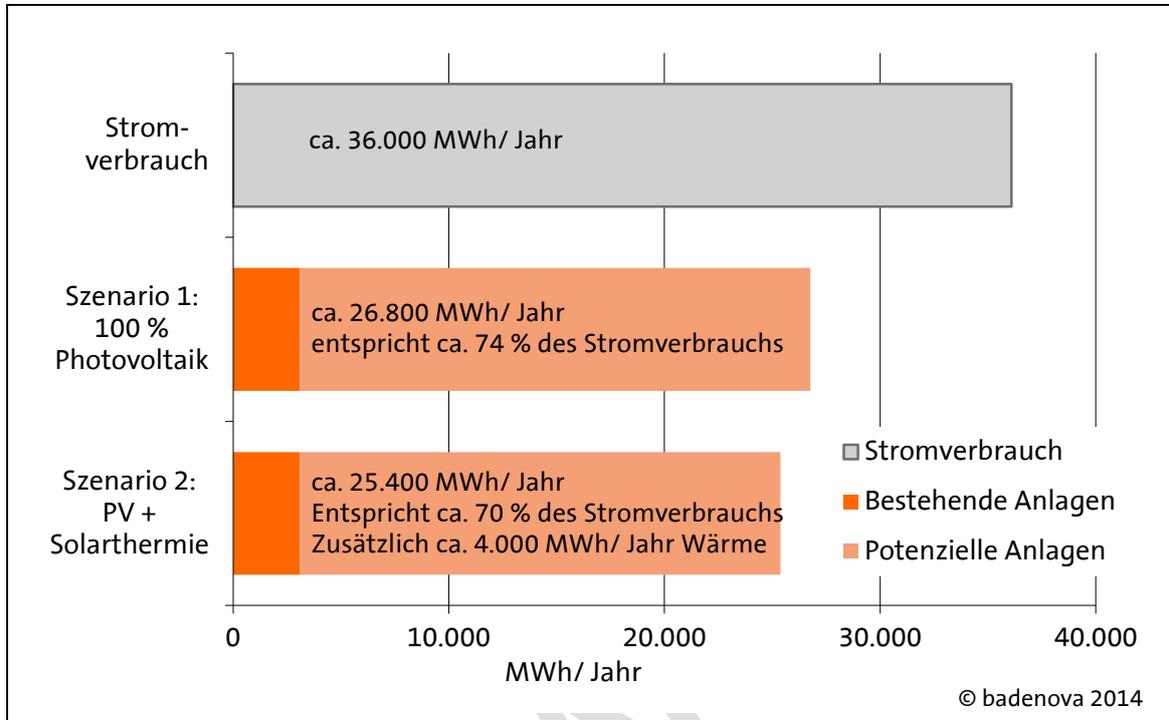


Abbildung 33 – Solarpotenziale der Gemeinde Schutterwald

Zusammenfassend lassen sich aus den beiden untersuchten Szenarien folgende theoretische Schlussfolgerungen ziehen:

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Gemeinde auf ca. 74 % des Stromverbrauchs bzw. rund 26.800 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung könnten bei Verzicht von 4 % des Solarstrompotenzials ca. 4.000 MWh zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 25.400 MWh/Jahr und entspricht dadurch 70 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung liegt. Die Ausschöpfung des Potenzials wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend

<sup>3</sup> Solarthermie-Anlagen für die Warmwasserbereitstellung werden auf ca. 60 % des jährlichen Warmwasserbedarfs des Haushaltes ausgerichtet, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu maximieren. Größere Anlagen sind zwar möglich, produzieren allerdings im Sommer einen Überschuss an Wärme, der nicht genutzt werden kann (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007).

ändernden Gesetzeslage (Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß dem „Erneuerbaren-Energien-Gesetz“ (EEG)) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

## 4.2 Energie aus Biomasse

### 4.2.1 Hintergrund

Biomasse als Energieträger in fester, flüssiger und gasförmiger Form nimmt in Deutschland insbesondere bei der Bereitstellung von regenerativer Wärme eine zentrale Rolle ein. Nach aktuellen Zahlen des Bundesumweltministeriums (Stand: Januar 2012) hatte die Biomasse in 2011 in Deutschland einen Anteil von 92 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 32 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen.

Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig, vgl. Abbildung 34. Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holzpellets und Holz-Hackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt während Biogas aus verschiedene Substrate, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

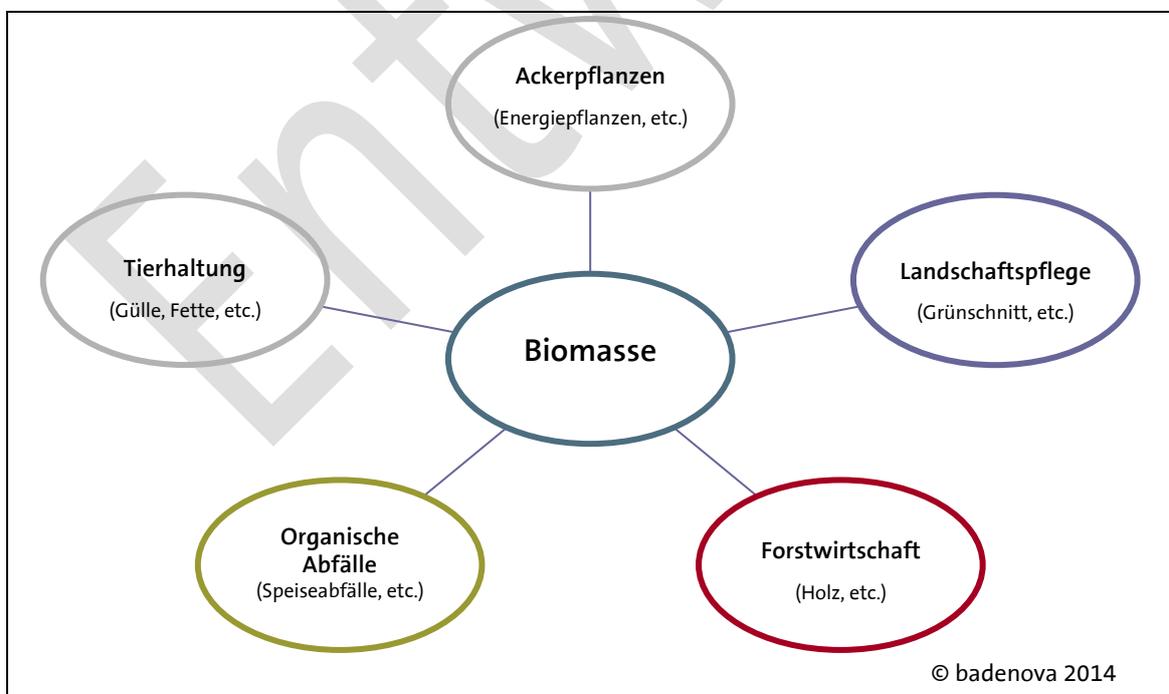


Abbildung 34 – Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung

Im Rahmen dieser Studien wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet Schutterwald durch eine empirische Erhebung ermittelt. Dabei fließen unter anderem das Massenaufkommen sowie die derzeitigen Verwertungskonzepte und die jahreszeitliche Verteilung mit in die Datenerhebung ein. Dadurch können noch vorhandene technisch nutzbare Potenziale im Kontext von strukturellen, ökologischen und administrativen Vorgaben aufgezeigt werden.

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. Erst in einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen, Schmierstoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

#### 4.2.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen

Eine leicht zugängliche Quelle für Biomasse sind die Reststoffe, wie sie bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen anfallen. Die meisten dieser organischen Reststoffe können als Substrat für eine Biogasanlage verwendet werden. In der Gemeinde Schutterwald werden auf einer Fläche von 461 ha Ackerpflanzen kultiviert. Auf 67 % dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut, wobei der größere Anteil mit knapp 61 % auf Körnermais und ca. 37 % auf Winterweizen entfällt. Somit stellt der Maisstroh, als Reststoff des Anbaus von Körnermais, auch das größte Energiepotenzial der ackerbaulichen Reststoffe mit 1.150 MWh/ Jahr dar. Eine energetische Nutzung des anfallenden Weizenstrohs als Biogassubstrat bietet ein Potenzial von knapp 304 MWh pro Jahr. Weitere Substratpotenziale bieten die Reststoffe aus den Haferanbau (25 MWh), den Kartoffelanbau (4 MWh), den Raps- und Ölfruchtanbau (783 MWh) und den Silomaisanbau (587 MWh).<sup>4</sup>

Zusätzlich zu den Reststoffen aus dem bestehenden Ackeranbau, können auch brach liegende Flächen, die sich für den konventionellen Anbau nicht eignen, für den Anbau von Energiemais genutzt werden. Mais ist ein erprobtes Biogassubstrat mit einer hohen spezifischen Biogasausbeute. Eine Bepflanzung der brachliegenden Flächen mit Energiemais kann daher sinnvoll sein. Ungefähr 10 % der Ackerfläche in Schutterwald liegen nach Angaben des StaLa-BW brach. Zur Kalkulation des Energiepotenzials dieser brachliegenden Fläche wird ein Anbau von Energiemais mit einem um 50 % verminderten Ertrag angesetzt. Durch den An-

---

<sup>4</sup> Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Schutterwald auf 4 Haupterwerbslandwirte und 11 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

bau von Energiemais auf Brachflächen könnten 1.451 MWh/Jahr an Energie zusätzlich generiert werden.

Neben den Ackerflächen, werden in Schutterwald weitere 117 ha als Dauergrünlandfläche genutzt. Die auf diesen Flächen produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und kann in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist ein Energiepotenzial von 542 MWh/Jahr auf.

Somit ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 4.850 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Ackerbaupflanzen. In Abbildung 35 sind das jährlich verfügbare Energiepotenzial der Reststoffe aus dem Ackeranbau, sowie das Potenzial aus der Nutzung der Brachflächen und der anfallenden Grassilage nach Quelle dargestellt.

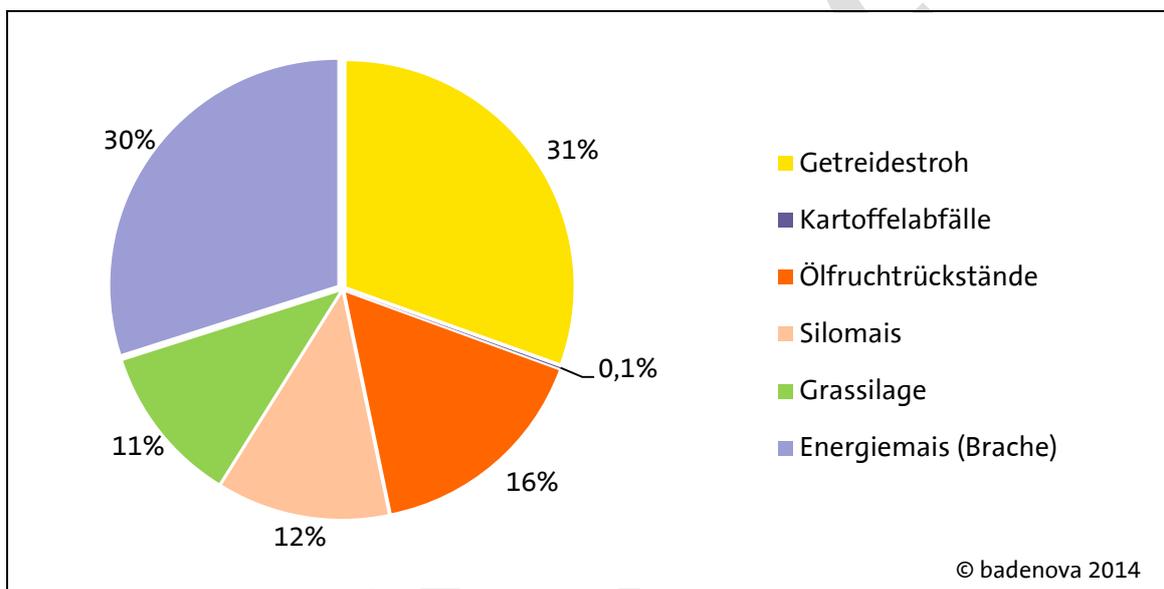


Abbildung 35 – Energiepotenziale aus Ackerbaupflanzen nach Quelle

#### 4.2.3 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung

Die Nutzung von tierischen Exkrementen als Biogassubstrat ist ökologisch sinnvoll, denn die vergorene Gülle bzw. der ausgefaulte Festmist kann anschließend in Form von Biogasgülle als hochwertiger organischer Dünger auf das Feld ausgebracht werden. Somit kann eine Biogasanlage in den biologischen Kreislauf von Pflanzenanbau, Futtermittelgewinnung, Tierhaltung und Düngung integriert werden und es wird eine zusätzliche Wertschöpfungsstufe geschaffen. Bei einer effizienten Nutzung von Gülle oder Festmist als Biogassubstrat sind kurze Transportwege zu beachten. In der Regel entstehen bei dem Transport der Gülle hohe Kosten aufgrund des hohen Wasseranteils, weshalb die Erschließung dieses Potenzials nur teilweise wirtschaftlich möglich ist.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Nutztieren gewährleisten zu können, wird der Viehbesatz auf Großvieheinheiten (GV) umgerechnet. Eine Großvieheinheit entspricht 500 kg Lebendgewicht, was sich ungefähr mit der Masse eines Rindes deckt. Im Raum Schutterwald entfällt der größte Anteil der Viehwirtschaft mit 54 GV auf die Schweinemast gefolgt von der Pferdehaltung

mit 9 GV und der Federviehhaltung mit knapp 2 GV. Aus der Nutzung des Pferdemeists ergibt sich ein Energiepotenzial von 41,5 MWh/Jahr und aus der Nutzung der Schweingülle ca. 16 MWh/Jahr. Zu dem Energieinhalt der Ausscheidungen der verbleibenden Tierarten kann keine Aussage gemacht werden, da aus datenschutzrechtlichen Gründen für Schutterwald keine Daten zu der Anzahl der Tiere veröffentlicht werden.

#### 4.2.4 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

Eine energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen ist aus ökologischer Sicht sehr attraktiv, da keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht und es sich teilweise um Abfallstoffe handelt, die bisher entsorgt werden müssen.

Das Angebot an Reststoffen ist in Schutterwald erheblich. Das größte Biogaspotenzial würde mit 3.344 MWh jährlich auf eine energetische Nutzung der Biotonnenreststoffe und der Gartenabfälle fallen. Ebenfalls vielversprechend ist mit einem Energiepotenzial von knapp 180 MWh pro Jahr die Nutzung von Reststoffen aus der Landschaftspflege als Biogassubstrat.

Allerdings werden die Haushaltsrestabfälle (inklusive dem Biorestmüll) in der Müllbeseitigungsanlage in Ringsheim nach dem „ZAK-Verfahren“ behandelt. Im Rahmen dieses Verfahrens erfolgt eine biologische Aufbereitung des Mülls, bei der die entstehenden Biogase aufgefangen und verwertet werden. Daher werden die Biotonnenreststoffe nicht in die Potenzialberechnung für Schutterwald mit einbezogen.

#### 4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

Das Biogaspotenzial würde sich auf Grundlage der zuvor gemachten Angaben zu insgesamt rund 7.900 MWh/Jahr berechnen. Von diesem Betrag wird jenes Potenzial abgezogen, welches in Konkurrenz zur bestehenden Biogasanlage im benachbarten Neuried steht. Dabei handelt es sich vor allem um das gesamte Maispotenzial. Unter weiterer Berücksichtigung der konkurrierenden Biotonnenreststoff-Verwertung verbleibt ein in Schutterwald verfügbares Biogaspotenzial von ca. 1.900 MWh/Jahr, welches sich zu 88 % aus den Reststoffen des Ackerfruchtanbaus zusammensetzt.

Die im Blockheizkraftwerk (BHKW) stattfindende Umwandlung dieses Restpotenzials in elektrische Energie erfolgt mit einem Wirkungsgrad von durchschnittlich 38 %. Damit liegt das elektrische Potenzial der Biomassenutzung in der Gemeinde Schutterwald bei 720 MWh/Jahr. Nicht berücksichtigt ist der Eigenstrombedarf, der bei einer kleineren Biogasanlage durchschnittlich bei 7 % liegt. Mindestens 60 % der im BHKW erzeugten Wärme kann für ein Nahwärmenetz zur Verfügung gestellt werden, der Rest wird für die Eigenwärme der Anlage benötigt. Bei einem thermischen Wirkungsgrad von 54 % (Stromkennzahl = 0,7) lassen sich zusätzlich 1.028 MWh Wärme auskoppeln, von der folglich ca. 617 MWh Endwärme genutzt werden können.

Die im Monitoringbericht 2012 des Deutschen Biomasse Forschungszentrums (DBFZ) genannten Daten zeigen, dass die Jahresvollbenutzungstunden im bundesweiten Durchschnitt bei über 6.800 liegen. Daraus ergibt sich in Schutterwald eine potenzielle installierbare elektrische Leistung von 106 kW<sub>el</sub>. Diese Leistung zählt zu den kleineren Leistungsklassen von Biogasanlagen. Bundesweit liegt im Jahr 2012 die durchschnittliche installierte Anlagenleistung bei 396 kW<sub>el</sub>.

Unberücksichtigt bleiben weitere konkurrierende und bestehende Verwertungspfade sowie die Transportkosten der Biomasse aufgrund der unterschiedlichen Ursprungsorte. Eine wirtschaftliche Hebung dieses geringen Biogaspotenzials erscheint insgesamt unwahrscheinlich.

#### 4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsbereichen der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden.

In Schutterwald befindet sich die gesamte Waldfläche von ca. 261 ha in Gemeindebesitz. Dabei handelt es sich vollständig um Laubholz.

Der jährliche Gesamtholzeinschlag auf der Gemarkungsfläche beträgt etwa 1.800 Festmeter (fm). Davon werden 1250 fm (69 %) zur Energiebereitstellung eingeschlagen und als Brennholz verkauft. Der Energieinhalt des energetisch genutzten Holzes beträgt 2.860 MWh. Diese Energiemenge deckt den Wärmeverbrauch von ungefähr 143 Haushalten.

Vom Gesamtholzeinschlag gehen 550 fm (31 %) als Stammholz in die Säge- und Möbelindustrie. Nach Auskunft der Forstverwaltung des Ortenaukreises besteht ein zusätzliches Holzpotenzial in Schutterwald von ca. 320 fm/Jahr. Dieses kann momentan aufgrund von Verbisschäden durch Wild nicht aufwachsen. Damit könnten energetisch betrachtet 610 MWh genutzt bzw. ca. 30 weitere Haushalte mit Wärme versorgt werden.

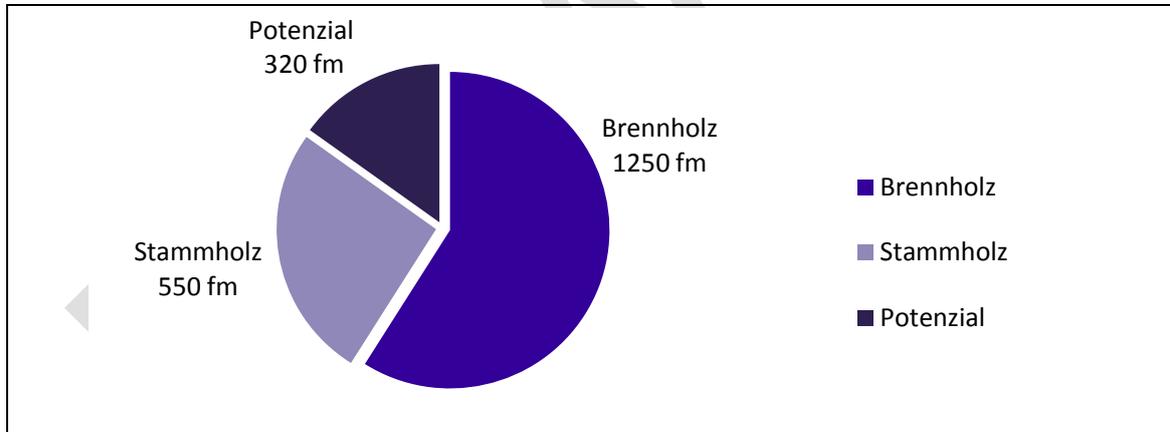


Abbildung 36 – Einschlagsmengen nach Verwendungsart

### 4.3 Windkraft

Zur Berechnung der Windenergiepotenziale wurde auf den Windenergieatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen, der 2011 im Auftrag der Landesregierung vom TÜV Süd erstellt wurde. Diese Windkartierung basiert ausschließlich auf Berechnungen, wodurch es vereinzelt zu geringen Abweichungen zwischen prognostizierten und tatsächlichen Windverhältnissen kommen kann. Für eine erste Abschätzung des Windpotenzials und die Suche nach wirtschaftlichen Standorten hat sich der Windatlas jedoch als sehr brauchbar erwiesen. Als wirtschaftlich

interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 5,75 m/s auf 140 m Höhe.

Gemäß Windatlas verfügt die Gemeinde Schutterwald auf ihrer Gemarkung über keinen windhäufigen Standort mit einem ausreichendem technischen Potenzial (vgl. Abbildung 37).

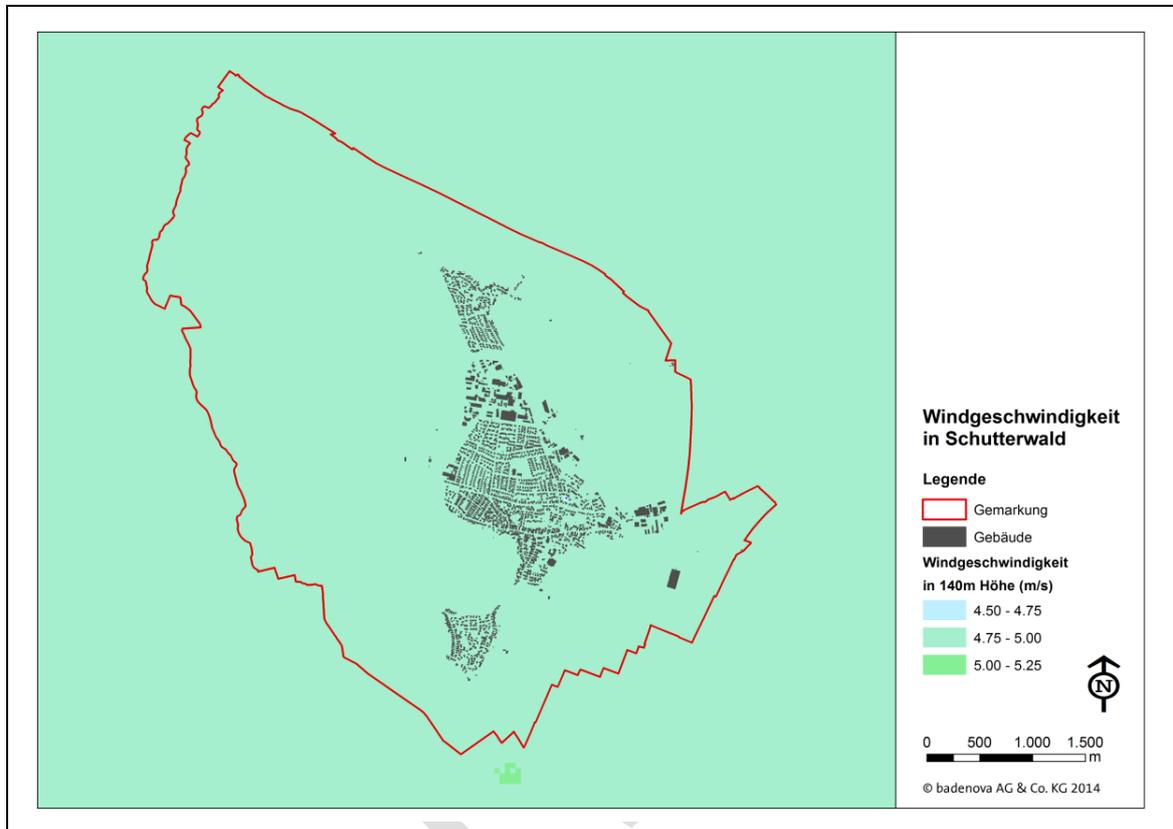


Abbildung 37 – Potenzielle Windstandorte auf der Gemarkung Schutterwald (Datengrundlage: UMBW, 2011)

#### 4.4 Wasserkraft

Die Ermittlung von bestehenden, über das EEG geförderten Wasserkraftanlagen ist grundsätzlich über die EEG-Anlagedatenbank des Übertragungsnetzbetreibers Transnet BW möglich. Die Ermittlung von Ausbaupotenzialen beruht auf Interviews mit Experten, die über gute Ortskenntnisse verfügen und der Auswertung von geographischen Daten. Eine detaillierte Aussage zu Wasserkraft-Ausbaupotenzialen kann letztlich jedoch nur über die Vor-Ort-Prüfung eines Standorts gemacht werden.

Aus den verfügbaren Informationen kann festgestellt werden, dass Schutterwald nach aktuellem Stand der Technik über keine wirtschaftlich nutzbaren Potenziale für Wasserkraft auf seiner Gemarkung verfügt.

## 4.5 Geothermie

### 4.5.1 Hintergrund

„Geothermische Energie“ ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde (Syn.: Erdwärme)“. Sie findet ihre Anwendung in der Beheizung von Wohn- oder Arbeitsräumen, aber auch bei technischen Prozessen. Umgekehrt unterstützt die Technik auch Kühlungsprozesse. Vor allem in Kombination ergeben sich hier sehr wirtschaftliche und klimaschonende Anwendungen.

Auf dem Gebiet der Geothermie lassen sich drei wesentliche Techniken und ihre speziellen Anwendungen abhängig von der Eingriffstiefe unterscheiden:

1. Oberflächennahe Geothermie (in der Regel bis in 150 m Tiefe bei  $< 25^{\circ}\text{C}$ )
2. Tiefe Geothermie (in bis zu über 6000 m Tiefe bei  $> 25^{\circ}\text{C}$ )
3. Hochenthalpielagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit  $> 100^{\circ}\text{C}$ )

In Schutterwald kann die Oberflächennahe Geothermie genutzt werden. Eine gute Option ist die am Grundwasser gekoppelte Wärmepumpe für den größeren Leistungsbedarf. Auch können Erdwärmesonden oder Kollektorsystem Anwendung finden. Tiefengeothermische Projekte sind für die westlich der Gemeinde angrenzende Region geplant, für Schutterwald selber jedoch nicht relevant.

### 4.5.2 Oberflächennahe Geothermie

Im oberflächennahen Untergrund kann mit den in der Abbildung 38 aufgezeigten Systemen Erdwärme genutzt werden.

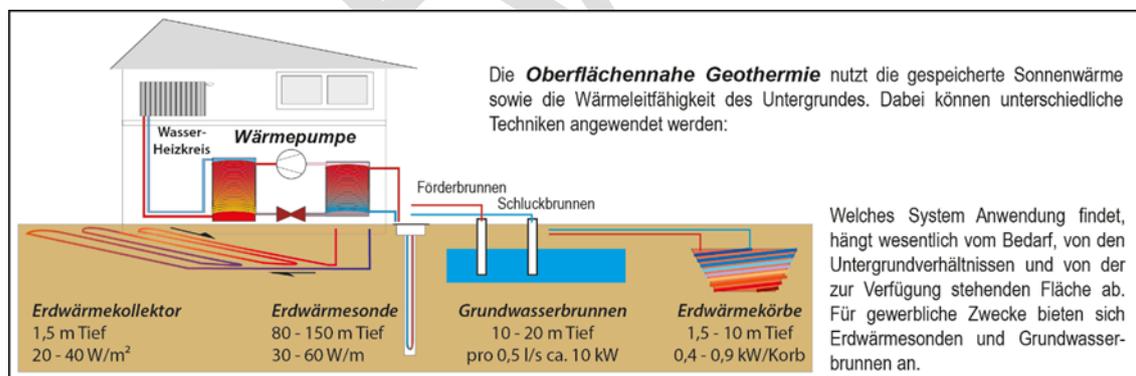


Abbildung 38 – Techniken der oberflächennahen Geothermie zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden und Prozessen im Wohn und Gewerbebereich

Schutterwald liegt auf der Ebene des Oberrheingrabens, südwestlich von Offenburg. Der geologische Untergrund bis in 150 m Tiefe lässt sich wie folgt in Abbildung 39 darstellen Die Abbildung gibt ein schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Schutterwald wieder (nach ISONG-Baden-Württemberg). Die Entzugsleistungen links im Bild sind Richtwerte, die nur für Einzelsonden gelten.

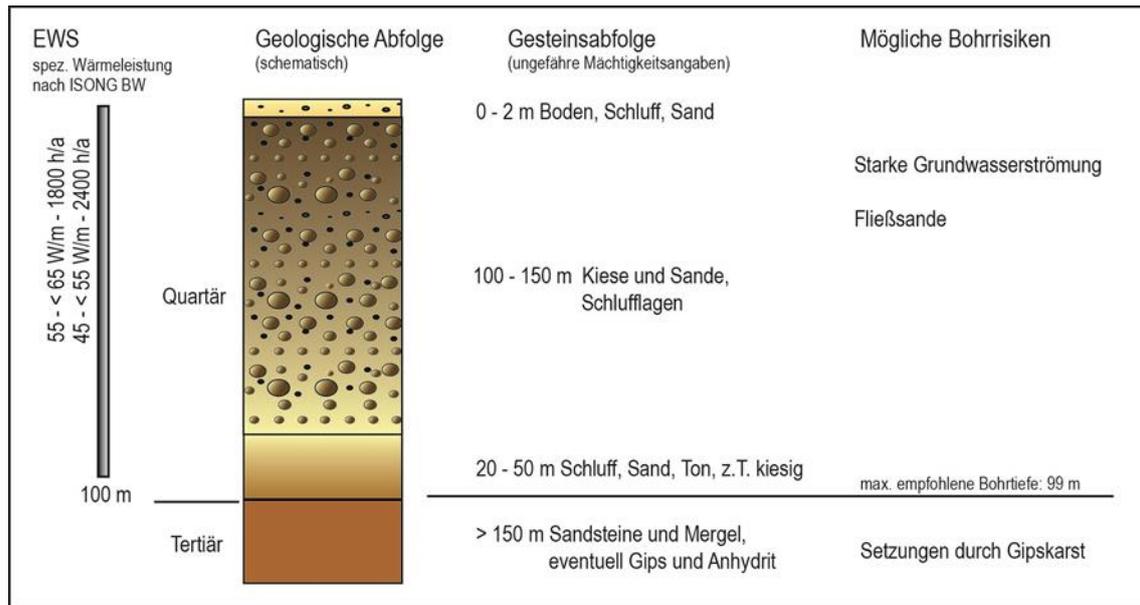


Abbildung 39 – Schematisches geologisches Profil des Untergrundes von Schutterwald (Datengrundlage: ISONG-Baden-Württemberg)

Der Aufbau des Untergrundes in Schutterwald bedingt Bohrrisiken verschiedener Art. So warnt das Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – LGRB – im Zusammenhang mit Erdwärmebohrungen vor Setzungserscheinungen beim Anbohren gipshaltiger Schichten unterhalb der Quartären Schotter. Während im Ortsteil Höfen diese Gesteine bereits in ca. 110 m Tiefe anzutreffen sind, verlagern sie sich in nördliche Richtung bis in über 150 m Tiefe unter dem Gelände. Dementsprechend tief können Erdwärmesonden weitestgehend risikolos angewendet werden. Wir empfehlen daher eine maximale Bohrtiefe von 99 m.

Wegen der starken Grundwasserführung im Quartär kann es durch fließfähige Lockergesteine zu Problemen beim Ausbau der Erdwärmebohrung kommen. Unter Beachtung von technischen Auflagen ist die Anwendung der Erdwärmesonde aber grundsätzlich möglich, zumal der Untergrund hohe Wärmeentzugsleistungen bietet.

Die hohe Grundwasserdurchlässigkeit in den quartären Schottern des Oberrheingrabens ermöglicht aber vielfach auch die Anwendung der Grundwasserwärmepumpe. Diese Option bietet sich vor allem für größere Gebäude oder im Gewerbe an.

Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des LGRB in Baden-Württemberg grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde!

#### 4.5.3 Geothermiepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters konnte für die Gemeinde Schutterwald ein Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 9.9 erläutert.

In der Abbildung 40 ist beispielhaft ein Ausschnitt aus dem Geothermiekataster wiedergegeben. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren heutigen

Wärmebedarf mit 1, 2 oder mit bis zu 4 Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Nutzfläche decken können. Dabei wurde sowohl mit 99 m langen als auch mit bis zu 150 m langen Erdwärmesonden gerechnet. Die Berechnungen zeigen, dass die Gemeinde theoretisch 57% des Wohngebäudewärmebedarfs mit bis zu vier maximal 99 m langen Sonden je Gebäude abdecken könnte.

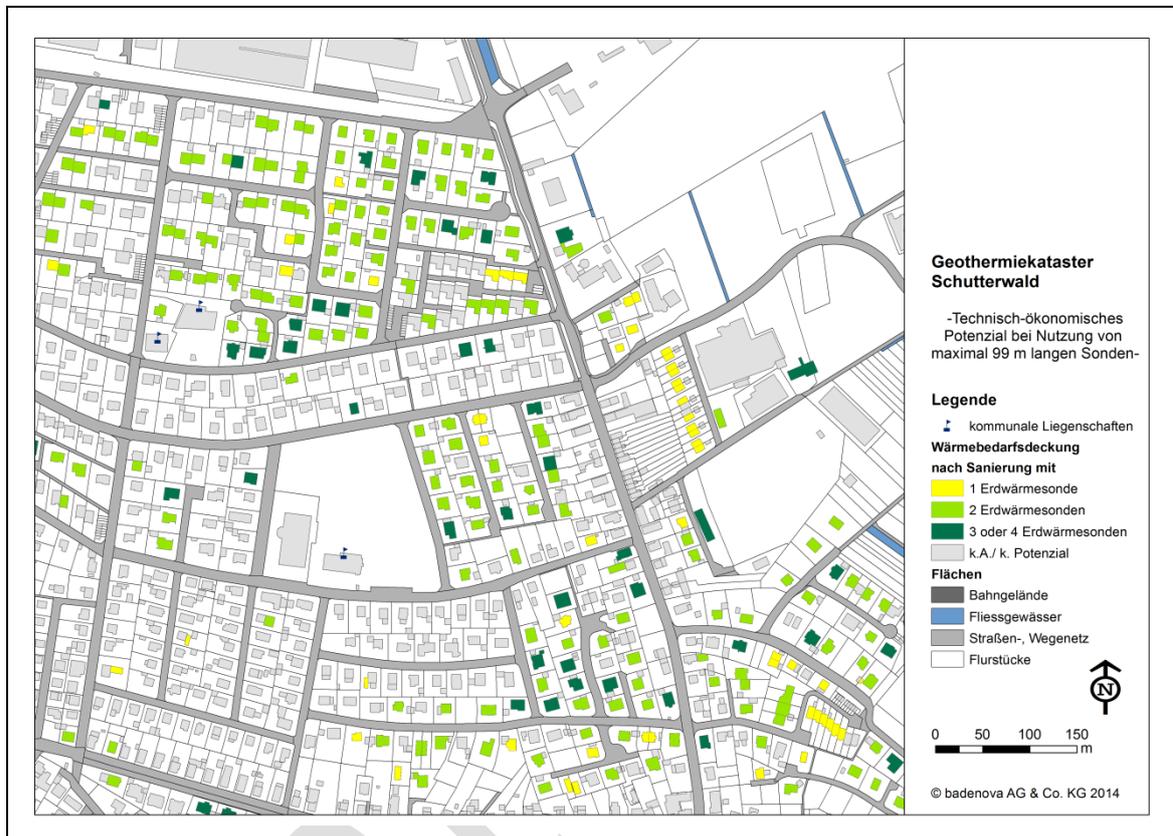


Abbildung 40 –Ausschnitt aus dem Geothermiekataster für die Gemeinde Schutterwald

Um das Erdwärmepotenzial nutzen zu können, ist es jedoch nötig, die Heizungs-vorlauftemperaturen auf maximal 55°C zu reduzieren. Je niedriger diese Temperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualtersklasse F (1969-1978) aufweisen. Im Zuge dieser Altersklasse wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude der Klassen F bis H (1969 – 1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist ausschnittsweise in Abbildung 40 für Erdwärmesonden mit bis zu 99 m Länge dargestellt.

Unter diesen Voraussetzungen können maximal 26% des heutigen Gebäude-wärmebedarfs der Gemeinde Schutterwald mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial die damit ein-

hergehende notwendige Gebäudesanierung von ca. 7% des heutigen Wärmebedarfs bereits beinhaltet. Die quantitativen Ergebnisse sind in der Tabelle 6 zusammengefasst.

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge	
	99 m	150 m
<b>Theoretisches Potenzial:</b>		
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	57 %	81 %
<b>Technisch-ökonomisches Potenzial:</b>		
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	19 %	33 %
Wärmeeinsparung durch der dazu notwendigen Sanierung	7 %	8 %

Tabelle 6 – Quantitative Potenziale zur Abdeckung des Gebäudewärmebedarfs in Schutterwald

In Abbildung 40 ist zu erkennen, dass sich in Schutterwald das geothermische Potenzial häufig auf ganze Siedlungsareale konzentriert. Zu prüfen wäre, ob diese Areale einen Gasanschluss aufweisen oder ihren Wärmebedarf tendenziell eher mit einer Öl- oder Stromheizung decken. Lassen sich solche oder allgemein veraltete Heizungssysteme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmennutzung.

Die vielfältigen Möglichkeiten der finanziellen Förderung von Wärmepumpensystemen können unter der Homepage des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführungskontrolle (BAFA) abgerufen werden.

## 4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Schutterwald

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- Signifikante Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien gibt es in Schutterwald bei der Solarenergie.
- Die vorhandenen Reststoffe und tierischen Abfälle reichen theoretisch für den Betrieb einer kleinen landwirtschaftlichen Biogasanlage. Das Potenzial müsste zunächst genauer untersucht werden, denn aufgrund bestehender Konkurrenzpfade ist das tatsächlich nutzbare Potenzial in Schutterwald möglicherweise gering.

- Das vorhandene lokale Potenzial für Energieholz wird bereits zum größten Teil genutzt. Ein geringes Restpotenzial ergibt sich aus ungenutzten Zuwächsen gestufter Waldbereiche.
- Es sind keine wirtschaftlich nutzbaren Standorte für die Windkraft in der Gemeinde vorhanden.
- Es sind keine wirtschaftlich nutzbaren Ausbaupotenziale bei der Wasserkraft in der Gemeinde vorhanden.
- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in Einzelfällen bereits zur Wärmegewinnung genutzt und könnten weiter ausgebaut werden. Hier steht ein noch weitgehend ungenutztes Wärmepotenzial zur Verfügung.

Wie Abbildung 41 zeigt, könnte durch die zusätzliche Nutzung der Photovoltaik- und Biogaspotenziale der Stromverbrauch in Schutterwald zu ca. 72 % durch lokale Erneuerbare Energien gedeckt werden. Im Vergleich dazu beträgt der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung heute ca. 9 %.

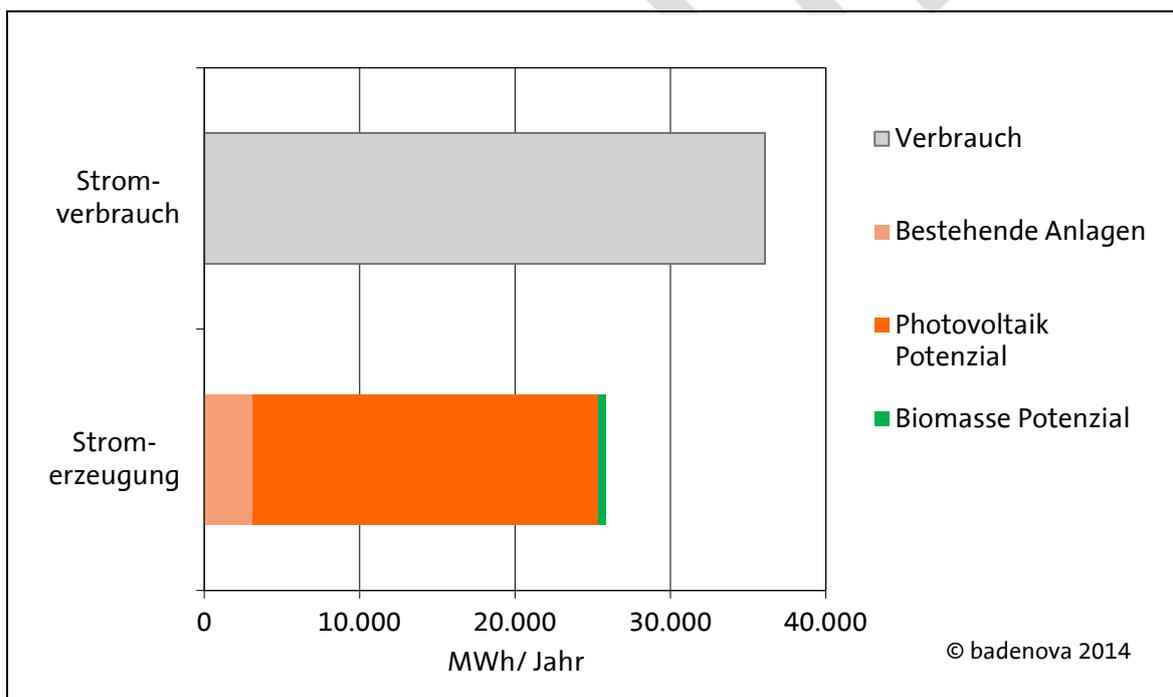


Abbildung 41 – Stromverbrauch und Potenziale für Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

## 5. Klimaschutzpotenziale und Handlungsfelder

Aufbauend auf den für diese Energiepotenzialstudie zusammengetragenen und analysierten Daten und der weiteren Auswertung dieser Daten in einem geographischen Informationssystem, können bereits erste Handlungsfelder identifiziert werden. Diese würden in der Gemeinde Schutterwald direkt zu einer Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit mehr Klimaschutz führen.

Wir haben diese abschließend in die Bereiche

- Ausbau der Erneuerbaren Energien,
- Energieeffizienz und
- Energieeinsparung

zusammengefasst. Als Vergleichswert und für ein besseres Verständnis, welchen klimapolitischen Einfluss zusätzliche Maßnahmen in Schutterwald hätten, wurden die energiepolitischen Ziele des Bundes und des Landes Baden-Württembergs für diese Zusammenfassung herangezogen.

### 5.1 Erneuerbare Energien

#### 5.1.1 Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung

Potenziale für die zusätzliche Nutzung Erneuerbare Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Schutterwald im Bereich der Photovoltaik vorhanden. Der Stromverbrauch in Schutterwald lag 2012 bei rund 36.100 MWh. Im Jahr 2012 wurden davon bereits 9 % durch die lokale Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien gedeckt (Photovoltaik).

Mit den vorhandenen Potenzialen könnte Schutterwald das angestrebte Erneuerbare-Energie-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38 % bis 2020 nicht nur erreichen, sondern bei gleichbleibendem Stromverbrauch deutlich übertreffen, vgl. Abbildung 42. Allein die Ausschöpfung der Photovoltaik-Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde könnte den Stromverbrauch zu 70 % decken. Weitere 2 % könnten mit den vorhandenen Substraten in der Gemeinde in einer Biogasanlage erzeugt werden

Gegenüber dem deutschen Strommix, würde die Erzeugung von Strom aus diesen Potenzialen eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 12.728 t pro Jahr bewirken. Dadurch würde sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Einwohner um 1,80 t/Jahr verringern (25 % des heutigen Wertes)

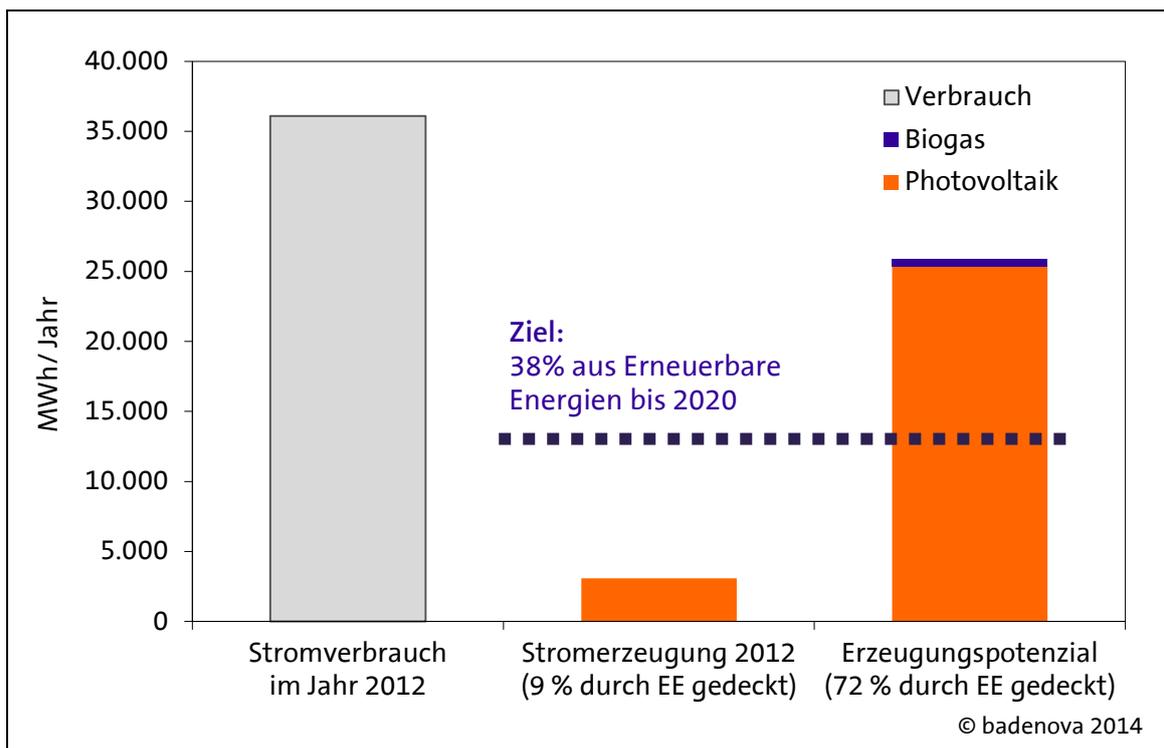


Abbildung 42 – Aktueller Stromverbrauch im Kontext der Stromerzeugungspotenziale aus Erneuerbare Energien und der energiepolitischen Ziele des Landes (38% EE-Anteil) für 2020

Der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Solarenergie ist daher ein wichtiges und vor allem realisierbares Handlungsfeld, welches in der strategischen Ausrichtung der Gemeinde weiterhin verankert sein sollte.

### 5.1.2 Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmeverbrauchs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung Erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmeverbrauchs sind zwar vorhanden, aber begrenzt, weil insbesondere das Potenzial der Biomasse bereits weitgehend genutzt wird (vgl. Abbildung 43).

Der Wärmeverbrauch in Schutterwald beträgt rund 78.500 MWh/Jahr, wovon Wohngebäude mit rund 65 % den größten Anteil ausmachen. Aktuell werden jährlich ca. 10 % durch Erneuerbare Energien, insbesondere durch Energieholz (9 %), Solarthermie (ca. 0,8 %), und Umweltwärme (0,05 %) gedeckt.

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde, den Ausbau der oberflächennahen Geothermie und der Nutzung von KWK-Wärme einer möglichen Biogasanlage könnten gemeinsam 34 % des heutigen Wärmeverbrauchs erzeugt werden. Damit würde sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Gemeinde um 3.003 t/Jahr reduzieren (0,42 t/Einwohner).

Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 16 % zu erhöhen. Durch die verstärkte Nutzung der solarthermischen Potenziale und der Energieholzpotenziale alleine könnte dieses Ziel in Schutterwald bereits erreicht werden.

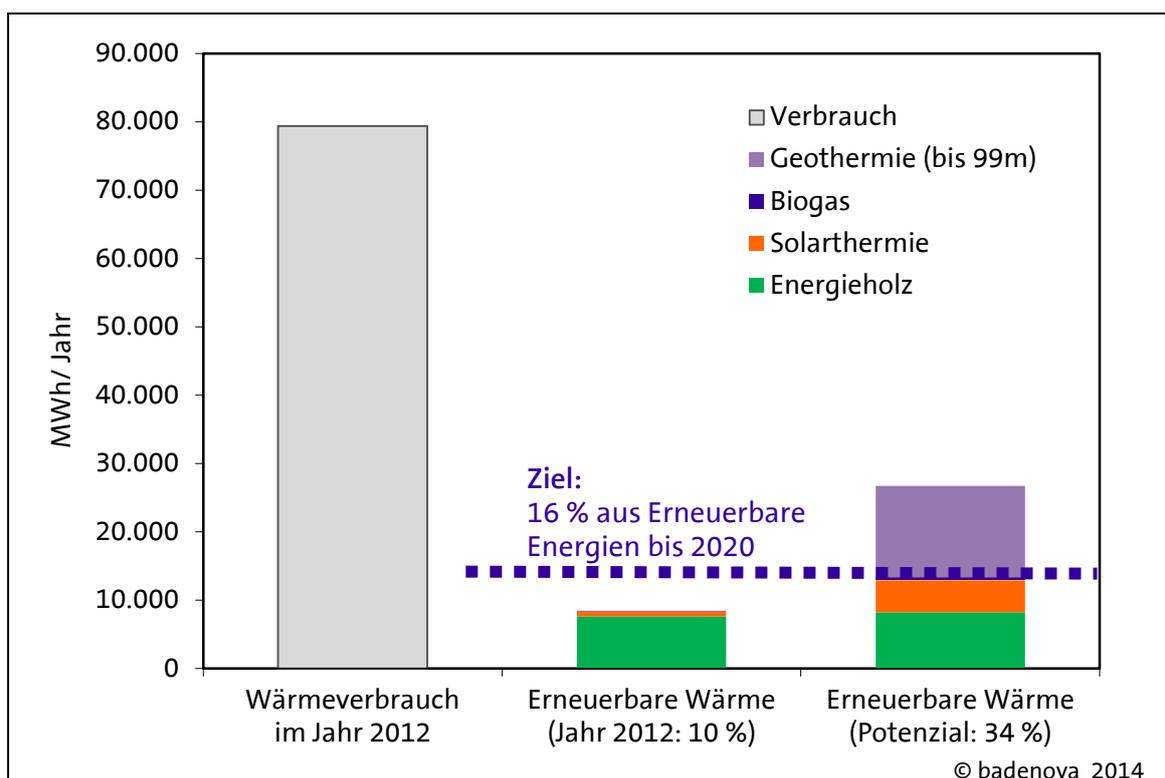


Abbildung 43 – Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch

Die Klimaneutralität ist jedoch alleine durch Maßnahmen bei der Energieerzeugung nicht zu erreichen, sondern nur bei einer gleichzeitigen deutlichen Senkung des Wärmeverbrauchs und einer Erhöhung der Energieeffizienz.

## 5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

### 5.2.1 Effiziente Straßenbeleuchtung.

Der Großteil der Straßenbeleuchtung in Schutterwald wurde bereits auf Natriumdampflampen bzw. ca.  $\frac{1}{4}$  auf LED Leuchten umgestellt. Weitere Einsparungen wären durch den Ersatz der Natriumdampflampen durch LED Leuchten zu erreichen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Einsparungen in diesem Fall deutlich geringer sind als beim Austausch von Quecksilberdampflampen. Außerdem sollten weitere Beleuchtungsanlagen, wie sie zum Beispiel an Sportplätzen installiert sind, nicht vernachlässigt werden. Auch diese können ein großes Einsparpotenzial bieten.

### 5.2.2 Effiziente Beleuchtung und Geräte in den kommunalen Liegenschaften

Moderne Beleuchtung, Lüftungsanlagen und Pumpen weisen ein hohes Potenzial zur Verbesserung der Effizienz und dadurch zur nachhaltigen Stromeinsparung auf. Steuerungsanlagen können dazu beitragen die Nutzung dieser Anlagen zusätzlich zu optimieren.

In Schutterwald wurden die Beleuchtung und die Lüftungsanlage in der Mörburghalle bereits modernisiert. Weitere Liegenschaften, besonders die mit hohem Stromverbrauch und hoher Nutzungsdauer, könnten ebenfalls von solchen Modernisierungsmaßnahmen profitieren.

Das BMUB fördert investive Maßnahmen, die unmittelbar zu einer nachhaltigen Reduzierung von Treibhausgasemissionen führen. Bei der Sanierung von Innen- und Hallenbeleuchtung in Verbindung mit einer Steuer- und Regelungstechnik werden 30 % der Investitionen gefördert, sofern eine Einsparung von 50 % erzielt wird. Ebenfalls werden effiziente Lüftungsanlagen gefördert.

### 5.2.3 Austausch alter, ineffizienter Heizanlagen

Die Heizanlagenstatistik der Gemeinde zeigt, dass rund 22 % der Heizanlagen in Schutterwald bereits 20 Jahre alt und knapp 5 % sogar bereits 30 Jahre alt sind. Abbildung 44 zeigt die summierte Leistung der Heizanlagen nach Baualter und Energieträger. Da sich die Effizienz von Heizanlagen in den letzten Jahren deutlich verbessert hat, bergen diese Anlagen ein Potenzial für Effizienzsteigerungen, welche wiederum zu Energie-Einsparungen führen. Heizkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnutzungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen. Konkret bedeutet dies, dass der Austausch alter Kessel in diesem Fall den Energiebedarf um 22 % senken könnte.

In Schutterwald ließen sich durch effizientere Heizanlagen jährlich 2.960 MWh Heizöl einsparen<sup>5</sup>. Das entspricht einem CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von 960 t im Jahr.

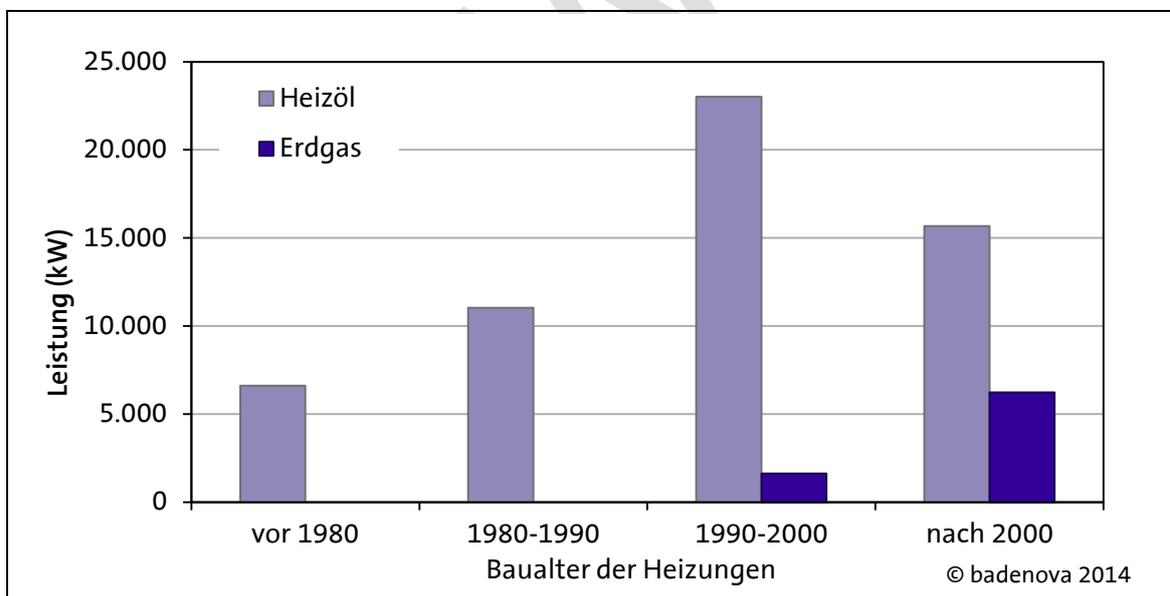


Abbildung 44 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträger und Baualter

<sup>5</sup> Annahme zur Berechnung sind 950 Volllaststunden im Jahr

Bei den kommunalen Liegenschaften sind momentan zwei Heizanlagen installiert, die älter als 30 Jahren sind. Die Heizölanlage des Bauhofs wurde bereits 1977 installiert, die Heizölanlage der Grundschule Langhurst im Jahr 1983. Die drei Gemeindehäuser haben Heizungsanlagen die inzwischen 25 Jahre alt sind (zwei Heizölheizungen und eine Elektroheizung). Diese Anlagen sollten im Fokus der energetischen Modernisierungsmaßnahmen der Gemeinde in den nächsten Jahren stehen, da sie ein hohes Potenzial zur Effizienzsteigerung bieten. Bei der Erneuerung dieser Heizanlagen sollten auch die Möglichkeiten auf alternative Energieträger umzustellen in Betracht gezogen werden.

#### 5.2.4 Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

KWK-Anlagen sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern, vgl. Abbildung 45. In Schutterwald gibt es bisher lediglich drei Anlagen. Kleinere Anlagen könnten sowohl in Einzelgebäuden als auch in Gewerbebetrieben errichtet werden. Diese Option gilt es eingehend zu prüfen, da es hier grundsätzlich noch ein hohes Potenzial gibt.

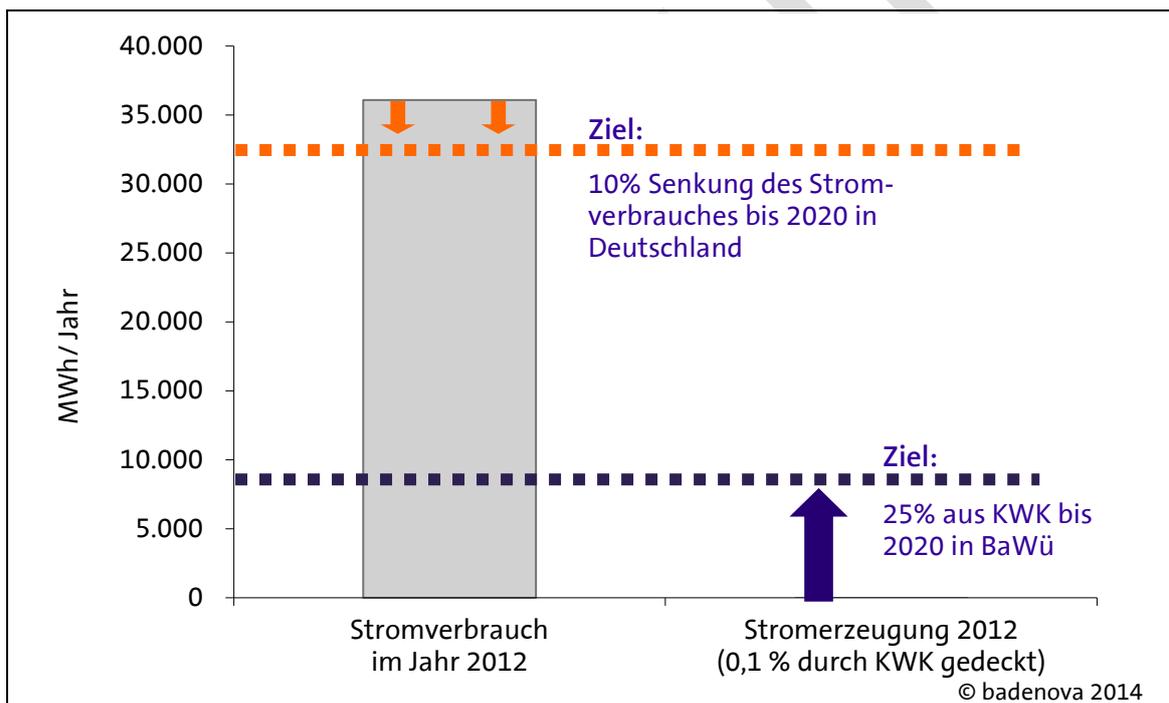


Abbildung 45 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Schutterwald

#### 5.2.5 Erweiterung und Verdichtung des Erdgasnetzes

Da Schutterwald erst seit rund 15 Jahren ans Erdgasnetz angeschlossen ist, weist die Gemeinde noch keine hohe Dichte bei Erdgasanschlüssen auf. Dementsprechend werden noch 68 % des Wärmebedarfs durch Heizöl und knapp 5 % durch Strom gedeckt (vgl. Abbildung 6 und Abbildung 18). Diese Heizanlagen auf Basis von Öl und Strom bergen ein sehr gutes Potenzial für die Umstellung auf einen

weniger klimaschädlichen Energieträger. Neben den Erneuerbaren Energien (siehe Abschnitt 5.1.2), würde auch eine Umstellung auf Erdgas oder Bioerdgas CO<sub>2</sub>-Einsparungen bringen. Dadurch könnte ein Beitrag zur Emissionsreduzierung seitens der privaten Haushalte geleistet werden. Würden alle Wohngebäude, die momentan mit Heizöl oder Strom heizen, auf eine Kombination aus Solarthermie und Erdgas wechseln, könnten bei gleichbleibenden Wärmemengen rund 3.700 t CO<sub>2</sub> im Jahr eingespart werden (vgl. Abbildung 46).

Aus diesem Grund sollte stets die Umstellung auf Erdgas bzw. Biogas, d.h. eine Nachverdichtung und Erweiterung der Netzanschlüsse, in Betracht gezogen werden. Die Wirtschaftlichkeit von Neuanschlüssen muss im Einzelfall durch den Netzbetreiber geprüft werden, ist aber aufgrund des vorhandenen Erdgasnetzes in vielen Teilen Schutterwalds wahrscheinlich.

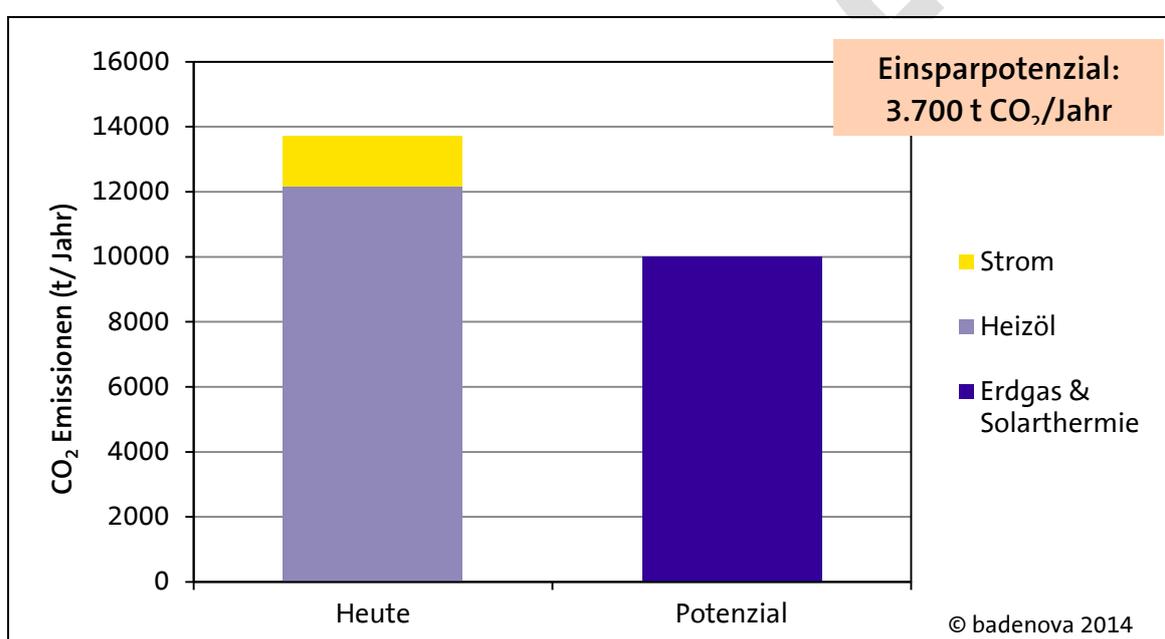


Abbildung 46 – CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial durch den Wechsel von Heizöl und Strom zu einer Kombination aus Erdgas und Solarthermie

## 5.3 Energieeinsparung

### 5.3.1 Mobilität

Der verkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Anteil ist in Schutterwald im mittleren Bereich. Etwa 18 % der 52.731 t CO<sub>2</sub> werden jährlich aufgrund des Verkehrsaufkommens ausgestoßen. Hier hat die Gemeinde zwar nur begrenzte Möglichkeiten, den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Dennoch sollte das Handlungsfeld „Mobilität“ auf keinen Fall außer Acht gelassen werden.

Durch verschiedene Maßnahmen und gute Öffentlichkeitsarbeit seitens der Gemeinde zu bewussterem Umgang und stärkerer Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln sollte ein neues Mobilitätsverhalten der Schutterwalder Bürger etabliert werden. Alternative Verkehrsmittel sind u.a. Mitfahrgelegenheiten. Hier könnte die Gemeinde die Bürger über ausgewählte Mitfahrzentralen (z.B. flinc)

und deren Möglichkeiten informieren. Pedelecs zählen ebenfalls zu alternativen Verkehrsmitteln und bieten besonders für kürzere Strecken eine sehr hohe Flexibilität. Die Gemeinde könnte Probefahrten für die Bürger organisieren, die dazu beitragen, Pedelecs kennen zu lernen, unter Anleitung auszuprobieren und damit den Bürgern die Funktionsweise und Vorteile näher zu bringen. Ebenfalls könnten Car-Sharing-Angebote in Schutterwald etabliert werden und durch Infoveranstaltungen mit geeigneten Fachvorträgen (z. B. Car-Sharing in ländlichen Gemeinden – Möglichkeiten der Umsetzung; Wo und wie kommuniziere ich Mitfahrgelegenheiten, usw.) kommuniziert werden.

Neben den alternativen Verkehrsmitteln sollte ein weiterer Mobilitätsschwerpunkt auf den Berufspendlern liegen. In der Gemeinde Schutterwald sind sehr viele Berufspendler ansässig, wobei es im Jahr 2012 etwas mehr Berufsauspendler (2318) als Einpendler (2074) gab (StaLa-BW, 2014). Diese Fahrten werden häufig alleine im Pkw zurückgelegt. Maßnahmen in diesem Bereich könnten zum einen die Kommunikation und Festigung von Mitfahrgelegenheiten sein sowie die Schaffung von P+R-Parkplätzen. Eine Stärkung des ÖPNV und eine erhöhte Taktung könnten außerdem die Bereitschaft, auf den ÖPNV umzusteigen, erhöhen.

### 5.3.2 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmebedarf um 20 % zu senken.

Die Gebäudedaten zur Bestimmung des Sanierungspotenzials wurden, angelehnt an die Gebäudetypologie für Deutschland des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU), durch Begehungen vor Ort erhoben. Das Wärmekataster beruht also auf statistischen Angaben zum jeweiligen Gebäudetyp, nicht auf individuellen Verbrauchsdaten. Ob also ein Gebäude als sanierungswürdig oder nicht eingestuft wird, hängt nach dieser Auswertung nicht vom individuellen Verbrauch seiner Bewohner oder Nutzer ab, sondern vom ermittelten Gebäudetyp. Damit bleibt der Datenschutz gewahrt.

In Schutterwald wurden 73 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen. Schutterwald verfügt über ein großes Einsparpotenzial beim Wärmeverbrauch.

Konkret bedeutet das: Würden in Schutterwald alle Wohngebäude energetisch saniert, könnten laut den statistischen Werten des IWU 40 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs eingespart werden. Die bis heute durchgeführten energetischen Sanierungsmaßnahmen an den Wohngebäuden der Gemeinde sparen bereits 7 % des ursprünglichen Wärmebedarfs ein.

Dies ist in der Abbildung 47 dargestellt. Die drei Balken zeigen den ursprünglichen Wärmebedarf vor jeglicher Sanierung, den heutigen Wärmebedarf sowie den potenziellen Wärmebedarf nach Umsetzung aller Sanierungsmaßnahmen an Fenstern, Dächern und Außenwänden. Die Darstellung zeigt, dass das Ziel der Bundesregierung einer 20 %-igen Senkung des Wärmebedarfs durchaus erreicht werden kann.

Durch Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden in Schutterwald würden sich Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

Zu berücksichtigen ist bei allen Maßnahmen zur Verringerung des Wärmeverbrauchs, dass der Einfluss der Gemeindeverwaltung auf Dämm- und Sanierungsmaßnahmen privater Wohnungsbesitzer gering ist. Allerdings ist es wichtig, dieses Potenzial ebenfalls aufzugreifen, da nur durch die Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien die Klimaschutzziele nicht erreicht werden können.

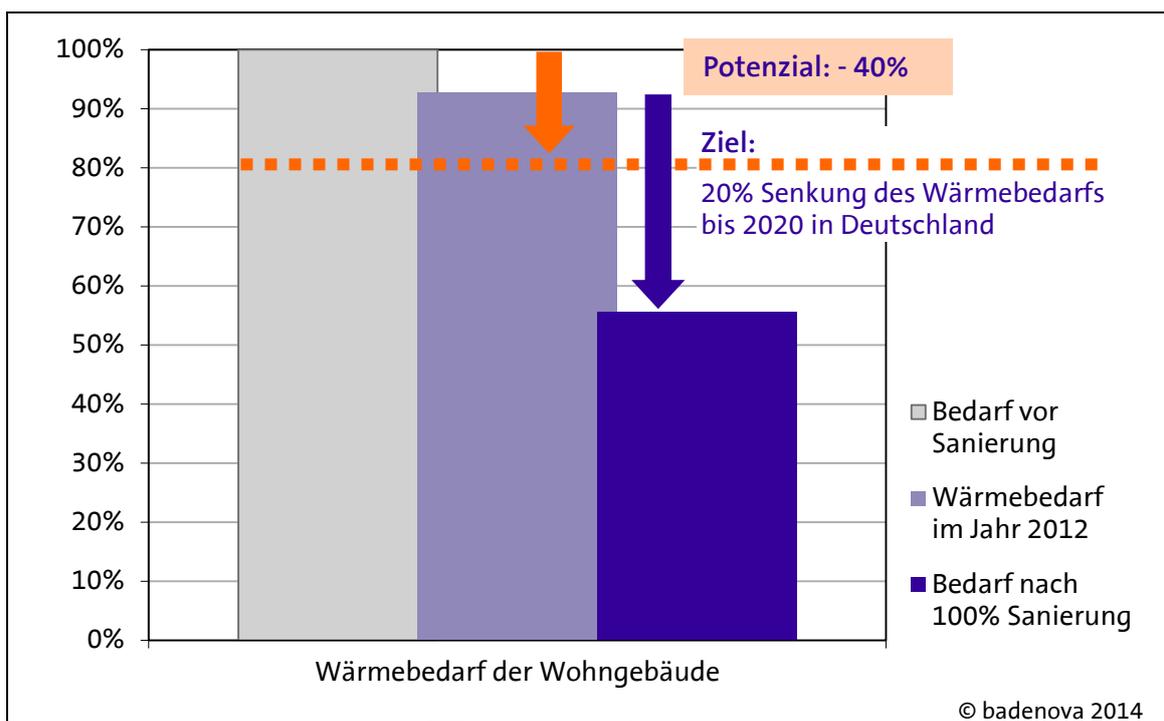


Abbildung 47 – Wärmeverbrauch Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Die Gemeinde Schutterwald unterstützt ihre Bürger bereits seit dem Jahr 1999 bei der Durchführung von energetischen Sanierungen an ihren Wohngebäuden durch die Vergabe von Fördermitteln. Seit Einführung des Förderprogramms wurden an 644 Gebäuden insgesamt 853 Einzelmaßnahmen gefördert (Stand Frühjahr 2014). Abbildung 47 zeigt das absolute Einsparpotenzial durch Sanierung der Gebäude und aus ihr erschließt sich, dass auch außerhalb des Sanierungsgebietes ein weiteres Potenzial zur Einsparung besteht.

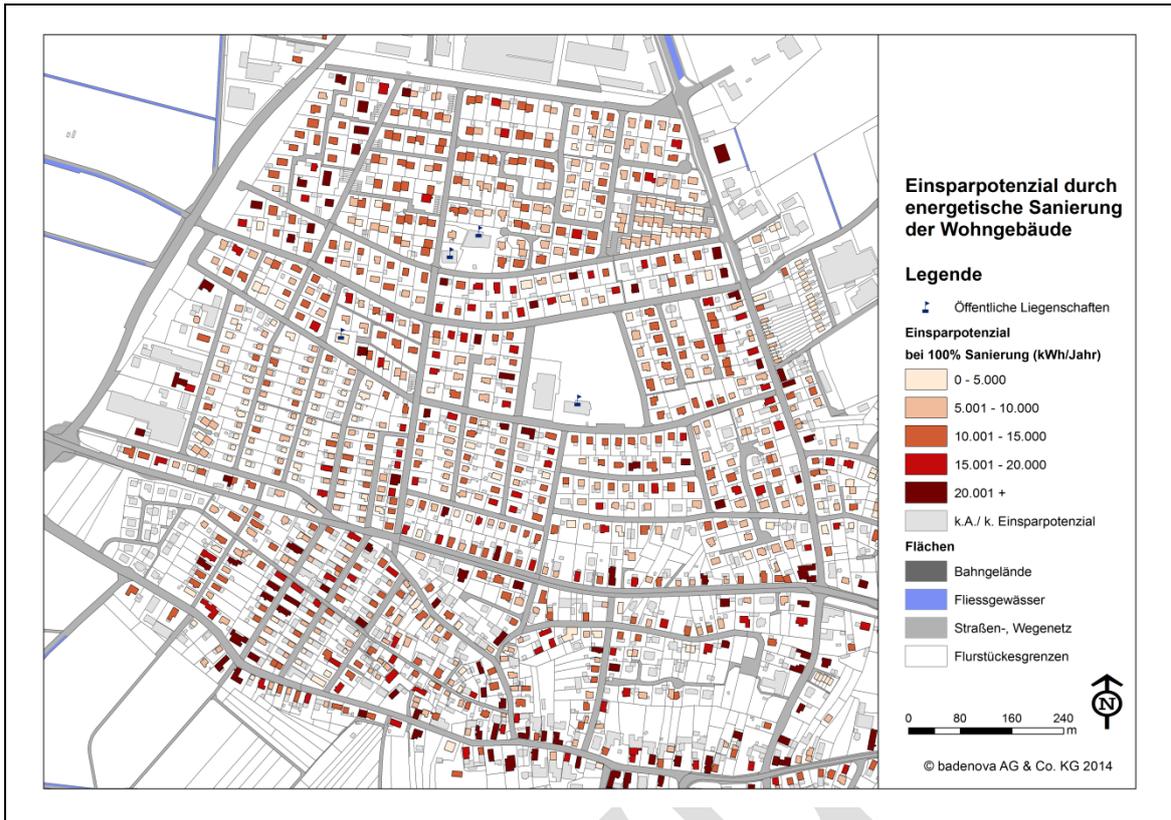


Abbildung 48 – Auszug: Sanierungspotenzial der Wohngebäude in Schutterwald

## 6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Schutterwald ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und energieeffizienten Energieversorgung erreicht. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Gemeinde bereits zahlreiche Potenziale – wie die Umstellung der Straßenbeleuchtung auf effizientere Leuchten sowie die Umstellung der Wärmeversorgung der Mörburgschule und Mörburghallen auf Basis von Holzpellets – umgesetzt hat. Deutlich wird auch, dass es noch zahlreiche Handlungspotenziale gibt, die direkt in den Handlungsbereich der Kommunalverwaltung fallen und bei der Reduzierung der Emissionen helfen können. Grundsätzlich wird sich eine deutliche Verbesserung aber nur erzielen lassen, wenn alle Sektoren eingebunden werden und dies sind in maßgeblichem Umfang die Privathaushalte und der wirtschaftliche Sektor. Die günstigsten Handlungsfelder in Schutterwald sind abschließend in folgende Bereiche zu sehen:

- Nutzung des signifikanten Solar- und Geothermiepotenzials
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen, vor allem in privaten Wohngebäuden
- Erhöhung der Energieeffizienz in den kommunalen Liegenschaften durch den Austausch alter Heizanlagen, Beleuchtung, Lüftungsanlagen und Pumpen durch effiziente Alternativen.
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Einsatz von KWK-Anlagen, besonders im Sektor Gewerbe
- Austausch von Heizöl- und Stromheizungen z.B. gegen Erdgas-/Solarkombinationen oder Biogas
- Berücksichtigung von nachhaltiges Flächenmanagement, energetischer Standards und Klimaschutzziele bei der Ausweisung neuer Baugebiete z.B. beim Baugebiet „Feiße Bündt“
- Vorantreiben der energetischen Sanierung der Wohngebäude in der Gemeinde

Die Datenbasis dieser Studie bietet eine solide Grundlage für weitere Entscheidungen und ermöglicht zudem, individuelle Fragestellungen und Potenziale der Gemeinde in die nachfolgenden Projektphasen zu integrieren. Hierzu zählen z.B. die konkrete Ausarbeitung einer Klimaschutzstrategie und individueller Maßnahmen, also eines umfassenden Klimaschutzkonzepts. Der Gemeindeverwaltung werden die Katasterkarten im Anhang zur Verfügung gestellt, die alle wesentlichen Informationen dieser Studie lagebezogen darstellen.

Die Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung aller Akteure ist Gegenstand von Modul 3 und 4 (vgl. Abbildung 49), für dessen Umsetzung die Gemeinde bereits eine Förderzusage bekommen hat.

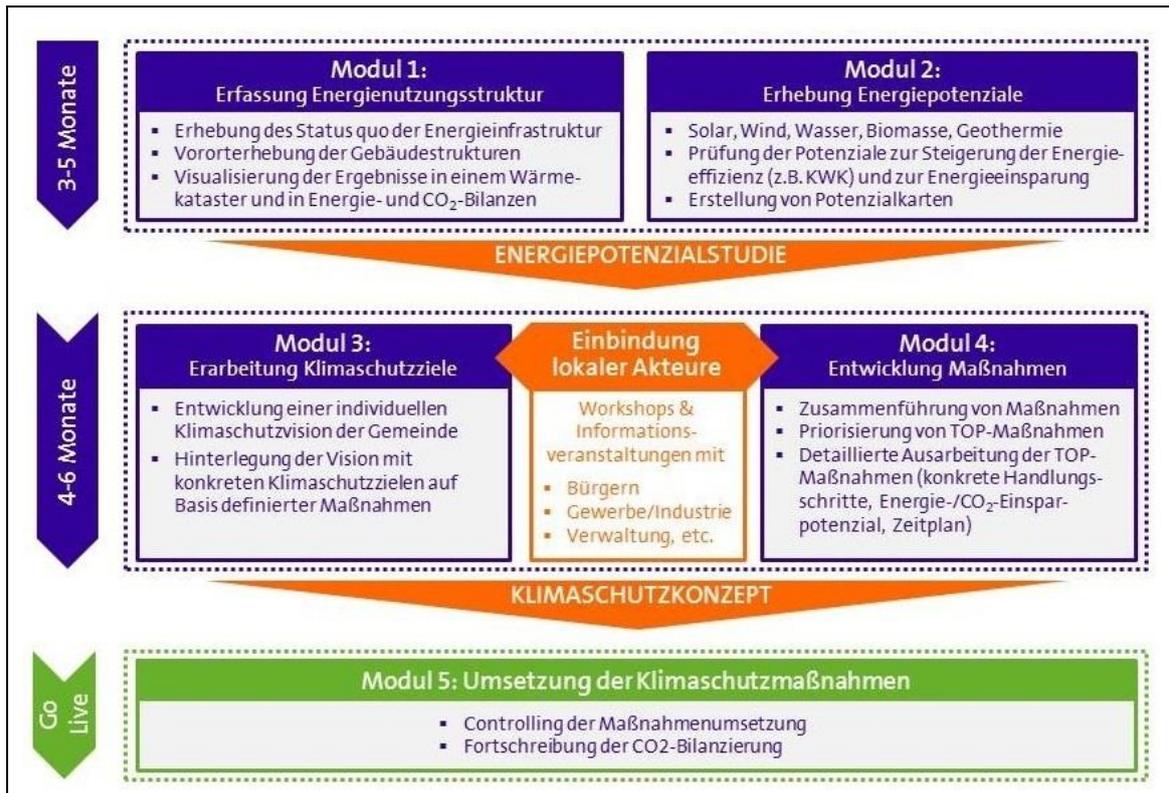


Abbildung 49 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts

## 7. Literaturverzeichnis

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LfU) (2010). UmweltWissen - Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMUB) (2013). Erneuerbare Energien in Zahlen. Berlin.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) UND BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2010). Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energie-versorgung. Berlin.

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Abgerufen am 1. August 2013. <http://www.bkwk.de/typo3temp/pics/3d013c68b1.jpg>

BUSCH, M., BOTZENHART, F., HAMACHER, T., UND ZÖLITZ, R. (2010). GIS-gestützte Abbildung der Wärmenachfrage auf kommunaler Ebene am Beispiel der Stadt Greifswald mit besonderem Blick auf die Fernwärme. *GIS Science* (3), S. 117-125.

DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2012). Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland. Abgerufen am 2. Mai 2013.

[http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimagutachten/Solarenergie/Globalkarten\\_\\_entgeltfrei/Jahressummen/2012,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2012.pdf](http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU1/KU12/Klimagutachten/Solarenergie/Globalkarten__entgeltfrei/Jahressummen/2012,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/2012.pdf)

ECLAREON GMBH (2013). Informationsportal zum deutschen Wärmepumpenmarkt, [www.waermepumpenatlas.de](http://www.waermepumpenatlas.de)

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

FRITSCH, U.R. UND GREß, H.-W. (2014). Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch des deutschen Strommix im Jahr 2013. *Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien GmbH*, Darmstadt.

GTV - BUNDESVERBAND GEOTHERMIE E.V. (2013). Abfrage der aktuellen Geothermieprojekte in Deutschland - [www.geothermie.de](http://www.geothermie.de) & [www.geothermie-dialog.de](http://www.geothermie-dialog.de)

HAUSLADEN, G. UND HAMACHER, T. (2011). Leitfaden Energienutzungsplan. *Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern*, München.

HIRSCHL, B., ARETZ, A. UND BÖTHER, T. (2010). Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien- Update für 2010 und 2011: Kurzstudie. *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)*.

HIRSCHL, B., SALECKI, S., BÖTHER, T. UND HEINBACH, K. (2011). Wertschöpfungseffekte durch Erneuerbare Energien in Baden- Württemberg: Endbericht. *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)*.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2012). Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool BICO2 BW: Endbericht. Heidelberg.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014). Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Gebrauchsanweisung.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (IWU) (2005). Deutsche Gebäudetypologie - Systematik und Datensätze. Darmstadt.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014). Climate Change 2014 – 5<sup>th</sup> Assessment Synthesis Report, Approved Summary for Policymakers.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2014). Datenbankabruf: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2012). Schutzgebietsverzeichnis.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2014). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2010.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2011). Windatlas Baden-Württemberg.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (UMVBW) (2011). Klimaschutzkonzept 2020 PLUS Baden-Württemberg.

NITSCHKE, U. (2007). Auf neuen Wegen in die Zukunft. In W. Witzel, & D. Seifried, *Das Solarbuch: Fakten, Argumente und Strategien für den Klimaschutz*. Freiburg: Energieagentur Regio Freiburg.

ÖKOINSTITUT. Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Ver. 4.6.

RÄUMLICHEN INFORMATIONS- UND PLANUNGSSYSTEM (RIPS) DER LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2012). Globaleinstrahlung: Mittlere jährliche Solareinstrahlung.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA-BW) (2014). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA-BW) (2014). Indikatoren zum „Flächenverbrauch“ für Gemeinden: Schutterwald. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Flaechenverbrauch/home.asp?doc=GE&reg=317122#chrt>

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA-BW) (2014). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfrage für Schutterwald. <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/>

UMWELTBUNDESAMT (2012). Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz. Dessau-Roßlau.

WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2007). Solarfibel: Städtebauliche Maßnahmen, energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen. Stuttgart.

## 8. Glossar

<b>BAFA</b>	Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist eine Bundesoberbehörde mit breit gefächertem Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
<b>CO<sub>2</sub></b>	Chemische Formel für Kohlendioxid, eine chemischen Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff; die Klimarelevanz von CO <sub>2</sub> gilt als Maßstab für andere Gase und chemische Verbindungen, deren Auswirkungen hierfür in CO <sub>2</sub> -Äquivalente umgerechnet werden
<b>EE</b>	Erneuerbare Energien
<b>EEG</b>	Das deutsche Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) soll den Ausbau von Energieversorgungsanlagen vorantreiben, die aus sich erneuernden (regenerativen) Quellen gespeist werden. Grundgedanke ist, dass den Betreibern der zu fördernden Anlagen über einen bestimmten Zeitraum ein im EEG festgelegter Vergütungssatz für den eingespeisten Strom gewährt wird. Dieser orientiert sich an den Erzeugungskosten der jeweiligen Erzeugungsart, um so einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen zu ermöglichen.
<b>EEWärmeG</b>	Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) ist am 01.01.2009 in Kraft getreten. Es legt fest, dass spätestens im Jahr 2020 14 % der Wärme in Deutschland aus Erneuerbaren Energien stammen sollen. Es schreibt vor, dass Eigentümer künftiger Gebäude einen Teil ihres Wärmebedarfs aus Erneuerbaren Energien decken müssen. Das gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 1. Januar 2009 eingereicht wurde. Jeder Eigentümer kann selbst entscheiden, welche Energiequelle er nutzen möchte. Alternativ zum Einsatz Erneuerbarer Energien kann auch ein erhöhter Dämmstandard umgesetzt werden.
<b>Endenergie</b>	Endenergie ist die Energie, die vor Ort z.B. im Wohnhaus eingesetzt wird. Im Fall von Strom ist dies die Menge Strom, die über den Hausanschluss an einen Haushalt geliefert wird. Im Fall von Wärme ist es die Menge an Öl, Gas, Holz, etc., mit der die Heizung „betankt“ wird. Die Endenergie unterscheidet sich von der Nutzenergie (s.u.).
<b>fm</b>	Abkürzung für Festmeter; ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m <sup>3</sup> fester Holzmasse
<b>Gebäudetypologie</b>	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
<b>GEMIS</b>	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein

	Werkzeug des Ökoinstituts Darmstadt zur Durchführung von Umwelt- und Kostenanalysen sowie eine Datenbank mit Treibhausgasemissionen bzw. Emissionsfaktoren.
<b>GV</b>	Abkürzung für Großvieheinheit; eine Großvieheinheit entspricht 500 kg Lebendgewicht beziehungsweise der Masse einer Milchkuh
<b>IÖW</b>	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
<b>KEA</b>	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
<b>kW</b>	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaik-Anlagen gemessen wird.
<b>kWh</b>	Der Verbrauch elektrischer Energie wird in Kilowattstunden angegeben (Leistung über eine Zeitspanne hinweg). Eine Kilowattstunde entspricht der Nutzung von 1.000 Watt über einen Zeitraum von einer Stunde. Für eine Stunde bügeln benötigt man etwa 1 kWh Strom.
<b>Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)</b>	Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Strom- und Wärmeerzeugung.
<b>LUBW</b>	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg
<b>MW</b>	Megawatt. Ein MW entspricht 1.000 kW (s.o.)
<b>MWh</b>	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
<b>Nutzenergie</b>	Nutzenergie stellt die Energie dar, die unabhängig vom Energieträger vom Wärmeverbraucher genutzt werden kann. Die Nutzenergie ist also gleich der Endenergie (s.o.) abzüglich der Übertragungs- und Umwandlungsverluste. Hierbei spielt bspw. der Wirkungsgrad der Heizanlage eine Rolle. Die Berechnungen zum Wärmekataster und zum Sanierungspotenzial basieren auf der Nutzenergie
<b>Primärenergieverbrauch</b>	Der Primärenergieverbrauch, abgekürzt PEV, gibt an, wie viel Energie in einer Volkswirtschaft eingesetzt wurde, um alle Energiedienstleistungen wie zum Beispiel Produzieren, Heizen, Bewegen, Elektronische Datenverarbeitung, Telekommunikation oder Beleuchten zu nutzen. Es ist also die gesamte einer Volkswirtschaft zugeführte Energie. Eingesetzte Energieträger sind bisher vor allem Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Braunkohle, Kernenergie, Wasserkraft und Windenergie.
<b>Solarkataster</b>	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieranlagen geeignet sind.
<b>Strommix</b>	Unter Strommix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas,

Erdöl), sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.

**ü. NN.** bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0m ü. NN“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.

**Wärmekataster** Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmeverbrauch von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.

**Wärmeschutzverordnung (WSchV)** Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1983. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ begriffen mit ganzheitlichen Planungen.

## 9. Methodik

### 9.1 Gebäudetypologisierung

Anhand der Katasterdaten sowie den Daten der Vor-Ort-Erhebung wurden für jedes Gebäude der Gemeinde die Baualtersklasse und die Gebäudeart bestimmt. Nach der „Deutschen Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2005) können die Gebäude anhand dieser zwei Kriterien schließlich einem Gebäudetyp zugeordnet werden.

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 7).

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
bis 1918	Fachwerkbau
bis 1918	Mauerwerkbau
1919 – 1948	Zwischen Ende 1. und Ende 2. Weltkrieg
1949 – 1957	Wiederaufbau, Gründung der Bundesrepublik
1958 – 1968	Ende des Wiederaufbaus, neue Siedlungsstruktur
1969 - 1978	Neue industrielle Bauweise, Ölkrise
1979 – 1983	Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung (WSchV)
1984 – 1994	Inkrafttreten der 2. WSchV
1995 – 2001	Inkrafttreten der 3. WSchV
Nach 2002	Einführung Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

Tabelle 7 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

Bei der Einteilung der Gebäude nach Gebäudearten spielt die Anzahl an Wohneinheiten die entscheidende Rolle. So werden folgende Gebäudearten unterschieden: Einfamilien- und Doppelhäuser, Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser, große Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser/Blockbebauung. Die Kriterien der Typen sind die Anzahl der Wohneinheiten. Bei der Unterscheidung zwischen den Einfamilien-/Doppelhäusern und Reihenhäusern muss zusätzlich das Kriterium der Baustruktur herangezogen werden:

- Einfamilienhäuser sind definiert als „Freistehendes Wohngebäude mit bis zu 2 Wohneinheiten“
- Doppelhaushälften sind definiert als „Zwei aneinander grenzende Wohngebäude mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- Reihenhäuser sind definiert als „Drei oder mehr aneinander grenzenden Häuser mit jeweils bis zu 2 Wohneinheiten“
- kleine Mehrfamilienhäuser haben zwischen 3 und 6 Wohneinheiten

- große Mehrfamilienhäuser haben zwischen 7 und 12 Wohneinheiten
- Hochhäuser/Blockbebauungen haben mehr als 13 Wohneinheiten

Die Methode der Gebäudetypologisierung ermöglicht die Analyse des Energiebedarfs und der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Sie hat außerdem den Vorteil, dass der Energiebedarf eines Gebäudes unabhängig vom Bewohner- und Nutzerverhalten bestimmt werden kann.

## 9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

Die Ermittlung des Wärmebedarfs und die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand basieren auf den Angaben zum Gebäudetyp und den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, die für jedes Gebäude vor Ort erhoben wurden. Durch die Typologie werden Gebäude mit ähnlichen thermischen Eigenschaften zusammengefasst. Für jeden Gebäudetyp wurden vom IWU entsprechende Kennwerte des Wärmebedarfs statistisch ermittelt. Zudem liegen Kennwerte für die durchschnittliche Energieeinsparung durch energetische Sanierungsmaßnahmen (Wärmeschutzfenster, Außenwanddämmung, Dachdämmung, Kellerdeckendämmung) vor (Hausladen und Hamacher, 2011). Somit kann sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäude bestimmt werden, als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan (Hausladen und Hamacher, 2011).

Der Wärmebedarf der Gebäude stellt den Nutzenergiebedarf des Gebäudes dar. Der tatsächliche Endenergieverbrauch wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst und weicht in der Regel vom Wärmebedarf ab. Hierzu zählen das Nutzerverhalten, die Anzahl der Bewohner, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegewinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), Witterung, Wirkungsgrad der Heizung, und Wärmeverluste im Heizsystem.

## 9.3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde BICO<sub>2</sub> BW Version 1.5.3 genutzt. Die Version 1.5.3 ist für das Bilanzjahr 2010 ausgelegt. Da vorwiegend Daten aus dem Jahr 2012 vorhanden waren und eingetragen wurden, wurde dennoch eine Bilanz für das Jahr 2012 erstellt.

## 9.4 CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Standardlastprofil-Kunden und Lastgangzählung-Kunden. Für die kommunalen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen.

Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastganzzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes (2012) verwendet, der 0,619 t/MWh beträgt (IFEU, 2014).

Energilieferant	Anteil am deutschen Strommix (2012)
Kohle	44 %
Erdgas	12 %
Atomenergie	16 %
Wasser	3 %
Wind	8 %
Solar	4 %
Biomasse	6 %
Sonstiges	5 %

Tabelle 8 – Energiequellen des Deutschen Strommix und ihre Anteile; Quelle Fritsche und Greß, 2014.

## 9.5 Stromeinspeisung

Einspeisemengen wurden für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, aus der öffentlichen Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers Transnet BW für die Jahre 2007-2011 abgerufen. Einspeisemengen der Vorjahre (ab dem Jahr 2001) wurden anhand der Leistungsdaten der Anlagen abgeleitet, die ebenfalls in der Datenbank des Übertragungsnetzbetreibers enthalten sind.

Da die Nutzung Erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die CO<sub>2</sub>-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die CO<sub>2</sub>-Einsparungen der Gemeinde durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbaren Energien von der CO<sub>2</sub>-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gemeinde berücksichtigt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der einzelnen Erneuerbaren Energiequellen, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in der nachfolgenden Tabelle 9 zusammengefasst.

Erzeugungsmengen der KWK-Anlagen wurden vom Gemeindewerk zur Verfügung gestellt. Bei der Eingabe dieser Daten im BICO2 BW Tool waren nicht alle benötigten Daten vorhanden (Input Mengen, Wirkungsgrade, Erzeugte Wärmemenge). Deshalb wurden an dieser Stelle durchschnittliche Wirkungsgrade der Anlagen angenommen, um auf die fehlenden Angaben zu schließen ( $n_{el} = 38 \%$ ,  $n_{th} = 50 \%$ )

Erzeugungsart	CO <sub>2</sub> -Ausstoss (t/MWh)	CO <sub>2</sub> -Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,061	0,558
Wasserkraft	0,003	0,616
Biomasse	0,216	0,403
Windkraft	0,009	0,610

Tabelle 9 – CO<sub>2</sub>-Ausstoss und -Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2014)

## 9.6 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers bnNETZE GmbH (für Erdgas) und die örtlichen Heizanlagenstatistik der Kaminfeger verwendet. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffen (Energieholz).

Die Schornsteinfegerdaten wurden im 3. Quartal 2014 erhoben und können somit leichte Abweichungen zum Zustand im Jahr 2012 enthalten. Genaue Angaben zu den Kessel bzw. Brenner Typ (z.B. mit oder ohne Gebläse) waren nicht vorhanden, dies hat allerdings keine Auswirkung auf die Berechnung der Energieverbräuche dieser Anlagen.

Da das Erdgasnetz in Gemeinde Schutterwald verhältnismäßig neu ist, und der Anschlussgrad noch nicht besonders hoch ist, bieten die Erdgasverbrauchsdaten keinen verlässlichen Ausgangspunkt, um auf den Heizöl- und Flüssiggasverbrauch der Gemeinde zu schließen. Stattdessen wurden für den Heizöl- und Flüssiggasverbrauch die kumulierten Leistungen der Heizanlagen aus der Heizanlagenstatistik mit einer durchschnittlichen Vollbenutzungszahl von 950 Stunden berechnet, um auf einen Gesamtverbrauch des jeweiligen Energieträgers zu schließen. Dabei wurde zusätzlich zwischen Verbrauch von privaten Haushalten (Anlagen <100 kW) und von der Wirtschaft (Anlagen >100 kW) unterschieden. Die errechneten Verbräuche wurden im Blatt „Eingabe\_manuell“ im BICO2 BW Tool eingetragen.

Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Der Bestand an oberflächennaher Geothermieanlagen wurden aus der Datenbank wärmepumpenatlas.de abgefragt. Diese Datenbanken erfassen alle solarthermische Anlagen bzw. Wärmepumpen, die durch die bundesweiten Marktanreizprogramme gefördert worden sind. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen und Wärmepumpen bilden den Zustand im Jahr 2014 ab.

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zu den Energieverbrauch kleiner und mittlere Heizanlagen (aus dem Jahr 2010) sowie zu Anlagen nach der 11. BimSchV. (Datenerhebung 2008 mit Fortschreibung für das Jahr 2012) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen.

gen. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Der Verbrauch an Erneuerbare Energien wurden für den Sektor Verarbeitendes Gewerbe/ Industrie auf 0 gesetzt, da keine Betriebe mit entsprechenden Verbräuchen bekannt sind (Tabellenblatt „Kontrolle“).

Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger stellt das CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool BiCO<sub>2</sub> BW (IFEU).

## 9.7 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Verkehrs

Die Verkehrsdaten der Gemeinde wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Jahresfahrleistung nach Fahrzeugtyp jeweils auf Innerorts- und Außerortsstraßen sowie auf Autobahnen (2012). Diese werden im Bilanzierungstool BICO<sub>2</sub> (IFEU) mit statistischen Werten zum Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen je Fahrt km ausgewertet um die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Sektor Verkehr zu erstellen.

## 9.8 Datengüte

Eine CO<sub>2</sub>-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BiCO<sub>2</sub> eine Datengüte ermittelt (IFEU, 2014).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BiCO<sub>2</sub>-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüten der einzelnen Angaben zu Verbräuchen pro Energieträger werden anhand deren jeweiligem prozentualen Anteil am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

Die beste zu erreichende Datengüte beträgt 100 % und liegt dann vor, wenn alle angegebenen Daten „aus erster Hand“ sind, also lokale Primärdaten darstellen, z.B. Energieversorgungsdaten für leitungsgebundene Energieträger. Die Datengüte verringert sich, wenn gewisse Werte auf Basis von Hochrechnungen ermittelt werden oder rein statistische Angaben verwendet werden. Je mehr regionale (statt lokale) Kennwerte verwendet werden, desto niedriger ist die Datengüte (IFEU, 2012).

## 9.9 Geothermiepotenzial

Zur Darstellung des Geothermiepotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden mit Hilfe der Berechnungssoftware „GEOHAND-light V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.).

Die vorgegebenen Wärmeparameter, die dabei zugrunde gelegt wurden, sind in Tabelle 10 dargestellt.

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	3,0 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m <sup>3</sup> K

Tabelle 10 – Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand  $R_b$  berechnet. Die maximale Länge der Sonde wird in Schutterwald mit 99m angesetzt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in Tabelle 11 aufgelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius $r_b$	0,0675 m
Sondenlänge H	150 m - 99 m
Sondentyp	DN40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand $R_b$	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden/ 3-4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für $r_b/H$ bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	Bei 150 m: 6,71 / 8,91 / 12,51 Bei 99 m: 6,29 / 8,19 / 11,19
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 11 – Vorgegebene Sondenparameter

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS (2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde/ 2 Sonden/ 4 Sonden à 99 m	47,0 / 43,6 / 39,3
Soleeintrittstemperatur in die Sonde	$\geq -3,0$ °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	$\leq 14,3$ K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	$\leq 9,4$ K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 12 – Berechnete spez. Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 13 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1.800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 13 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch kann eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) und der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 14).

Parameter für Sondenbelegungsichte	Vorgegebener Wert
Seitenverhältnis der Flurfläche / Gebäudegrundfläche	1 : 2,5 / 1 : 1,5
Berechnung der nicht nutzbaren Fläche bei 6 m Abstand zum Gebäude	$A_{\text{Gebäude}} + 12,3 \cdot \sqrt{A_{\text{Gebäude}}} + 36$
Belegungsfläche für 1 Sonde / 2 Sonden / 3-4 Sonden	18 m <sup>2</sup> / 36 m <sup>2</sup> / 169 m <sup>2</sup>

Tabelle 14 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsichte

Die Potenzialkarten zeigen auf dieser Grundlage an, welches Gebäude seinen Wärmebedarf mit 1, 2 oder bis zu 4 Sonden bei der zur Verfügung stehenden Flurfläche decken kann, ohne auf die sonstige Nutzfläche verzichten zu müssen.

Entwurf

## 10. Kartenmaterial

Vergrößerte Ausdrücke der wichtigsten Karten und eine digitale Version dieser Studie befinden sich im Berichtsexemplar für den Bürgermeister bzw. die Gemeindeverwaltung:

- Absoluter Wärmebedarf der Gebäude
- Spezifischer Wärmebedarf der Gebäude
- Spezifisches Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung
- Absolutes Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung
- Solarkataster der Gemeinde
- Geothermiekataster der Gemeinde
- Digitale Version der Energiepotenzialstudie (CD-Rom)