

Energiepotenzialstudie der Gemeinde Au



Auftraggeber Gemeinde Au

Erstellt durch badenova AG & Co. KG, Freiburg
Damian Wagner (Projektleiter)
Nina Weiß

Freiburg, den 02.08.2013

Inhaltsverzeichnis

1.	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	6
2.	AUSGANGSLAGE.....	9
2.1	GLOBAL DENKEN	9
2.2	LOKAL HANDELN.....	9
2.3	KLIMASCHUTZKONZEPT UND ENERGIEPOTENZIALSTUDIE.....	11
2.3.1	<i>Aufbau des Klimaschutzkonzepts</i>	<i>11</i>
2.3.2	<i>Gliederung der Energiepotenzialstudie.....</i>	<i>12</i>
2.3.3	<i>Anmerkungen zur verwendeten Methodik.....</i>	<i>12</i>
3.	WICHTIGE STRUKTURDATEN DER GEMEINDE	14
3.1	DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.....	14
3.2	WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	15
3.3	LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR.....	18
4.	ENERGIENUTZUNG UND CO₂-BILANZ	19
4.1	STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG.....	19
4.1.1	<i>Stromverbrauch nach Sektoren</i>	<i>19</i>
4.1.2	<i>Strombedarfsdeckung.....</i>	<i>20</i>
4.1.3	<i>CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs</i>	<i>23</i>
4.2	WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG	23
4.2.1	<i>Wärmeverbrauch nach Sektoren</i>	<i>23</i>
4.2.2	<i>Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger</i>	<i>24</i>
4.2.3	<i>Wärmekataster.....</i>	<i>26</i>
4.2.4	<i>CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs</i>	<i>27</i>
4.3	VERKEHR.....	27
4.4	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG)	28
4.4.1	<i>Gesamt-Energie-Bilanz.....</i>	<i>28</i>
4.4.2	<i>Gesamt-CO₂-Bilanz</i>	<i>30</i>
5.	POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	32
5.1	SOLARENERGIE	32
5.1.1	<i>Hintergrund</i>	<i>32</i>
5.1.2	<i>Solarenergiepotenziale.....</i>	<i>32</i>
5.2	ENERGIE AUS BIOMASSE.....	35
5.2.1	<i>Hintergrund</i>	<i>35</i>
5.2.2	<i>Substratpotenziale zur Biogaserzeugung.....</i>	<i>35</i>
5.2.3	<i>Lokale Energieholzpotenziale.....</i>	<i>36</i>
5.3	WINDKRAFT	37
5.3.1	<i>Standortpotenziale.....</i>	<i>37</i>
5.3.2	<i>Windkraftpotenzial Au.....</i>	<i>38</i>
5.3.3	<i>Exkurs: Kommunale Wertschöpfung durch Windkraftanlagen.....</i>	<i>40</i>

5.4	WASSERKRAFT.....	41
5.5	GEOTHERMIE.....	42
5.5.1	<i>Hintergrund</i>	42
5.5.2	<i>Tiefengeothermie</i>	43
5.5.3	<i>Oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen</i>	43
5.6	ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN AU.....	44
6.	KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER	46
6.1	ERNEUERBARE ENERGIEN.....	46
6.1.1	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien: Strom aus Sonne und Wind</i>	46
6.1.2	<i>Ausbau der Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch</i>	47
6.2	ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ.....	48
6.2.1	<i>Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung</i>	48
6.2.2	<i>Ausbau der Nahwärmenetze</i>	49
6.2.3	<i>Umstellung der Straßenbeleuchtung</i>	51
6.2.4	<i>Umstellung von Heizöl auf Erdgas bzw. Biogas</i>	51
6.3	ENERGIEEINSPARUNG	52
6.3.1	<i>Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude</i>	52
7.	AUSBLICK	54
8.	METHODIK	55
8.1	GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG	55
8.2	ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER.....	56
8.3	CO ₂ -BILANZIERUNG DES STROMVERBRAUCHS	56
8.4	STROMEINSPEISUNG.....	57
8.5	CO ₂ -BILANZIERUNG DES WÄRMEVERBRAUCHS UND DES VERKEHRS.....	58
9.	QUELLENVERZEICHNIS	59
10.	GLOSSAR	60
11.	ANHANG	63
11.1	WÄRMEBEDARF.....	63
11.2	WÄRMEBEDARFSDICHTE NACH GEBÄUDEGRUNDRISSGRÖÙE.....	63
11.3	WÄRMEBEDARFSDICHTE NACH FLURSTÜCKSGRÖÙE	63
11.4	SANIERUNGSPOTENZIAL	63
11.5	SOLARATLAS	63
11.6	DIGITALE VERSION DER ENERGIEPOTENZIALSTUDIE (CD-ROM)	63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept.....	11
Abbildung 2 - Bild der Gemeinde Au	14
Abbildung 3 - Anteil der Wohngebäude nach Baujahr und WSchV in Au	16
Abbildung 4 - Siedlungsstruktur von Au nach Baualter	17
Abbildung 5 - Verteilung der Gebäudearten in Au	17
Abbildung 6 - Hauptstraßen, Gasleitungen (grün) in Au	18
Abbildung 7 - Gesamt-Stromverbrauch in Au	19
Abbildung 8 - Stromverbrauch nach öffentlicher Liegenschaft (2010).....	20
Abbildung 9 - Anteil der EE am durchschnittlichen Stromverbrauch in Au	21
Abbildung 10 - Zubau PV- Anlagen und kumulierte Leistung.....	22
Abbildung 11 - Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom	22
Abbildung 12 - Einsparung von CO ₂ -Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus PV- Anlagen und Biogas-Anlagen	23
Abbildung 13 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren.....	24
Abbildung 14 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Energieträger	25
Abbildung 15 - Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger	25
Abbildung 16- Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften.....	26
Abbildung 17 - Absoluter Heizwärmebedarf auf Gebäudeebene.....	27
Abbildung 18 - Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren.....	29
Abbildung 19 - Gesamt-Energieverbrauch nach Energieträger	29
Abbildung 20 - CO ₂ -Emissionen nach Sektoren	30
Abbildung 21 - CO ₂ -Emissionen nach Energieträger	30
Abbildung 22 - Auszug des Solarkatasters von Au.....	33
Abbildung 23 - Solarpotenziale der Gemeinde Au	34
Abbildung 24 - Darstellung der Waldbesitzverteilung auf der Gemarkung Au.....	36
Abbildung 25 - Potenzielle Windstandorte auf der Gemarkung Au.....	38
Abbildung 26 – Auszug der Schutzgebietskulisse der Gemeinde Au (nach LUBW 2012).....	39
Abbildung 27 - Gesamt-Stromverbrauch in Relation zum Ausbaupotenzial der Windkraft.....	40
Abbildung 28 - Wertschöpfung einer Windkraftanlage über 20 Jahre	41
Abbildung 29 - Übersicht über verschiedene Typen der Geothermienutzung.....	42
Abbildung 30 - Aktueller Stromverbrauch und Potenziale für erneuerbare Energie Strom	45
Abbildung 31 - Aktueller Stromverbrauch im Kontext der erneuerbare Energie-Strom- Potenziale und der energiepolitischen Ziele des Landes	46
Abbildung 32 - Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der EE am Wärmeverbrauch.....	47
Abbildung 33 - KWK-Ziel des Landes und am Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Au	48
Abbildung 34 - Heizwärmebedarfsdichte in Abhängigkeit zur Flurstücksfläche	49
Abbildung 35 – Wärmeinseln Angelushof und Ortsmitte (Rathaus, Bürgerhaus/ Kindergarten).....	50

Abbildung 36 – Geplante Neubaugebieten in Au	50
Abbildung 37 – Einsparpotenzial Straßenbeleuchtung und Beleuchtung (Daten von 2011)	51
Abbildung 38 – „Fuel Switch“ von Heizöl auf Erdgas spart 400t CO ₂ /a	52
Abbildung 39 - Heizwärmeverbrauch Wohngebäude,theoretisches Energieeinsparpotenzial	53
Abbildung 40 - Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimakonzepts	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Strukturdaten der Gemeinde Au	15
Tabelle 2 - Stromverbrauch des Sektors GHD in Au.....	20
Tabelle 3 - Detailbilanz Verkehr 2010 von Au	28
Tabelle 4 - Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik	33
Tabelle 5 - Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005	55
Tabelle 6 - Energiequellen des Deutschen Strommix und ihre Anteile	57
Tabelle 7 - CO ₂ -Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien	58

1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Energiepotenzialstudie analysiert den „Status quo“ der Energieinfrastruktur und die erneuerbaren Energiepotenziale der Gemeinde Au. 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.

Kapitel 1 fasst die Ergebnisse der Energiepotenzialstudie kompakt und übersichtlich zusammen. In Kapitel 2 bis 7 werden die Analysen und Ergebnisse detailliert und anhand von Grafiken und Tabellen erläutert.

Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Ca. 3,65 Mio. kWh im Jahr. Der Sektor „Wohngebäude“ stellt mit 64 % den größten Anteil. Der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie“ (GHDI) hat mit 33 % den zweithöchsten Anteil am Stromverbrauch der Gemeinde Au.
- **Strom aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 727 kWh Strom wurden im Jahr 2010 durch Photovoltaik und Biomasse produziert. Dies entspricht 20 % des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde. Eine gute Vergütung durch das EEG hatte auch in Au zum Ausbau der PV Kapazitäten geführt. Der durch Photovoltaik-Anlagen insgesamt eingespeiste Strom steigerte sich demnach von ca. 16.000 kWh im Jahr 2001 auf ca. 290.000 kWh im Jahr 2010.
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 12,3 Mio. kWh im Jahr. Die privaten Wohnhäuser haben erwartungsgemäß den höchsten Wärmeverbrauch mit 9,5 Mio. kWh. Dies entspricht einem Anteil von 77 %. Rund 55 % des Wärmebedarfs werden durch Heizöl gedeckt, was sich deutlich in der CO₂-Bilanz niederschlägt.
- **Wärme aus Erneuerbaren Energien:** Ca. 109.000 kWh Wärme werden pro Jahr durch solarthermische Anlagen und ca. 1,7 Mio. kWh werden durch KWK/Feststoff Anlagen produziert. Zusammengenommen werden somit rund 14 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch Erneuerbare Energien gedeckt.

Energie- und CO₂-Bilanz

- **Energie-Bilanz:** Auf rund 21,4 Mio. kWh/Jahr summiert sich der durchschnittliche Energieverbrauch der Gemeinde Au.
- **CO₂-Bilanz:** In Au werden durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr und mit Gutschrift der erneuerbaren Energien jedes Jahr ca. 6.700 t CO₂ pro Jahr ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl an Einwohnern, verursacht damit jeder Auer Bürger Emissionen von 4,6 t CO₂ im Jahr. Als klimaneutral gelten pro Kopf Emissionen von 2,0 t CO₂ im Jahr. Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2008 pro Kopf durchschnittlich 6,8 t CO₂-Emissionen emittiert.

Erfassung Gebäudestruktur

- **Einsparpotenzial:** Rund 60 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- Rund 50% der Wohngebäude sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m² aufweisen. Die 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 30 % des aktuellen Gesamt-Heizwärmebedarfs.

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, könnte der erneuerbare Anteil an der Stromerzeugung auf ca. 109 % (ca. 4 Mio. kWh) gesteigert werden.
 - Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung könnten bei Verzicht von 10 % des Solarstrompotenzials ca. 1,56 Mio. kWh zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV würde dann immer noch 99 % des derzeitigen Stromverbrauchs¹ decken.
- **Biomasse:** Energieholzpotenziale ergeben sich aus der 157 ha großen Waldfläche der Gemeinde aktuell nicht. Insgesamt 9 Haupterwerbs- und 3 Nebenerwerbsbetriebe sind aktuell in der Gemeinde Au angesiedelt. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 446 ha (davon 55 ha Ackerland), der Tierbestand ist aktuell bei 898 Großvieheinheiten. Ein Ausbaupotenzial für Biogas ist auf Grundlage der verfügbaren Gülle vorhanden, erfordert jedoch die Zusammenarbeit zwischen den Landwirten.
- **Windenergie:** Die Prüfung drei potenzieller Standorte für die Nutzung der Windenergie im Rahmen der Fortschreibung des Flächennutzungsplans ist noch nicht abgeschlossen. Zunächst wird ein Potenzial von 1x 2,5 MW für den Standort Illenberg angenommen. Eine Anlage allein könnte bilanziell rund 165% des Gesamtstromverbrauchs der Gemeinde decken.

¹ Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2007

- **Geothermie:** Die Nutzung von Tiefengeothermie kommt in Au in naher Zukunft nicht in Frage. Allerdings könnte durch hocheffiziente Wärmepumpen, die die oberflächennahe geothermische Wärme nutzen, der Anteil Erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung in der Gemeinde gesteigert werden.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus EE:** Mit den ermittelten technischen Potenzialen der Photovoltaik und Windkraft, könnte Au rund 270% (10.000 MWh) seines Stromverbrauchs (3.600 MWh) decken und somit das Bundesziel von 38% EE-Anteil bis 2020 problemlos übertreffen. Mit dem Ausbau von Solar und Wind als zentrale EE Handlungsfelder würde Au dadurch zum Exporteur von erneuerbarem Energiestrom werden.
- **Nutzung der Wärmepotenziale aus EE:** Aktuell werden davon jährlich ca. 14 % durch Erneuerbare Energien, insbesondere durch Feststoff und Solarthermie gedeckt. Die Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde würde den Anteil Erneuerbarer Energien insgesamt auf ca. 23 % des heutigen Wärmeverbrauchs steigern können. Auch der Ausbau der Biogaskapazitäten/KWK könnte einen wichtigen Beitrag übernehmen.
- **Erhöhung der Energieeffizienz:** Handlungspotenziale sind die Umrüstung der Straßenbeleuchtung, in Gebieten hoher Wärmedichte sollte eine Standortprüfung für KWK-Anlagen erfolgen bzw. die Prüfung eines Ausbaus bestehender Wärmeinfrastruktur. Die Umstellung der hohen Zahl von Heizölheizungen auf Erd- oder Biogas („Fuel Switch“) würde zu Minderung von rund 400 t CO₂ /a führen.
- **Energieeinsparpotenziale:** Aus dem großen Anteil an Gebäuden, die vor 1983 gebaut wurden (60%), ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass dort auch historische Gebäude stehen, die unter den Denkmalschutz fallen oder durch ihr Erscheinungsbild den Charakter der Gemeinde prägen. Grundsätzlich ist der Einfluss der Gemeinde in diesem Bereich beschränkt und kann vor allem durch Anreizprogramme in Ergänzung zu Fördermitteln (z.B. KfW Kredite) geschaffen werden.

2. Ausgangslage

2.1 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. Seit dem im Jahre 2001 veröffentlichten Sachstandsbericht des „Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderung“ (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) besteht nun wissenschaftlicher Konsens darüber, dass sich das Weltklima durch den Einfluss des Menschen erwärmt. Wesentlicher Treiber des Klimawandels ist der weiterhin steigende Energieverbrauch.

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 (CO₂) in die Atmosphäre abgegeben, welches neben den beiden anderen wichtigen Treibhausgasen aus Industrie und Landwirtschaft, Methan (CH₄) und Lachgas (NO₂), den Treibhauseffekt verstärkt und droht, das Klima 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 begrenzen².

2.2 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.

² Europäische Kommission (2011)

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs (BW) jedoch festgestellt, dass BW innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehört wird³. 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 um mindestens 20 % gesenkt werden im Vergleich zu 2008⁴. Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung soll bis 2020 auf 20% steigen.

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 bei⁵. 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 Rahmen des Beteiligungsmodells „kompass“ – kommunale Partnerschaft – hat die Gemeinde Au im Jahr 2011 eine umfangreiche Energiepotenzialstudie bei ihrem kommunalen Energie- und Umweltdienstleister badenova in Auftrag gegeben. Ziel der Studie ist es, die Grundlage für die Entwicklung von 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. Diese vorliegende Energiepotenzialstudie entstand 2012/2013 in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort.

Die Ergebnisse der CO₂- und Energiebilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen werden in den folgenden Kapiteln analysiert und zusammengefasst.

³ Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg (2011)

⁴ BMWi und BMU (2010)

⁵ Nitschke (2007), S. 11

2.3 Klimaschutzkonzept und Energiepotenzialstudie

2.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzepts

Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte basieren überwiegend auf folgenden drei Säulen: Energieeinsparungen auf der Verbraucherseite, Effizienzsteigerungen 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 CO₂-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 CO₂-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.

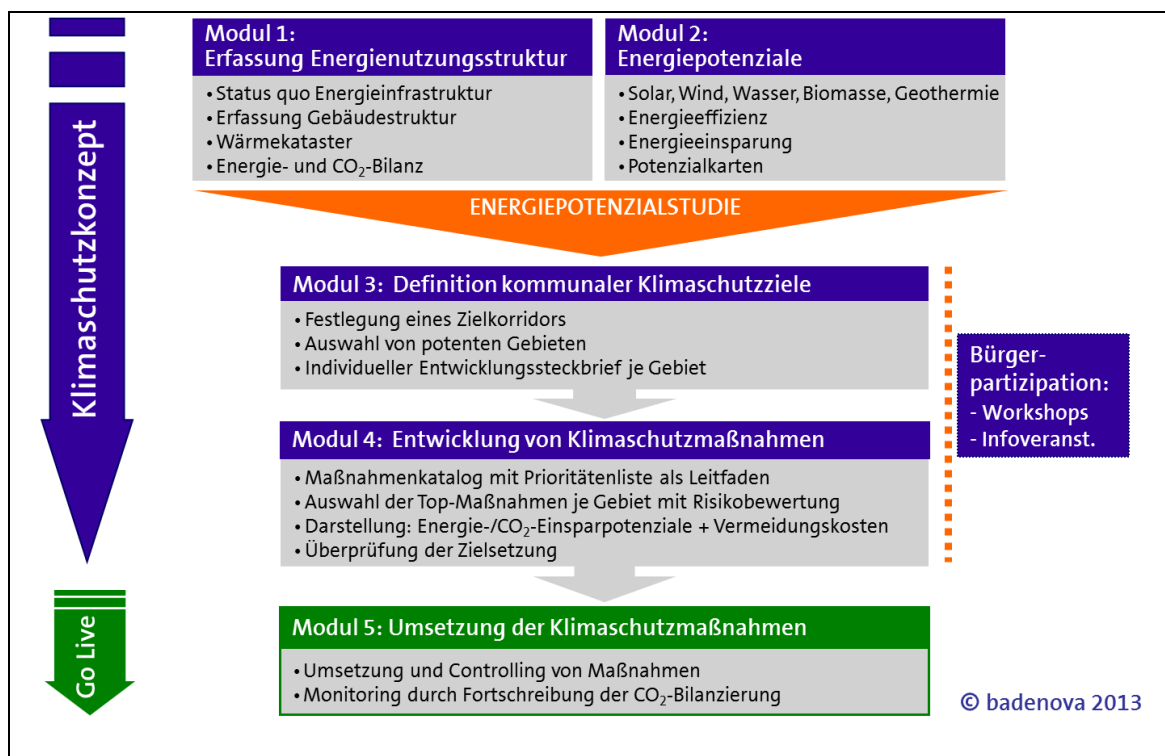


Abbildung 1 - Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

Aufbauend auf der hier vorgelegten Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und –maßnahmen konkretisieren. Dies kann in Zusammenarbeit mit den Bürgern der Gemeinde Au z. B. in folgenden Schritten geschehen:

- Modul 3: Definition der kommunalen Klimaschutzziele
- Modul 4: Entwicklung von Klimaschutzmaßnahmen

Mit Modul 3 und 4 ist das Klimaschutzkonzept abgeschlossen. Mit Modul 5 bietet badenova im Anschluss die Möglichkeit, den Prozess der Umsetzung der Maßnahmen zu begleiten.

2.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Die Energiepotenzialstudie ist in elf Kapiteln unterteilt. Im *ersten Kapitel* werden die Ergebnisse zusammengefasst vorgestellt. Anschließend werden in *Kapitel 2* die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. *Kapitel 3* 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 4* werden die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO₂-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO₂-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z.B. Wohngebäude) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Erdöl). *Kapitel 5* untersucht alle erneuerbaren Energiepotenziale auf der Gemarkungsfläche der Gemeinde.

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen werden in *Kapitel 6* 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 7* gegeben. In den *Kapiteln 8 bis 10* können detaillierte Ausführung der methodischen Vorgehensweise, Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in *Kapitel 11* die erstellten Potenzialkarten und eine digitale Version dieser Studie im Berichtsexemplar für den Bürgermeister zu finden.

2.3.3 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 nachfolgende CO₂-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Gemeinde eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in sogenannte CO₂-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO₂-Werte synonym für die gesamten Treibhausgas-Emissionen.

- In der CO₂-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 auf Seiten der Energie- und Kosteneinsparungen liegt beim Verbrauchssektor Privathaushalte, dem mit einem Anteil von knapp 30 % am Endenergieverbrauch in Deutschland eine Schlüsselrolle zukommt⁶. 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors entfallen alleine auf die Beheizung der Wohnräume⁷. 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 relativ genaue 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 CO₂-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.

⁶ Umweltbundesamt (2012)

⁷ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010)

3. Wichtige Strukturdaten der Gemeinde

3.1 Das Untersuchungsgebiet

Die Gemeinde Au befindet sich im Südwesten von Baden-Württemberg und vor den Toren Freiburgs. Gute Verkehrsanbindung hat Au durch die Landesstraße L122, womit auch eine Verbindung zur nahen A5 gegeben ist. Die Gemeinde liegt zudem in Nachbarschaft zu Horben, Wittnau, Ebringen und Merzhausen. Die Gemarkungsfläche von 399 ha, davon 157 ha Wald, liegt auf etwa 359 Meter Höhe ü. NN zwischen Schönberg und Schauinsland.

Obwohl die Gemeinde tendenziell ländlich strukturiert ist, was sich in einer hohen Zahl von Vollerwerbslandwirten niederschlägt, hat sie in den letzten Jahren einen spürbaren Bevölkerungszuwachs verzeichnen können.



Abbildung 2 - Bild der Gemeinde Au

Quelle: Freiburg-Schwarzwald.de

Die nachfolgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten der Gemeinde, welche sowohl für die Bewertung der Energie- und CO₂-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	1453	Anzahl	2011
Fläche insgesamt	399	ha	2011
Waldfläche	157	ha	2011
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	190	ha	2011
Rinderbestand insgesamt	998	Anzahl	2010
Wohngebäude	308	Anzahl	2011
Wohnungen	595	Anzahl	2011
Kraftfahrzeugbestand	929	Anzahl	2012

Tabelle 1 - Strukturdaten der Gemeinde Au; Quelle: Statistisches Landesamt BW

3.2 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Au wurde die 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“⁸. Dazu wird der Gebäudebestand nach Baujahr sowie nach Gebäudegrößen in Klassen eingeteilt (vgl. Kapitel 9. Methodik). Die Grenzzahre der Baualtersklassen 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 Baualtersklassen 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 werden⁹.

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 Au nach Baualter dargestellt. Trotz zahlreicher Gebäude, die zwischen 1995 und 2001 erbaut wurden, sind rund 60 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals

⁸ IWU (2005)

⁹ IWU (2005)

eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Au 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.

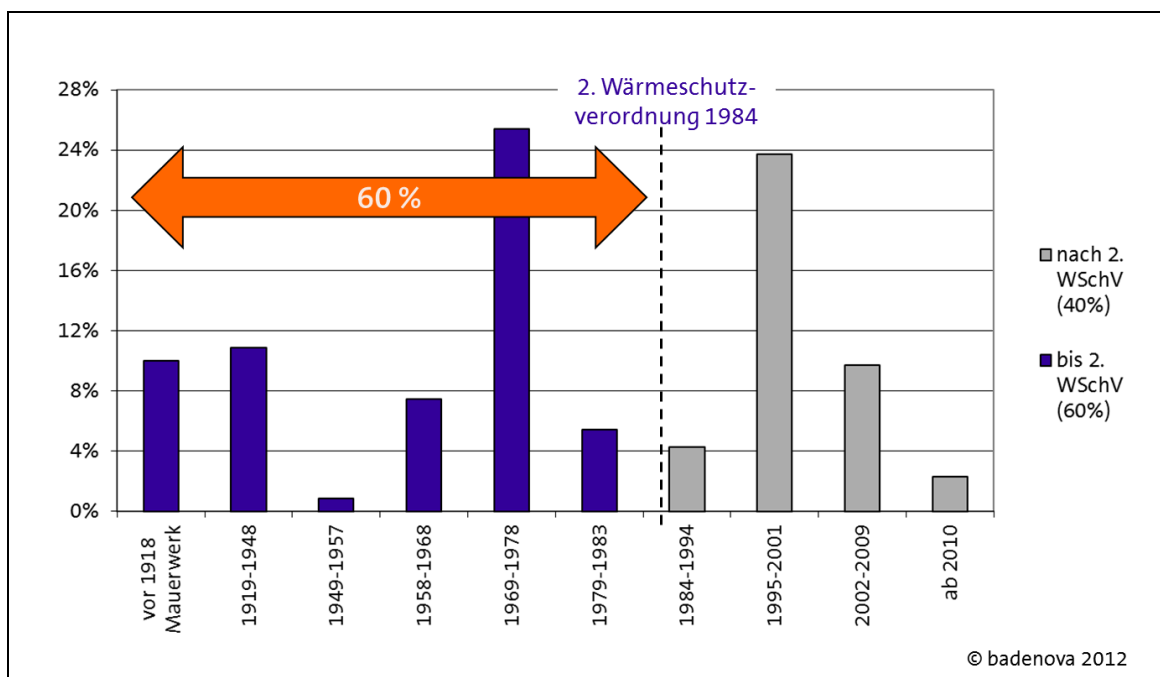


Abbildung 3 - Anteil der Wohngebäude nach Baujahr und WSchV in Au

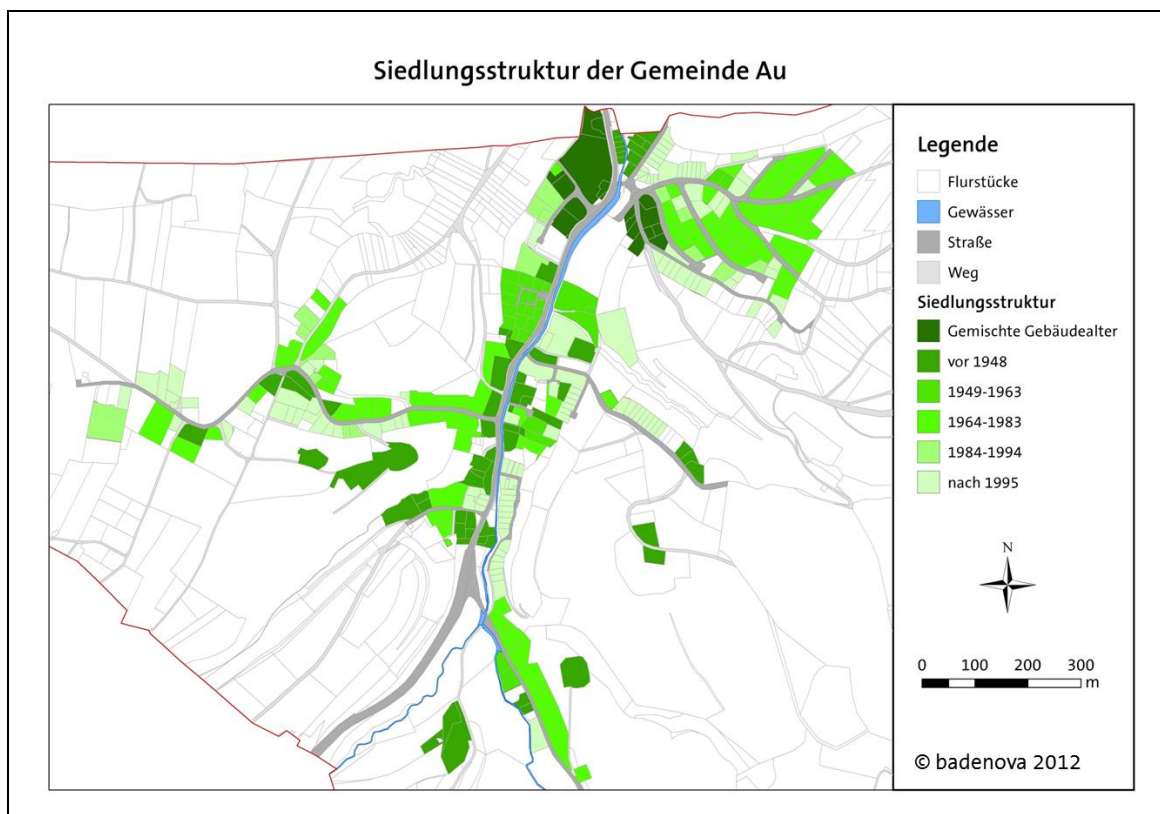


Abbildung 4 - Siedlungsstruktur von Au nach Baualter

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energieverbrauchswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestands relevant, die wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängig sind. In Au wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarf pro m² zwischen drei Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften und Mehrfamilienhaus unterschieden die aufgrund ihrer Gebäudegröße ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

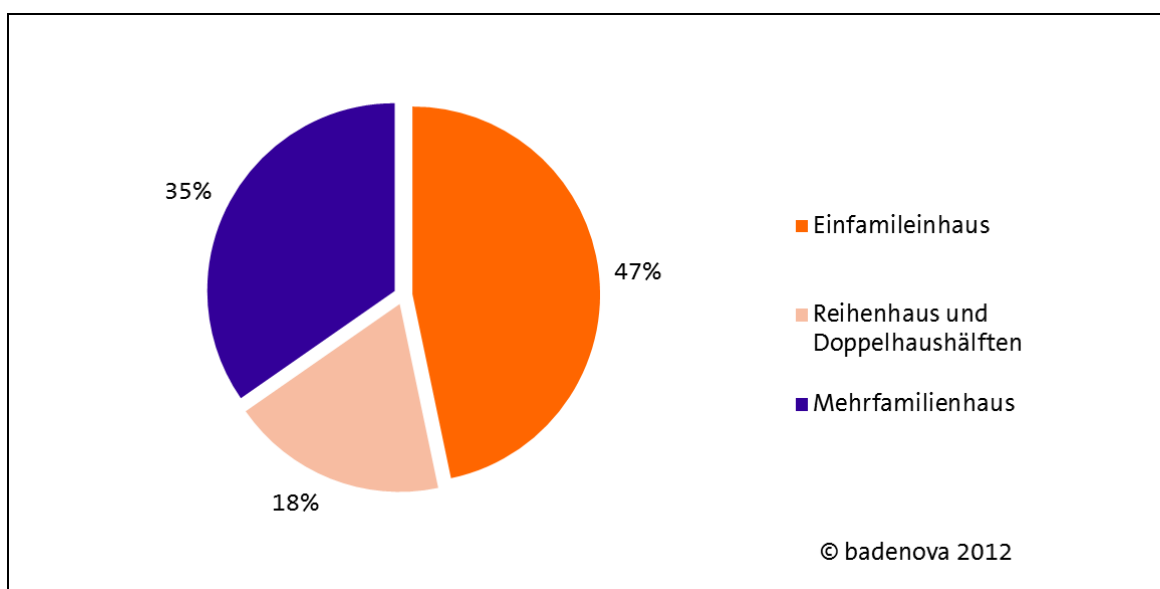


Abbildung 5 - Verteilung der Gebäudearten in Au

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die auch in Au 47 % 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 aufgrund ihrer Größe gut für eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geeignet ist – findet man in Au nicht. Jedoch befinden sich in Au größere Mehrfamilienhäuser, die teilweise für effiziente KWK-Anlagen geeignet sind.

3.3 Lokale Wärmeinfrastruktur

Die untenstehende Abbildung 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrasturktur. Grundsätzlich verfügt Au über eine gute Verdichtung von Gasanschlüssen. Allerdings wird in Au immer noch rund 48 % des Wärmebedarfs durch Heizöl gedeckt, welches deutlich schlechtere CO₂-Emissionswerte hat als Erdgas.

Eine Verdichtung der Gas-Hausanschlüsse und damit der Ersatz von Erdöl durch Erdgas ist eine weitere Option, die CO₂-Emissionen der Gemeinde zu verringern. Über das Erdgasnetz ist zudem der Bezug von Biomethan möglich, der die Klimabilanz gegenüber fossilen Brennstoffen weiter verbessern könnte.

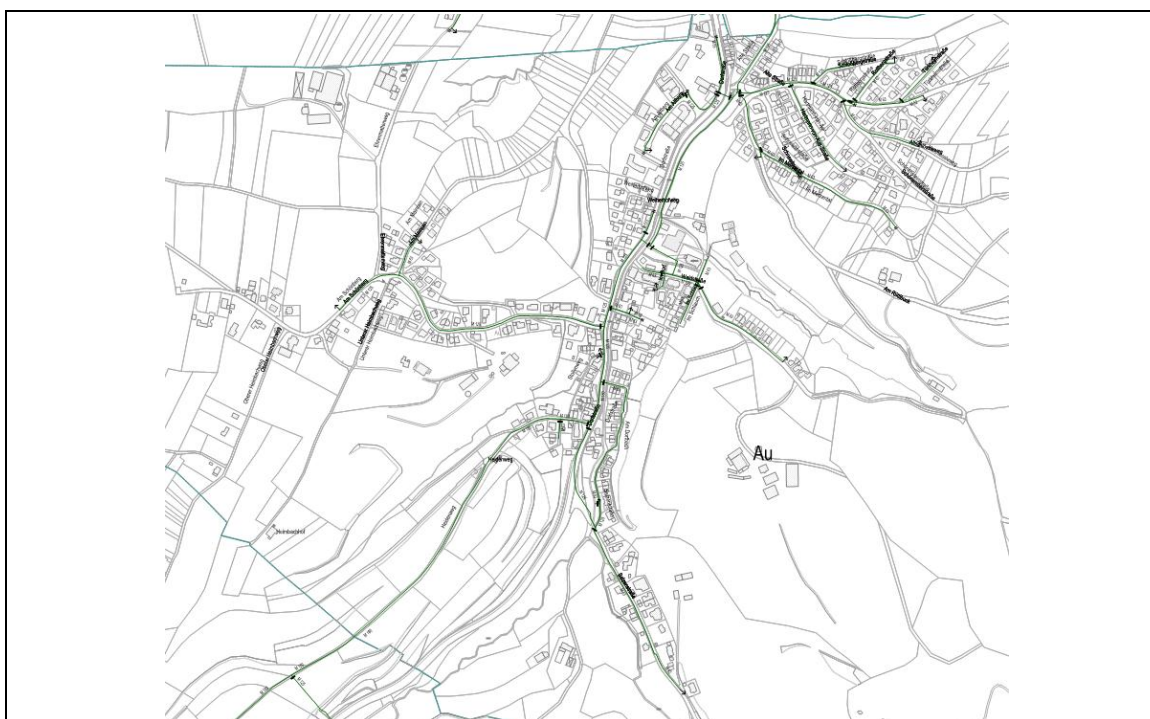


Abbildung 6 - Hauptstraßen, Gasleitungen (grün) in Au

4. Energienutzung und CO₂-Bilanz

4.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

4.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die Stromverbrauchsdaten (2010), aggregiert auf die gesamte Gemeinde, wurden durch eine Abfrage beim örtlichen Stromnetzbetreiber badenovaNetz GmbH erhoben. Zusätzlich wurden von der Gemeindeverwaltung detaillierte Stromverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung zur Verfügung gestellt.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Au bei rund 3,7 Mio. kWh im Jahr 2010. Der Sektor „Wohngebäude“ stellt mit 64 % den größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs (ca. 2,3 Mio kWh/Jahr) (vgl. Abbildung 7). Mit knapp 34 %, also rund 1,2 Mio. kWh/Jahr, steht der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie“ (GHDI) an zweiter Stelle.

Innerhalb des Sektors „Öffentliche Liegenschaften“ ist die Straßenbeleuchtung für 1,6 % des Gesamt-Stromverbrauchs der Gemeinde verantwortlich. Als größten Stromverbraucher der öffentlichen Liegenschaften wird die Straßenbeleuchtung daher in Abbildung 7 gesondert aufgeführt.

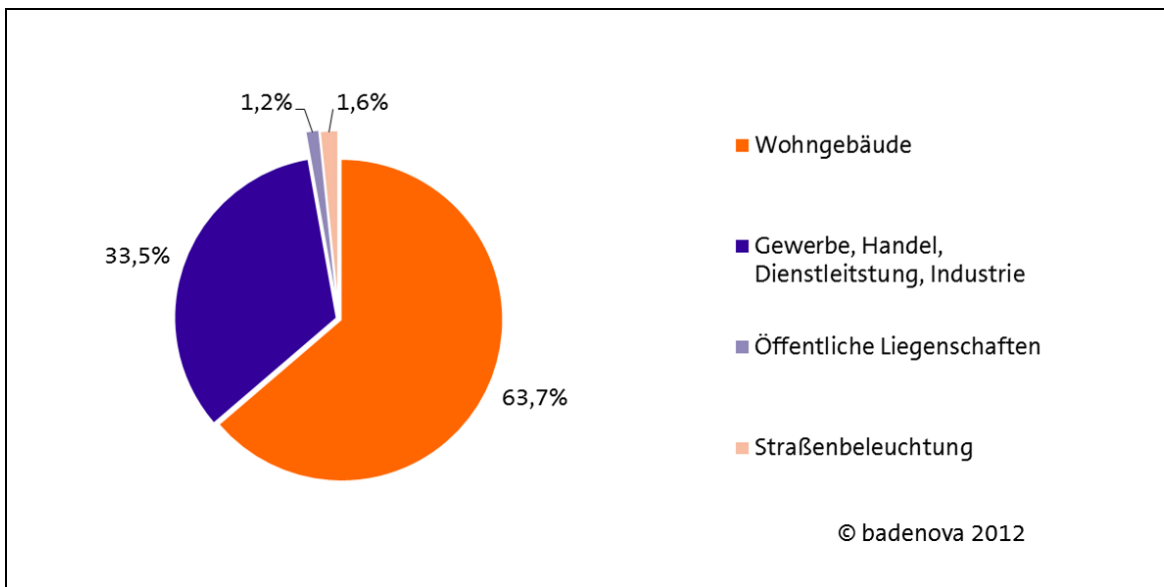


Abbildung 7 - Gesamt-Stromverbrauch in Au

In der nachfolgenden Tabelle 2 wird der jährliche Stromverbrauch nach „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ und nach „Industrie“ unterteilt.

	Anzahl	Einheit
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	591.049	kWh/Jahr
Industrie	633.348,	kWh/Jahr
Summe der GHDI in Au	1.224.397	kWh/Jahr

Tabelle 2 - Stromverbrauch des Sektors GHDI in Au

Der Stromverbrauch der gesamten öffentlichen Liegenschaften beträgt rund 103.000 kWh im Jahr 2010. Den deutlich höchsten individuellen Anteil am Stromverbrauch im Sektor „Öffentliche Liegenschaften“ hat die Straßenbeleuchtung mit rund 60.000 kWh. Etwa 50% der Straßenbeleuchtung wurde um das Jahr 2009 bereits austauscht. Den zweitgrößten Einzelverbrauch hat das Bürgerhaus, welches auch den Kindergarten beinhaltet, mit einem Jahresverbrauch von knapp 27.000 kWh. Das Bürgerhaus wurde 2009 erbaut und verfügt daher über einen guten energetischen Standard.

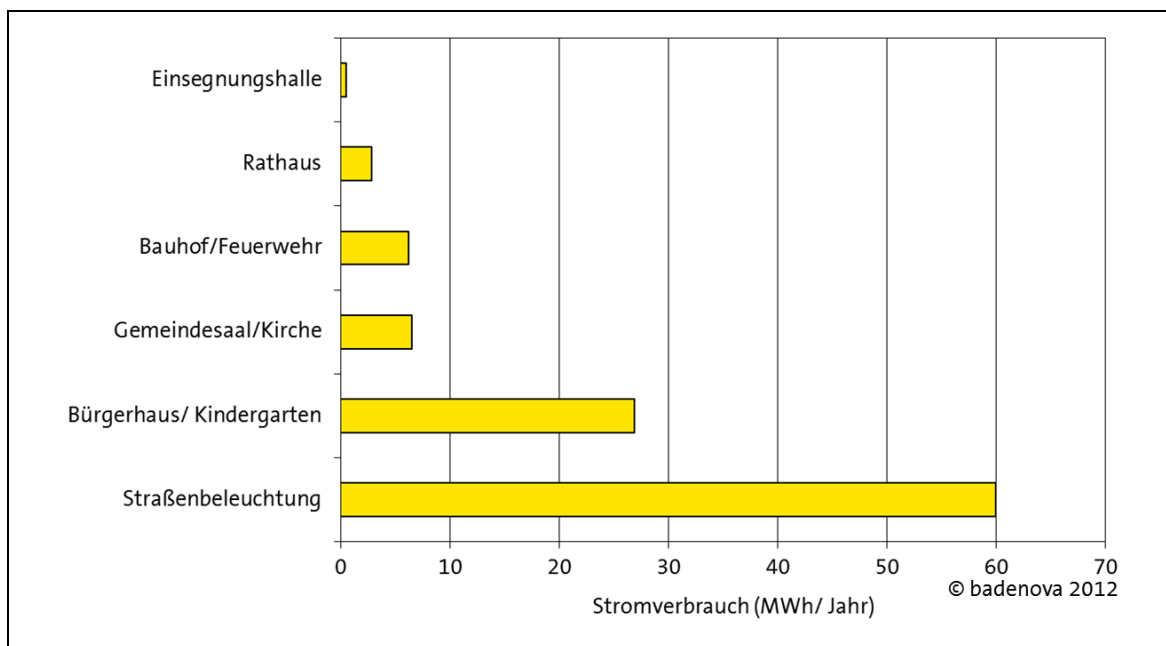


Abbildung 8 - Stromverbrauch nach öffentlicher Liegenschaft (2010)

4.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus Erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Übertragungsnetzbetreiber Transnet-BW abgefragt. Danach wird ein Großteil des Stroms aus Erneuerbaren Energien in Au im Jahr 2010 durch 32 PV-Anlagen (mit zusammen 376 kW Leistung) erzeugt. Einer dieser Anlagen, mit 12,24 kW elektrischer Leistung, befindet

sich auf dem Dach des Bürgerhauses und hat im Jahr 2010 ca. 7.500 kWh Strom eingespeist. Zusätzlich speisen zwei Biogas-Anlagen (mit zusammen 61 kW elektrischer Leistung) knapp 440.000 kWh/Jahr in das deutsche Stromnetz ein. Somit decken die installierten PV- und Biogas-Anlagen zusammen etwa 20 % des gesamten Stromverbrauchs im Jahr 2010. Im Vergleich zu anderen Gemeinden ist damit der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch relativ hoch.

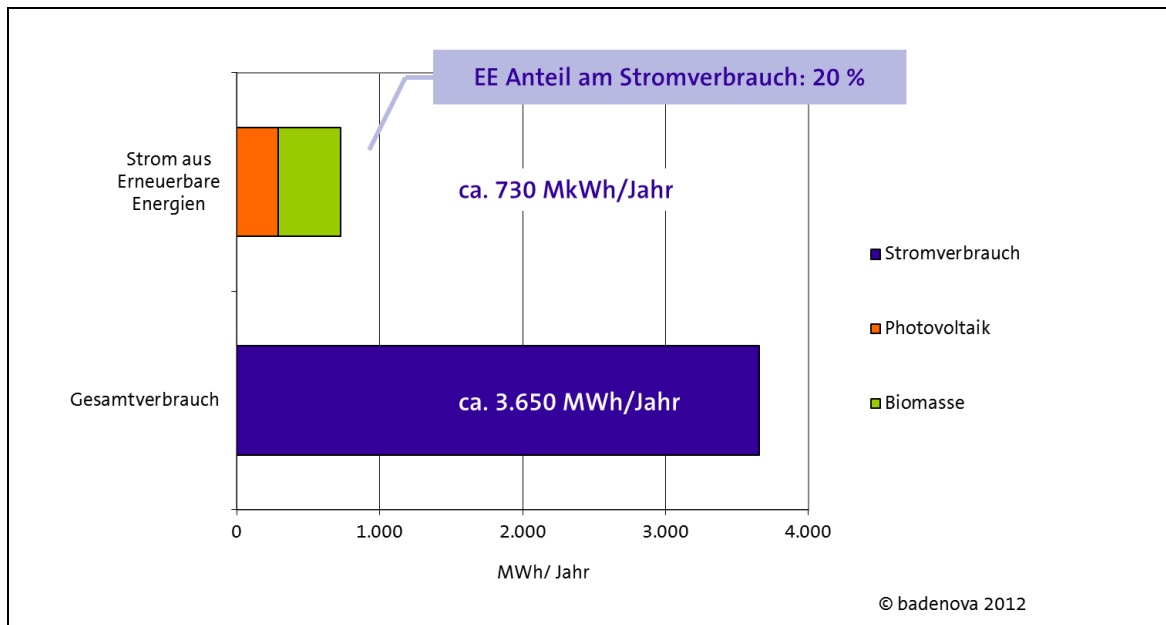


Abbildung 9 - Anteil der EE am durchschnittlichen Stromverbrauch in Au

In Abbildung 10 wurde die Zahl der jeweils zugebauten PV-Anlagen über die letzten zehn Jahre inklusive der kumulierten Leistung ausgewiesen. Der Trend zeigt eine sprunghafte Steigerung der installierten Leistung in den Jahren 2009 und 2010.

Der durch Photovoltaik-Anlagen insgesamt eingespeiste Strom steigerte sich von ca. 16.000 kWh¹⁰ im Jahr 2001 auf ca. 290.000 kWh im Jahr 2010.

¹⁰ Berechneter Wert aus der installierten Leistung, da die Einspeisemengen für das Jahr 2001 nicht veröffentlicht werden.

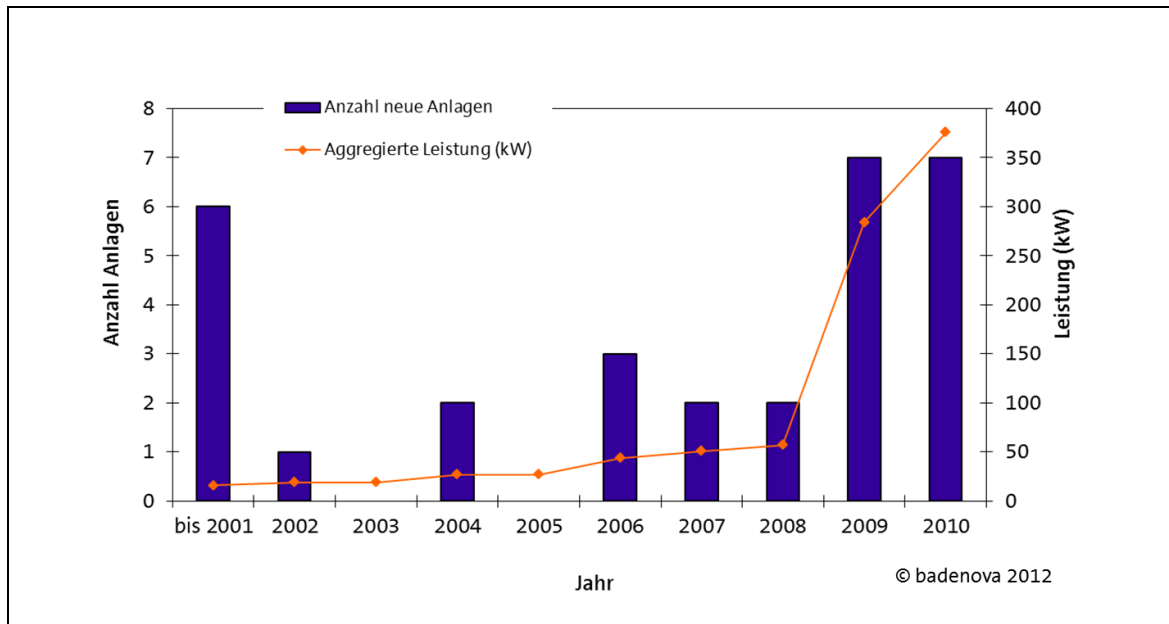


Abbildung 10 - Zubau PV-Anlagen und kumulierte Leistung

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis Erneuerbarer Energien gab es im Jahr 2011 in Au auch fünf konventionelle Erzeugungsanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Diese jeweils kleineren Blockheizkraftwerke (BHKW) mit einer Gesamtstromleistung von 27 kW erzeugten 2011 insgesamt 31.807 kWh Strom. KWK-Systeme bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig thermische Energie (Wärme) und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems ist dadurch deutlich höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung. vgl. Abbildung 11.

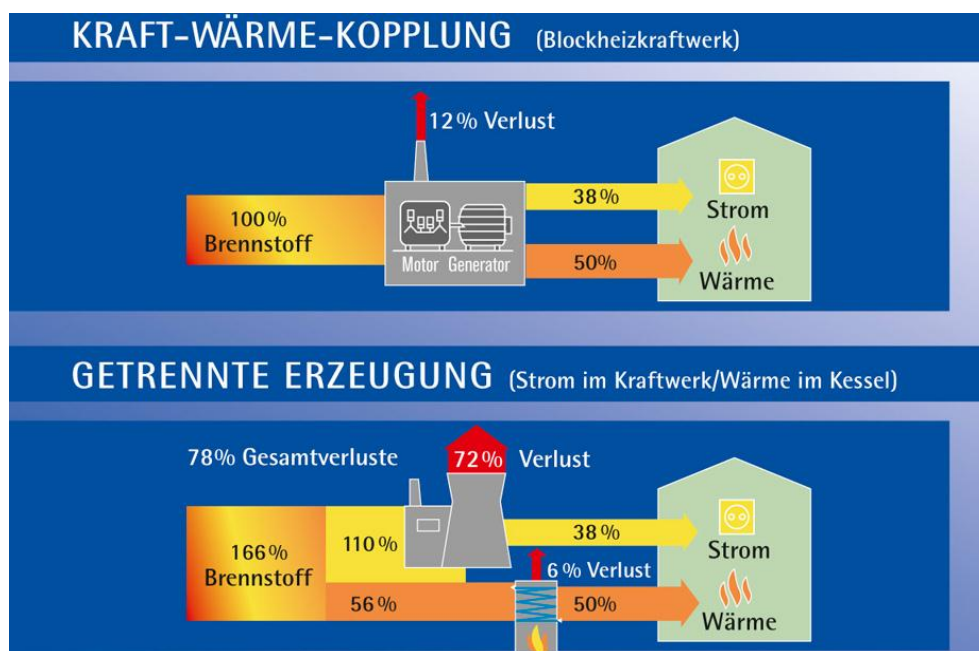


Abbildung 11 - Endenergieeinsatz bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom; Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V. (2011)

4.1.3 CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Gemeinde Au wurden Emissionsfaktoren von 0,599 kg CO₂/kWh für den deutschen Strom-Mix, 0,107 kg CO₂/kWh für Strom aus Photovoltaik-Anlagen und 0,240 kg CO₂/kWh für Strom aus Biogas-Anlagen angenommen¹¹ (vgl. hierzu Ausführungen in Kapitel 9. Methodik). Auf Basis dieser Kenndaten beträgt der jährliche CO₂-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Gemeinde knapp 1.900 t.

Ohne die Stromeinspeisung der PV- und Biogas-Anlagen in Au läge der Ausstoß um mehr als 330 t CO₂ höher. Die folgende Abbildung zeigt den Beitrag der PV- und Biogas-Anlagen zur Minderung des CO₂-Ausstoßes über die letzten Jahre.

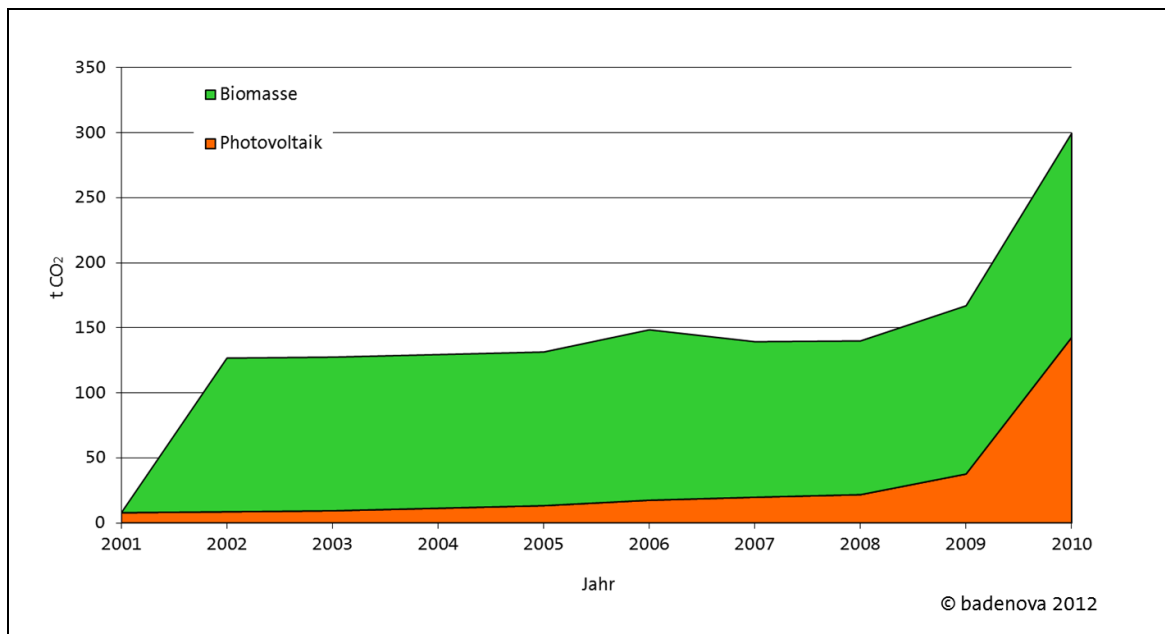


Abbildung 12 - Einsparung von CO₂-Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus PV-Anlagen und Biogas-Anlagen

4.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

4.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

Da diese Energiepotenzialstudie mit Unterstützung des örtlichen Erdgasenergienetzbetreibers, der badenova Netz GmbH, erstellt wurde, bestand Zugang zu aktuellen Gasverbrauchsdaten.

Diese Daten waren um Informationen über anderen Heizenergieträger wie Heizöl, Flüssiggas, Energieholz (z.B. Scheitholz, Holzpellets usw.), Solarthermie und Strom für Wärmepumpen zu ergänzen und wurden wie folgt erhoben:

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wird typischerweise vom Kaminfegermeister der Gemeinde eine Heizanlagenstatistik geführt, die allerdings

¹¹ Ökoinstitut (GEMIS)

keinen Rückschluss auf den Installationsort der einzelnen Feuerungsanlagen zulässt. In Au wurde die Heizanlagenstatistik vom Kaminfegermeister für diese Studie zusammengestellt.

- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Auf den durch die Gemeinde zugestellten Fragebogen haben 6 Unternehmen geantwortet.
- Der Bestand an Solarthermie-Anlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Diese Datenbank erfasst jedoch nur solarthermische Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert worden sind.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 3.2) der Gesamt-Wärmeverbrauch in Au abschätzen (vgl. Kapitel 9). Dieser beträgt mehr als 12,3 Mio. kWh pro Jahr. Betrachtet man den Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren, stellen die privaten Wohnhäuser mit 77 % am Gesamtverbrauch erwartungsgemäß den höchsten Wärmeverbrauch (vgl. Abbildung 13).

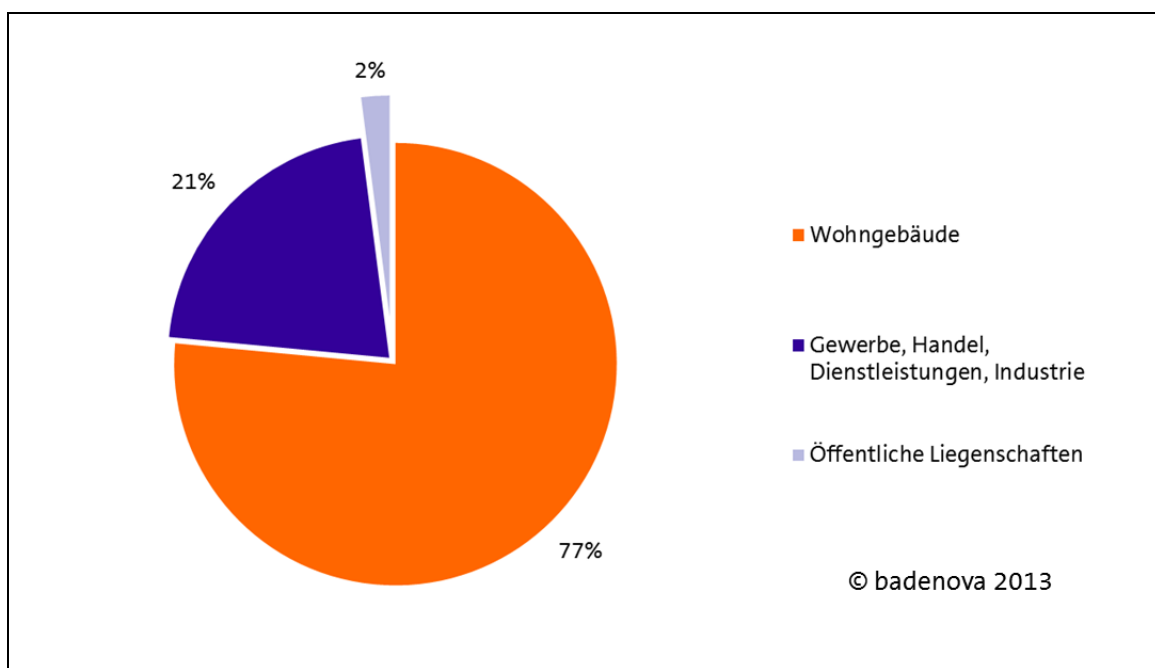


Abbildung 13 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Sektoren

4.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen werden zur Deckung des Wärmebedarfs in Au Erdgas (38 %) und Heizöl (48 %) eingesetzt. 14 % des Verbrauchs werden durch Erneuerbare Energien gedeckt (Energieholz, Solarthermie) (vgl. Abbildung 14).

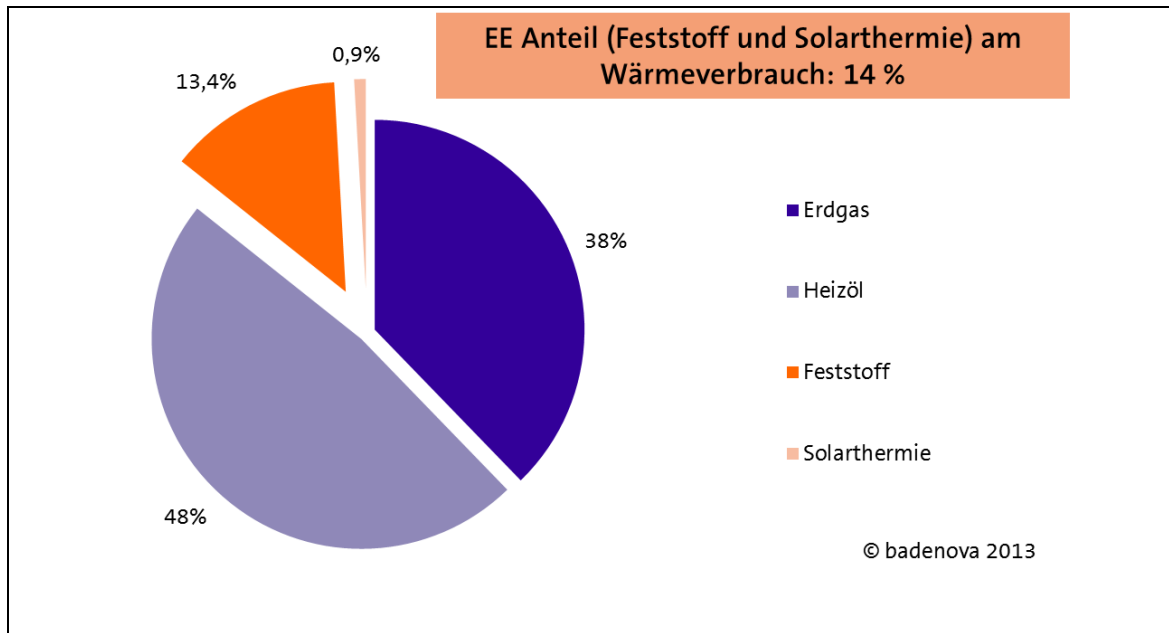


Abbildung 14 - Gesamt-Wärmeverbrauch nach Energieträger

Die folgende Abbildung 15 zeigt nochmals detailliert auf, mit welchen Energieträgern die Sektoren „Wohnhäuser“, „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie (GHDI)“ und „Öffentliche Liegenschaften“ ihre Wärme erzeugen.

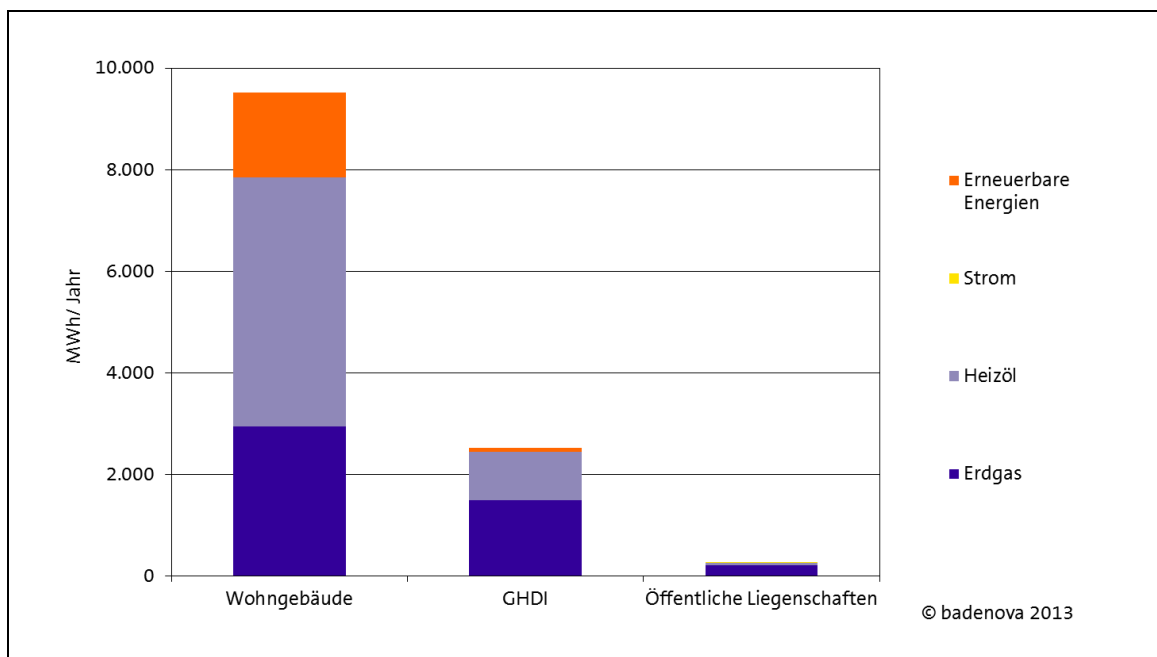


Abbildung 15 - Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträger

Im Bereich öffentliche Liegenschaften werden für das Rathaus, das Bürgerhaus sowie den Bauhof/ Feuerwehr im Jahr 2010 ca. 250.000 kWh für die Wärmeversorgung der Gebäude benötigt. Die Wärme wird zu ca. 80% aus Erdgas (Rathaus und Bürgerhaus/Kindergarten) und zu ca. 20 % aus Heizöl (Bauhof/ Feuerwehr) bereitgestellt. Zusätzlich gibt es im Rathaus eine Stromheizung, die allerdings

einen sehr geringen Verbrauch hat und nur 0,2% des Wärmeverbrauchs der öffentlichen Liegenschaften ausmacht.

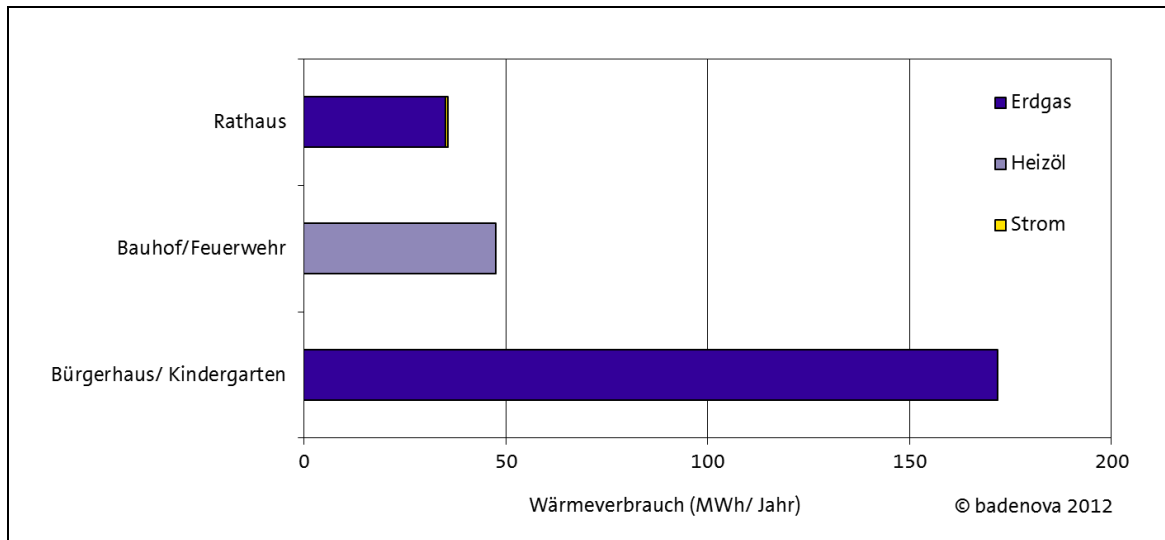


Abbildung 16- Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften

4.2.3 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten (vgl. Abschnitt 8.2) mit Lageinformationen der Gebäude der Gemeinde zusammgeführt werden. Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs (vgl. Kapitel 9).

Als Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 17 den absoluten Heizwärmebedarf auf Gebäudeebene. Man erkennt aus der Karte deutlich die Wärmeinsel mit höherem Wärmebedarf um das Bürgerhaus und eine Wärmeinsel im Norden der Gemeinde mit einigen Gewerbebetrieben.

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten sind im Anhang weitere Wärmekarten beigefügt. Wir verweisen auch auf unsere weiteren Ausführungen in Kapitel 6 „Handlungsfelder“, da die absolute Höhe des Energieverbrauchs nicht zwangsläufig Begründung für die Neuinstallation einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder eines Nahwärmenetz sein sollte.

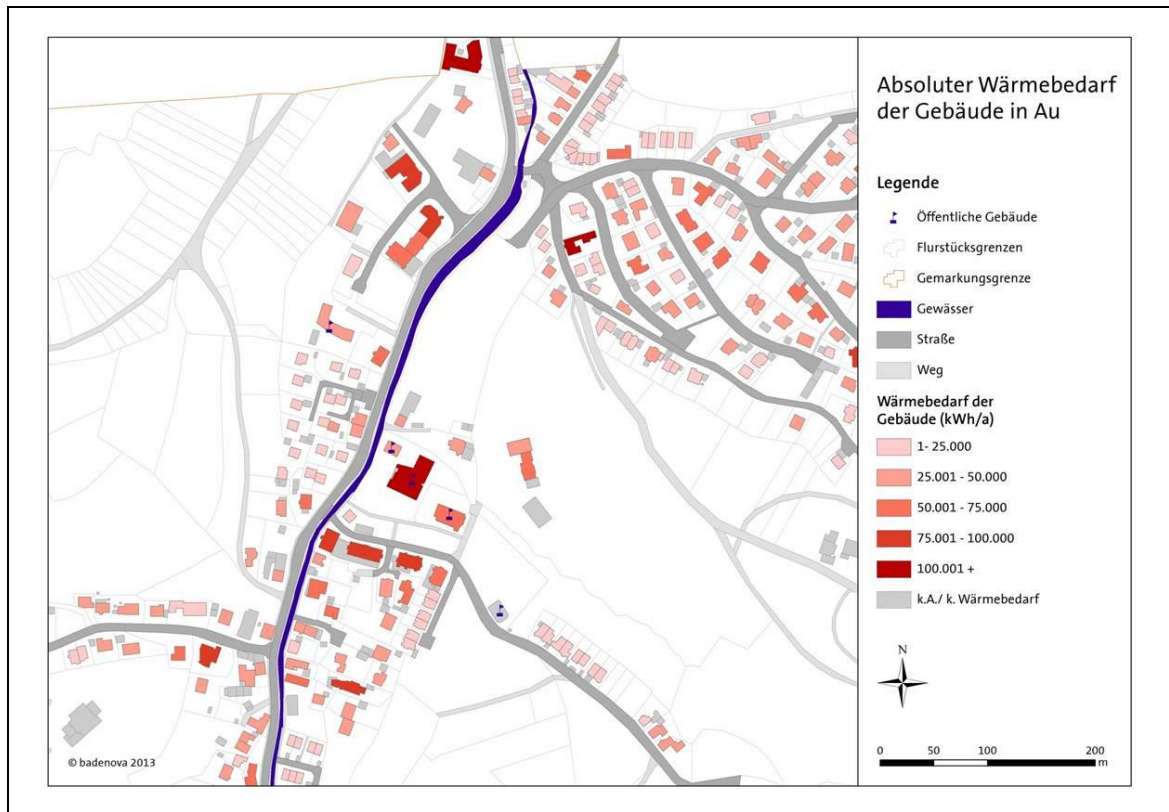


Abbildung 17 - Absoluter Heizwärmebedarf auf Gebäudeebene

4.2.4 CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Aus den Daten in Abschnitt 4.2.1 und 4.2.2 ergibt sich, dass die Deckung des Wärmeverbrauchs in Au zu CO₂-Emissionen in Höhe von etwa 3.100 t pro Jahr führt.

4.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor „Verkehr“ in erheblichem Maß in die Energie- und CO₂-Bilanz einer Gemeinde ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes Baden-Württembergs der Jahre 2007-2009, können die Jahresfahrleistung, der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen der Gemeinde Au für das Jahr 2010 ermittelt werden.

Die Daten des Statistischen Landesamtes sind mit unterschiedlicher Methode erhoben worden. 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 Au bezogene Aussage, ist damit nicht möglich. Doch zeigt auch die in Tabelle 3 vorgenommene Abschätzung, welchen großen Anteil sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO₂-Emissionen der Gemeinde der Straßenverkehr hat.

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 2010 (in km)	Kraft- rad	Pkw	Leichte Nutzfahr- zeuge	Schwere Nutzfahr- zeuge	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)					
Außerortsstraßen ¹²	104	2.593	61	77	2.836
Innerortsstraßen ¹³	144	4.119	99	119	4.482
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)					
Benzin	6	204	1	0	210
Diesel	0	131	11	57	198
Energieverbrauch nach Fahrzeugen (MWh)					
Benzin und Diesel	80	4.427	147	742	5.396
CO₂ Emissionen nach Kraftstoff (t)					
Benzin					922
Diesel					817

Tabelle 3 - Detailbilanz Verkehr 2010 von Au; Quelle: Statistisches Landesamt B-W

4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

4.4.1 Gesamt-Energie-Bilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch in Au zusammen, ergibt dies einen Gesamt-Energieverbrauch von jährlich 21,4 Mio. kWh. Die Wohngebäude tragen mit rund 55 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch gefolgt vom Sektor Verkehr mit 25 % und GHDI mit 18 %. Mit einem Anteil von 1,8 % liegen die öffentlichen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden gut im Durchschnitt. Die Anteile der Sektoren sind in Abbildung 18 dargestellt.

Bei der Aufteilung nach Energieträger ist deutlich zu erkennen, dass die fossilen Energieträger Heizöl (ca. 28 %) und Kraftstoff (Benzin und Diesel, ca. 25 %) den größten Anteil am Energieverbrauch der Gemeinde Au haben. An dritter und vier-

¹² Umfasst Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen

¹³ Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

ter Stelle bei der Energiebereitstellung stehen Erdgas (ca. 22 %) und Strom (ca. 17 %). Der Gesamt-Energiebedarf wird insgesamt zu 8,5 % durch EE gedeckt.

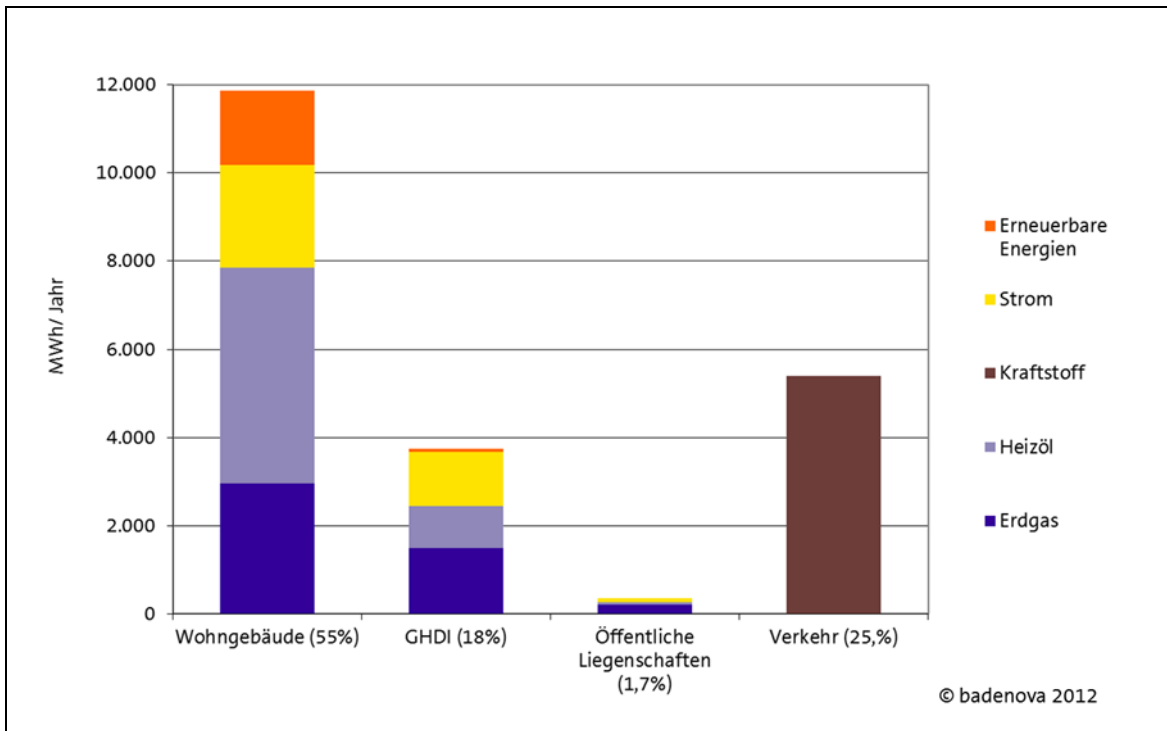


Abbildung 18 - Gesamt-Energieverbrauch nach Sektoren

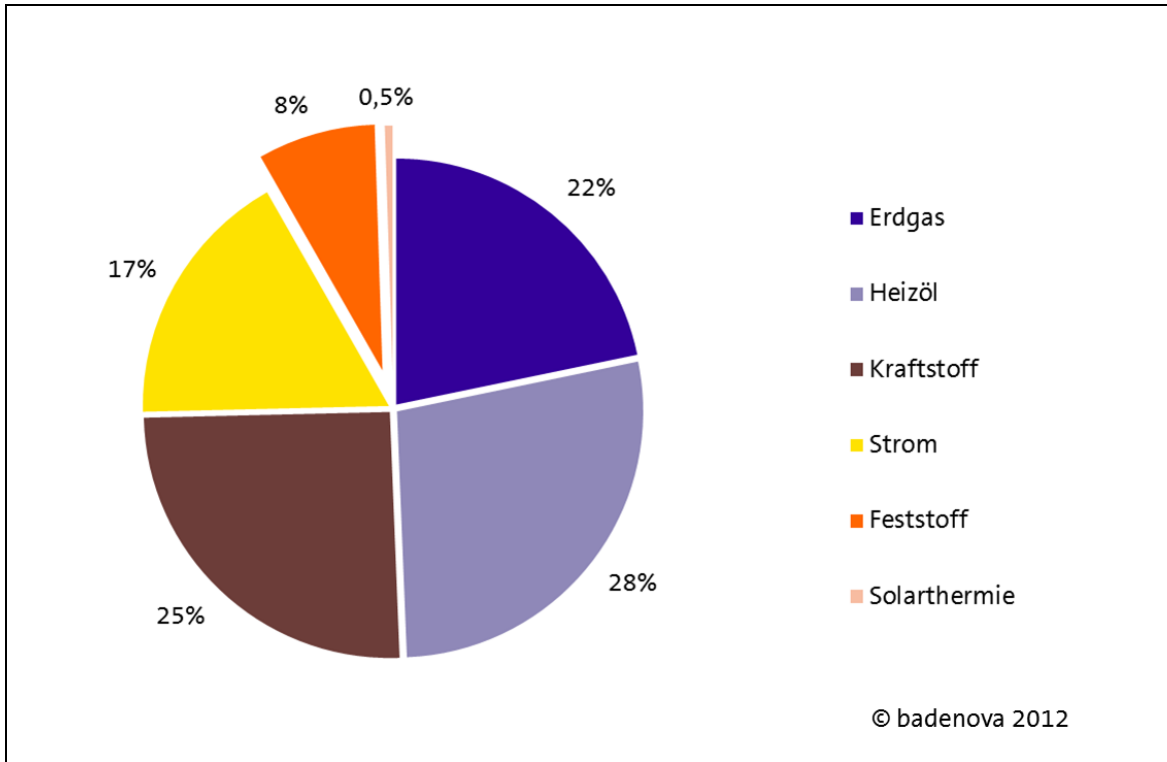


Abbildung 19 - Gesamt-Energieverbrauch nach Energieträger

4.4.2 Gesamt-CO₂-Bilanz

Insgesamt werden in Au jedes Jahr ca. 6,737 t CO₂ ausgestoßen. Der Sektor „Wohngebäude“ ist für den größten Teil dieser CO₂-Emissionen verantwortlich (53 %), vgl. Abbildung 20. Der Sektor „GHDI“ trägt mit einem Viertel zu den CO₂ Emissionen in der Gemeinde bei.

Bezogen auf die Energieträger sind Strom (ca. 31 %), Heizöl (ca. 27 %) und Kraftstoff (ca. 25 %), d.h. der Verkehr, die wesentlichen Verursacher von CO₂-Emissionen, vgl. Abbildung 21.

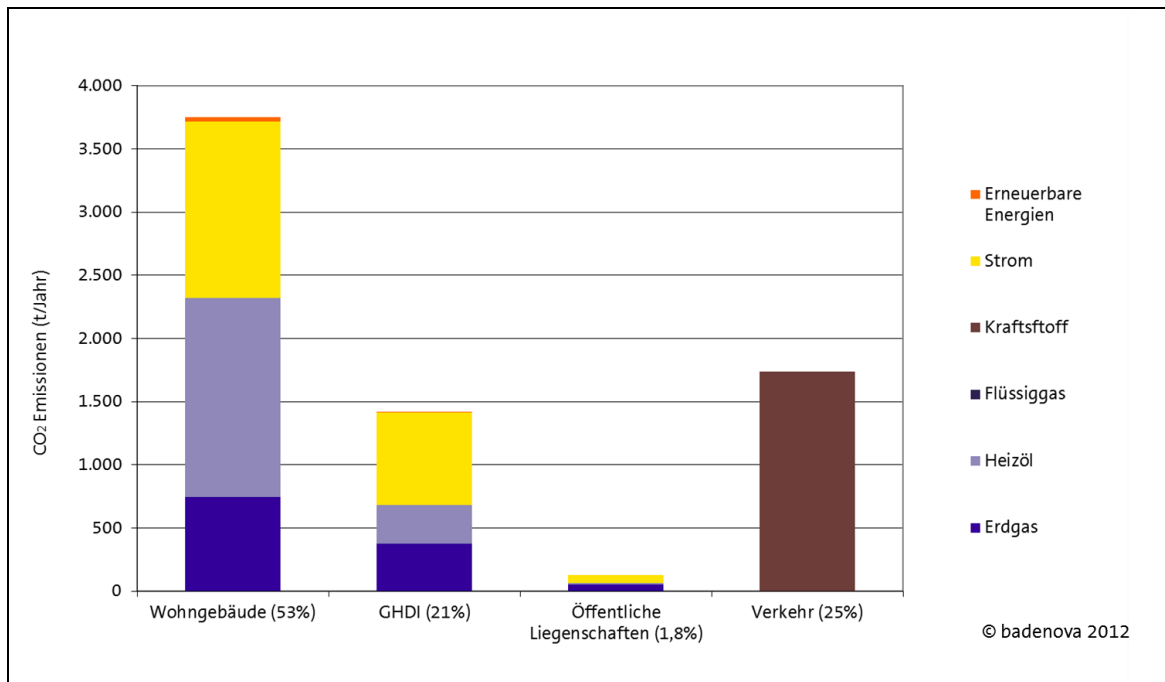


Abbildung 20 - CO₂-Emissionen nach Sektoren

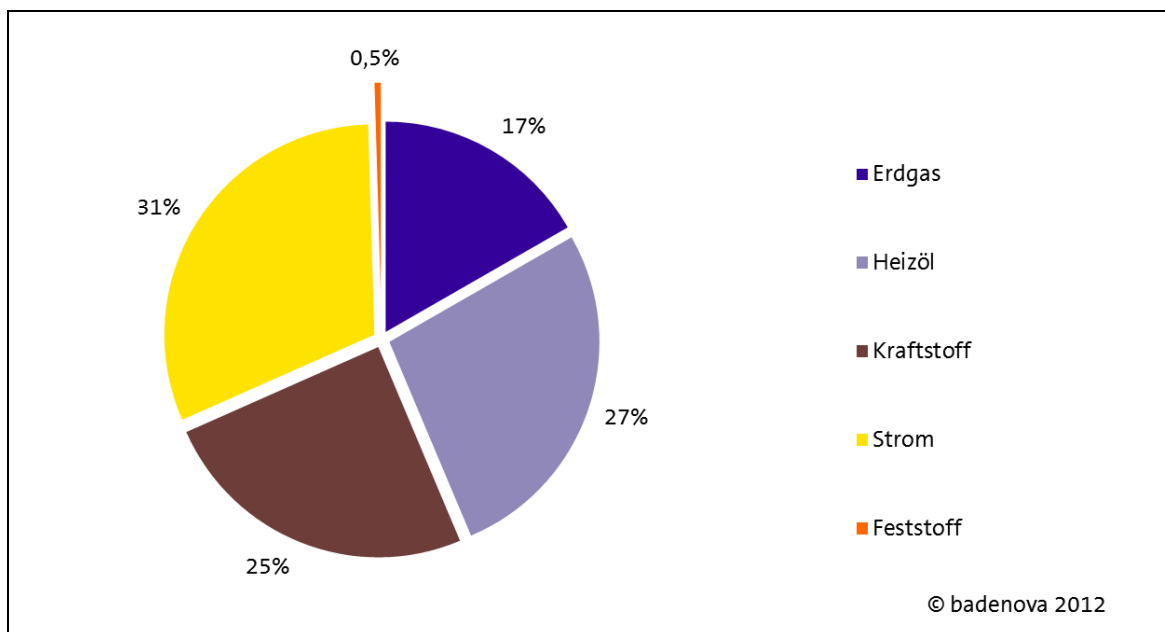


Abbildung 21 - CO₂-Emissionen nach Energieträger

Setzt man die Gesamt-Emissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder Bürger der Gemeinde Au Pro-Kopf-Emissionen von ca. 4,6 t CO₂/Jahr. Als klimaneutral gelten Pro-Kopf-Emissionen von 2,0 t CO₂/Jahr. In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2008 pro Kopf durchschnittlich 6,8 t CO₂-Emissionen verursacht. Zu beachten ist, dass hierbei Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt werden, wodurch industrieintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. Außerdem können CO₂-Emissionen je nach konjunktureller Situation stark schwanken, wie dies z.B. im Jahr 2008 der Fall war.

5. Potenziale Erneuerbarer Energien

5.1 Solarenergie

5.1.1 Hintergrund

Die Gemeinde Au liegt prinzipiell in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei ca. 1131 kWh/m² also über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m².¹⁴

Dennoch spielte die Photovoltaik mit einem Anteil von ca. 8 % an der Stromerzeugung im Jahr 2010 eine untergeordnete Rolle (vgl. Kapitel 4.1.2). Auch zu den vorhandenen und erfassten 32 Solarthermie-Anlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 321 m² gibt es in Au Ausbaupotenzial. Um dieses genauer abzuschätzen, wurde anhand von Luftbildern das theoretische Solarflächenpotenzial aller Bestandgebäude 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 Wärmeenergiepotenzials aus Solarenergie wurde angenommen, dass alle unverbauten und von der Ausrichtung geeigneten Dachflächenanteile mit Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlagen belegt werden. Dieser theoretische Wert wird sich in der Praxis sicher nicht vollständig umzusetzen lassen, er gibt jedoch einen guten Hinweis auf die Größe des Solar-Ausbaupotenzials.

5.1.2 Solarenergiepotenziale

Die Auswertung der Luftbilder der Gemeinde ergab, dass knapp 70 % der freien Dachflächen eine Ausrichtung nach Süden bzw. nach Südwest-/Südost haben, vgl.

¹⁴ DWD (2012)

Tabelle 4. Diese Dächer sind sehr gut für die Installation von solarthermischen oder Photovoltaik-Anlagen geeignet.

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m ²)	Anteil an Gesamtfläche
Süd	5.611	17 %
Südwest/Südost	17.394	52 %
Ost/ West	4.778	14 %
Flachdach	5.765	17 %

Tabelle 4 - Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik

Zum besseren Verständnis des Vorgehens, d.h. wie das Dachflächenpotenzial aus den Luftbildern ermittelt wurde, ist in der folgenden Abbildung ein Ausschnitt aus dem für Au erstellten Solarkataster dargestellt. Die Eignung der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben der Dachflächen erkennen (abhängig von deren Ausrichtung und Dachneigung).



Abbildung 22 - Auszug des Solarkatasters von Au

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. Im zweiten Szenario wird davon ausge-

gangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs kann in der Regel durch Solarthermie-Anlagen erzeugt werden¹⁵. Beide Szenarien sind in Abbildung 23 dargestellt.

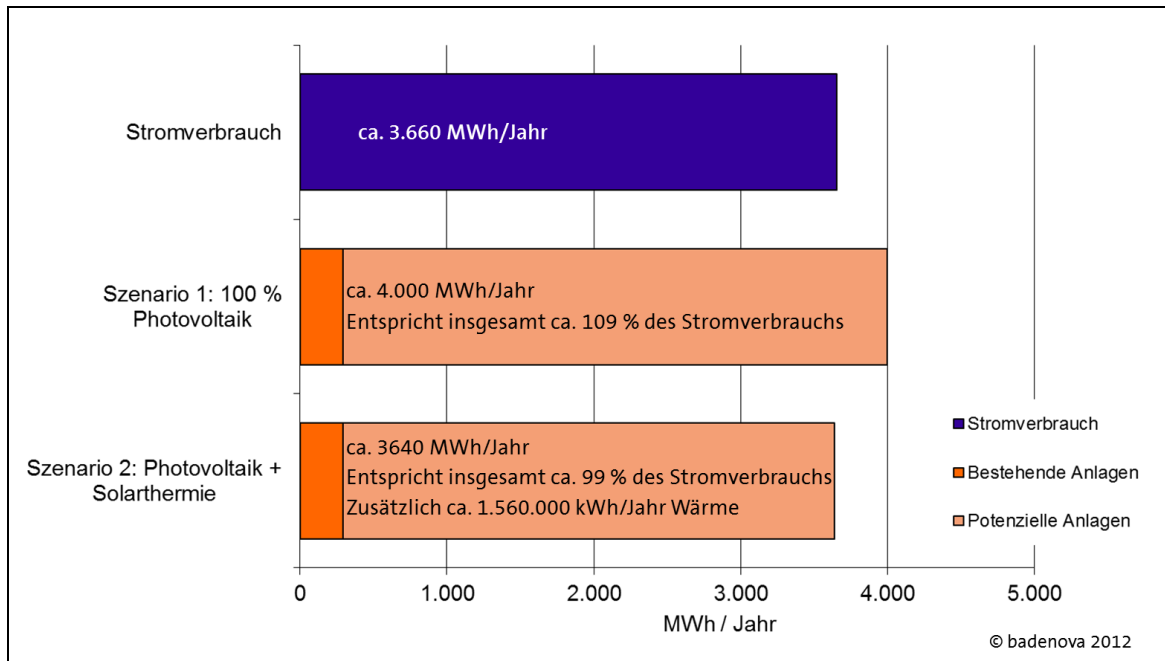


Abbildung 23 - Solarpotenziale der Gemeinde Au

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. 109 % des Stromverbrauchs bzw. rund 4 Mio. kWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung könnten bei Verzicht von 10 % des Solarstrompotenzials ca. 1,56 Mio. kWh zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich somit auf 3,6 Mio. kWh/Jahr und entspricht dadurch 99 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung liegt. Ein weiterer Zubau von Photovoltaikmodulen und die Erzeugung von Solarstrom kann die CO₂-Bilanz der Gemeinde verbessern. Die Ausschöpfung des Potenzials wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage (Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß EEG) und von der Investitionsbereit-

¹⁵ Solarthermieanlagen 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)

schaft der Gebäudeeigner abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

5.2 Energie aus Biomasse

5.2.1 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 bezogen auf die gesamte regenerative Energieerzeugung einen Anteil von 92 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 32 % an der Stromerzeugung.

Allerdings ist die Datengrundlage für das Biomassepotenzial und die Biomassenutzung nicht besonders detailliert, u.a. weil es viele alternative Nutzungen der Biomasse in anderen Verwendungspfaden (Nahrung, Viehzucht, Möbel- und Automobilindustrie, etc.) gibt. Weiterhin ist die Frage, in welchem Maß Biomasse genutzt werden kann, ohne die Biodiversität zu verringern oder die Böden bzw. den Wald zu übernutzen, noch nicht vollständig geklärt.

Vor diesem Hintergrund wurde auf grundlegende Daten des Statistischen Landesamtes zurückgegriffen. Informationen von der Gemeinde, aus Gesprächen mit dem zuständigen Förster sowie (Haupterwerbs-)Landwirten auf der Gemarkung konkretisierten die Landesdaten. Daten zu bestehenden Anlagen, die auf dem Gemeindegebiet oder in umliegenden Gemeinden Biomasse (insbesondere zur Biogaserzeugung) nutzen, stammen vom Übertragungsnetzbetreiber, aus Interviews und eigener Kenntnisse der Anlagen.

5.2.2 Substratpotenziale zur Biogaserzeugung

Die Erhebung lokaler Biogassubstratpotenziale soll Aufschluss darüber geben, inwiefern der Betrieb einer Biogasanlage zur Erhöhung des regenerativen Wärme- und Stromanteils beitragen könnte.

Die Potenzialerhebung orientiert sich an mehreren Faktoren: Der vorhandenen Flächenpotenziale (Pflanzensubstrat) und Tierbesatzzahlen (Güllesubstrat) und die Interessenslage und Betriebsstrukturen der örtlichen landwirtschaftlichen Vollerwerbsbetriebe.

Insgesamt neun Haupterwerbs- und drei Nebenerwerbsbetriebe sind aktuell in der Gemeinde Au angesiedelt. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 446 ha (davon 55 ha Ackerland), der Tierbestand 898 Großvieheinheiten. Bisher gibt es in Au eine Biogasanlage. Andreas und Maria Sauter vom Unteren Hauerhof betreiben seit 2003 eine Biogasanlage mit einer Leistung von 61 kW. Als Substrat dient zum einen die eigene Gülle als auch Speisereste, die von der Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg zur Verfügung gestellt werden. Bisher wird die anfallende Wärme nur zum Eigenbedarf verwendet. Hier besteht noch Potenzial zur weiteren Verwendung über Fernwärmesysteme.

Außerdem stellt sich die Frage, ob aufgrund des bestehenden Potenzials von ca. 430 Milchkühen verteilt auf fünf Betriebe (und drei Betrieben mit Schweinehal-

tung) nicht eine Vergrößerung der bestehenden Biogasanlage vorteilhaft wäre. In Gesprächen zwischen dem Betreiber und der badenova wurde deutlich, dass die Vergrößerung der Kapazitäten für den Betreiber momentan ausgeschlossen ist und somit zunächst nicht weiter verfolgt wird.

5.2.3 Lokale Energieholzpotenziale

Die Quantifizierung der kommunalen Energieholzpotenziale konnte einerseits durch konkrete Holzeinschlagsdaten, andererseits auf Basis von Erfahrungsberichten der zuständigen Forstverwaltung durchgeführt werden. Die folgende Abbildung 24 gibt zunächst einen Überblick über die lokale Waldbesitzverteilung. Die Gesamtwaldfläche beträgt 112 ha, hiervon entfallen 92 ha (82%) auf gemeindeeigene sowie 20 ha (18%) auf Staatswaldflächen.

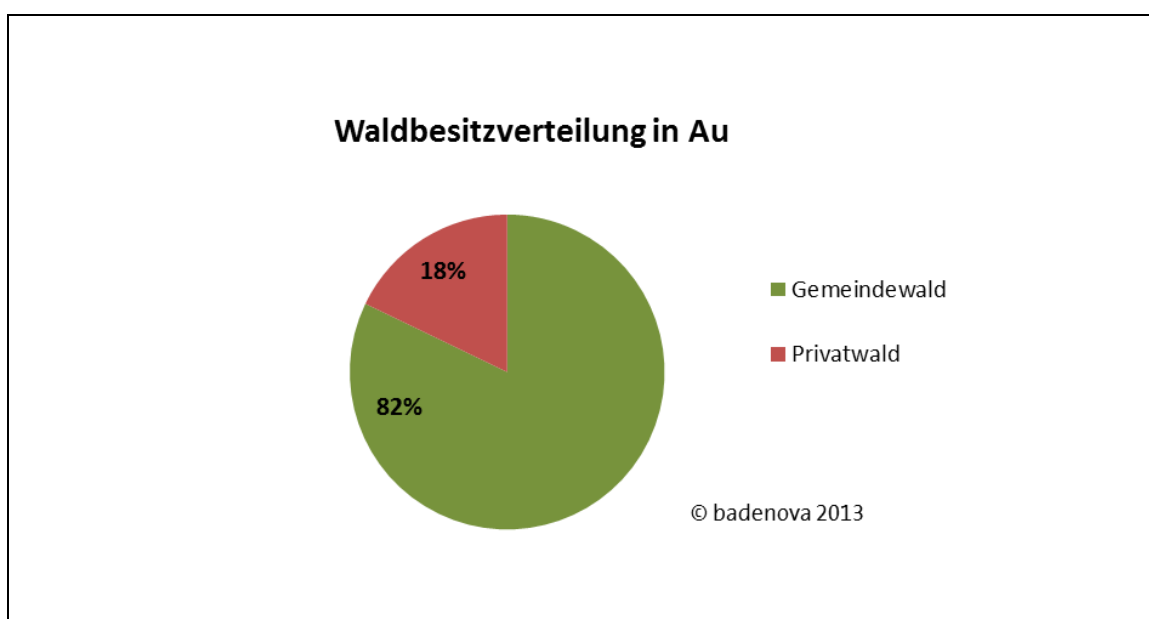


Abbildung 24 - Darstellung der Waldbesitzverteilung auf der Gemarkung Au

Der jährliche Gesamtholzeinschlag auf der Gemeindefläche beträgt ca. 850 Festmeter (fm). Für das Potenzial an Energieholz sind Brennholzmengen, die noch nicht in andere Energie- und Produktionsströme eingebunden sind besonders wichtig.

Nach Aussage des Revierförsters beträgt die jährliche Holzmenge, die unter das Sortiment „Brennholz“ fällt, aktuell ca. 200 fm. Dies entspricht einem Wärmeäquivalent von ca. 375.000 kWh. Die lokale Forstbetriebsgemeinschaft organisiert Bereitstellung und Logistik innerhalb des Bezirks.

Etwa 60 fm dieser Holzmenge werden als Brennstoff in die Heizzentrale des Quartiers Vauban geliefert. Die restlichen Brennholzmengen werden als Brennholzlose an lokale Selbstverwerter zur energetischen Verwendung verkauft. Im Hinblick auf frei verfügbare Holzressourcen zur energetischen Verwertung sieht der Revierförster in diesem Bereich aktuell kein frei verfügbares Potenzial.

Die zentrale Frage im Zuge der Energiepotenzialstudie stellt sich allerdings nach dem tatsächlich frei verfügbaren Energieholzpotenzial.

Die örtliche Grünschnittannahmestelle des Bauhofs hat ein jährliches Aufkommen von holzartiger Biomasse von 80 fm, dies entspricht einer Hackschnitzelmenge von ca. 200 Schüttraummeter bzw. umgerechnet einem Wärmeäquivalent von ca. 150.000 kWh.

Als Fazit ist festzuhalten, dass durch die private Nutzung von Brennholz und der Belieferung der Hackschnitzelanlage über die Forstbetriebsgemeinschaft das kommunale Waldrestholzpotenzial bereits heute weitgehend ausgeschöpft wird. Ein tatsächlich freies Potenzial, das wirtschaftlich und energetisch sinnvoll genutzt werden könnte, ist das Biomasseaufkommen der Grünschnittannahmestelle. Allerdings muss eine konsequente Sortierung und Fraktionierung der holzartigen Teile vorgenommen werden.

5.3 Windkraft

5.3.1 Standortpotenziale

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 durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten von mehr als 6,00 m/s auf 100 m Höhe.

Gemäß Windatlas verfügt Au auf seiner Gemarkung über einen windhöffigen Standort am Illenberg. Der Standort liegt im Osten der Gemeinde und verfügt laut Windatlas über 6-6,5m/s auf 100m (vgl. Abbildung 25).

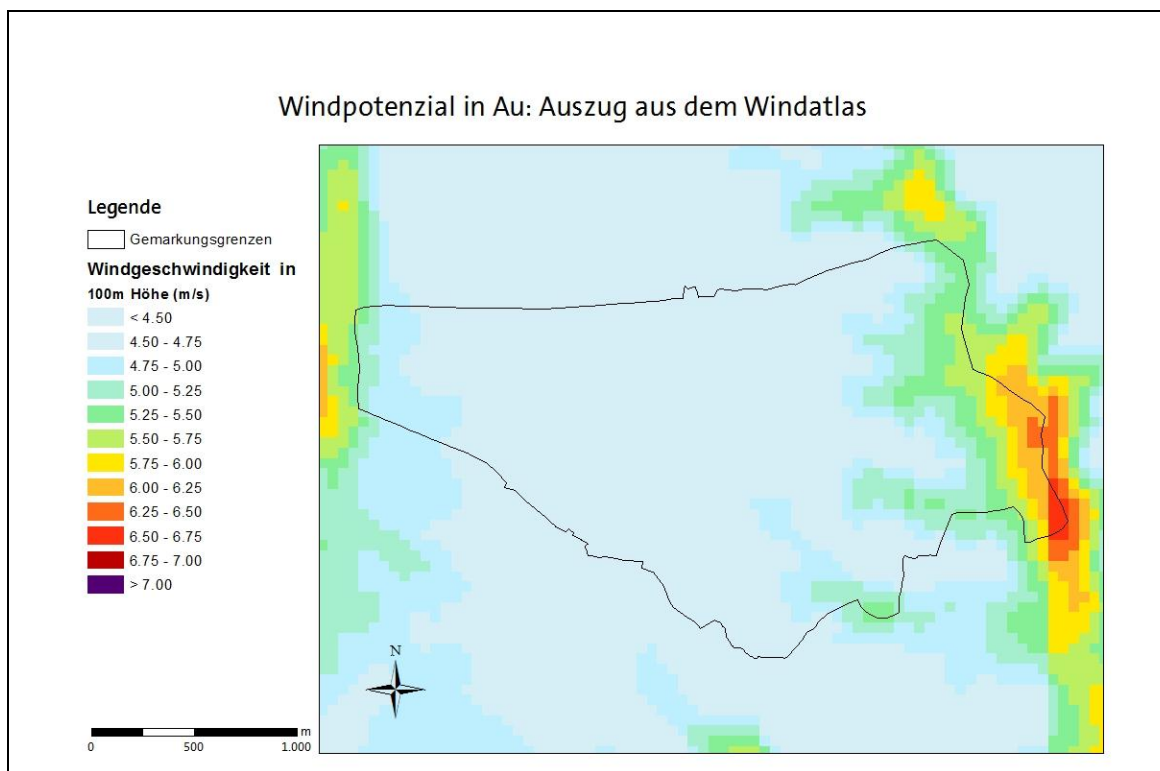


Abbildung 25 - Potenzielle Windstandorte auf der Gemarkung Au; Quelle: Windatlas BW 2011

Diese Standorte unterliegen aktuell im Rahmen der Fortschreibung des Flächennutzungsplans und der damit verbundenen Ausweisung von Vorranggebieten einer umfassenden Prüfung. Dabei werden insbesondere auch ökologische Gesichtspunkte berücksichtigt. Den detaillierten Ergebnissen soll in dieser Studie nicht vorgegriffen werden, so dass an dieser Stelle nur eine kurze Übersicht gegeben wird.

5.3.2 Windkraftpotenzial Au

Zwar gibt es ein gutes technisches Potenzial am Standort Illenberg. Jedoch gilt es, natürlich die entsprechende Schutzgebietskulisse und Wohnbebauung zu berücksichtigen, vgl. Abbildung 26 – Auszug der Schutzgebietskulisse der Gemeinde Au (nach LUBW 2012). In diesem Fall handelt es sich um einzelne Gebäude bzw. Höfe. Der Mindestabstand liegt hier üblicherweise bei 400m, bei Wohngebieten sogar bei rund 700m.

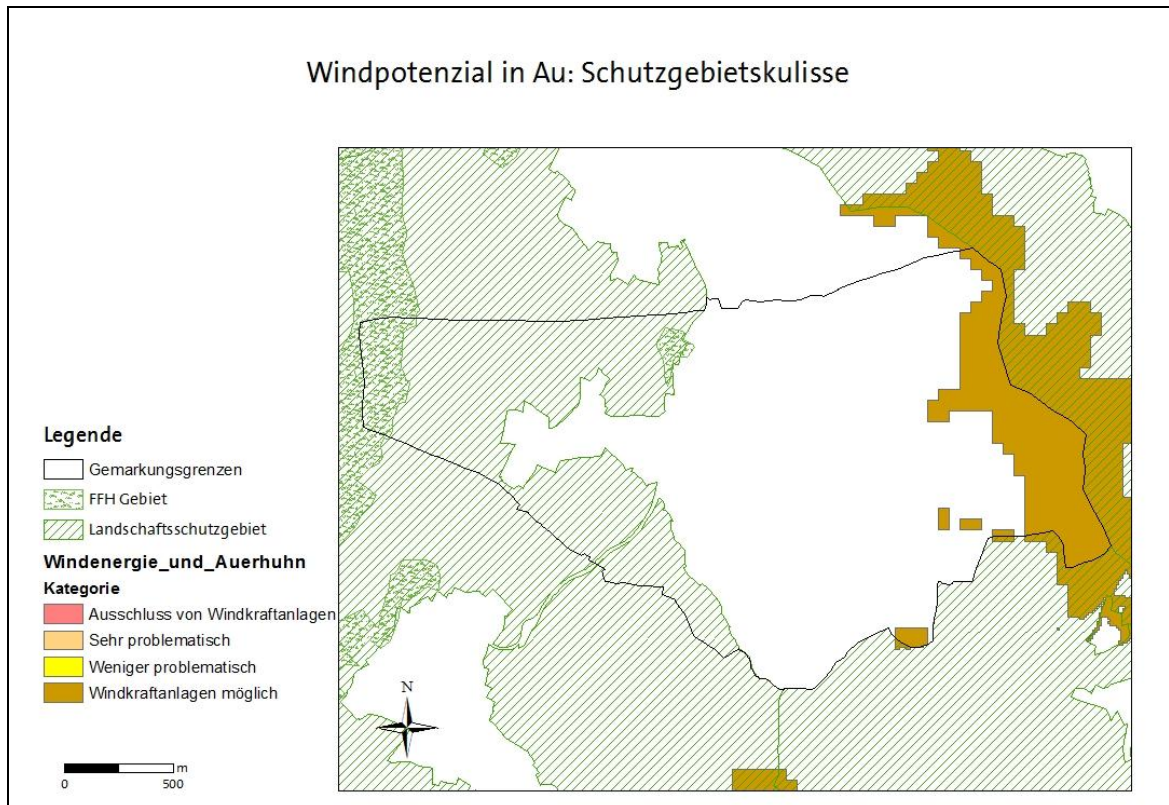


Abbildung 26 – Auszug der Schutzgebietskulisse der Gemeinde Au (nach LUBW 2012)

Entscheidendes Erfolgskriterium bei der nachhaltigen Entwicklung von Windkraftprojekten ist in der Regel die Zusammenarbeit mit benachbarten Gemeinden, wie sie sich insbesondere bei Standorten nahe der Gemarkungsgrenze anbietet. Entsprechende Bestrebungen gibt es bereits im Rahmen der Fortschreibung des Flächennutzungsplans mit der Verwaltungsgemeinschaft der angrenzenden Gemeinden.

Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wird zunächst von einem Windpotenzial von einer Anlage mit 2,5MW und einem Jahresertrag von 6 Mio. kWh ausgegangen.

Setzt man das Windpotenzial in Relation zu dem Gesamtstromverbrauch der Gemeinde, wird schnell klar, welche tragende Rolle die Windkraft für Au auf dem Weg hin zu einer 100%-Deckung des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien übernehmen könnte. Eine Anlage allein könnte den Stromverbrauch der Gemeinde zu 165 % decken, vgl. Abbildung 27.

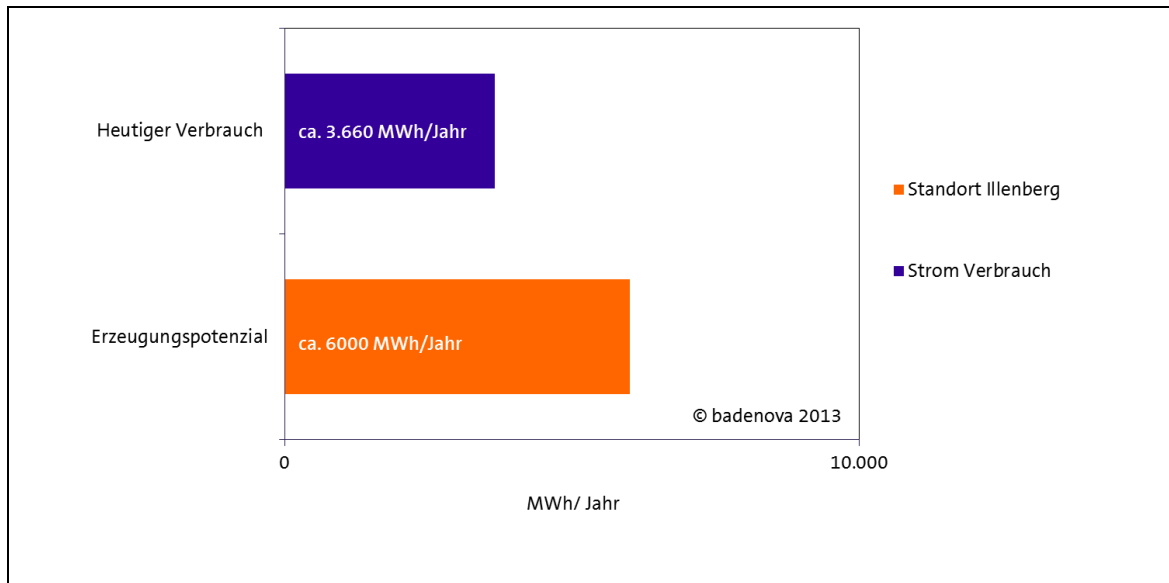


Abbildung 27 - Gesamt-Stromverbrauch in Relation zum Ausbaupotenzial der Windkraft

5.3.3 Exkurs: Kommunale Wertschöpfung durch Windkraftanlagen

Ein wichtiger Faktor in der Diskussion um neue Windkraftstandorte ist die kommunale Wertschöpfung, die Gemeinden durch den Bau und Betrieb entsprechender Anlagen erwirtschaften können. Abhängig vom Sitz der Betreibergesellschaft kann die Gemeinde vor allem durch Steuern, Pachten und Beschäftigungseffekte spürbare Einnahmen erwarten.

Abbildung 28 zeigt eine mögliche Verteilung der Wertschöpfung bei einer Windkraftanlage über den Zeitraum von 20 Jahren, wie sie vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Berlin ermittelt wurde. Hochgerechnet auf ganz Deutschland ermittelte das IÖW für das Jahr 2011 eine kommunale Wertschöpfung allein aus Windkraft von über 2,2 Mrd. Euro.

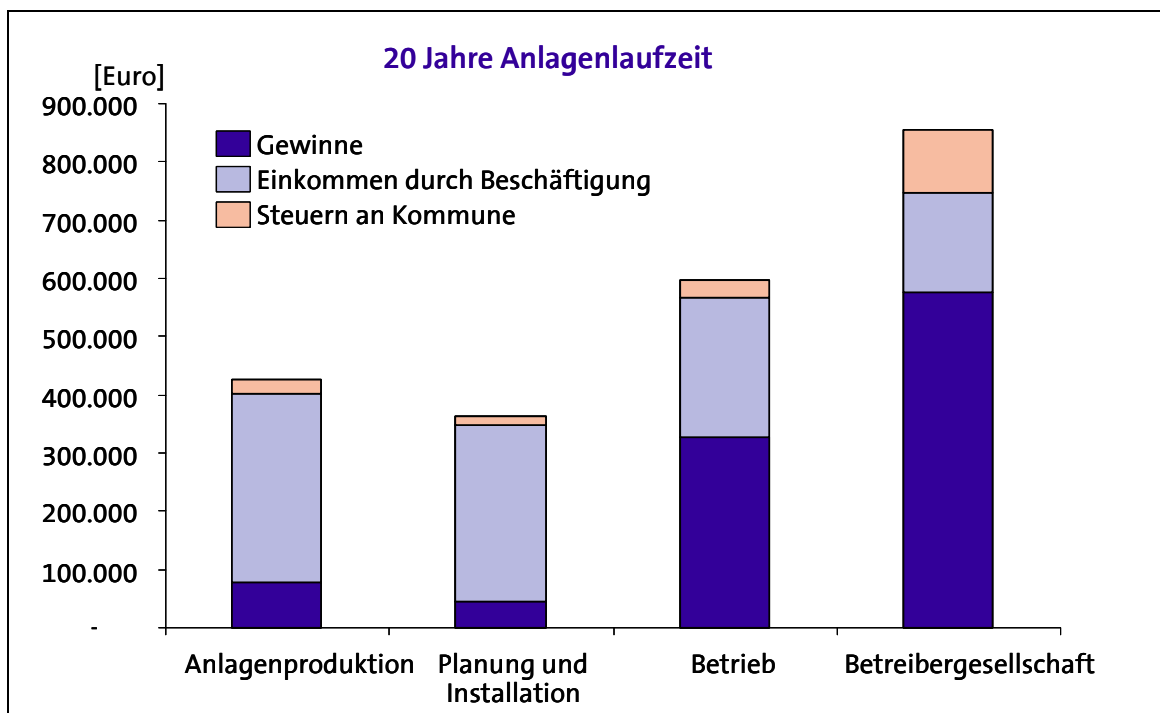


Abbildung 28 - Wertschöpfung einer Windkraftanlage über 20 Jahre; Quelle: IÖW (2012)

So vorsichtig diese Aussagen zur kommunalen Wertschöpfung zu bewerten sind, so offensichtlich ist doch, dass nicht nur Windanlagen, sondern praktisch alle Erneuerbaren Energien und Energieeinsparungen eine verstärkte Wertschöpfung vor Ort ermöglichen. Selbst in China gefertigte PV-Module müssen von deutschen Handwerkern aus der Region auf das Dach montiert werden, die Dämmung eines Hauses ist nur in der Gemeinde möglich, in der das Haus steht.

Abbildung 28 zeigt aber auch, dass speziell bei Windkraft mit kommunaler Beteiligung an einer Betreiber-gesellschaft enorm große Wertschöpfungseffekte möglich sind. Betrieb und Wartung werden zwar häufig durch außerkommunales Fachpersonal des Anlagenherstellers durchgeführt werden müssen, die Finanzierung eines Windprojektes ist jedoch mit regionalen Kräften möglich – sei dies in einem Bürgerbeteiligungsmodell oder unter Einschaltung eines Windanlagenbetreibers in kommunaler Hand.

5.4 Wasserkraft

Die Ermittlung von bestehenden, über das „Erneuerbare Energie Gesetz“ (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 sowie der Auswertung von geographischen Daten. Eine detaillierte Aussage zu Wasserkraft-Ausbaupotenzialen kann jedoch nur über die Vor-Ort-Prüfung eines Standorts gemacht werden.

Au verfügt über keine nennenswerten und wirtschaftlich nutzbaren Potenziale für Wasserkraft auf seiner Gemarkung. Auch eine mögliche Nutzung von

Kleinstwasserkraft in den Hochbehältern ist aufgrund der geringen Wassermengen nach aktuellem Stand der Technik nicht wirtschaftlich darstellbar.

5.5 Geothermie

5.5.1 Hintergrund

Zur Nutzung geothermaler Wärme aus dem Untergrund gibt es einige unterschiedliche Verfahren (vgl. Abbildung 29). Diese Verfahren unterscheiden sich darin,

- welcher unterirdische Wärmeträger genutzt werden kann: Bei hydrothermalen Systemen wird das im Untergrund vorhandene Wärmepotenzial bestehender Wasseraquifere genutzt, bei petrothermalen Systemen die im Gestein gespeicherte Wärmeenergie.
- aus welcher Tiefe die Wärme gefördert wird: Tiefengeothermie erschließt die Wärme aus bis zu 5.000 m Tiefe, bei der oberflächennahen Nutzung werden je nach System Bohrungen bis maximal 300 m Tiefe durchgeführt.

Die oberflächennahe Erdwärme reicht in unseren Breiten, in denen kein aktiver Vulkanismus anzutreffen ist, lediglich für die Raumbeheizung, z. B. mit Hilfe einer Wärmepumpe. Diese Art der geothermischen Nutzung kommt verhältnismäßig häufig vor, weil die Bohrungen einfach durchzuführen und kostengünstiger sind. Bislang werden die hierfür notwendigen Grabungen und Bohrungen bis zu einer Tiefe von 300 m nicht strukturiert in einer öffentlich zugänglichen Datenbank erfasst, so dass die Erhebung bestehender Bohrungen nur durch Vor-Ort-Befragungen möglich ist.

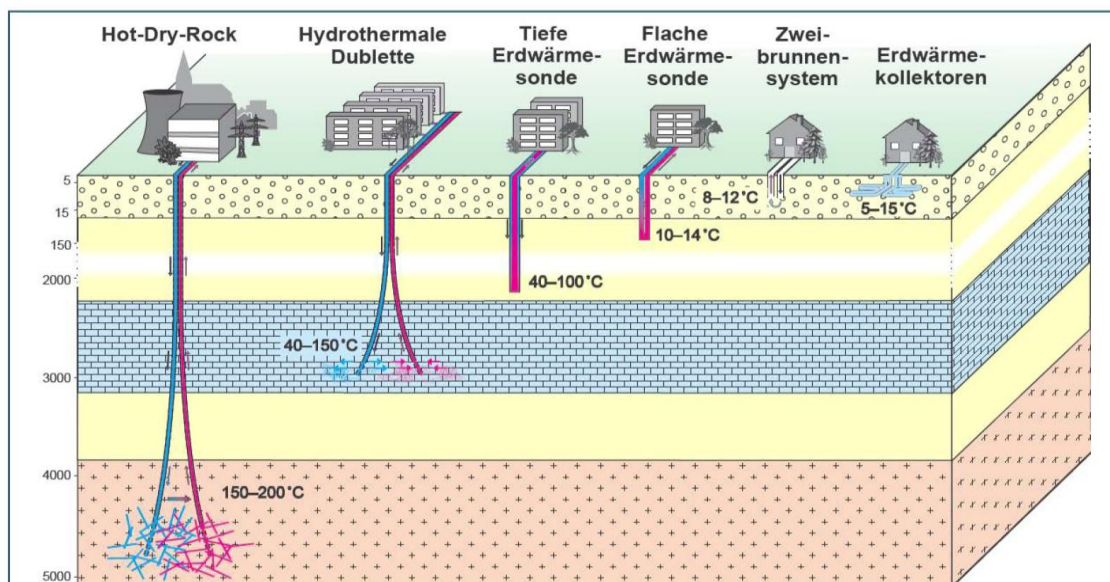


Abbildung 29 - Übersicht über verschiedene Typen der Geothermienutzung. Quelle: Bayrisches Landesamt für Umwelt 2010

Tiefengeothermische Vorhaben dringen so weit in den Untergrund vor, dass die dort vorkommenden relativ hohen Temperaturen sogar für die Erzeugung von Strom genutzt werden können (dazu ist eine Temperatur von mindestens 130 °C notwendig). Allerdings ist aufgrund der geologischen Situation (Verwerfungen, Brüche, dünne Erdkruste, etc.) nur in wenigen Gebieten Deutschlands mit für die Stromerzeugung ausreichenden Temperaturen zu rechnen. Die Bohrungen müssen meist sehr tief sein und bedeuten auch in „guten“ Geothermiegebieten wie dem Oberrheingraben einen erheblichen finanziellen Aufwand und werden daher bisher nicht häufig umgesetzt.

In Baden-Württemberg gibt es aktuell nur ein laufendes Geothermieprojekt auf Basis eines tiefen petrothermalen Systems, in Bad Urach auf der Schwäbischen Alb. Bohrungen in Brühl haben gerade begonnen, in Neuried soll in den kommenden Jahren die erste tiefengeothermische Bohrung durchgeführt werden.

In den letzten Jahren musste die Geothermie allerdings einige Rückschläge hinnehmen. Das tiefengeothermische Vorhaben in Basel wurde auf Grund eines Erdbeben- bzw. Lärmereignisses gestoppt, die tiefengeothermische Nutzung in Landau in der Pfalz ist in Frage gestellt, da u.a. auf Grund von Auflagen zur Vermeidung weiterer Mikroerdbeben die Leistung der Anlage gedrosselt werden musste.

Dennoch zeigen durchaus erfolgreiche tiefengeothermische Vorhaben in Bayern sowie die weite Verbreitung der oberflächennahe Geothermie, dass in dieser Erneuerbaren Energie großes Potenzial liegt.

5.5.2 Tiefengeothermie

Die Nutzung der Tiefengeothermie wäre in der Gemeinde Au zwar technisch möglich, sollte aber aus verschiedenen Gründen nicht prioritär verfolgt werden. Anzuführen sind dabei:

- Es sind weder funktionierende Anlagen noch ausreichende Erfahrungen in der Region vorhanden.
- Die Wirtschaftlichkeit ist aufgrund des hohen Aufwandes und finanziellen Risikos der Anlagen auf Grundlage bestehender Erfahrungen nicht gegeben.
- Die Risikosituation bzgl. auftretender Folgen von Tiefenbohrungen ist unklar.

Vor diesem Hintergrund wurde die energetische Nutzung der Tiefengeothermie in der Gemeinde Au zum aktuellen Zeitpunkt nicht als mögliches Potenzial bewertet. Zunächst gibt es deutlich wirtschaftlichere und einfacher zu erschließende Energiepotenziale, die in Betracht gezogen werden sollten.

5.5.3 Oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen

Oberflächennahe Geothermie wird im Gegensatz zur Tiefengeothermie ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten vorhandene Wärme mittels einer sogenannten „Wärmepumpe“ auf ein Temperaturniveau gehoben, welches beispielsweise das Heizen eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erlaubt. Anders als bei der Tiefengeothermie ist dabei keine Bohrung von mehreren hundert Meter

notwendig, je nach technischem Prinzip kann sogar vollkommen auf eine Bohrung verzichtet werden.

Des Weiteren bieten Wärmepumpen die Möglichkeit, gänzlich auf Bohrungen bzw. Grabungen zu verzichten, indem andere Wärmequellen wie bspw. Umgebungsluft, Abluft von Gebäuden, fließende Gewässer und Prozesswärme als Wärmequelle für Wärmepumpe genutzt werden. Für den wirtschaftlichen und ökologisch sinnvollen Betrieb einer Wärmepumpe ist allerdings darauf zu achten, dass der Temperaturunterschied zwischen der aus der Umgebung gezogenen Wärme und der gewünschten Raumtemperatur möglichst gering ist, weshalb Wärmepumpen für die häusliche Nutzung meist nur in Verbindung mit einer Niedrigtemperaturheizung wie beispielsweise einer Fußbodenheizung Sinn machen. Prinzipiell können sowohl Neubauten, als auch Bestandsgebäude über solche Systeme mit Wärme versorgt werden.

Durch die Umstellung der Wärmeversorgung von fossilen Energieträgern auf die vermehrte Nutzung von Wärmequellen aus dem oberflächennahen Erdreich und anderen in der Umgebung vorhandenen Wärmequellen mittels Wärmepumpen kann den CO₂-Austoß der Gemeinde Au langfristig gesenkt werden.

5.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Au

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- Signifikante technische Potenziale zur Nutzung Erneuerbarer Energien gibt es in Au bei der Solarenergie und bei der Windkraft;
- Das vorhandene lokale Potenzial für Energieholz wird bereits zum größten Teil genutzt;
- Durch die Gülle der rund 430 Milchkühe und aus der Schweinhaltung ergibt sich ein gutes Ausbaupotenzial für die Biogaskapazitäten der Gemeinde;
- Au verfügt nach heutigem technischen Stand nicht über wirtschaftlich nutzbare Potenziale bei der Wasserkraft und Tiefengeothermie.

Wie Abbildung 30 zeigt, könnte durch die zusätzliche Nutzung der technischen Windkraft - und Photovoltaik-Potenziale der gesamte Stromverbrauch in Au zu 270 % durch lokale Erneuerbare Energien gedeckt werden (bei Windkraft siehe Einschränkungen in Kapitel 5.3), d.h. Au könnte dadurch nicht nur 100 % erneuerbar beim Stromverbrauch werden, sondern bilanziell sogar zum Exporteur von Strom werden. Im Vergleich dazu beträgt der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung heute ca. 20 %.

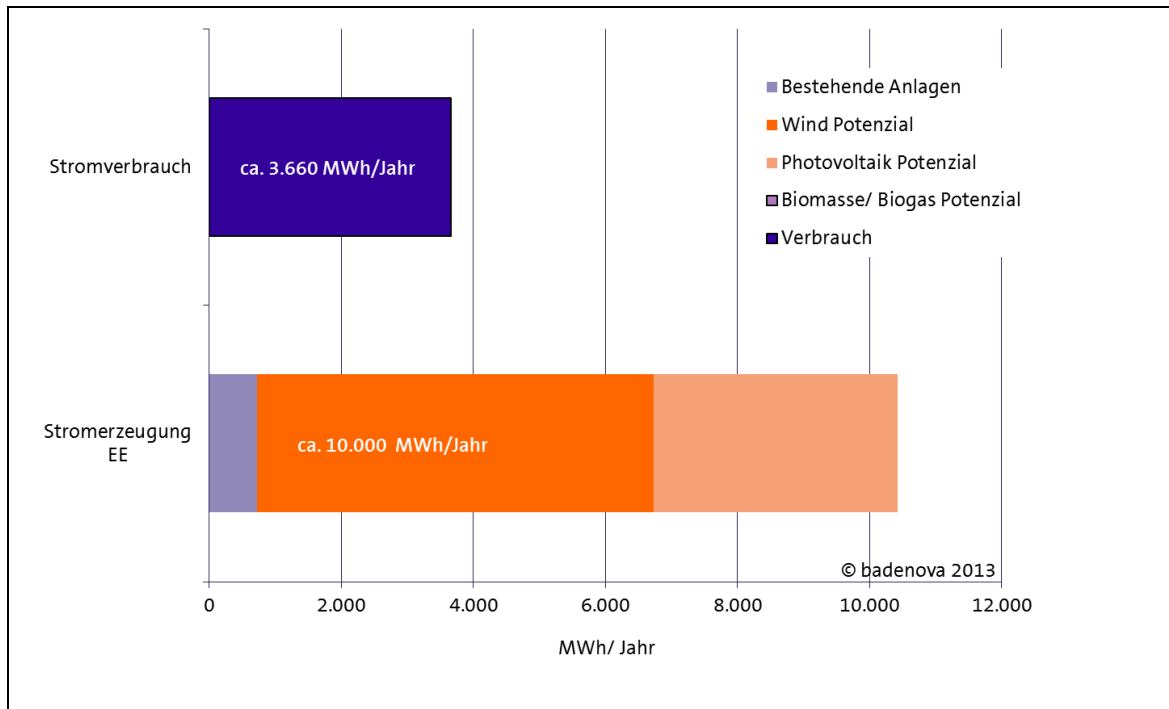


Abbildung 30 - Aktueller Stromverbrauch und Potenziale für erneuerbare Energie Strom

6. 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 Au direkt zu einer Verringerung der CO₂-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 Au hätten, wurden die energiepolitischen Ziele des Bundes und des Landes Baden-Württembergs für diese Zusammenfassung herangezogen.

6.1 Erneuerbare Energien

6.1.1 Ausbau der Erneuerbaren Energien: Strom aus Sonne und Wind

Das Handlungspotenzial zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Au ist insbesondere bei der Solarenergie und der Windkraft sehr hoch. Im Bereich der Windkraft gilt es die Ergebnisse aus der Fortschreibung des Flächennutzungsplans abzuwarten. Mit diesen technischen Potenzialen könnte Au das angestrebte erneuerbare Energie-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38 % bis 2020 nicht nur erreichen, sondern bei gleichbleibendem Stromverbrauch deutlich übertreffen, vgl. Abbildung 31.

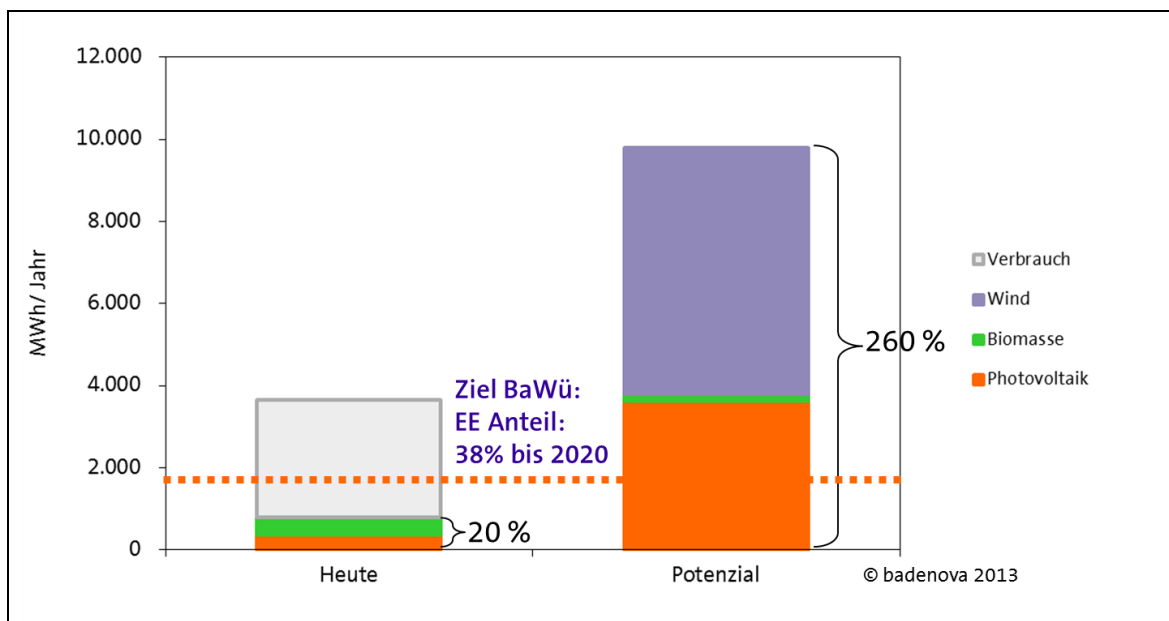


Abbildung 31 - Aktueller Stromverbrauch im Kontext der erneuerbare Energie-Strom-Potenziale und der energiepolitischen Ziele des Landes (38% EE-Anteil) für 2020

Nimmt man die technischen Potenziale mit bestehenden erneuerbare Energie-Anlagen zusammen, könnte Au beeindruckende 270% (10.000 MWh) seines Stromverbrauchs (3.600 MWh) decken, d.h. bilanziell würde AU zum Exporteur von erneuerbarem Energiestrom werden. Der Ausbau der lokalen Stromproduktion aus Windenergie und Solar ist dahingehend das wichtigste Handlungsfeld, welches in der strategischen Ausrichtung der Gemeinde verankert werden sollte.

6.1.2 Ausbau der Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch

Potenziale für die zusätzliche Nutzung Erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebrauchs sind vorhanden. Der mögliche Ausbau der Biogaskapazitäten auf Grundlage einer verstärkten Einbringung des hohen lokalen Gülleaufkommens stellt ein gutes und umsetzbares Potenzial dar. Hierzu wird eine verstärkte Zusammenarbeit unter den Landwirten nötig werden (vgl. Abbildung 32). Zunächst wird das Biogaspotenzial jedoch ausgeblendet. Allein mit dem Ausbau der Solarthermie (Dachflächenpotenziale) könnte man das Ziel von 16 % Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch jedoch deutlich übertreffen.

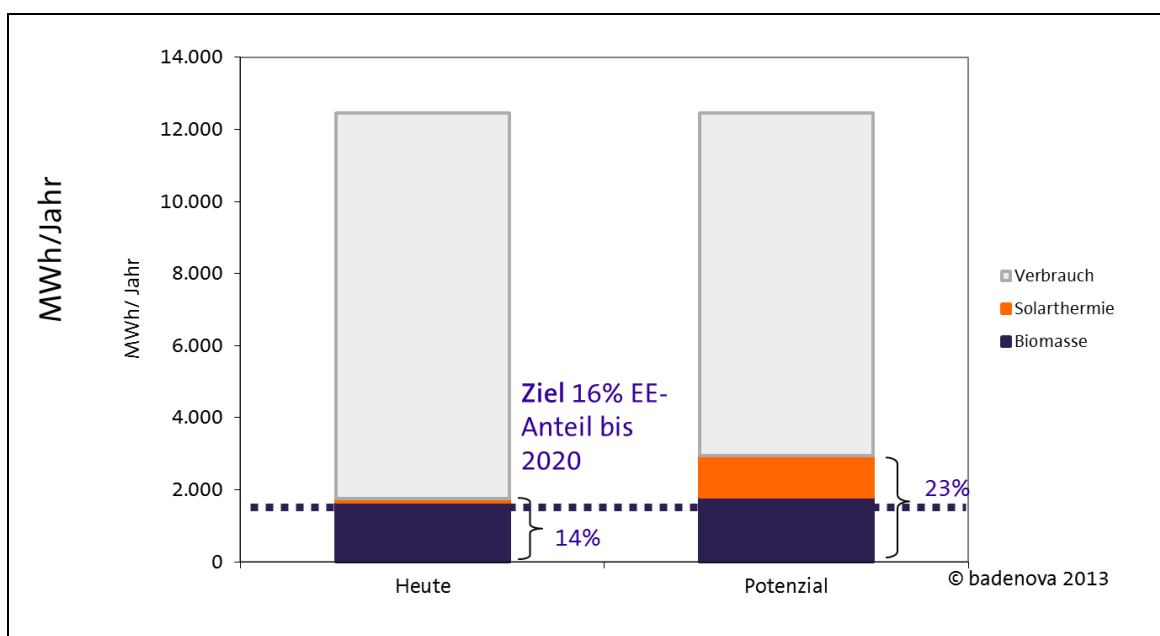


Abbildung 32 - Heutiger Wärmeverbrauch und Potenziale der EE am Wärmeverbrauch

Der durchschnittliche Wärmeverbrauch in Au beträgt mehr als 12,3 Mio. kWh/Jahr, wovon Wohngebäude mit rund 77 % den größten Anteil ausmachen. Aktuell werden davon jährlich ca. 14 % durch Erneuerbare Energien, insbesondere durch Energieholz und Solarthermie, gedeckt. Die Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Gemeinde würde den Anteil Erneuerbarer Energien insgesamt auf ca. 23 % des heutigen Wärmeverbrauch steigern.

Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 16 % zu erhöhen. Dieses Ziel ist bereits durch die Nutzung der solarthermischen Potenziale und der Biomasse erreicht. Eine hocheffiziente Nutzung der oberflächennahen Geother-

mie könnte ein weiterer Baustein zum Ausbau der Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch sein. Das Potenzial ist allerdings individuell im Hinblick auf die Gesamteffizienz des jeweiligen Systems zu prüfen.

6.2 Erhöhung der Energieeffizienz

6.2.1 Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung

KWK-Anlagen sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern, vgl. Abbildung 33. 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. Die Erfassung dieser Anlagen, insbesondere außerhalb der EEG Vergütung ist schwierig. Im Zusammenhang mit Holzhackschnitzel- und Biogasanlage verfügt Au aber bereits über KWK-Kapazitäten die rund 12 % des Wärmeverbrauchs decken. Um die Bundesziele zu erreichen müssten diese Kapazitäten verdoppelt werden.

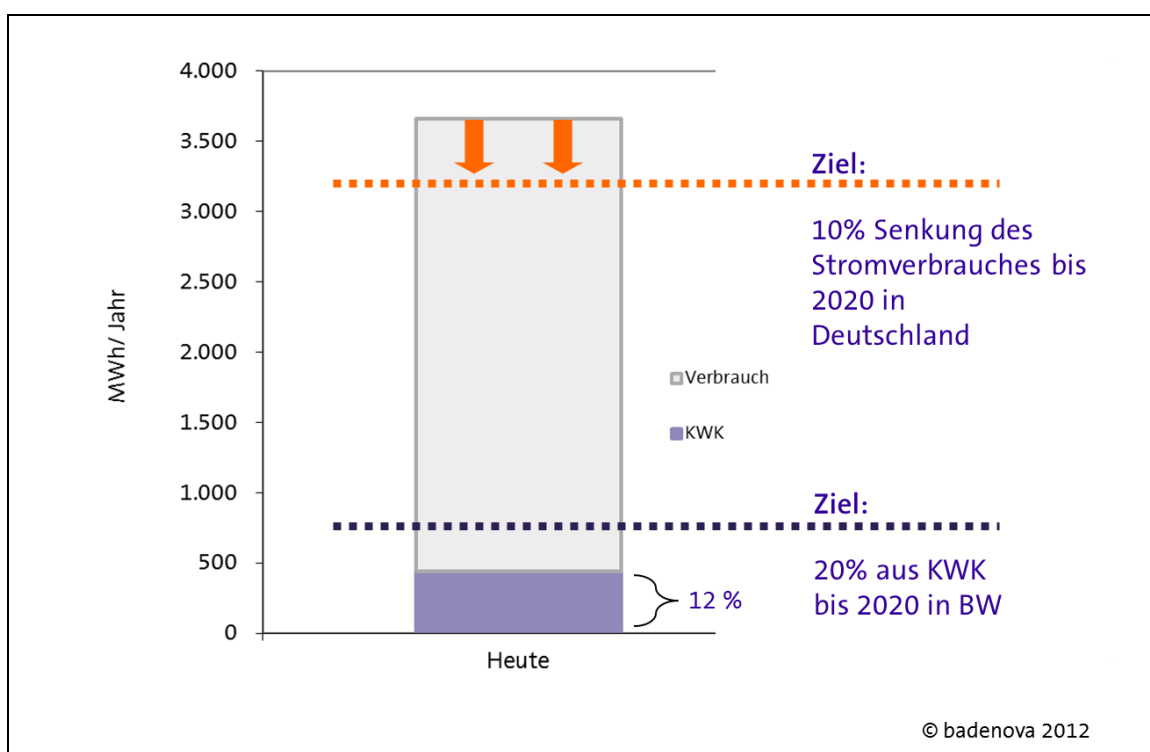


Abbildung 33 - KWK-Ziel des Landes und am Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Au

6.2.2 Ausbau der Nahwärmenetze

Abbildung 34 zeigt die Wärmedichte und Abbildung 35 die bestehenden „Wärmeinseln“ mit entsprechender Wärmeversorgung auf. Handlungspotenziale ergeben sich hier insbesondere durch die Erweiterung der Wärmeversorgung, d.h. durch den zusätzlichen Anschluss von Gebäuden an das Netz.

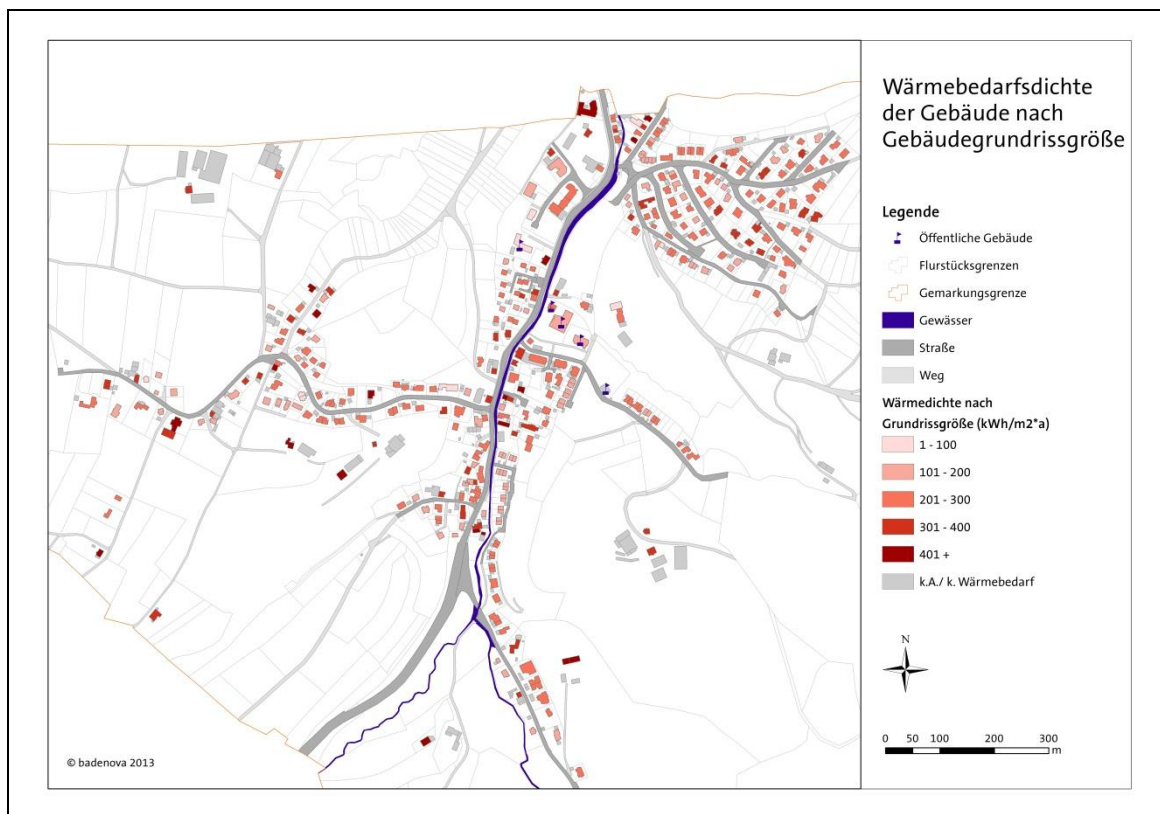


Abbildung 34 - Heizwärmebedarfsdichte in Abhängigkeit zur Flurstücksfläche

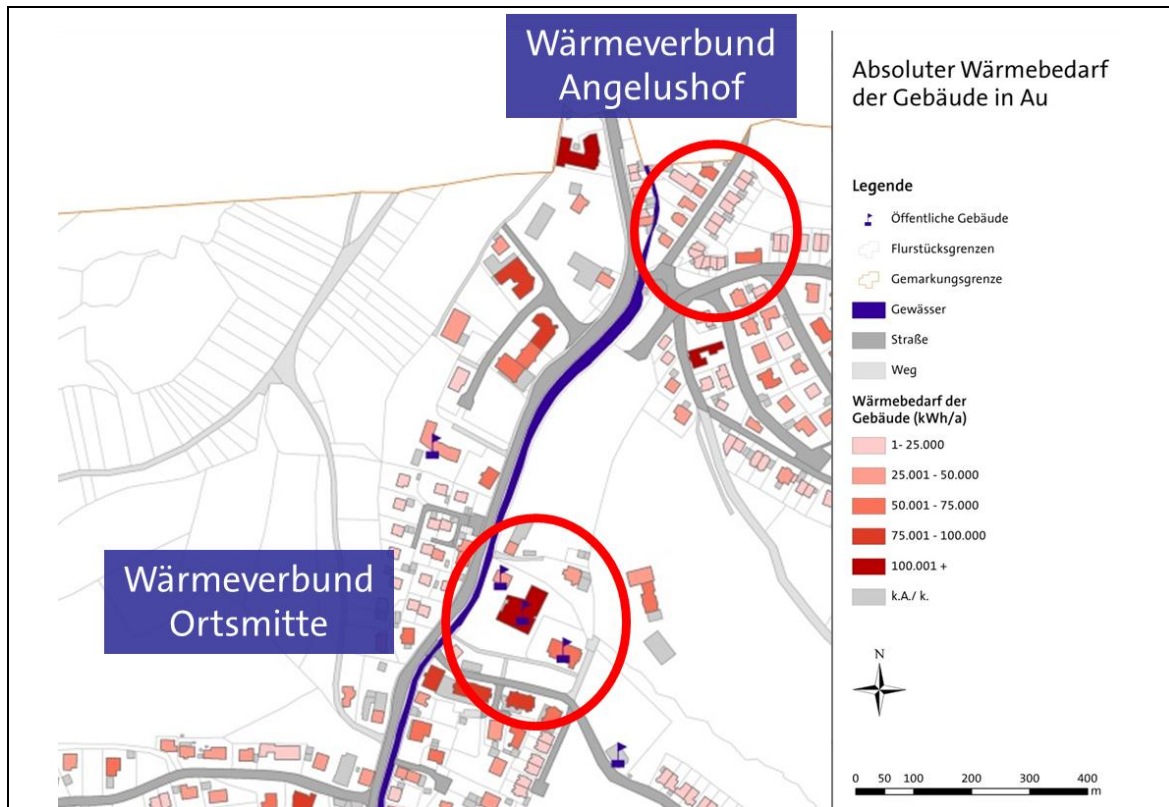


Abbildung 35 – Wärmeinseln Angelushof und Ortsmitte (Rathaus, Bürgerhaus/Kindergarten)

Hinsichtlich einer Erweiterung der bestehenden Wärmenetze kommen unter guten Rahmenbedingungen (wie ganzjährigen Abnehmern) auch Neubaugebiete, von denen aktuell zwei in Au geplant sind. Das größte der beiden grenzt direkt an das Rathaus und Gemeindehaus an, wie Abbildung 36 zeigt.



Abbildung 36 – Geplante Neubaugebieten in Au

6.2.3 Umstellung der Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung ist einer der größten Stromverbraucher bei den öffentlichen Liegenschaften. In Au verbrauchte die Straßenbeleuchtung im Jahr 2011 rund 60.000 kWh, was fast 50 % des Gesamtstromverbrauchs der öffentlichen Liegenschaften entspricht (vgl. Abbildung 37). Dieses hohe Potenzial ist vergleichsweise einfach zu heben und wurde teilweise durch die Gemeinde bereits im Jahr 2009 angegangen. Rund 50 % der kommunalen Beleuchtung wurden damals auf Natriumdampf umgestellt. Ein hohes Potenzial bei der Straßenbeleuchtung bleibt aber weiterhin bestehen. Deutlich wird auch, dass das Bürgerhaus mit dem integrierten Kindergarten einen relativ hohen Stromverbrauch aufweist. Das Gebäude wurde 2009 erbaut und ggf. könnten hier effizientere Leuchtmittel zu Strom- und damit zu Kosteneinsparungen führen.

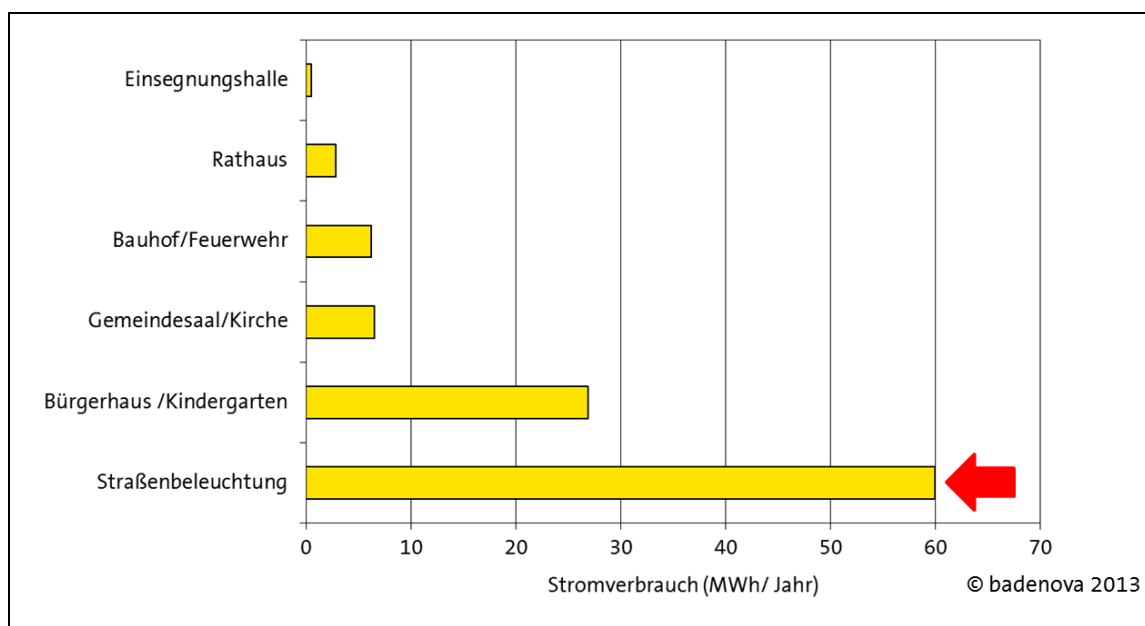


Abbildung 37 – Einsparpotenzial Straßenbeleuchtung und Beleuchtung (Daten von 2011)

6.2.4 Umstellung von Heizöl auf Erdgas bzw. Biogas

Grundsätzlich gilt es Heizöl als Brennstoff zu ersetzen, da es neben Kohle zu den klimaschädlichsten Energieträgern gehört. Aus diesem Grund sollte grundsätzlich die Umstellung auf Erdgas bzw. Biogas, d.h. eine Nachverdichtung der Netzanschlüsse in Betracht gezogen werden. Obwohl Au eine gute Dichte bei Erdgasanschlüssen aufweist, werden in der Gemeinde immer noch rund 50 % des Wärmebedarfs und 30% des Gesamtenergieverbrauchs durch Heizöl gedeckt, vgl. Abbildung 6 und Abbildung 14.

Die über 166 Heizölanlagen in der Gemeinde bergen ein sehr gutes Potenzial für einen „Fuel Switch“, d.h. die Umstellung auf einen weniger klimaschädlichen Energieträger wie Erdgas oder Bioerdgas. Die ideale Ergänzung hierzu könnte die Installation einer Solarthermie- Anlage sein. Alternativ ist auch die Umstellung auf Energieholz oder Strom denkbar. Allein die Umstellung von Heizöl auf Erdgas, könnten in Au rund 400 t CO₂ pro Jahr einsparen, vgl. Abbildung 39. Die Kostener-

sparsam durch günstigeren Brennstoff würde letztlich natürlich auch jedem Heizanlagenbesitzer zugutekommen.

Die Wirtschaftlichkeit von Neuanschlüssen muss im Einzelfall durch den Netzbetreiber geprüft werden, ist aber aufgrund des vorhandenen Erdgasnetzes wahrscheinlich.

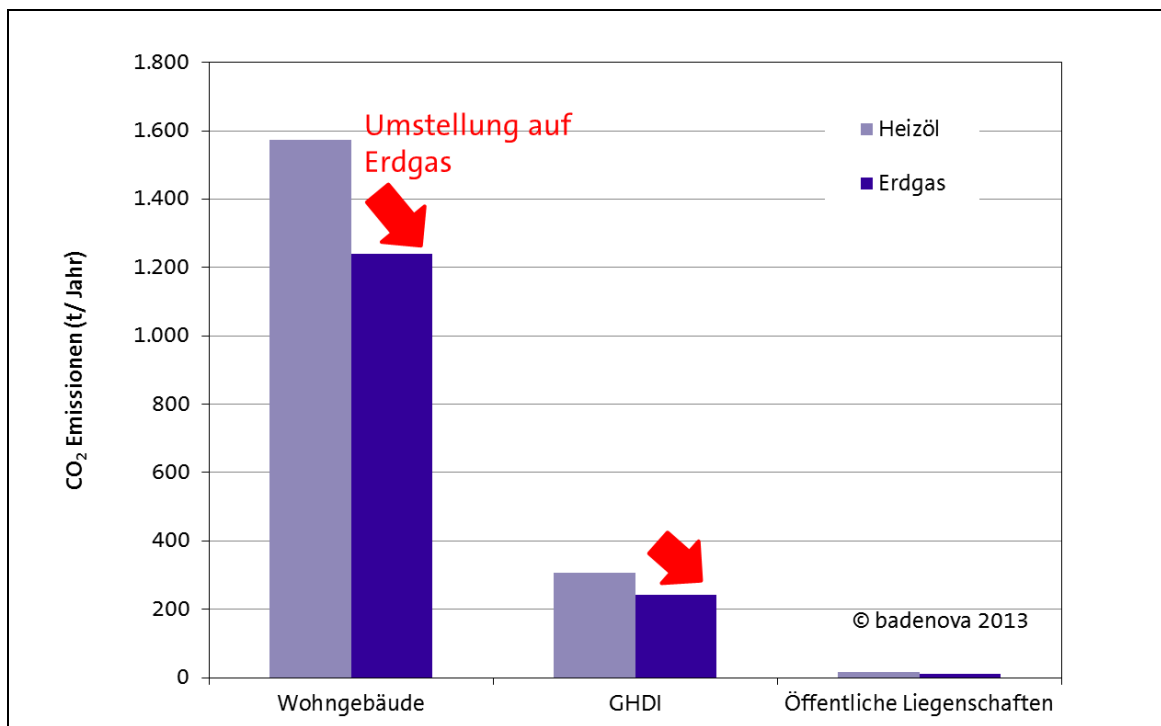


Abbildung 38 – „Fuel Switch“ von Heizöl auf Erdgas spart 400t CO₂ /a

6.3 Energieeinsparung

6.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmebedarf um 20 % zu senken. In der folgenden Abbildung 39 ist der momentane Heizwärmeverbrauch der Wohngebäude in Au sowie das mögliche Einsparpotenzial und das Ziel der Bundesregierung dargestellt. Au verfügt über ein signifikantes Einsparungspotenzial welches sich aus Effizienzsteigerungen beim Wärmeverbrauch ergibt.

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.

Mehr als 60 % des Wohngebäudebestands in Au wurde 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 CO₂-Emissionen und letztlich auch Heizkosten einsparen.

Konkret bedeutet das: Würden in Au alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Wärmeschutz-Verordnung modernisiert werden, könnte man ca. 30 % des aktuellen Gesamt-Heizwärmebedarf einsparen, vgl. Abbildung 39. Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte direkt gesteigert werden.

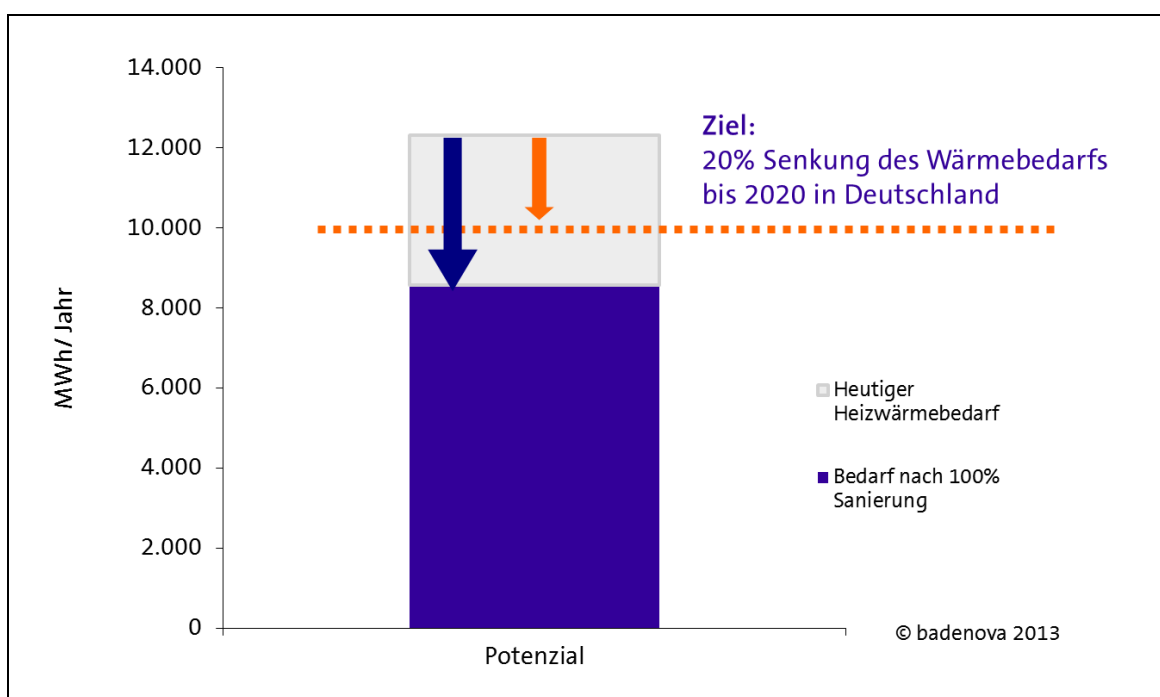


Abbildung 39 - Heizwärmeverbrauch Wohngebäude sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

Zu berücksichtigen ist jedoch bei allen Maßnahmen zur Verringerung des Heizwärmeverbrauchs, 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.

7. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Au 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 auf eine gemeinsame Wärmeversorgung der öffentlichen Gebäude in der Ortsmitte und die Sanierung der öffentlichen Liegenschaften, 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 maßgeblichen Umfang Privathaushalte und der Sektor GHDI. Da Bereiche wie z.B. der Verkehr und Sanierungspotenziale seitens der Gemeinde nur bedingt optimiert werden können, sollte das Augenmerk zunächst auf Einzelmaßnahmen in den günstigsten Handlungsfeldern liegen:

- Nutzung des signifikanten Wind- und Solarpotenzials,
- Effizientere Straßenbeleuchtung
- Ausbau der Biogaskapazitäten (mit Gülle)
- Austausch von Erdölheizungen z.B. gegen Erdgas-/Solarkombinationen

Mit der vorliegenden Studie liegt der Gemeinde Au eine belastbare und detaillierte Daten- und Entscheidungsgrundlage vor. Zudem können individuelle Fragestellungen und Potenziale der Gemeinde nun einfacher in nachfolgende Projektphasen integriert werden. 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 40).

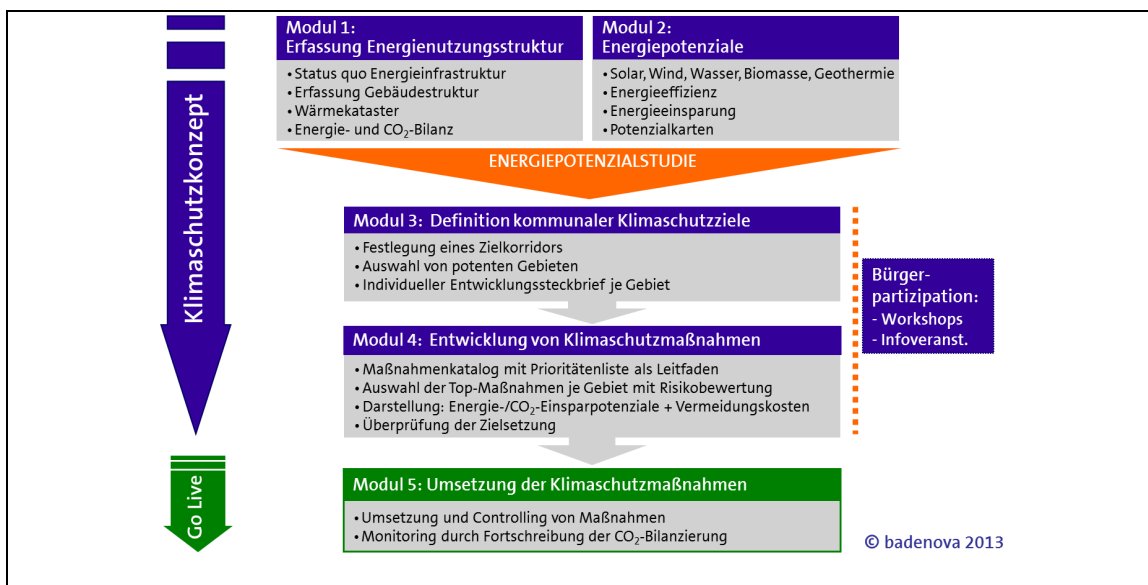


Abbildung 40 - Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimakonzepts

8. Methodik

8.1 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 Wohnen und Umwelt¹⁶ 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 5).

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
bis 1918	Fachwerkbau
bis 1918	Mauerwerksbau
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 5 - 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-/ Doppelhäuser und Reihenhäuser 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“

¹⁶ IWU (2005)

- 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.

8.2 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. Somit kann sowohl der Wärmebedarf jedes Gebäude bestimmt werden, als auch die möglichen Einsparpotenziale durch Sanierungsmaßnahmen. Die Vorgehensweise orientiert sich am Leitfaden Energienutzungsplan¹⁷.

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 und die Anzahl der Bewohner, die passive Wärmenutzung (Erwärmung durch Sonneneinstrahlung), interne Wärmegevinne (Erwärmung durch Elektrogeräte), Witterung, Wirkungsgrad der Heizung, und Wärmeverluste im Heizsystem.

8.3 CO₂-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 nur unterteilt in Groß- und Kleinverbraucher zur Verfügung gestellt. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Die übrige Strommenge der Kleinverbraucher wurde dann anhand von Durchschnittsverbräuchen¹⁸ auf die Sektoren „private Wohnhäuser“ und „Gewerbe,

¹⁷ Hausladen und Hamacher (2011)

¹⁸ Der Strombedarf der privaten Wohnhäuser: Mittelwert aus Anzahl Haushalte * 3.165 (kWh/a) & Gesamteinwohnerzahl * 1.700 (kWh/a). Quelle: Hausladen und Hamacher (2011).

Handel, Dienstleistungen“ aufgeteilt. Der Stromverbrauch der Großverbraucher 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 deutsche Strommix (2010) aus der GEMIS-Datenbank verwendet. Danach beträgt der CO₂-Emissionsfaktor für Strom 597g/kWh.

Energilieferant	Anteil am deutschen Strommix (2010)
Kohle	43,3 %
Erdgas	15,1 %
Atomenergie	21,1 %
Wasser	3,7 %
Wind	7,5 %
Solar	1,0 %
Sonstiges	8,5 %

Tabelle 6 - Energiequellen des Deutschen Strommix und ihre Anteile; Quelle Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme GEMIS des Ökoinstituts, Ver. 4.6

8.4 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 CO₂-Einsparungen mit sich bringt, wurde in der CO₂-Bilanz der Kommune eine Gutschrift für den eingespeisten Strom vorgenommen. Konkret bedeutet das, dass die CO₂-Einsparungen der Gemeinde durch die Einspeisung von Strom aus Erneuerbare Energien von der CO₂-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO₂-Bilanz der Gemeinde berücksichtigt. Die CO₂-Einsparungen gegenüber dem deutschen Strommix, die in den hier vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in der nachfolgenden Tabelle 7 zusammengefasst. Sie basieren wie die Berechnung des deutschen Vergleichsstrommix (s.o.) auf der GEMIS-Datenbank des Ökoinstituts.

Erzeugungsart	CO ₂ -Einsparung (kg/kWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	463
Wasserkraft	596
Biomasse	516
Windkraft	575

Tabelle 7 - CO₂-Einsparungen durch Einspeisung Erneuerbarer Energien

8.5 CO₂-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs und des Verkehrs

Zur Berechnung der CO₂-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers badenova Netz GmbH (für Erdgas) und die örtlichen Heizanlagenstatistik der Kaminfeger verwendet. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffen (Energieholz).

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Der Bestand an Solarthermie-Anlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Diese Datenbank erfasst alle solarthermischen Anlagen, die durch das bundesweite Marktanzreizprogramm gefördert worden sind. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die Verkehrsdaten der Gemeinde wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart.

Die CO₂-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger sowie für Diesel und Benzin wurden ebenfalls dem CO₂-Emissionsberechnungstool „GEMIS“ entnommen¹⁹.

¹⁹ Ökoinstitut

9. Quellenverzeichnis

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.

BUSCH, M., BOTZENHART, F., HAMACHER, T., & 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.

DWD (2012). Deutscher Wetterdienst. Abgerufen am 2. Mai 2013, Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland.

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

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Klimawandel.

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.

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

MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG (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.

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

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

10. Glossar

a	Jahr
CO ₂	Chemische Formel für Kohlendioxid, eine chemischen Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff; die Klimarelevanz von CO ₂ gilt als Maßstab für andere Gase und chemische Verbindungen, deren Auswirkungen hierfür in CO ₂ -Äquivalente umgerechnet werden
EE	Erneuerbare Energien
EEG	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.
EEWärmeG	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.
Energiemix	Unter Energiemix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen für die Erzeugung von Strom. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl), sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt. Dieser Energiemix hat den Vorteil, dass keine Abhängigkeit von einer bestimmten Energiequelle entsteht und die schwankende Verfügbarkeit einzelner Energieträger durch andere ausgeglichen wird.
Endenergie	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.).
Gebäude-	Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand

typologie	nach Baualter und Gebäudeart in Klassen ein, so dass Analysen über Energieeinsparpotenziale eines größeren Gebäudebestands möglich sind.
GEMIS	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.
IÖW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
KEA	Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
kW	Ein Kilowatt (kW) entspricht 1.000 Watt. Dies ist die Einheit der Leistung, mit der unter anderem die Leistungsfähigkeit von Photovoltaik-Anlagen gemessen wird.
kWh	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.
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	Gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Sie ist eine sehr effiziente Form der Strom- und Wärmeerzeugung.
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Nutzenergie	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
Primärenergieverbrauch	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.
Solarkataster	Solarkataster sind Landkarten, die aufzeigen, wie gut vorhandene Dachflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen oder Solarthermieranlagen geeignet sind.
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 Mit-

	telwasser 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	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.
WKA	Wasserkraftanlage
WEA	Windenergieanlage

11. Anhang

11.1 Wärmebedarf

11.2 Wärmebedarfsdichte nach Gebäudegrundrissgröße

11.3 Wärmebedarfsdichte nach Flurstücksgröße

11.4 Sanierungspotenzial

11.5 Solaratlas

11.6 Digitale Version der Energiepotenzialstudie (CD-Rom)

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



Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister badenova AG & Co. KG, Tullastraße 61, 79108 Freiburg

Kontakt:

Damian Wagner

E-Mail: damian.wagner@badenova.de

Tel.: 0761 – 279 1101