badenova
Energie. Tag für Tag

Energiepotenzialstudie

Stadt Achern

Bericht Dezember 2016

Auftraggeberin: Stadt Achern

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

AutorInnen: Philipp Huber
(Projektleiter)
Susanne Hettich
Dr. Marc Krecher

Freiburg, 31. Dezember 2016

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS ..... **II**
ABBILDUNGSVERZEICHNIS ..... **IV**
TABELLENVERZEICHNIS ..... **VI**
ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE ..... **VII**
1. AUSGANGSLAGE **1**
1.1 GLOBAL DENKEN 1
1.2 LOKAL HANDELN 1
1.3 KLIMASCHUTZKONZEPT UND ENERGIEPOTENZIALSTUDIE 3
1.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzepts *3*
1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie *4*
1.3.3 Anmerkungen zur angewandten Methodik *4*
2. WICHTIGE STRUKTURDATEN DER STADT **7**
2.1 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET 7
2.2 KLIMASCHUTZ IN ACHERN 9
2.3 WOHNGEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR 10
2.4 LOKALE WÄRMEINFRASTRUKTUR 13
3. ENERGIENUTZUNG UND CO_2-BILANZ **15**
3.1 STROMVERBRAUCH UND STROMBEDARFSDECKUNG 15
3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren *15*
3.1.2 Strombedarfsdeckung *17*
3.1.3 CO_2-Bilanzierung des Stromverbrauchs *20*
3.2 WÄRMEVERBRAUCH UND WÄRMEBEDARFSDECKUNG 21
3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren *21*
3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger *22*
3.2.3 Wärmekataster *24*
3.2.4 CO_2-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs *24*
3.3 VERKEHR 26
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE (ENERGIENUTZUNG) 27
3.4.1 Gesamtenergiebilanz *27*
3.4.2 Gesamt-CO_2-Bilanz *31*
4. POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN **35**
4.1 SOLARENERGIE 35
4.1.1 Hintergrund *35*
4.1.2 Solarenergiepotenziale *35*
4.2 ENERGIE AUS BIOMASSE 38
4.2.1 Hintergrund *38*
4.2.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen *39*

4.2.3 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung ... 40
4.2.4 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen ... 40
4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas ... 41
4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft ... 42
4.3 WINDKRAFT ... 43
4.4 WASSERKRAFT ... 44
4.5 GEOTHERMIE ... 46
4.5.1 Technischer und geologischer Hintergrund ... 46
4.5.2 Geothermiepotenzial ... 48
4.6 ZUSAMMENFASSUNG: ERNEUERBARE ENERGIEN IN ACHERN ... 51
5. KLIMASCHUTZPOTENZIALE UND HANDLUNGSFELDER ... 52
5.1 ERNEUERBARE ENERGIEN ... 52
5.1.1 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung ... 52
5.1.2 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs ... 53
5.2 ERHÖHUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ ... 54
5.2.1 Modernisierung der Straßenbeleuchtung ... 54
5.2.2 Hohe Energiestandards im Neubaugebiet ... 55
5.2.3 Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch ... 56
5.2.4 Aus- und Aufbau von Wärmeverbünden und KWK-Anlagen ... 57
5.2.5 Effizienzpotenziale der Abwasserreinigungsanlage ... 60
5.3 ENERGIEEINSPARUNG ... 62
5.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude ... 62
5.3.2 Sanierungs- und Quartierskonzepte ... 63
5.3.3 Umweltfreundliche Mobilität ... 65
6. AUSBLICK ... 66
7. LITERATURVERZEICHNIS ... 68
8. GLOSSAR ... 71
9. METHODIK ... 74
9.1 GEBÄUDETYPOLOGISIERUNG ... 74
9.2 ERMITTLUNG DES WÄRMEBEDARFS FÜR DAS WÄRMEKATASTER ... 75
9.3 ENERGIE- UND CO_2-BILANZ ... 75
9.3.1 CO_2-Bilanzierung des Stromverbrauchs ... 75
9.3.2 Stromeinspeisung ... 76
9.3.3 Energie und CO_2-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs ... 77
9.3.4 Energie- und CO_2-Bilanzierung des Verkehrs ... 77
9.3.5 Datengüte ... 77
9.4 GEOTHERMIEPOTENZIAL ... 78
10. KARTENMATERIAL ... 81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept 3
Abbildung 2 – Übersicht der Stadt Achern mit den Stadtteilen (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2015) 8
Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Achern (Kernstadt) 11
Abbildung 4 – Siedlungsstruktur der Kernstadt nach Baualter der Gebäude 12
Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Achern (Kernstadt) 13
Abbildung 6 –Gasleitungen (rot, orange und gelb) in der Kernstadt 14
Abbildung 7 – Lage des Nahwärmenetzes (rot) im Kernort von Achern 14
Abbildung 8 – Gesamtstromverbrauch in Achern nach Sektoren 15
Abbildung 9 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften, Auszug (2015) 16
Abbildung 10 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2013-2015) 17
Abbildung 11 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr 17
Abbildung 12 – Zubau PV-Anlagen und aggregierte Leistung 18
Abbildung 13 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2013 19
Abbildung 14 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011) 19
Abbildung 15 – Vermeidung von CO_2-Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strommix 20
Abbildung 16 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren 21
Abbildung 17 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern 22
Abbildung 18 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern 22
Abbildung 19 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften, Auszug (2015) 23
Abbildung 20 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene 24
Abbildung 21 – CO_2-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2015) 25
Abbildung 22 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Achern (2013) 27
Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch in Achern nach Sektoren 28
Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger 29
Abbildung 25 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern 29
Abbildung 26 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Achern im Jahr 2015 30
Abbildung 27 – CO_2-Emissionen in Achern nach Sektoren 31
Abbildung 28 – CO_2-Emissionen nach Energieträgern 32
Abbildung 29 – CO_2-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern 32
Abbildung 30 – CO_2-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Achern im Jahr 2015 33
Abbildung 31 – Auszug des Solarkatasters von Achern (aus LUBW, 2015b) 36

Abbildung 32 – Solarpotenziale der Stadt Achern 37
Abbildung 33 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung 38
Abbildung 34 – Energiepotenziale aus Ackerbaupflanzen nach Quellen 40
Abbildung 35 – Biomassepotenziale nach Quellen 41
Abbildung 36 – Holzeinschlagsmengen auf der Waldfläche in kommunalem Besitz 42
Abbildung 37 – Mittlere Windgeschwindigkeiten innerhalb der Gemarkung Achern (Quelle: Windatlas BW, 2011) 43
Abbildung 38 – Wasserkraftstandorte in Achern 44
Abbildung 39 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit 47
Abbildung 40 – Grobschematische geologische Profile des Untergrundes zwischen Westen und Osten der Gemarkung Achern. (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg, LGRB 2016) 48
Abbildung 41 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (theoretisches Potenzial) 49
Abbildung 42 - Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial) 49
Abbildung 43 – Aktueller Stromverbrauch in Achern im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg 53
Abbildung 44 – Aktueller Wärmeverbrauch in Achern im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg 54
Abbildung 45 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner mit Referenzgemeinden (2013) 55
Abbildung 46 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträgern und Baualter 57
Abbildung 47 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch 58
Abbildung 48 – Ausschnitt des Wärmekatasters: Mögliches Potenzial für den Aufbau eines Wärmenetzes in der Plaukelmatte 59
Abbildung 49 – Potenzialgebiet um die Plaukelmatte 59
Abbildung 50 – Übersichtsbild der Kläranlage Achern 60
Abbildung 51 – Berechnete Kennwerte der Kläranlage Achern im Vergleich zu Bestandsanlagen 61
Abbildung 52 – Wärmebedarf der Wohngebäude in der Kernstadt sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial 62
Abbildung 53 – Potenzialgebiet um die Straßburger Straße 64
Abbildung 54 – Potenzielles Untersuchungsgebiet im Kernort von Achern 65
Abbildung 55 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts 67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Strukturdaten der Stadt Achern (Quelle: STALA BW, 2015) 7
Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2013 bzw. 2014 von Achern (Datengrundlage: STALA BW, 2015a) 26
Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO_2-Bilanz (2013) 34
Tabelle 4 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Achern 35
Tabelle 5 – Übersicht der aktuell installierten Wasserkraftanlagen in Achern 45
Tabelle 6 – Überprüfung der Wasserkraftstandorte auf Potenziale 45
Tabelle 7 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Achern 50
Tabelle 8 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005 74
Tabelle 9 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014) 76
Tabelle 10 – CO_2-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2014a) 76
Tabelle 11 – Vorgegebene Untergrundparameter 78
Tabelle 12 – Vorgegebene Sondenparameter 79
Tabelle 13 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte 79
Tabelle 14 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung 80
Tabelle 15 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte 80

Zusammenfassung der Ergebnisse

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

Die Energieverbrauchszahlen beziehen sich auf die gesamte Stadt Achern inklusive aller Stadtteile. Lediglich der Wärmebedarf, dargestellt im Wärmekataster und daraus abgeleitet das Sanierungs- sowie das Geothermiepotenzial beziehen sich auf die Stadt Achern ohne die Stadtteile (teilweise auch als Kernstadt bezeichnet), da ausschließlich in diesem Gebiet eine vor Ort Begutachtung der Gebäude durchgeführt wurde.

Alle Daten der Energie- und CO_2-Bilanz beziehen sich auf das Jahr 2013. Einzelne Statistiken sind mit aktuelleren Daten erstellt worden. In diesem Falle wird explizit im Text darauf verwiesen.

Status quo der Energieinfrastruktur

- **Stromverbrauch:** Der Stromverbrauch im Jahr 2013 betrug ca. 146.778 MWh. Der Sektor Wirtschaft stellt mit 69 % den größten Anteil. Der Sektor private Haushalte hat einen Anteil von 24 %. Rund 4 % des Verbrauchs sind dem Heizungsstrom zuzuordnen. Die kommunalen Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung haben mit jeweils 2 % bzw. 1 % am Stromverbrauch der gesamten Stadt lediglich einen kleinen Anteil.
- **Strom aus erneuerbaren Energien:** Ca. 11.752 MWh Strom wurden im Jahr 2013 in Achern gemeinsam durch zahlreiche Photovoltaikanlagen und Wasserkraftanlagen produziert. Dies entspricht 8 % des Gesamtstromverbrauchs der Stadt. Eine gute Vergütung durch das EEG führte auch in Achern zum Ausbau der PV-Kapazitäten. Zwischen 2008 und 2015 ist die jährliche Stromproduktion aus Photovoltaik von rund 2.753 MWh auf 12.426 MWh gestiegen. Ca. 7.660 MWh an Strom wurden 2013 durch Biomasse erzeugt, welche in dieser Studie als Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bilanziert werden (ca. 5,8 %).
- **Wärmeverbrauch:** Ca. 348.129 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 verbraucht. Den höchsten Anteil haben die privaten Haushalte mit 60 %, gefolgt vom Sektor Wirtschaft mit 38 %. Der Wärmebedarf wird hauptsächlich durch Heizöl und Erdgas gedeckt, welche in Summe 88 % des Verbrauchs ausmachen.
- **Wärme aus erneuerbaren Energien:** Ca. 55.024 MWh Wärme wurden im Jahr 2013 durch Energieholz bereitgestellt, 2.825 MWh wurden durch solarthermische und 524 MWh wurden mittels Wärmepumpen produziert. Somit wurden 18 % des Gesamtwärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt.

Energie- und CO_2-Bilanz

- **Energie-Bilanz:** Im Jahr 2013 summierte sich der Energieverbrauch der Stadt Achern auf rund 808.080 MWh inklusive Kraftstoffverbrauch.
- **CO_2-Bilanz:** Im Jahr 2013 wurden in Achern durch Energieerzeugung, -umwandlung und Verkehr 274.527 t CO_2 ausgestoßen. Umgerechnet auf die Anzahl der Einwohner emittiert damit jeder Acherner Bürger Emissionen von 10,9 t CO_2 pro Jahr (7,6 t CO_2 pro Jahr ohne Berücksichtigung der Autobahn A5). Berücksichtigt man die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 10,6 t CO_2 im Jahr 2013 (7,3 t CO_2 ohne A5). Zum Vergleich: In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO_2 emittiert. Die Abweichung zum Durchschnitt lässt sich neben der Autobahn A5 auf den starken Wirtschaftssektor von Achern zurückführen.

Erfassung Gebäudestruktur

- 52 % der Wohngebäude in der Stadt Achern (ohne die Stadtteile) sind freistehende Einfamilienhäuser, welche im Durchschnitt den höchsten Energieverbrauch pro m² aufweisen. Einfamilienhäuser werden meist von den Eigentümern selbst bewohnt. Die Bereitschaft für Investitionen in Maßnahmen zur Energieeinsparung ist bei Eigentumswohnungen im Vergleich zu Mietwohnungen im Allgemeinen höher.
- Rund 75 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) in der Stadt Achern ohne Stadtteile sind vor Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung (WSchV) 1984 erbaut worden, als Wärmedämmung noch eine untergeordnete Rolle spielte.
- **Einsparpotenzial:** Bei vollständiger Umsetzung potenzieller Sanierungsmaßnahmen aller Wohngebäude würde sich eine theoretische Einsparung von 32 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs ergeben, bezogen auf das untersuchte Gebiet in der Kernstadt.

Erneuerbare-Energien-Potenziale

- **Solarenergie:** Die Ausbaupotenziale für Solarthermie und Photovoltaik sind signifikant. Im Rahmen der Energiepotenzialstudie wurden zwei Szenarien für das Solarpotenzial auf den Dachflächen berechnet:
    - Würden alle geeigneten Dachflächen mit PV-Anlagen belegt, könnten insgesamt 113.448 MWh/Jahr Solarstrom erzeugt werden. Dies entspräche knapp. 77 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
    - Würde man neben PV-Anlagen auch Solarthermie für die Warmwassererzeugung einsetzen, könnten bei Verzicht von 10 % des Solarstrompotenzials ca. 41.776 MWh im Jahr zur Deckung des Warmwasserbedarfs gewonnen werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf 98.965 MWh/Jahr bzw. 67 % des derzeitigen Stromverbrauchs.
- **Windenergie:** Innerhalb der Gemarkung Achern gibt es keine wirtschaftlich nutzbaren Windpotenziale. Achern besitzt Waldstücke in der Nähe der Hornisgrinde. Diese weisen höhere Windhöffigkeiten aus. Die Erschließung die-

ser Waldstücke als mögliche Windstandorte sind u.a. aus Gründen des Naturschutzes bedenklich.

- **Wasserkraft:** In Achern sind, wenn auch nur in geringem Umfang, noch Ausbaupotenziale für Wasserkraft vorhanden. Knapp 275 MWh an zusätzlicher Energie aus Wasserkraft sind in Achern möglich. Das Potenzial bezieht sich auf eine Reaktivierung und /oder Ertüchtigung der Anlagen an den Standorten Ehemalige Fabrik Lott, Sägewerk W. Bohnert und Sägewerk Keller.
- **Biogas:** Die vorhandenen Reststoffe und tierischen Abfälle sowie die Potenziale aus der Bepflanzung von Brachflächen mit Energiemais ergeben ein technisches Potenzial von ca. 6.020 MWh/Jahr Strom. Da sich dieses bisher nicht ausgeschöpfte technische Potenzial räumlich auf verschiedene Quellen verteilt, muss eine nachhaltige Ausschöpfung unter wirtschaftlichen Aspekten, vorwiegend der Logistik, im jeweiligen Einzelfall geprüft werden.
- **Energieholz:** In kommunalem Besitz befinden sich 718 ha Wald. Der jährliche Holzeinschlag von 5.300 fm schöpft das Potenzial an Energieholz fast vollständig aus, so dass sich keine weiteren relevanten Potenziale der Nutzung ergeben.
- **Erdwärme:** Innerhalb der Stadt Achern, ohne Betrachtung der Stadtteile, bietet die oberflächennahe Geothermie ein klimaeffizientes Potenzial für die Wärmeversorgung. Unter Berücksichtigung notwendiger Gebäudesanierungen zur Anwendung der Wärmepumpentechnik könnten maximal 9 % des jährlichen Wärmeverbrauchs durch erdgekoppelte Wärmepumpen bereitgestellt werden.

Handlungsfelder

- **Mehr Strom aus erneuerbaren Energien:** Allein durch die Nutzung der vorhandenen Photovoltaikpotenziale könnten knapp 77 % des Strombedarfs gedeckt werden. Zusammen mit dem technischen Biomassepotenzial ergibt sich insgesamt ein Potenzial von ca. 83 % des heutigen Stromverbrauchs. Die Energie- und Klimaschutzziele des Landes Baden-Württemberg für Strom (38 % Erneuerbare-Energien-Anteil bis 2020) könnten damit deutlich übertroffen werden, gerade noch das für 2050 angesetzte Ziel von mindestens 80 %. Ein wichtiges Handlungsfeld ist somit der Ausbau der Photovoltaik.
- **Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien:** Durch die Nutzung der Erdwärme-, Biomasse- und Solarthermiepotenziale könnten rund 37 % des Wärmebedarfs der Stadt gedeckt werden. Damit könnte das Landesziel von 16 % Erneuerbare-Energien-Anteil am Wärmeverbrauch bis 2020 übertroffen werden. Ein wichtiges Handlungsfeld ist die Nutzung der Solarthermie.
- **Modernisierung der Straßenbeleuchtung:** Sukzessive Umstellung auf LED-Straßenleuchten.
- **Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen**: Viele Gebäude werden noch mit alten, ineffizienten Heizanlagen beheizt. Deren Austausch oder Erneuerung kann zu deutlichen Einsparungen führen und ist für Anlagen, die älter als 30 Jahre sind, teilweise gesetzlich vorgeschrieben. Der Aus-

tausch bzw. die Justierung ineffizienter Heizungspumpen ist zudem eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme.

- **Aus- und Aufbau von Wärmeverbünden/Durchführung von Sanierungs- und Quartierskonzepten**: Es gibt Potenziale für den Ausbau von Wärmeverbünden, insbesondere in Gebieten mit hoher Wärmedichte. Diese Gebiete weisen auch ein Potenzial für eine energetische Sanierung der Bausubstanz auf und sollten dahingehend in einem Quartierskonzept untersucht werden. Dazu zählt das Gebiet zwischen Gymnasium Achern und dem Hochhaus in der Straßburger Straße sowie das Gebiet um das Hochhaus in der Plaukelmatte.
- **Einsparpotenziale durch Sanierung:** Aus dem großen Anteil an Wohngebäuden in der Kernstadt, die vor 1984 gebaut wurden (75 %), ergibt sich ein hohes Sanierungspotenzial, jedoch ist der Einfluss der Stadt in diesem Bereich beschränkt. Eine vollumfängliche Umsetzung der Sanierungspotenziale könnte bis zu 32 % des Wärmebedarfs einsparen.

1. Ausgangslage

1.1 Global denken

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

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

Das Klima steht durch den natürlichen Treibhauseffekt in einem relativ stabilen thermischen Gleichgewicht. Durch die Verbrennung der fossilen Ressourcen wurde jedoch in kurzer Zeit eine große Menge zusätzliches Kohlendioxid (CO_2) in die Atmosphäre abgegeben, welches neben den beiden anderen wichtigen Treibhausgasen aus Industrie und Landwirtschaft, Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O), den Treibhauseffekt verstärkt und nun droht, das Klima aus dem Gleichgewicht zu bringen. Der Klimawandel zieht auch in unseren Regionen weitreichende klimatische, naturräumliche und wirtschaftliche Folgen nach sich. Unsere Wirtschafts- und Kulturräume müssen dringend Anpassungsstrategien entwickeln.

Internationale Abkommen, wie das Kyoto-Protokoll, versuchen, dem Klimawandel entgegenzusteuern, indem sie Richtwerte für den Ausstoß dieser Gase festschreiben. Die Europäische Union (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 es, die Erderwärmung auf 2°C gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen (Europäische Kommission, 2011).

1.2 Lokal handeln

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

Im „Klimaschutzkonzept 2020 Plus“ hat die Landesregierung Baden-Württembergs jedoch festgestellt, dass Baden-Württemberg innerhalb Deutschlands zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Gebieten gehören wird (UMVBW, 2011). Da Baden-Württemberg 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 38 % zu erhöhen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung soll bis 2020 auf 21 % steigen, so dass der Anteil am Primärenergieverbrauch insgesamt mindestens 13 % beträgt. Bis zum Jahr 2050 sollen des Weiteren die sogenannten „50-80-90-Ziele“ umgesetzt werden. Sie beinhalten, dass 50 % weniger Energie verbraucht wird und Strom und Wärme zu 80 % aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden. Die Treibhausgas-Emissionen sollen damit um 90 % reduziert werden (UMBW, 2015a).

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 Kilowattstunden (kWh) pro Euro Wirtschaftsleistung benötigt werden. Der Primärenergieverbrauch soll bis 2020 um mindestens 20 % gesenkt werden im Vergleich zu 2008. Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung soll bis 2020 auf 20 % steigen (BMWi und BMU, 2010).

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

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

Im Jahr 2016 hat die Stadt Achern den Grundstein für ein umfangreiches kommunales Klimaschutzkonzept gelegt. Ziel der vorliegenden Studie ist es, eine solide Datenbasis des energetischen Ist-Bestands und der Potenziale zur Energieeinsparung, zur Erhöhung der Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien auf dem Stadtgebiet darzulegen und – darauf aufbauend – Strategien und Handlungsfelder für eine nachhaltige, klimafreundliche und energieeffiziente Energieversorgung der Stadt zu erarbeiten.

Die Energiepotenzialstudie wurde in enger Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung und mit Beteiligung zahlreicher weiterer Akteure vor Ort erstellt. In ihr sind die Ergebnisse der Energie- und CO_2-Bilanz und die Identifizierung möglicher Handlungsfelder für Klimaschutzmaßnahmen analysiert und zusammengefasst.

1.3 Klimaschutzkonzept und Energiepotenzialstudie

1.3.1 Aufbau des Klimaschutzkonzepts

Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte basieren überwiegend auf folgenden drei Säulen: Energieeinsparungen auf der Verbraucherseite, 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 CO_2-Einsparung und Kosten erwarten lassen, müssen zunächst die Energieverbräuche und -potenziale in einer Stadt analysiert werden.

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

- **Modul 1:** Erfassung der Energienutzungsstruktur und Erstellung einer Energie- und CO_2-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.

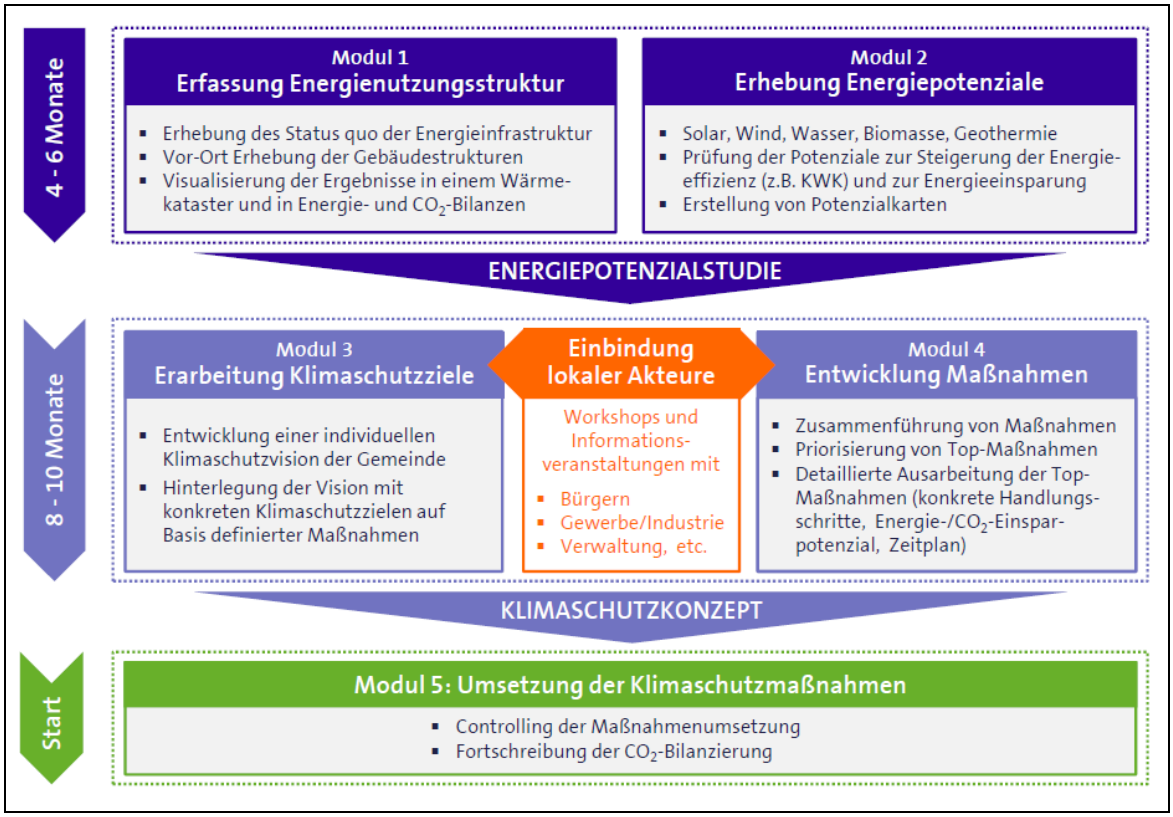

Abbildung 1 – Schritte zu einer Energiepotenzialstudie und einem Klimaschutzkonzept

Aufbauend auf der hier vorliegenden Energiepotenzialstudie lassen sich kommunale Klimaschutzziele und -maßnahmen konkretisieren. Dies kann im Anschluss in Zusammenarbeit mit den Bürgern der Stadt Achern in folgenden Schritten geschehen:

- **Modul 3:** Erarbeitung von Klimaschutzzielen
- **Modul 4:** Entwicklung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen

Am Ende von Modul 3 und 4 ist die Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzepts abgeschlossen. Mit Modul 5 bietet badenova im Anschluss die Möglichkeit, den Prozess der Umsetzung der Maßnahmen zu begleiten.

1.3.2 Gliederung der Energiepotenzialstudie

Diese Energiepotenzialstudie ist in zehn Kapitel unterteilt. Im ***ersten Kapitel*** werden die Klimaschutzpolitik, der Leitsatz „Global denken – lokal handeln“ sowie das Vorgehen der Energiepotenzialstudie erklärt. ***Kapitel 2*** stellt zunächst wichtige Strukturdaten der Stadt vor. Außerdem werden in diesem Kapitel die Strukturen der bestehenden Wohngebäude und Wohnsiedlungen sowie die Wärmeinfrastruktur in der Stadt beschrieben. In ***Kapitel 3*** werden die erfassten Daten zur Energienutzungsstruktur ausgewertet und in einer sogenannten Energie- und CO_2-Bilanz detailliert dargestellt. Die Energie- und CO_2-Bilanz wird unterteilt nach verschiedenen Sektoren (z.B. private Haushalte) sowie nach unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Heizöl). ***Kapitel 4*** untersucht alle Erneuerbare-Energien-Potenziale auf der Gemarkungsfläche der Stadt.

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen werden in ***Kapitel 5*** wichtige Handlungsfelder für die Stadt erörtert. Dabei stehen die Themen Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Nutzung des Erneuerbare-Energien-Potenzials im Fokus. Einen Ausblick für das weitere Vorgehen und die nächsten Schritte in der Stadt wird in ***Kapitel 6*** gegeben. In den ***Kapiteln 7 bis 9*** können detaillierte Ausführungen zur methodischen Vorgehensweise, Literaturquellen sowie Begriffserklärungen nachgelesen werden. Abschließend sind in ***Kapitel 10*** die erstellten Potenzialkarten im Berichtsexemplar für den Bürgermeister zu finden. Diese Studie und die Potenzialkarten werden außerdem in digitaler Version zur Verfügung gestellt.

1.3.3 Anmerkungen zur angewandten Methodik

- Die Analysen und Ergebnisse der Energiepotenzialstudie sind strikt energiebezogen. Das heißt, dass lediglich die tatsächliche in einer Stadt eingesetzte Energie berücksichtigt wird. Nicht betrachtet wird somit der Konsum von nicht energetischen Produkten, wie z.B. von Nahrungsmitteln oder Verpackungsmaterial, die ebenfalls Emissionen von Klimagasen verursachen.
- Die Energie- und CO_2-Bilanz wurde mit dem Tool BICO2 BW erstellt (Version 2.5). Dieses Tool wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft als Standardverfahren für Baden-Württemberg erstellt. Somit kann die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden, um die Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen in den kommenden Jahren zu überprüfen.

- Die nachfolgende CO_2-Bilanz beinhaltet alle klimawirksamen Emissionen der in der Stadt eingesetzten Energien. Emissionen anderer Treibhausgase wurden gemäß Ihrer Wirksamkeit (Global Warming Potential, GWP) in sogenannte CO_2-Äquivalente umgerechnet. Im Text stehen die CO_2-Werte synonym für die gesamten Treibhausgas-Emissionen.
- In der CO_2-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).
- Für den Stromverbrauch basieren alle Aussagen auf der Endenergie, also der Energie, die vor Ort im Wohnhaus eingesetzt wird bzw. über den Hausanschluss geliefert wird.
- Für den Wärmeverbrauch werden Endenergie und Nutzenergie unterschieden. 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 beispielsweise 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 zukommt (Umweltbundesamt, 2012). 75 % des Energiebedarfs dieses Verbrauchssektors entfallen alleine auf die Beheizung der Wohnräume (BMWi, 2010). Ein besonderes Augenmerk der Energiepotenzialstudie der badenova liegt daher auf der Erfassung der Altersstruktur der Bestandsgebäude sowie auf einer groben Abschätzung der aktuellen lokalen Sanierungsrate. Auf diese Weise lassen sich Verbrauchsabschätzungen und Einsparpotenziale im Gebäudebestand ableiten.
- Bei der Energiebilanz für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr wurde das Territorialprinzip angewendet. Es werden also nur die Energiepotenziale auf kommunalem Gebiet und die Energieverbräuche und CO_2-Emissionen berücksichtigt, die durch den Verbrauch innerhalb der Stadtgrenzen ihre Ursache haben. Verursachen z.B. die Bürger der Stadt durch Fahrten in die nächste Stadt Emissionen, sind diese in der Bilanz nicht enthalten, wenn sie über die Stadtgrenzen hinausgehen.
- Für die Erstellung der Energie- und CO_2-Bilanz kommen verschiedenste Datenquellen zum Einsatz. Je nach Komplexität und Aufwand der Datenerhebung können manche Datensätze nur mit einer zeitlichen Verzögerung angeboten werden. Dazu zählen beispielsweise Daten zur Gebäudestruktur oder zu den Verkehrsströmen in einer Stadt. Diese werden nicht jährlich, sondern in anderen Zyklen aktualisiert, bspw. alle zwei oder vier Jahre. Daher richtet sich das Bilanzjahr nach dem Datensatz, der den höchsten zeitlichen Erhebungszyklus aufweist, jeweils in der aktuellsten Variante. Damit hat sich das Bilanzjahr 2013 in diesem Bericht herauskristallisiert. Weitere

Daten, die nicht direkt in die Energie- und CO_2-Bilanzierung einfließen, werden in der aktuellsten Variante dargestellt. Das kann dazu führen, dass eine Beschreibung der jeweiligen Ausgangsbedingungen in den einzelnen Kapiteln nicht für das Jahr 2013, sondern beispielsweise für 2015 aufgezeigt werden.

2. Wichtige Strukturdaten der Stadt

2.1 Das Untersuchungsgebiet

Achern ist eine große Kreisstadt im Westen Baden-Württembergs. Sie ist nach Offenburg, Lahr und Kehl die viergrößte Stadt des Ortenaukreises. Achern liegt etwa 18 km südwestlich von Baden-Baden und ca. 20 km nordöstlich von Offenburg, wird östlich begrenzt durch den nördlichen Schwarzwald mit der Hornisgrinde und westlich durch die Oberrheinische Tiefebene.

Die Gemarkungsfläche umfasst ca. 65 km². Davon entfallen 769 ha auf Wald, 4.099 ha auf Landwirtschaftsfläche. Die Höhe des Ortes wird mit 145 m ü. NN angegeben. In Achern leben 25.018 Menschen (Stand 2015), wobei die Bevölkerungsentwicklung einen nahezu stetigen Zuwachs aufzeigt. Heute besteht Achern aus der Kernstadt und Oberachern sowie den sieben angrenzenden Stadtteilen Fautenbach, Gamshurst, Grossweier, Mösbach, Önsbach, Sasbachried und Wagshurst. Achern und seine Stadtteile liegen verkehrsgünstig und landschaftlich reizvoll vor der Hornisgrinde.

Achern gewinnt als Wirtschaftsstandort an Attraktivität. Mit rund 1.200 Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen ist Achern ein attraktiver Erwerbsstandort in der Region. Zu den größten in Achern ansässigen Unternehmen gehören die fischer group in Achern-Fautenbach und Kasto Maschinenbau in Achern-Gamshurst. Der Ortenaukreis unterhält in Achern ein Krankenhaus der Grundversorgung, das Ortenau Klinikum Achern.

Das Leopold-Denkmal am Adlerplatz markiert die geografische Mitte Badens. Die Nikolauskapelle ist das Wahrzeichen der Stadt. In Achern sind mehrere Einkaufsmöglichkeiten innerhalb kurzer Distanz und einem guten Service vorhanden.

Achern bietet eine optimale Verkehrsanbindung. Mit der mehrmals in der Stunde verkehrenden Regionalbahn ist eine gute Anbindung in Richtung Freiburg und Karlsruhe gegeben. Auch die Ortenau-S-Bahn fährt mehrmals täglich über Achern in Richtung Schwarzwald. Den öffentlichen Personennahverkehr bedienen mehrere Buslinien. Die Autobahn A5 Karlsruhe-Basel ist in wenigen Minuten zu erreichen. Der nächste Flughafen Karlsruhe/Baden-Baden liegt in ca. 30 km Entfernung und ist über die Autobahn gut angebunden.

Achern	Wert	Einheit	Bezugsjahr
Bevölkerung	25.018	Anzahl	2015
Fläche insgesamt	6.524	ha	2015
Waldfläche	769	ha	2015
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	4.099	ha	2015
Wohngebäude	5.947	Anzahl	2015
Wohnungen	11.701	Anzahl	2015
Kraftfahrzeugbestand	20.395	Anzahl	2015

Tabelle 1 – Strukturdaten der Stadt Achern (Quelle: STALA BW, 2015)

Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick über die Strukturdaten der Stadt Achern, welche sowohl für die Bewertung der Energie- und CO_2-Bilanz als auch für die Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen relevant sind. Diese grundlegenden Daten wurden beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (STALA BW) abgerufen. Das jeweilige Bezugs- bzw. Erhebungsjahr ist angegeben.

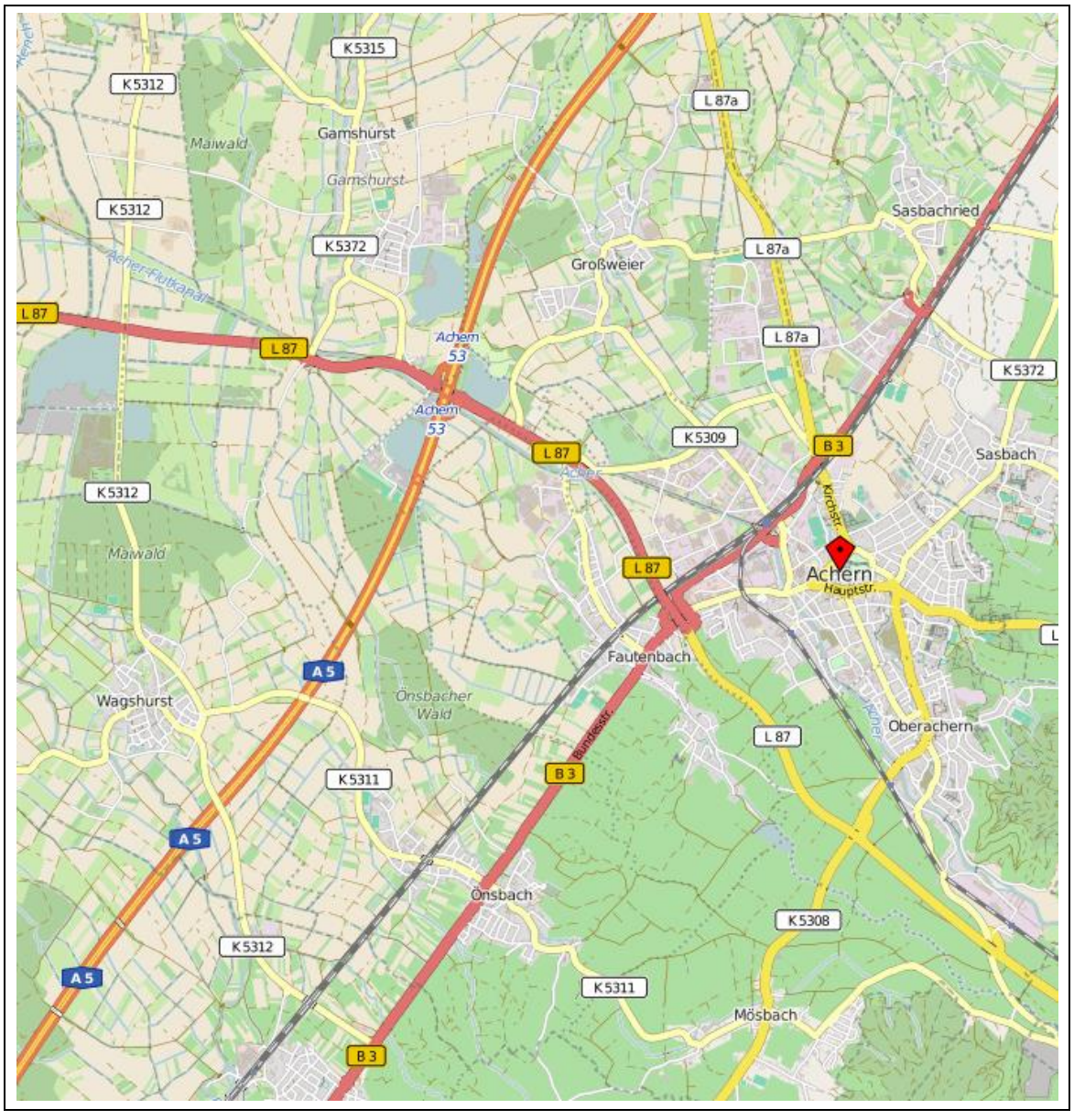

Abbildung 2 – Übersicht der Stadt Achern mit den Stadtteilen (Quelle: OpenStreetMap (and) contributors, 2015)

2.2 Klimaschutz in Achern

Die Stadt Achern ist in mehreren Bereichen im Klimaschutz aktiv. In den städtischen Liegenschaften konnten bereits mehrere Maßnahmen zur Energieeinsparung umgesetzt werden. Bis 2009 wurde der „Generalsbau“ der Illenau energetisch saniert. Anschließend sind die Mitarbeiter des technischen Rathauses in das neu gestaltete Gebäude eingezogen. Der Gebäudekomplex in der Illenau, eine ehemalige Heil- und Pflegeanstalt, erlangt dadurch eine Wiederbelebung. Im Zuge der Unterhaltung städtischer Gebäude werden energieeinsparende und somit klimawirksame Maßnahmen regelmäßig ausgelotet und bei den Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt. Im Mittelpunkt steht vorrangig die Sanierung und Erneuerung von Fenstern und Dächern sowie Dämmung der Decken der öffentlichen Liegenschaften. Die Gesamtkosten für die klimawirksamen Investitionen im Hochbaubereich beliefen sich in den Jahren 2009 bis 2014 auf 1,375 Mio. Euro. Auszugsweise sind hier die größten Investitionen aufgelistet: Sanierung der Fenster in der Robert-Schuman-Realschule (ca. 420 T€), Dachsanierung und Optimierung der Dämmung im Gymnasium (ca. 160 T€) sowie eine Dach- und Fenstersanierung im Bauhof (ca. 150 T€). In 2014 wurden zudem einzelne Objekte mit LED-Innenbeleuchtung ausgerüstet. Insgesamt wurden knapp 190 T€ investiert und beispielsweise die Beleuchtung in der Realschule Achern, in der Winfried Rosenfelder Hall, dem Bauhof und der Festhalle Gamshurst umgerüstet. Dadurch werden ca. 77 t CO_2 pro Jahr eingespart.

Die Stadt Achern verfügt seit 2002 über ein Energiemanagement, welches eine monatliche Verbrauchserfassung, einer systematischen Mitarbeiterschulung und einer Überwachung der technischen Komponenten einschließt.

In den Jahren 2016 und 2017 werden im Rahmen des Projektes „Modernisierung der Straßenbeleuchtung mit LED Leuchten“ ein Teil der Straßenbeleuchtungsanlagen in Achern und den Stadtteilen erneuert. Das Projekt wird von der „Nationalen Klimaschutzinitiative“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert. Mit der Umrüstung können die CO_2-Emissionen der Stadtverwaltung Achern erheblich gesenkt werden.

Mit Unterstützung der Stadtverwaltung Achern bietet die Ortenauer Energieagentur eine kostenfreie und neutrale Energie-Erstberatung für die Bürger von Achern an. Im Beratungsgespräch werden geeignete Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs oder den Einsatz energieeffizienter Haus- und Heiztechnik erläutert.

Beim Einsatz regenerativer Energien setzt die Stadt Achern sowohl auf privates Engagement im Bereich der öffentlichen Liegenschaften, als auch auf Investitionen durch die Sparte „Energie“ des Eigenbetriebs Stadtwerke und Investitionen der städtischen Eigenbetriebe selbst. Allein zwischen 2005 und 2010 wurden seitens der Eigenbetriebe insgesamt ca. 1,6 Mio. Euro in Photovoltaikanlagen investiert. Auszugsweise sind hier die größten Anlagen aufgelistet: Anlage beim Bauhof mit insgesamt 93 kW_p und die Anlage auf dem neuen Feuerwehrgebäude mit 99 kW_p. Insgesamt sind 291 kW_p an Photovoltaikanlagen im Besitz der Eigenbetriebe und sparen ca. 187 t CO_2 pro Jahr ein. Dachflächen auf Schulen und Hallengebäuden wurden teilweise an private Investoren vermietet, z.B. beim Gymnasium Achern oder der Schule in Wagshurst. Das Gymnasium Achern mit der

Hornisgrindehalle wird seit dem Umbau 2008 durch einen Holzhackschnitzel-Heizkessel sowie einem Öl-Spitzenkessel mit Wärme versorgt.

In der Robert-Schuman-Realschule inklusive Achertalschule wurde in 2013 ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit 20 kW elektrischer Leistung installiert, welches mit Erdgas betrieben wird. In der Grund- und Werkrealschule Achern steht seit 2008 ebenfalls ein Erdgas-BHKW mit 50 kW elektrischer Leistung.

Diese drei Anlagen werden in einem Energiespar-Contracting betrieben. Die Wärmeerzeuger wurden durch WISAG Energiemanagement neu errichtet und betrieben. Im Jahr 2014 wurden am Gymnasium 88,8 % der insgesamt benötigten Wärme durch den Holzhackschnitzel-Heizkessel erzeugt. An der Grund- und Hauptschule konnten 2014 ca. 87 % der benötigten Wärme durch das BHKW erzeugt und damit ca. 4.250 Volllaststunden erreicht werden. An der Robert-Schuman-Realschule konnte das BHKW 31,7 % der insgesamt benötigten Wärme erzeugen (ca. 3.060 Volllaststunden). Der Deckungsanteil soll in den kommenden Jahren noch deutlich gesteigert werden.

Achern ist im Bereich Klimaschutz schon sehr aktiv. Mit einem Klimaschutzkonzept kann die Stadt Achern sich ein planvolles Vorgehen zum Thema Klimaschutz erarbeiten lassen.

2.3 Wohngebäude- und Siedlungsstruktur

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in Achern wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie geht man davon aus, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen (Busch et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt (vgl. Methodik, Kapitel 9). Die Grenzjahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand als verhältnismäßig homogen angenommen, sodass 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 werden (Busch et al., 2010).

Die 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.

Der Fokus der vor Ort Begehung liegt auf dem Kernstadt. Die Stadtteile inklusive Oberachern wurden nicht betrachtet.

Auf Basis dieser Erhebung sind in der folgenden Abbildung 3 die Wohngebäude von Achern nach Baualter dargestellt. Rund 75 % der vorhandenen Wohngebäude (Bestandsgebäude) sind vor Inkrafttreten der zweiten Wärmeschutzverord-

nung (WSchV) 1984 erbaut worden. Dies ist von besonderem Interesse, da Wärmedämmung damals eine untergeordnete Rolle spielte und das Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen dementsprechend hoch ist.

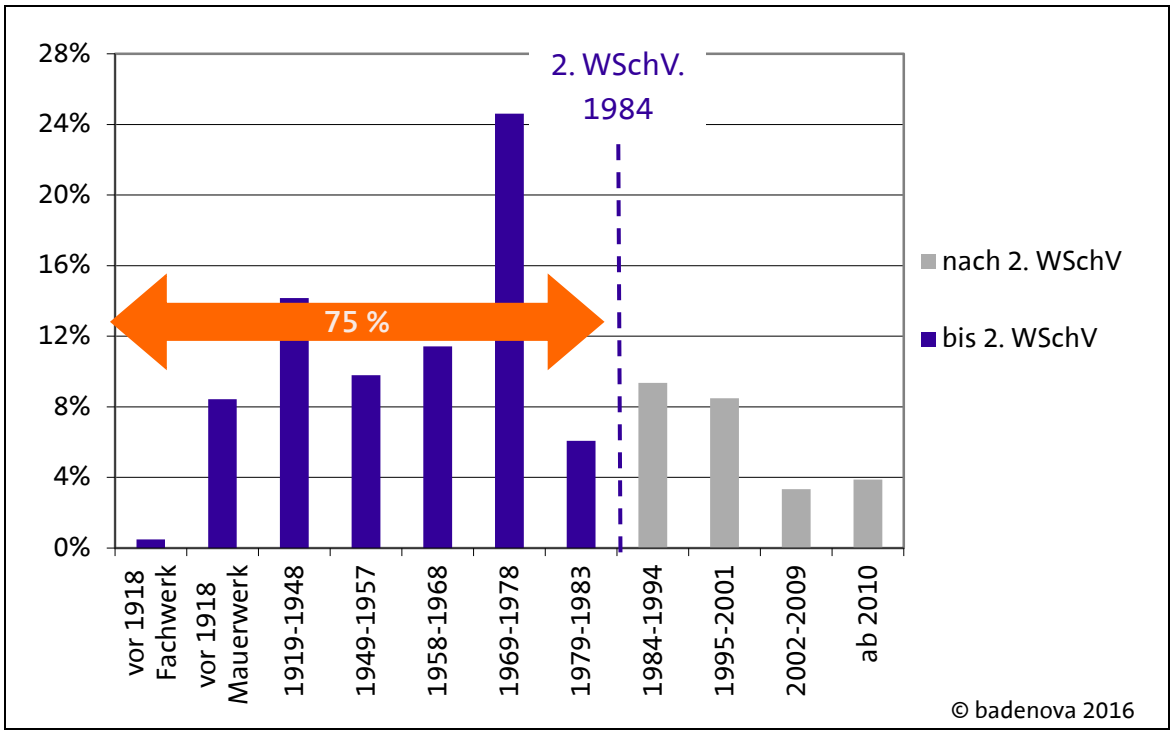

Abbildung 3 – Anteil der Wohngebäude nach Baualter und WSchV in Achern (Kernstadt)

Aus der Einordnung der Gebäude in die Gebäudetypologie lassen sich Aussagen über die Siedlungsstruktur von Achern treffen. Hierzu wurden alle Gebäude in Altersklassen eingeteilt und zu Baublöcken zusammengefasst. Dies erleichtert die schnelle Identifizierung von Gebieten ähnlicher Struktur für mögliche Maßnahmen zur Energieeinsparung. In Achern befinden sich in der Kernstadt zahlreiche Gebäude, die noch vor oder zwischen den beiden Weltkriegen erbaut wurden. Deutlich wird, dass besonders in den 1960er und 1970er Jahren neue Wohngebiete erschlossen wurden. Immer wieder sind in der Stadt neue Gebäude hinzugekommen, sowohl in neu ausgewiesenen Wohngebieten als auch als Nachverdichtung, sodass heute eine gemischte Gebäudestruktur aufzufinden ist. Aufgrund der stetig steigenden Bevölkerungszahlen der Stadt wurden in den letzten beiden Jahrzehnten und werden auch aktuell neue Baugebiete ausgewiesen. In Abbildung 4 sind der Übersichtlichkeit wegen die Flurstücke anhand der Baualtersklasse des darauf gebauten Gebäudes eingefärbt.

Da bei der Datenerhebung das Gebäudealter ausschließlich von „außen“ ermittelt werden konnte, sind in Abbildung 4 die Gebäude nach aktuellem Sanierungsstand abgebildet. D.h. ein Gebäude, welches vor 1949 erbaut wurde und an welchem beispielsweise um 1970 Fassaden- und Sanierungsarbeiten durchgeführt wurden, kann aufgrund der optischen, spezifischen Baumerkmale nur als Gebäude der Klasse 1969 – 1983 identifiziert werden. Dieser Effekt spiegelt sich vorwiegend in der Innenstadt wieder.

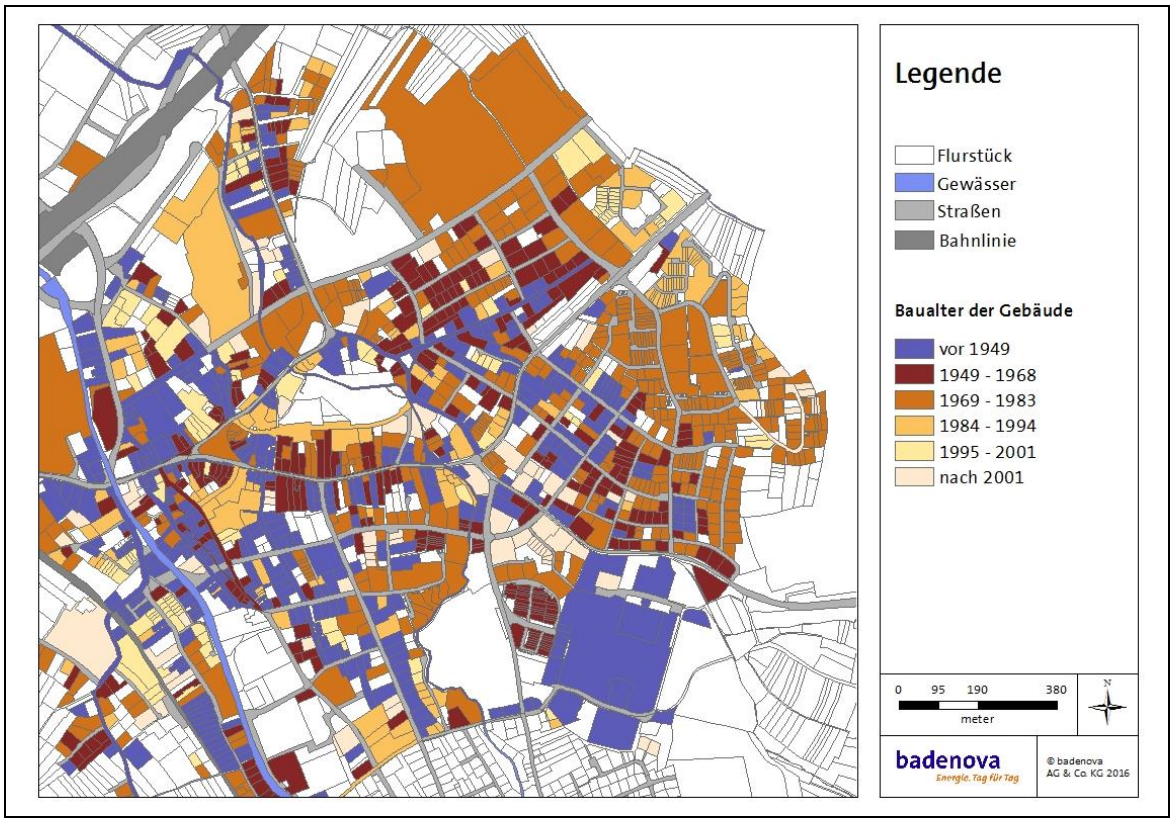

Abbildung 4 – Siedlungsstruktur der Kernstadt nach Baualter der Gebäude

Neben dem Gebäudealter sind auch die Energiebedarfswerte für die Ermittlung der Energieeinsparpotenziale des Wohnbestands relevant, die wiederum von der jeweiligen Gebäudeart abhängig sind. In Achern wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m^2 zwischen den vier Gebäudearten Einfamilienhaus, Reihenhaus/Doppelhaushälften, Mehrfamilienhaus und Hochhaus unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

Charakteristisch für ländliche Gemeinden sind freistehende Einfamilienhäuser, die in der Kernstadt in Achern ohne die Stadtteile immerhin 52 % 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.

Eine Gebäudeart, die z.B. gut für die Versorgung durch eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geeignet wäre, sind Hochhäuser oder große Mehrfamilienhäuser. In der Kernstadt Achern gibt es ca. 460 solcher Gebäude, plus 6 Hochhäuser. Gemeinsam mit kleineren Mehrfamilienhäusern machen sie 25 % der Gebäude aus. Diese Zahlen sind im Vergleich zu ländlichen Gemeinden relativ hoch und machen die städtische Siedlungsstruktur von Achern deutlich.

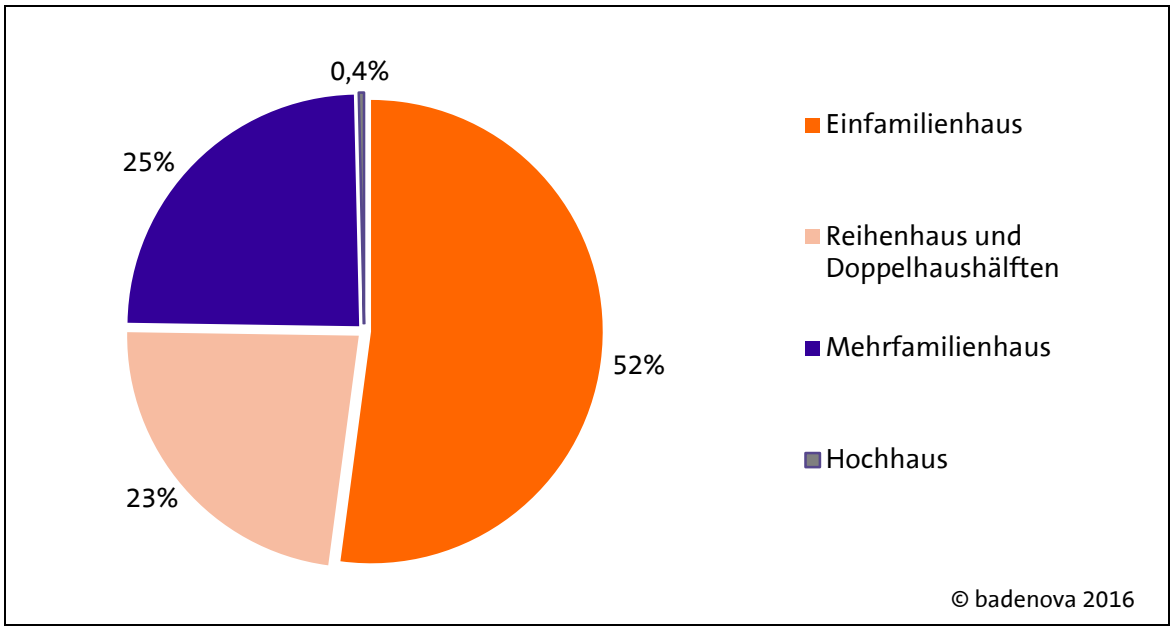

Abbildung 5 – Verteilung der Gebäudearten in Achern (Kernstadt)

2.4 Lokale Wärmeinfrastruktur

In nahezu allen Stadtteilen der Stadt Achern sind Erdgasleitungen vorhanden. Die Kernstadt, die Gewerbegebiete und die meisten Wohngebiete in den erschlossenen Stadtteilen weisen eine hohe Leitungsdichte aus. Die Stadtteile Gamshurst, Mösbach und Wagshurst sind nicht an ein Erdgasnetz angeschlossen, Grossweier ist nur spärlich erschlossen. Dort wäre eine Ausweitung und Nachverdichtung sinnvoll, um den Bürgern die Möglichkeit zu bieten auf alternative Energieträger wie bspw. Bioerdgas an Stelle vom häufig verwendeten Heizöl umzustellen. In Summe sind ca. 35 % der Gebäude an das Erdgasnetz angeschlossen. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass Erdgas einen hohen Anteil zur Wärmeerzeugung in der Stadt beiträgt (vgl. Kapitel 3.2). Abbildung 6 gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbauzustand der Gasnetzinfrastruktur am Beispiel der Kernstadt.

In der Stadt sind sowohl in privaten Haushalten als auch in Gewerbebetrieben mehrere Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen installiert, die mit Erdgas oder Bioerdgas betrieben werden. Außerdem ist ein kleines Nahwärmenetz vorhanden, siehe Abbildung 7. Mehrere Mehrfamilienhäuser in der Robert-Schuman-Straße werden über dieses Netz mit Wärme versorgt. Zum Einsatz kommen zwei Erdgasthermen, welche die angeschlossenen Gebäude mit Wärme versorgen.

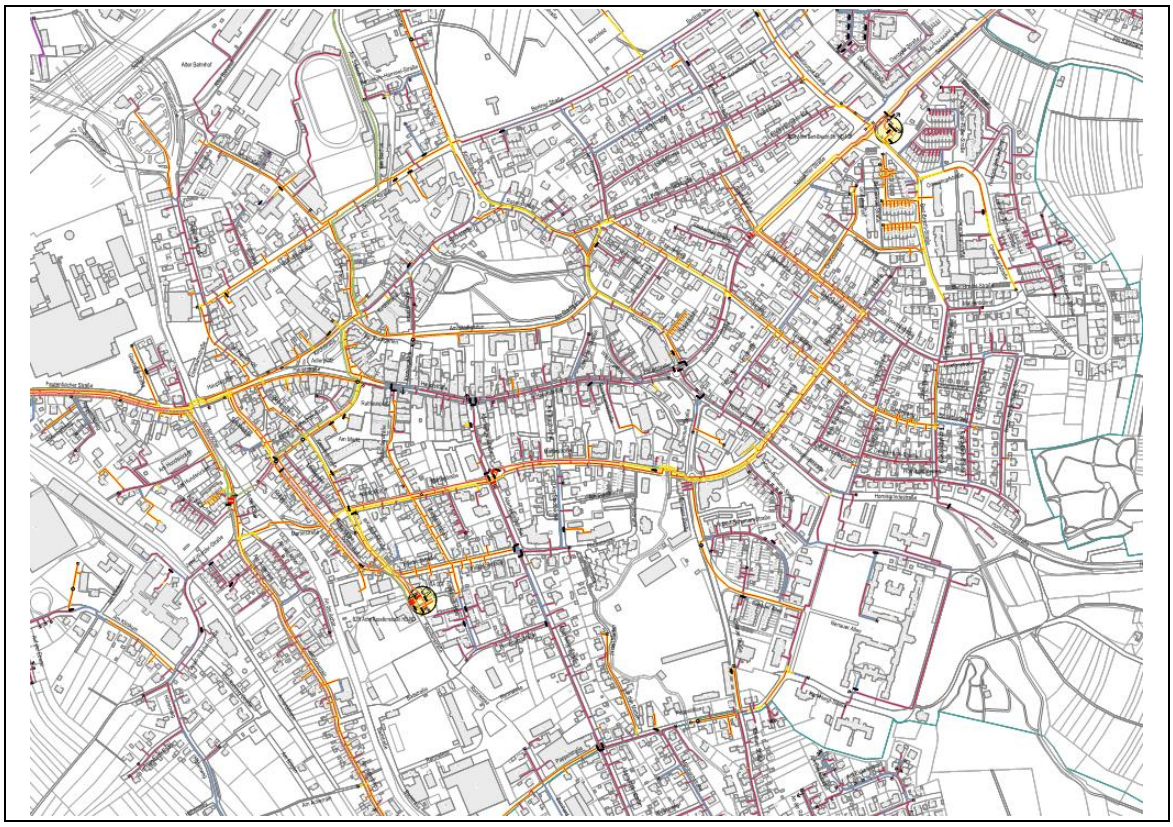

Abbildung 6 –Gasleitungen (rot, orange und gelb) in der Kernstadt

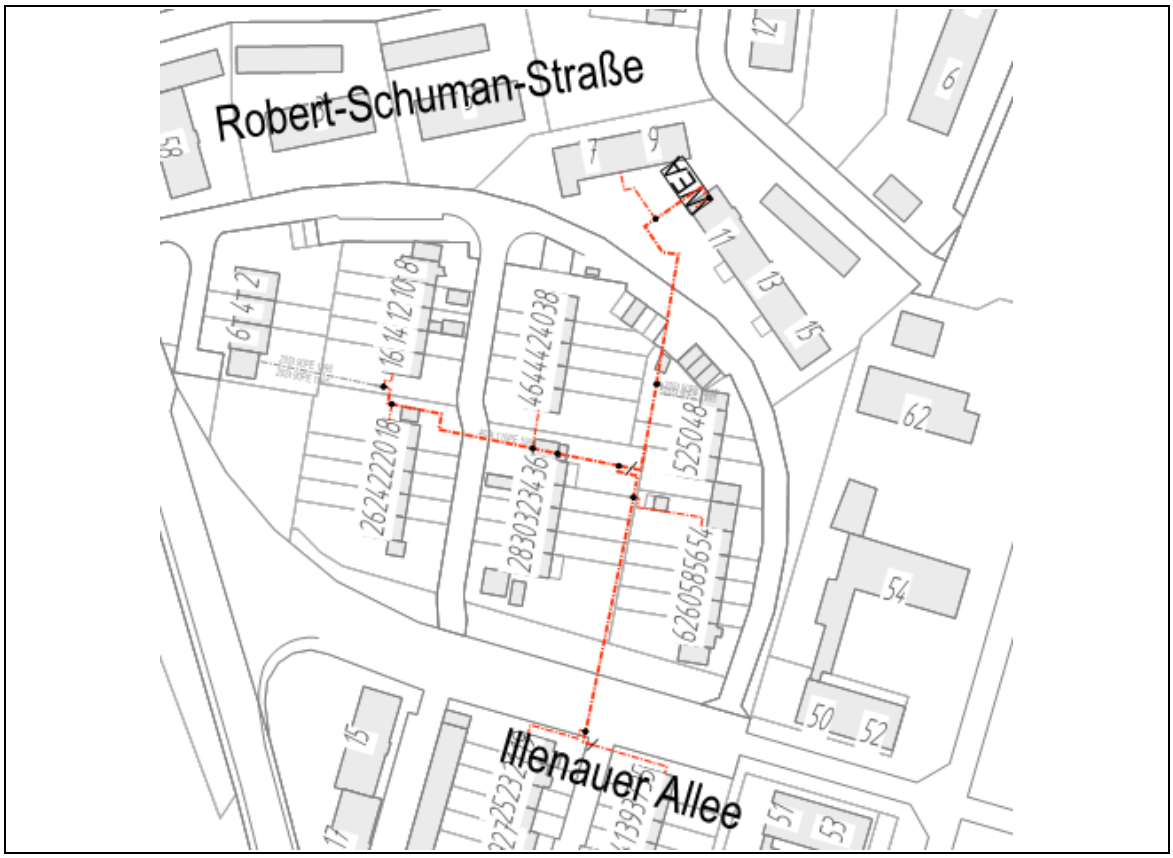

Abbildung 7 – Lage des Nahwärmenetzes (rot) im Kernort von Achern

3. Energienutzung und CO_2-Bilanz

3.1 Stromverbrauch und Strombedarfsdeckung

3.1.1 Stromverbrauch nach Sektoren

Die aktuellen Stromverbrauchsdaten des Bilanzjahres 2013, aggregiert auf die gesamte Stadt, sowie Verbrauchsdaten der Straßenbeleuchtung wurden durch eine Abfrage beim örtlichen Stromnetzbetreiber, der Syna GmbH, erhoben. Die Stadtverwaltung stellte zusätzlich detaillierte Stromverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Nach diesen Daten lag der Stromverbrauch in Achern bei rund 146.778 MWh im Jahr 2013. Der Sektor Wirtschaft hat mit 69 % den mit Abstand größten Anteil des jährlichen Stromverbrauchs (ca. 99.932 MWh/Jahr). Mit 24 %, also rund 35.830 MWh/Jahr, steht der Sektor private Haushalte an zweiter Stelle. Der Heizungsstrom ist für 4 % des Gesamtstromverbrauchs verantwortlich. Der restliche Verbrauch ist dem Sektor kommunale Liegenschaften (2 %) und der Straßenbeleuchtung der Stadt (1 %) zuzuordnen (vgl. Abbildung 8).

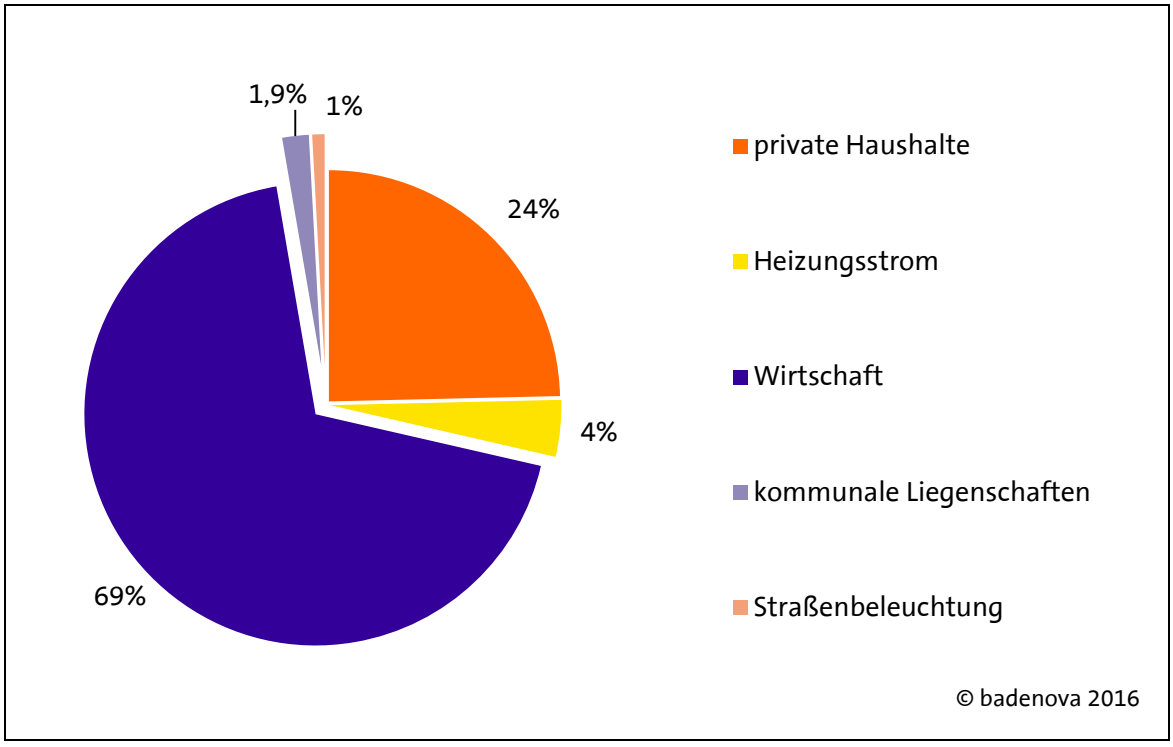

Abbildung 8 – Gesamtstromverbrauch in Achern nach Sektoren

Der Stromverbrauch der gesamten kommunalen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung betrug in 2013 ca. 3.947 MWh. Die folgende Einzelauflistung der öffentlichen Liegenschaften bezieht sich auf das Jahr 2015, um den aktuellen Stand aufzeigen zu können. Einen hohen Einzelverbrauch hat die die Kläranlage mit 1.123 MWh/Jahr (Stand 2014). Allerdings wird ein Großteil der benötigten Energie der Kläranlage über Blockheizkraftwerke selbst erzeugt (ca. 37 %). Die Kläran-

lage wird in Kapitel 5.2.5 tiefergehend betrachtet. Das Gymnasium mit Mensa und angeschlossener Hornisgrindehalle sowie das Rathaus am Markt machen mit 362 MWh bzw. 187 MWh Strom ebenfalls einen großen Anteil des kommunalen Stromverbrauchs aus (vgl. Abbildung 9).

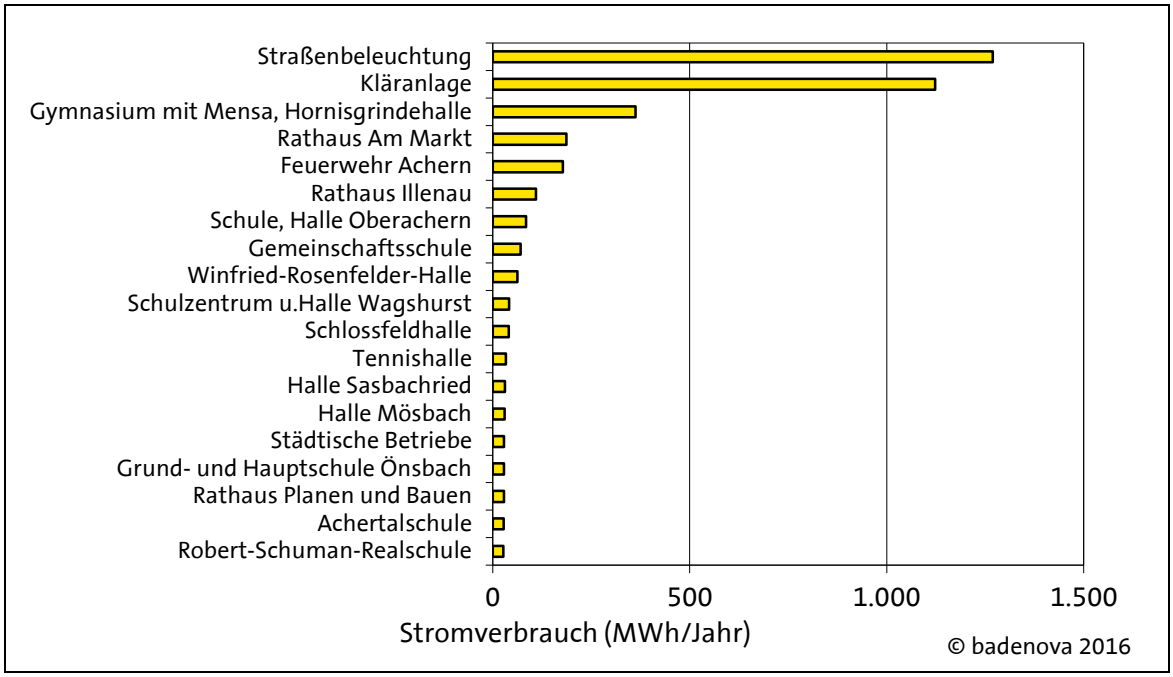

Abbildung 9 – Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften, Auszug (2015)

Zusätzlich zu diesen Verbräuchen der kommunalen Liegenschaften wurde Strom für die Straßenbeleuchtung der Stadt verbraucht (1.250 MWh). 44 % entfallen auf die Straßenbeleuchtung in Achern, 12 % auf Oberachern, 10 % auf Fautenbach und 8 % auf Gamshurst. Die verbleibenden Stadtteile verbrauchen jeweils weniger als 7 %. Insgesamt gibt es in der Stadt knapp 4.180 Leuchten, wovon die meisten Hochdrucknatriumdampflampen (2.182 Stück) sind. Ein weiterer großer Teil sind NAV-Natriumdampflampen (1.063 Stück). In Teilen wurden bereits moderne LED-Leuchten installiert (377 Stück). Der Austausch hin zu diesen hocheffizienten Leuchten sollte schrittweise fortgeführt werden.

Zwischen 2013 und 2015 war der Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung nahezu konstant (vgl. Abbildung 10), tendenziell sogar leicht steigend. Durch eine Umrüstung auf LED Straßenbeleuchtung kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Für den Vergleich der Straßenbeleuchtung mit anderen Gemeinden wurde der Strombedarf auf die Einwohnerzahl bezogen. In Achern wurden im Jahr 2013 ca. 50 kWh Strom pro Einwohner für die Straßenbeleuchtung aufgewendet. Damit liegt die Stadt unter dem Mittelwert von 52,8 kWh/Jahr der mehr als dreißig Referenzgemeinden (vgl. Abbildung 11). Mit einem beispielhaften, spezifischen Verbrauch von 30 kWh je Einwohner und Jahr, was dem Spitzenwert der Referenzgemeinden in Abbildung 11 entspricht, summiert sich der Stromverbrauch auf 750 MWh und damit einer Einsparung von 499 MWh bei vollständiger Umrüstung auf LED Technik.

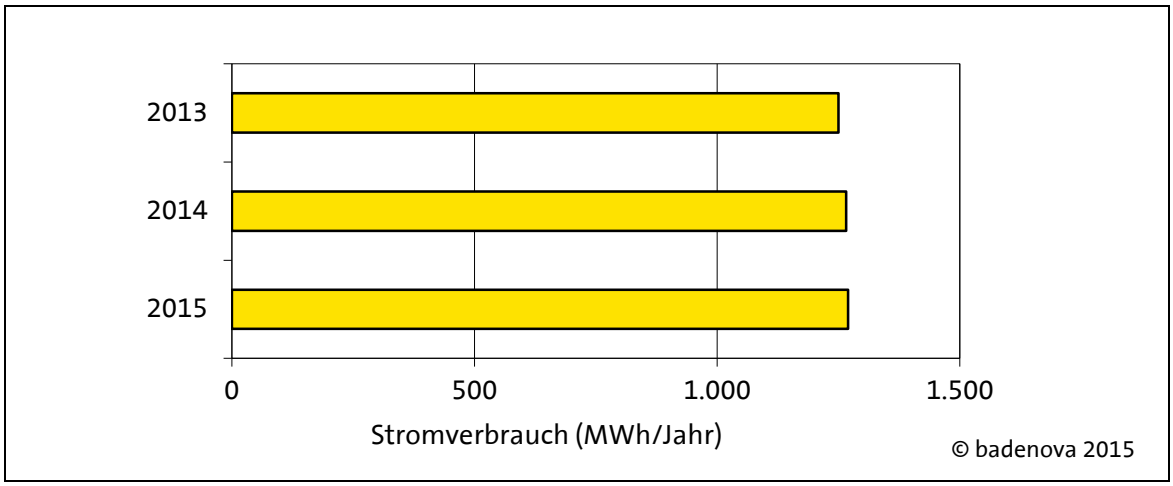

Abbildung 10 – Entwicklung Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung (2013-2015)

Durch die fortlaufende Modernisierung der Straßenbeleuchtung in der Stadt wird Achern das hohe Potenzial zur Verbesserung der Effizienz langfristig ausschöpfen und dadurch Energieeinsparungen realisieren.

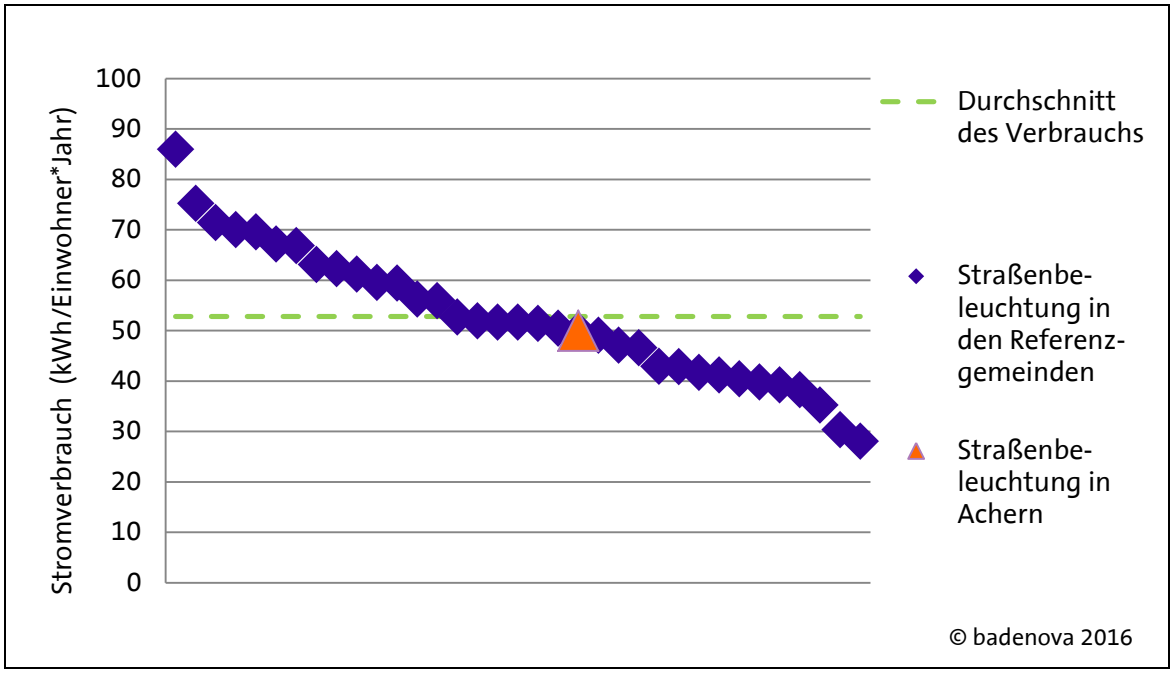

Abbildung 11 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner und Jahr

3.1.2 Strombedarfsdeckung

Daten zu Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien (Anlagentyp, Leistung und eingespeiste Strommengen) wurden beim Übertragungsnetzbetreiber TransnetBW abgefragt. Danach wurde der Strom aus erneuerbaren Energien in Achern im Jahr 2015 durch 993 PV-Anlagen (insgesamt 13.658 kW Leistung), 7 Wasserkraftanlagen mit in Summe 338 kW, zwei Mini-Windkraftanlagen mit

insgesamt 9 kW Leistung und vier Biomasse-Anlagen (inkl. Klärgasnutzung; insgesamt 380 kW Leistung) erzeugt.

In Abbildung 12 ist die Zahl der jeweils zugebauten PV-Anlagen über acht Jahre inklusive der kumulierten Leistung ausgewiesen. Der Trend zeigt eine stetige Steigerung der gesamten installierten Leistung zwischen den Jahren 2008 und 2015 von 3.676 kW auf 13.658 kW. Gleichwohl nimmt der Zubau an neuen Anlagen (Anzahl) ab. Durch geänderte Rahmenbedingungen im Erneuerbaren-Energien-Gesetz sinkt die Vergütung für eingespeisten Photovoltaikstrom beständig. Der durch PV-Anlagen eingespeiste Strom steigerte sich von 2.753 MWh im Jahr 2008 auf 12.426 MWh im Jahr 2015.

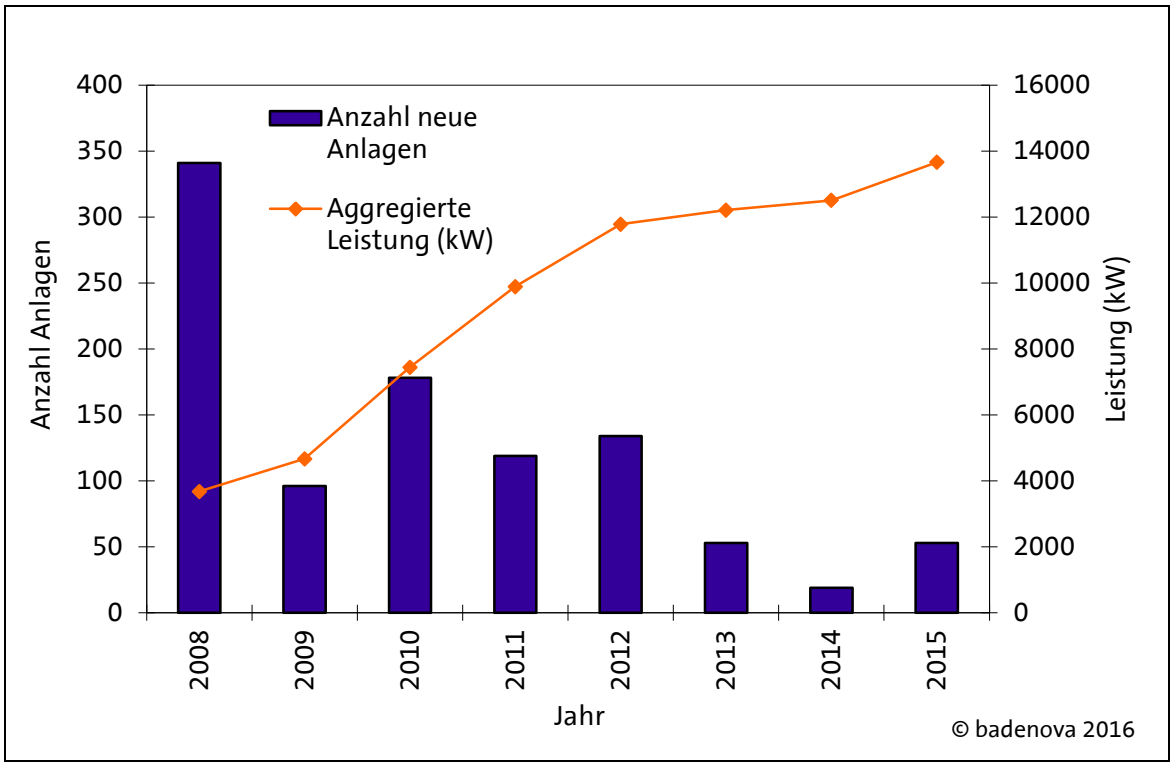

Abbildung 12 – Zubau PV-Anlagen und aggregierte Leistung

Für das Bilanzjahr gilt: Im Jahr 2013 erzeugten die installierten PV-Anlagen zusammen etwa 10.542 MWh Strom und deckten somit ca. 8 % des gesamten Stromverbrauchs der Stadt (vgl. Abbildung 13). Dieser Anteil liegt im Vergleich mit anderen Gemeinden im unteren Bereich, was auch an dem hohen Stromverbrauch für z.B. den Wirtschaftssektor liegt.

Neben den genannten Stromeinspeiseanlagen auf Basis erneuerbarer Energien können auch konventionelle Erzeugungsanlagen, z.B. kleinere Blockheizkraftwerke (BHKW), einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz leisten. In Achern sind mehrere Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) in Gewerbebetrieben und Privathaushalten vorhanden. Insgesamt werden 838 MWh/Jahr und damit 5,8 % des Gesamtstromverbrauchs von Achern mit dieser effizienten Technologie erzeugt und in das Stromnetz eingespeist (vgl. Abbildung 13). Knapp 7.660 MWh des KWK-Stromes werden regenerativ aus Biomasse erzeugt, werden allerdings in Abbildung 13 als KWK bilanziert.

KWK-Anlagen können und sollen einen wesentlichen Beitrag zu einer dezentralen, nachhaltigen Energieversorgung leisten. KWK-Systeme bieten den Vorteil, dass sie gleichzeitig Wärme und Strom in einer Anlage erzeugen. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems ist hierbei höher als bei der ausschließlichen Stromerzeugung (vgl. Abbildung 14).

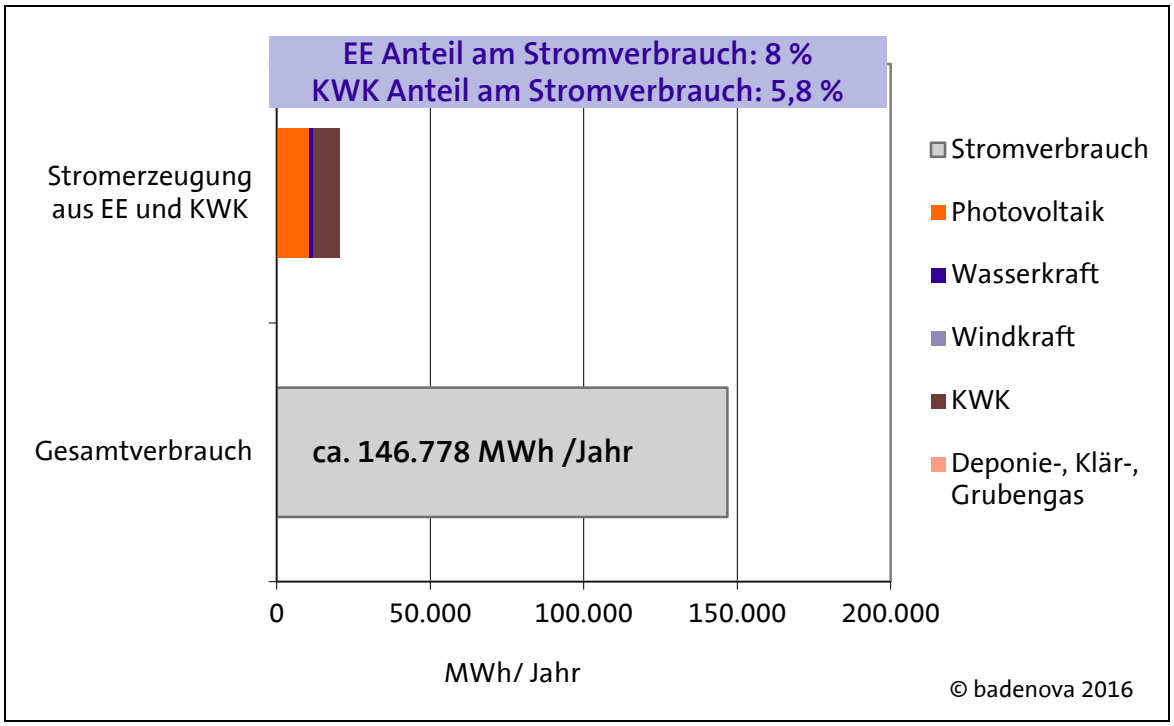

Abbildung 13 – Anteil der Stromerzeugung aus EE und KWK im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch im Jahr 2013

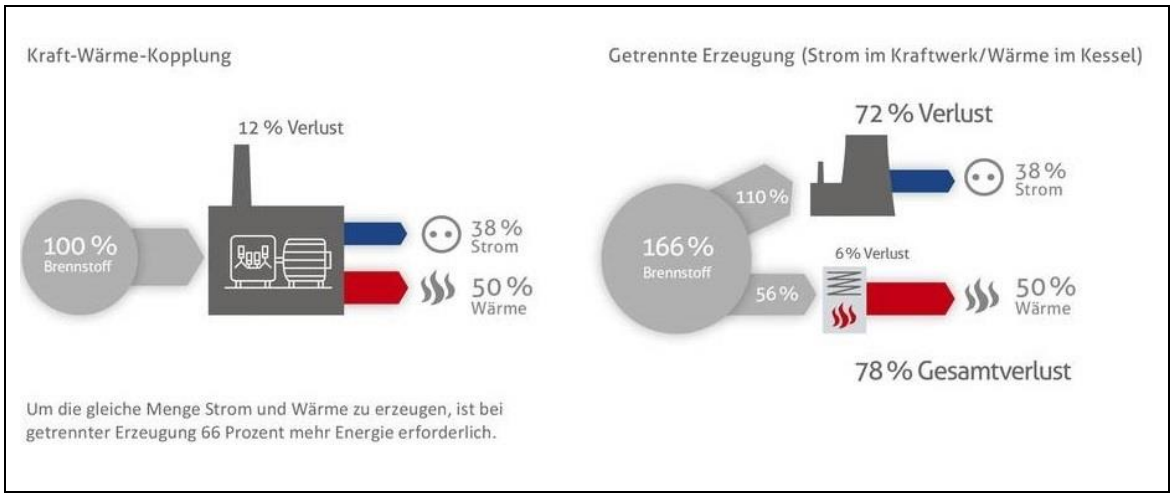

Abbildung 14 – Darstellung des Endenergieeinsatzes bei getrennter und gekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom (Quelle: Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., 2011)

3.1.3 CO_2-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Für die CO_2-Bilanzierung des Stromverbrauchs der Stadt Achern wurde der Emissionsfaktor von 0,617 t CO_2/MWh für den deutschen Strommix angenommen (IFEU, 2015), vgl. Kapitel 9.3. Auf Basis dieser Kenndaten betrug der CO_2-Ausstoß für die Deckung des Stromverbrauchs der Stadt ca. 90.562 t im Jahr 2013.

Durch die Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien trägt Achern dazu bei, dass sich die CO_2-Belastung des Strommixes verbessert. Da die CO_2-Emissionen dieser Anlagen deutlich niedriger sind als der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes, wurde zusätzlich ein kommunaler Strommix für Achern berechnet, in dem diese Anlagen berücksichtigt werden. Für die Berechnung des kommunalen Strommixes wurden Emissionsfaktoren von 0,061 t CO_2/MWh für Strom aus Photovoltaik-Anlagen und 0,214 t CO_2/MWh für Strom aus Biomasse-Anlagen angenommen (IFEU, 2014a; IFEU, 2015). Durch den Strom aus erneuerbaren Energien wurden in Achern im Jahr 2013, im Vergleich zu Strom aus dem deutschen Strommix, 8.669 t CO_2 vermieden. Abbildung 15 zeigt den Beitrag der erneuerbaren Energien zur Minderung des CO_2-Ausstoßes über die letzten Jahre.

Seit 2013 ist die Stromerzeugung aus Biomasse rückläufig, da die Anlagen vom Netz gegangen sind. Das kann verschiedene Gründe haben. Neben der Rentabilität ist sicher eine Eigenstromnutzung die häufigste Ursache dafür.

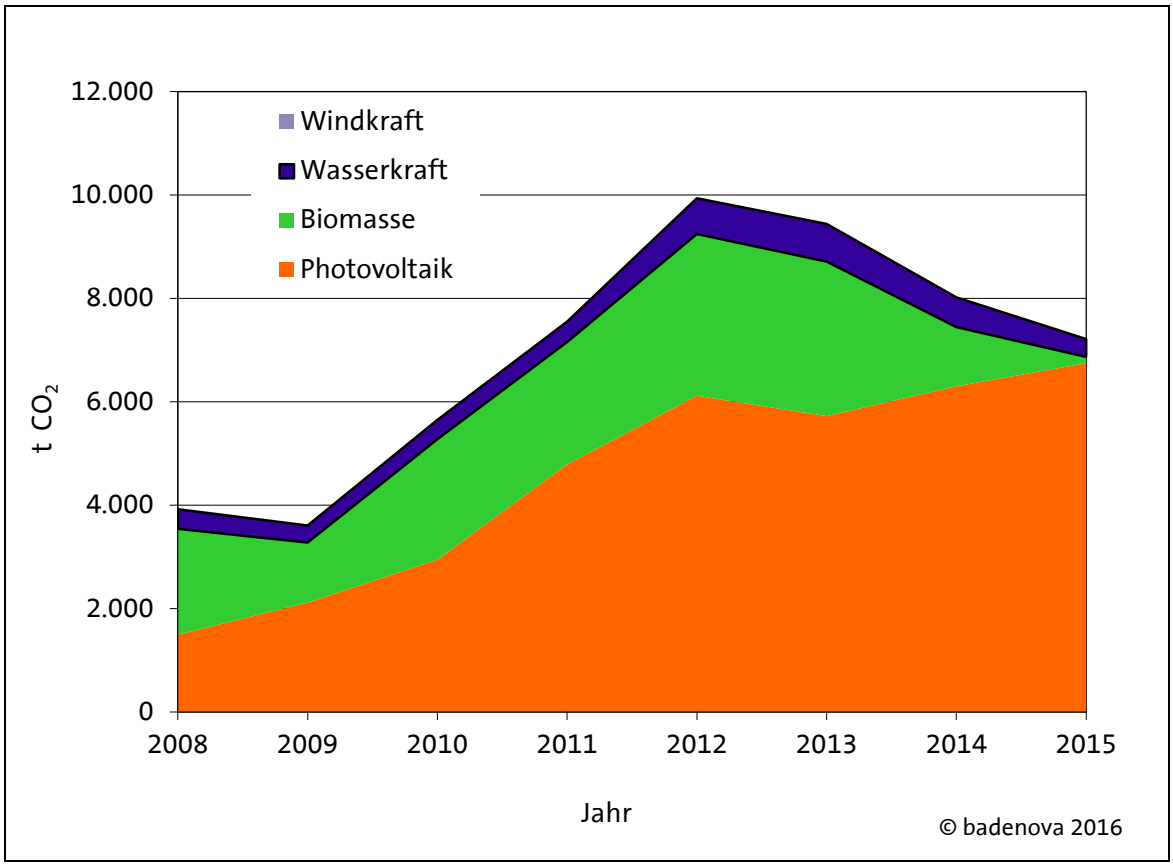

Abbildung 15 – Vermeidung von CO_2-Emissionen durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien im Vergleich zum deutschen Strommix

3.2 Wärmeverbrauch und Wärmebedarfsdeckung

3.2.1 Wärmeverbrauch nach Sektoren

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

- Für den nicht-netzgebundenen Verbrauch wurden aggregierte Daten des LUBWs (LUBW, 2015) zu dem Energieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsanlagen herangezogen. Zusätzlich wurde von den Schornsteinfegermeistern eine genauere Auflistung der installierten Leistungen zur Verfügung gestellt, die allerdings keine Rückschlüsse auf einzelne Feuerungsanlagen zulässt.
- Gewerbliche und industrielle Betriebe wurden direkt nach ihrem Energieverbrauch mittels Fragebogen befragt.
- Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank „Solaratlas.de“ ermittelt. Diese Datenbank erfasst jedoch nur solarthermische Anlagen, die durch das bundesweite Marktanreizprogramm gefördert wurden.
- Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Aus diesen verschiedenen Datenquellen lässt sich, zusammen mit der Gebäude- und Siedlungsstruktur (vgl. Kapitel 2.3), der Gesamtwärmeverbrauch in Achern abschätzen (vgl. Kapitel 9). Dieser beträgt rund 348.129 MWh im Jahr 2013. Betrachtet man den Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren, wird deutlich, dass die privaten Haushalte mit 60 % am Gesamtverbrauch den höchsten Wärmeverbrauch darstellen. Die örtlichen Industrie- und Gewerbebetriebe nehmen einen Anteil von 38 % ein (vgl. Abbildung 16).

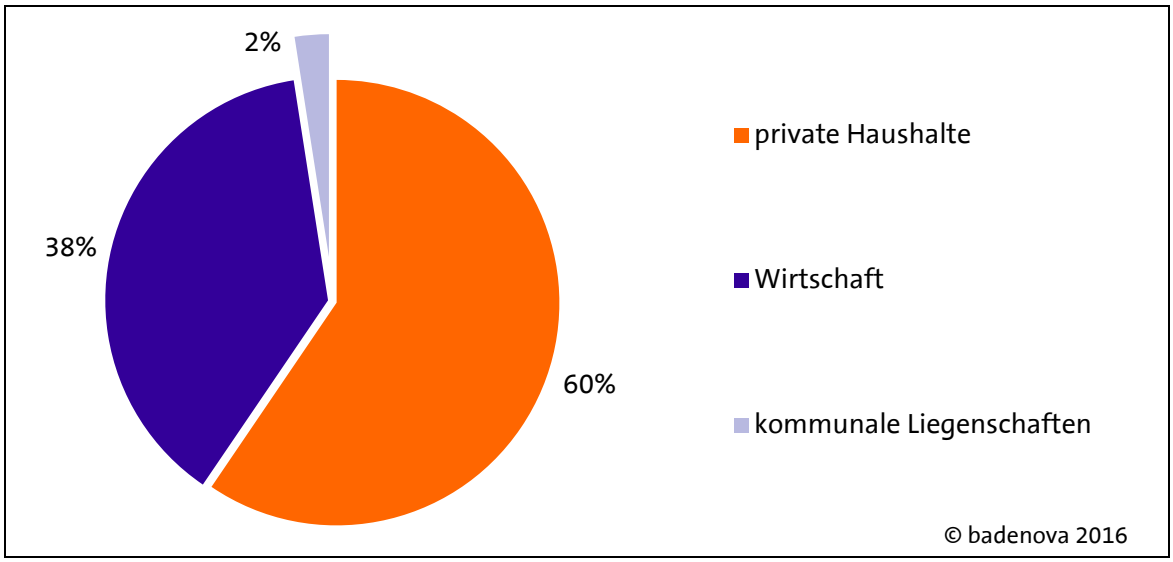

Abbildung 16 – Gesamtwärmeverbrauch nach Sektoren

3.2.2 Wärmebedarfsdeckung nach Energieträger

Nach den vorliegenden Informationen wird zur Deckung des jährlichen Wärmebedarfs in Achern zum größten Teil Heizöl (51 %, ca. 177.500 MWh) gefolgt von Erdgas (27 %, ca. 94.000 MWh) eingesetzt. Energieholz (16 %, ca. 55.000 MWh) und sonstige fossile Energieträger (3 %, im wesentlichen Flüssiggas, ca. 9.256 MWh) stehen an dritter und vierter Stelle. Insgesamt werden 18 % des Wärmeverbrauchs der Stadt durch erneuerbare Energiequellen (EEQ) erzeugt: Neben Energieholz werden auch Solarthermie (0,8 %, ca. 2.825 MWh) und Umweltwärme, d.h. Erd- und Luftwärmepumpen, (0,2 %, 524 MWh) eingesetzt. Zusätzlich werden 2 % (ca. 5.756 MWh) des Wärmeverbrauchs durch Heizungsstrom gedeckt (vgl. Abbildung 17).

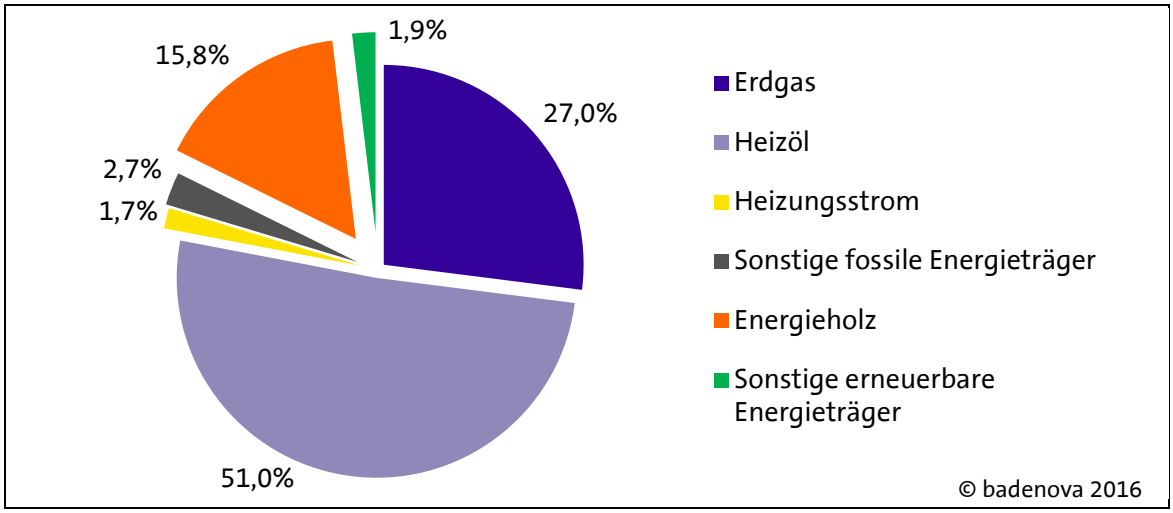

Abbildung 17 – Gesamtwärmeverbrauch nach Energieträgern

Abbildung 18 zeigt nochmals detailliert die Aufteilung der Energieträger auf den Wärmeverbrauch der Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und kommunale Liegenschaften.

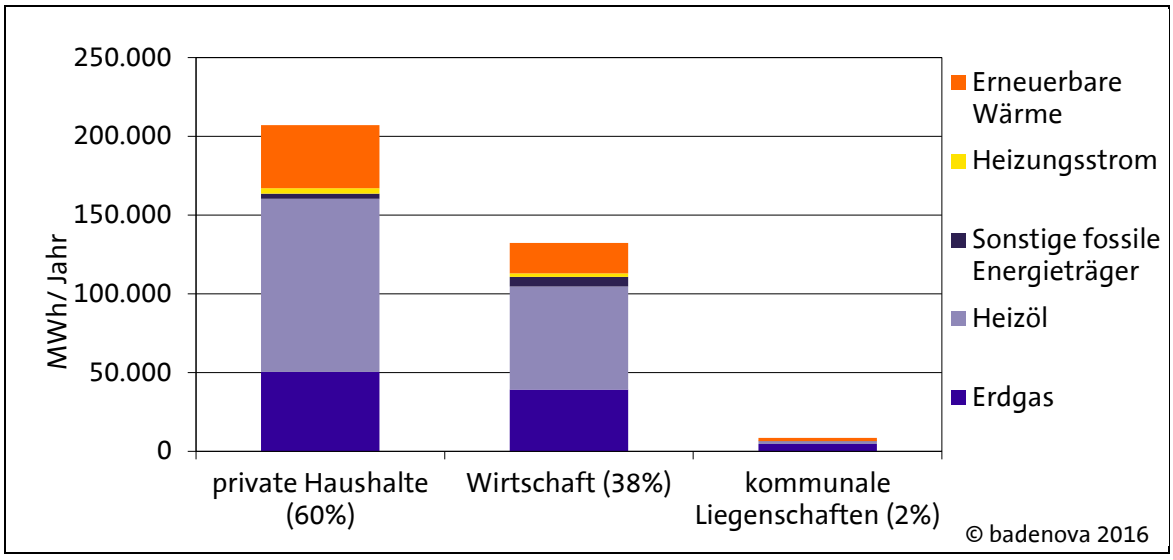

Abbildung 18 – Wärmeverbrauch der einzelnen Sektoren nach Energieträgern

Für die kommunalen Liegenschaften wurden im Jahr 2013 ca. 8.591 MWh für die Wärmeversorgung benötigt. Davon wurden 62 % aus Erdgas, 20 % aus Heizöl, 17 % aus Holz-Pellets oder –Hackschnitzel und 1 % aus Flüssiggas bereitgestellt.

Die höchsten Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften weisen mit ca. 1.130 MWh (Erdgas) sowie 1.100 MWh Wärmeverbrauch (Hackschnitzel) im Jahr 2015 die Gemeinschaftsschule und das Gymnasium mit Mensa und angeschlossener Hornisgrindehalle auf. Weitere große Verbraucher sind das Rathaus in der Illenau, welches über den Energieträger Erdgas versorgt werden (siehe Abbildung 19). In der Winfried-Rosenfelder-Halle wird ebenfalls die Wärme aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz in Form von Holz-Pellets gewonnen.

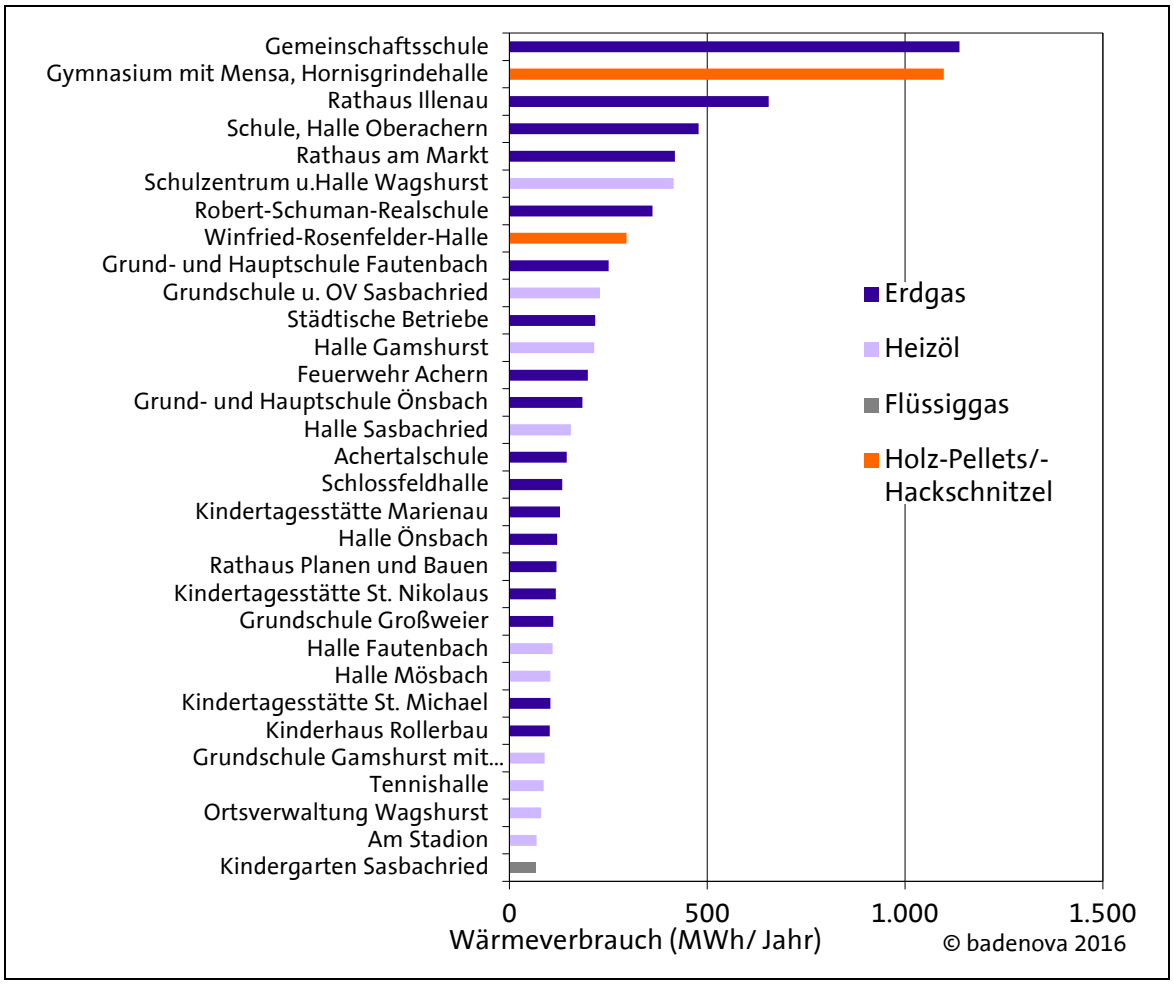

Abbildung 19 – Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften, Auszug (2015)

3.2.3 Wärmekataster

In einem Geographischen Informationssystem (GIS) können die Wärmebedarfsdaten (vgl. Abschnitt 9.2) mit Lageinformationen der Gebäude der Stadt zusammengeführt werden. Das sich hieraus ergebende Wärmekataster verdeutlicht die geographische Verteilung des Wärmebedarfs.

Als Auszug aus diesem Kataster zeigt Abbildung 20 den absoluten Wärmebedarf auf Gebäudeebene. Aus den Karten erkennt man deutlich die Wärmeinseln mit hohem Wärmebedarf. Aufgrund ihrer Größe weisen beispielsweise das Gymnasium Achern (Mitte oben), das Wohngebiet in der Scheffel-/Hebelstraße (Bildmitte) oder das Hochhaus in der Straßburger Straße (Mitte rechts) einen hohen Wärmebedarf aus.

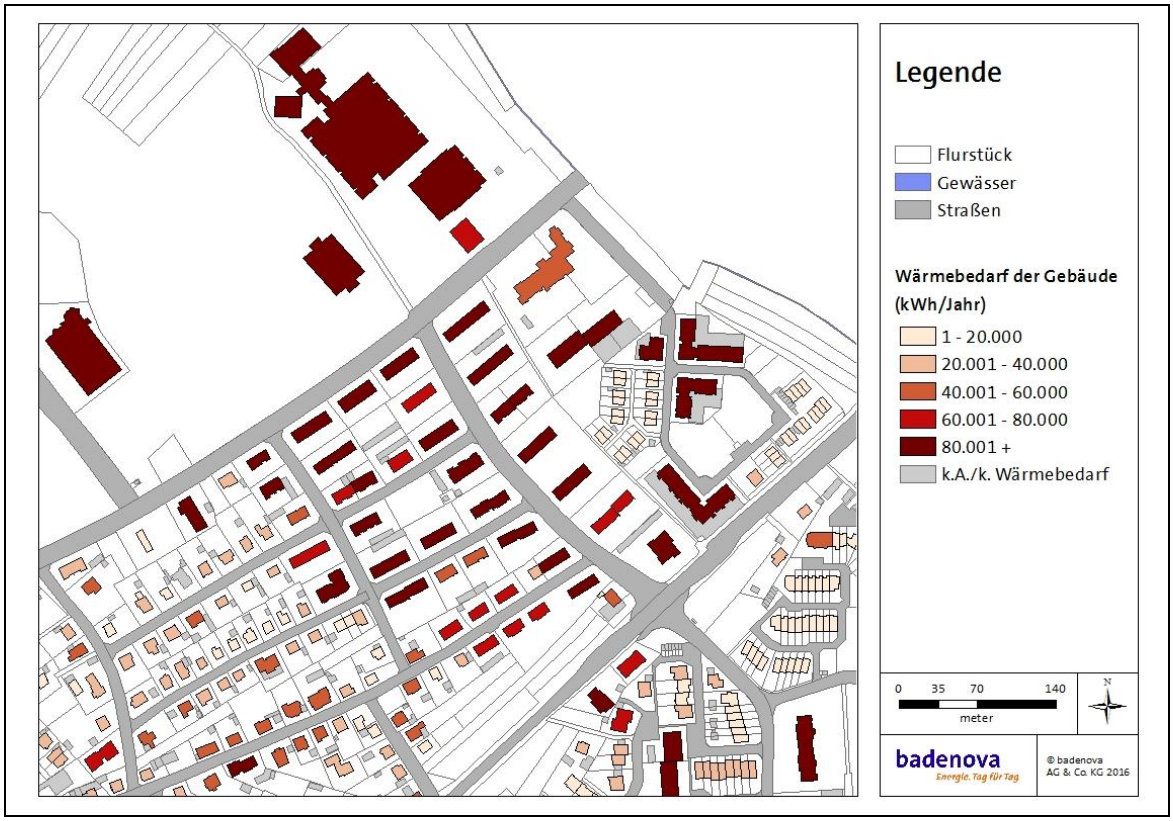

Abbildung 20 – Auszug des Wärmekatasters: Absoluter Wärmebedarf auf Gebäudeebene

Zur weiteren Auswertung des Wärmebedarfs und zur Erörterung möglicher Versorgungsvarianten ist im Anhang das gesamte Wärmekataster der Kernstadt als in Form von Karten beigefügt. Wir verweisen auch auf unsere zusätzlichen Ausführungen in Kapitel 5 (Handlungsfelder), da die Höhe des Energieverbrauchs nicht zwangsläufig Begründung für die Neuinstallation einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage oder eines Nahwärmenetzes sein sollte.

3.2.4 CO_2-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Aus den Daten in Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 ergibt sich, dass die Deckung des Wärmeverbrauchs in Achern für das Jahr 2013 zu CO_2-Emissionen in Höhe von etwa 84.857 t führte.

Die kommunalen Liegenschaften sind mit ihrer Wärmeerzeugung für ca. 1.822 t CO_2 pro Jahr verantwortlich. Hier schneiden die mit Heizöl beheizten Liegenschaften im Verhältnis zu ihrem Wärmeverbrauch schlechter ab als die übrigen Liegenschaften. Dies liegt an den höheren CO_2-Emissionen von Heizöl im Vergleich zu Erdgas, Flüssiggas oder Holz-Pellets/-Hackschnitzel. Die Winfried-Rosenfelder-Halle, die mit Holz-Pellets beheizt wird, taucht in Abbildung 21 nicht auf, da dort nur ein Ausschnitt der vielen Liegenschaften der Stadt Achern dargestellt wird – und weist somit im Vergleich zum Energieverbrauch geringe Emissionsmengen gegenüber den übrigen Liegenschaften auf. Die höchsten CO_2-Emissionen haben die Gemeinschaftsschule mit 284 t CO_2 sowie das Rathaus Illenau mit 164 t CO_2 (vgl. Abbildung 21).

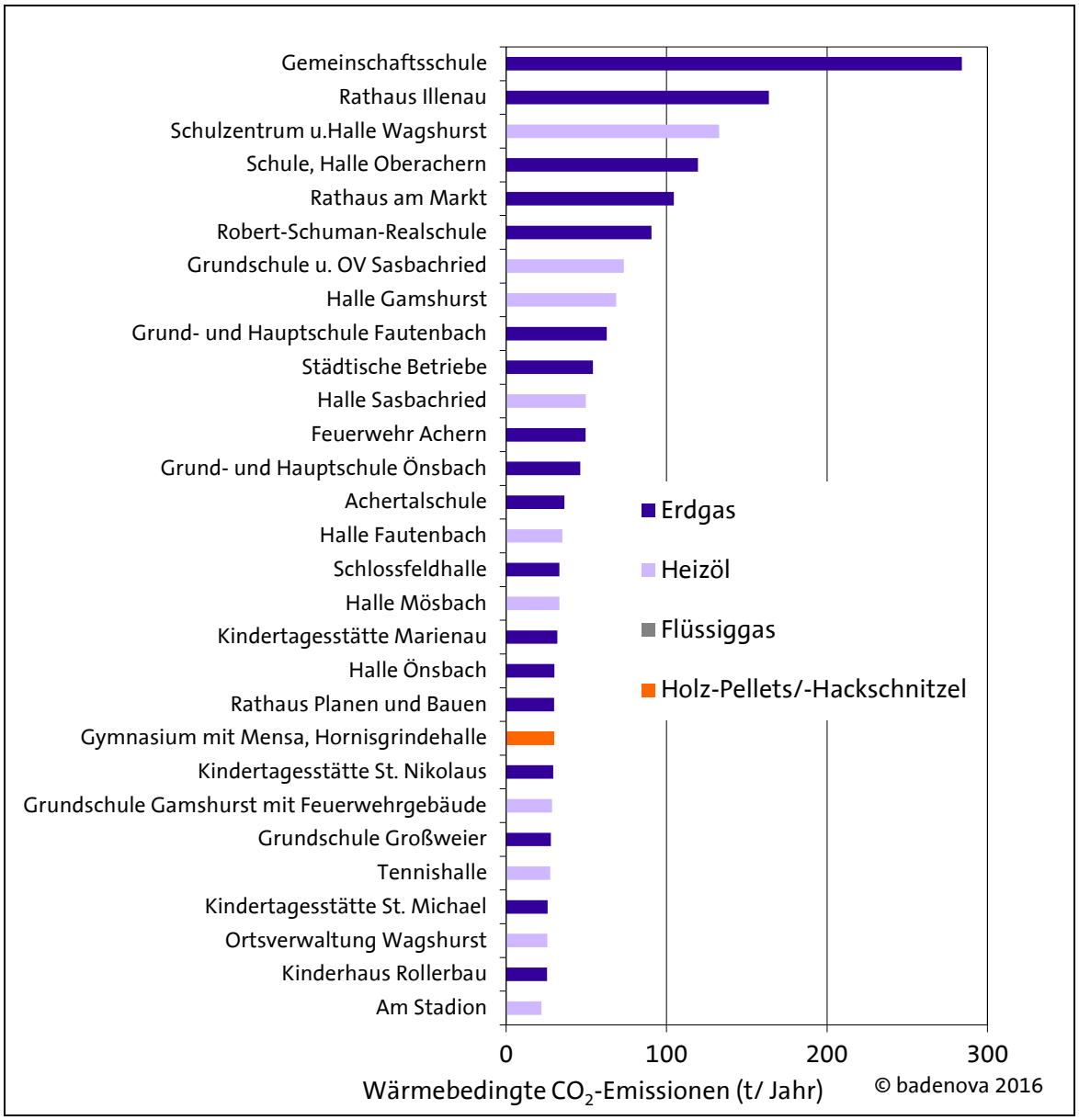

Abbildung 21 – CO_2-Emissionen der kommunalen Liegenschaften durch Wärmeerzeugung (2015)

3.3 Verkehr

Neben den durch den Strom- und Wärmeverbrauch hervorgerufenen Emissionen fließt der Sektor Verkehr in erheblichem Maße in die Energie- und CO_2-Bilanz einer Stadt ein. Mit Daten zur Fahrleistung nach Fahrzeugtyp und Kraftstoffart des Statistischen Landesamtes aus den Jahren 2012 bis 2014 konnten die CO_2-Emissionen der Stadt Achern ermittelt werden (Bilanzjahr ist 2013). Daten zu Bahn und Schienenverkehr konnten laut dem Betreiber Deutsche Bahn AG nicht zur Verfügung gestellt werden.

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

Eine exakte, auf die Gemarkung der Stadt Achern bezogene Aussage ist damit nicht möglich. Doch zeigt die in Tabelle 2 vorgenommene Abschätzung, welch großen Anteil der Straßenverkehr sowohl am Energieverbrauch (Kraftstoff) als auch an den CO_2-Emissionen der Stadt hat.

Jahr 2013/2014	Kraftrad	Pkw	Leichte Nutzfahrzeuge	Schwere Nutzfahrzeuge	Gesamt
Jahresfahrleistungen im Straßenverkehr (1.000 km)					
Außerortsstraßen[1]	3.238	103.605	3.871	8.536	119.251
Innerortsstraßen[2]	1.543	60.502	1.909	1.996	65.951
Autobahnen	570	134.009	5.413	29.260	169.252
Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr (t)					
Benzin	151	8.867	38	--	9.056
Diesel	--	6.308	834	10.693	17.834
Energieverbrauch (Benzin und Diesel) (MWh)					**320.242**
CO_2-Emissionen (t)					**99.917**

Tabelle 2 – Detailbilanz Verkehr 2013 bzw. 2014 von Achern (Datengrundlage: STALA BW, 2015a)

Insgesamt wurden demnach im Jahr 2013 320.242 MWh Energie durch den Einsatz von Benzin und Diesel im Verkehr in Achern verbraucht. Einen großen Anteil

[1] Umfasst Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen

[2] Umfasst Ortsdurchfahrten und sonstige Gemeindestraßen

haben dabei Fahrten auf der Autobahn A5 auf der Gemarkung Achern sowie auf Außerortsstraßen, insbesondere der B3. Eine um die Autobahn A5 bereinigte Berechnung führt zu Verkehrsemissionen von 43.915 t CO_2. Auf die A5 entfallen nahezu 44 % der Emissionen.

Die genaue Aufteilung nach Fahrzeugtyp ist in Abbildung 22 dargestellt. PKW sind für den größten Anteil (56 %) des verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich, gefolgt von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit einem Anteil von 40 % am Energieverbrauch. Leichte Nutzfahrzeuge (3 %) und Krafträder (1 %) machen nur einen geringen Anteil des Energieverbrauchs aus. Insgesamt wurden im Jahr 2013 durch den Verkehr 99.917 t CO_2-Emissionen ausgestoßen.

Der große Einfluss des Verkehrs auf die Gesamtemissionen der Stadt ist ein Grund dafür, warum bei der Definition von Klimaschutzmaßnahmen das Handlungsfeld Mobilität auf keinen Fall vernachlässigt werden sollte.

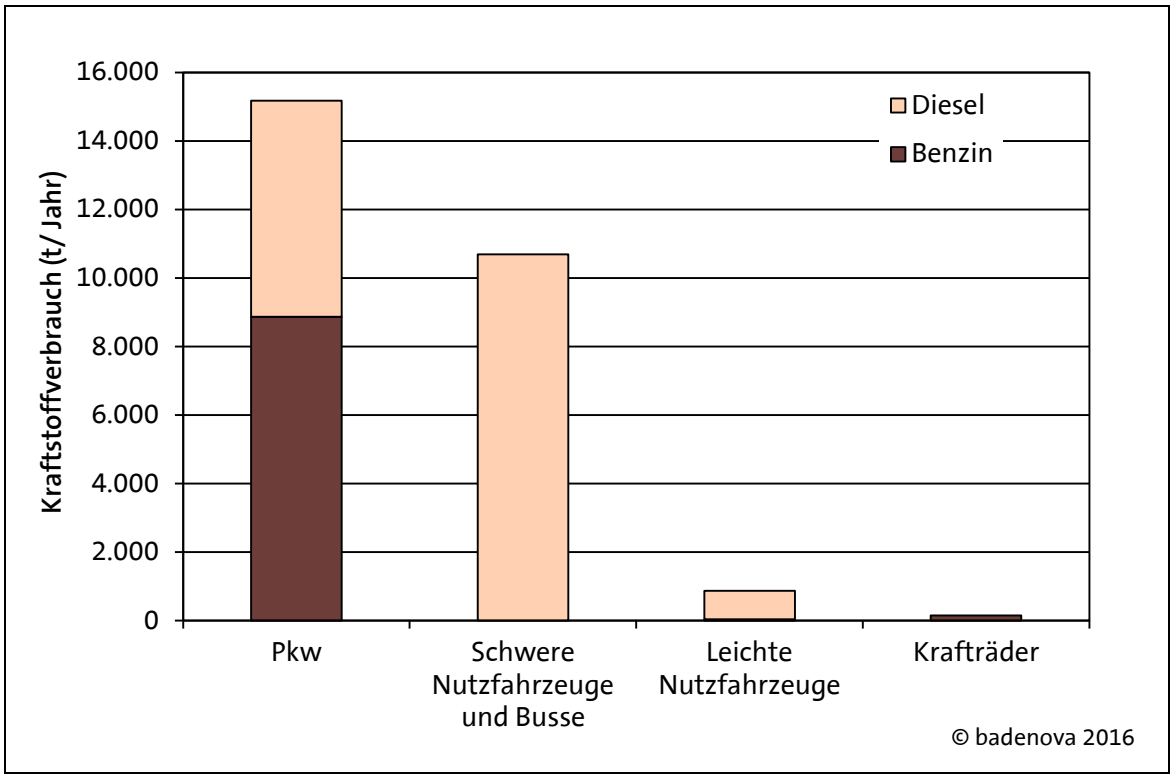

Abbildung 22 – Energieverbrauch des Sektors Verkehr nach Fahrzeugtypen in Achern (2013)

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse (Energienutzung)

3.4.1 Gesamtenergiebilanz

Fasst man den Strom- und Wärmeverbrauch sowie den Energieverbrauch des Verkehrs in Achern zusammen, ergibt dies einen Gesamtenergieverbrauch von rund 808.080 MWh im Jahr 2013. Der Sektor Verkehr trägt mit rund 40 % den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch (einschließlich Autobahn A5). Der Sektor Wirtschaft hat einen Anteil von 29 % und private Haushalte von 30 % am Verbrauch. Mit einem Anteil von knapp 2 % am Gesamtenergieverbrauch liegen

die kommunalen Liegenschaften im Vergleich zu anderen Gemeinden und Städten im Durchschnitt (vgl. Abbildung 23).

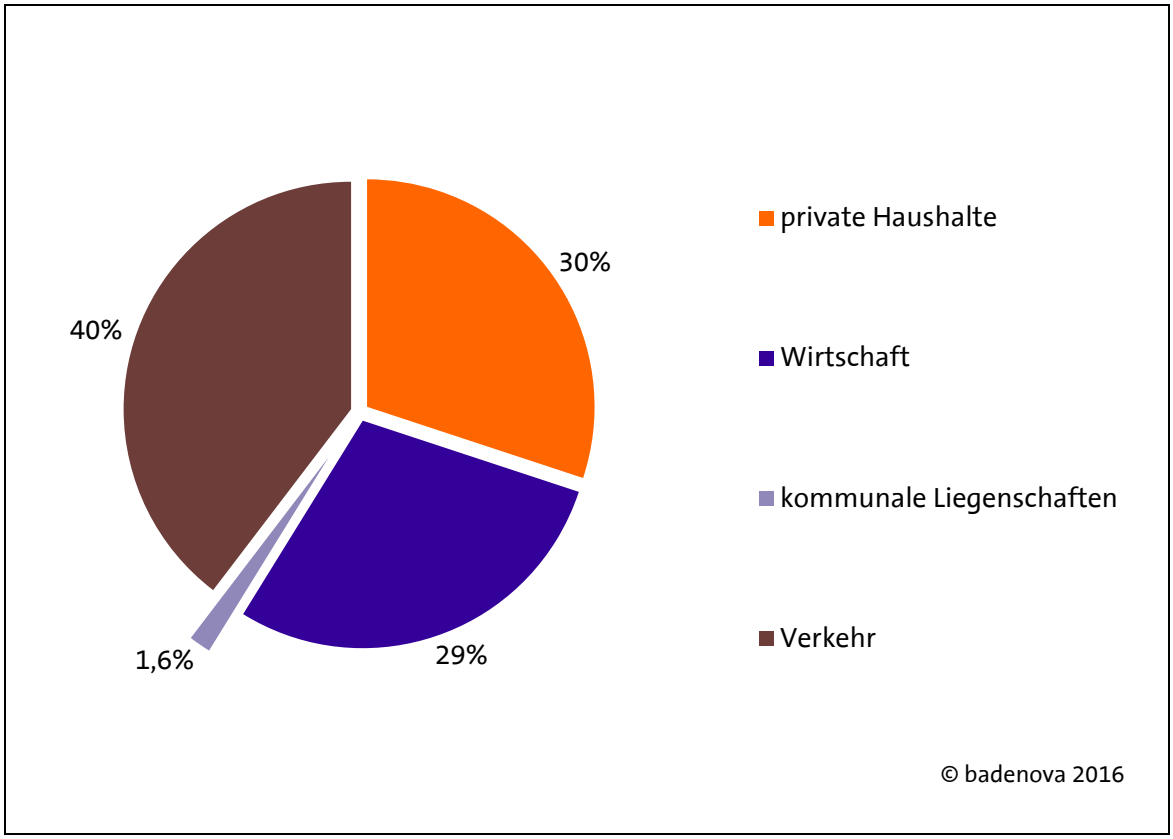

Abbildung 23 – Gesamtenergieverbrauch in Achern nach Sektoren

Bei der Aufteilung nach Energieträgern ist deutlich zu erkennen, dass die fossilen Energieträger Kraftstoff (Benzin und Diesel, 40 %), Heizöl (22 %) und Strom (18 %) den größten Anteil am Energieverbrauch der Stadt Achern haben. An vierter Stelle bei der Energiebereitstellung steht Erdgas (12 %), gefolgt von erneuerbarer Wärme (8 %, Energieholz, Umweltwärme und Solarthermie). Einen geringen Anteil von 1,1 % haben sonstige fossile Energieträger wie beispielsweise Flüssiggas (vgl. Abbildung 24). In Abbildung 25 wird der Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern dargestellt.

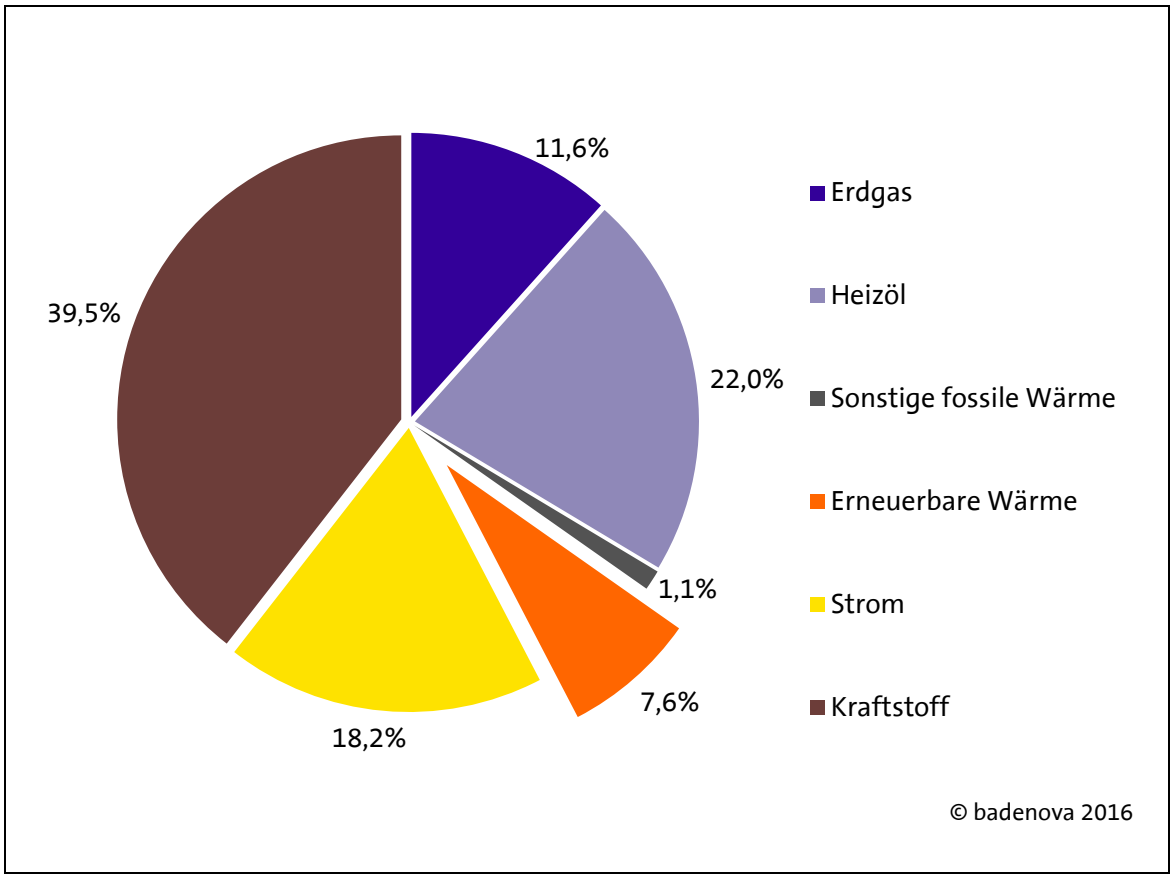

Abbildung 24 – Gesamtenergieverbrauch nach Energieträger

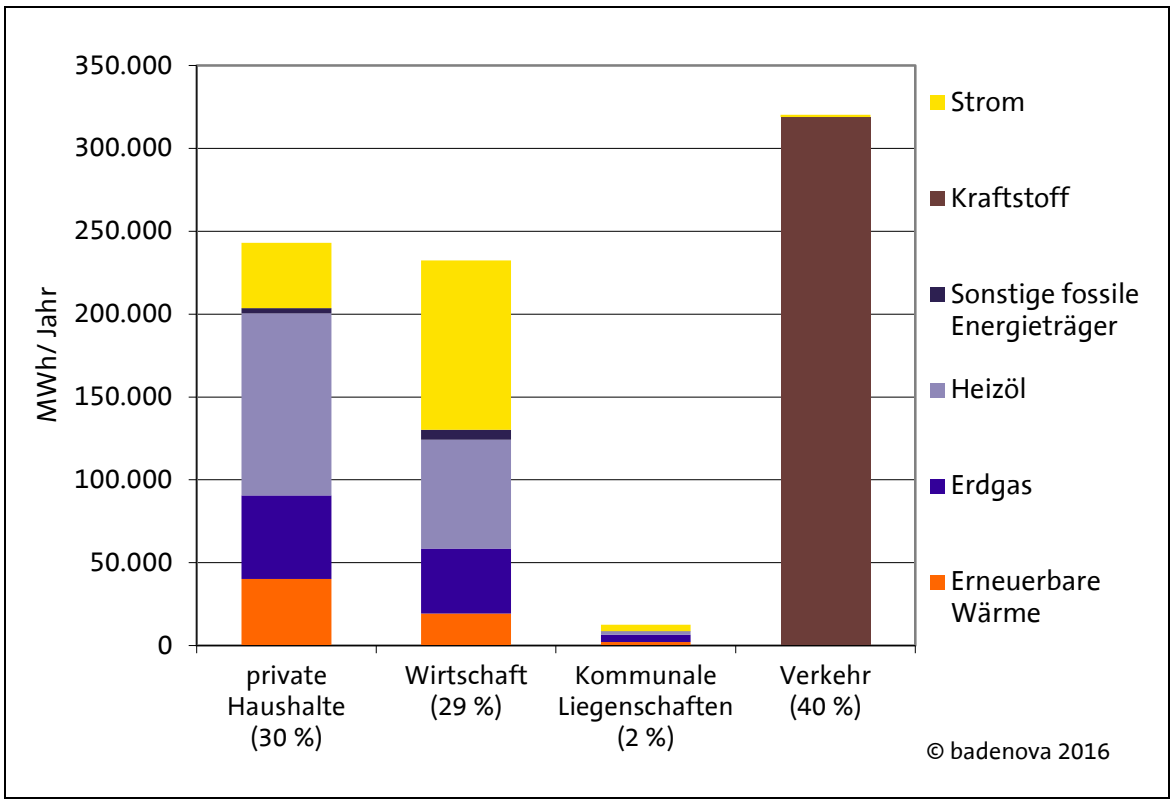

Abbildung 25 – Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften lag im Jahr 2013 in Achern bei ca. 12.539 MWh zuzüglich 1.250 MWh Strom für Straßenbeleuchtung. Das Gymnasium in Achern weist mit insgesamt rund 1.460 MWh den mit Abstand am höchsten Energieverbrauch aller kommunalen Liegenschaften auf. Die Straßenbeleuchtung sowie die Kläranlagen sind relevante Energieverbraucher. Zusammen entfallen 66 % des Stromverbrauchs der kommunalen Liegenschaften auf diese beiden Stromverbraucher. Üblicherweise weisen sowohl die kommunale Straßenbeleuchtung sowie die Kläranlage große Effizienzpotenziale auf, weshalb beide Themenfeldern in separaten Kapiteln im Bericht betrachtet werden. Unberücksichtigt bleibt die Wärme, welche von der Kläranlage benötigt wird, da diese selbst erzeugt und nicht messtechnisch erfasst wird. Bei vergleichbaren Einrichtungen entspricht der Stromverbrauch ca. 65 % des Gesamtenergieverbrauchs, was zu einer Abschätzung von 604 MWh an Wärme führt.

Weitere große Energieverbraucher sind die Gemeinschaftsschule sowie das Rathaus in der Illenau mit 1.209 MWh bzw. 765 MWh (vgl. Abbildung 26). Die schulischen Einrichtungen benötigen viel Energie, hauptsächlich in Form von Wärme zur Raumbeheizung und Warmwasserbereitstellung.

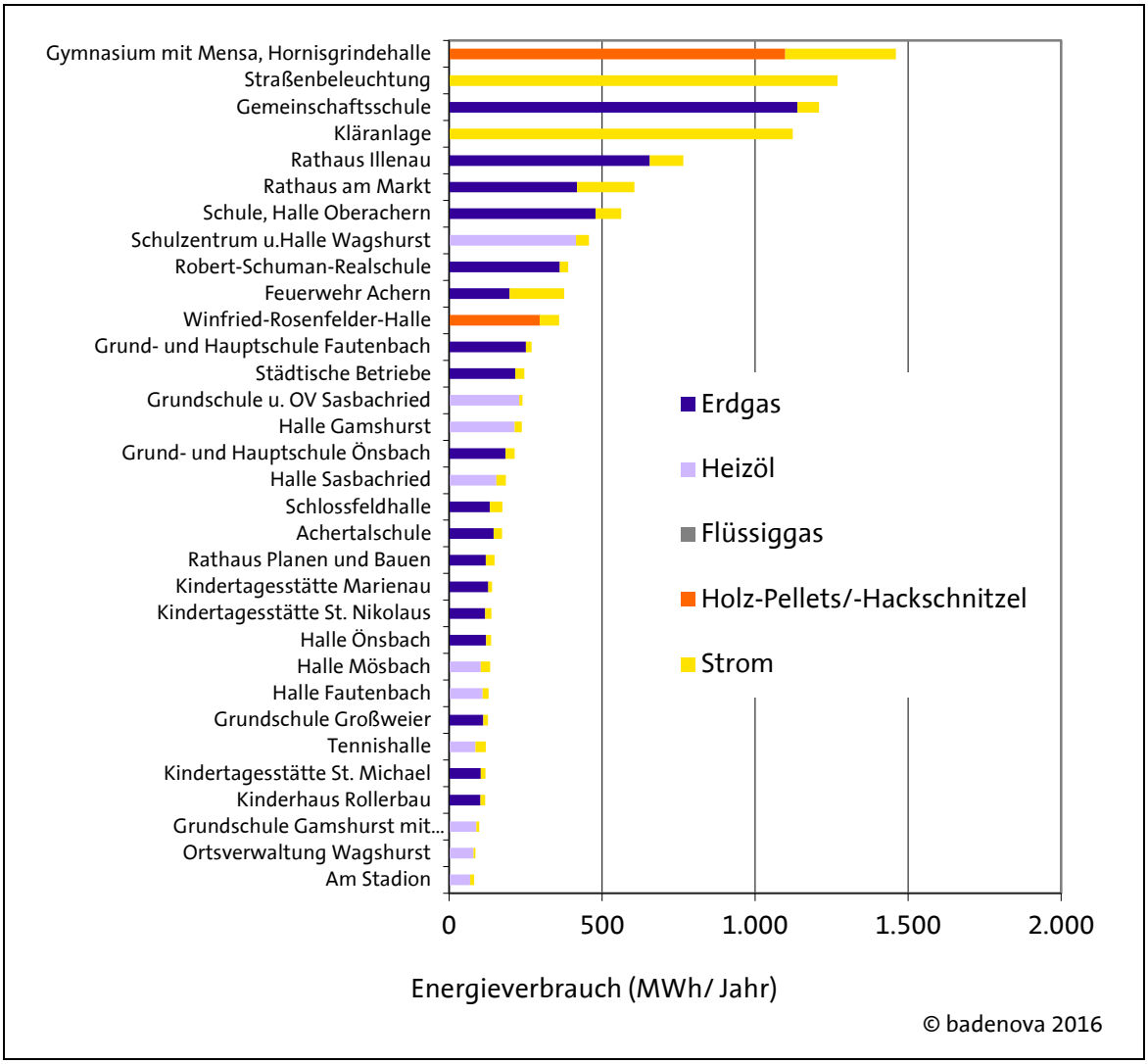

Abbildung 26 – Gesamtenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Achern im Jahr 2015

3.4.2 Gesamt-CO_2-Bilanz

Insgesamt wurden in Achern im Jahr 2013 274.527 t CO_2 ausgestoßen. Der Sektor Verkehr ist mit 36 % für den größten Teil dieser CO_2-Emissionen verantwortlich. Die Sektoren Wirtschaft und private Haushalte tragen mit 35 % und 27 % zu den CO_2-Emissionen der Stadt bei. Die kommunalen Liegenschaften sind für knapp 2 % der CO_2-Emissionen verantwortlich (vgl. Abbildung 27).

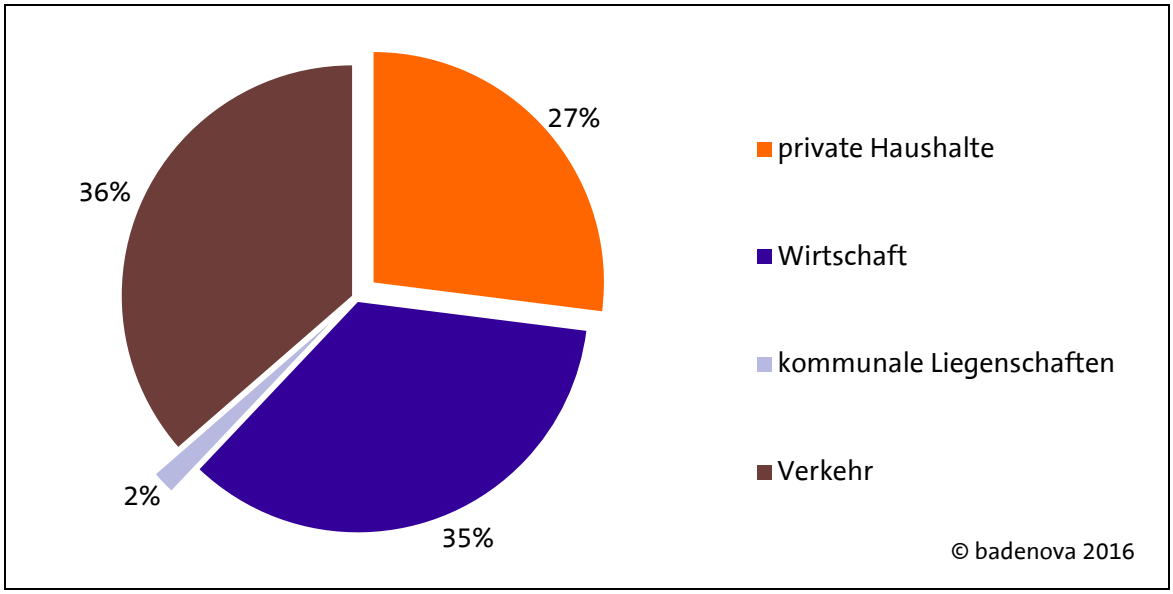

Abbildung 27 – CO_2-Emissionen in Achern nach Sektoren

Bezogen auf die Energieträger verursacht Strom mit 33 % einen großen Teil der CO_2-Emissionen, obwohl der Stromverbrauch nur 18 % des Gesamtenergieverbrauchs der Stadt ausmacht. Dies liegt an der verhältnismäßig hohen CO_2-Belastung des deutschen Strommixes. Als größte Emissionsquelle mit 36 % ist der Kraftstoffverbrauch in der Stadt verantwortlich. An dritter und vierter Stelle stehen Heizöl (21 %) und Erdgas (8 %). Sehr gut schneiden die erneuerbaren Energien ab, da bei der Wärmeerzeugung selbst keine CO_2-Emissionen anfallen. Energieholz, bei dem vor allem die Transportwege zum Tragen kommen, verursacht lediglich knapp 0,5 % der Gesamtemissionen. Solarthermie und Umweltwärme verursachen jeweils ca. 0,03 % der Gesamtemissionen (vgl. Abbildung 28).

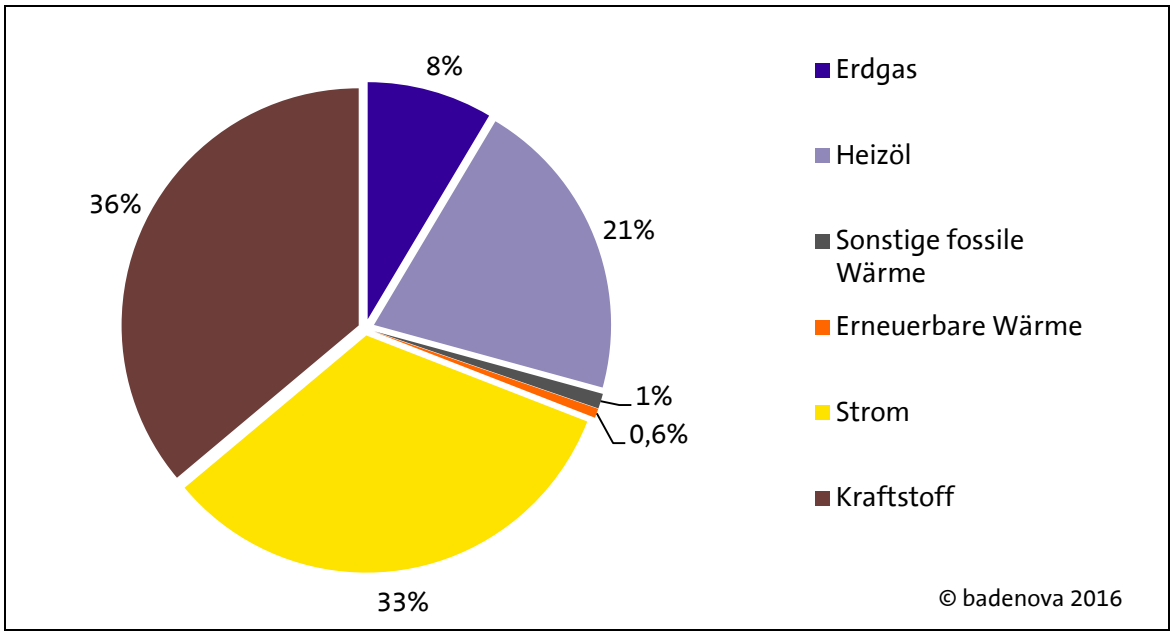

Abbildung 28 – CO_2-Emissionen nach Energieträgern

Abbildung 29 zeigt die Aufteilung der CO_2-Emissionen nach Sektoren und Energieträger. Hier wird nochmals deutlich, dass der Strombedarf der Wohngebäude und Gewerbebetriebe die meisten CO_2-Emissionen verursacht. Die Grafik zeigt außerdem, wie stark der Einfluss des hohen Strombedarfs im Wirtschaftssektor auf die Emissionen der Stadt ist. Ebenso wird der große Anteil der Kraftstoffe an den Gesamtemissionen von Achern deutlich. Der Stromverbrauch bei Verkehr rührt von elektrisch betriebenen Zügen.

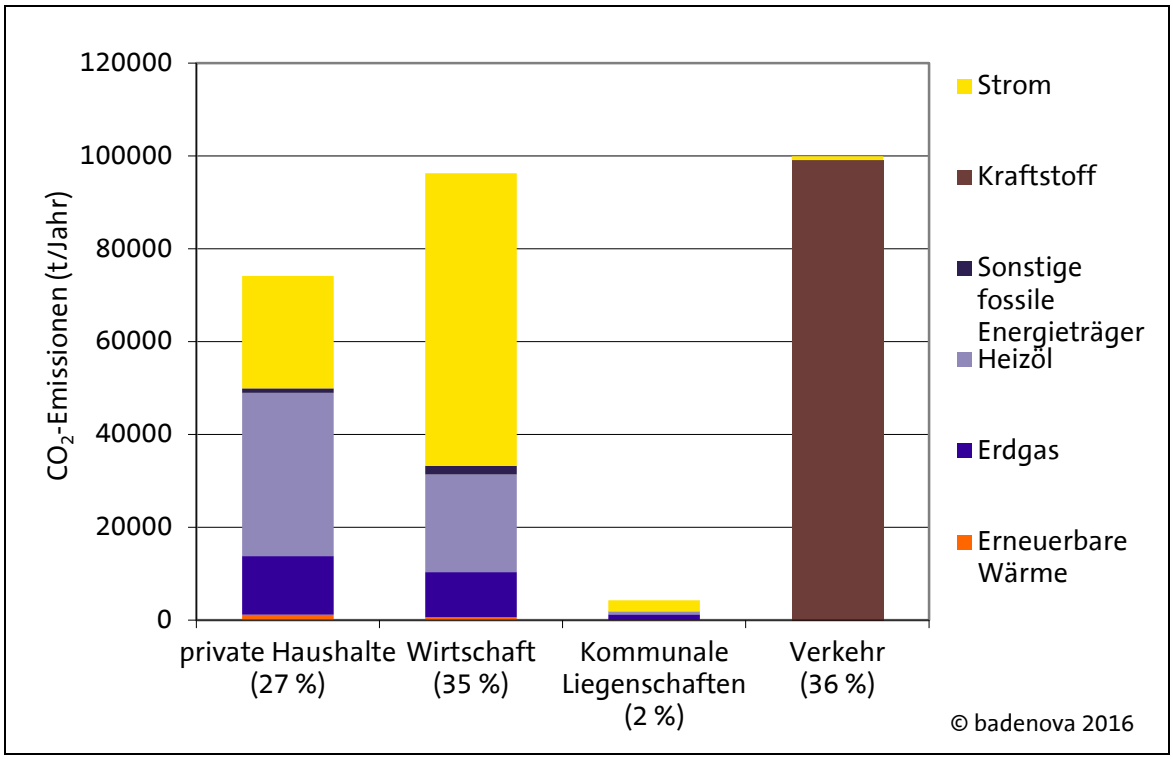

Abbildung 29 – CO_2-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

Die kommunalen Liegenschaften zusammen mit der Straßenbeleuchtung haben in Achern im Jahr 2013 rund 4.257 t CO_2-Emissionen durch den Wärme- und Stromverbrauch verursacht. Die größten Anteile daran verursachen die Straßenbeleuchtung mit ca. 783 t CO_2. Vergleicht man den Gesamtenergieverbrauch und die CO_2-Emissionen der kommunalen Liegenschaften, wird die verhältnismäßig hohe CO_2-Belastung von Strom deutlich (vgl. Abbildung 30). Die Kläranlage wird in dieser Abbildung nicht dargestellt, da der Stromverbrauch größtenteils über Blockheizkraftwerke selbst erzeugt wird und ein Emissionsfaktor für den selbst erzeugten Strom nicht vorliegt. Die Gemeinschaftsschule mit 328 t CO_2 und das Gymnasium mit Mensa und Hornisgrindehalle haben bei den kommunalen Gebäuden mit 253 t CO_2 den größten Anteil sowohl an den Emissionen wie auch am Energieverbrauch, wobei beim Gymnasium hauptsächlich die Emissionen des Energieträgers Strom zu Buche schlagen. An zweiter Stelle folgt das Rathaus in der Illenau mit insgesamt 232 t CO_2/Jahr. Das Rathaus am Markt (220 t CO_2/Jahr) und die Schule mit Halle in Oberachern (172 t CO_2/Jahr) stehen an vierter und fünfter Stelle (vgl. Abbildung 30). Ebenfalls einen höheren Emissionsanteil hat das Schulzentrum mit Halle in Wagshurst. Die Umstellung der Heizanlage von Heizöl auf einen klimafreundlicheren Energieträger würden die CO_2-Emissionen reduzieren.

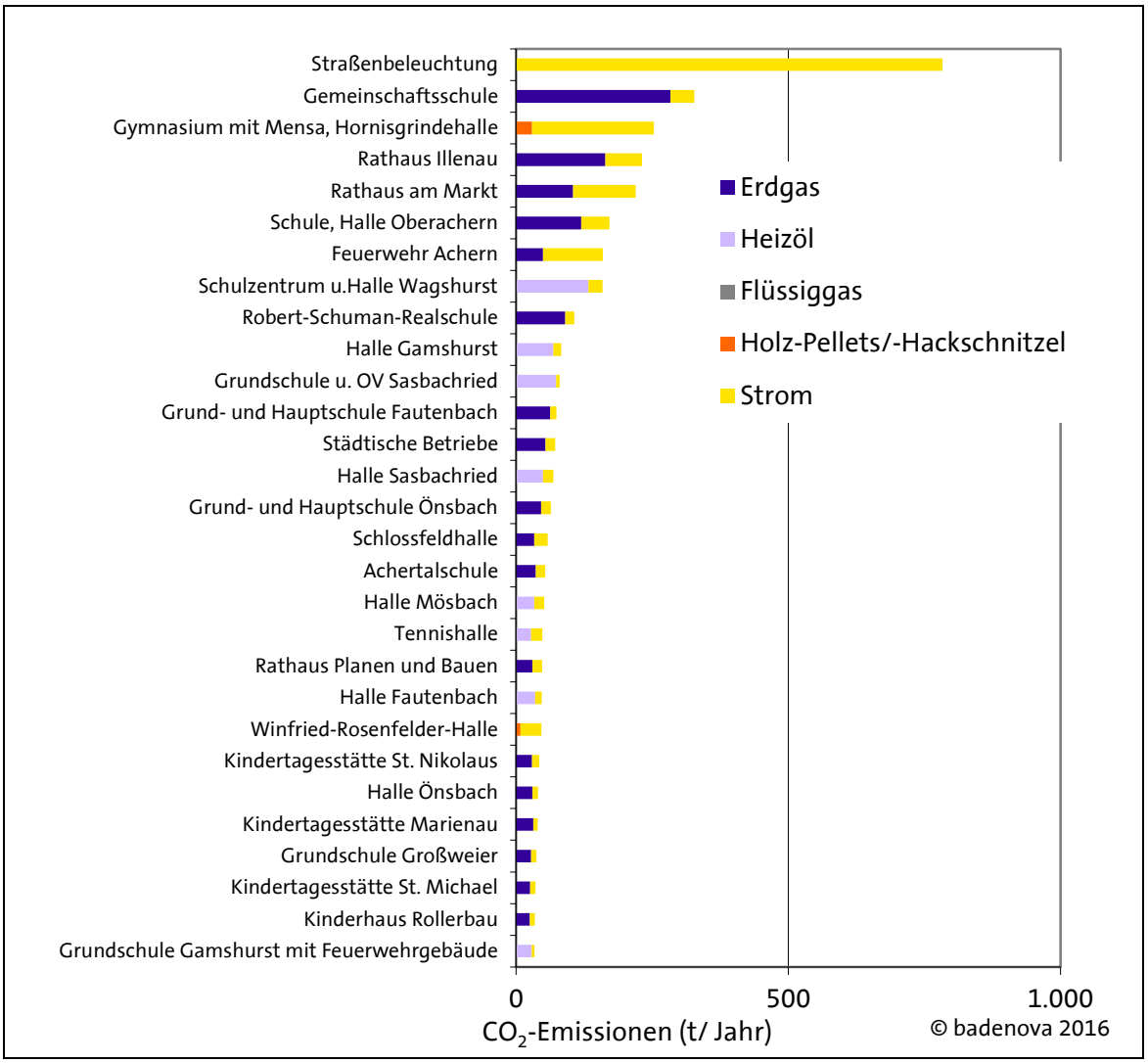

Abbildung 30 – CO_2-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von Achern im Jahr 2015

Setzt man die Gesamtemissionen in Relation zur Einwohnerzahl, verursacht jeder Acherner Bürger Pro-Kopf-Emissionen von ca. 10,9 t CO_2/Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich den individuellen Strommix der Stadt, der den lokal auf der Gemarkung produzierten Strom aus erneuerbaren Energien einbezieht, reduzieren sich die Pro-Kopf-Emissionen auf 10,6 t CO_2/Jahr.

In Baden-Württemberg wurden im Jahr 2013 pro Kopf durchschnittlich 6,6 t CO_2-Emissionen verursacht. Einen großen Anteil der überdurchschnittlichen Emissionswerte ist auf den Autobahnabschnitt der A5, welcher nach Territorialprinzip Achern zugerechnet wird, zurückzuführen. Zudem werden Emissionen des produzierenden Gewerbes auf die Einwohner umgelegt, wodurch gewerbe- oder industrieintensive Standorte höhere Pro-Kopf-Emissionen aufweisen. In Tabelle 3 sind die wesentlichen Kennzahlen und Ergebnisse der Energie- und CO_2-Bilanz festgehalten und mit Durchschnittszahlen des Landes Baden-Württemberg verglichen.

	Achern	Baden-Württemberg	Einheit
Kommune gesamt			
Endenergie ohne Verkehr	**19,8**	19,5	MWh/Einwohner
CO_2 Bundesmix	**10,97**	6,6	t/Einwohner
CO_2 kommunaler Mix	**10,63**	k. A.	t/Einwohner
Anteil EEQ gesamt	**16,5**	13,0	%
Anteil EEQ am Stromverbrauch	**8,0**	18,0	%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch	**18,3**	11,0	%
Private Haushalte			
Stromverbrauch	**1,7**	1,6	MWh/Einwohner
Endenergiebedarf Wärme	**8,2**	7,2	MWh/Einwohner

Tabelle 3 – Wesentliche Kennzahlen der Energie- und CO_2-Bilanz (2013)

4. Potenziale erneuerbarer Energien

4.1 Solarenergie

4.1.1 Hintergrund

Die Stadt Achern liegt in einem Gebiet mit günstiger Solareinstrahlung. Laut Globalstrahlungsatlas der LUBW liegt hier der jährliche Energieertrag, bezogen auf eine horizontale Fläche, bei 1.101 kWh/m² (RIPS der LUBW, 2012) und damit leicht über dem bundesdeutschen Durchschnittswert von 1.096 kWh/m² (DWD, 2012).

Mit ca. 7 % Anteil an der Stromerzeugung leistet die Photovoltaik im Jahr 2015 bereits einen sichtbaren Beitrag zum Klimaschutz in Achern (vgl. Kapitel 3.1.2). Die vorhandenen Solarthermieanlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 8.072 m² decken derzeit ca. 0,8 % der Wärmeversorgung. Dennoch besteht in Achern bei der Nutzung der Solarenergie Ausbaupotenzial.

Der Solaratlas Baden-Württemberg (LUBW,2015b) unterscheidet folgende Dachkategorien: Sehr gut geeignete, gut geeignete und bedingt geeignete Dächer. Unter die vierte Kategorie fallen Dächer, die für die Aufnahme von PV-Dachanlagen zu prüfen sind und die somit nicht in das Potenzial mit eingehen.

4.1.2 Solarenergiepotenziale

In Tabelle 4 sind die nutzbaren Modulflächen der drei Dachkategorien aufgelistet, mit denen sich ein Solarpotenzial berechnen lässt.

Dachausrichtung	Gesamtfläche (m²)	Anteil an Gesamtfläche
Sehr gut geeignet	293.682	31 %
Gut geeignet	598.039	64 %
Bedingt geeignet	41.877	4 %

Tabelle 4 – Potenzielle Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik in Achern

Standortanalyse und Potenzialberechnung des Solaratlas Baden-Württemberg werden auf der Grundlage von hochaufgelösten Laserscandaten durchgeführt. Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein digitales Oberflächenmodell. Auf dieser Basis sind sehr gut geeignete Modulflächen solche Dachflächen, auf denen mehr als 95 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen. Dabei handelt es sich um überwiegend nach Süden ausgerichtete Dächer, die kaum oder keiner Verschattung unterliegen. Geeignete Modulflächen sind solche Dachflächen, auf die 80 – 94 % der lokalen Globalstrahlung auftreffen und bedingt geeignete Flächen nehmen 75 – 79 % der Globalstrahlung auf (LUBW, 2015b).

Auf Grundlage der Berechnungen auf Basis der Daten des LUBW ergibt sich für die Stadt Achern ein Gesamtpotenzial von 113.778 MWh zur Erzeugung von Strom mit Photovoltaikmodule.

In Abbildung 31 ist ein Ausschnitt aus dem für Achern erstellten Solarkataster des LUBW dargestellt. Die Eignungsgüte der Dachflächen lässt sich an den unterschiedlichen Farben erkennen.

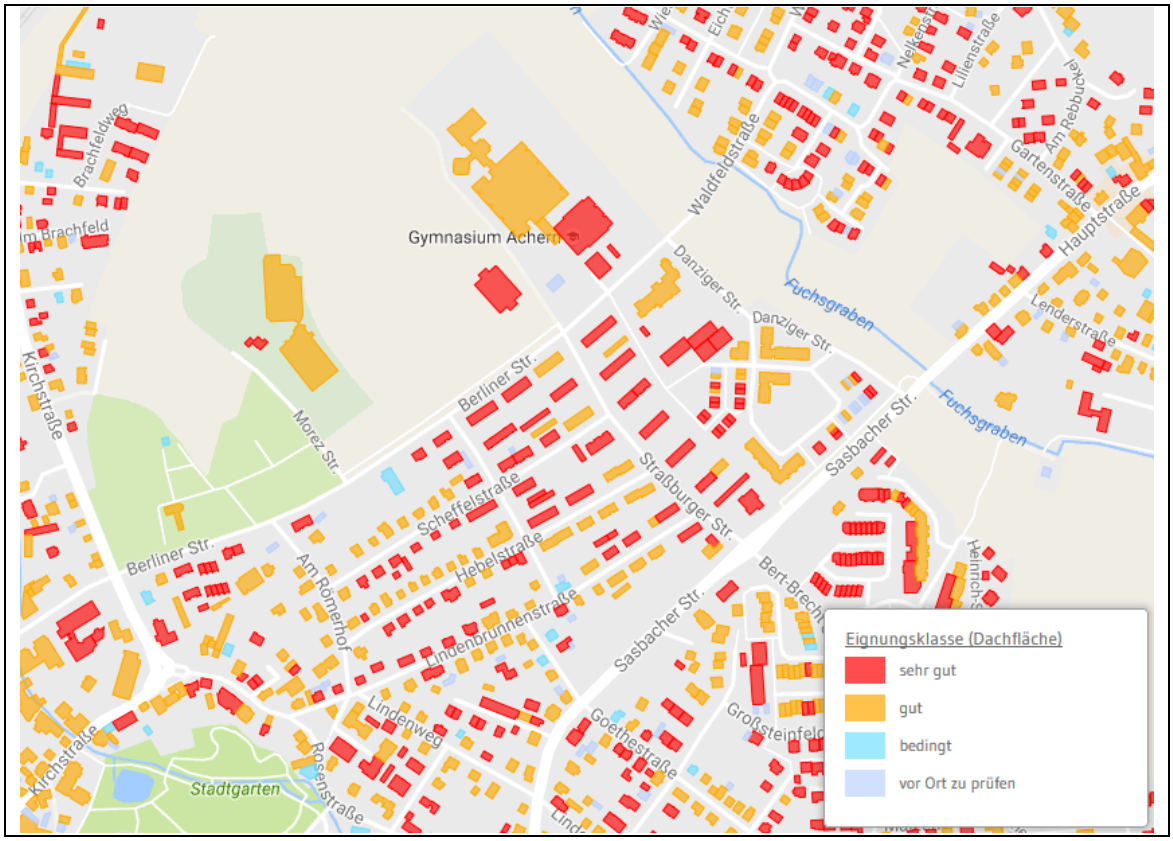

Abbildung 31 – Auszug des Solarkatasters von Achern (aus LUBW, 2015b)

Die Solarstrahlung kann sowohl zur Erzeugung von Wärme (Solarthermie) als auch von Strom (Photovoltaik) genutzt werden. Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials umfasst daher zwei Szenarien: Szenario 1 geht davon aus, dass das zur Verfügung stehende Dachflächenpotenzial vollständig zur Erzeugung von Strom durch PV-Module genutzt wird. In Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass das Dachflächenpotenzial nicht vollständig mit PV-Modulen belegt wird, sondern zusätzlich Wärme durch Solarthermie erzeugt wird. Etwa 60 % des Warmwasserbedarfs eines Wohngebäudes kann in der Regel durch Solarthermieanlagen erzeugt werden.[3] Beide Szenarien sind in Abbildung 32 dargestellt.

[3] 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).

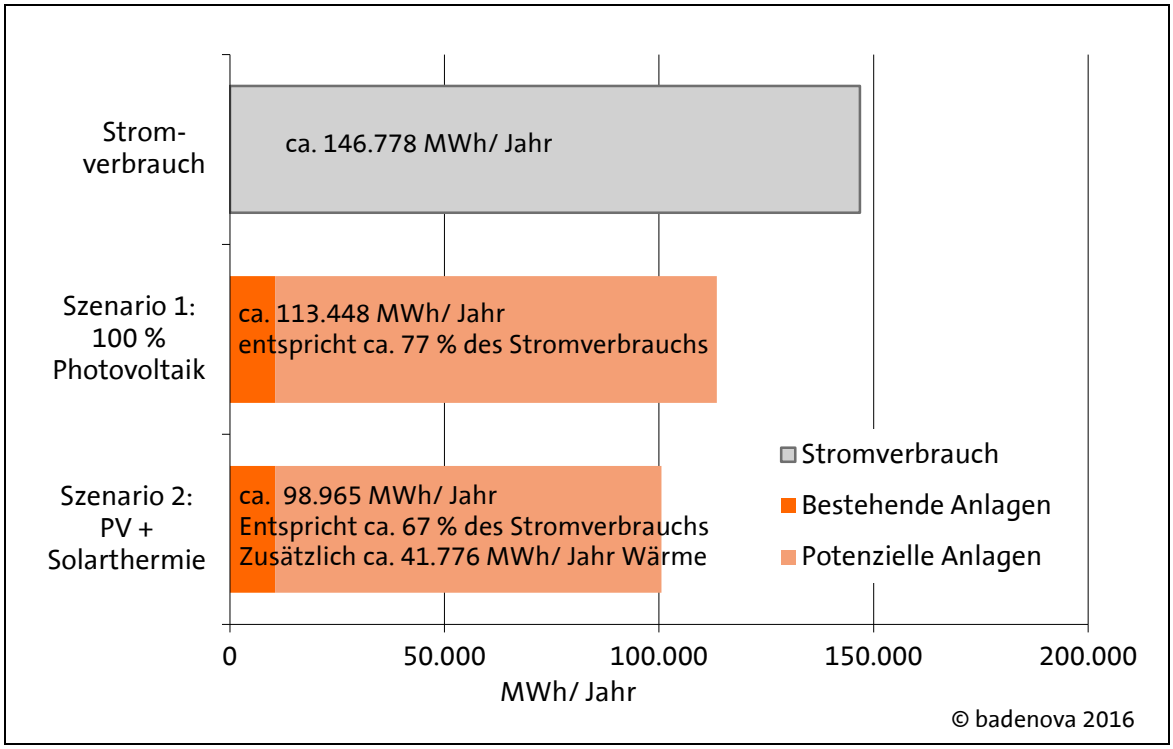

Abbildung 32 – Solarpotenziale der Stadt Achern

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

- Unter Annahme eines „100 % Photovoltaik Szenarios“ (Szenario 1) ließe sich der Anteil von PV am Stromverbrauch der Stadt von derzeit 7 % auf ca. 77 % bzw. 113.448 MWh/Jahr erhöhen.
- Bei Berücksichtigung der Solarthermie zur anteiligen Deckung des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitstellung (Szenario 2) könnten bei Verzicht von 10 % des Solarstrompotenzials rund 60 % des Warmwasserbedarfs gedeckt werden. Die Stromerzeugung aus PV reduziert sich in diesem Fall auf ca. 98.965 MWh/Jahr und entspricht 67 % des derzeitigen Stromverbrauchs.

Die Analyse zeigt, dass ein maßgebliches Energiepotenzial in der verstärkten Nutzung vorhandener Dachflächen zur Strom- und Wärmeerzeugung liegt. Durch einen weiteren Zubau von PV-Modulen und die Erzeugung von Solarstrom könnten, im Vergleich zum deutschen Strommix, insgesamt noch 57.009 t CO_2/Jahr vermieden werden. Die Ausschöpfung des Potenzials wird allerdings maßgeblich von der sich fortlaufend ändernden Gesetzeslage (u.a. die Höhe der Stromeinspeisevergütung gemäß dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG)) und von der Investitionsbereitschaft der Gebäudeeigentümer abhängen. Ausschlaggebend wird hier nicht nur die Höhe und Ausgestaltung der Einspeisevergütung, sondern die Wiederherstellung eines sicheren und langfristigen Investitionsklimas für PV-Anlagen sein.

4.2 Energie aus Biomasse

4.2.1 Hintergrund

Biomasse als Energieträger in fester, flüssiger und gasförmiger Form nimmt in Deutschland insbesondere bei der Bereitstellung von regenerativer Wärme eine zentrale Rolle ein. Nach aktuellen Zahlen des Bundesumweltministeriums hatte die Biomasse in 2015 in Deutschland einen Anteil von 88 % an der Wärmebereitstellung sowie etwa 26 % an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (BMWi, 2016). Die Quellen für Biomasse zur energetischen oder stofflichen Nutzung sind vielfältig (vgl. Abbildung 33). Bei der energetischen Nutzung der Biomasse kann zwischen Energieholz und Biogas unterschieden werden. Energieholz in der Form von Stückholz, Holz-Pellets oder Holz-Hackschnitzel wird aus der Forstwirtschaft sowie der holzverarbeitenden Industrie gewonnen und wird hauptsächlich für die Wärmeerzeugung genutzt, während Biogas aus verschiedenen Substraten, vor allem aus der Landwirtschaft, erzeugt werden kann und sowohl für die Erzeugung von Strom als auch von Wärme genutzt wird.

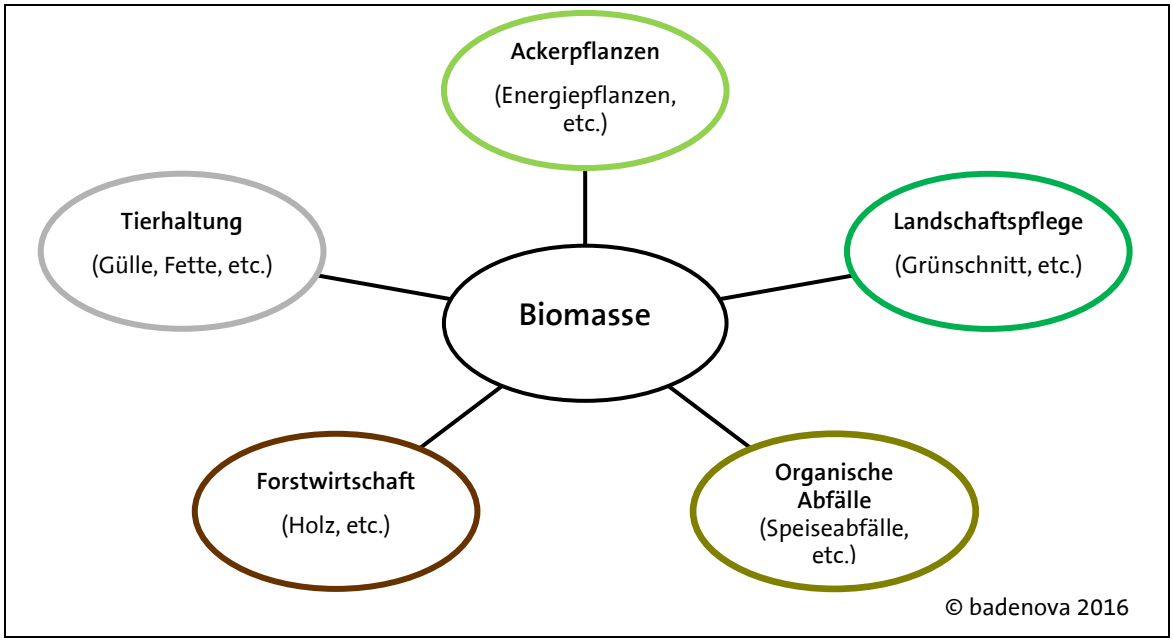

Abbildung 33 – Quellen für Biomasse zur energetischen Nutzung

Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial an Biomasse (Biogas und Energieholz) für die energetische Nutzung im Gemarkungsgebiet Achern durch eine empirische Erhebung ermittelt. Dabei fließen unter anderem das Massenaufkommen sowie die derzeitigen Verwertungskonzepte und die jahreszeitliche Verteilung mit in die Datenerhebung ein. Technische Potenziale werden vor diesem Hintergrund zunächst ohne Berücksichtigung aktueller Verwertungspfade oder von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beziffert.

Eine effektive Nutzung von Biomasse wird durch eine Kaskadennutzung erreicht. An der Spitze dieser Pyramide steht die Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel. In einer zweiten Nutzungsstufe wird eine stoffliche Nutzung der Biomasse, wie beispielsweise die Herstellung von Baustoffen, Schmierstoffen oder Verpackungsmaterialien, überprüft. Erst im Anschluss ist eine energetische Nutzung

sinnvoll. In dieser Studie wird daher der Schwerpunkt auf das Energiepotenzial von Reststoffen gelegt, die bisher keinem Verwertungspfad unterliegen oder durch einen kosteneffizienten und ökologischen Verwertungspfad ersetzt werden können.

4.2.2 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus Ackerpflanzen

Eine leicht zugängliche Quelle für Biomasse sind die Reststoffe, wie sie bei der Bewirtschaftung von Ackerflächen anfallen. Die meisten dieser organischen Reststoffe können als Substrat für eine Biogasanlage verwendet werden. In der Stadt Achern werden auf einer Fläche von 1.437 ha Ackerpflanzen kultiviert (Stand 2014). Auf 1.062 ha (74 %) dieser Fläche werden verschiedene Getreidearten angebaut. Davon sind 366 ha (25 %) Winterweizen. Auf Körnermais entfallen 591 ha (41 %).

Reststoffe der Körnermaisbewirtschaftung stellen mit umgerechnet 3.398 MWh/Jahr das größte verfügbare Energiepotenzial der ackerbaulichen Reststoffe dar. Reststoffe der Körnermaisproduktion sind die Stängel und Blätter, die in der Regel entweder zum Humusaufbau auf dem Feld verbleiben oder in Form von Silage der Tierernährung dienen. Winterweizenstroh kommt auf ein Energiepotenzial von 0,92 MWh/Jahr.[4]

Zusätzlich zu den Reststoffen aus dem bestehenden Ackeranbau können auch brachliegende Flächen, die sich für den konventionellen Anbau nicht eignen, für den Anbau von Energiemais genutzt werden. Mais ist ein erprobtes Biogassubstrat mit einer hohen spezifischen Biogasausbeute. Eine Bepflanzung der brachliegenden Flächen, z.B. mit Energiemais, könnte daher sinnvoll sein. Lediglich 45 ha der Ackerfläche in Achern liegen nach Angaben des STALA BW brach. Zur Kalkulation des Energiepotenzials dieser brachliegenden Fläche wird ein Anbau von Energiemais mit einem um 50 % verminderten Ertrag angesetzt. Durch den Anbau von Energiemais auf den brachliegenden Flächen könnten zusätzlich 1.419 MWh/Jahr an Energie generiert werden.

Insgesamt ergibt sich ein Potenzial von ca. 16.186 MWh/Jahr aus der energetischen Nutzung von Reststoffen. Bezogen auf den Anteil der landwirtschaftlichen Reststoffe ergibt sich ein Energiepotenzial von 9.557 MWh. Die prozentualen Anteile der entsprechenden Energiepotenziale aus Reststoffen aus dem Ackeranbau sind in Abbildung 34 dargestellt.

[4] Das Energiepotenzial der Ackerpflanzen verteilt sich in Achern auf 48 Haupterwerbslandwirte und 194 Nebenerwerbslandwirte. Eine ökologische Bewertung der Nutzung dieser Biomasse ist abhängig von der Tatsache, ob diese Reststoffe als organischer Dünger oder zur Tierernährung genutzt werden. Im ersten genannten Fall stellt die Nutzung dieser Reststoffe in einer Biogasanlage eine Wertschöpfung dar, da am Ende des Biogasprozesses erneut ein hochwertiger Dünger entsteht. Bei Letzterem ist eine Falluntersuchung notwendig, ob die als Tierfutter genutzte Biomasse kostengünstig und unter ökologischen Gesichtspunkten äquivalent substituiert werden kann.

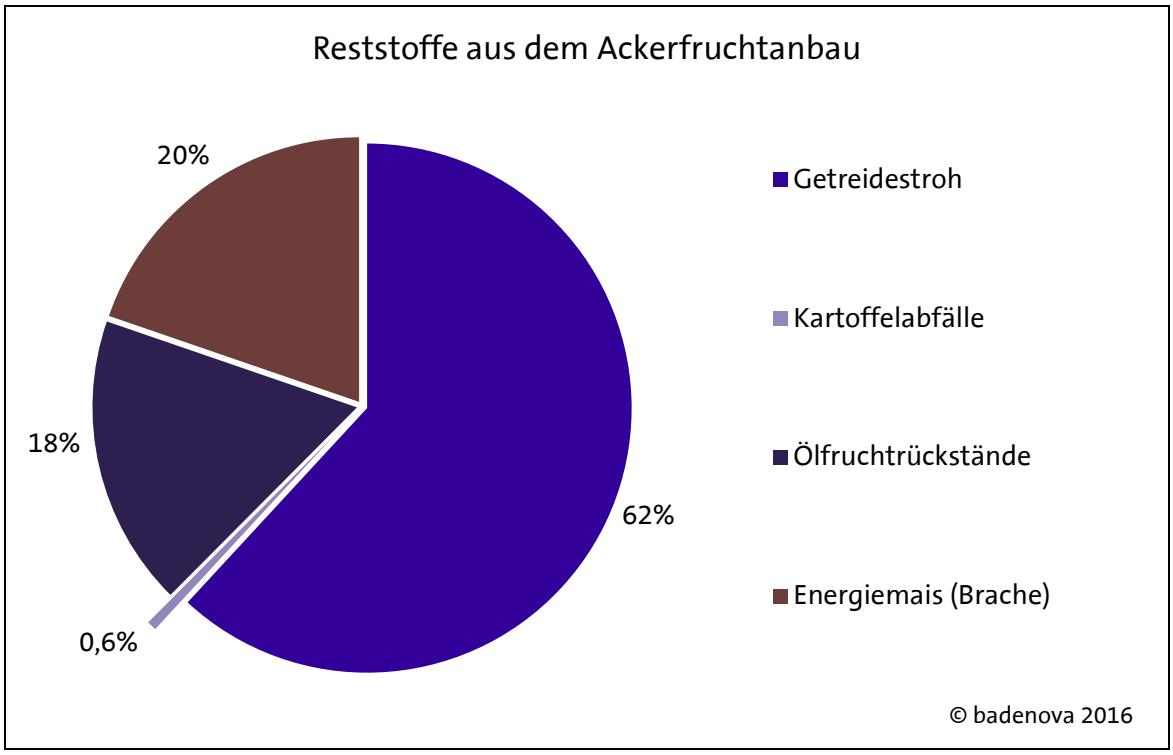

Abbildung 34 – Energiepotenziale aus Ackerbaupflanzen nach Quellen

4.2.3 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus der Tierhaltung

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

Im Raum Achern entfällt der größte Anteil der Viehwirtschaft auf die Haltung von Rindern mit 769 Tieren und Schweine mit 457 Tieren. Aus der Nutzung der tierischen Exkremente würde sich ein Energiepotenzial von rund 150 MWh/Jahr ergeben.

4.2.4 Biogassubstrat- und Energiepotenziale aus organischen Abfällen

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

Das Angebot an Reststoffen in Achern ist begrenzt. Die Nutzung kommunaler Reststoffe, wie die Biotonne, Gartenabfälle und Landschaftspflegematerial, bergen ein energetisches Potenzial von 1.406 MWh/Jahr.

Neben den Ackerflächen werden in Achern weitere 519 ha als Dauergrünlandflächen genutzt. Die auf diesen Flächen produzierte Grassilage gilt auch als Reststoff und kann in einer Biogasanlage verwertet werden. Grassilage von Dauergrünlandflächen weist in Achern ein Energiepotenzial von 2.404 MWh/Jahr auf. Rund 54 ha werden als Rebland genutzt. Nach dem Keltern bleibt ein Pressrückstand zurück, der sogenannte Traubentrester. Er umfasst Kerne, Schalen und teilweise Rispen. Traubentrester wird meistens als Dünger in den Weinberg ausgebracht, eignet sich aber gut als Biogassubstrat. Am Ende des Biogasprozesses entsteht ein hochwertigerer Dünger sowie Strom und Wärme. Das Energiepotenzial würde hier 0,07 MWh pro Jahr betragen.

Ein weiteres Potenzial ist eine Nutzung von Obsttrester, da in Achern ca. 600 ha Obstanlagen vorhanden sind. Die Pressrückstände, ähnlich dem Traubentrester, können in einer Biogasanlage verwertet werden. Das Potenzial beträgt 2.660 MWh. Aktuell werden die Trester als Futtermittel, teilweise auch als Dünger verwendet.

4.2.5 Gesamterzeugungspotenzial Biogas

In Abbildung 36 werden das Gesamtpotenzial und dessen Verteilung auf die nutzbaren Substrate dargestellt.

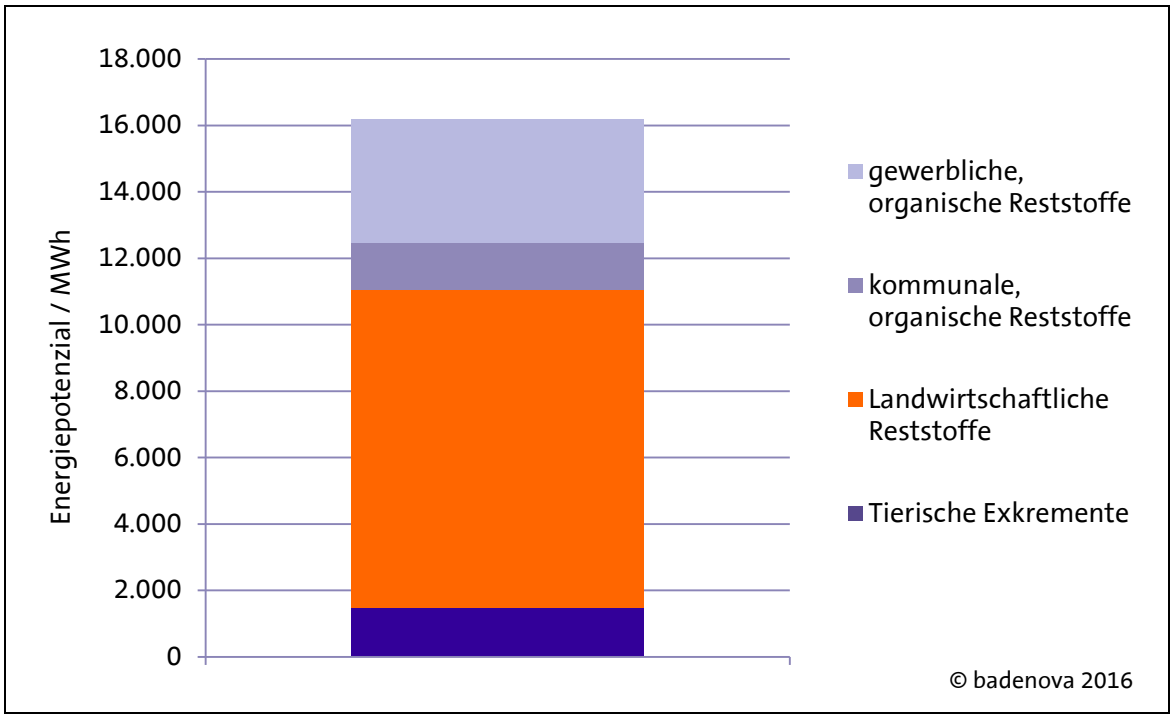

Abbildung 35 – Biomassepotenziale nach Quellen

Das Biogaspotenzial summiert sich in Achern auf einen Gesamtwert von 16.186 MWh/Jahr, was im Rahmen der Stromerzeugung einem elektrischen Biogaspotenzial von 6.150 MWh/Jahr entsprechen würde. Das größte Potenzial besteht dabei bei einer energetischen Nutzung der Reststoffe des Körnermaisanbaus. Außerdem ist die Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen wie

Weizenstroh, Grassilage sowie einen Anbau von Energiemais auf Brachflächen vielversprechend.

In dieser Studie unberücksichtigt bleiben allerdings konkurrierende, insbesondere bestehende Verwertungspfade und die Transportkosten der Biomasse, die nur durch individuelle Befragungen und Prüfungen ermittelt werden können. Bisher vernachlässigt ist außerdem ein möglicher Standort für eine Biogasanlage, der – je nach Lage und bestehender Infrastruktur - Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat. In einem weiteren Schritt wäre eine projekt- und standortbezogene Wirtschaftlichkeitsanalyse notwendig, welche die vorher genannten Punkte berücksichtigt.

Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich ein technisches nutzbares Biogaspotenzial für verschiedene Reststoffe ableiten, welches allerdings nur im Einzelfall auf seine Wirtschaftlichkeit geprüft werden sollte.

4.2.6 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

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

In Achern sind ungefähr 718 ha Waldfläche in kommunalem Besitz. Der Holzzuwachs auf diesen Flächen bemisst sich auf 5.330 Festmeter (fm) je ha. Der jährliche Gesamtholzeinschlag im kommunalen Wald beträgt 5.300 fm. Davon werden 2.330 fm für Brennholz geschlagen, 150 fm für Hackschnitzel und der Rest für Industrie- und Stammholz verwendet (2.820 fm). Der Bestand wird derzeit leicht aufgebaut, da lediglich 5.300 fm eingeschlagen werden (vgl. Abbildung 36). Das noch nutzbare Forstpotenzial ist gering und beläuft sich auf ca. 32 MWh.

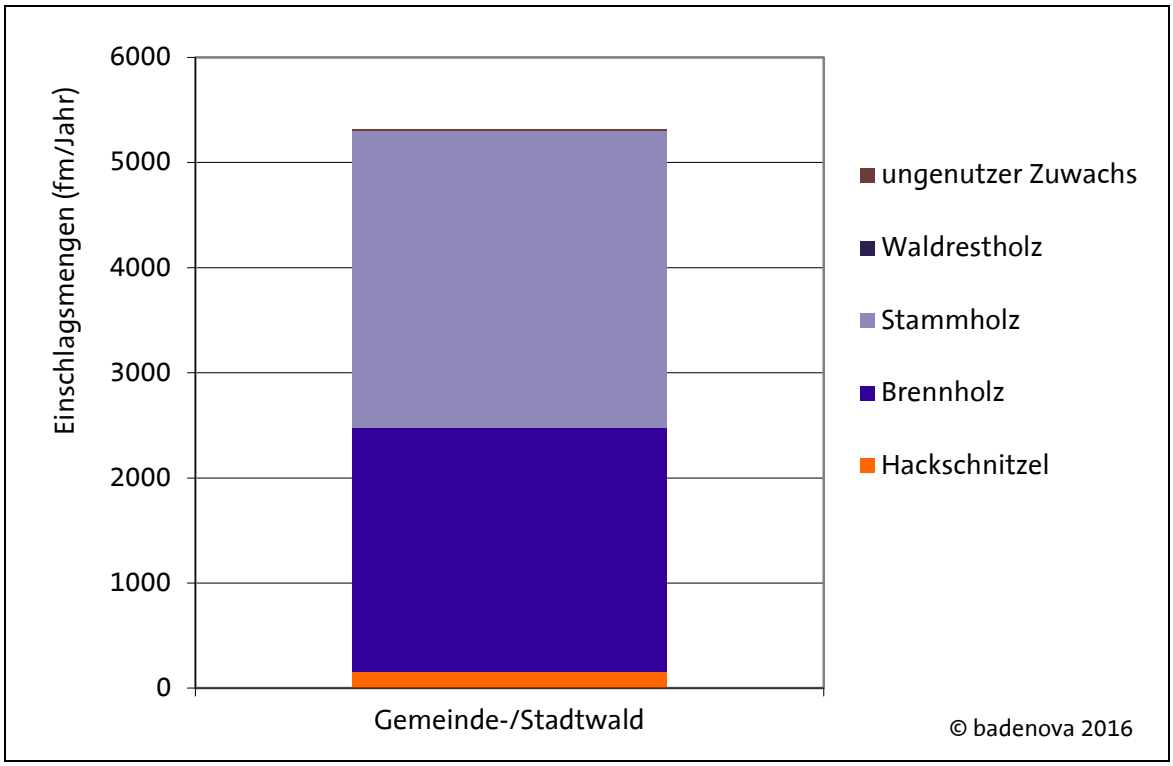

Abbildung 36 – Holzeinschlagsmengen auf der Waldfläche in kommunalem Besitz

4.3 Windkraft

Bei der Erfassung von Windkraftpotenzialen wird zunächst auf den LUBW-Windatlas Baden-Württemberg zurückgegriffen, der als erste Planungsgrundlage für die Suche nach wirtschaftlichen Standorten dient. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Windkartierung des Landes auf flächendeckenden Berechnungen aufbaut. Daher besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass es Abweichungen zu der tatsächlichen Windhöffigkeit an den spezifischen Standorten gibt.

Als wirtschaftlich interessant für die Entwicklung von Windkraftanlagen gelten in der Regel Standorte mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 6,00 m/s in 140 m Höhe über Grund. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass letztlich die Windhäufigkeitsverteilung und nicht die Höhe der mittleren Windgeschwindigkeit für den wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage ausschlaggebend ist. Zur Berechnung des energetischen Windertrages sind daher Langzeitmessungen der Windgeschwindigkeit nötig. Neben dem Windpotenzial als erste Planungsgrundlage werden bei der Standortwahl weitere Faktoren berücksichtigt. Dazu gehören insbesondere immissionsschutzrechtliche Themen wie Schall und Schattenwurf, Naturschutz- und Raumordnungsbelange.

Gemäß dem LUBW-Windatlas verfügt Achern nur auf ihrem Waldstück in Sasbachried über einen windhöffigen Standort. Dabei handelt es sich um eine Exklave in der Hochlage des Nordschwarzwaldes. Dieser Standort ist jedoch aus naturschutzrechtlichen Gründen ausgeschlossen (vgl. Abbildung 37).

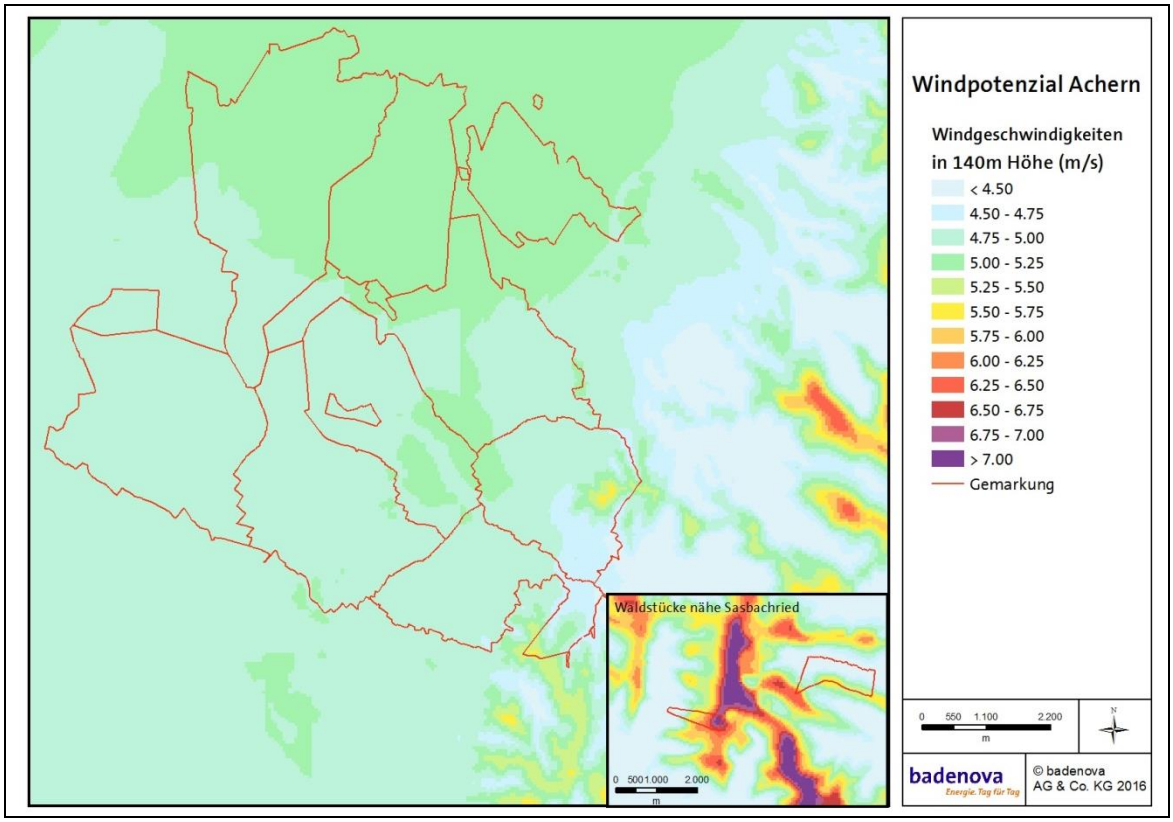

Abbildung 37 – Mittlere Windgeschwindigkeiten innerhalb der Gemarkung Achern (Quelle: Windatlas BW, 2011)

4.4 Wasserkraft

Die Ermittlung von bestehenden, über das EEG geförderten Wasserkraftanlagen ist grundsätzlich über eine Abfrage beim Stromnetzbetreiber, in Achern der Syna GmbH, möglich. Die Ermittlung von Ausbaupotenzialen beruht auf der Auswertung von geographischen Daten. Eine detaillierte Aussage zu Wasserkraftausbaupotenzialen kann letztlich jedoch nur über die Vor-Ort-Prüfung eines Standorts getroffen werden.

Innerhalb der Gemarkung von Achern ist ein geringes Wasserkraftpotenzial entlang der vorhandenen Fließgewässer Acher und Acherner Mühlbach vorhanden (vgl. Tabelle 6).

Zwar wird der mittlere Jahresabfluss des Acherner Mühlbach mit relativ hohen 1,25 m^3/Sekunde angegeben, insbesondere in den Sommermonaten kann es jedoch zu Versickerungen des Flusswassers kommen, so dass die Abflussmenge abfällt.

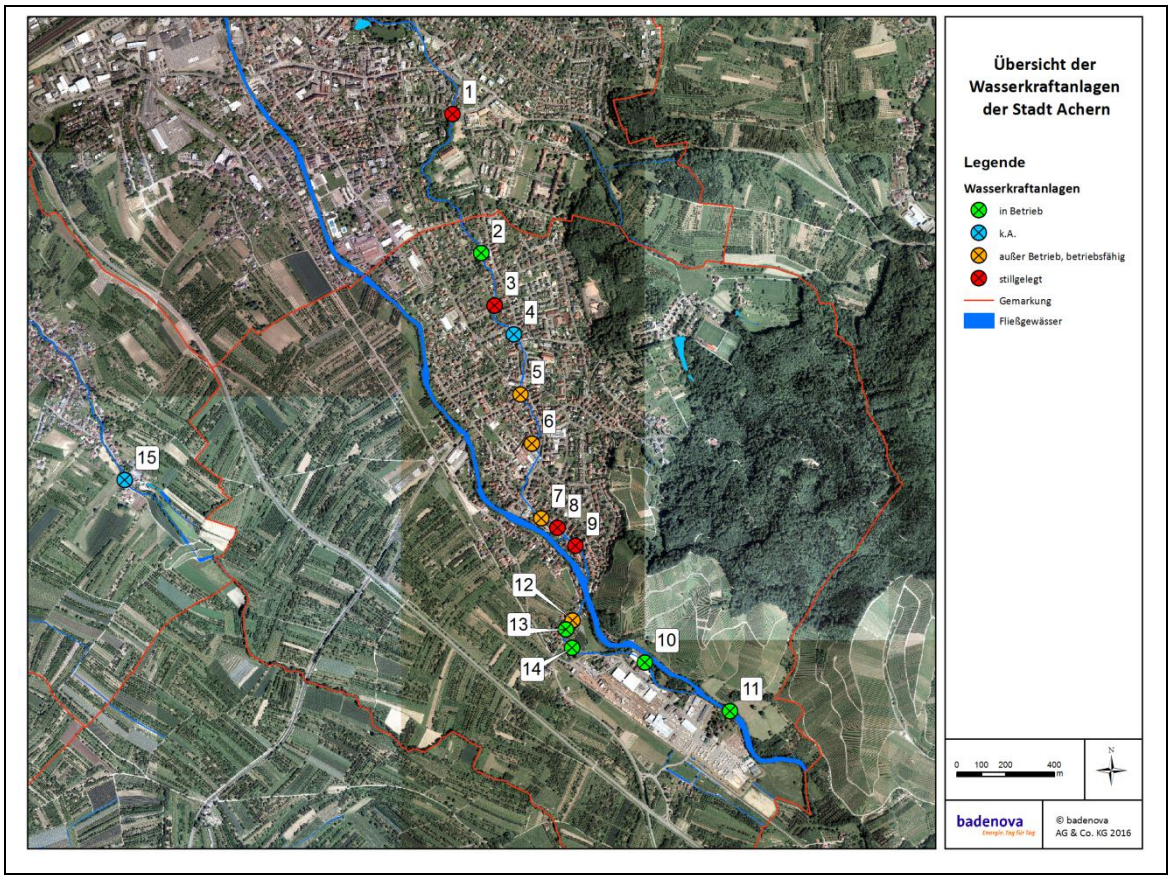

Abbildung 38 – Wasserkraftstandorte in Achern

Tabelle 5 – Übersicht der aktuell installierten Wasserkraftanlagen in Achern

Nr.	Bezeichnung	Installierte Leistung [kW]	Zustand der Anlage	Kraftwerkstyp
1	Ehemalige Fabrik Lott	k.A.	Still gelegt	Ausleitungskraftwerk
2	Nies, Bernd	14	In Betrieb	Ausleitungskraftwerk
3	Sägewerk W. Bohnert	k.A.	Still gelegt	Ausleitungskraftwerk
4	Rest, Werner	15	k.A.	Ausleitungskraftwerk
5	Bürk / Sägewerk	12	Außer Betrieb, betriebsfähig	Ausleitungskraftwerk
6	Hartpappenwerk Lott	63	Außer Betrieb, betriebsfähig	Ausleitungskraftwerk
7	Rest, Autohaus	k.A.	Außer Betrieb, betriebsfähig	Ausleitungskraftwerk
8	Morgenthaler / ehem. Sägewerk	k.A.	Still gelegt	Ausleitungskraftwerk
9	Keller / ehem. Sägewerk	k.A.	Still gelegt	Ausleitungskraftwerk
10	WKA Hartmann AG / Oberacherner Mühlbach	65	In Betrieb	Ausleitungskraftwerk
11	Hanfwerke Oberachern	200	In Betrieb	Ausleitungskraftwerk
12	Karcher / Wasserrad	8	Außer Betrieb, betriebsfähig	Ausleitungskraftwerk
13	Gantner Edeltraud+Peter / Oberacherner Mühlbach	15	In Betrieb	Ausleitungskraftwerk
14	Gantner	15	In Betrieb	Ausleitungskraftwerk
15	Lorenz	2	k.A.	Flusskraftwerk

Tabelle 6 – Überprüfung der Wasserkraftstandorte auf Potenziale

Nr.	Bezeichnung	Nettofallhöhe [m]	Mittlerer Abfluss des Gewässers [m³/s]	Errechnete potenzielle Leistung [kW]
1	Ehemalige Fabrik Lott	1,73	1,25	15
2	Nies, Bernd	1,9	1,25	16
3	Sägewerk W. Bohnert	1	1,25	9
4	Rest, Werner	1,47	1,25	13
5	Bürk / Sägewerk	1,4	1,25	12
6	Hartpappenwerk Lott	4,4	1,25	38
7	Rest, Autohaus	1,21	1,25	10
8	Morgenthaler / ehem. Sägewerk	0,95	1,25	8

Nr.	Bezeichnung	Nettofallhöhe [m]	Mittlerer Abfluss des Gewässers [m^3/s]	Errechnete potenzielle Leistung [kW]
9	Keller / ehem. Sägewerk	1,82	1,25	16
10	WKA Hartmann AG / Oberacherner Mühlbach	3,9	1,25	33
11	Hanfwerke Oberachern	10,26	1,25	88
12	Karcher / Wasserrad	1,13	1,25	10
13	Gantner Edeltraud+Peter / Oberacherner Mühlbach	1,3	1,25	11
14	Gantner	1,5	1,25	13
15	Lorenz	6	0,22	9

Die in Tabelle 6 berechneten potenziellen Leistungen beruhen auf dem mittleren Abfluss des Gewässers sowie der Nettofallhöhe und stellen damit Indikative Angaben dar.[5] Anhand der Ergebnisse werden vor allem an den Standorten Nr. 1, 3 und 9 Potenziale in einer Reaktivierung und gegebenenfalls Ertüchtigung der Anlagen gesehen. Rechnerisch ergibt sich ein zusätzliches, mögliches Wasserkraftpotenzial über alle Standorte von in Summe 69 $kW_{el.}$ Daraus ergeben sich zusätzlich ca. 275 MWh Strom pro Jahr.

4.5 Geothermie

4.5.1 Technischer und geologischer Hintergrund

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

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

1. Oberflächennahe Geothermie (in der Regel bis in 150 m Tiefe bei < 25 °C)
2. Tiefe Geothermie (in bis zu über 6.000 m Tiefe bei > 25 °C)
3. Hochenthalpielagerstätten (in vulkanisch aktiven Gebieten mit > 100 °C)

Um den Wärmebedarf von Gebäuden in Achern abzudecken, kann die oberflächennahe Geothermie mit Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen angewendet werden. Die Anwendung der Tiefengeothermie könnte in den westlich der Bahnlinie gelegenen Wohn- und Gewerbegebieten ebenfalls möglich sein. Die Basis des Muschelkalks, als wichtiger Tiefenaquifer im Oberrhein, liegt dort in

[5] Quelle: Büro am Fluss, Potenzialstudie Oberrhein

ca. 2.000 m Tiefe. Hydrothermale Grundwässer weisen in dieser Tiefenlage bei einem normalen Temperaturgradienten von + 3°C pro 100 m Tiefe, Temperaturen von mindestens 70 °C auf. Wärmeanomalien im Bereich der Randstörungen des Oberrheingrabens ermöglichen auch höhere Temperaturen von ca. 100 °C. Mit einem geothermalen Kraftwerk können so zum Beispiel Netze zur Wärmeversorgung von Wohn- und Gewerbegebieten gespeist werden. Für die geothermale Stromerzeugung sind noch höhere Temperaturen nötig, die am Standort Achern vermutlich nicht erreicht werden. Quantitative tiefengeothermische Potenziale können jedoch im Rahmen der Energiepotenzialstudie nicht bestimmt werden.

Oberflächennahe Geothermie wird ausschließlich zur Wärmeversorgung und nicht zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die in oberflächennahen Erdschichten oder die im Grundwasser vorhandene niedrigtemperierte Wärme mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gehoben, welches bspw. das Heizen eines Ein- oder Mehrfamilienhauses erlaubt. In Abbildung 39 sind die verschiedenen Techniken zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden mit Erdwärme dargestellt. Welches System Anwendung findet, hängt wesentlich vom Bedarf, von den Untergrundverhältnissen und von der zur Verfügung stehenden Fläche ab. Für gewerbliche Zwecke bieten sich Erdwärmesonden und Grundwasserbrunnen an. Sehr gut gedämmte Gebäude modernen Standards können eine Wärmepumpe auch mit der Außenluft betreiben. Deren Effizienz ist jedoch deutlich geringer. Luftgekoppelte Wärmepumpen weisen insbesondere bei Neubauten zunehmend höhere Marktanteile auf.

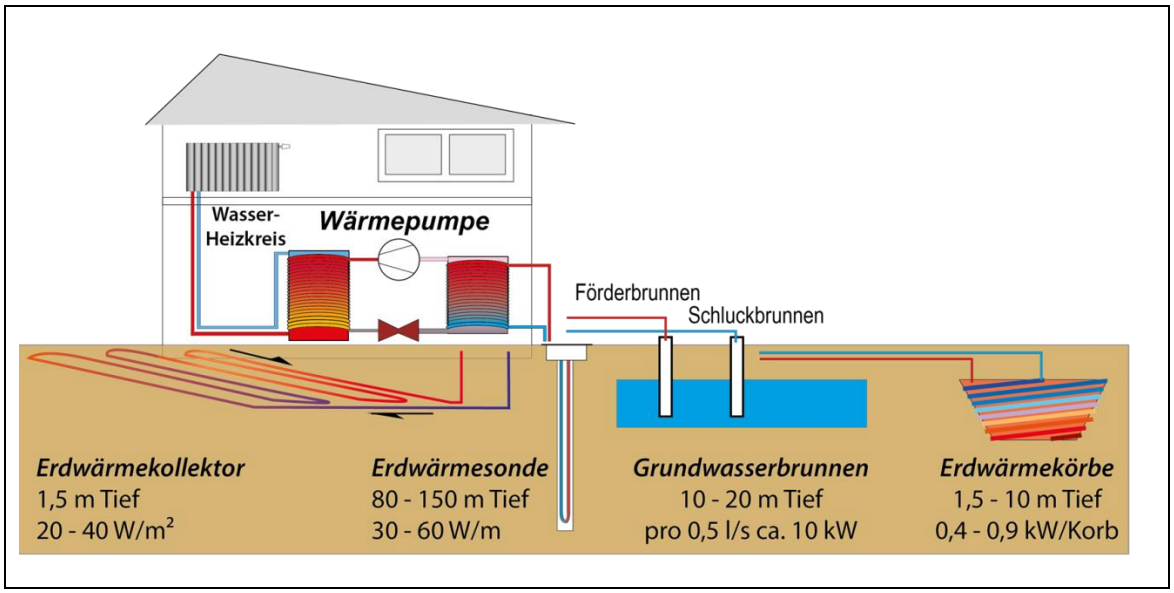

Abbildung 39 – Techniken der oberflächennahen Geothermie und ihre Leistungsfähigkeit

Derzeit sind in der Bohrdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau in Freiburg i. Br. (LGRB 2016) mindestens 28 Anlagen mit insgesamt 64 Sonden für Achern registriert. Die Bohrlänge erreicht im Einzelfall bis zu 120 m, im Durchschnitt liegt sie bei ca. 80 m.

Die Stadt Achern liegt zwischen Offenburg und Bühl, im Bereich des westlichen Oberrheines. Der geologische Untergrund besteht bis in ca. 600 m Tiefe überwiegend aus den Schichten des Tertiärs, denen 30 bis 40 m mächtige quartäre Schot-

ter aus Kiesen und Sanden auflagern (vgl. Abbildung 40). Salzgestein im tertiären Untergrund kann zum Aufstieg aggressiver Grundwässer führen. Die Abdichtung der Sonde muss daher möglicherweise mit säureresistentem Bohrzement erfolgen. Eine Bohrung muss zudem abgebrochen werden, wenn Salzgestein angetroffen wird, auch wenn alleine dadurch keine direkte Gefährdung resultiert. Die Vielzahl an geothermischen Sonden in Achern zeigt aber, dass die Geothermie insgesamt gut anwendbar und die Bohrungen technisch handhabbar sind.

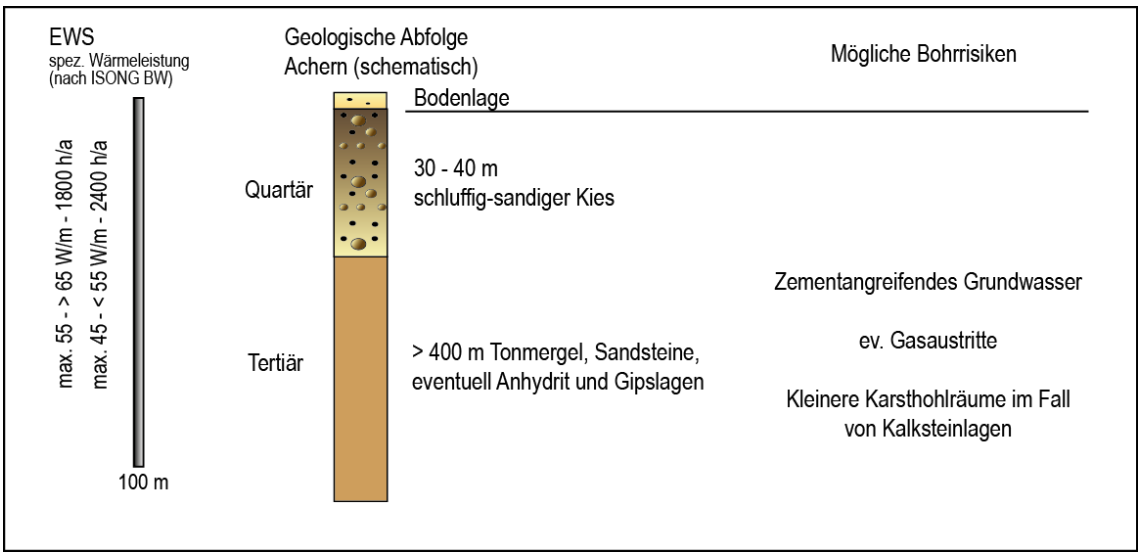

Abbildung 40 – Grobschematische geologische Profile des Untergrundes zwischen Westen und Osten der Gemarkung Achern. (Quelle: ISONG-Baden-Württemberg, LGRB 2016)

Unabhängig von den oben gemachten Aussagen müssen die Angaben des Regierungspräsidiums Freiburg i. Br. - Abt. 9 - LGRB - grundsätzlich beachtet werden. Alle geothermischen Bohrungen unterliegen der Erlaubnispflicht durch die zuständige Behörde.

4.5.2 Geothermiepotenzial

Auf der Grundlage des Wärmekatasters und der obigen Ausführungen konnte für den inneren Stadtbereich von Achern ein bedarfsorientiertes Geothermiepotenzial auf Basis von Erdwärmesonden berechnet werden. Die Vorgehensweise, die dazu verwendeten Parameter und die angewendeten Sicherheitsvorgaben werden im Kapitel 9.4 erläutert.

In Abbildung 41 ist beispielhaft ein Ausschnitt des Geothermiekatasters wiedergegeben. Farblich hervorgehoben sind solche Gebäude, die ihren heutigen Wärmebedarf theoretisch mit ein, zwei oder mit bis zu vier Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Nutzfläche decken können. Dabei wurde mit maximal 99 m langen Erdwärmesonden gerechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass theoretisch 12 % des umfassten Wohngebäudewärmebedarfs mit jeweils maximal 99 m langen Sonden abgedeckt werden könnten. Viele Wohngebäude benötigen mindestens 2 oder sogar bis zu 4 Sonden, um ihren Wärmebedarf mit Erdwärme decken zu können. Dadurch steigen die Investitionskosten sehr stark an.

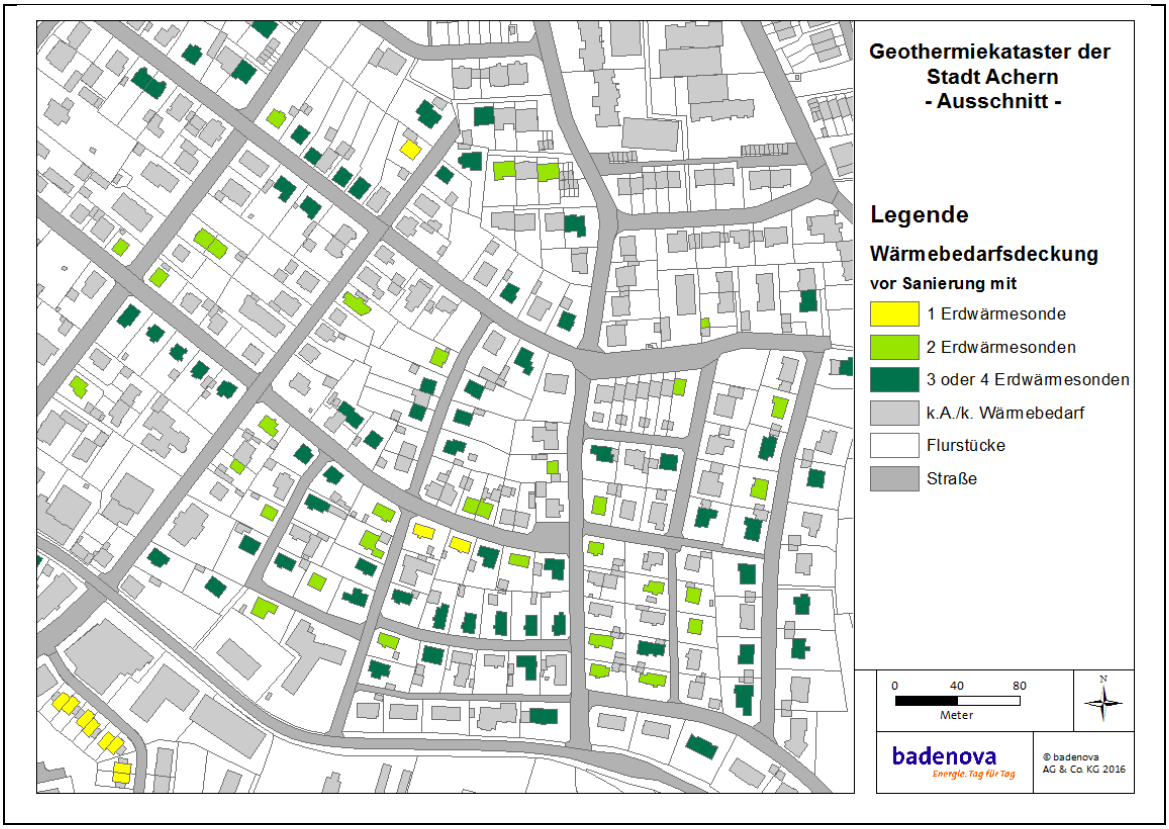

Abbildung 41 – Ausschnitt des Geothermiekatasters (theoretisches Potenzial)

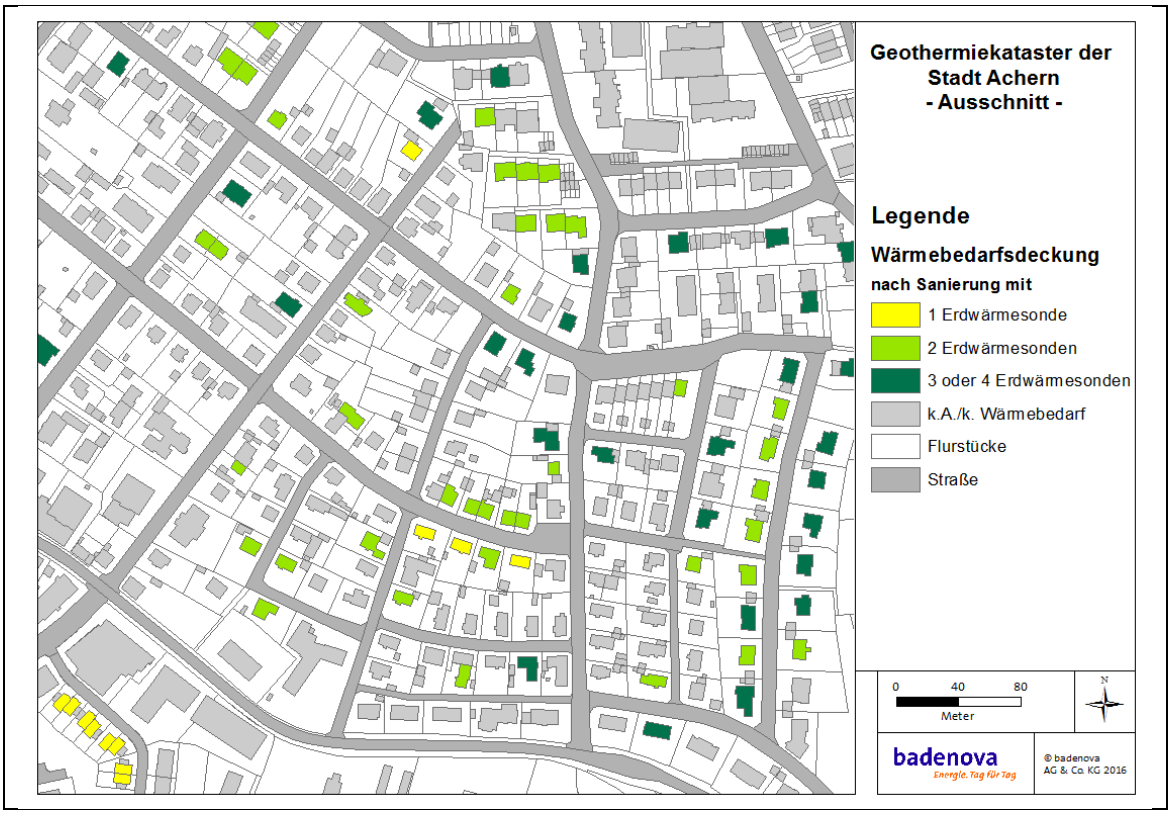

Abbildung 42 - Ausschnitt des Geothermiekatasters (technisch-ökonomisches Potenzial)

Um das Erdwärmepotenzial klimaeffizient nutzen zu können, ist es nötig, die Heizungsvorlauftemperaturen auf maximal 55 °C zu reduzieren. Optimal ist die Verwendung von Fußbodenheizungen. Je niedriger die Heizungs-Vorlauftemperatur ist, desto günstiger wird das Verhältnis von regenerativer Wärmenutzung zum Stromverbrauch der Wärmepumpe. Vor allem bei älteren Gebäuden, die vor 1995 gebaut wurden, setzt dies im Allgemeinen entsprechende Sanierungsmaßnahmen voraus. Ein quantitatives Potenzial wurde für alle Gebäude berechnet, die mindestens die Baualtersklasse F (1969-1978) aufweisen. Im Zuge dieser Altersklasse wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen erstmals deutlich reduziert. Zur Potenzialberechnung wird weiterhin vorausgesetzt, dass die Gebäude der Klassen F bis H (Baualter 1969-1994) eine Sanierung auf das Niveau der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 erfahren. Dieses sogenannte „technisch-ökonomische Potenzial nach Sanierung“ ist ausschnittsweise in Tabelle 7 für Erdwärmesonden mit bis zu 99 m Länge dargestellt.

Tabelle 7 – Geothermische Potenziale zur Deckung des Gebäudewärmebedarfs in Achern

Geothermische Potenziale	Maximale Sondenlänge
	99 m
Theoretisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	12 %
Technisch-ökonomisches Potenzial	
Deckungsanteil des heutigen Wärmebedarfs der Wohngebäude durch Wärmepumpen	9 %
Wärmeeinsparung durch die dazu notwendige Sanierung	3 %

Unter diesen Voraussetzungen können 9 % des umfassten Wohngebäude-Wärmebedarfs in der Stadt Achern nach entsprechender Sanierung mit erdgekoppelten Wärmepumpen bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass dieses Potenzial eine Gebäudesanierung voraussetzt, die insgesamt ca. 3 % des heutigen Gebäudewärmebedarfs einspart (gilt nur für Gebäude der Altersklassen F bis H). Die quantitativen Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Im Geothermiekataster (Kartenanhang) und in Abbildung 42 ist zu erkennen, dass sich in Achern das geothermische Potenzial wesentlich auf ein Siedlungsareal im Nordosten, östlich der Sasbacher Straße konzentriert. In diesem Fall ist zu prüfen, ob die Gebäude die Möglichkeit für einen Gasanschluss aufweisen oder ob die Anwohner ihren Wärmebedarf tendenziell eher mit einer Öl- oder Stromheizung decken. Lassen sich Ölheizungen oder allgemein veraltete Heizungssysteme durch geothermische Systeme austauschen, dann resultiert in der Regel eine sehr hohe Klima- und Ressourceneffizienz der Erdwärmenutzung.

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

4.6 Zusammenfassung: Erneuerbare Energien in Achern

Die Auswertung der vorhandenen Informationen hat ergeben:

- Signifikante Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien gibt es in Achern bei der Solarenergie, die einen wesentlichen Beitrag zur umweltfreundlichen Stromversorgung leisten könnte (bis zu 77 % des Stromverbrauchs).
- Die vorhandenen Reststoffe (z.B. Getreidestroh) und tierischen Abfälle sowie die Bepflanzung von Brachflächen mit Energiemais ergeben ein technisches Potenzial von ca. 6.150 $MWh_{el.}$/Jahr. Auf Grundlage der erhobenen Daten lässt sich damit zwar ein technisches Biogaspotenzial ableiten. Die Wirtschaftlichkeit muss im Einzelfall geprüft werden.
- Die Waldbestände innerhalb der Gemarkung befinden sich im Besitz der Stadt Achern. Ein bisher unausgeschöpftes Energieholzpotenzial lässt sich auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Daten mit ca. 17 fm/Jahr angeben, was einer nutzbaren Energiemenge von ca. 32 MWh und bilanziell einer Wärmeversorgung von 2 Haushalten entspricht.
- Der Potenzialatlas Windenergie verzeichnet nur ein Gebiet nahe der Hornisgrinde auf der Gemarkung Achern mit interessanten Windgeschwindigkeiten. Das Gebiet ist aufgrund von naturschutzrechtlichen Gegebenheiten nicht für Windkraft geeignet.
- Innerhalb der Gemarkung Achern ist ein geringes Wasserkraftpotenzial entlang der vorhandenen Fließgewässer Acher und Acherner Mühlbach vorhanden. Es werden vor allem in der Reaktivierung und gegebenenfalls Ertüchtigung von Bestandsanlagen Potenziale gesehen. Rechnerisch ergibt sich ein Wasserkraftpotenzial von 69 $kW_{el.}$
- Vorhandene Wärmequellen aus oberflächennaher Geothermie und weiteren Wärmeströmen in Verbindung mit Wärmepumpen werden in Einzelfällen bereits zur Wärmegewinnung genutzt und könnten weiter ausgebaut werden. Für die Nutzung von erdgekoppelten Wärmepumpen ist das Potenzial im Untersuchungsgebiet (Kernstadt) vorhanden.

Auf die sich hieraus ergebenden Handlungsfelder wird im folgenden Kapitel 5 eingegangen.

5. Klimaschutzpotenziale und Handlungsfelder

Aufbauend auf den für diese Energiepotenzialstudie zusammengetragenen und analysierten Daten und der weiteren Auswertung dieser Daten in einem geographischen Informationssystem können bereits erste Handlungsfelder identifiziert werden. Diese würden in der Stadt Achern direkt zur Einsparung von CO_2-Emissionen führen und die Bemühungen der Stadt beim kommunalen Klimaschutz konsequent fortführen.

Thematisch unterscheidet die Studie drei grundsätzliche Handlungsfelder:

- Energieeinsparung
- Energieeffizienz und
- Ausbau der erneuerbaren Energien.

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

5.1 Erneuerbare Energien

5.1.1 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Stromverbrauchs sind in Achern besonders im Bereich der Photovoltaik vorhanden. Der jährliche Stromverbrauch liegt bei etwa 146.700 MWh. Im Jahr 2013 wurden davon bereits 8 % durch die lokale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien gedeckt.

Allein mit der Ausschöpfung der PV-Potenziale auf den Dachflächen der Stadt könnte der Stromverbrauch zu 77 % gedeckt werden. Hinzu kommt das technische Potenzial für Biogas und Wasserkraft, so dass insgesamt der heutige Stromverbrauch zu gut 83 % mit erneuerbarer Energie gedeckt werden könnte. Mit den vorhandenen Potenzialen könnte Achern somit das angestrebte Erneuerbare-Energien-Ziel des Landes Baden-Württemberg von 38 % bis 2020 nicht nur erreichen, sondern bei gleichbleibendem Stromverbrauch deutlich übertreffen (vgl. Abbildung 43). Eine bilanzielle, 100%ige Eigenstromerzeugung ist anhand der Potenziale nicht möglich, aber nicht ungewöhnlich, da der Industrieanteil zu Buche schlägt und aktuell keine Windkraftpotenziale vorhanden sind.

Gegenüber dem deutschen Strommix wäre dies eine CO_2-Einsparung von 51.800 t im Jahr, die sich die Stadt in ihrer CO_2-Bilanz gutschreiben könnte. Dadurch würde sich der CO_2-Ausstoß pro Einwohner und Jahr um 19 % von 10,63 t auf 8,56 t verringern.

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

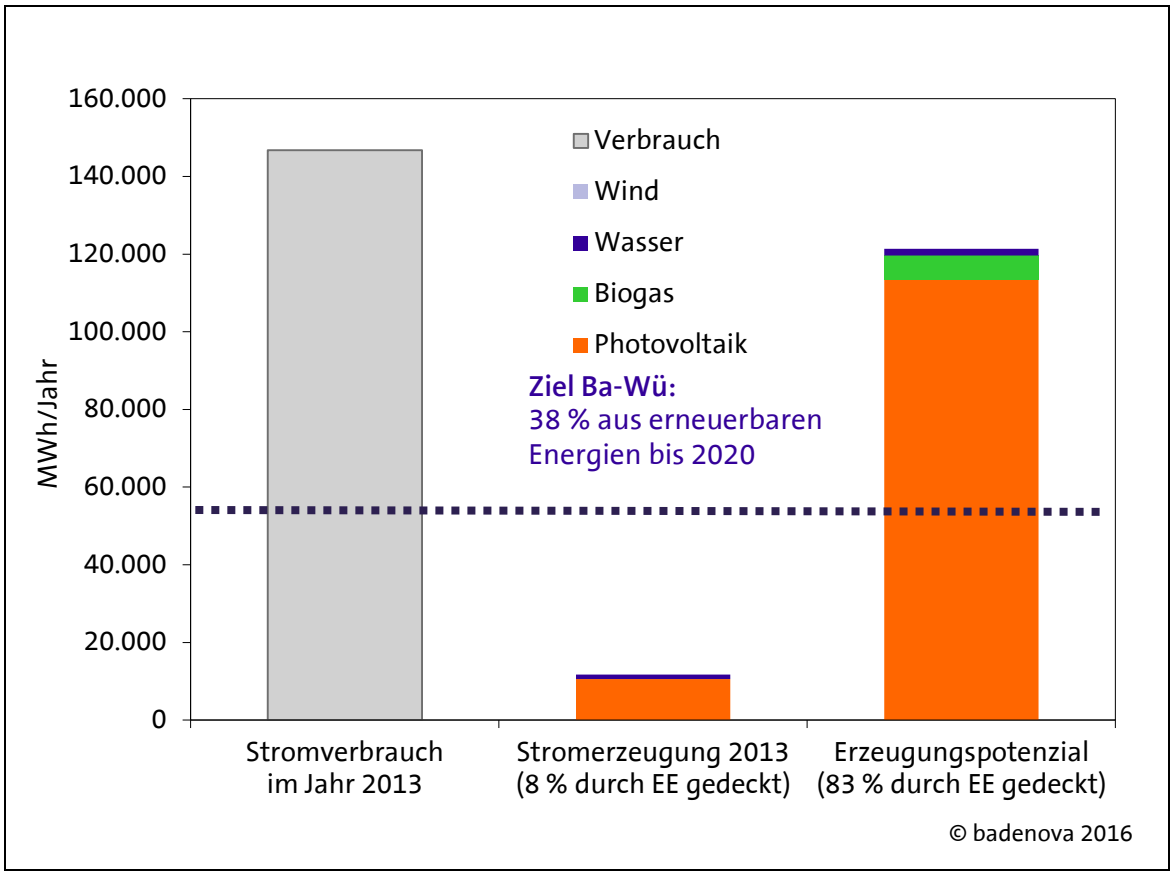

Abbildung 43 – Aktueller Stromverbrauch in Achern im Vergleich zu Potenzialen für Strom aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

5.1.2 Ausbau der erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmebedarfs

Potenziale für die zusätzliche Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärmebedarfs sind ebenfalls vorhanden. Hier spielen vor allem die Solarthermie und die Geothermie eine wichtige Rolle, während die zusätzliche Nutzung von Energieholz nur sehr beschränkt möglich ist (vgl. Abbildung 44).

Der Wärmeverbrauch in Achern beträgt knapp 348.100 MWh/Jahr und entfällt zum größten Teil auf die privaten Haushalte. Aktuell werden jährlich bereits ca. 18 % des Wärmeverbrauchs der Stadt aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt: Energieholz (16 %), Solarthermie (0,8 %) und (Erd-)Wärmepumpen (0,2 %).

Mit der Nutzung der solarthermischen Potenziale auf den Dachflächen der Stadt könnten zusätzlich ca. 41.776 MWh/Jahr oder 60 % des heutigen Wärmeverbrauchs für Warmwasser erzeugt werden. Zusammen mit den vorhandenen Geothermiepotenzialen könnten die technischen Potenziale für Wärme aus erneuerbaren Energien bis zu 37 % des Wärmeverbrauchs decken. Ziel der Landesregierung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Baden-Württemberg bis 2020 auf 16 % zu erhöhen. Durch eine verstärkte Nutzung der vorhandenen Potenziale könnte Achern dieses Ziel übertreffen.

Das jeweilige Potenzial ist allerdings individuell im Hinblick auf die Gesamteffizienz des jeweiligen Systems zu prüfen. Ebenso ist die Nutzung des Erdwärmepotenzials einerseits von den lokalen Untergrundverhältnissen in der

Gebäudeumgebung und andererseits von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (z.B. Entwicklung des Ölpreises) abhängig.

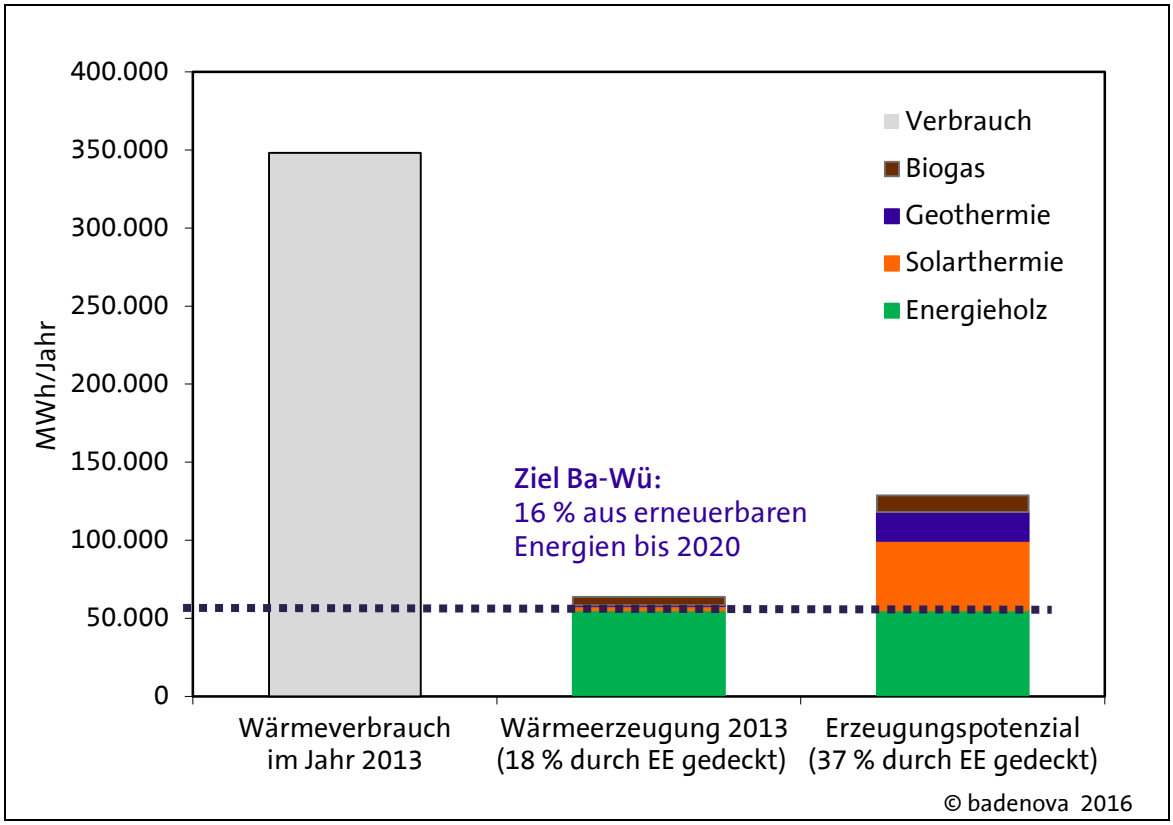

Abbildung 44 – Aktueller Wärmeverbrauch in Achern im Vergleich zu Potenzialen für Wärme aus erneuerbaren Energien und den energiepolitischen Zielen des Landes Baden-Württemberg

Abbildung 44 macht deutlich, dass Maßnahmen bei der Energieerzeugung nur ein Teil der Lösung sind. Ergänzend dazu muss der Wärmeverbrauch stark gesenkt und die Energieeffizienz deutlich erhöht werden, um signifikante CO_2-Einsparungen und gesetzte Klimaziele zu erreichen.

5.2 Erhöhung der Energieeffizienz

5.2.1 Modernisierung der Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung stellt grundsätzlich ein wichtiges kommunales Handlungsfeld dar, da in den meisten Fällen große Stromeinsparungen möglich sind. Der Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung mit Referenzgemeinden aus der Region zeigt, dass Achern mit einem Stromverbrauch von 50 kWh pro Einwohner unter dem Durchschnitt liegt (vgl. Abbildung 45). Die Straßenbeleuchtung ist in Teilen bereits auf LED umgestellt (377 von 4.178 Leuchtpunkten). Mit einem spezifischen Verbrauch von 30 kWh je Einwohner und Jahr, was dem Spitzenwert der Referenzgemeinden in Abbildung 45 entspricht, summiert sich der Stromverbrauch auf 750 MWh und damit einer Einsparung von 499 MWh, bei vollständiger Umstellung auf LED Technik.

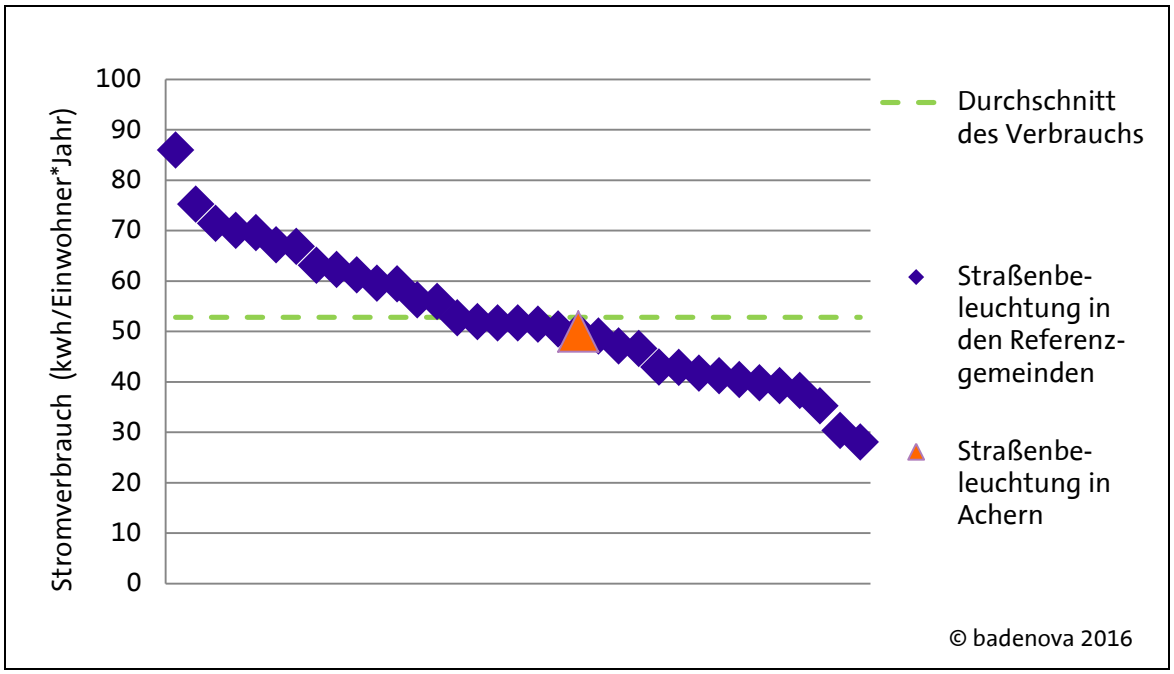

Abbildung 45 – Vergleich des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung pro Einwohner mit Referenzgemeinden (2013)

5.2.2 Hohe Energiestandards im Neubaugebiet

Für Neubauten und Altbausanierung sind energetische Grenzwerte einzuhalten. Der Gebäudestandard charakterisiert den Energiebedarf des Hauses unter Berücksichtigung von Anlagentechnik, Wärmedämmung und Gebäudedichtheit.

Der Gesetzgeber hat mit der ersten Wärmeverordnung, die 1977 eingeführt wurde, erstmals Anforderungen an Bauteile und die Gebäudehülle definiert. Mit den Novellierungen 1982 und 1995 wurden die Anforderungen erhöht.

Mit Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 wurde die Wärmeschutzverordnung mit der Heizanlagenverordnung zusammengelegt. Damit werden Anlagen-/Heiztechnik und Bauteilqualität eines Gebäudes nicht mehr getrennt voneinander betrachtet.

Aktuell regelt die EnEV 2016 die Anforderungen an die energetische Qualität von Neubauten und Altbausanierungen.[6] Grundlegende Änderung der EnEV 2016:

1. Der Primärenergiebedarf eines Neubaus nach EnEV 2016 muss um mindestens 25 % geringer sein, als nach EnEV 2009 für ein vergleichbares Haus erlaubt war.
2. Die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz werden um etwa 20 % verschärft, gegenüber der EnEV 2009.
3. Der Primärenergiefaktor für Strom sinkt von 2,4 auf 1,8.

In der Praxis bedeutet das, dass sich die Dämmung der Außenhülle verbessert sowie Heizungs- und Lüftungstechnik effizienter werden. Zur Erfüllung der An-

[6] https://www.effizienzhaus-online.de/energieeffizienzklasse (11.12.2016)

forderungen sind dabei grundsätzlich verschiedene Wege möglich – Wer zum Beispiel einen fossilen Energieträger einsetzt, muss effizientere Verglasung oder Gebäudedämmung einsetzen. Die energetischen Anforderungen können am Beispiel der KfW-Effizienzhäuser, welche vielen Bauinteressenten ein Begriff ist, veranschaulicht werden. Die Neubaustandards der EnEV 2016 entsprechen dem bisherigen KfW-Effizienzhaus 70, welches damit nicht mehr förderfähig ist. Die Neureglung gilt für Häuser, für die ab dem 1. Januar ein Bauantrag eingereicht oder Bauanzeige erstattet wird.

Aktuell wird in Achern das Neubaugebiet „Lott“ auf dem ehemaligen Gelände der Papierfabrik Lott entwickelt. Ebenfalls in der Entwicklung befindet sich das Areal der ehemaligen Glashütte in Achern. Das 11 Hektar große Gelände inmitten von Achern soll in den nächsten Jahren saniert und zukunftsorientiert neu entwickelt werden.

Diese und folgende Areale, die entwickelt werden, können als Initiationsgebiete für Neubau-Standards dienen. Als Beispiel kann hier Freiburg genannt werden. Neubauten sollen in Freiburg noch deutlich energieeffizienter werden, als es die bundesweit geltende EnEV verlangt. Die aktuell geltenden energetischen Gebäudestandards werden für Neubauten, die ganz oder in Teilen dem Wohnen oder einer büroähnlichen Nutzung dienen, im städtebaulichen Vertrag verbindlich vereinbart. Der KfW- Effizienzhausstandard 55 wird in den städtebaulichen Verträgen für Wohnbaugrundstücken in neuen Bebauungsplänen und in Kaufverträgen für städtische Wohnbaugrundstücke festgelegt. Die Vorgaben werden regelmäßig angepasst und verschärft.

Der Wärmeverbrauch in Privathaushalten ist ein signifikanter Energieverbraucher (in Achern ca. 83 % der Privathaushalte; ca. 25 % am Gesamtenergieerbrauch). Mit einem hohen Energiestandard in Neubaugebieten kann dieses Potenzial zum Energiesparen und zur Verbesserung der Klimabilanz langfristig abgeschöpft werden.

5.2.3 Austausch ineffizienter Heizanlagen und Heizungspumpentausch

Der Austausch alter Heizanlagen stellt ein grundlegendes Handlungsfeld für Privathaushalte dar. Die Auswertung der Heizanlagenstatistik der Stadt verdeutlicht, dass knapp 25 % der Heizöl- und Erdgasanlagen älter als 25 Jahre sind. Der größte Teil der Heizanlagen ist jedoch nicht älter als 15 Jahre, vgl. Abbildung 46.

Allerdings hat sich die Effizienz von Heizanlagen in den letzten Jahren deutlich verbessert, wodurch auch jüngere Anlagen ein Potenzial für Effizienzsteigerungen besitzen, welche wiederum zu Energie- und Kosteneinsparungen führen können. Heizölkessel mit einem Baualter vor 1980 haben einen Jahresnutzungsgrad von lediglich 76 %, während Kessel mit einem Baualter nach 1990 Jahresnutzungsgrade von bis zu 98 % aufweisen. Konkret bedeutet dies, dass der Austausch alter Kessel in diesem Fall den Energiebedarf um 22 % senken könnte.

In Achern könnten durch effizientere Heizanlagen jährlich 8.900 MWh Heizöl und 4.500 MWh Erdgas eingespart werden. Das entspricht einem CO_2-Einsparpotenzial von ca. 4.000 t im Jahr.

Darüber hinaus gibt es Synergieeffekte durch die Umstellung von Anlagen auf andere Energieträger (z.B. Heizöl auf Erdgas). Im Jahr 2013 wurden in Achern ca. 51 % des Wärmeverbrauchs durch erdölbasierte Heizungssysteme verursacht. Ca.

1 % des Verbrauchs wurde mit Heizstrom gedeckt. Eine Umstellung dieser konventionellen Heizungssysteme auf Erdgas mit einem nach dem Erneuerbaren-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg (EWärmeG 2015) entsprechenden Solarthermieanteil würde 4 % der gesamten CO_2-Emissionen in Achern einsparen. Die Stadt weist einen hohen Ausbaugrad des Erdgasnetzes auf, mit dem die Umstellung von Erdöl auf Erdgas in vielen Wohnbereichen möglich ist.

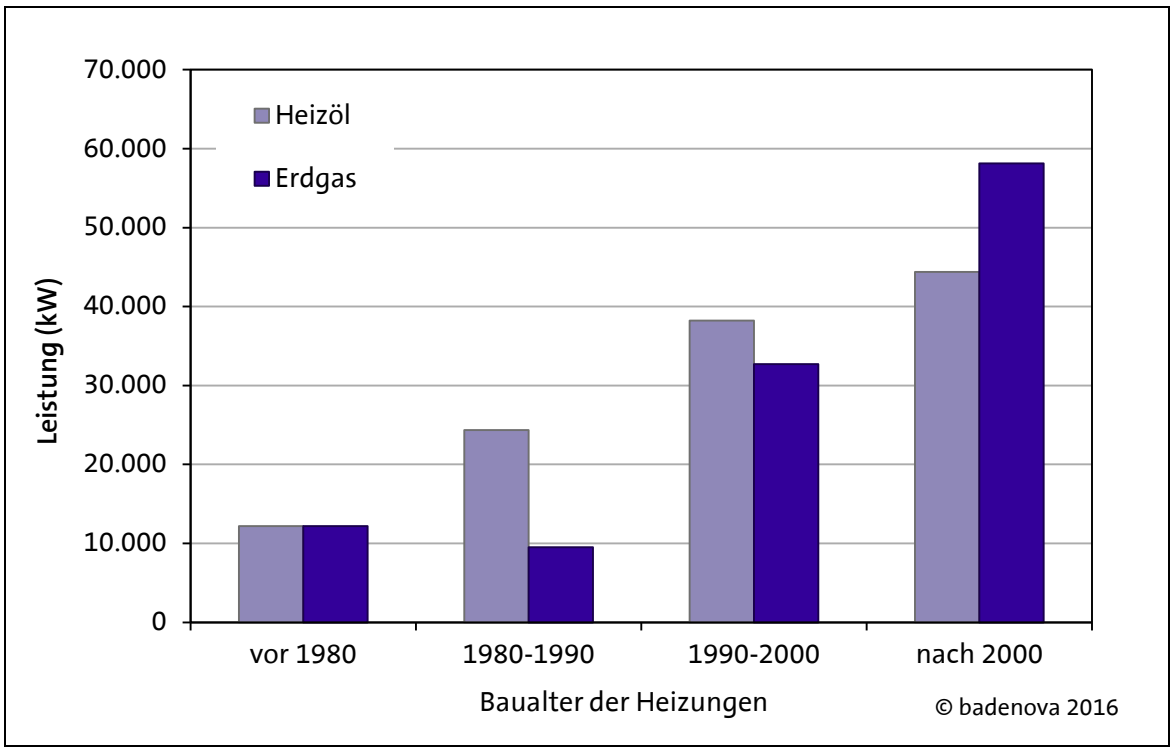

Abbildung 46 – Gesamtleistung der Heizanlagen nach Energieträgern und Baualter

Unabhängig vom Baualter bietet der Heizungspumpentausch deutliche Einsparpotenziale. Viele Heizungsanlagen – sowohl ältere als auch jüngere – werden mit falsch eingestellten, zu großen oder energetisch ineffizienten Heizungspumpen betrieben. Es wird geschätzt, dass ca. 84 % aller Heizungspumpen in Deutschland veraltet sind. Der Austausch oder die Justierung dieser Pumpen ist eine sehr kostengünstige und einfache Energieeffizienzmaßnahme. Die Kosten für eine neue, frequenzgesteuerte Hocheffizienzpumpe amortisieren sich daher bereits nach zwei bis fünf Jahren. Vielen Bürgern ist diese Tatsache nicht bewusst und auch im gewerblichen Bereich können dahingehend oftmals erhebliche Effizienzsteigerungen bei kurzen Amortisationszeiten erreicht werden.

5.2.4 Aus- und Aufbau von Wärmeverbünden und KWK-Anlagen

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sollen nach der Bundes- und Landesregierung einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Energiebereitstellung liefern (UMBW, 2015b). In Achern sind bereits einige Anlagen in Gewerbebetrieben installiert, jedoch decken diese erst ca. 6 % des Stromverbrauchs der Stadt. Damit ist noch ein weiterer Ausbau nötig, um das Landesziel, 25 % des Stromverbrauchs mit KWK-Anlagen zu decken, in Achern zu erreichen (vgl. Abbildung 47).

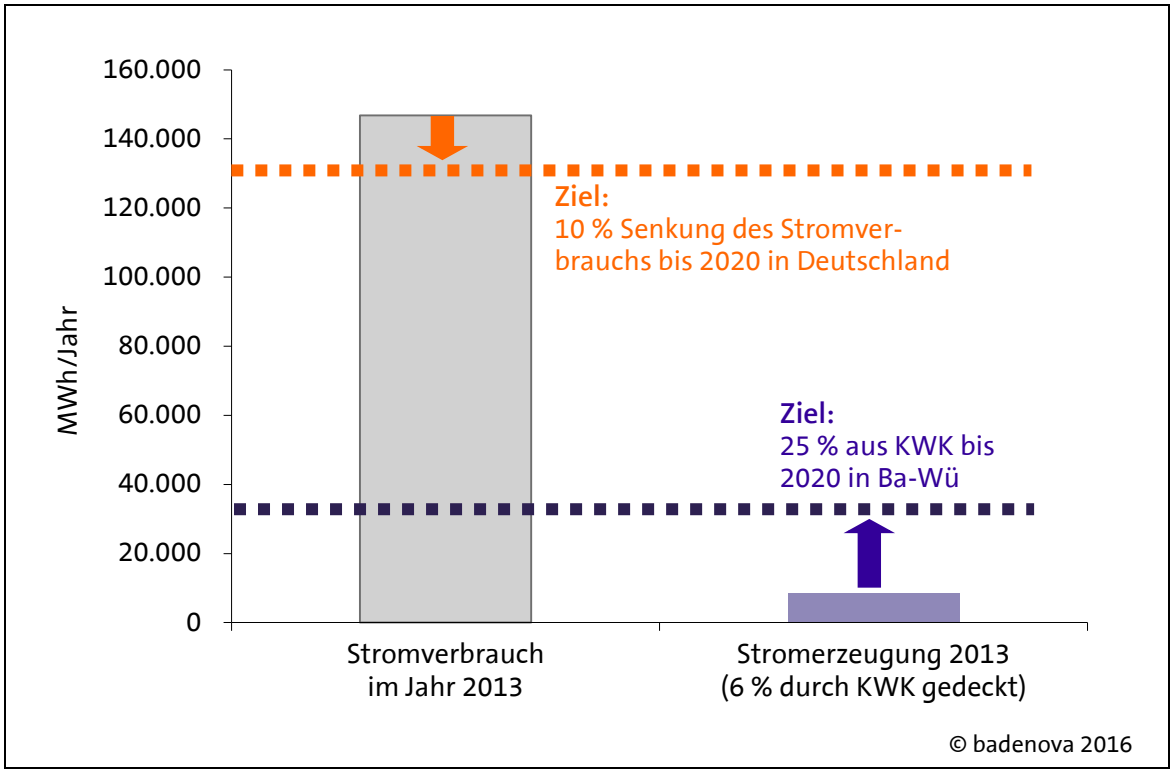

Abbildung 47 – KWK-Erzeugung und KWK-Ziele im Vergleich zum Gesamtstromverbrauch

Für den Aufbau von Nahwärmeverbünden bzw. KWK-Anlagen bestehen in Achern noch gute Potenziale. Insbesondere in Kombination mit Sanierungs- und Quartierskonzepten können Potenziale genauer identifiziert und untersucht werden (vgl. Kapitel 5.3.2).

Abbildung 48 zeigt einen Ausschnitt des Wärmekatasters im Bereich der Plaukelmatte in der Kernstadt von Achern. Im rot markierten Bereich gilt es zu prüfen, ob sich in den dortigen großen Mehrfamilienhäusern und dem Hochhaus der Einsatz von Blockheizkraftwerken zur Wärmeversorgung eignen könnte. Aus den Daten geht hervor, dass die Gebäude, die aus den 1970er Jahren stammen, zum größten Teil unsaniert sind und eine hohe Wärmedichte aufweisen. Zudem sind die Gebäude nicht mit Erdgas versorgt, was mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine erdölbasierte Wärmeerzeugung spricht und damit aus Klima Sicht ein interessantes Areal ist. Die nahegelegene Post kann in das Konzept einbezogen werden. Hier sollte geprüft werden, wie der Zustand der derzeitigen Heizanlagen ist und inwiefern die Eigentümer für den Einbau eines Blockheizkraftwerks oder den Anschluss an eine Nahwärmeversorgung bereit wären.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass der Wärmebedarf der Gebäude durch Sanierungsmaßnahmen deutlich sinken könnte, so dass ein Wärmenetz möglicherweise nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann. Sanierungsmaßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs sollten daher vor der Planung eines Wärmenetzes angegangen werden.

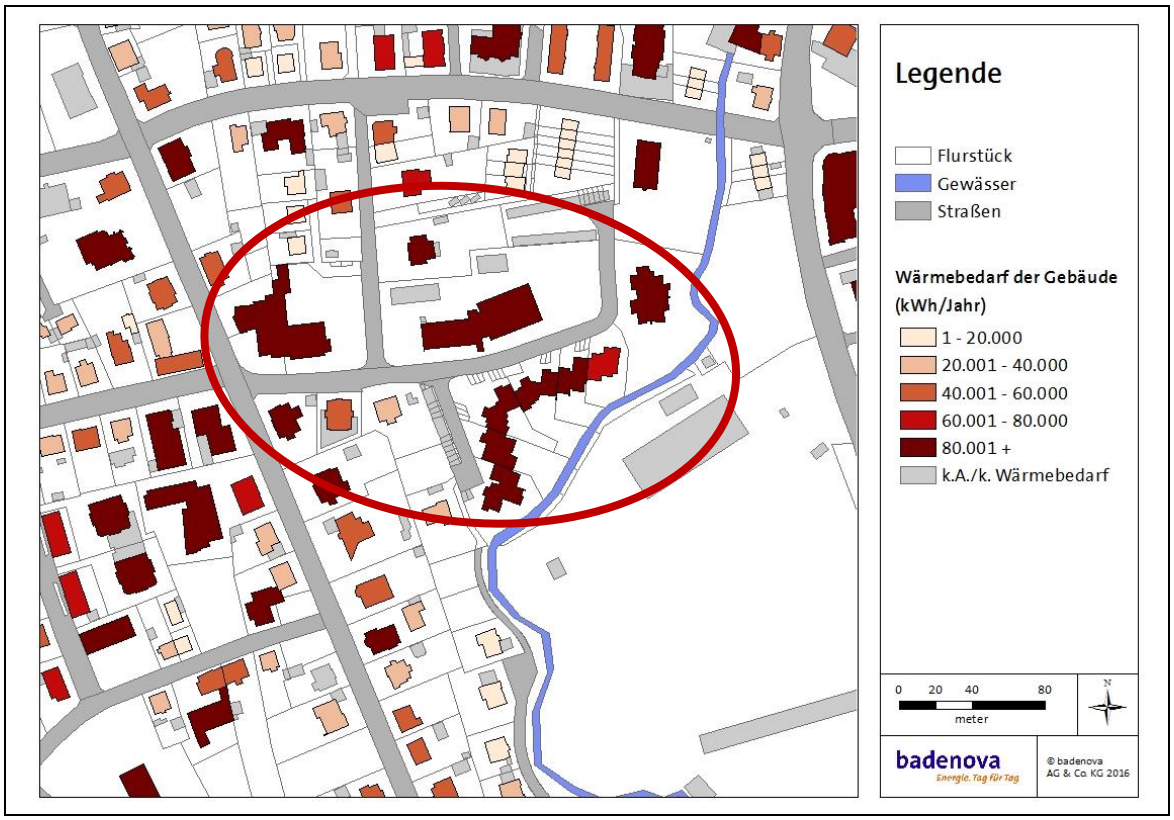

Abbildung 48 – Ausschnitt des Wärmekatasters: Mögliches Potenzial für den Aufbau eines Wärmenetzes in der Plaukelmatte

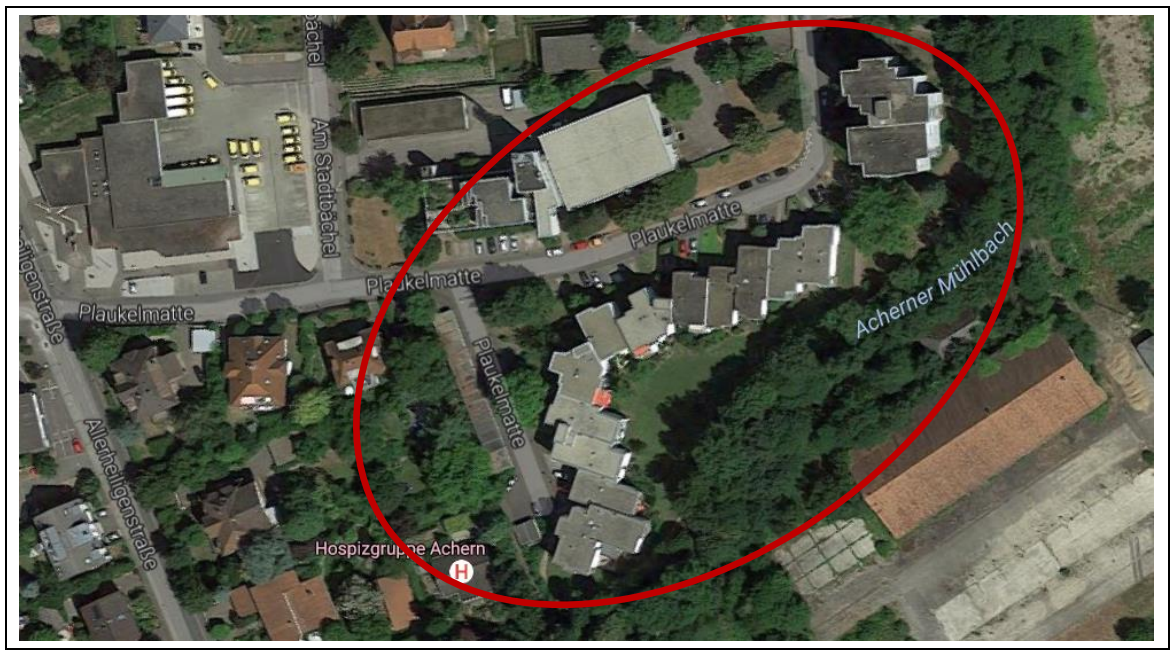

Abbildung 49 – Potenzialgebiet um die Plaukelmatte

Neben den privaten Haushalten sollte ebenfalls in Gewerbebetrieben der Einbau von KWK-Anlagen weiter vorangetrieben werden. In Form eines Netzwerkes aus den dortigen Unternehmen könnten mögliche Energieversorgungssynergien überprüft und genutzt werden.

Die Achertalschule sowie die Robert-Schuman-Realschule im Verbund und die Gemeinschaftsschule verfügen bereits über ein Blockheizkraftwerk, welches effizient Wärme und Strom erzeugt und damit die Klimabilanz positiv beeinflusst.

5.2.5 Effizienzpotenziale der Abwasserreinigungsanlage

Abwasserbehandlungsanlagen sind für 20 % des Energiebedarfs in deutschen Städten und Gemeinden verantwortlich. In Achern beträgt der Anteil am kommunalen Stromverbrauch sogar 28 %. Sie sind in der Regel der größte Einzelenergieverbraucher vor Schulen, Krankenhäusern und anderen kommunalen Einrichtungen.[7] Ein planvolles Vorgehen im Bereich Klimaschutz darf daher die Abwasserbehandlungsanlagen nicht ausschließen.

Die Stadt Achern betreibt mit dem Eigenbetrieb Stadtentwässerung eine Kläranlage in Achern. Die Kläranlage befindet sich am nord-westlichen Rand der Stadt Achern im Gewerbegebiet „Schleif“, eingegrenzt durch die Bahntrasse Karlsruhe–Basel im Südosten und dem Acherner Mühlbach im Nordosten.

Die Kläranlage wurde 1961 errichtet und vor mehr als 10 Jahren erweitert. Die Kläranlage ist der Größenklasse 4 mit 26.533 Einwohnergleichwerten zuzuordnen. Als biologisches Grundverfahren wird ein Belebungsbecken mit getrennter Schlammstabilisierung verwendet. Das entstehende Faulgas wird in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) verbrannt und simultan Wärme und Strom erzeugt. Der Gesamtstromverbrauch von 1.123 MWh in 2014 wird zu rund 37 % durch eigenerzeugten Strom gedeckt. Knapp 396 MWh (35 %) entfällt auf Belüftung der Belebung (Gebläse). Typischerweise sind die Hauptstromverbraucher die Gebläse zum Sauerstoffeintrag in das Belebungsbecken und Pumpen zum Transport von Wasser und Schlamm.

Abbildung 50 – Übersichtsbild der Kläranlage Achern

[7] Vgl. Haberkern, B. et al. (2008): „Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen“, Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes.

Eine energetische Untersuchung wird anhand von Kennwerten anderer Kläranlagen der Größenklasse 4 vorgenommen. Dazu wurden in einer Studie des Umweltbundesamtes[8] Bestandsanlagen erfasst und Kennwerte für die Beurteilung der Energieeffizienz abgeleitet. Dabei wird zwischen Toleranzwerten und Zielwerten unterschieden. Toleranzwerte können als mittlere Verbrauchswerte aller Anlagen in den jeweiligen Gruppen betrachtet werden. Bei den Zielwerten handelt es sich nicht um theoretische Bestwerte, sondern um Verbrauchswerte, die schon heute auf mehr als 10 % der Anlagen unterschritten werden.

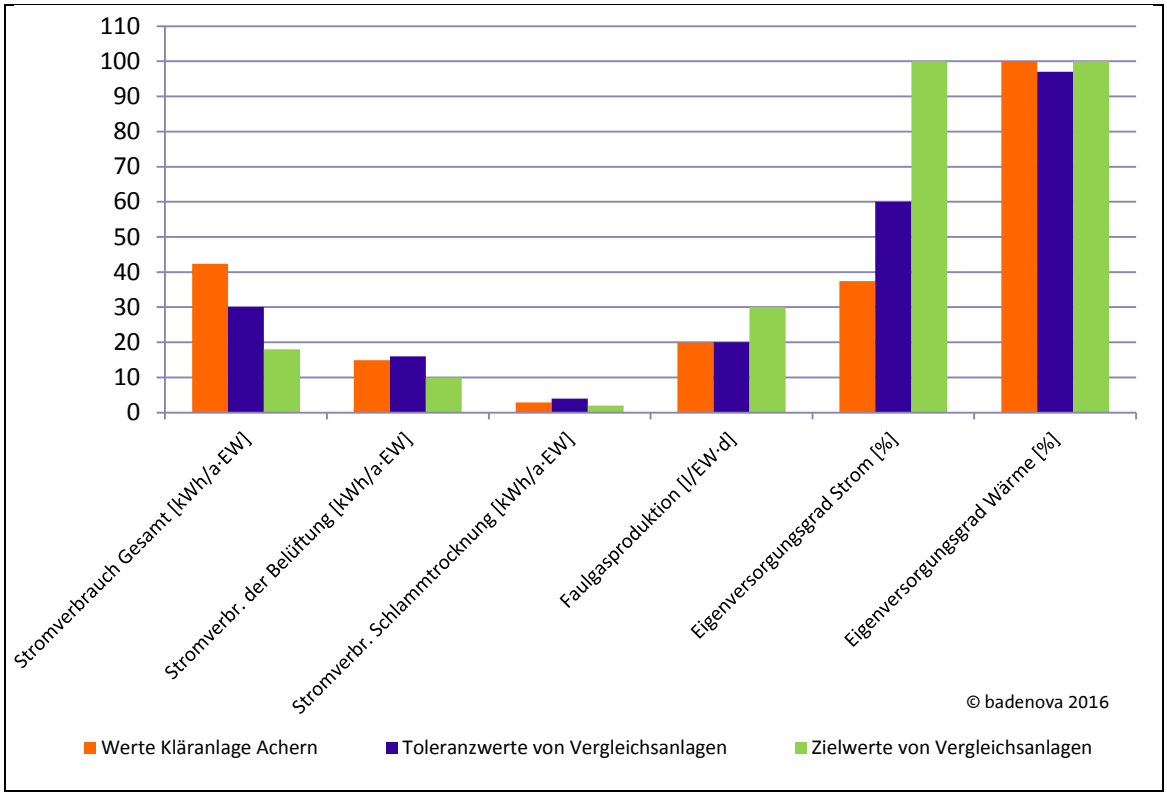

Abbildung 51 – Berechnete Kennwerte der Kläranlage Achern im Vergleich zu Bestandsanlagen

Wie in Abbildung 51 ersichtlich, weicht insbesondere der Kennwert „Stromverbrauch Gesamt“ von dem Toleranzwert der Studie ab. Hier gibt es noch Einsparpotenziale. Die Belüftung der Belebungsbecken liegt in Bezug auf den Stromverbrauch in einem guten Bereich. Um Einsparpotenziale identifizieren zu können, empfiehlt es sich die Verbräuche der Großverbraucher wie beispielsweise Pumpen messtechnisch zu erfassen. Aufgrund der topografischen Lage müssen große Höhenunterschiede mit Pumpen bewältigt werden, entsprechend groß ist der Strombedarf der Förderpumpen.

Insbesondere der Eigenversorgungsgrad bei Strom kann optimiert werden. Nadelöhr der Eigenstromoptimierung ist die Gaserzeugung im Faulturm. Hier kann

[8] Vgl. Haberkern, B. et al. (2008): „Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen“, Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes.

gegebenenfalls mit einem Co-Substrat die Gasausbeute weiter gesteigert und damit die Auslastung des BHKWs optimiert werden. Bisher wird bereits Brennschlempe und als Co-substrat eingesetzt. Eine tiefergehende energetische Untersuchung der Kläranlage, z.B. durch ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1, ist an der Stelle empfehlenswert.

5.3 Energieeinsparung

5.3.1 Verringerung des Heizwärmeverbrauchs der Wohngebäude

Die Bundesregierung verfolgt bis 2020 das Klimaschutzziel, den Wärmebedarf um 20 % zu senken. In der folgenden Abbildung 52 sind sowohl der momentane Wärmeverbrauch der Wohngebäude in der Kernstadt Achern (ohne Stadttteile), das mögliche Einsparpotenzial sowie das Ziel der Bundesregierung dargestellt. Achern verfügt über ein signifikantes Einsparungspotenzial beim privaten Wärmeverbrauch.

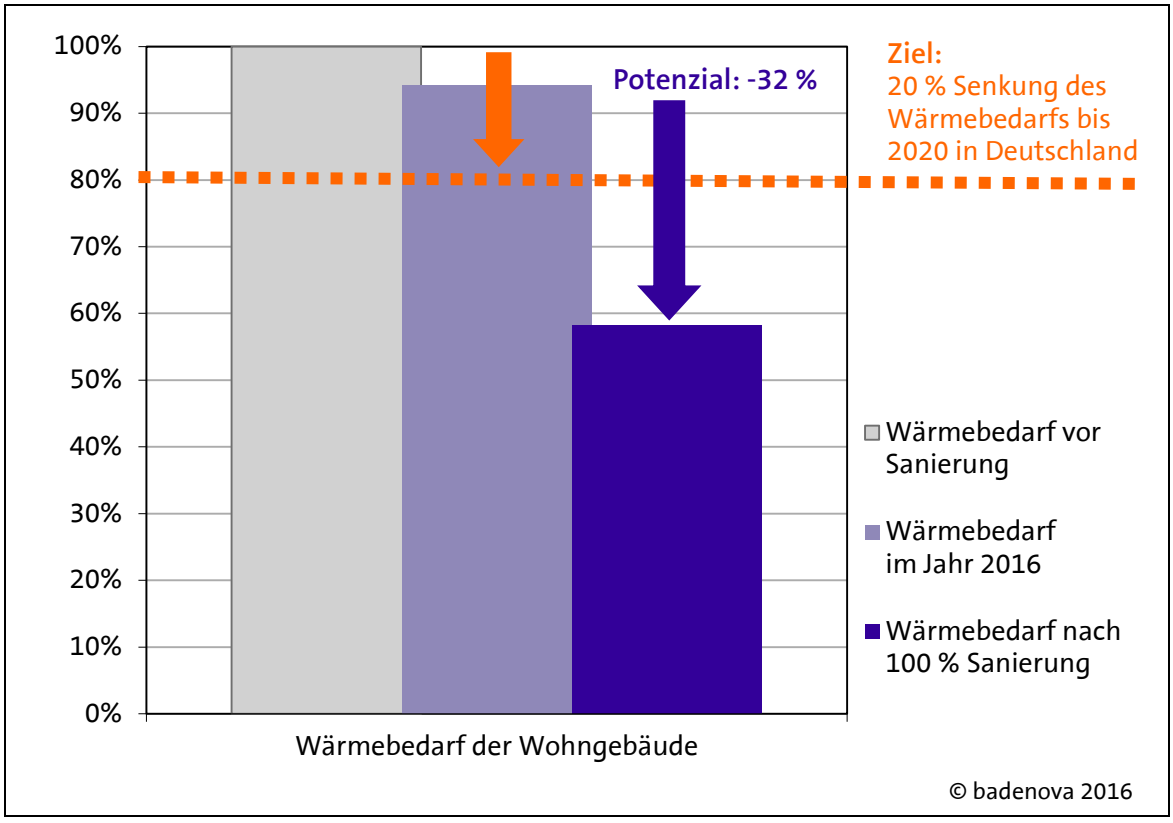

Abbildung 52 – Wärmebedarf der Wohngebäude in der Kernstadt sowie theoretisches Energieeinsparpotenzial

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

Bewohner oder Nutzer ab, sondern vom ermittelten Gebäudetyp. Damit bleibt der Datenschutz gewahrt.

In Achern wurden 75 % des Wohngebäudebestands vor der zweiten Wärmeschutz-Verordnung 1984 erbaut, d.h. zu einer Zeit, als Energieeffizienz noch keine wesentliche Rolle spielte (vgl. Abbildung 3 in Kapitel 2.3). Daher würde die energetische Sanierung von diesen Gebäuden große Mengen an Energie und CO_2-Emissionen einsparen.

Konkret bedeutet das: Würden in Achern alle Wohngebäude auf dem aktuellen Stand der Wärmschutz-Verordnung modernisiert werden, könnte man 32 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs einsparen (vgl. Abbildung 52). Zusätzlich würden sich hieraus Chancen für die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk ergeben, d.h. die lokale Wertschöpfung könnte gesteigert werden.

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

5.3.2 Sanierungs- und Quartierskonzepte

Wichtig hinsichtlich der Steigerung von Sanierungsraten und Verringerung und Optimierung der Wärmeverbräuche sind Maßnahmen, in denen die Stadt als Initiatorin und Impulsgeberin agiert, so wie dies bei Sanierungs- und Quartierskonzepten der Fall ist. Letztlich werden Informations- und städtische Förderprogramme sowie Partizipationsprozesse Voraussetzung für die „Aktivierung“ von energetischen Sanierungen bei Privathaushalten sein.

Integrierte Quartierskonzepte analysieren den energetischen Ist-Zustand eines ausgewählten Quartiers und zeigen auf, welche Energieeinsparpotenziale im Quartier bestehen. Darauf aufbauend werden unter Einbindung der lokalen Akteure individuelle und umsetzungsorientierte Maßnahmen formuliert, um kurz-, mittel- und langfristig CO_2-Emissionen zu reduzieren. Der Fokus der Konzepte liegt dabei auf den zwei zentralen Handlungssträngen energetische Sanierung und Energie- und Wärmelösungen. Die Durchführung von Quartierskonzepten wird von der KfW-Bankengruppe zu 65 % gefördert.

Abbildung 53 – Potenzialgebiet um die Straßburger Straße

Ein Areal, welches im Rahmen der Studie als mögliches Sanierungsgebiet oder für den potenziellen Aufbau eines Wärmeverbundes identifiziert wurde, ist das Gebiet zwischen Gymnasium Achern und dem Hochhaus in der Straßburger Straße (vgl. Abbildung 53). In diesem Quartier sind ähnliche Baualter der Gebäude aus den 1960er bis 1970er Jahren und immer wieder homogene Gebäudestrukturen vorzufinden. Aus den Daten geht hervor, das nur wenige Wohngebäude in diesem Gebiet umfänglich energetisch saniert sind, sich jedoch aufgrund des Baualters sehr gut dafür eignen. Das Gymnasium Achern und der gegenüber liegende Kindergarten kommen als Kondensationskeim in Frage. Im Gymnasium ist bereits ein Hackschnitzelkessel installiert, der in einen Nahwärmeverbund eingebunden werden kann. Des Weiteren eignet sich das Gymnasium als Aufstellungsort für die Heizzentrale. Aufgrund der Kubatur der Wohngebäude und dem Hochhaus herrscht eine hohe Wärmedichte, was Grundvoraussetzung für eine Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes ist.

Im Rahmen eines Quartierskonzepts könnten detaillierte Gebäude- und Heizungsdaten erhoben sowie eine Befragung der Anwohner durchgeführt werden, um die Potenziale für einen Nahwärmeverbund zu ermitteln. Das Ziel ist, Syner-

gieeffekte bei der Sanierung und der Wärmeversorgung zu nutzen, somit die Effizienz zu steigern und letztlich den Klimaschutz voranzutreiben. Mit Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden könnte zudem die lokale Wirtschaft sowie das Handwerk beauftragt werden, womit die lokale Wertschöpfung gesteigert werden könnte.

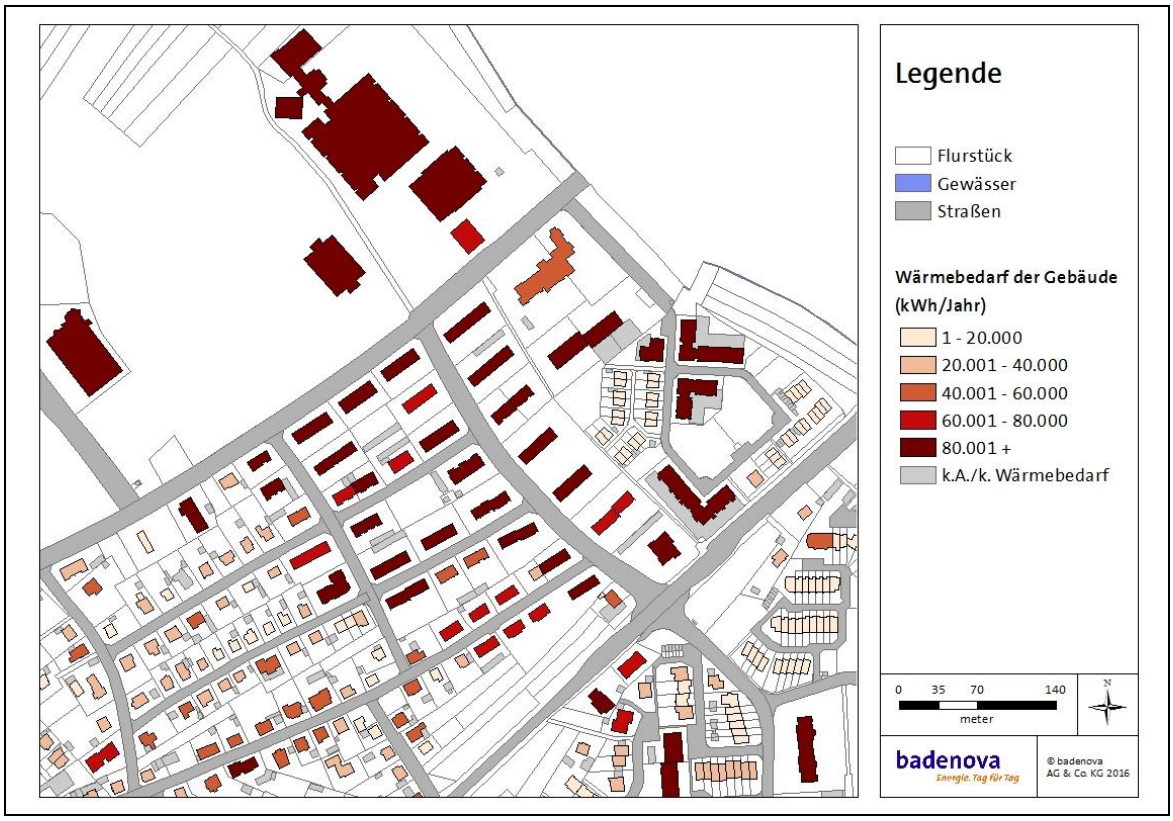

Abbildung 54 – Potenzielles Untersuchungsgebiet im Kernort von Achern

5.3.3 Umweltfreundliche Mobilität

Der verkehrsbedingte CO_2-Austoß ist mit einem Anteil von etwa einem Drittel an den Gesamtemissionen der Stadt ein wichtiger Faktor der Klimabelastung der Stadt. Die Stadt hat nur begrenzte Möglichkeiten, den Energieverbrauch und die CO_2-Emissionen im Bereich der Mobilität zu reduzieren. Dennoch sollte das Handlungsfeld Mobilität auf keinen Fall außer Acht gelassen werden.

Durch verschiedene Maßnahmen und gute Öffentlichkeitsarbeit seitens der Stadt zu bewussterem Umgang und stärkerer Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln könnte ein neues Mobilitätsverhalten der Acherner Bürger etabliert und gefördert werden. Alternative Verkehrsmittel sind u.a. Mitfahrgelegenheiten, Carsharing, Elektroautos oder Elektrofahrräder. Die Einrichtung eines Bürgerbusses zur Ergänzung des ÖPNV (v.a. in den ländlichen Arealen von Achern) und ein Aufbau einer Ladeinfrastruktur für E-Autos kann ein Einstieg in das Themenfeld sein. Diese Themen werden zukünftig eine wichtigere Rolle spielen und sollten entsprechend stärker im Fokus stehen.

6. Ausblick

Mit der vorliegenden Energiepotenzialstudie hat Achern ein wichtiges Etappenziel bei der Entwicklung hin zu einer nachhaltigen, klimafreundlichen und effizienten Energieversorgung erreicht und eine umfassende Datenbasis für die nächsten Schritte gelegt. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass die Stadt bereits einige Potenziale identifiziert und Maßnahmen für die Umsetzung angestoßen hat. Als Beispiele sind hier u.a. die Umstellung der Straßenbeleuchtung, die Sanierung von kommunalen Liegenschaften, der Einsatz von KWK-Anlagen in öffentlichen Gebäuden sowie der Ausbau der Photovoltaik zu nennen.

Trotz dieser positiven Zwischenbilanz zum Thema Klimaschutz gibt es in Achern weitere Handlungsfelder, die im Folgenden nochmals kurz zusammengefasst werden:

- Verstärkte Nutzung des signifikanten Photovoltaikpotenzials
- Ausbau der Wärmeerzeugung durch Solarthermieanlagen
- Erhöhung der Energieeffizienz durch den Austausch von alten Heizanlagen und Heizungspumpen
- Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED (bereits in der Umsetzung)
- Aus- und Aufbau von Wärmeverbünden im Wohngebäude-, Gewerbebereich, wenn möglich auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplung
- Steigerung der Sanierungsraten, insbesondere bei Wohngebäuden
- Umsetzung von Sanierungs- und Quartierskonzepten
- Förderung und Stärkung umweltfreundlicher Mobilität
- Hohe Energiestandards in Neubaugebieten

Die Datenbasis dieser Studie bietet zum einen eine Ausgangsbilanz der energetischen Situation vor Ort, die in Zukunft fortgeschrieben werden kann. So können Erfolge und Maßnahmen im Klimaschutz dokumentiert und sichtbar gemacht werden. Zum anderen bietet die Studie eine solide Grundlage für weitere Entscheidungen und ermöglicht zudem, individuelle Fragestellungen und Potenziale der Stadt in die nachfolgenden Projektphasen zu integrieren. Hierzu zählt z.B. die konkrete Ausarbeitung einer Klimaschutzstrategie sowie individueller Maßnahmen unter Einbindung lokaler Akteure, also eines umfassenden integrierten Klimaschutzkonzepts, welches im nächsten Schritt erarbeitet werden soll.

Die Sammlung, Entwicklung und Konkretisierung von Klimaschutzmaßnahmen unter Beteiligung von Bürgern und Akteuren vor Ort ist Gegenstand der Module 3 und 4 (vgl. Abbildung 55), welches im Anschluss an die Energiepotenzialstudie durchgeführt werden kann.

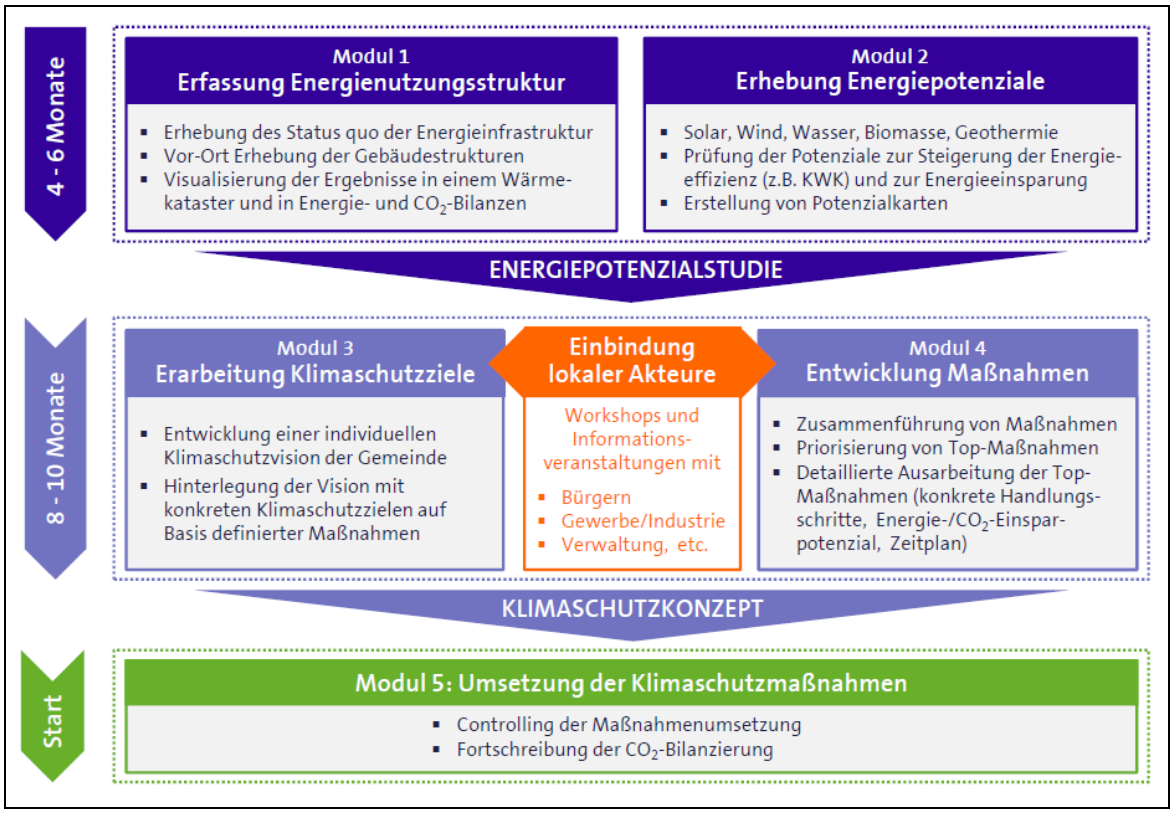

Abbildung 55 – Ausblick auf die nächsten Schritte zur Erstellung eines Klimaschutzkonzepts

7. Literaturverzeichnis

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWI) (2016). Erneuerbare Energien in Zahlen. Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2015. Berlin.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWI) UND BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2010). Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.

BUNDESVERBAND KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG E.V., (2011). Vergleich: KWK und getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk/Wärme im Kessel). Zuletzt abgerufen am 24.09.2015. http://www.bkwk.de/typo3temp/pics/3d013c68b1.jpg

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

DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) (2012). Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland. Zuletzt abgerufen am 25.08.2015. 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.

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

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

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

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

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2012). Pilotphase zum kommunalen Energie- und CO_2-Bilanzierungstool BICO2 BW: Endbericht. Heidelberg.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014a). Energie- und CO_2-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Aktualisierte Angaben zum Strommix Deutschland.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2014b). Energie- und CO_2-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Gebrauchsanweisung.

INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU) (2015). Energie- und CO_2-Bilanzierungstool Baden-Württemberg BICO2 BW: Zusätzliche Angaben zum CO_2-Faktor Bioerdgas.

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

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

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (LGRB) IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, (2014). Datenbankabruf:

- Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG).
- Bohrdatenbank: Thematische Suche von Aufschlussdaten, 8012 Freiburg i. Br. SW (Achern)

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LUBW) (2015). Energieverbrauch kleine und mittlere Feuerungsanlagen, 2010.

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

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2012). Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS).

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015a). Energiewende – 50-80-90. Zuletzt abgerufen am 29.09.2015. https://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/startseite

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (UMBW) (2015b). Landeskonzept Kraft-Wärme-Kopplung Baden-Württemberg.

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

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

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

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015a). Abfrage der Jahresfahrleistung und des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr.

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015b). Indikatoren zum „Flächenverbrauch“. Zuletzt abgerufen am 25.08.2015. http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/BevoelkGebiet/Flaechenverbrauch/home.asp?doc=GE&reg=315006#chrt

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (STALA BW) (2015c). Struktur- und Regionaldatenbank: Abfrage für Stadt Achern. Zuletzt abgerufen am 15.12.2016. http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=1&R=GE315006

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

WIKIPEDIA (2015a). Neumagen. Daten auf Basis des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) 2001. Zuletzt abgerufen am 11.09.2015. https://de.wikipedia.org/wiki/Neumagen.

WIKIPEDIA (2015b). Möhlin (Rhein). Daten auf Basis des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) 2001. Zuletzt abgerufen am 11.09.2015. https://de.wikipedia.org/wiki/M%C3%B6hlin_(Rhein).

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

8. Glossar

BAFA Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ist eine Bundesoberbehörde mit breit gefächertem Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

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.

EEQ Energie aus erneuerbaren Quellen

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.

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.).

fm Abkürzung für Festmeter. Ein Festmeter ist ein Raummaß für Festholz und entspricht 1 m^3 fester Holzmasse.

Gebäudetypologie Bei dieser Typologie teilt man den Wohngebäudebestand 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 Photovoltaikanlagen 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.
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung: 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
MW	Megawatt. Ein MW entspricht 1.000 kW (s.o.)
MWh	Megawattstunde. Eine MWh entspricht 1.000 kWh (s.o.)
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 Solarthermieanlagen geeignet sind.
Strommix	Unter Strommix versteht man die Kombination verschiedener Energiequellen, die für die Erzeugung von Strom eingesetzt werden. Derzeit werden deutschlandweit überwiegend fossil befeuerte Kraftwerke (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl) sowie Kernkraftwerke, Wasserkraftwerke, Windkraft-,

	Biogas- und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.
ü. NN.	bedeutet „über Normal Null“. Dabei handelt es sich in der Geodäsie um die Bezeichnung für eine bestimmte Niveaufläche, die in einem Land als einheitliche Bezugsfläche bei der Ermittlung der Erdoberfläche vom mittleren Meeresniveau dient. Das Normalnull in Deutschland repräsentiert das Mittelwasser der Nordsee, „0 m ü. NN.“ ist also gleichbedeutend mit „mittlerer Meereshöhe“.
Wärmekataster	Ein Wärmekataster gibt Auskunft über den Wärmebedarf von Gebäuden und die Lage der Wärmequellen und -verbraucher in einer Kommune. Es kann als Grundlage für die Auslegung eines Nahwärmenetzes verwendet werden.
WSchV	Wärmeschutzverordnung: Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden seit 1984. Durch die folgenden Novellierungen und verschärften gesetzlichen Anforderungen wird das Gebäude immer mehr als ein „Gesamtsystem“ begriffen mit ganzheitlichen Planungen.

9. Methodik

9.1 Gebäudetypologisierung

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

Die Einteilung nach Baualter erfolgt in dieser Typologie in 10 Klassen, die jeweils eine ähnliche Bausubstanz aufweisen (vgl. Tabelle 8).

Baualtersklasse	Charakteristika und Gründe für die zeitliche Einteilung
bis 1918	Fachwerksbau
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 der Energieeinsparungsverordnung (EnEV)

Tabelle 8 – Chronologie der Baualtersklassen nach der Deutschen Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt GmbH, 2005

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

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

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

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

9.2 Ermittlung des Wärmebedarfs für das Wärmekataster

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

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

9.3 Energie- und CO_2-Bilanz

Für die Bilanzierung wurde das für das Land Baden-Württemberg konzipierte Tool BICO2 BW (Version 2.5) genutzt (IFEU, 2014b). Die Version 2.5 ist für das Bilanzjahr 2013 ausgelegt.

9.3.1 CO_2-Bilanzierung des Stromverbrauchs

Die Stromdaten, die für diese Studie vom Verteilnetzbetreiber zur Verfügung gestellt wurden, beinhalten lediglich die Stromverbrauchsmengen in kWh. Diese Daten wurden vom Netzbetreiber unterteilt in Standardlastprofil-Kunden, Lastgangzählung-Kunden und Heizungs-/Wärmepumpen. Für die öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung wurden die Verbräuche mit den Angaben der Gemeinde abgeglichen. Der Stromverbrauch der Großverbraucher (Lastganzzählung) wird in der Regel der Industrie zugeordnet.

Die vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Stromdaten geben keinen Hinweis auf die Zusammensetzung des Stroms, also der Energiequellen, aus denen der Strom erzeugt wird. Bei der Bilanzierung wurde deshalb der CO_2-Emissionsfaktor des deutschen Strommixes verwendet, der im Jahr 2013 0,617 t/MWh beträgt (IFEU, 2014a).

Energielieferant	Anteil am deutschen Strommix (2013)
Kohle	46 %
Atomenergie	15 %
Erdgas	11 %
Wind	9 %
Biomasse	7 %
Solar	5 %
Wasser	3 %
Sonstiges	5 %

Tabelle 9 – Energiequellen des deutschen Strommixes und ihre Anteile (2013) (Quelle: Fritsche & Greß, 2014)

9.3.2 Stromeinspeisung

Einspeisemengen wurden für Anlagen, die nach dem EEG vergütet werden, beim örtlichen Stromnetzbetreiber für die Jahre 2008-2015 abgerufen. Einspeisemengen der Vorjahre (bis zum Jahr 2008) liegen leider nicht vor.

Erzeugungsart	CO_2-Ausstoß (t/MWh)	CO_2-Einsparung (t/MWh) gegenüber dem deutschen Strommix
Photovoltaik	0,061	0,556
Wasserkraft	0,003	0,614
Biomasse	0,216	0,403
Windkraft	0,009	0,608

Tabelle 10 – CO_2-Ausstoß und -Einsparungen durch Einspeisung erneuerbarer Energien (Datengrundlage: IFEU, 2014a)

Da die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung gegenüber der Erzeugung aus fossilen Brennstoffen erhebliche CO_2-Einsparungen mit sich bringt, wurde für die CO_2-Bilanz ein kommunaler Strommix berechnet, bei dem der eingespeiste Strom berücksichtigt wurde. Konkret bedeutet das, dass die CO_2-Einsparungen der Stadt durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien von der CO_2-Bilanz abgezogen wurden. So wird der Beitrag dieser Anlagen zum Klimaschutz in der CO_2-Bilanz der Stadt berücksichtigt. Die CO_2-Emissionsfaktoren der einzelnen erneuerbaren Energiequellen, die in den hier

vorliegenden Berechnungen angesetzt wurden, sind in Tabelle 10 zusammengefasst.

9.3.3 Energie und CO_2-Bilanzierung des Wärmeverbrauchs

Zur Berechnung der CO_2-Bilanz des Wärmeverbrauchs wurden Daten des Erdgasnetzbetreibers (für Erdgas) sowie die örtliche Heizanlagenstatistik der Schornsteinfeger verwendet. Die Heizanlagenstatistik unterscheidet zwischen den Heizenergieträgern Heizöl, Flüssiggas, Erdgas und Feststoffen (Energieholz).

Die Schornsteinfegerdaten wurden im 1. Quartal 2016 erhoben und können somit leichte Abweichungen zum Zustand im Jahr 2013 enthalten. Genaue Angaben zu Kessel- bzw. Brennertyp (z.B. mit oder ohne Gebläse) waren nicht vorhanden, dies hat allerdings keine Auswirkung auf die Berechnung der Energieverbräuche dieser Anlagen.

Für den Flüssiggasverbrauch wurden die kumulierten Leistungen der Heizanlagen aus der Heizanlagenstatistik mit einer durchschnittlichen Vollbenutzungszahl von 900 Stunden berechnet, um auf einen Gesamtverbrauch zu kommen. Dabei wurde zusätzlich zwischen dem Verbrauch privater Haushalte (Anlagen <100 kW) und dem des Wirtschaftssektors (Anlagen >100 kW) unterschieden. Die errechneten Verbräuche wurden im Blatt „Eingabe_manuell“ im BICO2 BW Tool eingetragen.

Der Bestand an Solarthermieanlagen wurde aus der Datenbank Solaratlas.de abgefragt. Der Bestand an oberflächennaher Geothermieanlagen wurde aus der Datenbank Wärmepumpenatlas.de abgefragt. Diese Datenbanken erfassen alle solarthermischen Anlagen bzw. Wärmepumpen, die durch die bundesweiten Marktanreizprogramme gefördert worden sind. Die Angaben zu den installierten Solarthermieanlagen und Wärmepumpen bilden den Zustand im Jahr 2015 ab.

Für die Verifizierung der Daten wurden gewerbliche und industrielle Betriebe direkt nach ihrem Energieverbrauch befragt. Zusätzlich wurden Daten des LUBWs zum Energieverbrauch kleiner und mittlerer Heizanlagen aus dem Jahr 2013 sowie zu Anlagen nach der 11. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) (Datenerhebung 2012) für die Auswertung des Wärmeverbrauchs herangezogen. Detaillierte Wärmeverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften wurden von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt.

Die CO_2-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Wärmeenergieträger stellt das CO_2-Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU).

9.3.4 Energie- und CO_2-Bilanzierung des Verkehrs

Die Verkehrsdaten der Stadt wurden aus einer Datenbank des Statistischen Landesamt Baden-Württembergs abgerufen. Die Daten beinhalten die Jahresfahrleistung nach Fahrzeugtyp jeweils auf Innerorts- und Außerortsstraßen sowie auf Autobahnen (2013). Diese werden im Bilanzierungstool BICO2 BW (IFEU) mit statistischen Werten zum Energieverbrauch und CO_2-Emissionen je km Fahrt ausgewertet, um die Energie- und CO_2-Bilanz für den Sektor Verkehr zu erstellen.

9.3.5 Datengüte

Eine CO_2-Bilanz kann nach unterschiedlichen Methoden und mit unterschiedlicher Datentiefe erstellt werden, abhängig vom Zweck der Bilanzierung und der

Datenverfügbarkeit. Um die Aussagekraft einer Energie- und CO_2-Bilanz zu bewerten, wird deshalb im Bilanzierungstool BICO2 BW eine Datengüte ermittelt (IFEU, 2014b).

Die Datengüte zeigt die Datenqualität, auf welcher die erstellte Bilanz basiert. Ziel ist es, eine hohe Datengüte zu erreichen, um fundierte Aussagen und daraus wirksame Handlungsempfehlungen treffen zu können. Für jede Eingabe in das BICO2 BW-Tool werden die Datenquelle und die daraus resultierende Datengüte bewertet. Die Datengüten der einzelnen Angaben zu Verbräuchen pro Energieträger werden anhand des jeweiligen prozentualen Anteils am Gesamtverbrauch gewichtet, wodurch schließlich eine Gesamtdatengüte für die Gesamtbilanz ermittelt wird.

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

Die Datengüte der Bilanz beträgt 63 %, womit die Ergebnisse belastbar sind.

9.4 Geothermiepotenzial

Zur Darstellung des Geothermiepotenzials wurde der Wärmeentzug des Untergrundes durch Erdwärmesonden auf Basis der Berechnungssoftware „GEOHANDlight V. 2.2“ ermittelt (Hochschule Biberach a.d.R.).

Folgende vorgegebene Wärmeparameter wurden dabei zugrunde gelegt:

Wärmeparameter	Vorgegebener Wert
Ø Oberflächentemperatur	10,2 °C (Klimazone 12 nach DIN 4710)
Wärmeleitfähigkeit λ	2,25 W/mK
Volumenbezogene Wärmekapazität $c_{p(V)}$	2,18 MJ/m³K

Tabelle 11 – Vorgegebene Untergrundparameter

Das Geothermiepotenzial wurde mit standardmäßigen Erdwärmesonden bei einem gängigen Bohrlochwiderstand R_b berechnet. Zur Potenzialberechnung wird eine Sondenlänge von 99 m zu Grunde gelegt. Alle Sondenabstände sind so gewählt, dass eine behördliche Genehmigung nach Bergrecht möglichst vermieden wird, wenn der Abstand zur Grundstücksgrenze jeweils die Hälfte dieser Werte beträgt. In der GIS-Anwendung wird dieser Abstand mit berücksichtigt. Alle vorgegebenen Sondenparameter sind in folgender Tabelle 12 gelistet.

Sondenparameter	Vorgegebener Wert
Bohrlochradius r_b	0,0675 m
Sondenlänge H	99 m
Sondentyp	DN 40, Doppel-U
Bohrlochwiderstand R_b	0,1 mK/W
Sondenabstand bei 2 Sonden / 3 – 4 Sonden	6 m / 7,5 m
Korrigierte g-Werte für r_b/H bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden	6,29 / 8,19 / 11,19
Temperaturspreizung der Sole in den Sonden	3 K

Tabelle 12 – Vorgegebene Sondenparameter

Tabelle 13 gibt die Ergebnisse der Kalkulation wieder. Technisch nach VDI 4640 und behördlich nach LQS EWS (UMBW 2012) geforderte Temperaturwerte wurden eingehalten. Dabei liegt den Werten der eingeschwungene Zustand zwischen Sondenaktivität und Untergrundreaktion zugrunde, was zu einer konservativen Betrachtung führt.

Berechneter Untergrundparameter	Wert
Wärmeentzugsleistung in W/m bei 1 Sonde / 2 Sonden / 4 Sonden à 150 m	28,4 / 26,2 / 23,3
Wassereintrittstemperatur in die Sonde	≥ 1,0 °C im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz bei Spitzenlast	≤ 10,7 K im eingeschwungenen Zustand
Temperaturdifferenz im Monatsmittel	≤ 7,4 K im eingeschwungenen Zustand

Tabelle 13 – Berechnete spezifische Wärmeentzugsleistungen und Temperaturwerte

Zur Berechnung der potenziellen Wärmebedarfsabdeckung wurden die in Tabelle 14 genannten Werte genutzt. Der Leistungskoeffizient der Wärmepumpe muss mindestens einen Wert von 4,3 aufweisen, um eine Förderberechtigung nach BAFA zu erhalten.

Parameter zur Wärmebedarfsdeckung	Vorgegebener Wert
Leistungskoeffizient der Wärmepumpe	4,3
Vollbenutzungsstunden h	1800
Maximale Monatslast	16 % der Jahreslast

Tabelle 14 – Vorgegebene Parameter zur Berechnung der Wärmebedarfsdeckung

Um die Flächenverfügbarkeit zum Einrichten der Erdwärmesonde(n) zu berechnen, müssen pauschale Seitenverhältnisse der Flurfläche und der Gebäudegrundfläche angenommen werden. Dadurch können sowohl eine nicht nutzbare Gebäudeperipherie (Garage, Garageneinfahrt, Leitungen, Schuppen, Bäume etc.) als auch der nötige Abstand zwischen Sonden und Flurgrenze berücksichtigt werden (Tabelle 15).

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

Tabelle 15 – Vorgegebene Durchschnittswerte zur Berechnung der Sondenbelegungsdichte

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

10. Kartenmaterial

- Wärmekataster der Kernstadt von Achern
- Einsparpotenzial bei energetischer Sanierung der Gebäude in der Kernstadt
- Geothermiekataster der Kernstadt von Achern

Vergrößerte Ausdrucke der wichtigsten Karten befinden sich im Berichtsexemplar für den Bürgermeister bzw. für die Stadtverwaltung.

Dort enthalten ist auch eine CD mit einer digitalen Version dieser Studie und der oben genannten Karten.

Diese Studie wurde erstellt durch den Umwelt- und Energiedienstleister

badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg

badenova
Energie. Tag für Tag

Ihr Kontakt	
Philipp Huber (Projektleiter) Philipp.Huber@badenova.de Telefon: 0761 279-1115	Susanne Hettich Susanne.Hettich@badenova.de Telefon: 0761 279-1102