Integriertes Klimaschutzkonzept Sankt Augustin

Sankt Augustin
Klimaschutzkonzept
Teil A / Energie- und CO2-Bilanz, Potenzialanalyse; Daten Stand 2016

Erstellung durch:
Büro für Natur- und Umweltschutz der Stadt Sankt Augustin
Anregungen und Kommentare an, das Büro für Natur- und Umweltschutz.

Inhalt

1 Einleitung 6
2 Ausgangssituation 10
2.1 Kurzbeschreibung der Stadt 10
2.2 Siedlungsstruktur und Bevölkerung 12
2.2.1 Flächennutzung 12
2.2.2 Einwohner und Erwerbstätige 13
2.2.3 Bevölkerungsentwicklung 14
2.2.4 Altersstruktur und Entwicklung 15
2.3 Bisherige Aktivitäten der Stadt Sankt Augustin im Klimaschutz 15
2.3.1 Projektgruppe Klimaschutz 17
2.3.2 Stadtplanung 17
2.3.3 Themenfeld Grün, Freiraum und Sport / Grünplanung 21
2.3.4 Kommunale Infrastruktur / Straßenbeleuchtung 25
2.3.5 Kommunale Infrastruktur / Bezug von Ökostrom 27
2.3.6 Weitere Klimaschutzaktivitäten der Stadt 27
2.3.7 Teilnahme am European Energy Award eea 28
2.4 Zusammenfassung Ausgangssituation 28
3 Zielsetzung des integrierten kommunalen Klimaschutzkonzepts 29
3.1 Ziel 29
3.2 Erarbeitungsprozess und Vorgehen 30
3.3 Zusammenfassung 33
4 Energie- und CO_2–Bilanz 33
4.1 Zweck der Energie- und CO_2-Bilanz 33
4.2 Vorgehensweise und Methodik 34
4.3 Datengrundlage 35
4.4 Kommunale Verbraucher 37
4.5 Zusammenfassung 37
5 Ergebnisse der Energiebilanz 38
5.1 Endenergieverbrauch 39
5.2 Verbrauch des Sektors private Haushalte 41
5.3 Verbrauch des Sektors Verkehr 48

5.4 Verbrauch des Sektors Wirtschaft 52
5.5 Kommunale Verbraucher 55
5.6 Energieverbrauch nach Energieträgern 59
5.6.1 Erdgas 59
5.6.2 Strom 60
5.6.3 Diesel 61
5.7 Energieverbrauch pro Einwohner 63
5.8 Zusammenfassung 66
6 Ergebnisse der CO_2-Bilanz 66
6.1 Gesamt-Emissionen 66
6.2 CO_2-Emissionen nach Sektoren 68
6.3 CO_2-Emissionen pro Einwohner 70
6.4 Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Sektoren und ausgewählten Energieträgern 71
6.4.1 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Sektor Haushalte 71
6.4.2 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Bereich des Verkehr 73
6.4.3 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft 75
6.4.4 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Bereich der kommunalen Verbraucher 76
6.4.5 Entwicklung CO_2-Emissionen im Bereich Strom 78
6.5 Zusammenfassung 80
7 Erneuerbare Energien in Sankt Augustin 81
7.1 Entwicklung der Erneuerbaren Energien 81
7.2 Klimaschutz durch Erneuerbare Energien 83
7.3 Zusammenfassung 84
8 Handlungsfelder und Potenziale 85
8.1 Gebäude und Infrastruktur 86
8.1.1 Beschreibung und Abschätzung der Energieeinsparpotenziale im Bereich Wohngebäude 87
8.1.2 Einsparpotenziale Wärme 92
8.1.3 Einsparpotenzial Strom 92
8.2 Strategien zur CO_2-Reduktion durch Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor 93
8.2.1 Dämmmaßnahmen 94

8.2.2 Heizungserneuerung 94
8.2.3 Stromsparmaßnahmen 96
8.2.4 Kraft-Wärme-Kopplung 97
8.3 Gewerbe und kommunale Liegenschaften 97
8.3.1 Zusammenfassung der CO_2-Reduktion durch Steigerung der Energieeffizienz. 98
8.4 CO_2-Reduktionspotenziale durch den Ausbau erneuerbarer Energien 99
8.4.1 Solarthermie 99
8.4.2 Holznutzung 101
8.4.3 Stroh und andere biogene Reststoffe 102
8.4.4 Biogas 102
8.4.5 Oberflächennahe Geothermie 104
8.4.6 Photovoltaik 107
8.4.7 Windkraft 108
8.4.8 Wasserkraft 108
8.4.9 Tiefen-Geothermie 109
8.4.10 Sonstige 109
8.5 Beschreibung relevanter Potenziale im Verkehr 110
8.6 Weitere CO_2 -Reduktionspotenziale 111
8.6.1 Holz als Brennstoff 111
8.6.2 Holz aus Kurzumtriebsplantagen als Brennstoff 111
8.7 Zusammenfassung der Potenziale und Fazit 112
9 Folgen des Klimawandel 112
9.1 Definition: Klima 113
9.2 Klimawandelfolgen 114
9.3 Folgendes Klimawandel in Nordrhein-Westfalen 114
9.4 Klimawandel und die regionalen Folgen 119
9.4.1 Bereits beobachtete Klimaänderungen 119
9.4.2 Zu erwartende Klimaänderungen 120
9.4.3 Folgen des Klimawandels in der Region 120
9.4.4 Folgen des Klimawandels in Ballungsräumen 121
9.5 Bedeutung der regionalen Klimawandelfolgen für Sankt Augustin 122
9.6 Einschätzung der lokalen Betroffenheit / Vulnerabilitätsanalyse 125
9.7 Handlungsoptionen 128
9.7.1 Freiraumplanung 128
9.7.2 Siedlungswasserwirtschaft 130

9.8 Zusammenfassung 130
10 Controlling 130
10.1 Indikatoren des Controllings 134
10.1.1 Gebäude und Infrastruktur 134
10.1.2 Indikatoren Verkehr 135
10.2 Zusammenfassung 136
11 Öffentlicher Beteiligungsprozess zum Maßnahmenprogramm 137
12 Fazit / Ausblick 138
13 Abkürzungsverzeichnis 143
14 Literaturverzeichnis 146
15 Anhänge 148

Teil A

1 Einleitung

Die Bundesregierung hat sich im Rahmen des Integrierten Klima- und Energieprogramm (IEKP) zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber 1990 um 40 Prozent zu senken. Mengenmäßig betrifft dies vor allem das Treibhausgas Kohlendioxid (CO_2), von dem jeder Bundesbürger derzeit im Durchschnitt ca. 11 Tonnen pro Jahr emittiert. Um die mittlere Erderwärmung auf max. 2 Grad Celsius zu beschränken, müssen die CO_2-Emissionen langfristig auf weniger als 2,5 Tonnen CO_2 pro Person und Jahr reduziert werden. Weltweit sind die CO_2-Emissionen sehr ungleich verteilt, während ein US-Amerikaner durchschnittlich ca. 20 Tonnen pro Jahr davon emittiert, beträgt der CO_2-Ausstoß eines Inders nur ca. 2,4 Tonnen pro Jahr. In diesem Zusammenhang ist eine Betrachtung des sogenannten „Footprint“ interessant. Er gibt wieder, wie viel Erdfläche ein Individuum benötigt um seinen Bedarf bzw. Konsum zu decken.

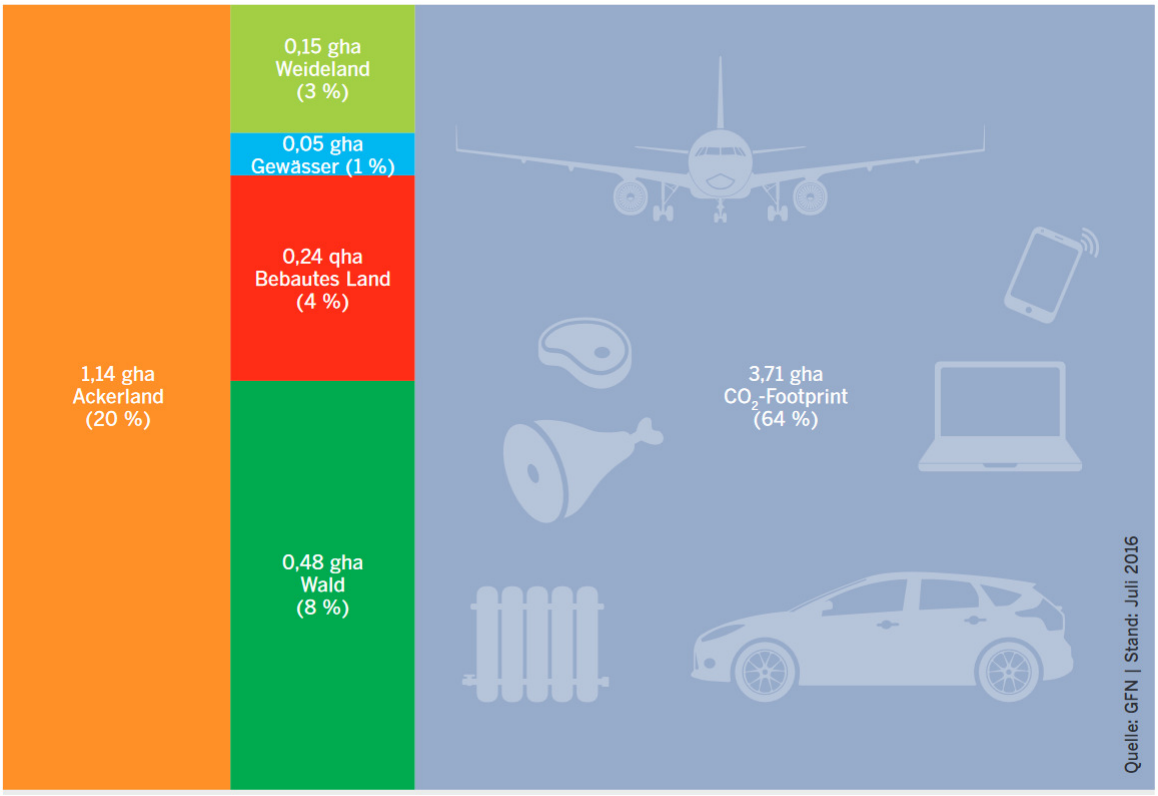


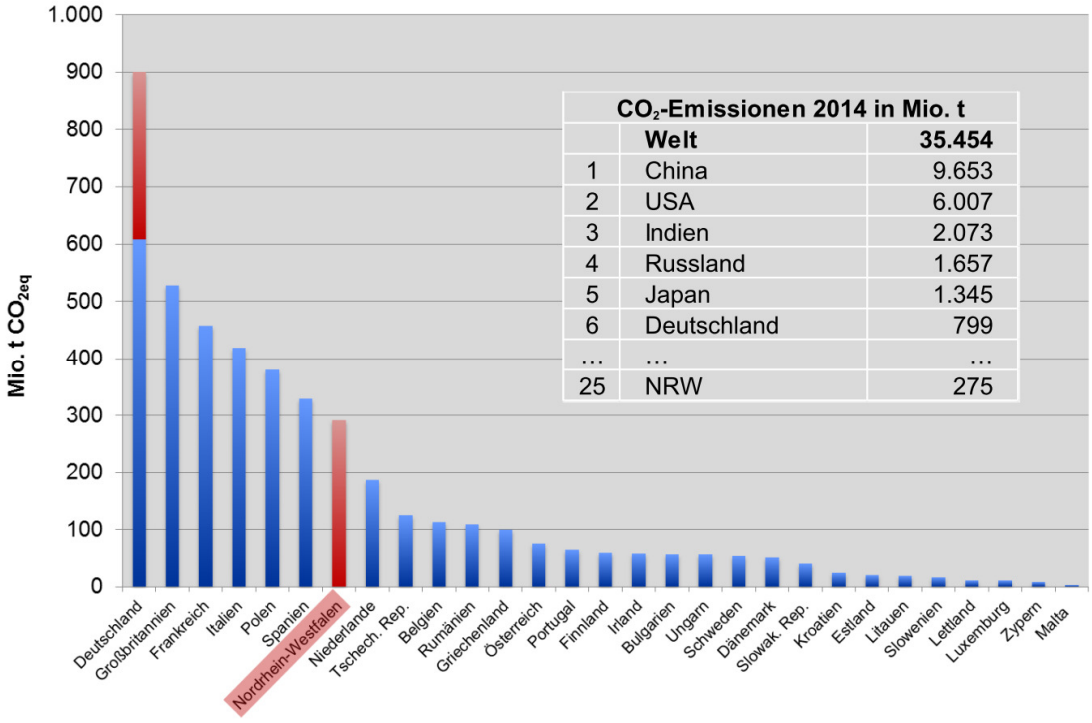
Abbildung 1: NRW-Footprint pro Kopf nach Landnutzungskategorien im Jahr 2012 (Quelle: Umweltbericht NRW 2016)

Der Bedarf ist dabei weltweit sehr unterschiedlich und korreliert in der Regel mit dem Energiebedarf einer Nation. Die Bevölkerung in energieintensiven Industrienationen nimmt im Verhältnis mehr Fläche in Anspruch als die Bevölkerung weniger industriell entwickelter

Nationen. Als Indikator für diesen „Flächenverbrauch“ dient der „Globale Hektar“ ausgedrückt in gha. Die neueste Erhebung des Global Footprint Networks ergab bei einer Weltbevölkerung von etwa 7 Milliarden Menschen einen durchschnittlichen Footprint von 2,8 gha pro Kopf bei einer Biokapazität von 1,7 gha pro Kopf. Der Verbrauch bezifferte sich also auf etwa das 1,6-Fache dessen, was auf Dauer innerhalb eines Jahres zur Verfügung steht. Die ermittelten Zahlen für Nordrhein-Westfalen mit dem Lebensstandard eines technisch und wirtschaftlich hoch entwickelten Industrielandes fallen noch weniger nachhaltig aus. Der Umweltbericht NRW 2016 ermittelte für NRW (s. Abbildung 1) einen Footprint von 5,8 gha pro Kopf und stellt fest:

„Würden alle 7 Milliarden Menschen weltweit den nordrhein-westfälischen Lebensstil mit seinem aktuellen Ressourcenverbrauch und Energiemix führen, bräuchte man auf Dauer etwa 3,3 Erden.“

Dies ist kaum vorstellbar und verdeutlicht unsere Verantwortung gegenüber der Weltgemeinschaft und den uns nachfolgenden Generationen.



CO_2-Emissionen 2014 in Mio. t		
	Welt	**35.454**
1	China	9.653
2	USA	6.007
3	Indien	2.073
4	Russland	1.657
5	Japan	1.345
6	Deutschland	799
…	…	…
25	NRW	275

Abbildung 2: Treibhausgasemissionen -Emissionen der EU 28, NRW und CO2-Emissionen ausgewählter Staaten in 2014 (Quelle: Erneuerbare Energien2016, IWR 2016, Darstellung LANUV Fachbericht 71)

Im europäischen Vergleich liegt NRW damit im oberen Drittel (s. Abbildung 2), dabei ist besonders, dass die CO_2-Emissionen einen Anteil von 64 % ausmachen. Die Hauptursache des hohen Footprint liegt demnach in den hohen Konsum bedingten Emissionen. Dies wird verstärkt durch die Emissionen des Energieversorgungssektors der in NRW einen Schwerpunkt hat.

Dies zeigt welche Bedeutung die kommunale Klimaschutzarbeit hat. Sie ist wesentlich bei Senkung der CO_2-Emissionen, denn die Kommune ist Schlüsselakteur bei der Umsetzung lokaler und regionaler Klimaschutzmaßnahmen.

Dabei sind die CO_2-Emissionen von Kommune zu Kommune unterschiedlich hoch. Sie hängen vor allem von der lokalen gewerblichen Struktur und der Art der Gewerbe- und Industriebetriebe ab. Im Rahmen des Klimaschutzgesetzes NRW wird angestrebt, dass alle Kommunen eine CO_2-Bilanz bzw. „CO_2-Fußabdruck“ erstellen sollen. Eine CO_2-Bilanz ist auch Voraussetzung zur Förderung von kommunalen Klimaschutzkonzepten durch den Bund sowie für die Förderung des European Energy Award (eea) durch das Land Nordrhein-Westfalen.

Die übergeordneten klimapolitischen Rahmenbedingungen und Herausforderungen sollen im vorliegenden Integrierten kommunale Klimaschutzkonzept (IKK) aufgegriffen und in Kontext zu bestehenden gesamtstadtplanerischen Zielen in Sankt Augustin gesetzt werden.

Stadtentwicklungskonzept STEK 2025

Mit dem Stadtentwicklungskonzept Sankt Augustin 2025 (STEK 2025) wurde eine Gesamtschau auf die Entwicklungsmöglichkeiten und die Zielsetzung für die wirtschaftliche, soziale und kulturelle Entwicklung, die Stadtgestaltung und Freiflächenplanung der Stadt erarbeitet. Durch die Implementation der systematischen Erfassung, Beobachtung und Überwachung (Monitoring) der Rahmenbedingungen wird das Stadtentwicklungskonzept in seinem Leitbild um eine vierte Säule ergänzt. Neben der Entwicklung zur Wissensstadt, der Optimierung der Wohnqualität und der Verstärkung der regionalen Kooperation wird das Leitbild um den Klima- und Ressourcenschutz erweitert. Das Stadtentwicklungskonzept hatte bereits eine ganze Reihe von klimaschutzrelevanten Zielen strategisch vereint. Dies sind z.B.: die „Stadt der kurzen Wege“; Zuordnung und Konzentration von Gewerbegebieten und Dienstleistungsquartieren, sowie Wohngebieten; und eine insgesamt qualitätsvolle Stadtentwicklung vor einer reinen quantitativen Stadtentwicklung.

Dazu werden die Ergebnisse der CO_2-Bilanz bewertet und die resultierenden Handlungsfelder in Kontext zum Stadtentwicklungskonzept 2025 gesetzt („Wo gibt es Überschneidungen/Synergien/Konflikte?“). Zusätzlich erfolgt losgelöst vom Stadtentwicklungskonzept eine Betrachtung der Erneuerbare Energien-Potenziale und des Status Quo der Erneuerbare Energien in Sankt Augustin. Darauf aufbauend werden die Erneuerbaren Energien-Ausbaupotenziale ermittelt und verschiedene Entwicklungsszenarien skizziert. Ebenso werden die Bereiche die bisher unter Umständen nicht oder für ein IKK nicht ausreichend im Stadtentwicklungskonzept untersucht wurden, wie der gesamtstädtische Energieverbrauch und entsprechende Minderungspotenziale, analysiert und bewertet.

Neben der Vereinbarkeit des IKK mit den Zielen des Stadtentwicklungskonzepts müssen auch übergeordnete Zielvorgaben, etwa die des Bundes oder der EU, im IKK berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die Zielvorgaben zur Erschließung von Potenzialen, etwa im Bereich

der E-Mobilität. Kommunen können im Rahmen solcher übergeordneten Zielvorgaben unter Umständen von möglichen Förder- bzw. Anreizprogrammen der Bundesregierung bzw. der EU profitieren. Darüber hinaus gilt es auch Ziele einzubeziehen, die im Rahmen der Mitgliedschaft im Klimabündnis oder auch durch die Teilnahme am European Energy Award, gesetzt sind.

Das Konzept ist dabei in zwei Teile unterteilt.

Teil A befasst sich ausschließlich mit der Analyse der bestehenden Situation, sowie dem Aufzeigen theoretisch vorhandener Potenziale, sowie der Beschreibung von Entwicklungen und Tendenzen. Zudem werden mögliche Handlungsfelder für den Klimaschutz skizziert und mögliche Folgen des Klimawandels in Sankt Augustin dargestellt. Dies geschieht nach folgender Gliederung:

- Energie- und CO_2-Bilanz
- Potenziale
- Klimawandel
- Controlling und Öffentlichkeitsarbeit

Teil B enthält das Energiepolitische Arbeitsprogramm (EPAP) welches im Rahmen des European Energy Award durch das Energieteam erarbeitet worden ist. Das EPAP wird kontinuierlich weiterentwickelt und es erfolgt eine jährliche Berichterstattug.

Die energetische Optimierung von öffentlichen Gebäuden ist ein wichtiger Schritt zur Schonung der natürlichen Ressourcen und zum Schutz des Klimas, jedoch können damit nur Teile der vorhandenen Potenziale gehoben werden. Darum gilt es für eine Kommune Rahmenbedingungen zu schaffen, die ihren Bürgerinnen und Bürgern einen umwelt- und klimaschonenden Alltag ermöglichen. Dies gilt für alle Bereich auf die eine Stadtverwaltung unmittelbaren Einfluss nehmen kann, ebenso wie für die Bereiche, in denen sie „nur“ informell tätig sein kann.

Vervollständigt wird das IKK durch einen Anhang in dem in verschiedenen Teilen ausführliche Informationen zu den Grundlagen des Konzeptes nachzulesen sind. Sofern nicht anders gekennzeichnet, stammen die grafischen Abbildungen bzw. Diagramme aus dem eingesetzten Bilanzierungsprogramm.

2 Ausgangssituation

2.1 Kurzbeschreibung der Stadt

Sankt Augustin ist eine ca. 34 km² große Kommune des Rhein-Sieg-Kreis im südlichen Teil Nordrhein-Westfalens, an der Grenze zu Rheinland-Pfalz. Sankt Augustin liegt zwischen der westlich gelegenen Bundesstadt Bonn sowie dem überregional verknüpften Siegburg (s. Abbildung 3). Über Bundesstraßen und Schienenwege ist die Stadt außerdem gut an die ca. 30 km entfernte Metropole Köln angebunden. Auch das weiterentfernt liegende Frankfurt am Main ist über entsprechende Verbindungen, beispielsweise mit dem ICE, gut erreichbar.

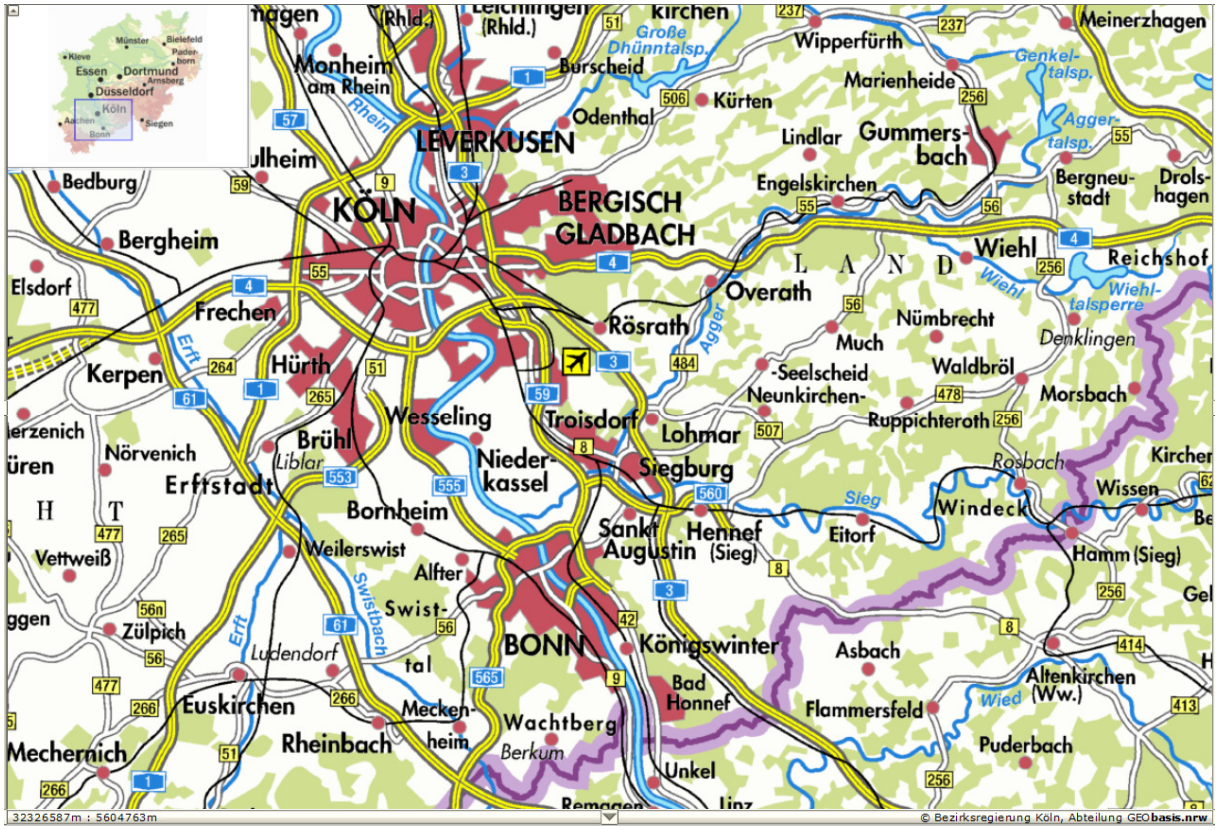


Abbildung 3: Karte Sankt Augustin und Umland (Quelle TIM-online NRW)

Nicht zuletzt auf Grund dieser zentralen Lage hat Sankt Augustin eine bedeutende Funktion als Standort mit ungewöhnlich vielen Institutionen von überregionaler Bekanntheit eingenommen, welche die Bedeutung Sankt Augustins als Wissensstadt prägen. So zum Beispiel durch das Fraunhofer-Institutszentrum Schloss Birlinghoven, bei dem drei Institute und zwei Forschungseinheiten angesiedelt sind, die Hochschule Bonn-Rhein-Sieg/Campus Sankt Augustin, die Asklepios Kinderklinik Sankt Augustin mit dem angeschlossenen Kinderherzzentrum, die Bundespolizeidirektion Sankt Augustin, die Informations- und Medienzentrale der Bundeswehr und das Bundesamt für Personalmanagement der Bundeswehr. Hinzu kommen die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. sowie der Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima und der Sitz der Schornsteinfegerinnung. Mittlerweile hat sich Sankt Augustin zu einem zentralen Standort für medizinische Forschung

und Anwendung, für Informations- und Kommunikationstechnik und für die wissenschaftliche Aus- und Fortbildung entwickelt.

In direkter Nachbarschaft zum bestehenden und im weiteren Auf- und Ausbau befindlichen Stadtzentrum, entwickelt die Stadt das „Zentrum West“. Hier werden unter den Aspekten Umweltverträglichkeit und Lebensqualität neue Wohnstätten und gewerbliche Einrichtungen geschaffen. Den zentralen Bereich stellt das Gebiet rund um die Hochschule Bonn-Rhein-Sieg dar. Zusammen mit den im Südwesten der Maßnahme gelegenen Flächen werden hier Bauflächen für die Ansiedlung von Unternehmen aus verschiedenen Branchen bereitgestellt. Darüber hinaus hat sich die Stadt im Rahmen des Leitbildes „Urbane Mitte“ und eines separaten integrierten Handlungskonzept den zukunftsfähigen Ausbau und Ertüchtigung des gesamten zentralen Stadtkerns vorgenommen. Wesentliche Handlungsfelder dabei sind, neben der Wirtschaft, ruhender und fließender Verkehr, Wohnqualität, übergreifende Mobilität und soziale Prävention.

Neben der wirtschaftlichen Bedeutung ist insbesondere auch die Bedeutung Sankt Augustins als Wohnort hervorzuheben. Überregional gut verknüpft und dazu noch selbst mit attraktiven Arbeitgebern ausgestattet, ist Sankt Augustin seit langem als Wohnort beliebt. Hierbei sind auch Einfamilienhäuser von besonderer Bedeutung. Insgesamt zeichnet sich Sankt Augustin durch eine überdurchschnittlich hohe Bevölkerungsdichte aus (siehe Abbildung 4). Am auffälligsten sind dabei die Vergleiche zur Bevölkerungsdichte des Landes, des Regierungsbezirks und des Kreises.

Einwohner je km²	Betrachtungs-gebiet	Alle Gemeinden des			
		Kreises	Reg.-Bez.	Landes	gleichen Typs
Bevölkerungsdichte insgesamt	**1 586,4**	**504,9**	**588,4**	**515,1**	**755,4**
Siedlungs- und Verkehrsdichte[1)]	2 844,2	2 151,6	2 441,2	2 264,1	2 410,9

1) Bevölkerungsdichte bezogen auf die besiedelte Fläche (Siedlungs- und Verkehrsfläche)

Abbildung 4: Bevölkerungs- sowie Siedlungs- und Verkehrsdichte in Sankt Augustin am 31.12.2013 (Quelle: IT-NRW)

Auf den nächsten Seiten erfolgt eine kurze Darstellung der wesentlichen Rahmenparameter. In ausführlicher Form finden sich diese Informationen im Anhang.

Allgemeines

Postleitzahl:	53757
Telefonvorwahl:	02241
Gemeindekennziffer:	05382056
Geographische Lage:	7° 11' östlicher Länge und 50° 46' nördlicher Breite (Rathaus)
Fläche:	34,22 km²
Länge Stadtgrenze:	30,86 km
Höhenlage des Stadtgebietes:	
Höchster Punkt:	Birlinghovener Wald 151 m ü. Meeresspiegel
Niedrigster Punkt:	Meindorf, Siegniederung 50 m ü. Meeresspiegel
Weiteste Ausdehnung des Stadtgebietes	
Nord-Süd/ (Menden - Birlinghoven):	ca. 6,8 km
Ost-West/ (Meindorf - Buisdorf):	ca. 8,5 km

2.2 Siedlungsstruktur und Bevölkerung

Die Stadt Sankt Augustin ist in ihrer heutigen territorialen Ausformung noch relativ jung. Sie entstand im Jahre 1969 im Zuge der kommunalen Neugliederung aus dem Amt Menden und Teilen der Stadt Siegburg sowie Teilen der ehemaligen Gemeinde Stieldorf. Bereits 1977 erhielt Sankt Augustin aufgrund seines damaligen rasanten Bevölkerungswachstums Stadtrecht. Die Stadt setzt sich aus acht Stadtteilen zusammen, die hier alphabetisch aufgezählt werden: Birlinghoven, Buisdorf, Hangelar, Meindorf, Menden, Mülldorf, Niederpleis und Ort. Die Geschichte der Stadtteile mit ihrer erstmaligen urkundlichen Erwähnung reicht zum Teil bis ins 11. Jahrhundert zurück.

2.2.1 Flächennutzung

Sankt Augustin liegt im rechtsrheinischen Teil des Rhein- Sieg- Kreises und zählt ca. 55.000 Einwohner (zzgl. ca. 2.000 Nebenwohnsitzen) in ca. 29.000 Haushalten (IT-NRW). Die Stadt ist mit einer Fläche von ca. 34,2 km² zu fast 56 % mit Siedlungs- und Verkehrsflächen belegt. Der Index der Siedlungs- und Verkehrsfläche von IT-NRW zeigt für Sankt Augustin für den Zeitraum von 2002 bis 2013 einer Zunahme der versiegelten Fläche, dabei treten insbesondere die Jahre von 2006 bis 2008 durch eine deutliche Steigerung hervor. Insgesamt liegt die Entwicklung in Sankt Augustin über dem vergleichbarer Mittelstädte und auch über dem landesweiten Trend. Dabei ist auffällig, dass die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche nicht mit der Entwicklung der Bevölkerung ab 2003 korreliert, welche seit 2003 eine abnehmende Tendenz zeigt. Die den Aussagen zu Grunde liegenden Daten von IT-NRW finden sich vollständig im Anhang. Abbildung 5 zeigt die Flächen nach Nutzungsart in Sankt Augustin im Vergleich zum Rhein-Sieg-Kreis, dem Regierungsbezirk Köln, Nordrhein Westfalen und dem Durchschnitt vergleichbarer Mittelstädte.

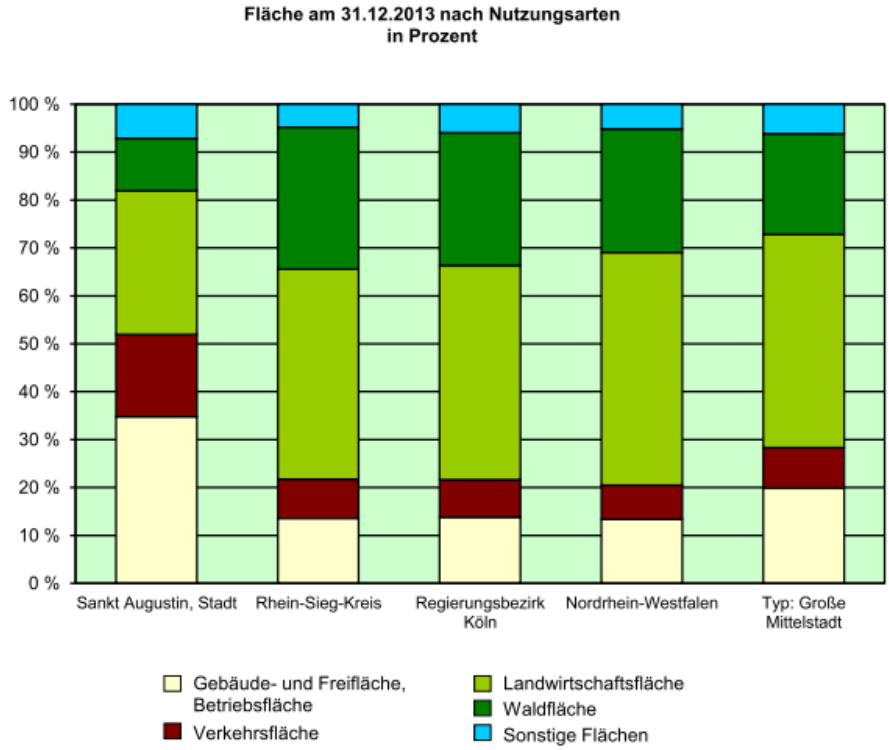


Abbildung 5: Fläche nach Nutzungsarten; Sankt Augustinim Vergleich (Quelle: LDB-NRW)

Die Ausdehnung des Stadtgebiets, bezogen auf die Stadtgrenzen, ist im Maximum kleiner 9 km, vom überwiegenden Teil der besiedelten Bereiche beträgt die Wegelänge zum Stadtzentrum weniger als 5 km. Das Stadtgebiet verfügt über eine überaus fahrradfreundliche flache Topografie.

2.2.2 Einwohner und Erwerbstätige

Für das Jahr 2014 weist ECOSPEED Region laut Statistik des Landes für Sankt Augustin fast 55.000 Einwohner auf, die Zahl der Erwerbstätigen betrug knapp 24.000 (s. Abbildung 6).

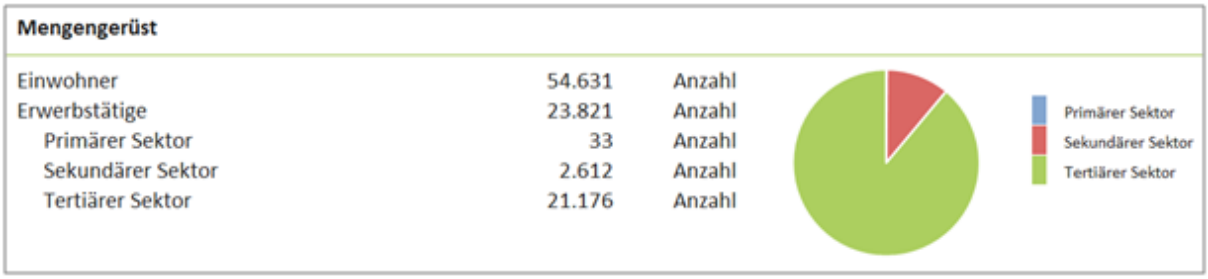


Abbildung 6: Übersicht Einwohner und Erwerbstätige in Sankt Augustin im Jahr 2014 (Quelle ECORegion)

Dabei binden die Branchen öffentliche und private Dienstleistungen, Handel, Grundstückswesen und Vermietung sowie das verarbeitende Gewerbe die meisten Beschäftigten. Sankt Augustin verfügt über eine hohe Zahl von Ein- und Auspendlern wobei die Auspendler deutlich stärker vertreten sind, dies ist eine Begleiterscheinung der Attraktivität der Stadt als Wohnort. Sankt Augustin weist somit ein negatives Pendlersaldo

auf. In 2013 lag es bei etwas mehr als 5.000, dabei zeigt die Entwicklung seit 2010 eine leichte Zunahme auf kontinuierlich hohem Niveau. Die benachbarte Bundesstadt Bonn ist, nach Ergebnissen des kommunenscharfen MID 2008, dabei ein besonderer Schwerpunkt der Pendlerbeziehungen (s. Abbildung 7).

	2010	2011	2012	2013
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte				
am ***Arbeitsort*** Sankt Augustin	12.946	13.128	13.124	13.175
davon Sankt Augustiner/innen	3.324	3.316	3.306	3.266
Einpendler/innen	9.622	9.812	9.818	9.909
Einpendlerquote in %	74,3	74,7	74,8	75,2
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte				
am ***Wohnort*** Sankt Augustin	17.656	17.907	18.055	18.232
davon beschäftigt in Sankt Augustin	3.324	3.316	3.306	3.266
Auspendler/innen	14.332	14.591	14.749	14.966
Auspendlerquote in %	81,2	81,5	81,7	82,1
Pendlersaldo	-4.710	-4.779	-4.931	-5.057

Abbildung 7: Pendleraufkommen in Sankt Augustin von 2010 bis 2013 (Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Statistikservice West; Darstellung Wfg Sankt Augustin)

2.2.3 Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung in Sankt Augustin liegt seit Ende der 80er Jahre über dem Landesdurchschnitt und über dem vergleichbarer Mittelstädte. Dieser Trend hielt über ca. 15 Jahre an, seit Mitte der 2000er Jahre bis 2013 nimmt die Entwicklung leicht ab und folgt damit dem Trend der Mittelstädte und des Landes. Nach den Daten aus ECOSPEED Region ist seit 2013 wieder ein leichter Bevölkerungszuwachs in Sankt Augustin zu verzeichnen (s. Abbildung 8).

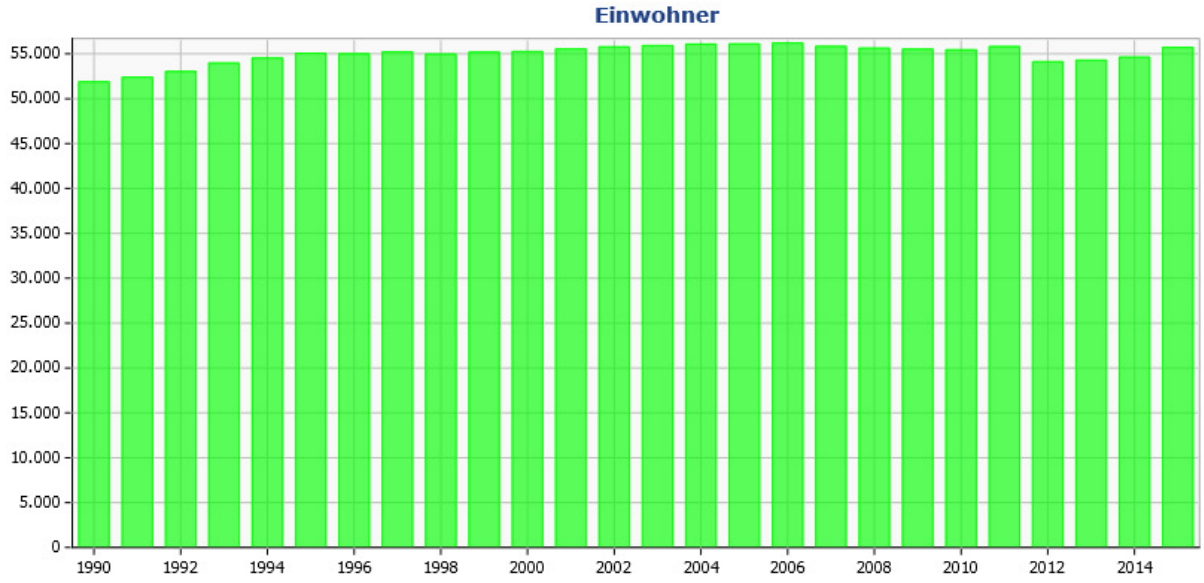


Abbildung 8: Entwicklung der Einwohnerzahl (Quellen: IT-NRW, div. Jahrgänge, ab 2013 Bevölkerungsstand/ Gemeinden Statistische Ämter des Bundes und der Länder; Darstellung ECOSPEED Region)

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass im Rahmen der Bilanzierung Daten der Landesdatenbank NRW bzw. IT-NRW verwendet wurden, diese beruhen u.a. auf den Ergebnissen des Zensus 2011. Gegenüber eigenen Erhebungen der Bevölkerungszahlen der Kommunen kann es hier zu Abweichungen kommen.

2.2.4 Altersstruktur und Entwicklung

Auch in Sankt Augustin sind Prozesse der Überalterung festzustellen, wie sie unter dem Begriff des „demografischen Wandels“ in ganz Deutschland zu beobachten sind. Ende 2013 waren mehr ca. 45 % der Menschen in Sankt Augustin 50 Jahre und älter, mehr als 20 % war älter als 65 Jahre. Die Altersgruppe der 25-50 Jährigen bildet insgesamt den größten Anteil, stellt jedoch auch die größere Grundgesamtheit. Die Gleich große Gruppe der 0-25 Jährigen hat hingegen nur zu rund einem Viertel Anteil an der Bevölkerung (s. Abbildung 9).

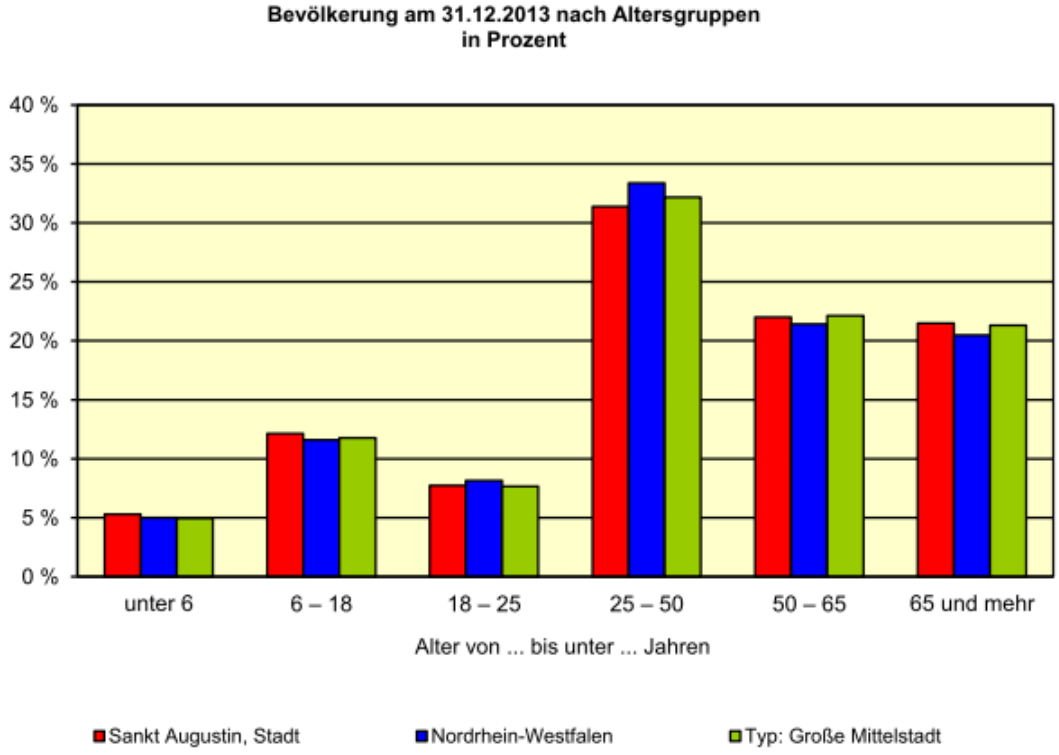


Abbildung 9: Bevölkerung nach Altersgruppen am 31.12.2013; Sankt Augustin im Vergleich (Quelle: LDB-NRW)

2.3 Bisherige Aktivitäten der Stadt Sankt Augustin im Klimaschutz

Sankt Augustin ist bereits seit langer Zeit im Bereich der Energieeffizienz und in der Erreichung von Klimaschutzzielen ambitioniert. Im Jahr 1989 ließ Sankt Augustin den Wärmeverbrauch detailliert untersuchen, im Ergebnis lieferte das EVK Sankt Augustin 1989 damals eine umfangreiche Auflistung von Maßnahmen zur Energieeinsparungen, zum Teil inkl. ökonomischer Betrachtungen bei investiven Maßnahmen. Es folgten weitere Untersuchungen in den eigenen Liegenschaften in den 90er Jahren mit Maßnahmenvorschlägen im Bereich der gebäudeeigenen Energieversorgung (u.a. EC-

Berichte von 1999) und zur gesamten Energiebilanz der Gebäude inkl. Bauteilbetrachtungen und Erstellung von Energieverbrauchsausweisen nach EnEV (EC-Berichte von 2009 im Rahmen eines Klimaschutzteilkonzept).

Als Meilenstein in der Klimaschutzarbeit der Stadt ist die Erstellung des „Fahrplans für den Klimaschutz“ im Jahre 2007 hervorzuheben. Lange bevor Förderprogramme des Bundes oder des Landes die kommunale Klimaschutzarbeit unterstützten, erarbeitete das Baudezernat unter Federführung des BNU den „Fahrplan für den Klimaschutz“. Als Klimaschutzprogramm benannte es allgemeine Handlungsfelder und zeigte strategische Ansätze auf. Dabei ging es im Wesentlichen auch um die Konkretisierung des Stadtentwicklungskonzepts auf Bereiche des Umwelt- und Klimaschutzes. Das Stadtentwicklungskonzept bildet seit seiner Erstellung im Jahr 2006 den Rahmen stadtplanerischen Handels bis zum Jahr 2025 ab. Mit seinem integrativen Ansatz ist es zu dem Weichsteller für die Entwicklung Sankt Augustins hin zu einer klimaaktiven Kommune. Denn auch wenn sie im Stadtentwicklungskonzept nicht als solche gesondert hervorgehoben werden, so beinhalten die Ziele und Maßnahmen wesentliche Merkmale einer nachhaltigen Klimastrategie. Hier bietet das Stadtentwicklungskonzept insbesondere im Verkehrsbereich konkrete klimarelevante Handlungsansätze. Weitere Klimaschutzaspekte des Stadtentwicklungskonzept wurden dann im „Fahrplan für den Klimaschutz“ herauskristallisiert und zum Teil in konkrete Maßnahmenvorschläge überführt, um so in die Entscheidungsprozesse der Verwaltung einwirken zu können.

Auf der Grundlage des „Fahrplans für den Klimaschutz“ konnten noch keine Aussagen zu den Treibhausgas-Emissionen gemacht werden. Dazu fehlten seinerzeit die entsprechen Instrumente und Kapazitäten. Dadurch blieb zum Start nur eine grobe Orientierung anhand relativ allgemeiner Vergleiche. Damit war es nicht möglich belastbare Potenziale zu ermitteln oder Bewertungen hinsichtlich des Erreichens von Klimaschutzzielen vorzunehmen. Ein Monitoring der im „Fahrplan für den Klimaschutz“ beschriebenen Maßnahmen anhand von Indikatoren einer CO_2-Bilanz war nicht möglich und konnte somit nur subjektiv vorgenommen werden. Damit lieferte der „Fahrplan für den Klimaschutz“ zwar wertvolle Hinweise und qualitative Zielsetzungen für alle Bereiche der städtischen Verwaltung inkl. der Einbindung externer Akteure, konnte darüber hinaus allerdings keine quantitativen Aussagen zu CO_2-Emissionen, Energieeinsparpotenzialen und Potenzialen der Erneuerbare Energien treffen. Dadurch fehlten für Maßnahmen in diesen Bereichen zum Teil die notwendigen Bewertungsgrundlagen. Zudem sind seit der Erstellung des „Fahrplan für den Klimaschutz“ auch vermehrt die Folgen des Klimawandels in den Fokus des kommunalen Handels getreten, da die Folgen des Klimawandels unmittelbare Auswirkungen auf die Bevölkerung vor Ort haben können. Dieser Bereich wurde in den Maßnamenvorschlägen des „Fahrplans für den Klimaschutz“ zwar bereits thematisiert und in Bezug auf Handlungsfelder auch konkretisiert, jedoch weiter nicht ausführlicher betrachtet. Ebenso konnte damals noch keine Abschätzung der Vulnerabilität Sankt Augustins bezogen auf Klimawandelfolgen

vorgenommen werden. In diesem Zusammenhang konnten auch keine Anpassungsmaßnahmen für die Stadt identifiziert werden.

Wesentliche Teilbereiche in denen der „Fahrplan für den Klimaschutz“ relevanten Einfluss nahm, bzw. konkret zur Umsetzung kam, wurden in der Projektgruppe Klimaschutz erarbeitet und sollen nachfolgend ausführlicher betrachtet werden. Außerdem werden die Klimaschutzaktivitäten der Stadt benannt, welche nicht unmittelbar im „Fahrplan für den Klimaschutz“ aufgeführt sind, sich jedoch im Rahmen integrativer Verwaltungsarbeit daraus ableiten ließen. Diese sollen daher ebenfalls kurz ausgeführt werden. Der European Energy Award (eea) wird dabei gesondert betrachtet.

2.3.1 Projektgruppe Klimaschutz

Mit der Initiierung der Projektgruppe Klimaschutz schaffte der Erste Beigeordnete und Technische Dezernent Rainer Gleß die Grundlage für integrative Klimaschutzarbeit. Unter Federführung des Dezernat IV werden hier klimaschutzrelevante Projekte und Ziele gebündelt und Maßnahmen zur Umsetzung gebracht. Die im Folgenden aufgeführten Klimaschutzaktivitäten sind somit das Resultat zielgerichteter fachbereichsübergreifender Zusammenarbeit. Die Projektgruppe Klimaschutz schafft dafür den Raum und gibt notwendige Impulse.

2.3.2 Stadtplanung

Im Fahrplan für den Klimaschutz 2007 wurden, basierend auf der Struktur des Stadtentwicklungskonzeptes, beispielhaft Projekte und Themenfelder aufgezeigt, die Potentiale für Maßnahmen für den Klimaschutz aufweisen.

2.3.2.1 Verkehr

Im Themenfeld **Verkehr** wurden folgende Potenziale für positive Klimaeffekte ausgemacht:

- Optimierung des Bussystems
- Attraktivitätssteigerung der Linie 66
- Ergänzung des ÖPNV-Systems durch flexible Angebote
- Optimierung des Individualverkehr-Netzes
- Park+Ride Parkplätze (P+R)
- Optimierung des Radwegenetzes

Zwischenzeitlich wurde die Buslinie 517 eingeführt, die alle weiterführenden Schulen und größeren Geschäftsstandorte miteinander verbindet und die Verbindung zum DB-Haltepunkt Bahnhof **Menden** herstellt.

Mit der Inbetriebnahme der Buslinie 517 wurde in verkehrsschwachen Zeiten das System des Taxibusses eingeführt. Es bestehen Überlegungen zur Einführung von Carsharing im Stadtgebiet, eine Station im Bereich der Stadtbahnhaltestelle „Sankt Augustin Zentrum“ ist bereits in Planung. Neben dem Liniennetz liegen Planungen für die barrierefreie Herstellung

von Bushaltestellen vor. Die Umsetzung ist jedoch an Fördermittel geknüpft, die leider derzeit aufgrund auslaufender Programme nicht abrufbar sind.

Im Bereich der Linie 66 wurde der Stadtbahnhaltepunkt Sankt Augustin **Zentrum** barrierefrei, mit Aufzugsanlagen an der neuen Brücke und taktilen Elementen im Bahnsteigbereich umgebaut. Der barrierefreie Umbau der dortigen Bushaltestellen ist ebenfalls erfolgt. Eine Mobilitätsstation mit Fahrradparkhaus, Carsharing, Taxi Halteplatz, Bike+Ride-Anlagen, Ladestationen für Fahrräder und Pkw ist derzeit in Umsetzung. Mit dem Zugang des Zuwendungsbescheides im Bundeswettbewerb „Klimaschutz im Radverkehr" startet im Sommer 2017 die Umsetzungsphase, Mitte 2018 soll an der Haltestelle verkehrsmittelübergreifende Mobilität möglich sein mit besonderem Schwerpunkt beim Radverkehr und dem öffentlichen Personennahverkehr.

Im Bereich Individualverkehr wurde in **Buisdorf** zur Entlastung der Wohnbereiche eine neue Gewerbeerschließungsstraße angelegt.

An der Schulstraße in **Niederpleis** hat die Stadt gemeinsam mit dem Rhein-Sieg-Kreis zwei Minikreisverkehre angelegt, die den Verkehr flüssig halten, aber auch die Lärmbelastung senken.

Im Bereich des Zentrums ist zur kreuzungsfreien Unterführung der Stadtbahn eine neue Straße zwischen der B56 und der Rathausallee im Bebauungsplan festgeschrieben und 2017 fertiggestellt und eröffnet worden. Im Rahmen der weiteren Zentrumsentwicklung werden die Planungen der Signalanlagen im Zentrumsbereich optimiert.

An der P+R-Anlage Bruno-Werntgen-Straße in Hangelar wurde zwischenzeitlich der 2. Bauabschnitt, inklusive B+R, realisiert.

Am Bahnhof Menden ist nach dem Bau des S-Bahn-13 die Anlage eines P+R- und B+R-Platzes vorgesehen, darüber hinaus soll geprüft werden, ob eine solche Anlage durch zusätzliche Angebote wie Carsharing, geschützte Radanlagen, oder auch E-Mobilität ergänzt werden kann.

Das städtische Radwegenetz wird derzeit mit dem Ziel überarbeitet, bestehende Netzlücken, insbesondere in den Ortsdurchfahrten der Bundes- und Landesstraßen zu schließen. Im Vorfeld wurden dazu Studien für die Bereiche Niederpleis, Birlinghoven, Mülldorf/Ort und im Rahmen des Ortseilentwicklungskonzeptes für Menden mit dem Ziel einer Verbesserung der Bedingungen für Radfahrer und Fußgänger erarbeitet. Für das gesamte Stadtgebiet ist ein Radverkehrskonzept (RVK) erarbeitet worden, welches im Frühsommer 2017 beschlossen wurde. Im Radverkehrskonzept Sankt Augustin werden die Zielsetzungen der Radverkehrsförderung mit systematischen Handlungsansätzen untermauert.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass durch die beschriebenen Maßnahmen eine Attraktivitätssteigerung des ÖPNV und Radverkehrs erzielt werden konnte, wodurch sich der motorisierte Individualverkehr verringert. Dies hat einen geringeren CO_2-Ausstoß zur Folge, welcher allerdings nicht quantitativ dargestellt werden kann.

2.3.2.2 Wirtschaft und Wohnen

Im Themenfeld Wirtschaft und Wohnen wurden folgende Ziele formuliert:

- Standortfindung für gewerbliche Nutzungen durch Reaktivierung / Weiterentwicklung von bereits baulich genutzten Flächen
- Entwicklung von Sonderstandorten für wissensbasierte Dienstleistungen im Bereich von zentralen bzw. gut zu erschließenden Bereichen
- Sicherung und Ausbau von Zentren zur wohnungsnahen Versorgung / „Stadt der kurzen Wege“
- Innenentwicklung durch Nachverdichtung bestehender Wohnquartiere
- Innenentwicklung durch Baulückenkonzept
- Ortsrandarrondierung bei nachgewiesener Eignung und gegebener Erschließung

Für den Bereich des Wohnens haben die formulierten Ziele hinsichtlich des Verbrauchs von Grund und Boden sowie des induzierten Ziel- und Quellverkehrs klimatische Auswirkungen.

Nachfolgend stichpunktartig klimarelevante Maßnahmen der Stadtplanung:

Hinsichtlich der Standortfindung für gewerbliche Nutzungen wurden Bebauungspläne in **Buisdorf** (Mittelfeld und Siegblick) und in **Menden** (Menden Süd) entwickelt, die sich durch besonders kurze Verbindungen an überörtliche Verkehrswege auszeichnen (Mittelfeld), oder gewerblich vorgeprägte oder auch an bestehendes Gewerbe angrenzende Areale überplanen. Damit wird dem Ziel „Stadt der kurzen Wege“ Rechnung getragen, wodurch der CO_2-Ausstoß reduziert wird.
In den Stadtteilzentren **Niederpleis**, **Menden** und **Birlinghoven** wurde durch Ansiedlung von Verbrauchermärkten die Möglichkeit der wohnortnahen Versorgung geschaffen. In **Niederpleis** konnten hierfür im Zentrum des Ortes Flächen reaktiviert werden, so dass keine neue Flächeninanspruchnahme notwendig wurde.
Neben den Bebauungsplänen zur Nachverdichtung und Innenentwicklung, die im seinerzeitigen Fahrplan genannt wurden, sind mittlerweile weitere Bereiche des Stadtgebietes nachverdichtet. In **Niederpleis** wurden an der **Rethelstraße** Flächen eines ehemaligen Bauunternehmens mit Einfamilienhäusern bebaut, die durch verstärkte Wärmeschutzmaßnahmen dem Stand eines KfW-70-Hauses (Stand 2009) entsprechen, die Warmwasserbereitung für das Wohngebiet erfolgt über ein zentrales BHKW.
In der **Pastor-Hochhardt-Straße** wurden eingeschossige ungedämmte Reihenhäuser, die als Seniorenwohnungen genutzt wurden, durch Neubauten ersetzt, die sowohl den aktuellen Anforderungen an energiesparendes Bauen entsprechen, als auch den Bedürfnissen der Senioren gerecht werden. Zusätzlich konnte auf der Fläche innerhalb des Stadtteils Wohnraum für Familien hergestellt werden.
In **Menden** wurde der Bebauungsplan **Fasanenweg** umgesetzt, dem als Energiekonzept der baugebietsweite Anschluss an ein BHKW zugrunde liegt.
2009 wurde ein Baulückenkataster erstellt, in dem innerstädtische bebaubare Einzelgrundstücke gekennzeichnet sind. Diese Information steht im Wesentlichen zum

internen Gebrauch zur Verfügung, da nur wenige Grundstücksbesitzer bereit waren, ihren Namen an Interessenten weitergeben zu lassen.
Auch im Bereich Ortsrandarrondierung wird derzeit Planrecht geschaffen. Neben dem Bebauungsplan **Schiffstraße**, der rechtskräftig ist, soll mit dem Bebauungsplan **Marienstraße** in **Menden** eine weitere Siedlungsfläche abgerundet und so die Grenze zur freien Landschaft gestaltet werden.
Neben der Darstellung der Bauflächen und der dadurch bedingten Begrenzung des Freiflächenverbrauchs beinhaltet der Flächennutzungsplan Klimaschutzziele durch die Darstellung von Grünflächen, wie Flächen für die Landwirtschaft oder Wald. Wichtige Freiflächenkorridore wie das **Pleisbachtal** und die grüne Mitte mit Anbindung an die Siegauen sind im Flächennutzungsplan als Außenbereich ohne Bauflächen dargestellt. Dabei erfüllen durchgehende Grünflächen nicht nur stadtklimatisch wichtige Aufgaben, sondern haben Funktionen für den Natur- und Landschaftsschutz und die Erholung sowie Freizeitnutzung der Bürger.

Masterplan Urbane Mitte

Im Rahmen der strategischen Zielplanung des Stadtentwicklungskonzeptes wurden im Stadtzentrum städtebauliche, funktionale und gestalterische Defizite ausgemacht und daraus resultierende Imageprobleme als Schwäche ermittelt. Die Stärkung des Zentrums wurde daher als bedeutendes Ziel für die zukünftige Stadtentwicklung von Sankt Augustin herausgestellt.

Hierfür wurde der Masterplan „Urbane Mitte“ als informelles Planungsinstrument in Form eines integrativen Gesamtplans erstellt. Er richtet sich an Politiker, Behörden, Eigentümer, derzeitige und zukünftige Nutzer und Investoren sowie an alle vom Planungs- und Realisierungsprozess Betroffene.

Durch die Betrachtung von räumlichen und thematischen Lupenräumen, die zu einem Gesamtwerk zusammengefügt wurden, ist ein Gesamtkonzept für das Zentrum entstanden. Dabei bezog sich auch ein Lupenraum auf die Energieversorgung. Die Empfehlung des Masterplanes ist, alle Bestandsgebäude im Hinblick auf Energieeinsparpotentiale zu untersuchen und perspektivisch eine 100 %-ige Versorgung mit erneuerbaren Energiequellen und eine deutliche CO_2-Reduzierung voranzutreiben. In die Überlegungen sollen alle vor Ort tätigen Energieversorger miteinbezogen werden. Für das Stadtzentrum wird ein Klimaschutzteilkonzept empfohlen, „welches konkrete Klimaschutz- und Einsparmöglichkeiten für alle öffentlichen und privaten Bestandsgebäude und Neubauten aufschließt und daran anschließend konkrete Maßnahmen für eine schrittweise Umsetzung benennt.“ (Masterplan ‚Urbane Mitte‘, Mai 2011, 6.3.8. Lupenraum Energieversorgung, S. 117)

Rahmenplanung in den Ortsteilen

Die Rahmenplanung ist ein informelles Instrument, um Entwicklungspotentiale aufzuzeigen und Perspektiven für zukünftige Nutzungen in groben Zügen darzustellen. Sie haben keinen

rechtsverbindlichen Charakter, sondern stellen einen Handlungs- und Orientierungsrahmenrahmen für eine flexible und bürgernahe Planung dar. Inhalte, Form und Darstellung des Rahmenplans sind frei wählbar, so kann die Planung für die Öffentlichkeit verständlicher und begreifbarer sein, so dass die Bürger die Entwicklungsziele erkennen können und so zur Mitgestaltung und Eigeninitiative angeregt werden.

Rahmenpläne ordnen sich in der Planungshierarchie zwischen den Flächennutzungsplan und die Bebauungspläne ein. Sie sind wegen ihrer Maßstäblichkeit nur begrenzt geeignet, Aussagen zum Klimaschutz oder Klimaanpassung zu treffen. Zudem besitzen die Aussagen der Rahmenplanung keinen rechtsverbindlichen Charakter. Dennoch entfalten die städtebaulichen Zielsetzungen durch das Bewusstsein-Schaffen von Problemfeldern ihre Wirkung.

In den Rahmenplänen für die Ortsteile Niederpleis und Menden, die 2013 bzw. 2015 erarbeitet wurden, finden sich indirekt klimaschützende Aussagen durch Ziele wie Nachverdichtung, Installation von verbrauchernaher Versorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs, Ausbau von Fuß- und Radwegen sowie innerstädtischen Grünflächen. Diese Ziele finden rechtsverbindlich Niederschlag in den auf der Rahmenplanung aufbauenden verbindlichen Bauleitplänen oder den sich aus der Rahmenplanung entwickelnden Fachplanungen.

Klimaschutz und Klimaanpassung auf der Ebene der Bebauungspläne, Vereinbarungen in städtebaulichen Verträgen

Im Rahmen städtebaulicher Verträge und Bebauungsplanverfahren(B-Plan-Verfahren) finden Vereinbarungen und Vorgaben zum Klimaschutz aktiv Anwendung. So werden im Neubaubereich verbindliche Vorgaben hinsichtlich der Gebäudeeffizienz und/oder der Nutzung nachhaltiger Energieversorgungssysteme und regenerativer Energien gemacht.

Als Beispiel können hier die Verfahren rund um den Bau eines „Pflanzen- und Gartencenters“ in Menden und des Nahversorgers „Schiffstraße“ genannt werden.

2.3.3 Themenfeld Grün, Freiraum und Sport / Grünplanung

2.3.3.1 Vernetzung und Aufwertung der Grün- und Freiräume

Externe Vernetzung mit den umliegenden Landschaftsräumen und den Grünflächen der Nachbarstädte (u.a. Grünes C).

Das Projekt Grünes C als Teil der Regionalen 2010 wurde bis Ende 2014 umgesetzt. Ziel war, die vielfältigen Freiräume einer Region langfristig zu sichern, miteinander zu verknüpfen und zu entwickeln. Das Grüne C definiert zunächst neun Landschaftsräume im links- wie auch im rechtsrheinischen Bereich. Insgesamt erstreckt sich das Projektgebiet auf eine Fläche von 37 km². Der „Brückenschlag“ über den Rhein erfolgt durch die Mondorfer Fähre.

Die Vernetzung mit den umliegenden Nachbargemeinden erfolgt über den sog. Link, den verbindenden Weg auf einer Gesamtlänge von 61 km. Markierungselemente geben

Orientierungshilfen, die durch Informationstafeln ergänzt und Auskunftsort zu den jeweiligen Örtlichkeiten werden. Der Link schließt an die übergeordneten Radwegenetze Radverkehrsnetz NRW und Siegtalradweg an. Durch Maßnahmen des Grünen C wurden damit zu Infrastrukturen für den Rad- und Fußverkehr erweitert bzw. ausgebaut. Neben der Zielgruppe der Erholungssuchenden profitieren somit auch Radfahrer im Alltagsverkehr von verbesserten bzw. autofreien Wegeverbindungen. Naherholungsangebote am Wohnort können sich zu dem auch positiv auf die Verringerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) im Freizeitverkehr auswirken. Für das Erschließen dieser Potenziale und weitere klimaschutzrelevanter Aspekte ist das interkommunale Projekt „Grünes C“ 2016 im Rahmen der KlimaEXPO NRW ausgezeichnet worden. Das „Grüne C“ ist damit einer von 1.000 Schritten NRW hin zu mehr Klimaschutz.

Interne Vernetzung der städtischen Grün- und Freiräume/Freihalten von Frischluftschneisen

Auch hier sei u.a. das Projekt Grünes C aufgeführt. Der Planungsraum ist insgesamt charakterisiert durch die Siedlungserweiterungen in den Freiraum hinein und undefinierte Siedlungskanten, auch in Sankt Augustin. Vor allem die Ränder des Grünen C sollen wirkungsvoll geschützt, gestärkt und gestaltet werden, um dem Siedlungsdruck der stark verstädterten Region nachhaltig Grenzen zu setzen und die gefährdete Kulturlandschaft zukunftsweisend zu sichern. Die vorhandenen und zu entwickelnden Freiraumnetze sollen neben der Freizeit- und Erholungsnutzung einer Verbesserung des Stadtklimas und der Sicherung des städtischen Boden- und Wasserhaushaltes dienen. Zugleich sind sie in ihrer Funktion als Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten zu stärken. Die Wirkungen dieser Maßnahmen in Hinblick auf die Freihaltung städtischer Frischluftschneisen ist in Abbildung 10 dargestellt.

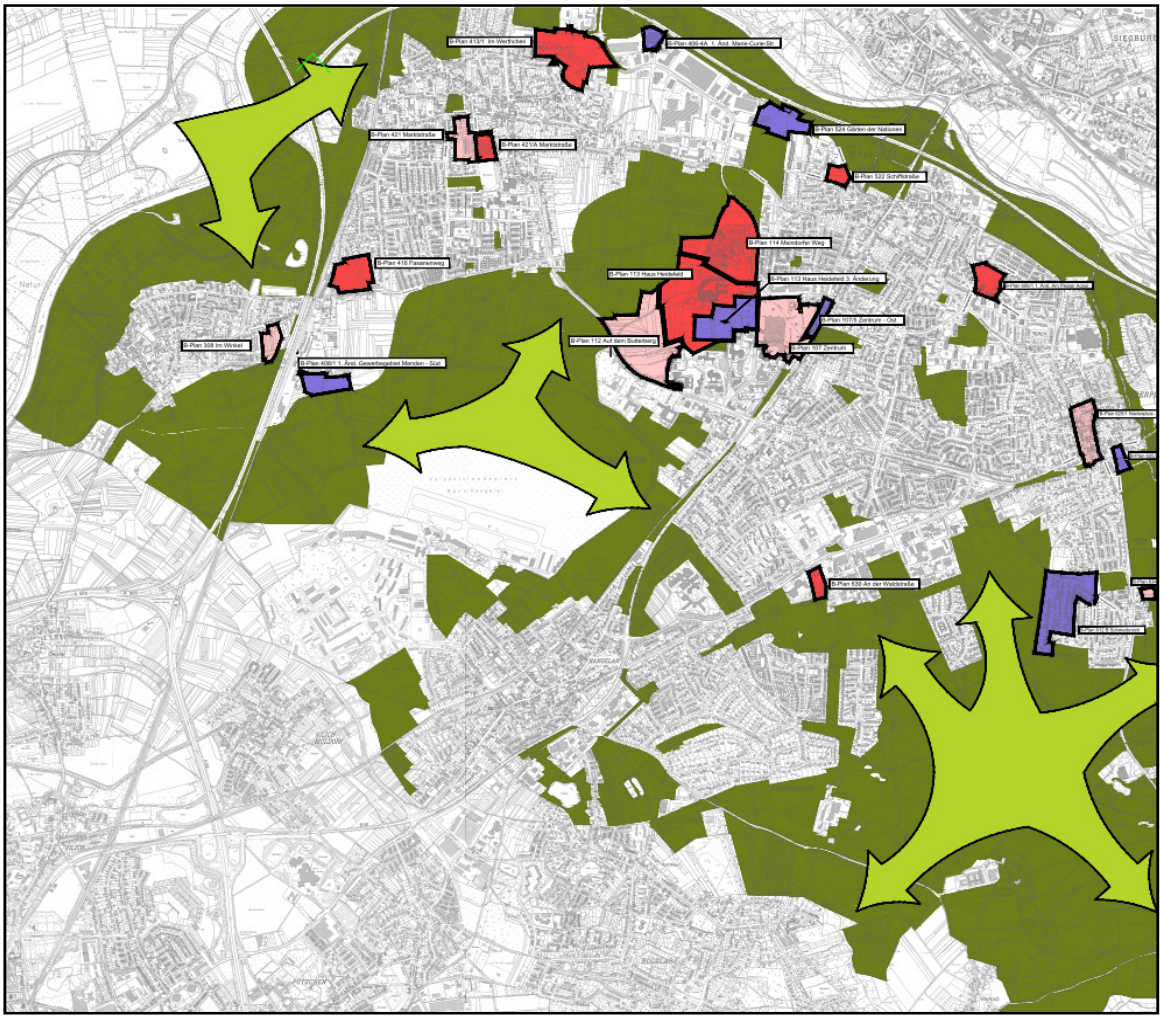


Abbildung 10: Klimaschutz in der Bauleitplanung

Im Stadtgebiet Sankt Augustin wurden drei Grünzüge als Siedlungsränder realisiert, am „Im Spichelsfeld“, an der „Siegstraße“ und an der „Danziger Straße“.

Auch die interne Vernetzung städtischer Grün- und Freiräume wurde durch den Ausbau des Links deutlich gestärkt. So wurden vorhandene landwirtschaftliche Wege barrierefrei ausgebaut und fehlende Wegebeziehungen ergänzt (Bsp. s. Siedlungsränder). Wie bereits bei den externen Vernetzungsmaßnahmen beschrieben, wurde dadurch u.a. die klimafreundliche Mobilität gefördert:

- Ökologische Aufwertungsmaßnahmen im Bereich von Pleisbach, Siegaue, Birlinghovener Wald etc. / Einbeziehung von Ausgleichflächen
- Optimierung der Nutzungsmöglichkeiten
- Qualifizierung der „Grünen Mitte“ zum multifunktionalen Landschaftspark /Einbeziehung von Ausgleichflächen

In der Grünen Mitte hat sich, ebenfalls durch das Projekt Grünes C, einiges getan. Auf einem etwa 3.000 Quadratmeter großen Areal westlich des Stadtzentrums wurde als erstes Teilprojekt der Generationenparcours mit Outdoor-Fitnessgeräten im Jahr 2010 realisiert. Er

bietet vielfältigen Nutzergruppen wie Senioren, Schülern, Kindern und Individualsportlern die Möglichkeit, sich je nach körperlicher Verfassung zu ertüchtigen.

Das Teilprojekt „Grüne Mitte“ im Norden entlang der Siegburger Straße verhindert als Grüner Rand die weitere Siedlungsentwicklung in die landwirtschaftliche Fläche hinein. Gleichzeitig wurde eine attraktive Wegebeziehung für Radfahrer und Fußgänger an den Stadtteil Menden durch den Anschluss der Marienstraße geschaffen. Die jahreszeitlich inspirierte Pflanzung heimischer Gehölze und verschiedene Aufenthaltsbereiche mit Blicken über die Feldflur sind Schritte in Richtung eines multifunktionalen Landschaftsparks.

Der Link erschließt wichtige Teilbereiche der Grünen Mitte, führt an Streuobstwiesen und landschaftlich angepassten Spielmöglichkeiten vorbei und bietet immer wieder Informationen zu den Landschaftsgegebenheiten. Er leiste damit einen Beitrag zur Umweltbildung und naturnaher Naherholung.

Derzeit ist ein Konzept in Vorbereitung mit dem Ziel eine gesamtstädtische Optimierungsstrategie für Freiräume zu identifizieren. Hinsichtlich zukünftiger Nutzungsmöglichkeiten wie beispielsweise Naherholung, Themenrouten und Wanderwege, Sportstätten, interkulturelle Gärten, Angebote zur Umweltbildung und wie diese synergetisch übereinander gebracht werden können.

Generationen-Parcours

Menschen aller Altersklassen und mit unterschiedlichen körperlichen Voraussetzungen können sich seit Oktober 2010 an der frischen Luft in der Grünen Mitte von Sankt Augustin fit halten. Auf einem etwa 3.000 Quadratmeter großen Areal westlich des Stadtzentrums hat die Stadt einen Generationen- Parcours mit Outdoor-Fitnessgeräten errichtet. Jedes der elf verschiedenen Sportgeräte ist mit einer leicht verständlichen Anleitungstafel ausgestattet, auf der die jeweilige Übung und die drei möglichen Schwierigkeitsstufen erklärt werden. Auf diesem Wege können sowohl Kinder als auch Erwachsene, insbesondere aus der Generation ‚50-Plus‘, die Geräte zielgerichtet und effektiv nutzen.

Gärten der Nationen

Die Gärten der Nationen bieten mit dem „Urbanen Gardening“ die Möglichkeit, dass sich Menschen verschiedener Nationen begegnen, sie miteinander ins Gespräch kommen, ihr Wissen austauschen und gemeinsame Vorhaben umsetzen können. Bei der Planung der Gärten der Nationen wurde daher auch mehr Wert auf das Miteinander als das Nebeneinander gelegt. Gebaut wurden ca. 80 Gartenparzellen, die in bandförmigen Gartenräumen liegen. An einer zentralen Mittelachse (Aktionsband) entlang des Link (Wegesystem) im Grünen C entstanden ein Quartiersplatz, ein Vereinsheim und weitere Plätze der Begegnung (Sport- Spiel- und Festwiese und ein Streetballplatz). Die neuen Sport- und Freizeiteinrichtungen sind ist auch für Nicht-Vereinsmitglieder über den Link zugänglich.

Einbeziehung des städtischen Umweltprogramms

Im Rahmen des Umweltprogramms gibt es verschiedenen Veranstaltungen im und um das Grüne C, z. B. Radtouren, E- Biketouren, Workshops zu Landschaftsmalerei, naturräumliche Führungen durch Landschaftsräume und Artenschutzveranstaltungen.

2.3.4 Kommunale Infrastruktur / Straßenbeleuchtung

Bereits im „Fahrplan für den Klimaschutz“ wurde herausgestellt, dass im Bereich der Straßenbeleuchtung große Energieeinsparpotenziale schlummern. Dem folgend beschrieb der „Fahrplan für den Klimaschutz“ mögliche Maßnahmen zur Einsparung von elektrischer Energie im Bereich der Beleuchtungstechnik. Zum damaligen Zeitpunkt befanden sich bereits Technologien zur Stromeinsparung in der Erprobungsphase. Einige der seinerzeit vielversprechenden Technologien sind zwischenzeitlich vom technischen Fortschritt überholt worden. Als Beispiel können hier Dimm-Einrichtungen genannt werden. Ziel dieser Technologie ist die Einsparung von Strom über ein Absenken der Lichtleistung im Bedarfsfall. Die Funktionsweise ist prinzipiell recht einfach, über das Absenken der an Lampe anliegenden Spannung wird die Leistung reduziert und damit der Verbrauch gesenkt. An insgesamt drei Stellen (Verteilerschränken) im Stadtgebiet kam diese Technik in einer Erprobungsphase (2007-2008) zum Einsatz.

Buschweg	noch im Betrieb, funktioniert, arbeitet hier aber als eine Art der „Dauerdimmung“, umso die deutlich zu hohe installierte Lichtleistung auf die erforderliche Leistung zu reduzieren.
Zedernweg (Kreisel)	Anlage im Betrieb, die erreichten Einsparungen betragen „nur“ ca. 10 %.
Bruno-Wentgen-Str.	Anlage außer Betrieb, Probleme mit der ausreichenden Spannungsversorgung aller angeschlossenen Lampen („Takten“ der Lampen), daher Dimm-Einrichtungen außer Betrieb genommen.

Bei diesem Praxistest offenbarten sich überwiegend Probleme beim Betrieb dieser Anlagen, denn die versorgten Lampen benötigen eine Mindesteingangsspannung zum Betrieb. Wird diese unterschritten, geht die Lampe aus. Je nach Konstellation der Straßenbeleuchtung, d.h. Länge und Zustand der Kabel, Anzahl der Leuchten usw. kam es in der Praxis dazu, dass beim Einschalten des Dimmers Lampen zum Teil nicht mehr mit der Spannung versorgt wurden die für den Betrieb notwendig ist. Darüber hinaus waren die erreichten Stromeinsparungen relativ gering.

Parallel hierzu kam es bei der Entwicklung von Leuchtmittel zu großen Effizienzsteigerungen, so dass durch den Austausch des Leuchtmittels wesentlich höhere Einsparungen möglich wurden, als durch den Einsatz von Dimmern. Betrachtet man dazu die hohen Anschaffungs- und Wartungskosten sowie den damit verbundenen Aufwand für Montage und Einregulierung, dann wird deutlich, dass diese Technologie weder ökonomisch noch ökologisch den erhofften Kosten-/Nutzeneffekt erbringen kann. Aufgrund dieser

Erfahrungen wurde der Einsatz von Dimm-Einrichtungen über die Testphase hinaus nicht weiterverfolgt.

Eine andere Art des reduzierten Betriebs ist die Halbnachtschaltung bzw. der reduzierte Betrieb der Beleuchtung. Klassisches Beispiel für den reduzierten Leuchtenbetrieb ist das Ausschalten einer jeden zweiten Lampe in einem Straßenzug. Dies bringt jedoch Problem mit sich, von denen überwiegend Fußgänger und Radfahrer betroffen sind. Das menschliche Auge passt sich der Helligkeit des Umfelds an, hierzu benötigt es allerdings eine gewisse Zeit. Durch den ständigen Wechsel von Hell- und Dunkelbereichen kann sich das Auge nicht auf eine Beleuchtungssituation einstellen. Dies hat für den Nutzer eine Art „Blindflug“ zur Folge, denn immer wenn sich das Sehen gerade auf ein helleres oder dunkleres Umfeld eingestellt hat, erfolgt wiederum ein Wechsel, so dass es entweder zu dunkel ist oder man geblendet wird. In Sankt Augustin war dieses System lediglich an der Pleistalstraße im Einsatz. Als im Jahr 2012 die alten Leuchtmittel durch effizientere neue Leuchtmittel ersetzt wurden, wurde aufgrund der oben beschriebenen Problematik auf den reduzierten Betrieb verzichtet. Der Stromverbrauch konnte, trotz des Betriebs aller im Straßenzug befindlichen Leuchten, durch den Einsatz effizienterer Leuchten reduziert werden. Gleichzeitig führte der Abschied von dieser Form des reduzierten Betriebs zu einer Verbesserung der Beleuchtungssituation und Steigerung der Verkehrssicherheit.

Während die zuvor beschrieben Maßnahmen nicht die gewünschten Effekte brachten bzw. sich negativ auf andere wesentliche Aspekte der Straßenbeleuchtung auswirken (Beispiel Sichtbarkeit), führte eine andere Maßnahme zu signifikanten Energieeinsparungen im Bereich der Straßenbeleuchtung.

Die LED-Technologie ist mittlerweile zum Stand der Technik geworden. Die ersten LED-Leuchten wurden 2013 in Sankt Augustiner Straßen installiert, seitdem ist sie bei notwendigen Sanierungen das Leuchtmittel der ersten Wahl. Durch den Einsatz der effizienten LED-Leuchten konnte der Stromverbrauch im Jahr 2014 gegenüber dem Jahr 2009 um ca. 28 % gesenkt werden. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Fahrplans für den Umwelt- und Klimaschutz steckte die LED-Technologie nahezu noch in den Kinderschuhen, insbesondere in den Anwendungsbereichen der öffentlichen Hand hatte die LED-Technologie noch nicht die entsprechende Marktreife. Perspektivisch war damals noch nicht absehbar, ob und wann die LED-Beleuchtung, auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit am Markt durchsetzt. Als mögliche Maßnahme wurde die LED-Technik in der Straßenbeleuchtung daher damals gar nicht aufgeführt. Inzwischen ist die Technologie ausgereift und wirtschaftlich, so dass sie sich auch ohne zusätzliche Förderung schnell amortisiert. Damit ist der Einsatz von LED-Technik in der Straßenbeleuchtung eine effektive und wirtschaftliche Maßnahme zur Senkung der Treibhausgasemission und wird von Sankt Augustin konsequent angewandt.

Durch Effizienzsteigerungen bei der Straßenbeleuchtung konnten nach dem Inkrafttreten des „Fahrplan für den Klimaschutz“ 2008 bereits deutlich Treibhausgasemissionen

eingespart werden. Der zum Teil aus Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative finanzierte Austausch alter quecksilberhaltiger Leuchten durch effiziente LED-Beleuchtung, wird dazu führen, dass spätestens 2020 keine ineffiziente Straßenbeleuchtung mehr in Betrieb sein wird. Dann wird ungefähr jede dritte Straßenleuchte mit einem LED-Leuchtmittel ausgestattet sein. Seit 2009 wurden so in Summe mehr als 3.300 Tonnen CO_2 äquivalent eingespart (Stand Ende 2016).

2.3.5 Kommunale Infrastruktur / Bezug von Ökostrom

Seit 2013 versorgt sich Sankt Augustin zu 100 % mit Ökostrom und setzt damit eine der wesentlichen Forderungen des „Fahrplan für den Klimaschutz“ um. Geliefert wird der Strom dabei von den Stadtwerken Sankt Augustin EVG. Durch den Bezug von Ökostrom entlastet die Stadt Sankt Augustin das Klima jährlich um mehr als 5.000 Tonnen CO_2.

2.3.6 Weitere Klimaschutzaktivitäten der Stadt

2.3.6.1 Solar- und Gründachpotenzialkataster

Seit 2014 bietet die Stadt ihren Bürgern mit dem Solar- und Gründachpotenzialkataster die Möglichkeit unkompliziert die eigenen Dachflächen hinsichtlich ihrer Eignung für solarthermischer und photovoltaischer Anlagen zu prüfen. Das Angebot wurde mit Unterstützung der Stadtwerke Sankt Augustin EVG erstellt, ist attraktiv gestaltet und berücksichtigt bei seinen Ergebnissen sowohl ökologische wie auch ökonomische Aspekte. Hervorzuheben ist das parallel verfügbare Gründachpotenzialkataster, da dieses insbesondere mit Blick auf die Klimawandelfolgeanpassung die nachhaltigen Ansätze städtischen Handelns aufzeigt.

2.3.6.2 Mitgliedschaft im Klima-Bündnis

Seit 2016 ist Sankt Augustin Mitglied im Klima-Bündnis. Im Klima-Bündnis arbeiten 1.700 Mitgliedskommunen in 26 europäischen Staaten, Bundesländer, Provinzen, NGOs und andere Organisationen gemeinsam aktiv daran den Klimawandel zu bekämpfen. Das Klima-Bündnis ist das größte europäische Städtenetzwerk, das sich dem Klimaschutz verschrieben hat. In ihm organisiert sind Mitglieder von kleinen, ländlichen Gemeinde bis hin zu Millionenstädten, die den *Klimawandel als eine globale Herausforderung verstehen, welcher lokale Lösungen erfordert*. Sankt Augustin sieht sich diesen Ziele verbunden und will durch seine Klimaschutzarbeit einen aktiven Beitrag leisten.

2.3.6.3 Stärkung der Verbraucherberatung

Gemeinsam mit der Energieagentur Rhein-Sieg bzw. der Verbraucherzentrale NRW konnte das Angebot zur Energieberatung ausgebaut werden. Hierzu fanden 2016 mit Unterstützung der der Stadtwerke Sankt Augustin EVG bereits Schwerpunkt-Aktionen statt. Zukünftig soll über ein kreisweites Kooperationsprojekt ein umfassendes Beratungsangebot zu Energetischen Sanierungen und Energieeinsparmaßnahmen bereitgestellt werden.

2.3.6.4 Sonstiges

Mit Beiträgen zu Klimaschutzwettbewerben, wie beispielsweise „Klimaschutz im Radverkehr“, versucht die Stadt aktiv Fördermittel für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen zu akquirieren.

Im Rahmen interkommunaler Vernetzungstreffen steht die Stadt im ständigen Austausch mit Klimaschutzakteuren aus den Kommunen des Kreises und darüber hinaus. Dabei zeigt sich Sankt Augustin nicht nur als Teilnehmer sondern auch als Ausrichter derartiger Veranstaltungen. Ziel ist durch die Identifikation von gemeinsamen Handlungsfeldern Potenziale des Klimaschutzes zu erschließen, die über die Handlungsmöglichkeiten einer einzelnen Kommune hinausgehen.

2.3.7 Teilnahme am European Energy Award eea

Der European Energy Award (eea) ist ein vielfach erprobtes Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren, das auf europäischer Ebene entwickelt wurde und umgesetzt wird. Ziel ist, die Qualität der Energieerzeugung und -nutzung in einer Kommune zu bewerten, regelmäßig zu überprüfen und Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz zu erschließen. Erfolge in den vorgenannten Bereichen werden öffentlichkeitswirksam ausgezeichnet. Die Auszeichnung erfolgt nach Erreichen einer bestimmten Punktzahl aus dem Maßnahmenkatalog: 500 Punkte sind maximal über sechs Handlungsfelder erreichbar. Bei Erreichen von mindestens 50 % der maximal möglichen Punktzahl erfolgt die Auszeichnung mit dem eea, bei 75% mit dem European Energy Award Gold. Eine Vielzahl von Kommunen aus NRW nimmt bereits teil und ist ausgezeichnet worden.

Seit Ende 2014/Anfang 2015 beteiligt sich Sankt Augustin am eea. Bisher wurde eine umfangreiche Ist-Analyse durchgeführt, welche ein hohes Potenzial für eine Zertifizierung erkennen lässt. Ziel des Verfahrens aus Sicht der Stadtverwaltung ist allerdings nicht die schnellstmögliche Auszeichnung, vielmehr sollen die Aktivitäten in alltägliches Verwaltungshandeln einfließen. Dies benötigt entsprechend Zeit, aus diesem Grund soll die vierjährige Förderphase des eea neben der Zertifizierung vor allem der Verstetigung von energiesparendem Verwaltungshandeln dienen.

2.4 Zusammenfassung Ausgangssituation

Sankt Augustin erfüllt als Kommune im Ballungsgebiet prosperierender Großstätte viele Voraussetzungen die Potenziale für den Klimaschutz bergen und Klimawandelfolgeanpassungen ermöglichen. Das Stadtentwicklungskonzept ist Leitbild der Stadtentwicklungsplanung und wird erfolgreich umgesetzt. In den vergangenen Jahren wurde auf Grundlage des Stadtentwicklungskonzepts und dem dazugehörigen „Fahrplan für den Klimaschutz“ klimaschutzrelevante Projekte initiiert, häufig gelenkt durch die Projektgruppe Klimaschutz. Sowohl Siedlungsstruktur als auch die demografischen Faktoren zeigen für Sankt Augustin Chancen für den Klimaschutz und potenzielle Risiken mit Blick auf die Folgen der bereits einsetzenden Klimawandelfolgen.

3 Zielsetzung des integrierten kommunalen Klimaschutzkonzepts

3.1 Ziel

Das vorliegende integrierte Klimaschutzkonzept (IKK) soll eine umfassende Betrachtung der Energieverbrauchsituation in Sankt Augustin und den damit verbundenen CO_2-Emissionen geben. Der ermittelte Status-Quo bildet dann die Grundlage für die Ableitung von Entwicklungsszenarien, um zukünftige Entwicklungen skizzieren zu können. Zudem werden Potenziale zur Einsparung von Energie und zur Erzeugung von Energie aus Erneuerbare Energien abgeschätzt. Durch die Zusammenführung der Resultate sollen Aussagen zu möglichen Maßnahmen und deren Wirkung getroffen werden können. Dabei werden im Sinne des integrativen Ansatzes sowohl Zielsetzungen des Stadtentwicklungskonzept, als auch Bundes- bzw. Landesziele, sowie Zielsetzungen der Klimawandelfolgeanpassungen berücksichtigt. Ziel ist dabei die Herausarbeitung von Maßnahmen die, unter Nutzung größtmöglicher Synergien, wirkungsvoll zur Energieeinsparung bzw. zur Effizienzsteigerung beitragen, die Erzeugung von Energie in Erneuerbare Energien-Anlagen steigert und damit u.a. die Energieabhängigkeit verringert. Außerdem wird aufgezeigt, welche Bedeutung der Klimawandel für Sankt Augustin hat und was notwendig ist, um die Kommune gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels anpassungsfähig zu machen.

Dazu erfolgt zuerst eine Ermittlung des Energieverbrauchs in Sankt Augustin und den daraus resultierenden CO_2-Emissionen. Die Bilanzierung erfolgt auf LCA Basis (Lebenszyklusanalyse), d.h. alle Energieträger werden mit ihren Emissionen inklusive Vorketten in der Bilanz berücksichtigt.

Eine Startbilanz wurde auf Grundlage der Einwohner- und Beschäftigtendaten von 1990 bis 2007 erstellt. Für die Jahre 2008bis 2014 wurde eine Endbilanz erstellt, die weitgehend auf lokal erhobenen Daten beruht.

Der Energieverbrauch wurde für folgende Bereiche ausgewertet:

- Private Haushalte
- Wirtschaft (Primärer, Sekundärer und Tertiärer Sektor sowie kommunale Einrichtungen)
- Verkehr
- Kommunale Liegenschaften

Die kommunalen Liegenschaften wurden dabei einer gesonderten Betrachtung unterzogen. Damit sollen entsprechend der unmittelbaren Handlungsfelder der Stadtverwaltung Ansätze für konkrete Maßnahmen herausgearbeitet werden. Weiterhin wurden die Anstrengungen im Bereich der Erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und des Energiesparens ermittelt und dokumentiert. Insgesamt sollen damit Rückschlüsse auf die Wirkung der bisher geleisteten Klimaschutzarbeit möglich werden. Außerdem sollen Handlungsfelder identifiziert und mögliche Handlungsoptionen identifiziert werden.

Letztendlich soll das vorliegende Konzept auch als Entscheidungsgrundlage zur Vereinbarung von konkreten kommunalen Klimaschutzzielen dienen. Hierzu soll das vorliegende Konzept ein möglichst umfassendes Bild der vorhanden Potenziale unter Berücksichtigung realistischer Rahmenannahmen sowie möglicher Chancen und Risiken durch zukünftige Klimaentwicklungen zeichnen. Ziel soll die Verabschiedung von Klimaschutzzielen analog zu Zielvereinbarungen des Bundes bzw. des Landes sein, ein Beispiel hierfür zeigt Abbildung 11 anhand der CO_2-Emissionen in Sankt Augustin.

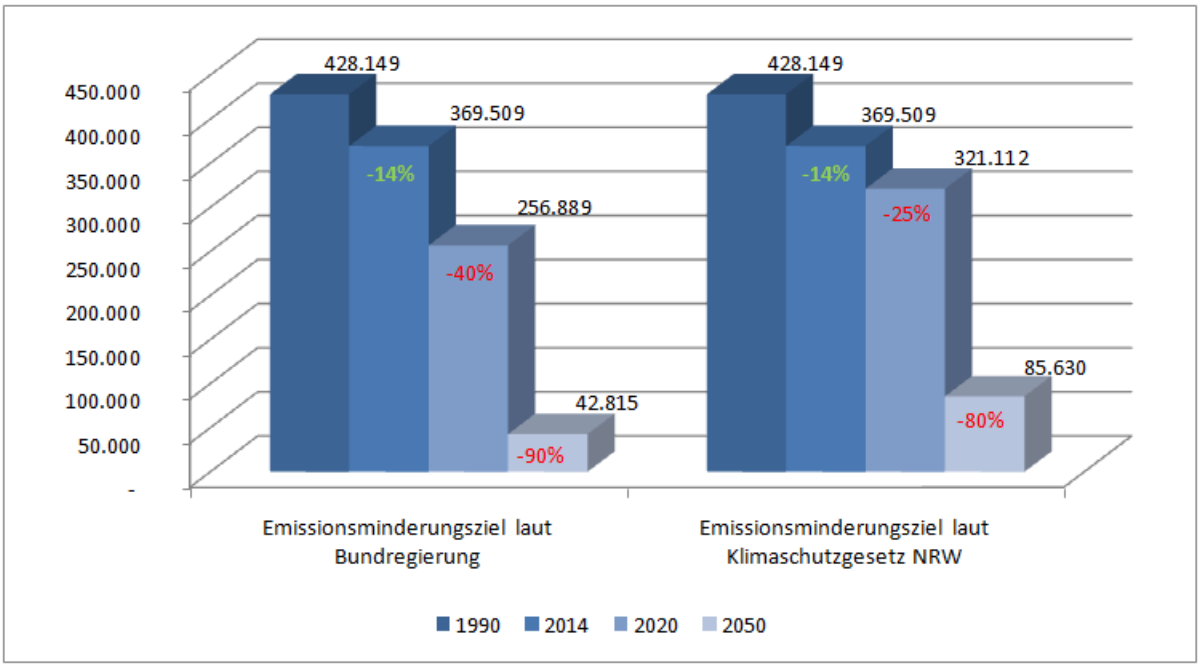


Abbildung 11: Darstellung möglicher Treibhausgasminderungsziele am Beispiel der Emissionen in Sankt Augustin auf Grundlage der Ziele der Bundes- bzw. Landesregierung (Quelle: eigene Darstellung)

Darüber hinaus sollen aus dem vorliegenden Konzept heraus auch Maßnahmen beschlossen werde, die Sankt Augustin auf die Folgen des Klimawandels vorbereitet. Ziel ist somit das neben dem vorliegenden Teil A des Konzeptes, mit dem Teil B auch ein Maßnahmenprogramm zum Beschluss kommt, damit das IKK seine vorgesehene Wirkung entfalten kann. Dieses Maßnahmenprogamm ist dabei im EPAP abgebildet, in diesem Kontext ist auch vorgesehen auf Basis der Datenlage des IKK ein Klimaschutzleitbild mit quantifizierten Zielen für die Stadt aufzustellen.

3.2 Erarbeitungsprozess und Vorgehen

Die Erarbeitung des Entwurfs eines Integrierten kommunalen Klimaschutzkonzepts (IKK) für die Stadt Sankt Augustin erfolgte durch das Büro für Natur- und Umweltschutz in Abstimmung mit der Projektgruppe Klimaschutz.

In einem Zeitraum von mehreren Monaten wurde in einem kompakten, partizipativen Arbeitsprozess ein umsetzungsorientiertes Konzept entwickelt, das den individuellen

Potenzialen der Stadt Sankt Augustin angepasst ist. Um möglichst umfassende Effekte zu erzielen und dem Anspruch eines integrierten Konzepts gerecht zu werden, beinhaltet das Maßnahmenprogramm ein breites inhaltliches Spektrum. Wichtige Handlungsfelder sind dabei private Haushalte, Gewerbe, Industrie und Verkehr sowie die städtischen Gebäude, für die bereits ein Teilkonzept vorliegt. Die Erarbeitung des IKK gliedert sich in die folgenden Arbeitspaket (AP), die aufeinander aufbauen und zum Teil eng miteinander verknüpft sind, bzw. den Prozess kontinuierlich begleiten.

AP 1: Fortschreibbare Energie- und CO_2-Bilanz

Die für das IKK erstellte Energie- und CO_2-Bilanz ist fortschreibbar und somit jederzeit erweiterungsfähig. Für die Berechnung und Darstellung der Ergebnisse wurde das Bilanzierungstool "ECOSPEED Region" genutzt. Auf Grundlage von zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten und statistischen Durchschnittswerten wurde eine Energie- und CO_2-Bilanz erstellt, die qualitative und quantitative Aussagen zur aktuellen Struktur der Energieversorgung in Sankt Augustin macht (zum Vorgehen im Einzelnen und zu den verwendeten Daten siehe auch im Anhang).

AP 2: Potenzialanalyse zur Reduktion der CO_2-Emissionen

Um Klimaschutzziele festlegen zu können, wurden durch Übertragung bundesweiter Erkenntnisse auf die lokalen Verhältnisse Potenziale zur Reduktion von CO_2-Emissionen abgeschätzt. Bei der überschlägigen Abschätzung wurden Reduktionspotenziale durch Energieeffizienzsteigerung und durch den Einsatz erneuerbarer Energien berücksichtigt (siehe Kapitel 8). Soweit möglich, flossen lokal vorliegende Daten ein.

AP 3: Klimaschutzstrategie Sankt Augustin mit zielgruppenspezifischem Maßnahmenkatalog (Teil B)

Auf Basis der Energie- und CO_2-Bilanz sowie der Potenzialbetrachtung wurde eine Klimaschutzstrategie für die Stadt Sankt Augustin erarbeitet. Sie umfasst Vorschläge für konkrete Handlungsfelder zur Erreichung der CO_2-Reduktionsziele sowie einen zielgruppenspezifischen Maßnahmenkatalog mit Handlungsbeschreibungen. Falls in geeigneter Form abschätzbar werden zu erwartende Klimaschutzwirkungen aufgezeigt. Für diesen Zweck wurden mit dem Managementtool und dem Maßnahmenkatalog Instrumente des eea eingesetzt. Zum einen um doppelte Strukturen und damit auch zusätzliche Arbeit zu vermeiden und zum anderen, weil das EDV gestützte und online basierte eea-Managementtool die interdisziplinäre Arbeit zwischen den Bachbereichen strukturiert und erleichtert. Auf eine Prioritätensetzung wird im Rahmen des Konzeptes bewusst verzichtet. Dies erfolgt im Rahmen des energiepoltischen Arbeitsprogramms im eea und soll bei Bedarf in nachgelagerten Beteiligungsprozessen mit Politik und Öffentlichkeit vertieft werden. Hier soll die Strategie an den lokalen Bedürfnissen bzw. Zielsetzungen ausgerichtet und entsprechend angepasst werden. Ziel ist ein sowohl von der Bürgerschaft als auch von lokalen Akteuren und Politik getragenes Klimaschutzkonzept. Dieser Bereich wird im Teil B des Konzeptes betrachtet.

AP4: Darstellung der aktuellen und prognostizierten Energieverbräuche

Auf Grundlage der Potenzialanalyse erfolgte eine Gegenüberstellung der aktuellen Energieverbräuche mit den prognostizierten Energieverbräuchen. Damit können beispielsweise im Rahmen von InvestitionsentscheidungenEinspareffekte exemplarisch berechnet werden. Dies betrifft im Wesentlichen die kommunalen Liegenschaften, die im Rahmen der Konzepterstellung und der Arbeit des Gebäudeenergieberaters des Büros für Natur- und Umweltschutz intensive betrachtet wurden. In Vorbereitung eines Maßnahmenfahrplans können die Ergebnisse der Untersuchungen die Grundlage für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bilden. Dabei sollten realistische Energiepreise zugrunde gelegt und die Dynamik der Energiepreisentwicklung angemessen berücksichtigen, besonders vor dem Hintergrund knapper werdender fossiler Energiereserven. Ergänzende Angaben hierzu befinden sich im Anhang. Eine detaillierte Betrachtung außer der zu den kommunalen Liegenschaften erfolgt nicht und beschränkt sich auf eine allgemeine Betrachtung der Energiepreisentwicklung in den vergangenen Jahren. Die spezifische Bedeutung dieser Entwicklungen für einzelne Verbrauchsektoren wird in diesem IKK nicht betrachtet.

AP5: Grobanalyse Klimawandelfolgen und lokale Betroffenheit

Auf Grundlage aktueller Forschungsergebnisse zu den Folgen des Klimawandels und deren weiterer Entwicklung, werden potenzielle Betroffenheiten für die Stadt und deren Bevölkerung identifiziert und beschrieben.

AP 6: Empfehlungen für ein Controlling Konzept

Um das Erreichen der erarbeiteten Klimaschutzziele überprüfen und den Umsetzungserfolg der Maßnahmen messen zu können, entstanden Empfehlungen für ein Konzept zum Controlling der Klimaschutzaktivitäten.

AP7: Konzept für Öffentlichkeitsarbeit

Eine übergreifende Öffentlichkeitsarbeit soll die Verabschiedung und spätere Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes begleiten und unterstützen. Sie soll dazu beitragen, insbesondere private Akteure und Betriebe bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen einzubinden und diese selbst zu motivieren. Hierzu werden Empfehlungen gegeben, wie nach Verabschiedung des Teil B die Umsetzung im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden kann. In diesem Prozess sollen zudem über ein Beteiligungsverfahren externe Akteure und Bürgerschaft dazu animiert werden sich aktiv an der Umsetzung zu beteiligen bzw. innerhalb des dynamischen Prozesses neue Ideen und Handlungsansätze einzubringen. So kann im Kontext des IKK auch der Prozess der öffentlichen Beteiligung optimiert werden, in dem Erfahrungswerte bisheriger Beteiligungsprozesse integriert werden.

AP 8: Beteiligungsprozess zur Konzepterstellung

Während des gesamten Erarbeitungsprozesses war die Projektgruppe Klimaschutz in die Erstellung des integrierten Klimaschutzkonzepts eingebunden. Neben den regelmäßigen Sitzungen gab es Schwerpunkt-Veranstaltungen sowie Arbeitsgruppen zur Bearbeitung verschiedener Fragestellungen. Die Maßnahmen des EPAP in Teil B sind das Ergebnis der Arbeit des fachbereichsübergreifend aufgestellten Energieteam.

Auf Grundlage des vorliegenden Konzeptes sollen die in Teil B des IKK beschrieben Handlungsfelder und möglicher Handlungsoptionen sowie die Maßnahmenvorschläge im nachfolgenden Umsetzungsprozess mit den entsprechenden Akteuren zur Diskussion gestellt werden. Hierzu ist auch die Einbeziehung von Bürgerschaft, Wirtschaft und Politik unbedingt erforderlich. Aus diesem Grund soll im Rahmen von öffentlichen Veranstaltungen eine Information und Beteiligung der obengenannten Akteure erreicht werden. Das vorliegende Konzept enthält daher auch Vorschläge für die Öffentlichkeitsarbeit. Zum einen in Bezug auf die Beteiligung zur Festlegung von Zielen und die Ausgestaltung von Maßnahmendetails des Konzeptes in Teil B, darüber hinaus aber auch mit Blick auf einen nachhaltigen Partizipationsprozess im Klimaschutz im Allgemeinen. Ausgehend vom „Fahrplan für den Umwelt- und Klimaschutz“ geschieht dies, mit der Veröffentlichung integrierten Klimaschutzkonzepts Teil A und findet seinen Fortgang in der Umsetzung des Teil B und der damit einhergehenden Beteiligungsprozesse.

3.3 Zusammenfassung

Energieverbräuche und Emissionen, sowie soziale und strukturelle Rahmenbedingungen werden systematisch erfasst, um so ein möglichst belastbares Bild über den Status Quo zu liefern. Ein Controlling Konzept soll die Umsetzung unterstützen.

4 Energie- und CO_2–Bilanz

4.1 Zweck der Energie- und CO_2-Bilanz

Die Grundlage zur Bearbeitung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes ist eine Energiebilanz auf Basis von vorhandenen, realen Verbrauchsdaten und der daraus ableitbaren CO_2-Bilanz. Für die Analyse des Energieverbrauchs werden daher Bilanzen aufgestellt, die nach Verbrauchssektoren und Energieträgern geordnet sind. Durch diese Herangehensweise lassen sich gezielt die Energieverbrauchsstrukturen in Sankt Augustin darstellen und funktional für die Fortführung der CO_2-Bilanz nutzen. Die daraus resultierenden Erkenntnisse liefern sowohl erste Aussagen zu bisherigen Schwerpunkten bei der Energienutzung, als auch solche zu Schwachstellen in der Verbrauchsstruktur. Zusätzlich dient die Bestandsanalyse zukünftig zur Kontrolle von Erfolgen bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Daher ist die Energie- und CO_2-Bilanz fortschreibbar.

4.2 Vorgehensweise und Methodik

Die Vorgehensweise zur Erstellung der Energie- und CO_2-Bilanz umfasste die Schritte Datenbeschaffung inkl. Plausibilitätsprüfung sowie Datenanalyse und Bilanzierung. Zur Verwaltung der beschafften Daten sowie zur Analyse und Bilanzierung wurde das Produkt ECOSPEED Region eingesetzt. Diese internetfähige Lösung wird von vielen Klimabündnis-Kommunen, sowie im Rahmen des European Energy Award verwendet und ermöglicht durch die einheitliche Methodik den Vergleich der Ergebnisse aller teilnehmenden Kommunen. Das Land NRW stellt seinen Kommunen und Kreisen kostenlose Zugänge bereit und unterstützt die Bilanzierung durch die zentrale Bereitstellung von zum Teil kommunenscharfen Daten für bestimmte Bereiche des Energieverbrauchs und der -erzeugung. Ca. 340 Kommunen in NRW nutzen die Software bereits, um Energie- und CO_2-Bilanzen zu erstellen bzw. erstellen zu lassen.

Eine genaue Beschreibung der Vorgehensweise findet sich im Anhang. Des Weiteren wird dort detailliert auf notwendige Begriffsbestimmungen bzw. Definitionen als auch auf die Besonderheiten bei der Datenerfassung eingegangen. Daher erfolgt an dieser Stelle im Konzept lediglich eine kurze Betrachtung der wesentlichen Aspekte einer Energie- und CO_2-Bilanz.

Das verwendete Programm ECOSPEED Region sieht Bilanzierungen in zwei Schritten vor:

Startbilanz: Im top-down-Ansatz wird durch Eingabe weniger Daten (Einwohner- und Beschäftigtenzahlen) mithilfe bundesdeutscher Kennwerte eine CO_2-Bilanz erstellt. Bei größeren Städten weichen die Ergebnisse i.d.R. lediglich um rund 10 % von der Bilanzierung mittels Eingabe lokaler Daten ab.

Endbilanz: Es werden im bottom-up-Ansatz standortspezifische Daten eingegeben, vor allem Energieverbrauchswerte, wodurch die Startbilanz weiter verfeinert wird. Die Datenrecherche und -eingabe ist hier erheblich aufwändiger als bei der Startbilanz. In Übereinstimmung mit den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), werden bei der Bilanzierung im ersten Schritt die eingesetzten Endenergiemengen ermittelt. Zur Berücksichtigung der so genannten Vorkette, also der Energieverluste bei der Erzeugung und Verteilung der Energieträger, werden darauf die so genannten LCA-Faktoren angewendet. Dies sind einheitliche nationale Umrechnungsfaktoren, welche die Vergleichbarkeit der Energiebilanzen ermöglichen. Die LCA-Energiemenge entspricht damit in etwa dem sogenannten kumulierten Energieaufwand an Primärenergie.

Im Rahmen der Bilanzierung erfolgt neben der mengenmäßigen Zuordnung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen auf die jeweiligen Energieträger auch eine Aufteilung auf verschiedene Verbrauchergruppen. Dies sind:

- private Haushalte
- Wirtschaft
- kommunale Infrastruktur

- kommunale Flotte
- Verkehr

Die Energieverbräuche der Sektoren Haushalte, Wirtschaft und Kommune werden nach dem Territorialprinzip bilanziert. Dies bedeutet, dass ausschließlich die auf dem Territorium einer Stadt anfallenden Verbräuche bilanziert werden. Zur Bilanzierung des Verkehrssektors greift das Verursacherprinzip, um Fahrten der Bewohner der Region außerhalb des Stadtgebietes zu berücksichtigen.

Aufgrund der verfügbaren Energieverbrauchsdaten wird für die Stadt Sankt Augustin das Jahr 2014 als Bilanzjahr festgelegt. Das Bilanzjahr liegt somit nah bei der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes 2016 und zeichnet damit das aktuelle Bild der CO_2-Emissionen. Durch die Umfangreiche Datengrundlage können mit Blick auf ein Referenzjahr 2008 zudem vermeintliche Entwicklungstendenzen herausgestellt werden. Dabei stellt das Stadtgebiet von Sankt Augustin die Bilanzgrenze dar.

4.3 Datengrundlage

Das Tool legt, soweit nicht andere Daten vorliegen, bundesweite Durchschnittswerte zugrunde. Zunächst erstellt ECOSPEED Region anhand von Rahmendaten wie Einwohnerzahl und Beschäftigte, eine sogenannte Startbilanz. Das BNU ermittelte dann Verbrauchswerte und führte Abfragen, z.B. zum Fahrzeugbestand durch. Anschließend konnten wesentliche Daten zum Energieverbrauch im Stadtgebiet von Sankt Augustin über die Angaben der Netzbetreiber für Strom (Westnetz, ESA) und Erdgas (Rhenag) in das Programm eingegeben werden. Gleiches galt für die Ergebnisse der Feuerstättenzählung und die Zahl der in Sankt Augustin zugelassenen Fahrzeuge.

Als wesentliche Parameter in der CO_2-Bilanz der Stadt Sankt Augustin liegen für die Jahre von 2008-2014 die Zulassungszahlen und der Endenergieverbrauch für Strom und Gas vor. Gleiches gilt für die nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) eingespeiste Strommenge (z.B. Solarstrom und KWK).Die Verbrauchwerte für nichtleitungsgebundene Energieträger, wie Öl und Holz, liegen entsprechend der Feuerstättenerhebung statisch für das Jahr 2013 vor.

Die Angaben zu den öffentlichen Gebäuden wurden aus dem Energiegutachten der Firma Energiecontrol entnommen. Diese wurde durch eigene Erkenntnisse ergänzt, zudem wurden die Energieverbrauchsdaten der öffentlich genutzten Gebäude der vergangenen Jahre erfasst und liegen für das vorliegende Konzept von 2010 bis 2015 vor. Die Zentrale Abwasserbehandlungsanlage (ZABA) konnte die im Zuge des Energiemanagements erhobenen Daten zu Klär- und Erdgas, sowie dem Stromverbrauch bereitstellen. Gleiches galt für den städtischen Bauhof für den Stromverbrauch der öffentlichen Beleuchtung (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht Datenerfassung

Daten	Datenquellen	Jahre / Stand	Besonderheiten
Leitungsgebundene Energieträger (Gas, Strom)	Westnetz, Rhenag, ESA (Netzbetreiber), Stadtwerke Sankt Augustin EVG (Energieversorger)	2008 - 2014	Sektorspezifischer Verbrauch für Erdgas und Strom
Zugelassene Fahrzeuge	Straßenverkehrsamt Rhein-Sieg-Kreis, Kraftfahrt-Bundesamt	2008 - 2015	Kraftstoffmix der zugelassenen Fahrzeuge
Kommunale Verwaltung (Energieverbrauch Gebäude, Infrastruktur und Flotte)	Fachbereich 9 Gebäudemanagement, Fachbereich 7 Tiefbau/Bauhof, ZABA Fachbereich 0 Zentrale Dienste	2008 - 2015	Klimaschutzteil-konzept für städtische Gebäude in 2009
Nicht leitungsgebundene Energieträger (Öl, Holz usw.)	Feuerstättenzählung mittels Befragung Bezirks-Schornsteinfeger	2012/2013	Statischer Wert
Stromproduktion Lokal (Sonne, KWK, Biomasse)	Westnetz, Stadtwerke Sankt Augustin EVG, ZABA, EnergieAtlas.NRW	2008 - 2014	
Fern- bzw. Nahwärme lokal	Stadtwerke Sankt Augustin EVG, Energieversorgung Offenbach, ESA, Thermotex/RheinEnergie	2012-2013	

In Sankt Augustin gilt der besondere Umstand, dass mit der Erstellung eines Energieversorgungskonzepts für Sankt Augustin (EVK Sankt Augustin) im Jahr 1989 eine umfangreiche Datenanalyse einherging, die unteranderem auch die detaillierte Erfassung des Wärmeenergieverbrauchs enthielt. Daher erfolgte für das Bilanzjahr 1990 eine Anpassung der Verbrauchswerte für Heizöl und Kohle (Braun- und Steinkohle) entsprechend den Ergebnissen des EVK 1989. Genauere Angaben zur Übertragung der Daten aus dem EVK und der Plausibilität sind dem Anhang zu entnehmen. Ausgenommen von diesen Korrekturen basieren alle Werte der CO_2-Bilanzierung für die Jahre 1990 bis 2007 auf Daten der Startbilanz, also auf rein statistischen Bundes- bzw. Landesdaten.

Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass im Rahmen der CO_2-Bilanz keine Witterungsbereinigung des Raumwärmeenergieverbrauchs durchgeführt wird, sowie alle Energieverbräuche heizwertbezogen angegeben sind. Berechnungsfaktoren, wie spezifischer Verbrauch pro Fahrzeug, dem Treibstoff-Mix oder Strom-Mix, sind im Berechnungsprogramm aktuell hinterlegt und entsprechen den statistischen Durchschnittswerten für Deutschland. Dies dient auch der Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

4.4 Kommunale Verbraucher

Für die Stadtverwaltung sind insbesondere die Ergebnisse zu den kommunalen Verbrauchern von Interesse, da beim Energieverbrauch neben dem Klimaschutz auch betriebswirtschaftliche Aspekte von Bedeutung sind.

Vom Büro von Natur- und Umweltschutz wurde mit Unterstützung des Fachbereichs Gebäudemanagement die Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften systematisch erfasst. Darüber hinaus konnte auf Daten zum Stromverbrauch der öffentlichen Straßenbeleuchtung zurückgegriffen werden, welche bereits seit Jahren durch den städtischen Bauhof bilanziert und ausgewertet werden. Des Weiteren konnten Angaben zu Kraftstoffverbräuchen und Dienstfahrten in die Bilanz einfließen.

Eine detaillierte Aufstellung der Ergebnisse der Gebäudeuntersuchungen inkl. der Darstellung der Verbrauchswerte ist in Anhang B zu finden. Hier findet sich auch eine Gegenüberstellung der ermittelten Verbrauchskennwerte zu den Vergleichswerten nach EnEV bezogen auf den jeweiligen Bauwerkstyp bzw. dessen Nutzung. Außerdem sind auch alle weiteren bilanzierten Energieverbräuche der Stadtverwaltung im Tabellen-Anhang dargestellt.

4.5 Zusammenfassung

Eine kommunale CO2-Bilanz ist wesentliche Grundlage für die lokale Klimaschutzarbeit. Sie ermöglicht es Handlungsfelder zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen zu entwickeln. Dabei ist die Qualität einer CO2-Bilanz abhängig von der verfügbaren Datengrundlage, deren Umfang und deren Aussagekraft. Für Sankt Augustin konnten Daten in einem Umfang zu Grunde gelegt werden, die es ermöglichen die Energie- und Treibhausgasbilanz über einen Zeitraum von sieben Jahren, von 2008 bis 2014, darzustellen. Für einzelne Energieträger bzw. Verbrauchsgruppen können sogar Veränderungen gegenüber dem Jahr 1989 aufgezeigt werden.

5 Ergebnisse der Energiebilanz

Für das Klimaschutzkonzept kommt für den Bereich Wärme und Strom das Territorialprinzip zur Anwendung. Dabei wird der auf dem Stadtgebiet registrierte Endenergieverbrauch aufgenommen und den einzelnen Verbraucherkategorien zugeordnet. Zudem halten bei der Treibhausgas Bilanzierung vorgelagerte Prozesse, wie beispielsweise Raffinerien, Einzug in die Berechnung. Besondere Bedeutung erhält dieser Sachverhalt für den Bereich Strom, da die Energieumwandlung mehrheitlich außerhalb des Stadtgebietes geschieht und daher innerhalb der Bilanzgrenze keine (lokalen) Emissionen entstehen. Diese Effekte zeigen sich dann in der LCA-basierten CO_2-Bilanz.

Die Betrachtung der Energiebilanz basiert dabei auf der Endenergie. Das heißt, es wird lediglich die Energie erfasst die in Sankt Augustin verbraucht wurde. Der Energieeinsatz der vorgelagerten Prozesse (Primärenergieverbrauch) soll nicht genauer betrachtet werden, da die Effekte sich auch in der CO_2-Bilanz zeigen. In Bezug auf den Energieverbrauch sind in der Regel Aussagen zu den tatsächlichen Verbräuchen (Endenergie) interessant, daher wird im Folgenden stets auf den Endenergieverbrauch bezuggenommen, andernfalls wird darauf explizit hingewiesen.

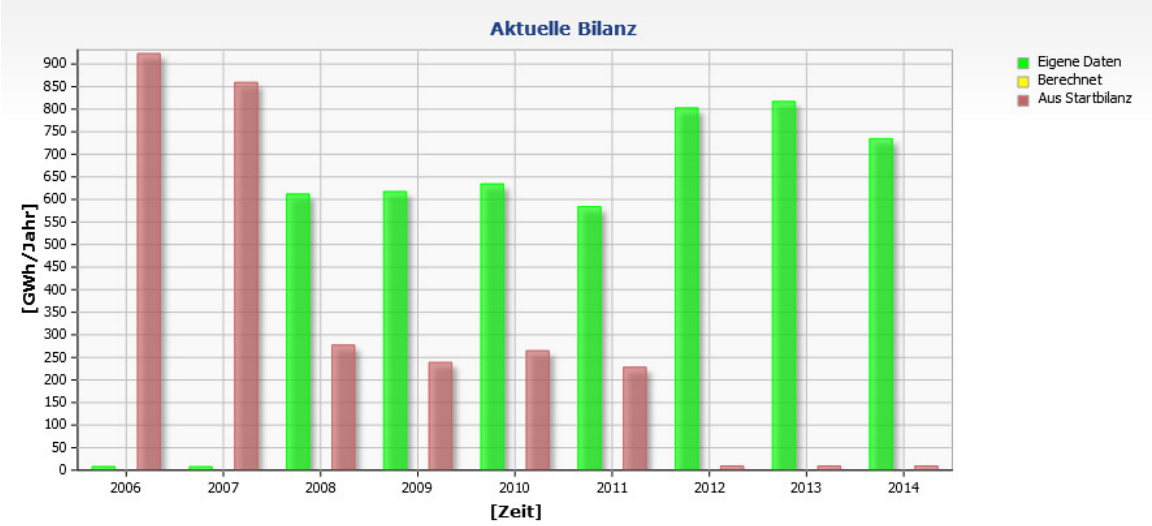


Abbildung 12: Verteilung "Eigene Daten" zu "Startbilanz" im Bilanzierungsprogramm ECOSPEED Region von 2006 bis 2014

Bezogen auf den Gesamtbetrachtungszeitraum sind ca. 16 % der in der Bilanz eingegebenen Daten für den Energieverbrauch von Gebäuden und Infrastruktur, inkl. Wirtschaft, „harte“ Werte, d.h. es sind entweder real ermittelte Verbräuche, oder anhand von festgelegten Berechnungskriterien ermittelte theoretischen Verbräuche. Die Vorgehensweise inkl. aller Parameter ist im Anhang ausführlich dargestellt.

Für den Zeitraum der Endbilanzbetrachtung von 2008 bis 2014 liegt die Quote der „Eigenen Daten“ in der Bilanz bei 68 % bis 98 % (s. Abbildung 12).

5.1 Endenergieverbrauch

Der Endenergieverbrauch in Sankt Augustin liegt im Jahr 2014 bei etwa 1.135 GWh, der Erdgasverbrauch hat mit fast 340.717 MWh den größten Anteil. Mit nahezu gleichen Anteilen folgen die Energieträger Strom (198 GWh), Benzin (189 GWh), Diesel (184 GWh) und Heizöl (183 GWh). Alle anderen Energieträger sind von deutlich untergeordneter Bedeutung (siehe Abbildung 13).Der regenerative Energieträger Holz kommt lediglich auf einen Verbrauch von 7.807 MWh, Biogas in Form von Klärgas kommt auf ca. 9.700 MWh. Bei der Darstellung des Endenergieverbrauchs ist grundsätzlich darauf hinzuweisen, dass für die Jahre 1991 bis 2006 ausschließlich Daten der Startbilanz vorliegen. Erst ab 2006 konnten die ersten lokal erhobenen Werte in die Bilanz aufgenommen werden, ab 2008 sind dann die Verbräuche der wesentlichsten Energieträger erfasst. Daher sind Rückschlüsse aus der Diagrammdarstellung für die Jahre 1991-2007 nur bedingt aussagekräftig.

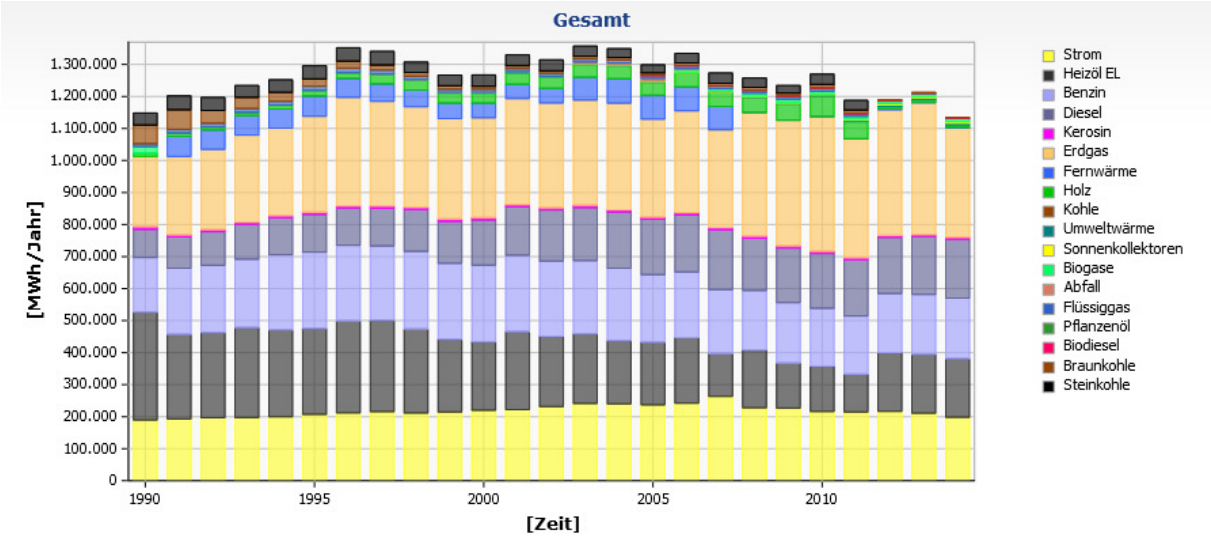


Abbildung 13: Endenergieverbrauch nach Energieträger in Sankt Augustin von 1990 bis 2014 in MWh (Quelle: ECOSPEED Region)

Der Energieverbrauch basiert überwiegend auf den fossilen Energieträgern Erdgas, Heizöl, Benzin und Diesel sowie Strom.

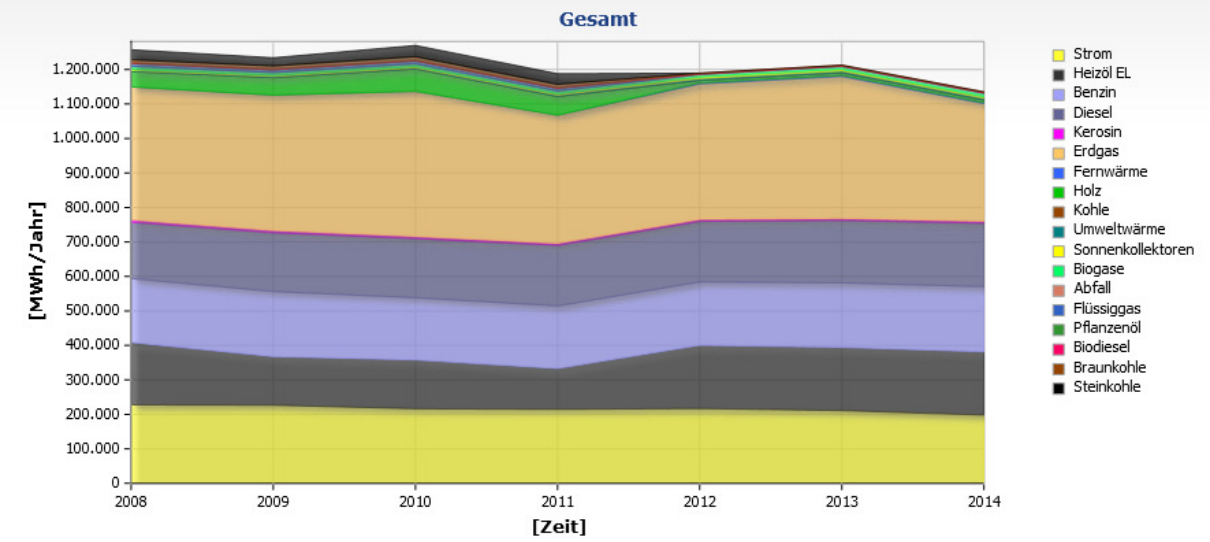


Abbildung 14: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern von 2008 bis 2014

Insgesamt hat sich der Energieverbrauch von rund 1.258 GWh im Jahr 2008 auf gut 1.135 GWh verringert, was einer Abnahme von knapp10 % entspricht. Auffällig ist dabei die Veränderung im Bereich der Festbrennstoffe im 2012, wo mit vorliegenden der Ergebnisse der Schornsteinfeger-Befragung der Verbrauch deutlich abnahm (s. Abbildung 14). Da der Anteil dieser Energieträger jedoch auch vorher von eher untergeordneter Bedeutung war, führte dies zu keiner Senkung des Gesamtverbrauchs. Durch die Steigerungen im Bereich des Heizölverbrauchs wurden durch diese Verringerungen sogar mehr als kompensiert. Der Gesamtenergieverbrauch zeigt damit in dem Jahr keine signifikanten Änderungen.

Eine Reduktion zeigt sich vor allem in den Bereichen des Verbrauchs von Erdgas, sowie Stein- und Braunkohle. Auch der Stromverbrauch ist in diesem Zeitraum mit 13 % stark zurückgegangen. Bedingt durch die relativ warme Witterung im Jahr 2014 ist davon auszugehen, dass der geringere Bedarf an Raumwärme im Sektor Haushalte Einfluss auf das Ergebnis hat. Der Raumwärmebedarf der Haushalte wird in Sankt Augustin überwiegend mit Erdgas gedeckt. Die Abnahme des Erdgasverbrauchs von fast 12 % in 2014 gegenüber 2008 in Sankt Augustin kann somit auch witterungsbedingt sein. Dafür spricht, dass in den gegenüber 2014 kälteren Jahren der Erdgasverbrauch entsprechend deutlich höher ausfällt. Das heißt dass bei Berücksichtigung der Witterungseffekte im Vergleich der Bilanzjahre 2008 und 2014 unter Umständen keine oder nur geringe Energieeinsparung festzustellen ist. Ein weiterer Anhaltspunkt hierfür ist die Tatsache, dass die ermittelte Einsparung an Endenergie von rund 50.000 MWh in etwa der Differenz des Erdgasverbrauchs der Haushalte in 2014 gegenüber 2013 von knapp -55.000 MWh entspricht. Gegenüber dem Vergleichsjahr 2008 beträgt der Minderverbrauch fast 45.000 MWh. Insgesamt kann eine Korrelation zwischen dem Erdgasverbrauch der Haushalte und der Witterungseinflüsse der Jahre, die sich in den jeweiligen Klimafaktoren darstellen (s. Tabelle 2), festgestellt werden.

Tabelle 2: Klimafaktoren Sankt Augustin für die Jahre 2009-2015 (Quelle: DWD)

Zeitraum	von	01.02.2008*	01.01.2009	01.01.2010	01.01.2011	01.01.2012	01.01.2013	01.01.2014	01.01.2015
	bis	31.01.2009*	31.12.2009	31.12.2010	31.12.2011	31.12.2012	31.12.2013	31.12.2014	31.12.2015
PLZ	53757	**1,11**	**1,18**	**1**	**1,28**	**1,15**	**1,08**	**1,36**	**1,21**

* Daten liegen abweichend vor

Langfristig betrachtet hat sich mit Blick auf 1990 der Gasverbrauch in 2014 um rund 56 % erhöht, ein Stein- und Braunkohleverbrauch in relevanter Größe kann für Sankt Augustin hingegen nicht mehr festgestellt werden. Die Verbrauchsteigerungen beim Erdgas werden durch entsprechende Minderungen beim Heizölverbrauch (-46 %) in etwa kompensiert, wobei der Heizölverbrauch mit Blick auf die in der Startbilanz ermittelten Werte immer relativ hoch ist. Dies spricht dafür, dass die Gebäude in Sankt Augustin noch immer zu einemerheblichen Anteil über Heizöl mit Wärme versorgt werden.

Hingegen zeigt sich eine Erhöhung des Treibstoffverbrauchs (Benzin und Diesel, inkl. Biodiesel) in 2014 um insgesamt rund 45 % in Bezug zu 1990, wobei der deutlich gestiegene Dieselverbrauch maßgeblich ist. Während der Benzinverbrauch in der Bilanz seit 1990 lediglich um 10 % gestiegen ist, hat sich der Verbrauch des Energieträgers Diesel zum Jahr 2014 mehr als verdoppelt (+109 %).

Die Erneuerbaren Energien, konkret Photovoltaik und KWK-Anlagen, haben in Sankt Augustin im Jahr 2014 ca. 11 GWh Strom produziert und konnten damit theoretisch einen Anteil von rund 6 % des Stromverbrauch in Sankt Augustin abdecken. Die Zahl der PV-Anlagen ist in den vergangenen Jahren kontinuierlichen gestiegen. Allein von 2010 bis 2014 haben sich sowohl die Zahl der Anlagen, als auch die installierte Anlagenleistung und der Energieertrag, mehr als verdoppelt.

Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung, wie Umweltwärme/Wärmepumpenoder Holz, spielen vergleichsweise noch eine untergeordnete Rolle. Dabei hat Holz mit ca. 49 GWh Verbrauch in 2014 noch den bedeutendsten Anteil an den Erneuerbaren Wärmeenergien.

Mit Blick auf die Veränderungen in der Gesamtendenergiebilanz seit 1990 kann im Bilanzjahr 2014 eine Abnahme des Verbrauchs von gut 2 % festgestellt werden.

Nachfolgend erfolgt eine Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren. Der Endenergieverbrauch in Sektoren teilt sich in die Kategorien Wirtschaft, Haushalte, Verkehr und Kommunale Verbraucher auf.

5.2 Verbrauch des Sektors private Haushalte

Wie an verschiedenen Stellen zuvor bereits angesprochen ist der Wohnsektor in Sankt Augustin von besonderer Relevanz, allein bedingt durch die Tatsache, dass Sankt Augustin über eine hohe Bevölkerungsdichte und damit auch über einen entsprechend hohen Anteil an Wohnraum verfügt. Im Jahr 2014 betrug der Anteil der Haushalte am Endenergieverbrauch in Sankt Augustin knapp 37 % (siehe Abbildung 15).

Der relativ hohe Anteil am Verbrauch der privaten Haushalte, verschiedene Ursachen. Eine ist sicherlich der relativ geringe Energiebedarf des Sektors Wirtschaft, in Sankt Augustin befinden sich eher wenige energieintensive Unternehmen. Der Dienstleistungssektor ist dafür stark ausgeprägt. Während die Wirtschaft mit etwas mehr als einem Viertel am Verbrauch der Sektor mit dem geringsten Anteil ist, sind dafür die Sektoren Haushalte und Verkehr stark ausgeprägt. Sie tragen beide jeweils zu mehr als einem Drittel zum Energieverbrauch bei. Dabei ist der Verbrauch der Haushalte auf in etwa gleichbleibend hohem Niveau. Ein wesentlicher Faktor dafür ist der relative große Anteil an Gebäuden die aufgrund ihres Baualters keinen oder teils nur geringen Wärmschutzanforderungen unterlagen.

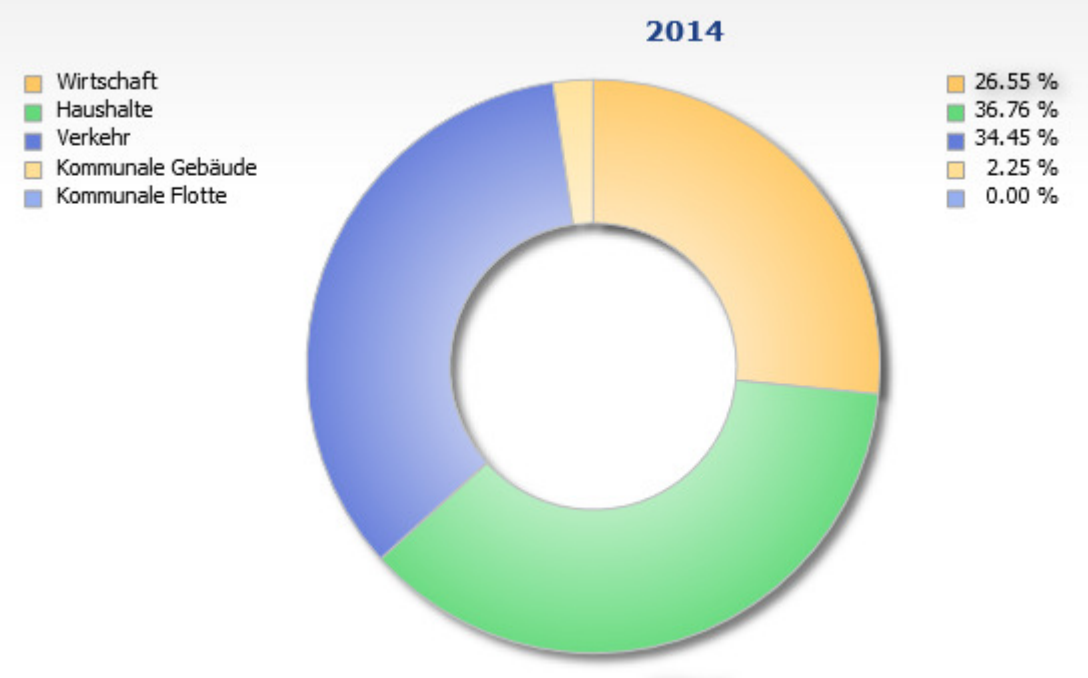


Abbildung 15: Anteil der Sektoren am Endenergieverbrauch 2014

Die Analyse der Verbräuche der einzelnen Energieträger zeigte für Sankt Augustin eine große Abhängigkeit vom Erdgas, welches 2014 einen Anteil von 30 % am gesamten Endenergieverbrauch hatte. Davon entfiel, nach Angaben des Gasversorgers, mehr als 62 % auf den Sektor Haushalte. Den größten Anteil am Verbrauch der Haushalte, mit mehr als 80 %, hatten dabei kleinere Verbrauchseinheiten von < 50.000 kWh pro Jahr. Diese Gruppe verbrauchte 2014 damit gut die Hälfte des Erdgases im Stadtgebiet und hatte so einen Anteil von ca. 15 % am gesamten Endenergieverbrauch der Stadt, inkl. Verkehr. Insgesamt bestätigt dies auch die Annahme, dass die Veränderungen des Erdgasverbrauchs im Verhältnis zum gesamten Endenergieverbrauch der betrachteten Jahre auch Witterungseinflüssen unterliegt.

Exemplarisch wird dies anhand des Anteils des Sektors Haushalte am Endenergieverbrauch der Jahre 2014 und 2010 dargestellt. Wie einleitend bereits ausgeführt, erfolgt die

Berücksichtigung der jährlichen Witterung, z.B. bei der Erstellung von verbrauchsbasierten Energieausweisen nach EnEV durch die Anwendung eines Klimafaktors, dieser wird mit den Endenergieverbrauch für Wärme multipliziert. Der Wert 1 bedeutet dabei, dass die Witterung im betrachteten Postleitzahlenbereich der des Referenzklimas entspricht. Werte > 1 zeigen, dass es in dem Betrachtungsgebiet in dem Jahr wärmer war als die Referenz. Werte < 1 bedeutend entsprechend eine kältere Witterung in dem Jahr. Die Größe des Klimafaktors lässt also Rückschlüsse darauf zu, ob in einem Jahr mehr oder eher weniger Heizwärme und damit beispielsweise Erdgas benötigt wurde. Der Klimafaktor für Sankt Augustin im Jahr 2010 lag genau bei 1.

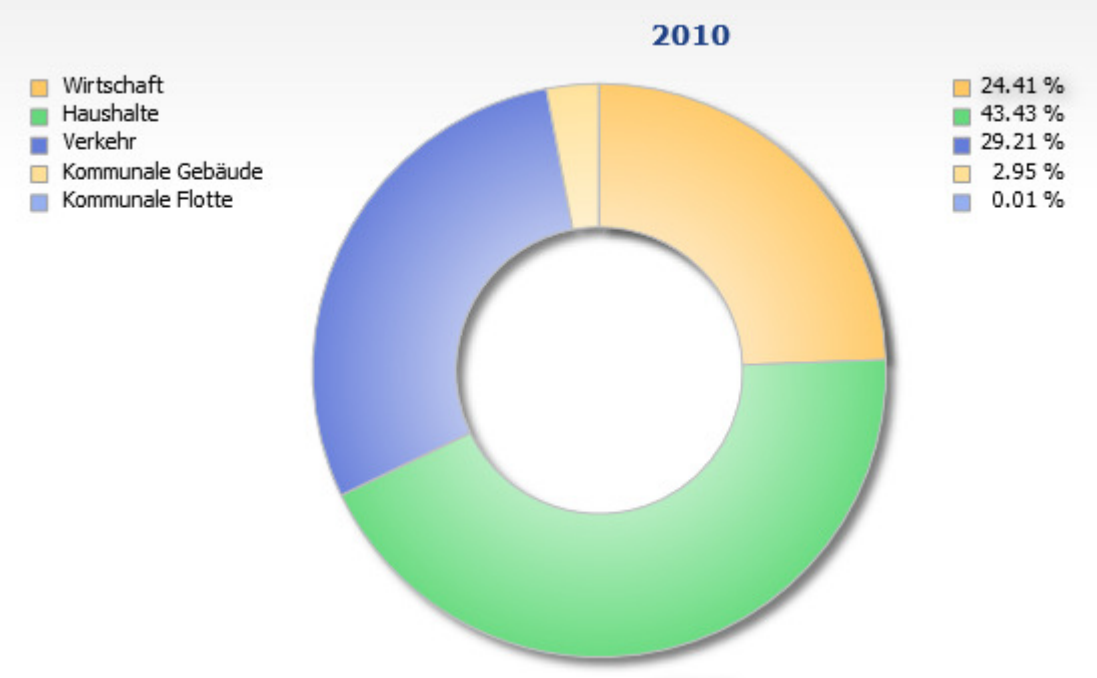


Abbildung 16: Anteil der Sektoren am Endenergieverbrauch 2010

2014 war hingegen ein deutlich wärmeres Jahr, der Klimafaktor beträgt in dem Jahr für Sankt Augustin entsprechend 1,36. Wie maßgeblich die Verteilung des Energieverbrauchs nach Sektoren dadurch beeinflusst wird zeigen diese Abbildungen. Während der in Abbildung 15 dargestellte Anteil des Sektors Haushalt am Endenergieverbrauch im Jahr 2014 knapp 37 % betrug, hatte er im Jahr 2010 (s. Abbildung 16) einen Anteil von über 43 %. Diese deutlichen Schwankungen folgen dabei den Änderungen der Klimafaktoren.

Für die Jahre 2008 bis 2014 sind in Abbildung 17 die tatsächlichen Erdgasverbräuche und die witterungsbereinigten gegenübergestellt, inkl. dem verwendeten Klimafaktoren. Dabei ist zu beachten dass keine Differenzierung zwischen dem witterungsabhängigen Heizwärmeverbrauch und den davon unabhängigen Verbrauch für die Trinkwarmwasserbereitung vorgenommen konnte. In der Regel liegt der Energiebedarf für die Raumwärme deutlich über dem für Warmwasser. In verbrauchsorientieren EnEV-

Ausweisen wird aus Vereinfachungsgründen für Wohngebäude z.B. ein Anteil von 5 % angenommen.

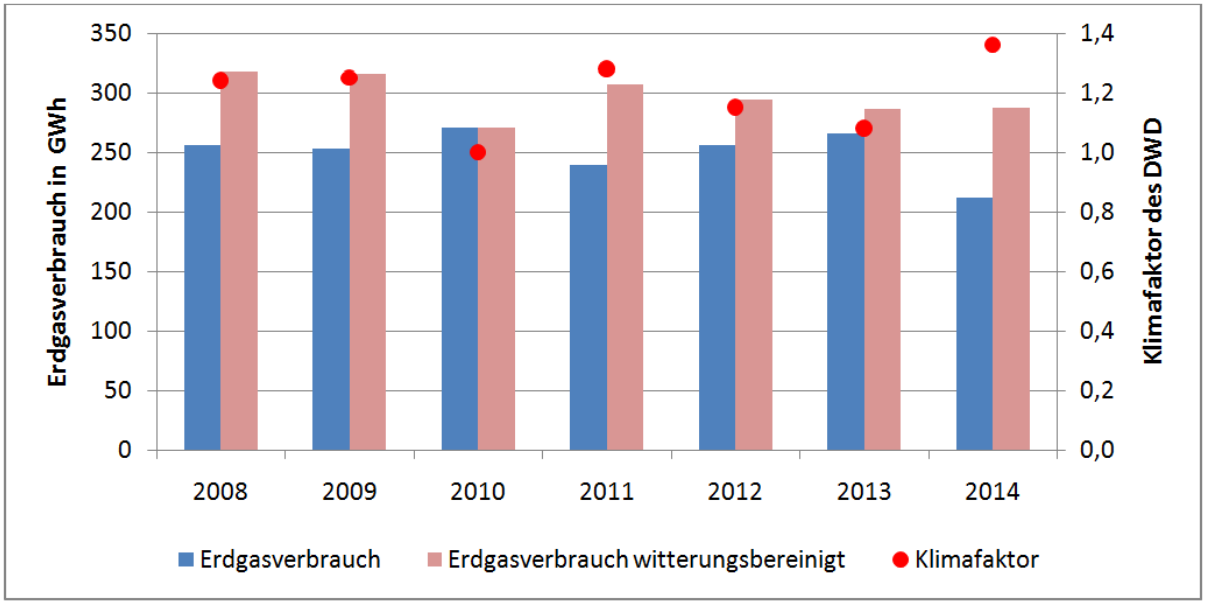


Abbildung 17: Erdgasverbrauch der Haushalte in Sankt Augustin mit und ohne Witterungsbereinigung, in GWh

Mit Ausnahme des Jahres 2010, zeigt der witterungsbereinigte Verbrauch geringere Schwankungen als der witterungsabhängige tatsächliche Verbrauch. Witterungsbereinigt hat der Erdgasverbrauch der Haushalte in den Jahren 2013 und 2014 gegenüber dem Jahr 2008 um fast 10 % abgenommen. Dabei nimmt die Zahl der Einwohner und Haushalte seit 2012 zu. Mit Blick auf den witterungsbereinigten Erdgasverbrauch pro Einwohner ergibt sich gegenüber dem Jahr 2008 eine Abnahme des Verbrauchs von knapp 8 % (s. Abbildung 18).

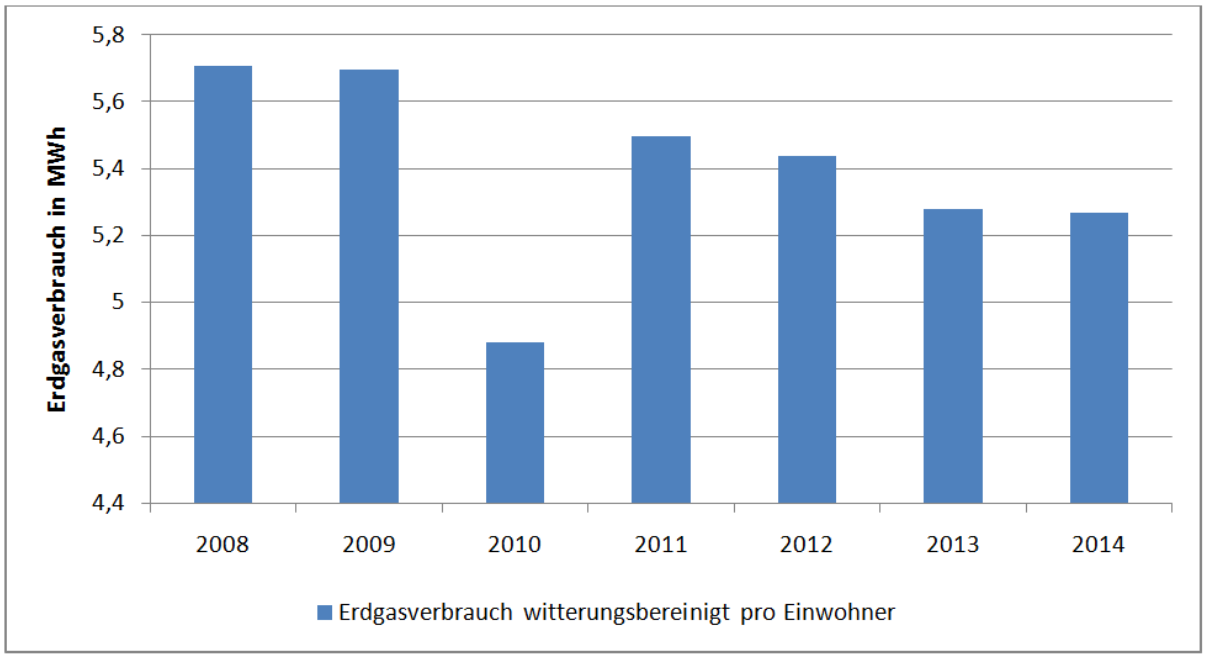


Abbildung 18: Witterungsbereinigter Erdgasverbrauch pro Einwohner in Sankt Augustin in MWh von 2008 bis 2014

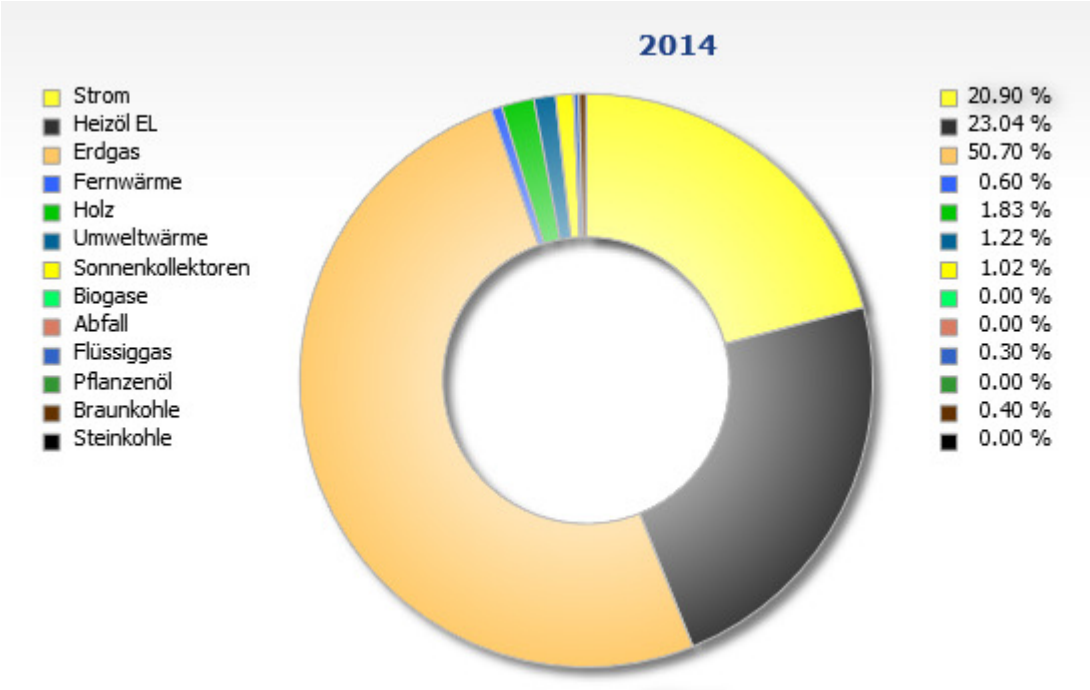


Abbildung 19: Anteile der Energieträger am Verbrauch der Haushalte 2014

Ein Blick auf den Verbrauch des Sektors Haushalte nach Energieträgern zeigt ebenfalls die Bedeutung von Erdgas, welches in 2014 einen Anteil von fast 51 % am Gesamtverbrauch der Haushalte hatte (s. Abbildung 19).

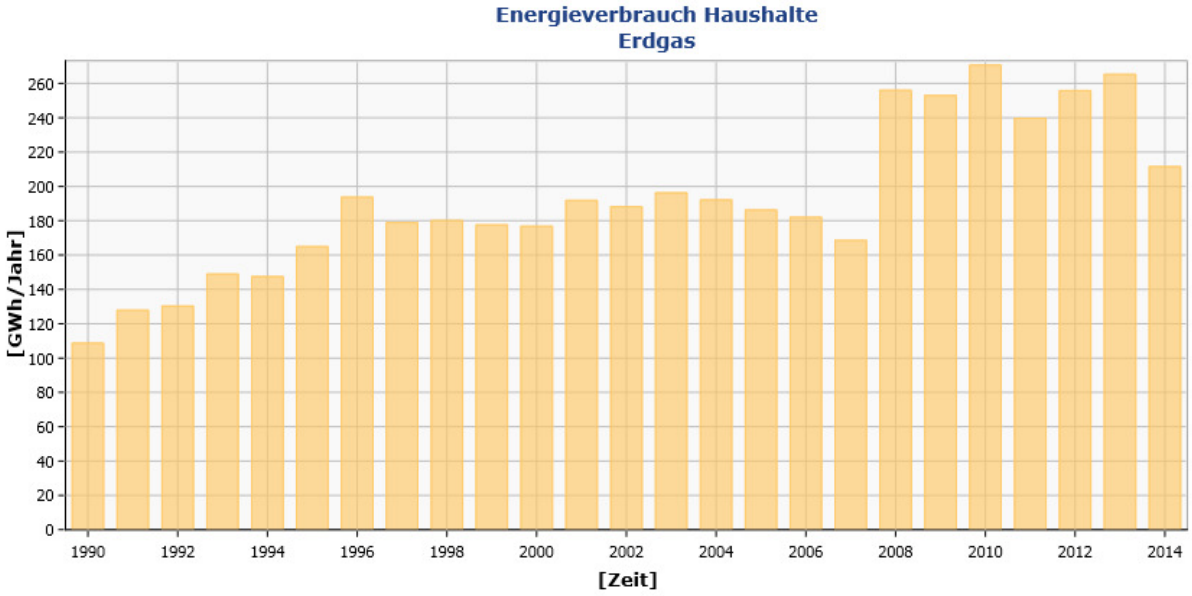


Abbildung 20: Erdgasverbrauch des Sektors Haushalte in Sankt Augustin bis 2014 in GWh

In Abbildung 20 ist der Erdgasverbrauch der Haushalt für die Jahre von 1990 bis 2014 nochmals separat dargestellt. Im Zeitraum 2008 bis 2014 sind deutlich die witterungsbedingten Schwankungen im Verbrauch zu erkennen. Die in dem Diagramm sichtbaren geringeren Verbräuche in den Jahren vor 2008, sind damit zu begründen, dass für diesen Zeitraum keine Verbrauchsdaten der Energieversorger vorliegen und somit die Pauschalwerte der Startbilanz verwendet werden. Diese basieren auf statistischen Werten, dadurch wir auch deutlich, dass in Sankt Augustin im Verhältnis zu vergleichbaren Kommunen im Bundesgebiete der Energieträger Erdgas von besonderer Bedeutung ist.

Mit deutlich geringeren Anteilen am Verbrauch folgt danach Heizöl (23 %) und Strom (21 %). Der verbleibende Verbrauch verteilt sich auf die Energieträger Holz, Braunkohle, Flüssiggas, Solarthermie und Umweltwärme. Davon entfällt mit insgesamt gut 17 GWh der größte Verbrauch auf die regenerativen Energieträger Holz, Umweltwärme und Solarthermie. Sie deckten damit in 2014 einen Anteil von etwas über 4 % des Endenergiebedarfs der Haushalte.

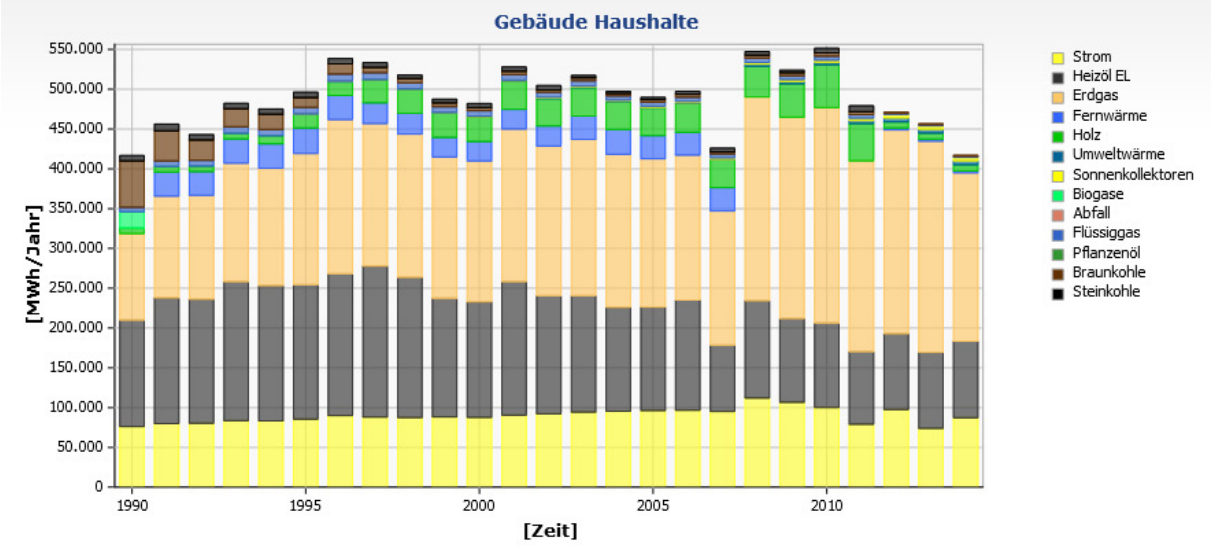


Abbildung 21: Endenergieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern

Mit Blick auf das Diagramm in Abbildung 21 sticht das Jahr 2010 beim Energieverbrauch der Haushalte deutlich hervor. Der Anteil des Energieträgers Erdgas am Verbrauch betrug in dem Jahr gut 49 %.

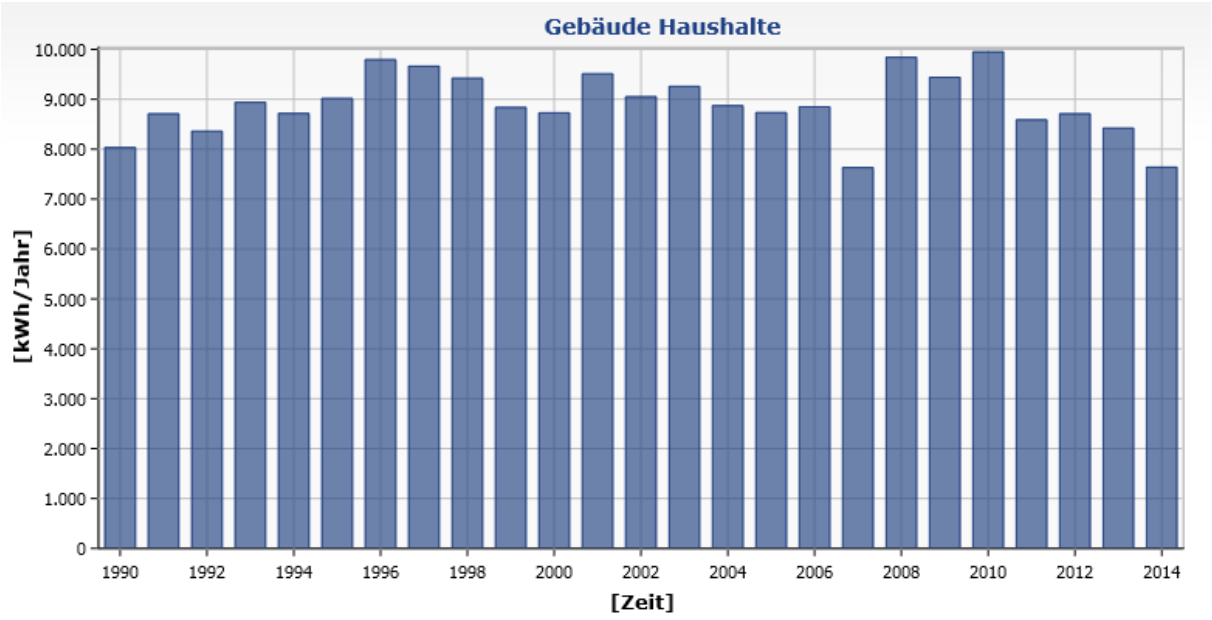


Abbildung 22: Endenergieverbrauch des Sektor Haushalte in kWh pro Einwohner in Sankt Augustin

Der Endenergiebedarf pro Einwohner erreichte in 2010 auch sein Maximum und lag bei fast 10.000 kWh (s. Abbildung 22). Im Jahr 2010 entsprach der witterungsbereinigte Verbrauch bei einem Klimafaktor von 1,0 auch den realen, durch den Energieversorger ermittelten Verbräuchen.

5.3 Verbrauch des Sektors Verkehr

Für den Sektor des Verkehrs liegen in der Endbilanz, im Gegensatz zu den anderen Verbrauchsgruppen, mit den Zulassungszahlen auch für 2015 belastbare Werte vor. Daher weichen die Darstellungen im Sektor Verkehr leicht von denen der anderen Bilanzierungsbereichen ab und beinhalten in der Diagrammdarstellung auch das Jahr 2015.

Der Bereich Verkehr ist der Sektor, der in den vergangenen Jahren mit Blick auf den Energieverbrauch und die Treibhausgas- und Schadstoffemissionen am stärksten an Bedeutung gewonnen hat. Das Mobilitäts- und Konsumverhalten führt zu steigendem Energieverbrauch (s. Abbildung 23).

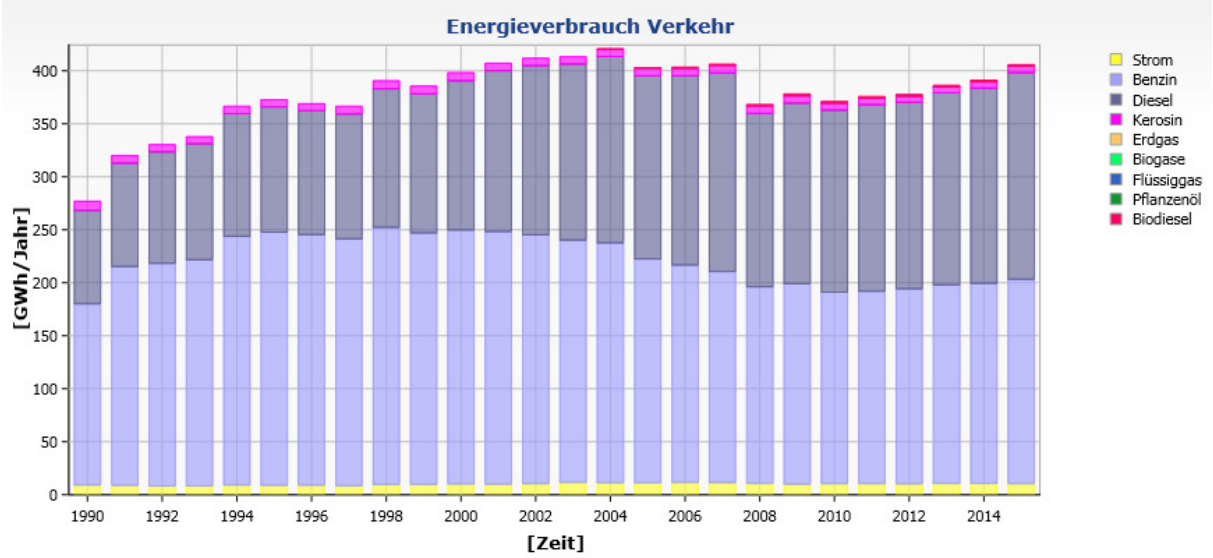


Abbildung 23: Endenergieverbrauch des Verkehrs in Sankt Augustin nach Energieträgern in GWh/a

Lag der Gesamtenergieverbrauch des Verkehrs im Jahr 1990 noch bei ca. 268 GWh, exklusive Kerosin, so betrug der Verbrauch ohne Kerosin 2015 fast 400 GWh. Dies bedeutet eine Zunahme des Endenergieverbrauchs um gut zwei Drittel. Der Zeitraum der stärksten Zunahme liegt dabei zwischen 1990 und 2000. Auch in den Jahren seit 2008 steigt der Verbrauch, dabei stieg in den letzten Jahren vor allem der Anteil des Diesels. 2015 lag der Dieselverbrauch in der Bilanz mit knapp 195 GWh erstmals über dem des Benzins mit knapp 193 GWh. Während der Benzinverbrauch seit 1990 in der Bilanz bis 2015 lediglich um gut 12 % gestiegen ist, hat sich der Verbrauch des Energieträgers Diesel mehr als verdoppelt (+121 %).

Der in allen Grafiken zum Verkehr augenfällige Sprung zwischen den Jahren 2007 und 2008 ist auch auf eine Umstellung der Methodik in diese Zeitraum zurückzuführen und damit systematischer Natur. Da lokale Werte zum Verkehr jedoch ab 2008 und damit für den Zeitraum nach der Umstellung vorliegen, ist diese Auffälligkeit für die vorliegende Bilanz eher unerheblich.

Den bedeutendsten Anteil am Endenergieverbrauch hat dabei der Straßenverkehr wie Abbildung 24 zeigt.

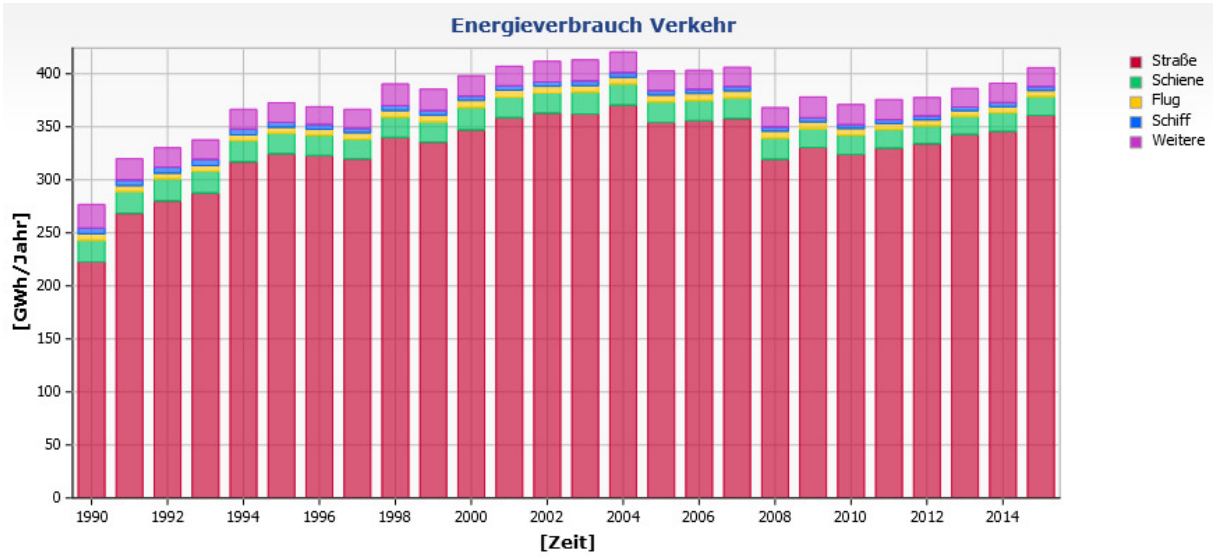


Abbildung 24: Endenergieverbrauch nach Verkehrskategorien in Sankt Augustin 1990 bis 2015

Allein der Straßenverkehr hat in Sankt Augustin in 2015 einen Anteil von 89 % bzw. von fast 361 GWh am Gesamtenergieverbrauch des Verkehrssektors. In 1990 wurden in der Kategorie Straße im Vergleich dazu knapp 223 GWh verbraucht, was damals einem Anteil von gut 80 % entsprach.

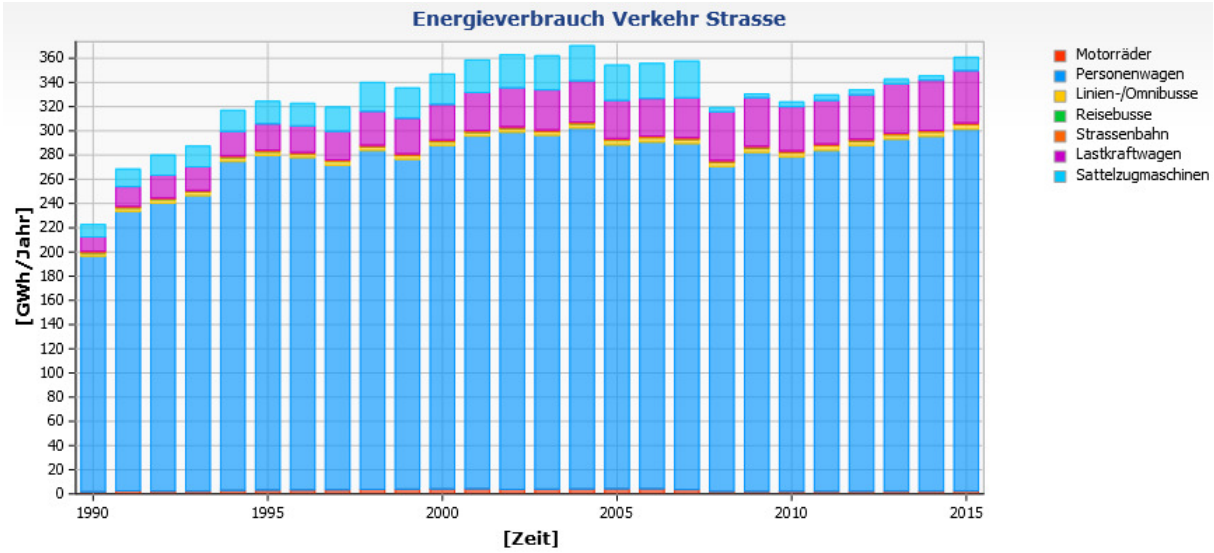


Abbildung 25: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Fahrzeugkategorien in Sankt Augustin, 1990 bis 2015

Der motorisierte Individualverkehr (MIV) und der zunehmende Güter- und Warenverkehr insbesondere auf der Straße hat in den vergangenen Jahrzehnten zugenommen, wie in Abbildung 25 verdeutlicht wird. Dies hat vor allem beim Verbrauch von Benzin und Diesel ansteigende Wirkung gezeigt. Während der Dieselverbrauch des Schienenverkehrs durch die

fortschreitende Elektrifizierung seit 1990 insgesamt abnahm und es zusätzlich seit Mitte der 2000er Jahre zu einer Substitution von konventionellen Diesel durch Biodiesel kommt (s.), steigt der Dieselverbrauch des Straßenverkehrs kontinuierlich an.

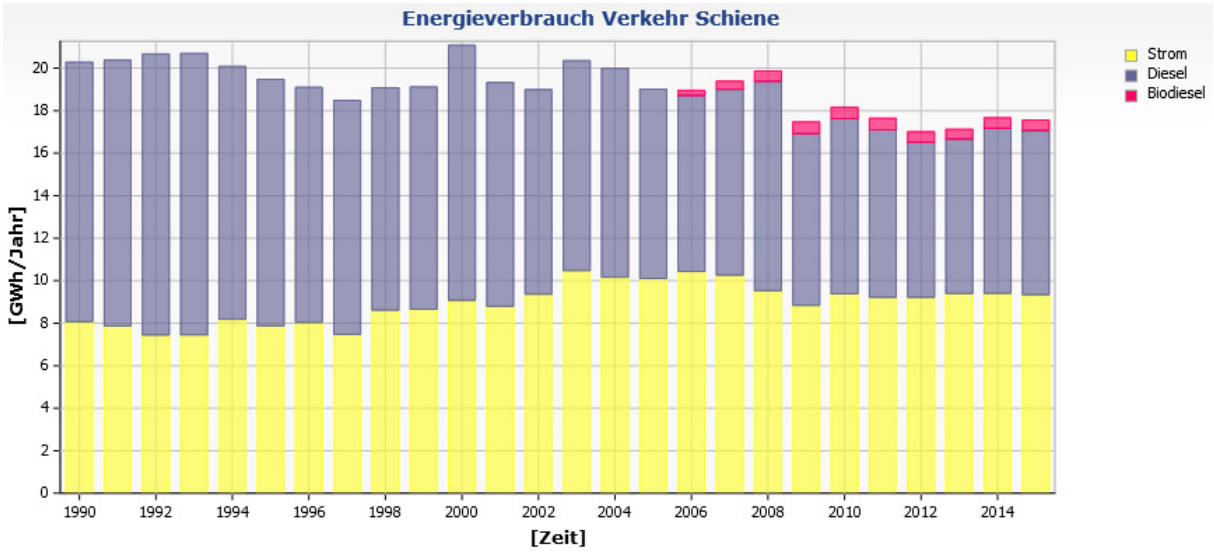


Abbildung 26: Endenergieverbrauch des Schienenverkehrs nach Energieträgern in GWh

Damit ist die Verbrauchsentwicklung des Straßenverkehrs (s. Abbildung 27) maßgeblich für den starken Anstieg des Dieselverbrauchs im Gesamtenergieverbrauch des Sektor Verkehrs wie in Abbildung 23 dargestellt.

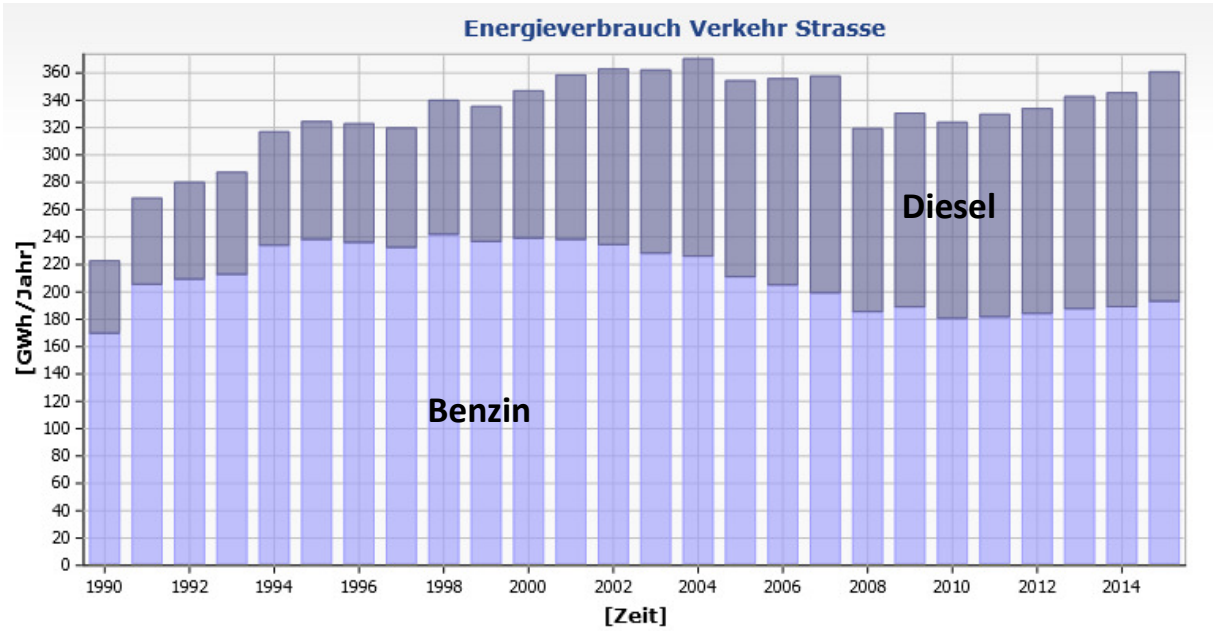


Abbildung 27: Benzin- und Dieselverbrauch des Straßenverkehrs in Sankt Augustin von 1990 bis 2015 in GWh/a

Besonders im Betrachtungszeitraum 2008-2015 (s. Abbildung 28), für den lokal erhobene Daten vorliegen kann ein Anstieg des Treibstoffverbrauchs durch den Kfz-Verkehr festgestellt werden. Liegt der Benzinverbrauch in 2008 bei 184,4 GWH und der des Diesel bei 133,6 GWh, so erreicht er in 2015 191,8 GWh (Benzin) und 167,7 GWh (Diesel). Unter Berücksichtigung des kürzeren Vergleichszeitraums fällt die Steigerung moderater aus, liegt aber insgesamt noch bei gut 13 %. Davon entfiel auf Benzin lediglich eine Steigerung von knapp 4 %, wohingegen der Dieselverbrauch gegenüber 2008 um über 25 % zulegte. Der Anteil von Strom im Straßenverkehr ist über den gleichen Betrachtungszeitraum nahezu unverändert und auf sehr geringem Niveau von deutlich unter 0,5 %.

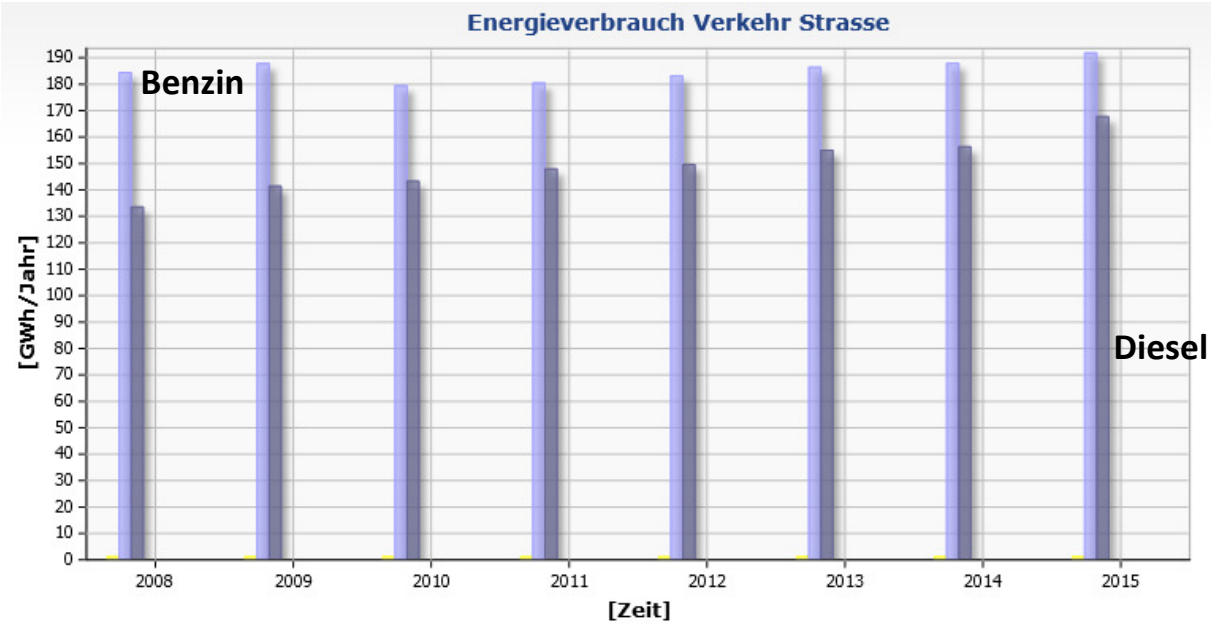


Abbildung 28: Benzin- und Dieselverbrauch des Straßenverkehrs in Sankt Augustin von 2008 bis 2015 in GWh/a

Insgesamt hatten Benzin und Diesel 2015 mit einem Gesamtverbrauch von fast 387,5 GWh einen Anteil von annähernd 97 % am Verbrauch des Sektors Verkehr. Fast 360 GWh des Energieverbrauchs entfallen dabei auf den Benzin- und Dieselverbrauch im Straßenverkehr. Gut 301 GWh der Endenergie im Straßenverkehr werden dabei vom MIV verbraucht, wobei der Pkw-Verkehr mit knapp 299 GWh maßgeblich ist, lediglich 2,5 GWh entfallen auf Motorräder.

Mit Blick auf die Verteilung auf die verschiedenen Sektoren kann festgestellt werden, dass der Anteil des Verkehrs am Endenergieverbrauch seit 2010 konstant bei über 30 % liegt, Tendenz über alle Jahre hinweg zunehmend. Bei insgesamt steigendem Endenergieverbrauch in allen Sektoren in den letzten Jahren, steigt jedoch der besonders der Anteil des Verkehrssektors an. In 2014 erreicht er einen Anteil von über 34 %. Schwerpunkt der Verbrauchsteigerung ist dabei der Straßenverkehr und hier besonders der MIV.

5.4 Verbrauch des Sektors Wirtschaft

Die Bedeutung des Sektors Wirtschaft hat sich, wie die nachfolgenden Abbildungen zeigen, im Betrachtungszeitraum der Bilanz stark gewandelt. Betrug ihr Anteil am Endenergieverbrauch der Stadt 1990 (s. Abbildung 29) noch 40 %, so lag er 2014 nur noch bei knapp 27 %.

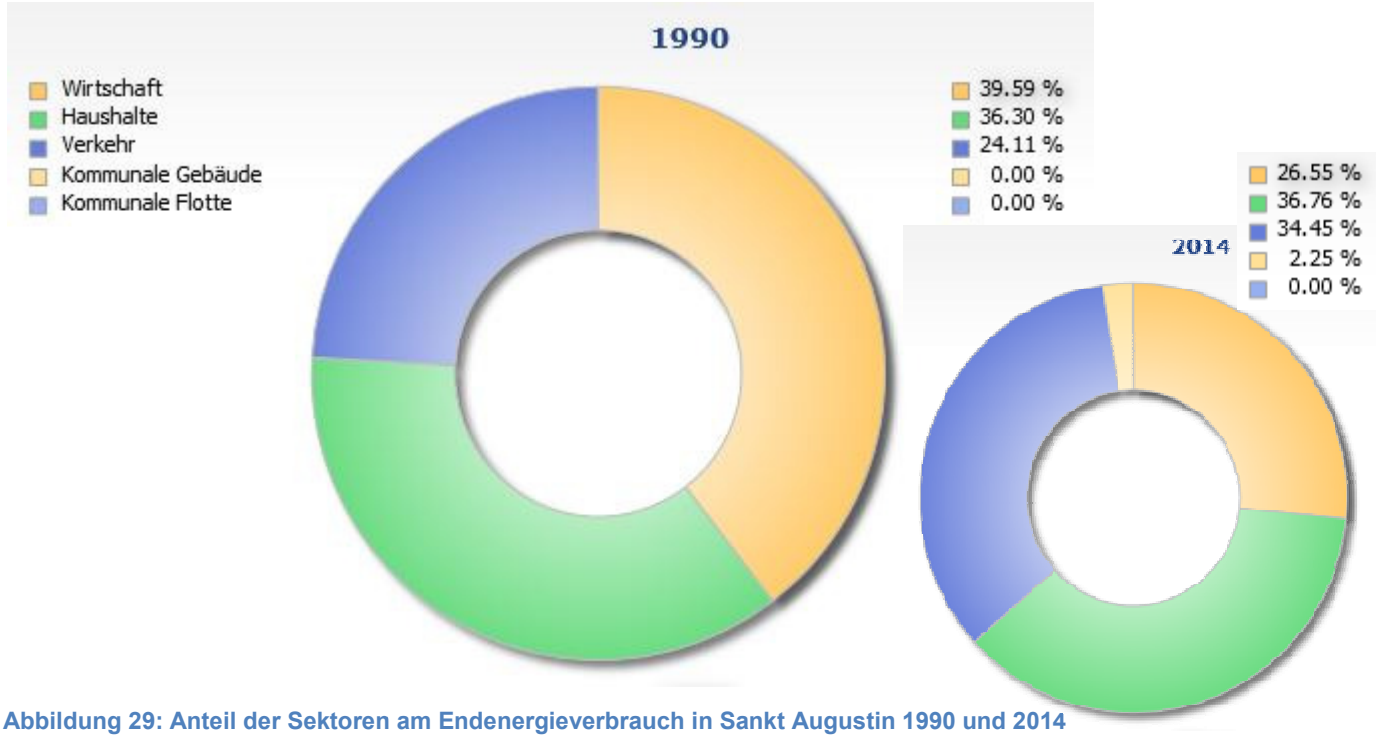


Abbildung 29: Anteil der Sektoren am Endenergieverbrauch in Sankt Augustin 1990 und 2014

Dabei ist der Anteil der Wirtschaft am Gesamtverbrauch auch abhängig vom Verbrauchsverhalten der Haushalte bzw. des Verkehrs. Dies zeigt sich besonders deutlich im Jahr 2010 (Abbildung 16), wo aufgrund des hohen Endenergieverbrauchs der Haushalte die Wirtschaft nur einen Anteil von gut 24 % am Verbrauch hat. Wobei in diesem Jahr mit Blick auf die Wirtschaft auch mit einem Einfluss der globalen Wirtschaftskrise berücksichtigt werden muss. Der Energieverbrauch des Sektors Wirtschaft ist in den Jahren 2010 bis 2014 ohne den Verbrauch der öffentlichen Verwaltung dargestellt, da dieser in dem Zeitraum eigenständig ausgewiesen wird.

Dem Säuelendiagramm in Abbildung 30 kann gut entnommen werden, wie der Anteil der Wirtschaft am Endenergieverbrauch in Sankt Augustin seit 1990 verändert und mit der Zeit abgenommen hat. Seit dem Jahr 2008 liegt der Anteil der Wirtschaft am Endenergieverbrauch hinter dem der Haushalte und dem des Verkehrs.

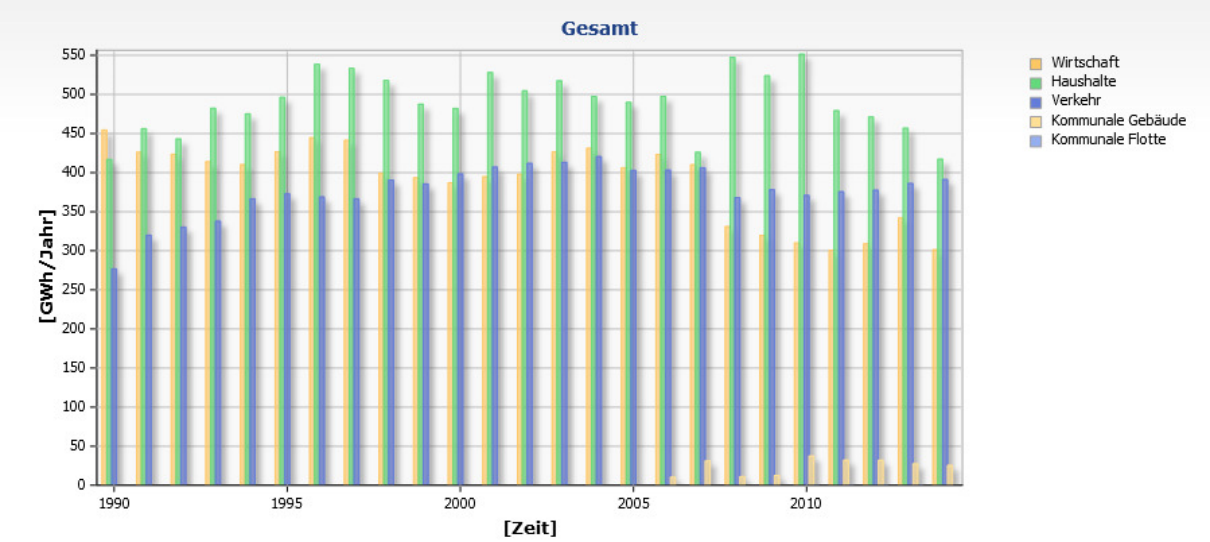


Abbildung 30: Vergleich des Endenergieverbrauch nach Sektoren in GWh 1990 bis 2014

In Abbildung 31 ist klar zu erkennen, dass für den Endenergieverbrauch des Sektors Wirtschaft insgesamt eine deutliche Abnahme seit 1990 festzustellen ist.

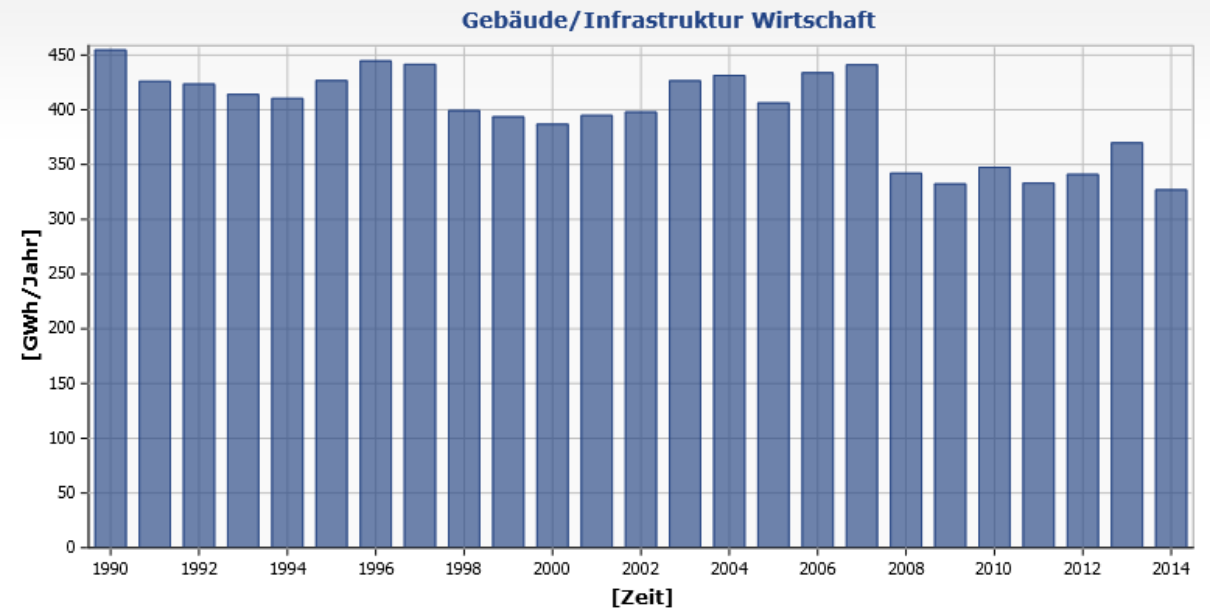


Abbildung 31: Gesamt-Endenergieverbrauch der Wirtschaft für Gebäude/Infrastruktur in GWh/a

Für den Betrachtungszeitraum der Endbilanz 2008-2014 in Abbildung 32 zeigt sich, dass der Verbrauch der Wirtschaft und damit auch ihr Anteil am Gesamtverbrauch relativ konstant ist und in einem Bereich von 24 %-28 % liegt. Mit Ausnahme des Jahrs 2013 hat in Sankt Augustin in diesem Zeitraum in der Wirtschaft eine leichte Reduktion des Endenergieverbrauchs stattgefunden. Für 2014 deutet sich wieder eine leicht abnehmende Verbrauchstendenz an.

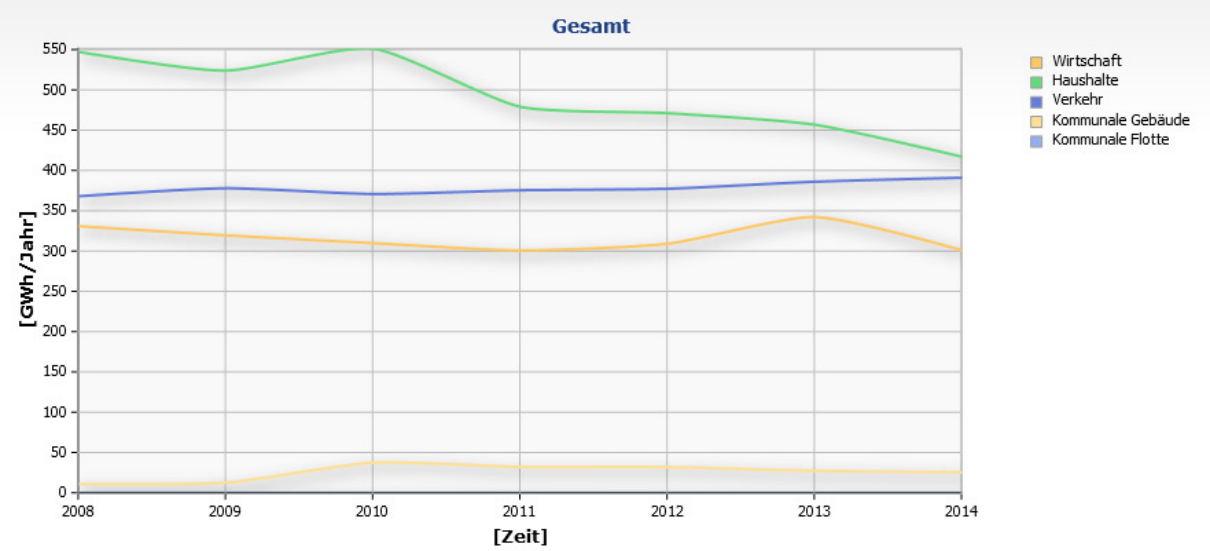


Abbildung 32: Entwicklung des Verbrauchs nach Sektoren 2008 bis 2014 in GWh/a

Die im Sektor Wirtschaft zum Einsatz kommenden Energieträger unterscheiden sich nicht von denen der Haushalte (s. Abbildung 33). Auch in der Wirtschaft liegt 2014 der größte Verbrauch mit ca.129 GWh beim EnergieträgerErdgas, was einem Anteil von knapp 40 % am Endenergieverbrauch dieses Sektors entspricht. Danach folgt Strom und Heizöl mit jeweils gut 100 GWh (30,7 %) und 87 GWh (26,7 %). Insgesamt ist der Verbrauch der Wirtschaft in den vergangenen Jahren relativ ausgewogen, dies hat auch mit der größeren Unabhängigkeit von Witterungseinflüssen zu tun.

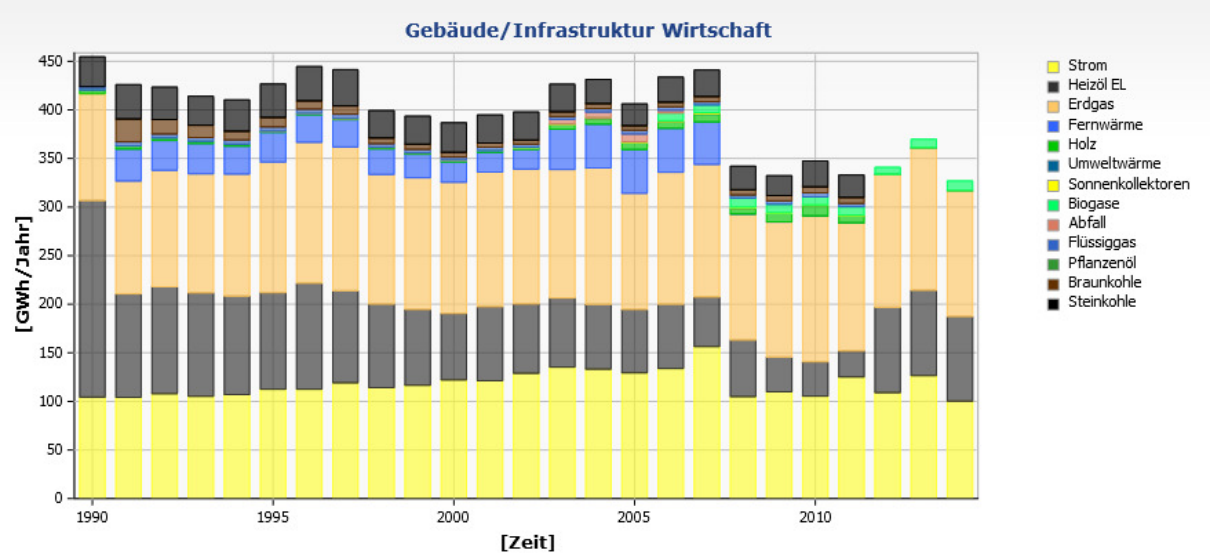


Abbildung 33: Endenergieverbrauch der Wirtschaft nach Energieträgern in GWh 1990 bis 2014

In Teilbereichen wie etwa dem Strom- und Erdgasverbrauch sind keine klaren Tendenzen zu sinkenden respektive steigenden Verbräuchen erkennbar. Da der Verbrauch der Wirtschaft

jedoch wesentlich auch von der Marktlage abhängig ist, kann dies im Rahmen dieser Arbeit auch nicht abschließend bewertet werden.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Wirtschaft in Sankt Augustin, im Gegensatz zu anderen Kommunen ähnlicher Struktur in NRW und Deutschland, der Sektor mit dem geringsten Anteil am Verbrauch ist. Nach Haushalten und Verkehr rangiert sie in Sankt Augustin auf Platz drei, dass ist eher ungewöhnlich. Beim Blick auf die Energiebilanzen anderer Kommunen, zeigt sich bei diesen eher eine relativ gleichmäßige Drittel-Verteilung für die Sektoren Wirtschaft, Haushalt und Verkehr. In stark industriell geprägten Kommunen kann die Wirtschaft sogar deutlich dominierend sein. Abbildung 34 zeigt die in ECOSPEED Region auf Grundlage der Zahl der Erwerbstätigen ermittelten Verbräuche nach Wirtschaftssektoren. Dabei zeigt sich dass der primäre Sektor in Sankt Augustin im Energieverbrauch keine wesentliche Rolle spielt. Das Gros des Verbrauchs liegt im sekundären, sprich dem industriellen, und dem tertiären, also dem Dienstleistungs-Sektor.

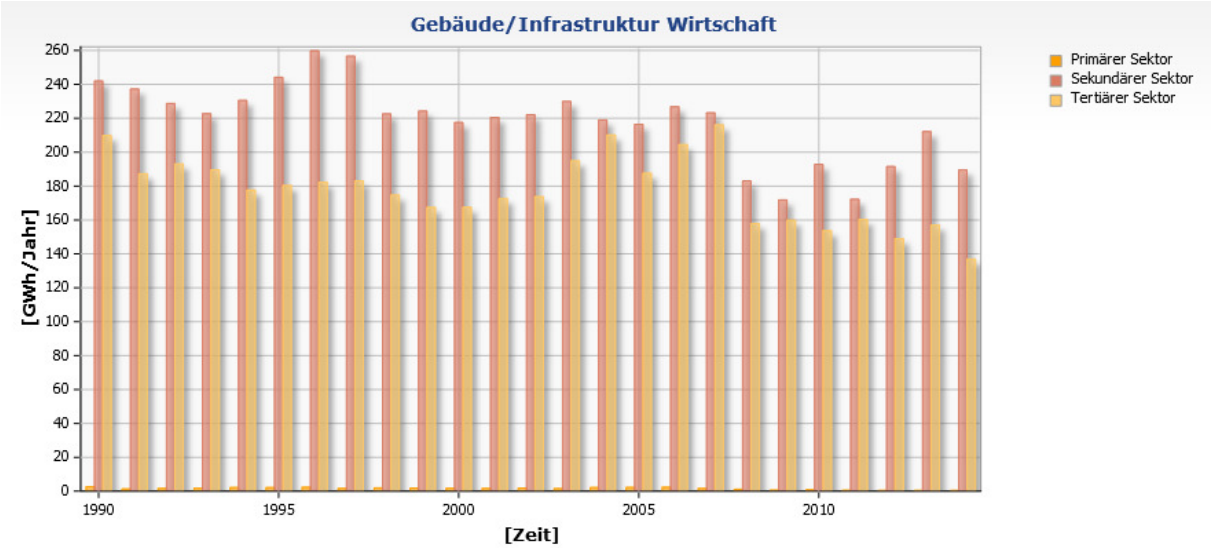


Abbildung 34: Endenergieverbrauch nach Wirtschaftssektoren in Sankt Augustin 1990 bis 2014 in GWh

5.5 Kommunale Verbraucher

Die Kommunalen Gebäude sowie die Kommunale Flotte spielen in der Gesamtbilanz Sankt Augustins eine eher untergeordnete Rolle, haben allerdings aufgrund Ihrer Vorbildfunktion bei der Maßnahmenumsetzung einen hohen Stellenwert. Im Jahr 2010 betrug der Anteil der kommunalen Verwaltung am Energieverbrauch in Sankt Augustin knapp 3 %. Danach ging der Anteil kontinuierlich zurück und erreichte 2014 einen Wert von ca. 2,3 %. Ein Anteil in der Größenordnung von etwa 2-3 % des kommunalen Verbrauchs am Gesamtverbrauch bildet meist die Regel in kommunalen Energiebilanzen.

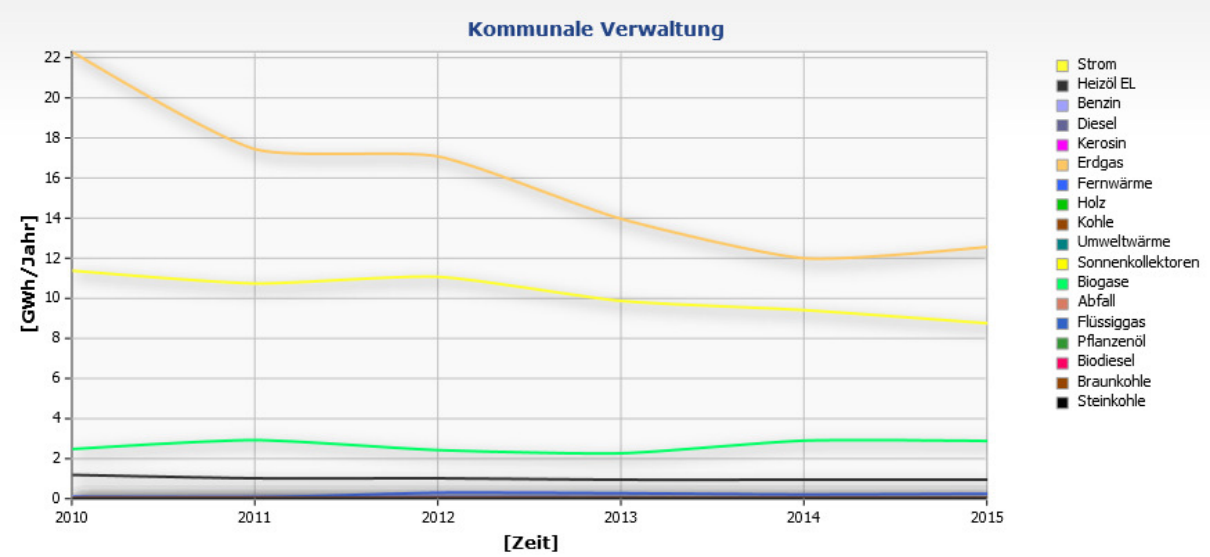


Abbildung 35: Endenergieverbrauch der kommunalen Verwaltung 2010 bis 2014 in GWh/a

Den größten Anteil am kommunalen Verbrauch haben dabei die städtischen Gebäudemit ca. 23,7 GWh. Insgesamt kam die Stadtverwaltung mit Infrastruktur inkl. ZABA im Jahr 2010 auf einen Endenergieverbrauch von etwa 37,4 GWh. 2015 liegt der Gesamtenergieverbrauch bei ca. 26,5 GWh und damit mehr als 30 % unter dem Verbrauch in 2010. Den wesentlichsten Anteil am Verbrauch hat dabei Erdgas. Mit einem Anteil von gut 59 % bzw. gut 22 GWh war Erdgas in 2010 am städtischen Energieverbrauch beteiligt. Bei insgesamt sinkendem Energieverbrauch, nahm sowohl Verbrauch als auch Anteil ab und lag 2015 bei ca. 12,5 GWh bzw. bei gut 49 % (s. Abbildung 35).Zweitwichtigster Energieträger im kommunalen Verbrauchs-Mix ist Strom mit gut 34 % im Jahr 2015. Weit abgeschlagen liegen die übrigen Energieträger, wobei Heizöl im Gebäudebestand noch von gewisser Bedeutung ist, jedoch mit gut 3,7 % nur wenig Anteil am Gesamtverbrauch der Stadtverwaltung hat. Deutlich relevanter ist die Nutzung von Biogas (Klärgas) in der ZABA. Lag der Anteil am Verbrauch des genutzten Biogas im Jahr 2010 noch bei ca. 6,5 %, so steigert sich der Anteil in 2014 und 2015 auf über 11 %. Dabei blieb die Summe des genutzten Biogas in etwa gleich, doch durch den insgesamt verringerten Verbrauch der Verwaltung nahm der relative Anteil zu. Dabei stellt der Betrieb der „interkommunalen“ ZABA einen gewissen Sonderfall dar. Einen Anteil von ca. 1 % hat Nahwärme (Turnhalle Rhein-Sieg Gymnasium und Kita Wacholderweg) im Verbrauchs-Mix. Holz als Energieträger ist für die Stadtverwaltung noch relativ unbedeutend und hat einen Anteil von deutlich unter einem Prozent am Verbrauch.

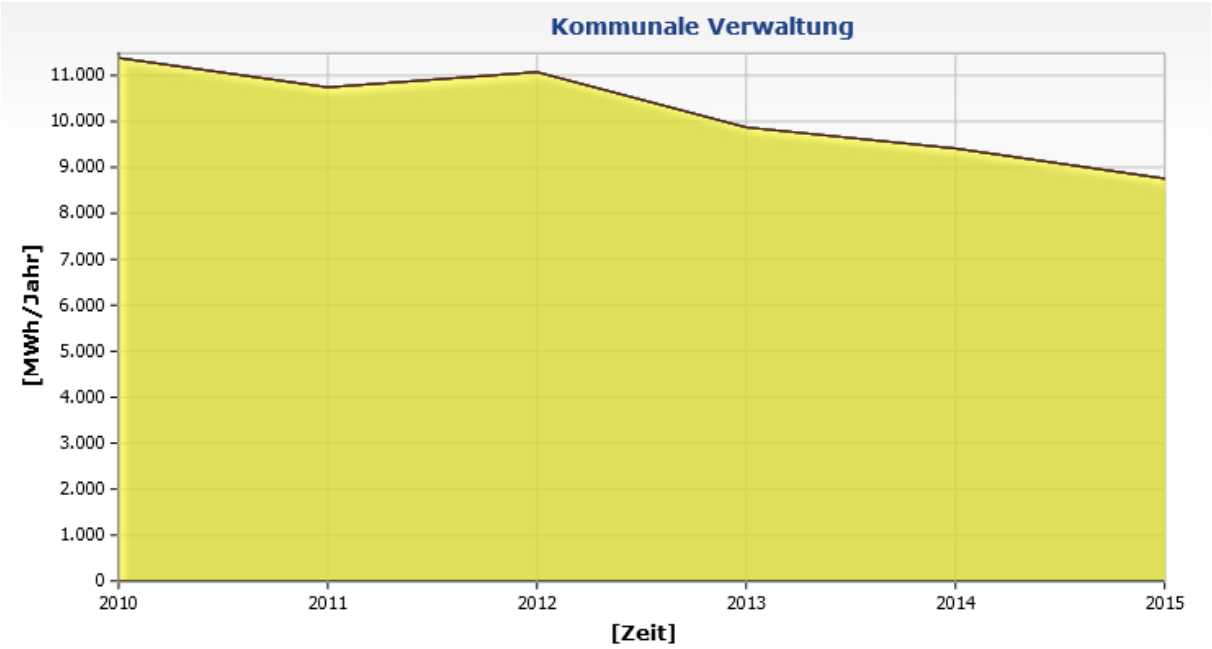


Abbildung 36: Entwicklung des Stromverbrauchs der kommunalen Verwaltung 2010 bis 2015

Die Maßnahmen der Stadtverwaltung zur Einsparung von Endenergie zeigen sich deutlich im Bereich des Stromverbrauchs, wie in Abbildung 36 zu erkennen ist. Im Zeitraum 2010 bis 2015 konnte der Stromverbrauch erkennbar gesenkt werden. Lag der Stromverbrauch der Verwaltung 2010 noch bei fast 11,4 GWh, so hat sich der Wert in 2015 auf knapp 8,8 GWh reduziert. Dies entspricht einer Abnahme von 23 %.

Dies kann auf verschiedene Aktivitäten der Stadtverwaltung zurückgeführt werden. Einen wesentlichen Anteil daran, hat die energetische Sanierung der Straßenbeleuchtung. Durch den Einbau effizienterer Natriumdampf-Hochdruck (NAV) Leuchten im Rahmen des Konjunktur-Paket-2, konnten erste Einsparpotenziale erschlossen werden. Seit 2013 kommen im Stadtgebiet vermehrt LED-Leuchtmittel zum Einsatz, inzwischen sind sie erklärter Stand der Technik und für die Stadtverwaltung das Leuchtmittel erster Wahl.

Im Bereich der öffentlichen Straßenbeleuchtung konnte der Stromverbrauch bis zum Jahr 2016 gegenüber 2009 um ca. 35 % reduziert werden (s. Abbildung 37). Wurden durch die Beleuchtung von Straßen und Wegen im Jahr 2009 noch fast 3,1 GWh Strom verbraucht, so waren es 2016 nur noch knapp 2 GWh, eine Verbrauchseinsparung von mehr als 1 GWh bzw. 1.000.000 kWh pro Jahr gegenüber 2009.

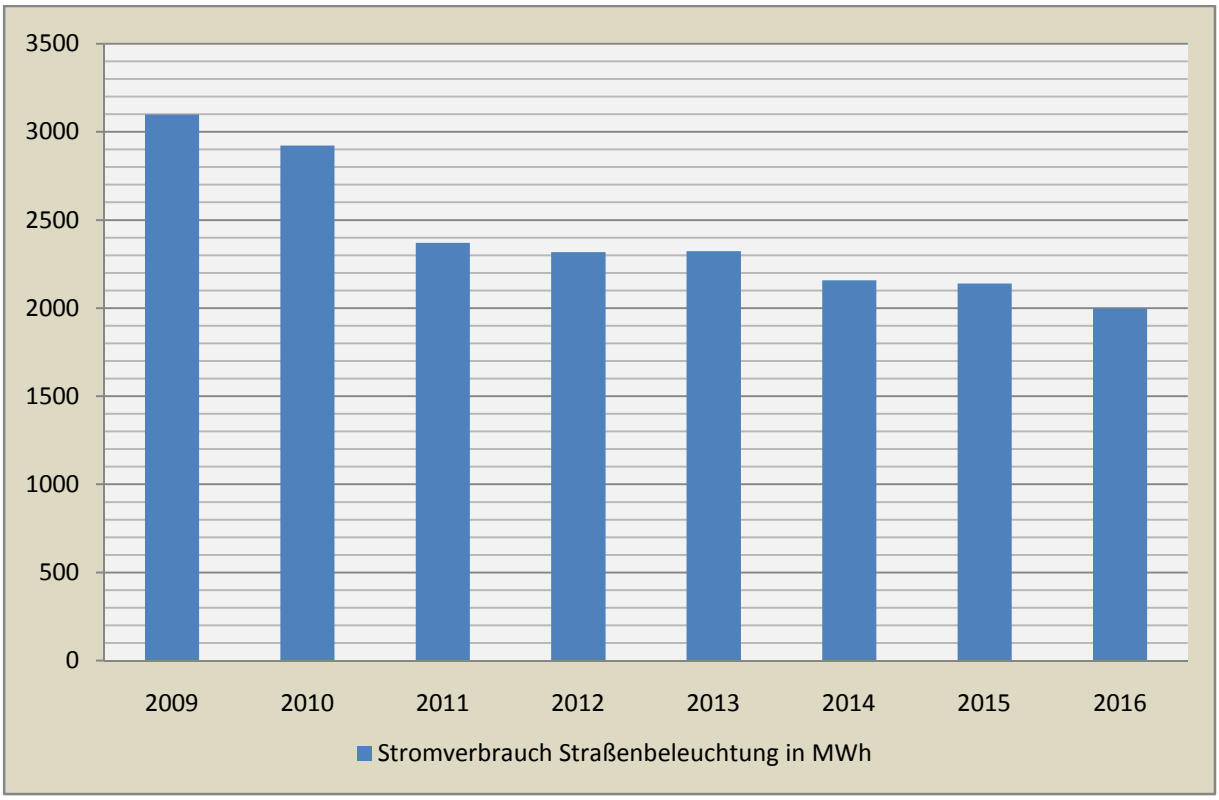


Abbildung 37: Entwicklung des Stromverbrauchs der öffentlichen Beleuchtung von 2009 bis 2016

Der Bereich der öffentlichen Infrastruktur konnte den Energieverbrauch ebenfalls senken. Hierbei ist vor allem auch die Reduktion des Erdgasverbrauchs der ZABA auffällig. Durch die Substitution von Erdgas durch Klärgas und die ökonomische Betriebsweise der ZABA-eigenen BHKW wurde der Erdgasbezug seit 2006 deutlich reduziert (s. Abbildung 38).

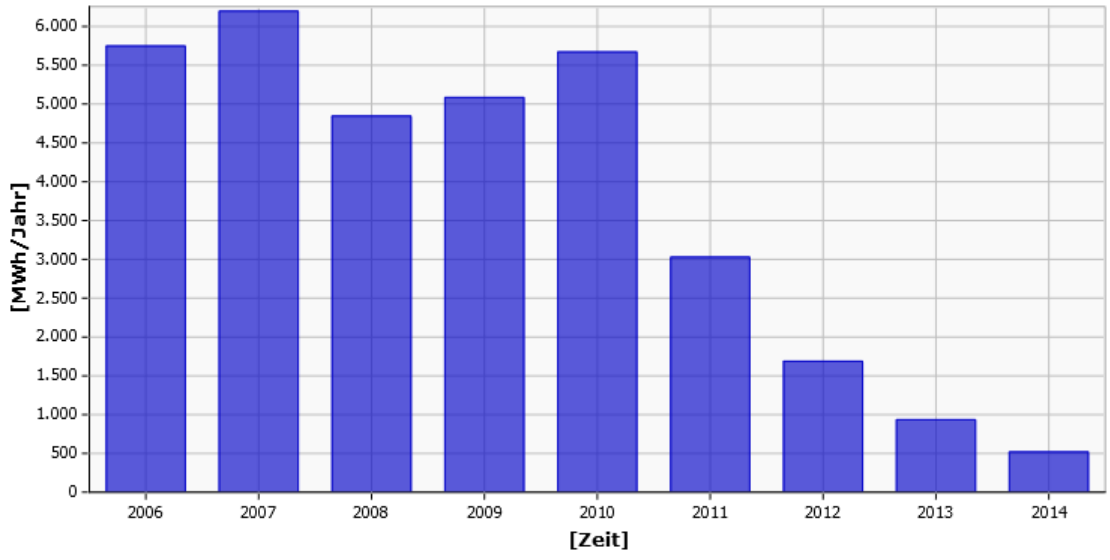


Abbildung 38: Erdgasverbrauch der ZABA in MWh/a von 2006 bis 2014

Auch im Bereich der städtischen Liegenschaften sank der Verbrauch. Der Stromverbrauch der Gebäude konnte gegenüber 2010 um über 25 % gesenkt werden, dies entspricht etwa 1,5 GWh. Ebenso nahm der Erdgasverbrauch der kommunalen Liegenschaften im Betrachtungszeitraum ab, er betrug 2015 gut 12 GWh, dies entspricht einer Senkung von ca. 27 %gegenüber 2010, bzw. ca. 4,5 GWh. Allerdings darf dabei nicht außer Acht gelassen werden, dass die Witterung im Betrachtungszeitraum mit Ausnahme des Jahres 2010 ungewöhnlich warm war, so dass aus einem direkten Vergleich der Energieverbräuche keine Rückschlüsse auf die Wirkung von Energieeinsparmaßnahmen möglich sind. Zu diesem Zweck wurden die Verbrauchswerte der Gebäude vom städtischen Gebäudeenergieberater witterungsbereinigt und spezifiziert, anhand dieser Werte können gebäudespezifische Analysen vorgenommen werden. Diese Daten werden auch im eea-Prozess als Indikatoren verwendet. Im Rahmen der vorliegenden Energie- und Treibhausgasbilanzierung werden lediglich die realen Verbräuche betrachtet ohne Anwendung von Klimafaktoren.

5.6 Energieverbrauch nach Energieträgern

5.6.1 Erdgas

Der Erdgasverbrauch ist in den zurückliegenden Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen. Neben einem relativ geringen Anstieg in den Ergebnissen der Startbilanz im Jahr 1996 fällt vor allem der deutliche Sprung im Jahr 2007/2008 auf. Unter Berücksichtigung der lokal erhobenen Verbrauchsdaten ab 2008 stieg der Erdgasverbrauch damit gegenüber dem Verbrauch der Startbilanz im Jahr 2007 um 26% an.

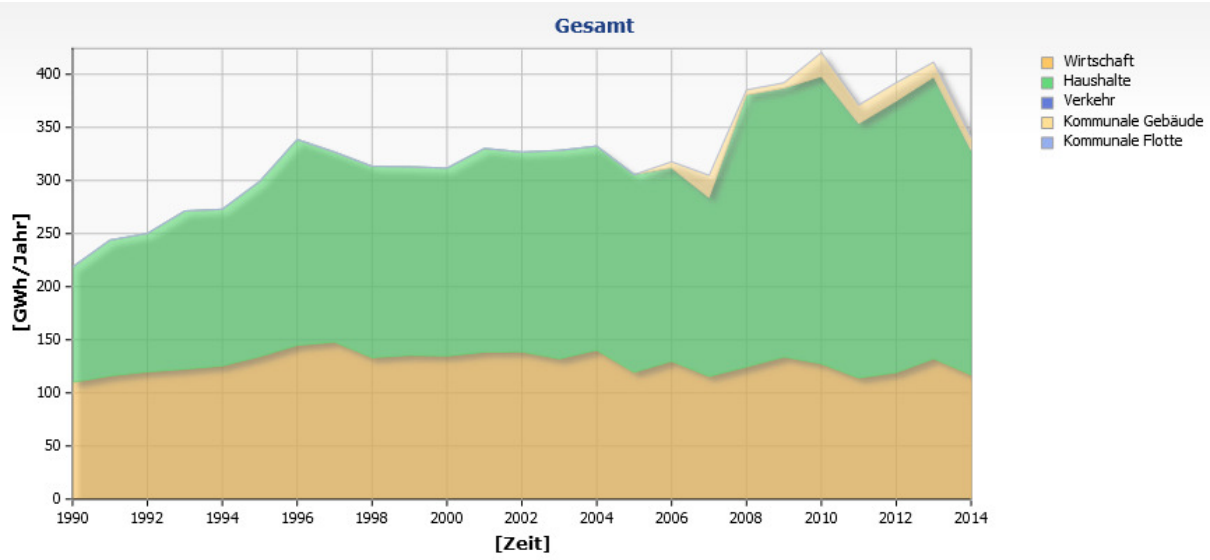


Abbildung 39: Entwicklung des Erdgasverbrauchs nach Sektoren in Sankt Augustin 1990 bis 2014 in GWh/a

Auch die zuvor beschriebenen Entwicklungen in den Sektoren Haushalte und Wirtschaft zeigen sich deutlich am Beispiel des Erdgasverbrauchs. Die Dominanz der Haushalte am Verbrauch und die im Verhältnis dazu relativ konstante Verbrauchsentwicklung der Wirtschaft, am Energieträger Erdgas, zeigt sich klar in Abbildung 39.

5.6.2 Strom

Die Entwicklung des Stromverbrauchs unterscheidet sich von des Erdgas. Es zeigen sich im Gesamtverbrauch weniger Ausschläge als beim Erdgas, was sehr wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass Strom als Energieträger zur Raumwärmeerzeugung in Sankt Augustin relativ selten genutzt wird und somit der witterungsabhängige Anteil des Heizstroms am Gesamtverbrauch gering ist. Dadurch sind im Gegensatz zum Erdgas kaum Schwankungen durch warme bzw. kalte Witterungen gegeben.

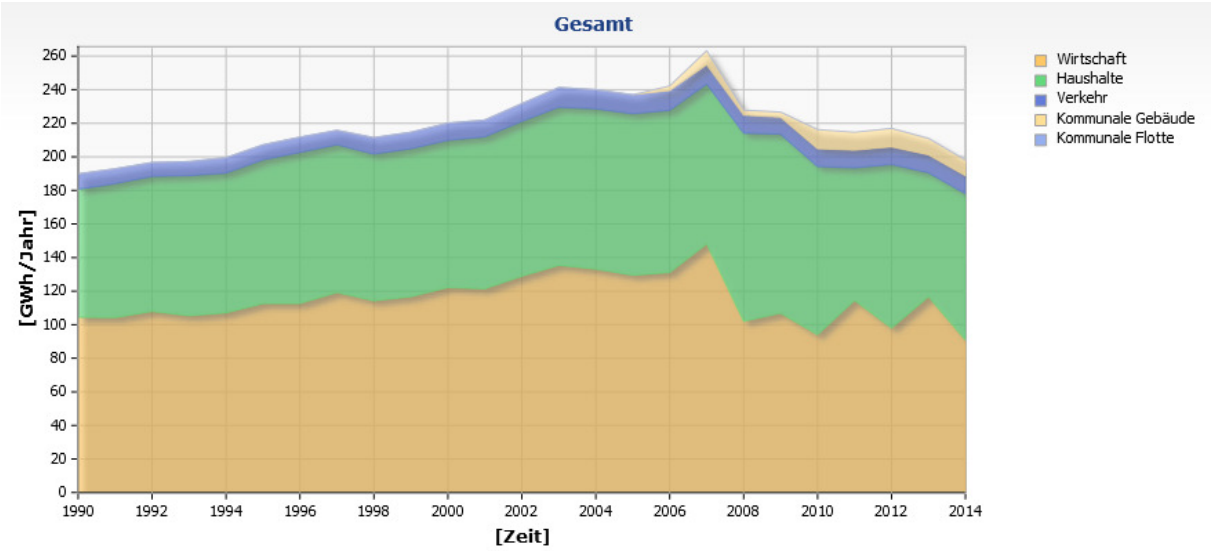


Abbildung 40: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren in Sankt Augustin 1990 bis 2014 in GWh/a

Es zeigt sich auch für die Jahre der Endbilanz ab 2008 eine Tendenz zum sinkenden Stromverbrauch. Eine deutliche Verringerung ist für den Übergang 2007/2008 zu erkennen, wo mit vorliegen der lokalen Verbrauchswerte, im Gegensatz zum Erdgasverbrauch, ein deutlich geringerer Stromverbrauch gegenüber den Annahmen in der Startbilanz in Sankt Augustin festgestellt werden konnte. Bei den Sektoren zeigt sich dies am stärksten bei der Wirtschaft, die 2008 nur noch einen Verbrauchsanteil von knapp 45 % am Stromverbrauch hatte gegenüber einem Anteil von über 56 % im Jahr 2007 mit den Daten der Startbilanz. Während die Ergebnisse der Endbilanz für den Verbrauch von Erdgas einen höheren Verbrauch gegenüber den Annahmen der Startbilanz ergaben, verhält es sich beim Strom umgekehrt.

Im Jahr 2014 hatten die Sektoren Wirtschaft und Haushalte mit 46 % und 44 % in etwa gleichgroßen Anteil am Stromverbrauch in Sankt Augustin. Der Anteil der Stadtverwaltung am verbrauchten Strom lag in dem Jahr bei ca. 4,7 %. Der verbleiben Anteil entfiel auf den Verkehr und dabei überwiegend auf den Schienenverkehr.

5.6.3 Diesel

Aufgrund der anfangs schon beschriebenen deutlichen Steigerung des Energieträgers Diesel, soll die Verbrauchsentwicklung hier ebenfalls detailliert betrachtet werden. Abbildung 41 stellt die Entwicklung des Dieselverbrauchs in der Fahrzeugkategorie Personenwagen seit 1990 dar.

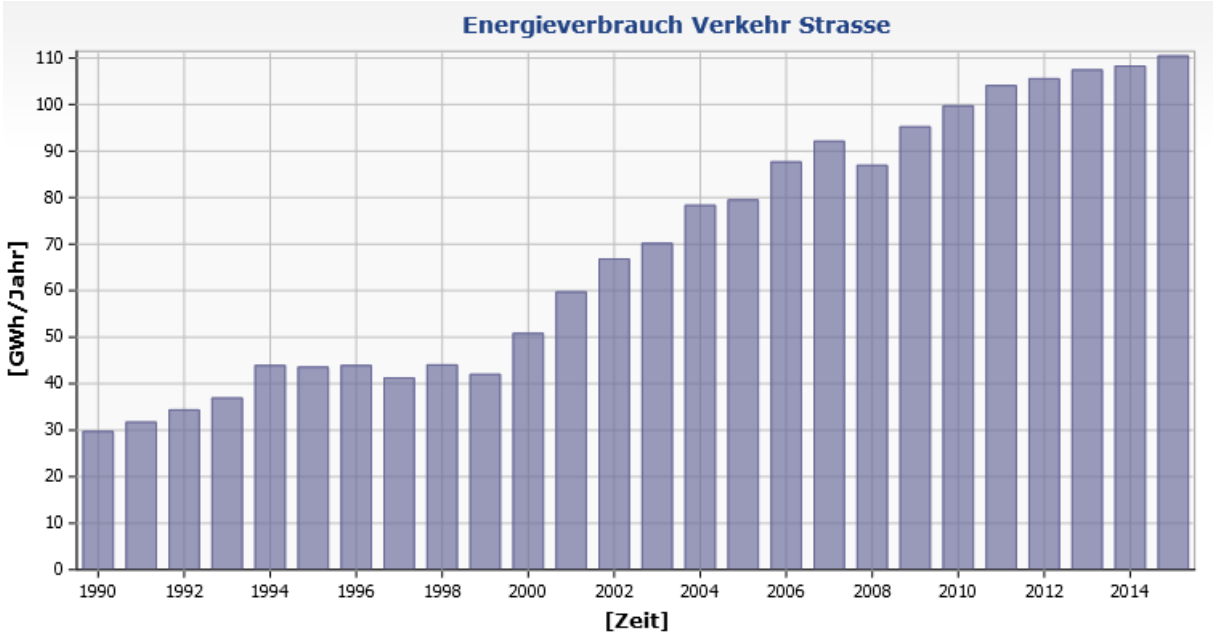


Abbildung 41: Entwicklung des Dieselverbrauchs der Personenwagen in Sankt Augustin von 1990 bis 2015 in GWh/a

Der Dieselverbrauch der Personenwagen hat sich seit 1990 dabei fast vervierfacht (+371%).

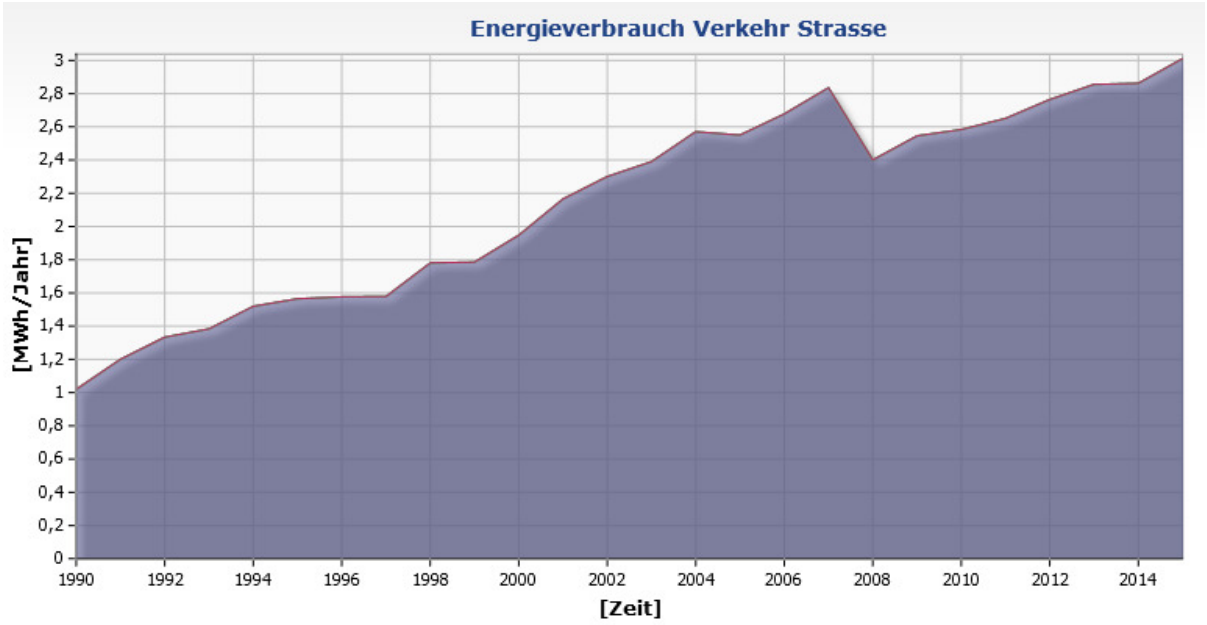


Abbildung 42: Dieselverbrauch des Straßenverkehrs pro Einwohner in Sankt Augustin 1990 bis 2015

Beim Blick auf den Dieselverbrauch des gesamten Straßenverkehrs dargestellt als Verbrauch pro Kopf unter Einbeziehung aller Fahrzeugkategorien, also auch des Güter- und Busverkehrs wie in Abbildung 42, fällt die Steigerung etwas weniger drastisch aus und liegt bei „nur“ etwa 295 %.

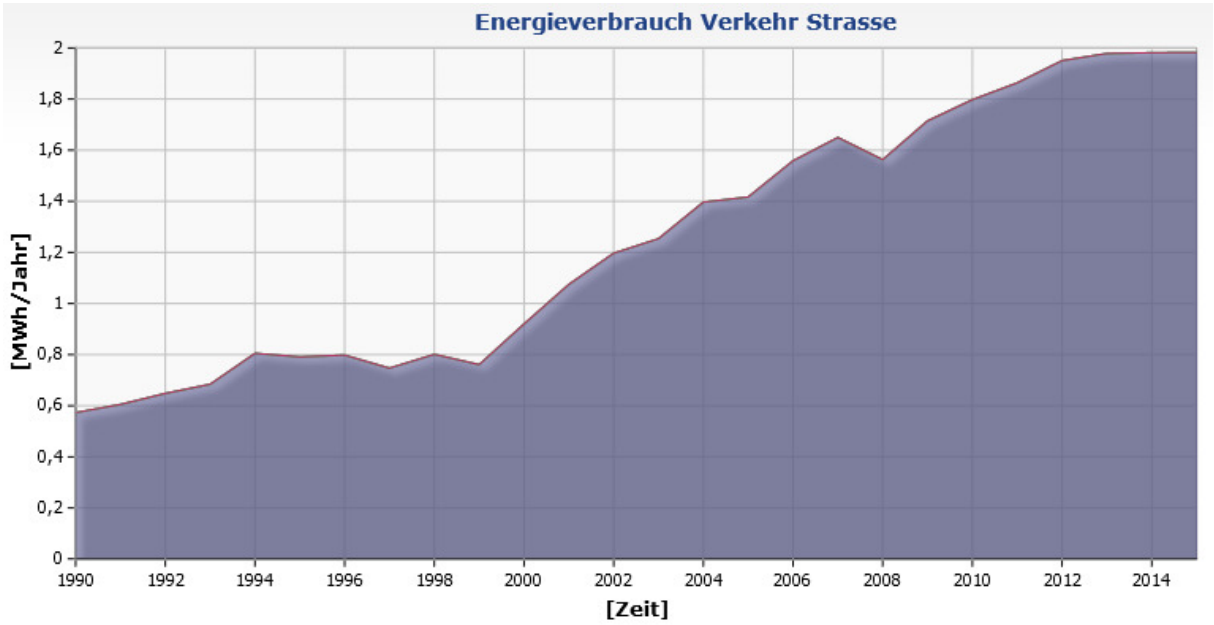


Abbildung 43: Dieselverbrauch der Personenkraftwagen in Sankt Augustin pro Einwohner 1990 bis 2015

Jedoch nimmt auch hier der MIV einen besonderen Stellenwert ein, da die Steigerung pro Kopf mit gut 347 % in dieser Fahrzeugkategorie wiederum deutlich über der Verbrauchsteigerung über alle Fahrzeugkategorien liegt.

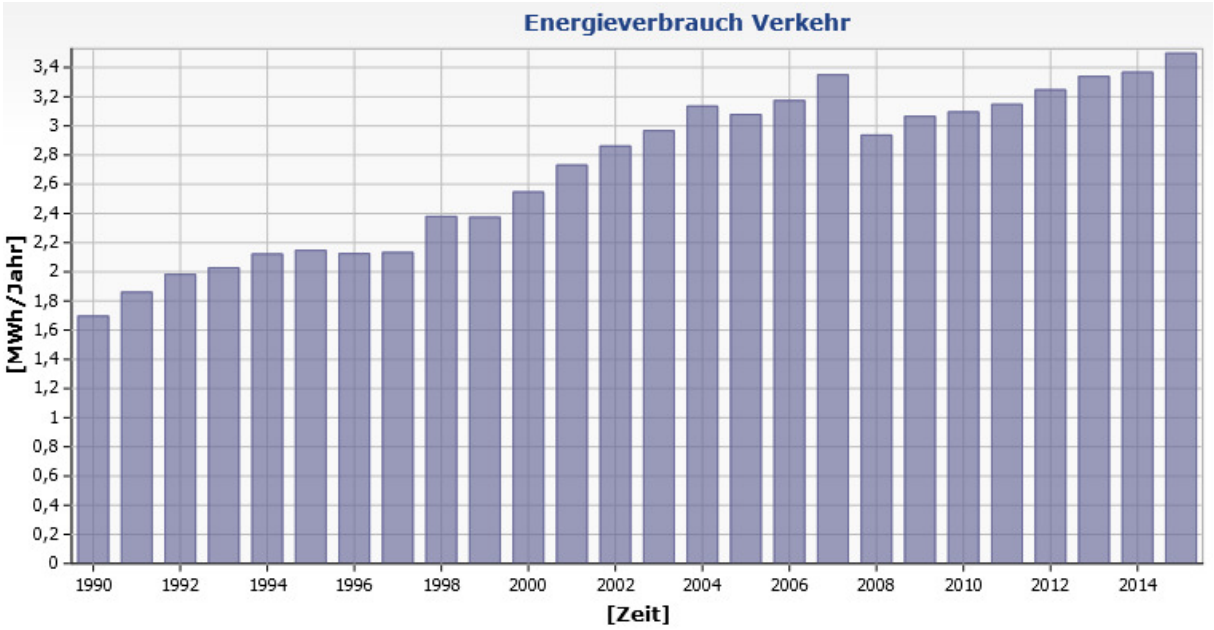


Abbildung 44: Entwicklung des Dieselverbrauch über aller Verkehrsträger pro Einwohner in Sankt Augustin 1990 bis 2015

Betrachtet man die in Abbildung 44 dargestellte Entwicklung des Dieselverbrauchs beim Gesamt-Endenergieverbrauch des Sektor Verkehr pro Einwohner, so kann eine Verdopplung des Verbrauchs auf 3,5 MWh/Einwohner in 2015 gegenüber 1990 mit 1,7 MWh/Einwohner festgestellt werden, was mit Blick auf die Steigerungen in den einzelnen Teilbereichen des Verkehrssektors noch vergleichsweise moderat ist.

Diese skizzierten Entwicklungen verdeutlichen nochmals, warum der Sektor Verkehr neben dem Sektor Haushalte aktuell den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch in Sankt Augustin hat.

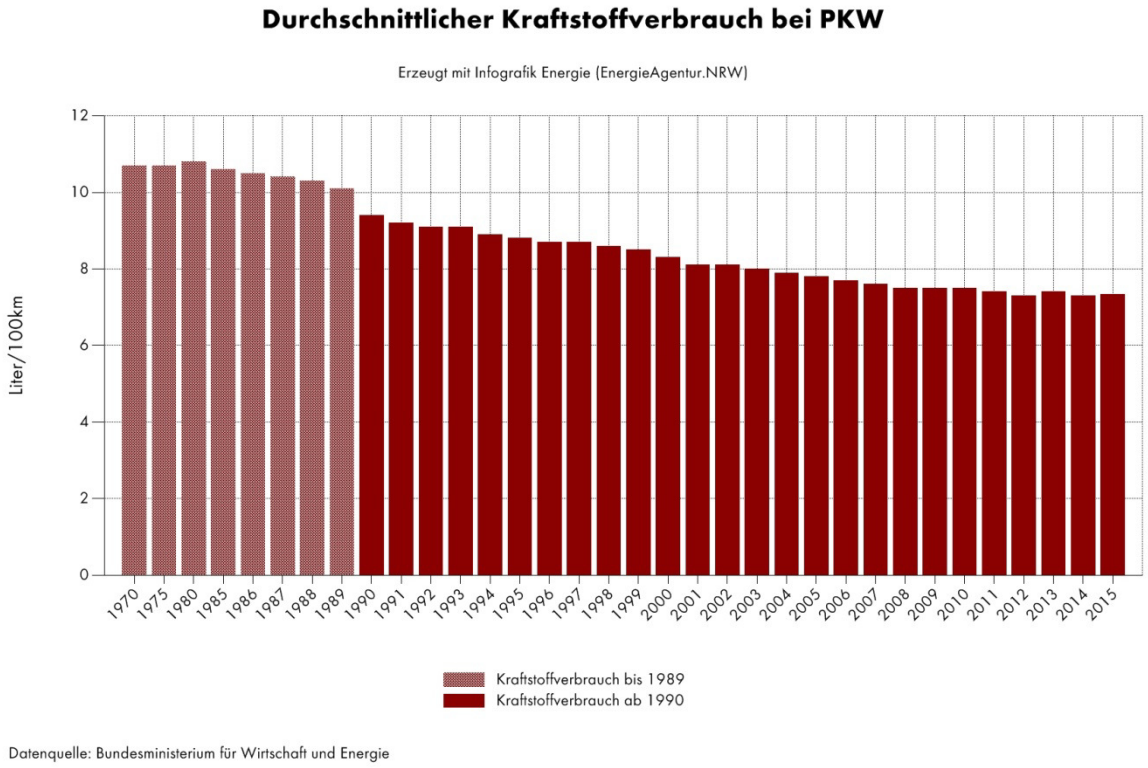


Abbildung 45: Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch bei PKW

Dass diese Entwicklung eher Folge einer insgesamt zunehmenden motorisierten Mobilität ist, zeigt der Trend in Abbildung 45. Hier ist die Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs bei PKW dargestellt, bei gleichbleibender Mobilität hätten die Emissionen im MIV durch die Abnahme des Kraftstoffverbrauchs in Litern pro 100 km abnehmen müssen, in der Realität haben jedoch zunehmende Fahrleistungen und größere PKW die Resultate des technischen Fortschritts mehr als aufgezehrt.

5.7 Energieverbrauch pro Einwohner

In Abbildung 46 sind die Anteile der einzelnen Sektoren am Endenergieverbrauch bezogen auf Einwohner dargestellt.

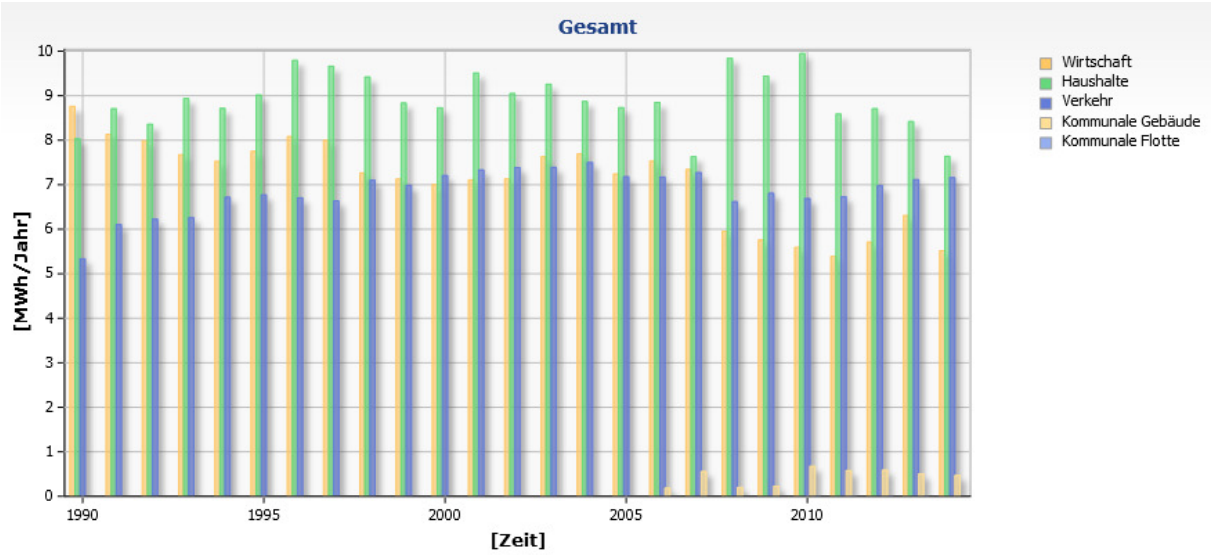


Abbildung 46: Entwicklung des Energieverbrauchs pro Einwohner nach Sektoren 1990 bis 2014

Es zeigt sich auch bei den Ergebnissen des Verbrauchs pro Einwohner, dass mit den Werten der Endbilanz eine deutliche Verschiebung der Verbrauchsanteile der Sektoren stattfand. Seit 1991 zeigt sich der Anteil des Sektors Haushalte als maßgeblich, dahinter nahm die der Wirtschaft stetig ab, während sich der Verkehr über die Jahre anschickt, dem Sektor Haushalte in der Führung den Rang abzulaufen.

Der Gesamtendenergieverbrauch pro Einwohner ist in Abbildung 47 dargestellt. Im Jahr 2014 lag der Endenergieverbrauch pro Einwohner ca. 6 % unter dem des Jahres 1990.

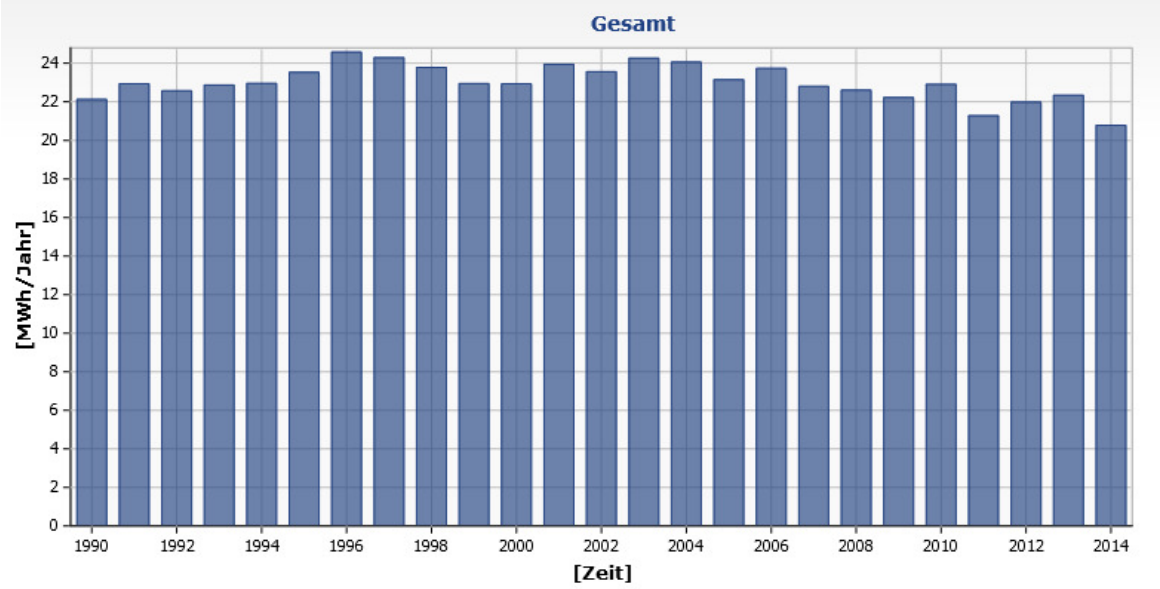


Abbildung 47: Entwicklung des Endenergieverbrauchs pro Einwohner 1990 bis 2014 in MWh/EW*a

In Abbildung 48 ist der Primärenergieverbrauch pro Einwohner dargestellt, also der Energieverbrauch inkl. Berücksichtigung der vorgelagerten Prozesse. Im Schnitt liegt der Primärenergieverbrauch pro Kopf etwa 8-10 MWh über dem der Endenergie in Abbildung 47. Mit Blick auf die Veränderungen beim Energieverbrauch ist die Abnahme beim

Primärenergieverbrauch signifikanter als bei der Endenergie. Der Primärenergieverbrauch je Einwohner nahm gegenüber 1990 um 13,5 % ab.

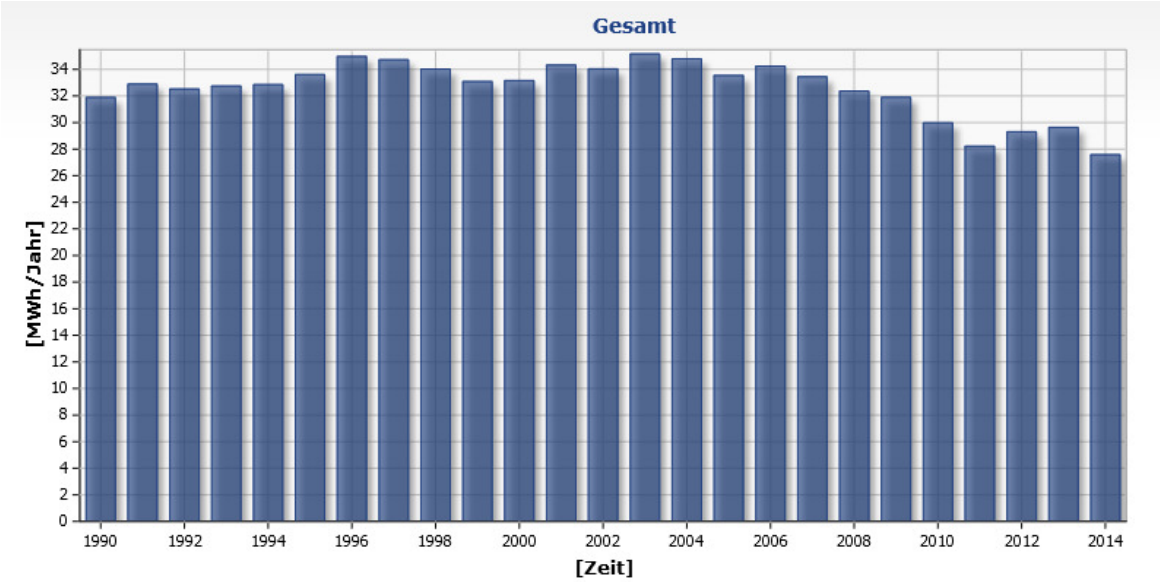


Abbildung 48: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in MWh pro Einwohner

Dies ist u.a. auf den Stromverbrauch zurückzuführen (s. Abbildung 49), der zum Einen mit den Daten der Endbilanz ab 2008 einen geringeren Verbrauch gegenüber den Annahmen der Startbilanz zeigt und zum Andern durch die Zunahme der regenerativen Energien im deutschen Strom-Mix, in den letzten Jahren auch einen abnehmenden Primarenergiefaktor aufweist.

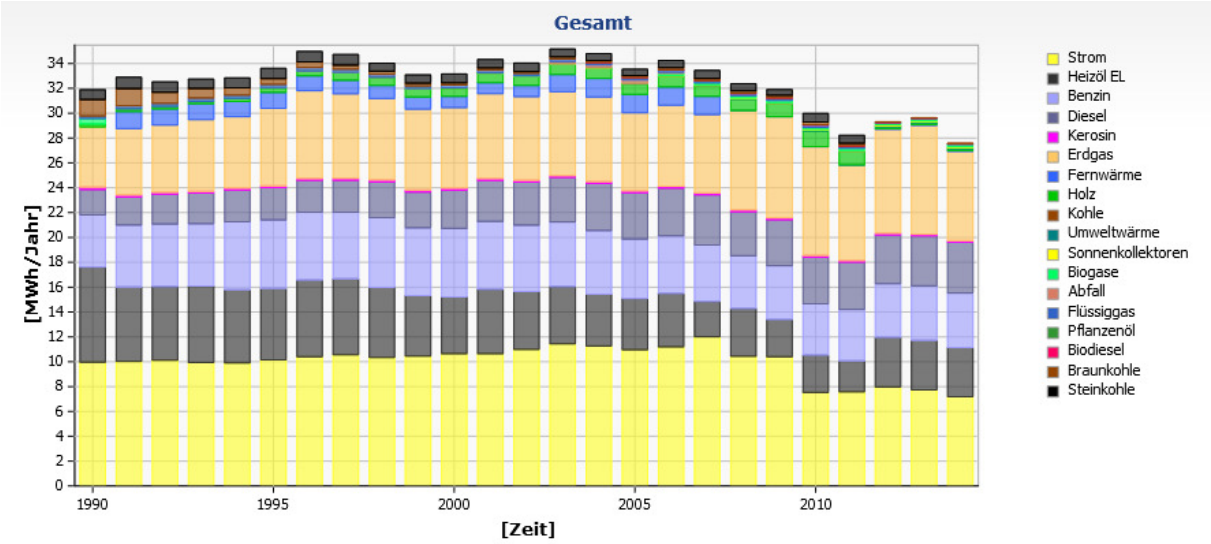


Abbildung 49:Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Sankt Augustin nach Energieträgerin MWh pro Einwohner

5.8 Zusammenfassung

Erdgas ist der Energieträger mit dem absolut höchsten Verbrauch in Sankt Augustin gefolgt vom Strom, sowie den Kraftstoffen Benzin und Diesel. Erdgas wird überwiegend in den Haushalte verbraucht während der Stromverbrauch sich auf Haushalte und Wirtschaft in etwa gleich hoch verteilt. Der gesamte Energieverbrauch hat seit 2008 um knapp 10 % abgenommen und liegt damit in etwa auf dem Niveau von 1990. Beim Primärenergiebedarf kann gegenüber dem Jahr 1990 ist hingegen eine leichte Minderung von ca. 9 % des Bedarf festzustellen.

Dabei ist der stärkste Verbrauchrückgang im Bereich Wirtschaft zu verzeichnen, im Bereich der Haushalte liegt er über die Jahre in einem ähnlich hohen Bereich und zeigt bei den Wärmeenergieträgern witterungsbedingte Schwankungen. Auch Witterungsbereinigt ist bei dem Haushalte ein hohes Verbrauchsniveau festzustellen, wobei im Verbrauch der letzten Jahre Ansätze einer leicht annehmenden Tendenz auszumachen sind.

Die Energieträger Benzin und Diesel haben in Summe als Kraftstoffe betrachte, jedoch den höchsten Anteil am Energieverbrauch in Sankt Augustin. Dies ist auch Folge eines zunehmenden Kfz-Aufkommens, dies spiegelt sich in der Energieverbrauchsbilanz wieder. Der Verkehrsbereich hat inzwischen einen ähnlich hohen Anteil am Energieverbrauch wie der Sektor Haushalte für Wohnen, Wärme und sonstige häuslichen Verbraucher.

Lokal produzierte regenerative Energie ist noch von relativ geringer Bedeutung und wird vorwiegend in Haushalte, der Wirtschaft bzw. dem kommunalen Bereichen erzeugt bzw. eingesetzt.

6 Ergebnisse der CO_2-Bilanz

6.1 Gesamt-Emissionen

Auf Basis der zuvor genauer vorgestellten Endenergiebilanz zeigt sich in Abbildung 50 folgendes Bild für die CO_2-Bilanz für die Jahre 1990 bis 2014. Die Emissionen basieren dabei auf dem Primärenergieverbrauch der mittels LCA-Faktoren aus den Endenergieverbräuchen ermittelt wurde. Die dargestellten Emissionen beinhalten damit sämtliche vorgelagerten Prozesse der Energieumwandlung usw. und damit nicht nur die lokal verursachten Emissionen. Am deutlichsten wird das bei den CO_2-Emissionen für Strom, die in den seltensten Fällen im Stadtgebiet anfallen, jedoch beim auswärtigen Erzeuger, z.B. dem Kohlekraftwerk.

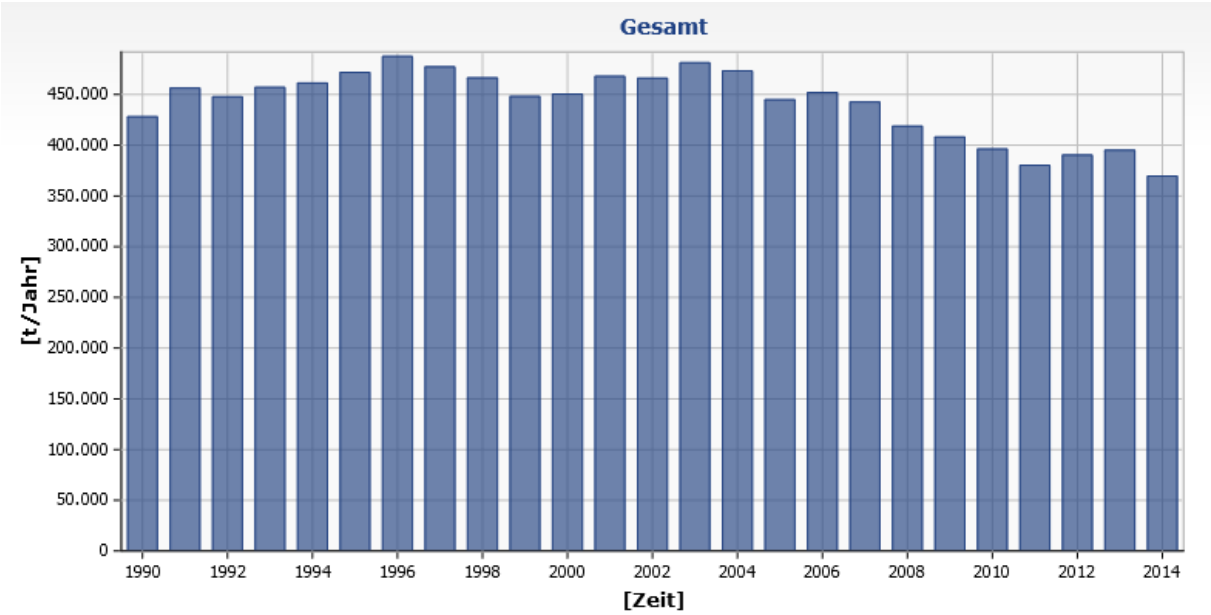


Abbildung 50: Gesamt CO_2-Bilanz für Sankt Augustin in Tonnen pro Jahr 1990 bis 2014

Insgesamt sind die CO_2-Emissionen seit 1990 um fast 59.000 Tonnen zurückgegangen, das entspricht einer absoluten Minderung im Zeitraum 1990 bis 2014 von 13,7 **%**.

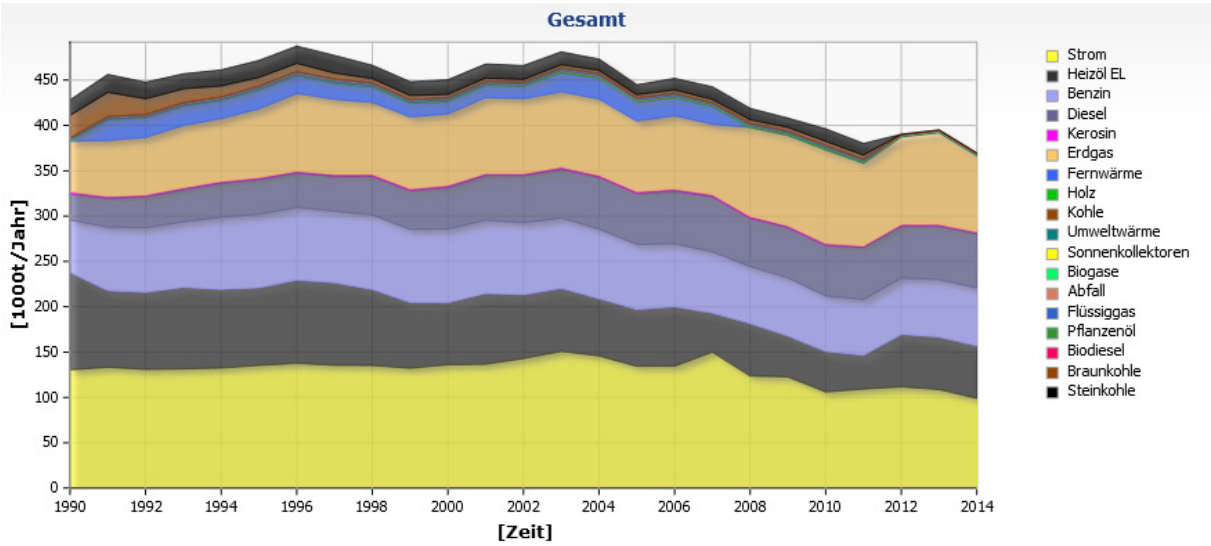


Abbildung 51: CO_2-Emissionen in Sankt Augustin nach Energieträgern in 1.000 Tonnen pro Jahr

Von allen Energieträgern hat der Stromverbrauch den größten Anteil an den CO_2-Emissionen. Im Bilanzjahr 2014 sind fast 27 % der Treibhausgas-Emissionen dem Stromverbrauch zu zurechnen (s. Abbildung 51). Der Erdgasverbrauch ist an zweiter Stelle im Stadtgebiet für knapp 23 % des CO_2-Ausstosses verantwortlich. Benzin und Diesel haben jeweils einen Anteil von gut 17 % bzw. gut 16 % an den Emissionen. Zusammengenommen stellt der Treibstoffverbrauch mit einem Anteil von fast 34 % jedoch, noch vor dem Stromverbrauch, den größten CO_2-Emittenten dar. Gegenüber dem internationalen Referenzjahr 1990 zeigt sich die deutlichste CO_2-Minderung im Bereich des Heizöls. Lag der

Anteil des Heizöls, an den Gesamt-CO_2-Emissionen, mit gut 107 Tsd. Tonnen CO_2in 1990, noch bei gut 25 %, so betrug er 2014 mit knapp 58 Tsd. Tonnen nur noch weniger als 16 % (s. Abbildung 52). Bezogen auf das emittierteCO_2 bedeutet das eine Abnahme um gut 50 Tsd. Tonnen bzw. über 46 %. Genau gegenläufig zeigt sich hingegen die Entwicklung bei den Emissionen aus Erdgasverbrauch. Lag der Anteil dieses Energieträgers 1990 noch bei knapp unter 13 %, so lag er 2014 bei fast 23 %. Damit stiegen diese CO_2-Emissionen um insgesamt ca. 30 Tsd. Tonnen.

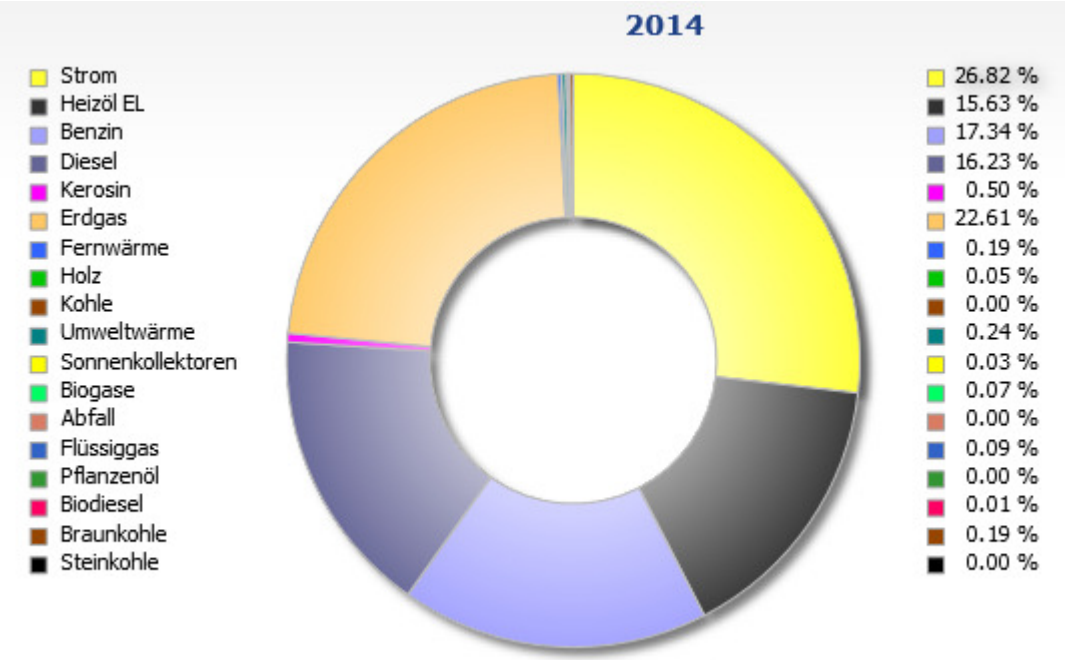


Abbildung 52: Anteile der CO_2-Emissionen nach Energieträgern 2014

Auch der Beitrag des Stromverbrauchs an den CO2-Emissionen hat seit 1990 abgenommen, 1990 lag der Anteil des Stroms noch bei ca. 30 %, 2014 lag er hingegen fast 4 %-Punkte niedriger bei 26,8 %. Dies entspricht einer Abnahme von fast 34 Tsd.-Tonnen im Jahr 2014 gegenüber dem Jahr 1990.

6.2 CO_2-Emissionen nach Sektoren

Mit Blick auf die sektorale Verteilung der CO_2-Emissionen zeigt sich, was vor dem Hintergrund der Endenergiebilanz bereits zu vermuten war. Die Sektoren Verkehr und Haushalte stellen die größten Verursacher (Abbildung 53). In 2014 sind sie anteilmäßig in etwa gleich stark vertreten, wobei der Verkehr mit knapp 36 % gegenüber den Haushalten mit knapp 35 % leicht hervortritt.

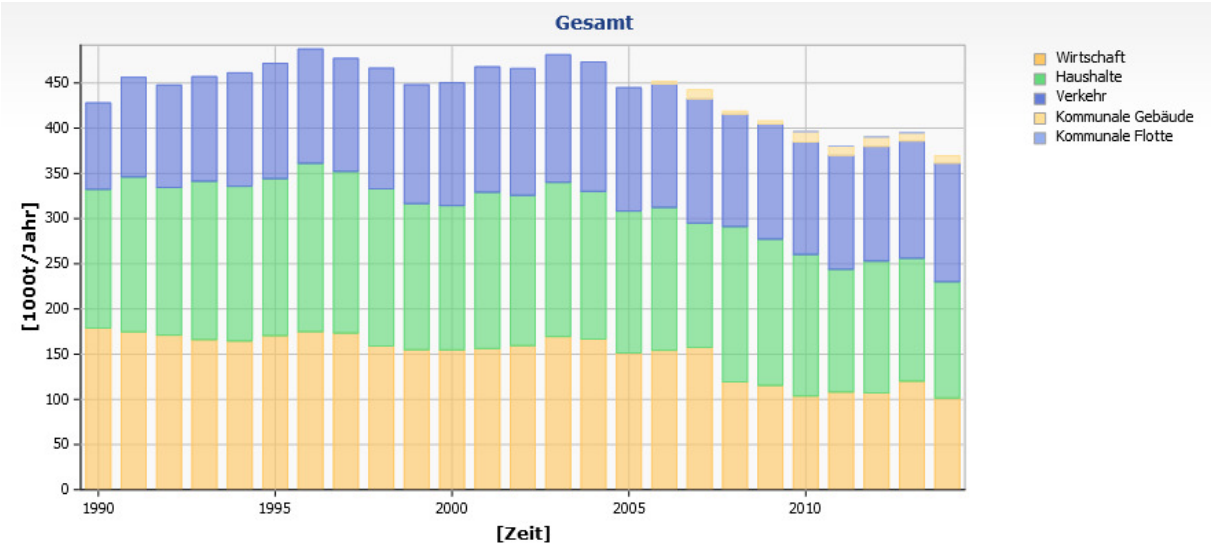


Abbildung 53: CO_2-Emissionen in Sankt Augustin nach Sektoren in tausend Tonnen pro Jahr

Bei näherer Betrachtung der Emissionen nach Sektoren zeigen sich seit 1990 jedoch unterschiedliche Entwicklungstendenzen. Während die Abbildung 53 eine deutliche Abnahme der Emissionen im Sektor Wirtschaft um mehr als 40 % zeigt, steigen die Emissionen des Sektors Verkehr im gleichen Zeitraum um mehr als 37 % an. Bei Vernachlässigung der zum Teil witterungsbedingten Schwankungen bei den Haushalten lässt sich bei den Emissionen dieses Sektors eine leicht sinkende Tendenz vermuten.

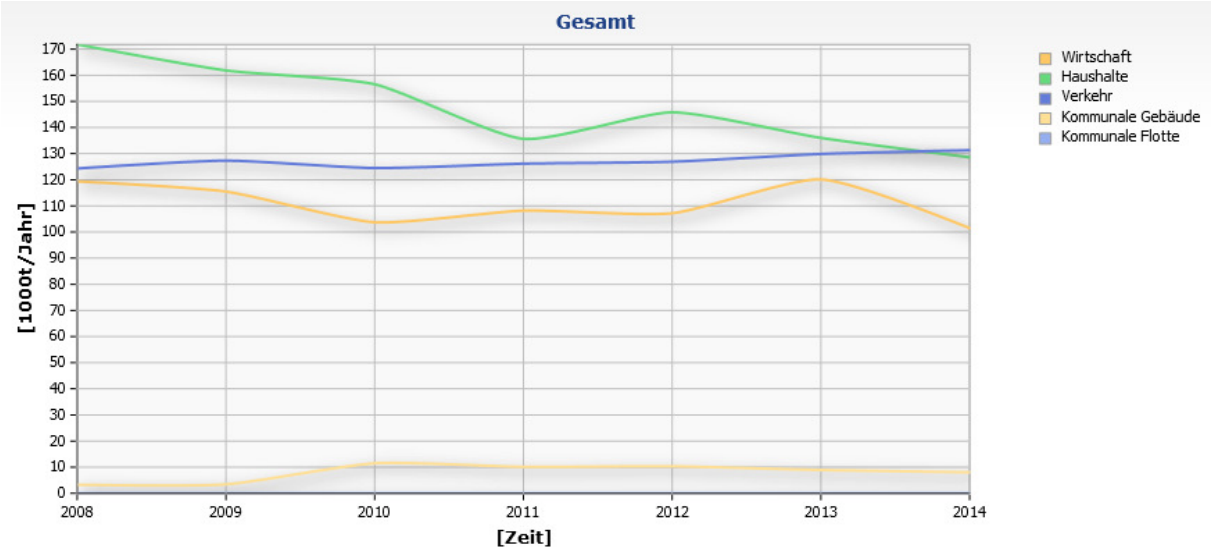


Abbildung 54: CO_2-Emissionen nach Sektoren in tausend Tonnen pro Jahr von 2008 bis 2014

Von besonderem Interesse ist die Entwicklung der CO_2-Emissionen in den Jahren der Endbilanz, also den Jahren 2008 bis 2014. Abbildung 54 zeigt die Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Sektoren im Zeitraum 2008 bis 2014. Dabei spiegelt auch dieser kurze Zeitraum die Entwicklungen seit 1990 wider. Während die Sektoren Wirtschaft und Haushalte zusammen in diesem Zeitraum ihre Emissionen im Jahr 2014 um rund 60 Tsd.

Tonnen gegenüber 2008 verringerten, nahmen die Emissionen des Verkehrs im selben Zeitraum um ca. 7 Tsd. Tonnen zu.

Die bilanziell in den Sektoren Wirtschaft und Haushalte seit 1990 erreichten CO_2-Einsparungen von rund 102 Tsd. Tonnen pro Jahr, werden zum Teil durch den Anstieg bei den Emissionen des Verkehrs kompensiert. Diese nahmen seit 1990 um rund 36 Tsd. Tonnen pro Jahr zu. Die Entwicklung des Treibhausgasausstoßes, auch in Hinblick auf die sektorale Entwicklung, zeigt sich auch deutlich beim Blick auf die CO_2-Emissionen pro Einwohner.

6.3 CO_2-Emissionen pro Einwohner

Die Einwohnerzahl in Sankt Augustin ist, nach einer Zeit des Wachstums bis Anfang der 1990er Jahre auf 55.209 Einwohner im Jahr 1997, bis heute auf nahezu gleichem Niveau. Mit Blick auf die Einwohnerentwicklung der letzten drei Bilanzjahre ist sie, mit fast 3 %, leicht ansteigend. Dies hat einen entsprechenden Einfluss auf die CO_2-Bilanz. Die CO_2-Emissionen pro Einwohner haben sich in Sankt Augustin im Zeitraum 1990 bis 2014 um nahezu 1,5 Tonnen auf rund 6,8 Tonnen reduziert. Damit verringerten sich die auf Einwohner bezogen CO_2-Emissionen im Jahr 2014 um 18 % gegenüber 1990.

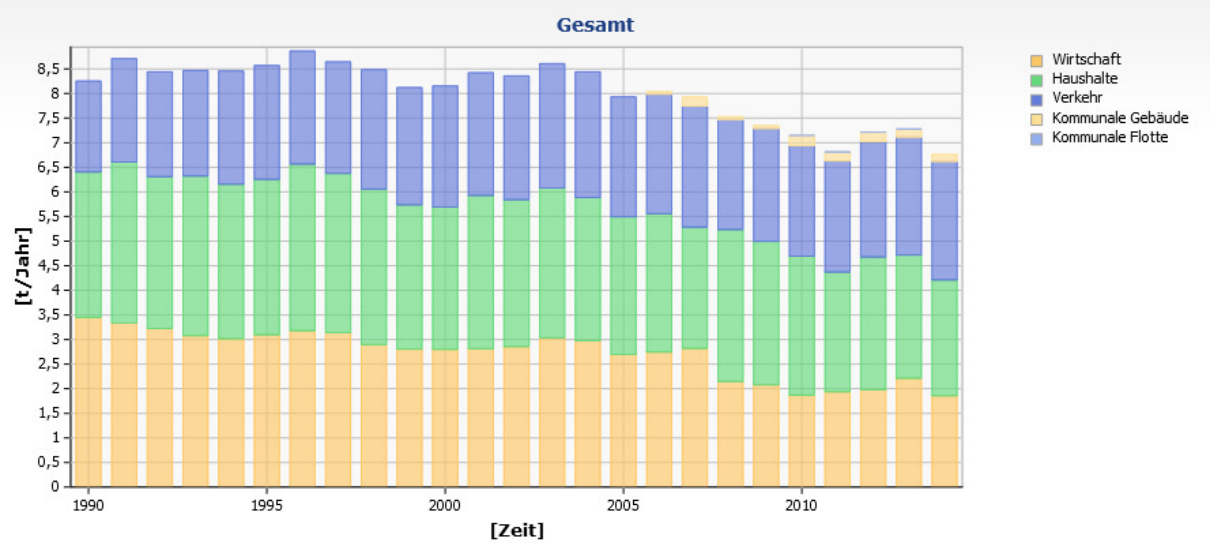


Abbildung 55: CO_2-Emissionen in Sankt Augustin pro Einwohner in Tonnen pro Jahr nach Sektoren

In Bezug auf die zuvor angeführten erkennbaren Entwicklungstendenzen bei den CO_2-Emissionen der Sektoren ist hierbei folgendes festzustellen: Während die pro Kopf-Emissionen im Sektor der Haushalte in den letzten Jahren leicht zurückgehen, legt der Verkehr entsprechend deutlich zu. Im Jahr 2014 liegt, in Bezug auf den CO_2-Ausstoßpro Einwohner, der Verkehr mit 2,4 Tonnen erstmals vor dem der Haushalte mit 2,35 Tonnen. Der Verkehr ist damit für rund 36 % der pro Kopf CO_2-Emissionen in Sankt Augustin verantwortlich (s. Abbildung 56).

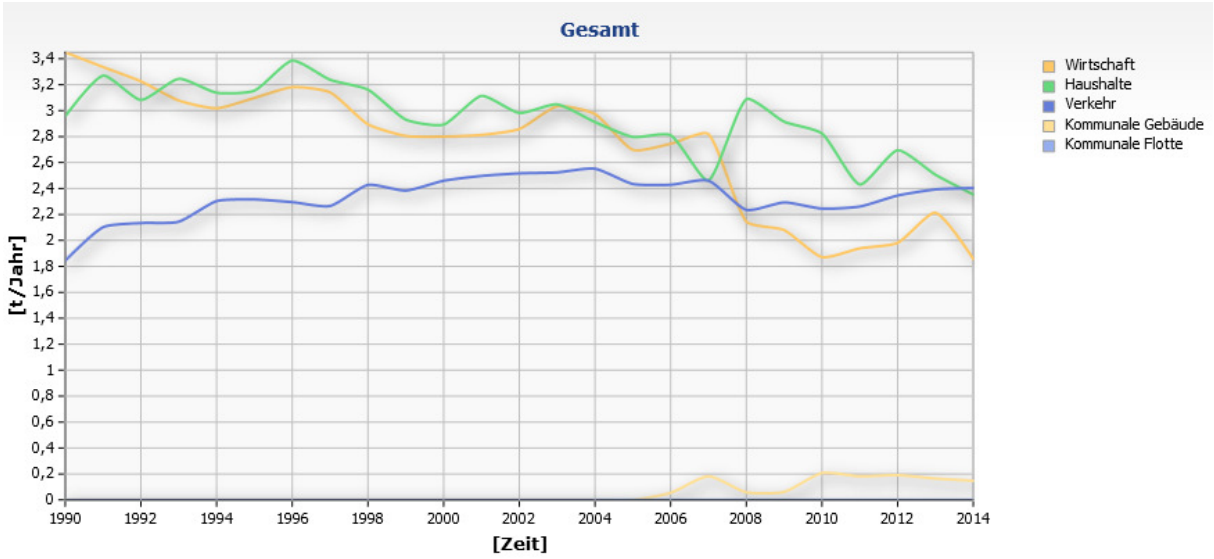


Abbildung 56: Entwicklung der CO_2-Emissionen in Tonnen je Einwohner nach Sektoren in Sankt Augustin

Die Werte der Startbilanz für das Jahr 2015 deuten an, dass der Verkehrssektor den Sektor der Haushalte bei den CO_2-Emissionen auch zukünftig übertreffen wird.

6.4 Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Sektoren und ausgewählten Energieträgern

Nachfolgend wird eine überwiegend grafische Analyse der Sektoren Haushalte, Verkehr und Wirtschaft sowie der bedeutenden Energieträger Strom, Gas, Öl und Treibstoffe vorgenommen. Die CO_2-Emissionen der kommunalen Gebäude sowie Flotte werden unter 6.4.4 separat behandelt.

6.4.1 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Sektor Haushalte

Im Sektor Haushalte haben sich die CO_2-Emissionen seit 1990 um rund 25.000 Tonnen verringert. Maßgebend dafür verantwortlich ist zum einen die fast vollständige Substitution von Braunkohle als Brennstoff als auch ein zum anderen verstärkter Einsatz von Gas bei gleichzeitiger Verringerung des Heizölverbrauchs. Dies zeigt sich auch in den Emissionen pro Einwohner, hier verringerte sich der Wert um gut 20 % auf 2,35 Tonnen pro Jahr gegenüber 2,96 Tonnen in 1990 (s. Abbildung 57).

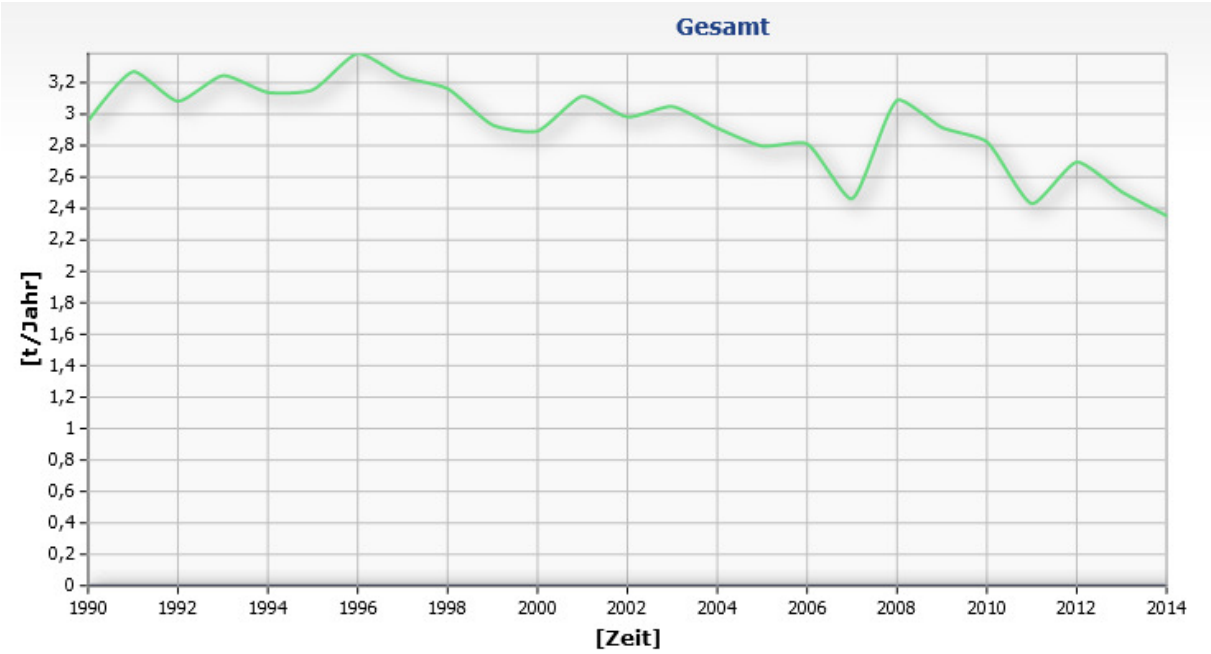


Abbildung 57: Entwicklung der CO_2-Emissionen in Tonnen pro Einwohner im Sektor Haushalte in Sankt Augustin

Im Betrachtungszeitraum der Endbilanz erscheint die Reduktion noch signifikanter, gegenüber 2008 nahmen die CO_2-Emissionen des Haushalts um rund 43 Tsd. Tonnen im Jahr ab, einem Minus von gut 25 %. Allerdings gilt hier zu beachten, dass dies auch durch die relativ milde Witterung des Betrachtungszeitraums begründet sein kann (s. Abbildung 58).

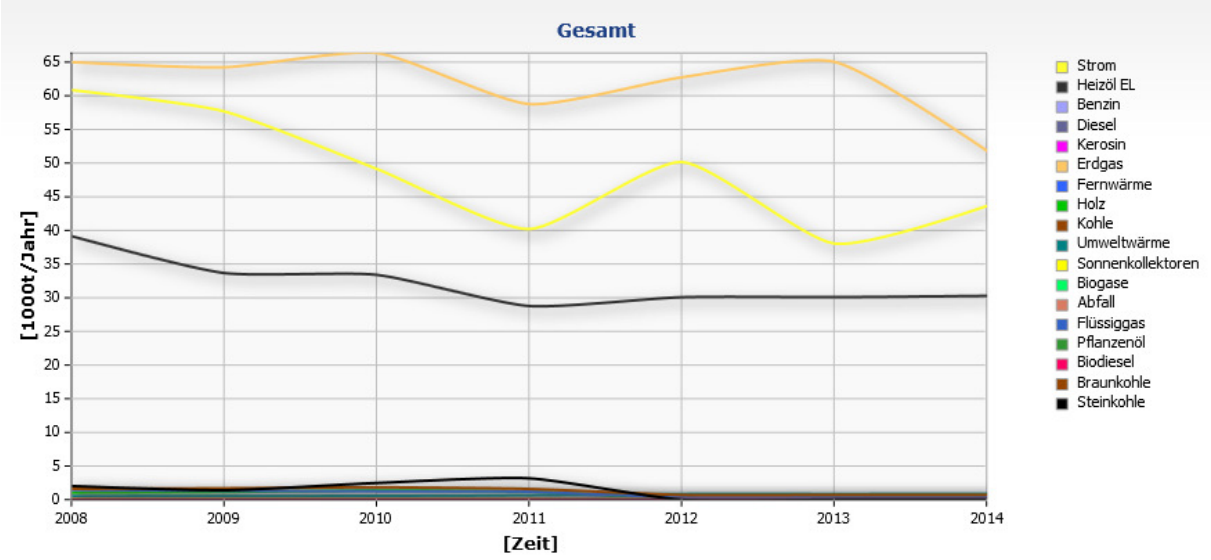


Abbildung 58: CO_2-Emissionen des Sektors Haushalte in Sankt Augustin nach Energieträger in Tsd. Tonnen 2008 bis 2014

Mit Blick auf die Entwicklung nach Energieträgern wird deutlich, dass die Minderungen im Wesentlichen auf Strom und Erdgas zurückzuführen sind. Diese beiden Energieträgerhaben beim Energiekonsum und den CO_2-Emissionen die größte Relevanz und zeigen seit 2008 eine

sinkende Tendenz. Gleiches, jedoch auf geringeren gesamt Niveau, zeigt sich für die Emissionen aus dem Heizölverbrauch.

Im Jahr 2014 lagt der Anteil des Erdgas an den Gesamtemissionen der Haushalte bei über 40 %, Strom bildet mit einem Anteil von knapp 34 % den zweitgrößten Posten. Heizöl liegt mit rund 24 % an dritter Stelle.

6.4.2 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Bereich des Verkehr

Wie in der Gesamtbetrachtung der CO_2-Emissionen schon skizziert, ist der Verkehr von besonderer Bedeutung, dies zeigt die Betrachtung der Emissionen je Einwohner in Abbildung 59.

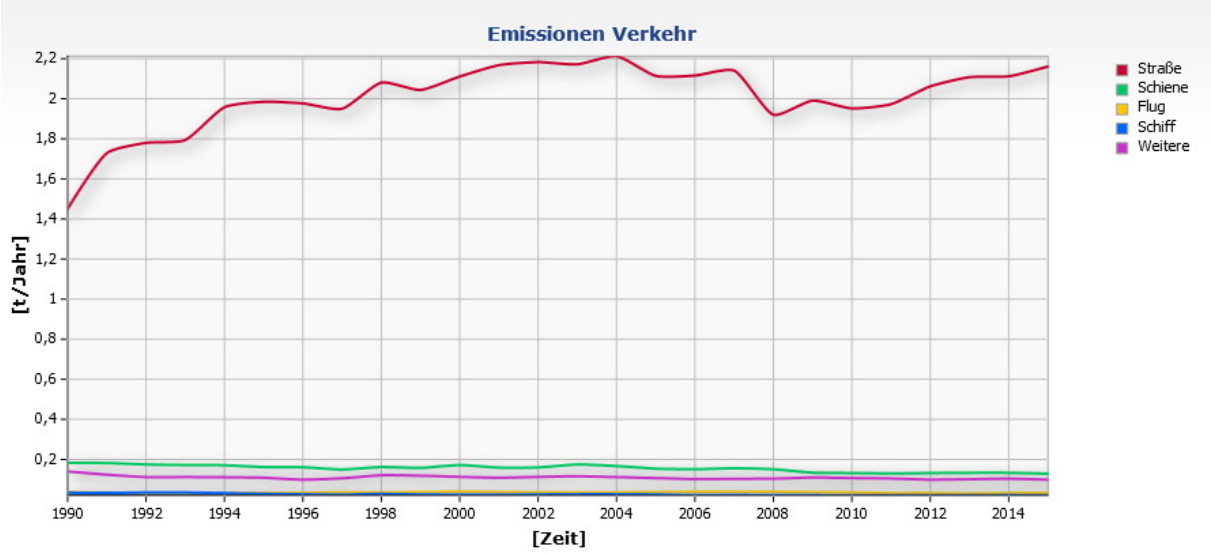


Abbildung 59: CO_2-Emissionen des Verkehrs pro Einwohner in Sankt Augustin nach Verkehrskategorie

Wie zuvor bereits die Energiebilanz zeigt auch die CO2-Bilanz den wesentlichen Anteil des Straßenverkehrs an den Emissionen. Entsprechend den Entwicklungen beim Endenergieverbrauch des Verkehrssektors ist auch in Bezug auf die CO_2-Emissionen im Straßenverkehr, der MIV maßgeblich an der Steigerung der Treibhausgasemissionen beteiligt. Im Jahr 2015 hatten die Personenwagen einen Anteil von 83 % an den Emissionen des Straßenverkehrs (s. Abbildung 60), bezogen auf die Emissionen des gesamten Verkehrssektors betrug der Anteil immer noch über 73 %.

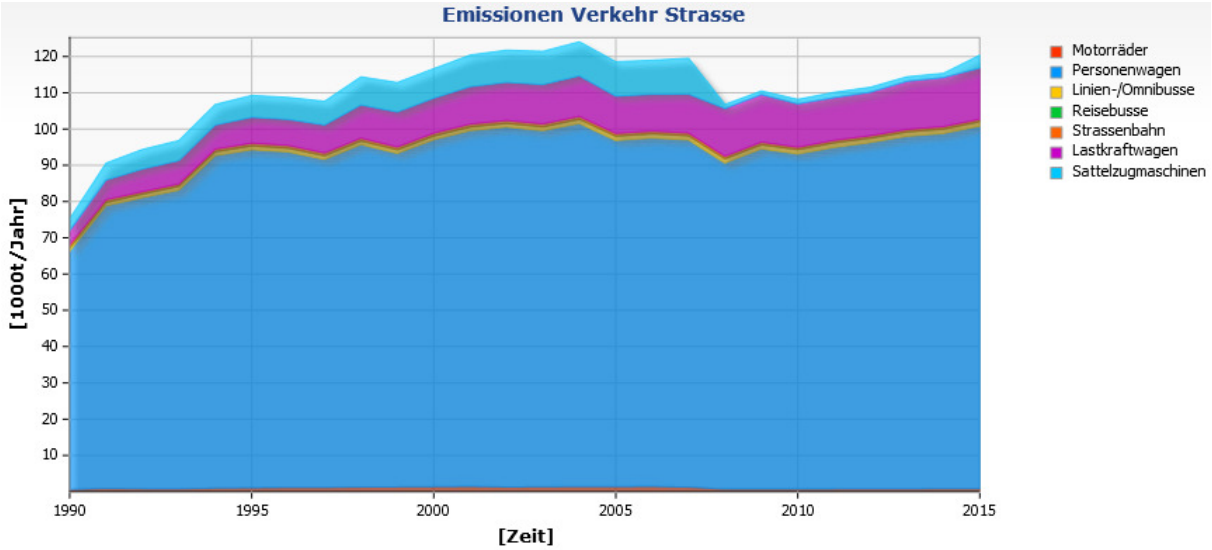


Abbildung 60: Emissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeugkategorie

Das zeigt sich auch mit Blick auf die Emissionen des Verkehrssektors nach eingesetzten Energieträgern. Die vorwiegend im Straßenverkehr bzw. im Personenkraftverkehr eingesetzten Energieträger Diesel und Benzin verursachten im Jahr 2015 zusammen CO2-Emissionen von knapp 129 Tsd. Tonnen.

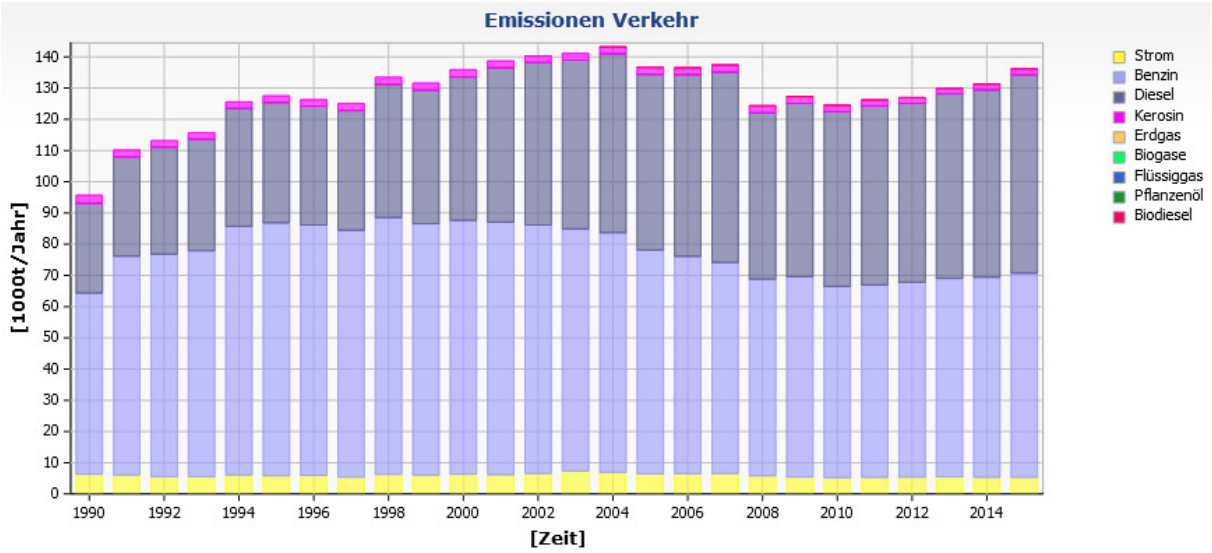


Abbildung 61: CO_2-Emissionen des Sektor Verkehr nach Energieträgern

Mit Blick auf den Zeitraum der Endbilanz von 2008 bis 2015 zeigt sich, dass die verkehrsbedingten Emissionen in Sankt Augustin in den letzten Jahren um etwa 12 Tsd. Tonnen und damit um fast 10 % angestiegen sind (s. Abbildung 61). Dabei lag allein die Steigerung des Kohlendioxidausstoßes des Straßenverkehrs bei knapp 13 % bzw. fast 14 Tsd. Tonnen (s. Abbildung 60).

6.4.3 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft

Der Bereich der Wirtschaft ist für den Energiekonsum und die damit verbundenen CO_2-Emissionen in Sankt Augustin weniger relevant als in anderen Kommunen. Das zeigt sich bereits dadurch, dass in Sankt Augustin kein Unternehmen dem Europäischen Emissionshandel (EU-ETS) unterliegt. Dies sind i.d.R. Unternehmen aus den Branchen Energieumwandlung, Chemieproduktion, Papierproduktion sowie Eisen und Stahlherstellung.

Auch die Analyse des Energieverbrauchs in Sankt Augustin zeigt die verhältnismäßig geringe Bedeutung der Wirtschaft, bzw. dass ihre Bedeutung sich gewandelt und ihr Anteil am Verbrauch insgesamt abgenommen hat.

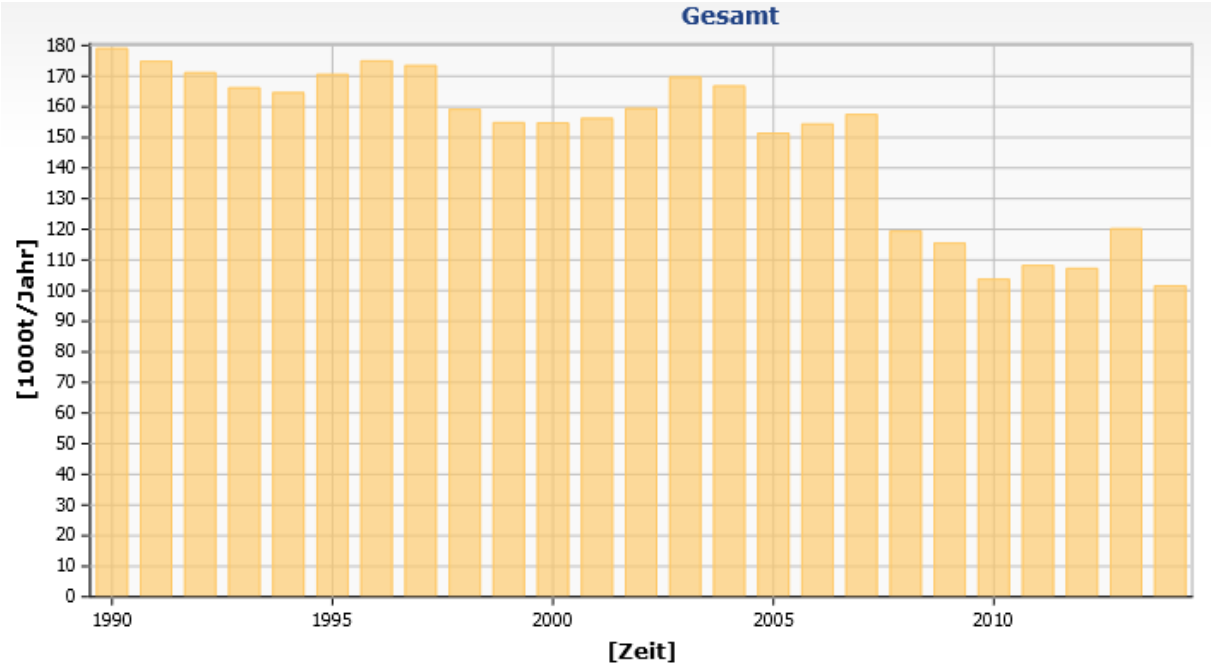


Abbildung 62: CO2-Emissionen des Sektors Wirtschaft in Sankt Augustin von 1990 bis 2014 in Tsd. Tonnen pro Jahr

Bilanziell nahmen die jährlichen CO_2-Emissionen der Wirtschaft seit 1990 um rund 77 Tsd. Tonnen ab, eine Minderung von ca. 43 % (s. Abbildung 62). Dieser Trend zeigt sich auch innerhalb der Endbilanz von 2008 bis 2014. Die Emissionen von rund 102 Tsd. Tonnen der Wirtschaft in 2014 liegen fast 18 Tsd. Tonnen und damit 15 % unter dem Wert in 2008.

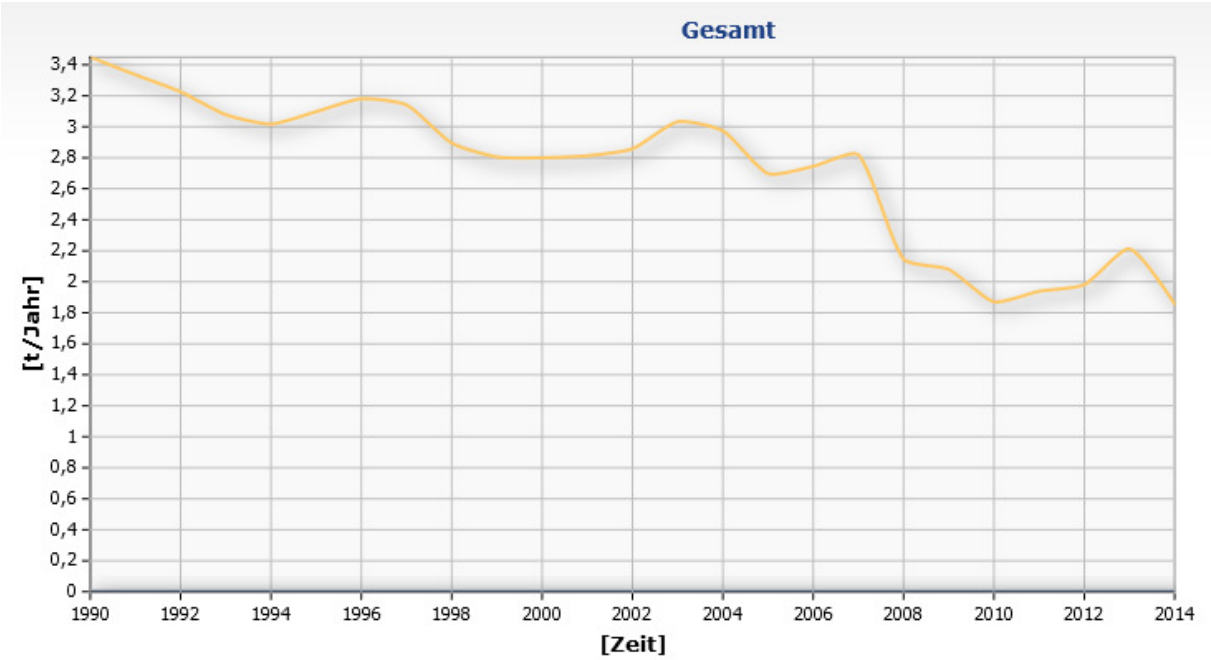


Abbildung 63: Entwicklung der CO_2-Emissionen pro Einwohner in Sankt Augustin im Sektor Wirtschaft

In Bezug zur Einwohnerzahl liegen die CO_2-Emissionen der Wirtschaft in 2014 rund 46 % unter denen des Jahres 1990, gegenüber dem Jahr 2008 lag die Veränderung bei minus 13,5 %.

6.4.4 Entwicklung der CO_2-Emissionen im Bereich der kommunalen Verbraucher

Die CO_2-Emissionen der Kommunalen Verwaltung aus den Bereichen Gebäude sowie Flotte betragen derzeit rund 8 Tausend Tonnen. Hauptenergieträger sind dabei Strom sowie Erdgas. Damit lag der Anteil der Stadtverwaltung an den CO_2-Emissionen in den Jahren 2010 bis 2012 bei etwa 2,5-3 %. Seit 2013 liegt der Anteil an den Emissionen im Stadtgebiet bei etwas über 2 %. Die Anteile an den Treibhausgasemissionen unterscheiden sich damit nicht wesentlich von denen des Endenergieverbrauchs.

Die Bilanzierung der CO_2-Emissionen in Sankt Augustin anhand der Endbilanz erfolgt ab 2008. Ab diesem Jahr waren die ersten konkreten Verbräuche verfügbar. Ab 2010 sind die Daten für den Verbrauch der kommunalen Infrastruktur relativ vollständig. Der Verbrauch der Straßenbeleuchtung liegt detailliert von 2008 bis 2015 vor, ebenso wie die relevanten Energieverbräuche der öffentlichen Gebäude ab 2010. Mit Blick auf das Jahr 2010 reduzierte sich der Treibhausgasausstoß der Verwaltung um gut ein Drittel auf ca. 7.900 Tonnen im Jahr 2015, dies entspricht einer Abnahme von fast 32 %. Deutlich ist die Minderung im Bereich des Stroms. Hier konnten die Emissionen um fast 22 % im Vergleich zu 2010 verringert werden. Dies deckt sich mit den Reduktionen des Endenergieverbrauchs bei Strom und ist unabhängig davon, dass seit 2013 Ökostrom in der Verwaltung zum Einsatz kommt. Dadurch, dass die Bilanz auf Basis des nationalen Strom-Mix erstellt wurde, hat dies keinen Einfluss. Damit wird die doppelte Anrechnung von „Ökostrom“ in der Bilanz verhindert. Die erreichte Reduktion resultiert daher überwiegend aus Einsparungen beim Stromverbrauch, dies wurde

bei der Betrachtung des Energieverbrauchs der kommunalen Verwaltung bereits ausführlich dargestellt. In dem Zusammenhang kann auch festgehalten werden, dass Strom zwar nur ca. ein Drittel Anteil am Energieverbrauch der Stadtverwaltung hat, bilanziell jedoch mehr als die Hälfte ihrer Emissionen verursacht. Dies zeigt auch welche Bedeutung der Bezug von Ökostrom in der Stadtverwaltung als Beitrag zum Klimaschutz hat, obwohl es in der Bilanzierung aufgrund der Methodik nicht berücksichtigt wird und damit keinen direkten Effekt zeigt. Bezogen auf den zu verwendenden deutschen Strom-Mix 2014 beträgt der Anteil des Stromverbrauchs am CO_2-Ausstoß der kommunalen Verwaltung somit knapp 58 %, im Jahr 2015 liegt er bei ca. 55 % (s. Abbildung 64).

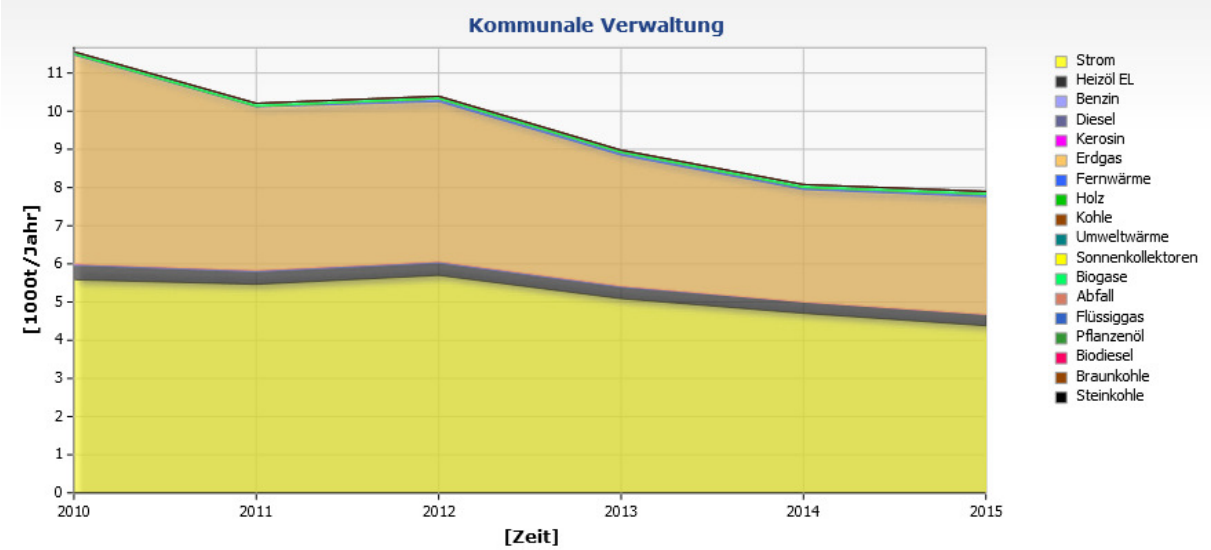


Abbildung 64: CO_2-Emissionen der kommunalen Sankt Augustiner Verwaltung von 2010 bis 2015 in tausend Tonnen pro Jahr

Im Bereich der erdgasbedingten Emissionen konnte ebenfalls eine Verringerung erreicht werden, ebenso deutlich wie beim Strom. Hier haben die Emissionen seit 2010 um ca. 43 % abgenommen, was einem Minus von etwa 2.390 Tonnen entspricht.

Auch Emissionen aus Heizöl konnten reduziert werden, allerdings fällt diese Abnahme aufgrund des relativ unbedeutenden Anteils des Heizöls am Energieträger-Mix der kommunalen Verwaltung weniger ins Gewicht. Hier nahmen die Emissionen von 2010 bis 2015 um 77 Tonnen ab.

Neben Effizienzmaßnahmen bei Beleuchtung und den Gebäuden ist die Reduktion zum Teil auch auf eine Energieträgersubstitution von Heizöl durch Erdgas bzw. Holz zurückzuführen. Ebenso wirkt sich die Substitution von Erdgas durch Klärgas in der ZABA deutlich positiv aus.

Derzeit liegen die Daten für die kommunale Flotte noch nicht vollständig über eine längere Zeitreihe vor, so dass es bezüglich der CO_2-Emissionen in einzelnen Jahren zu Lücken in der Auswertung kommt. Auf eine detaillierte Betrachtung wird an dieser Stelle daher verzichtet.

Die derzeit vorliegenden Daten lassen allerdings vermuten, dass der Anteil der kommunalen Flotte an den Gesamtemissionen der Verwaltung eher unter 10 % beträgt.

6.4.5 Entwicklung CO_2-Emissionen im Bereich Strom

Abbildung 65 zeigt die Entwicklung der CO2-Emissionen aus dem Stromverbrauch in Sankt Augustin. Für den Bereich Strom gibt es zwei bestimmende Verbrauchsgruppen die Wirtschaft und die Haushalte. Die CO_2-Emissionen aus der Stromanwendung aus dem Sektor Verkehr sind demgegenüber nur gering und dabei noch überwiegend im Schienenverkehr verortet.

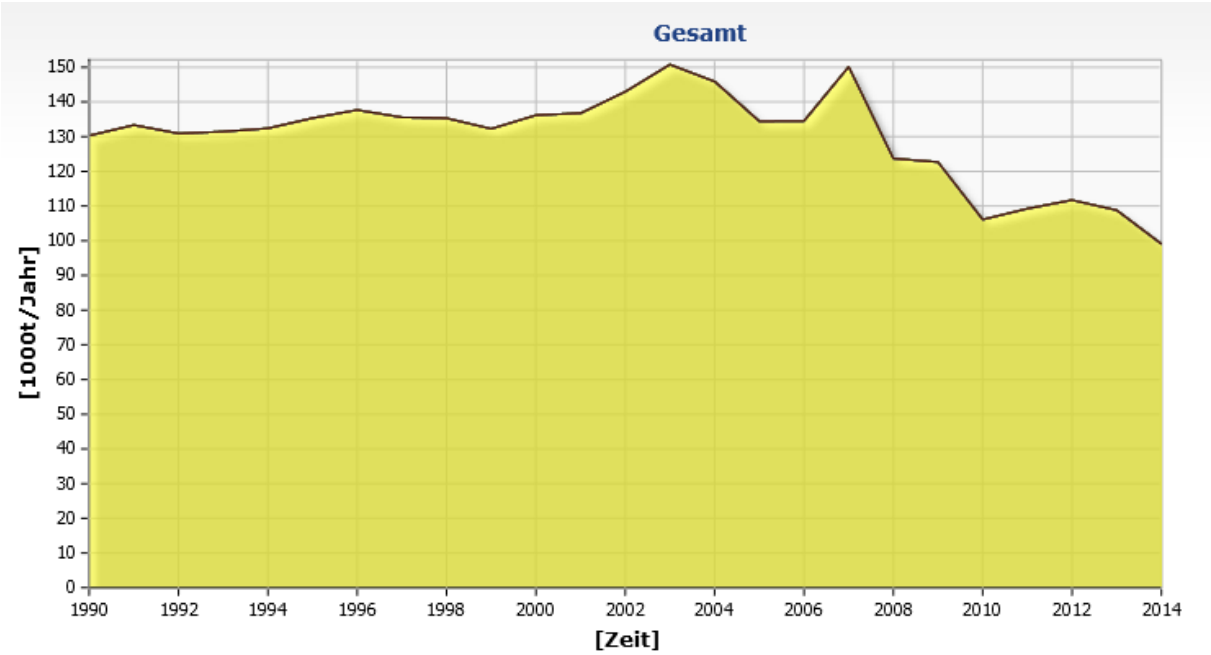


Abbildung 65: Entwicklung der CO_2-Emissionen aus dem Stromverbrauch in Sankt Augustin seit 1990

Bei der Wirtschaft gibt es einen positiven Trend bezüglich der CO_2-Emissionen auch durch eine Senkung des Stromverbrauchs. Hier konnten die Emissionen zwischen 1990 und 2014 um rund 26 Tsd. Tonnen reduziert werden, was in etwa einem Drittel entspricht (s. Abbildung 66).

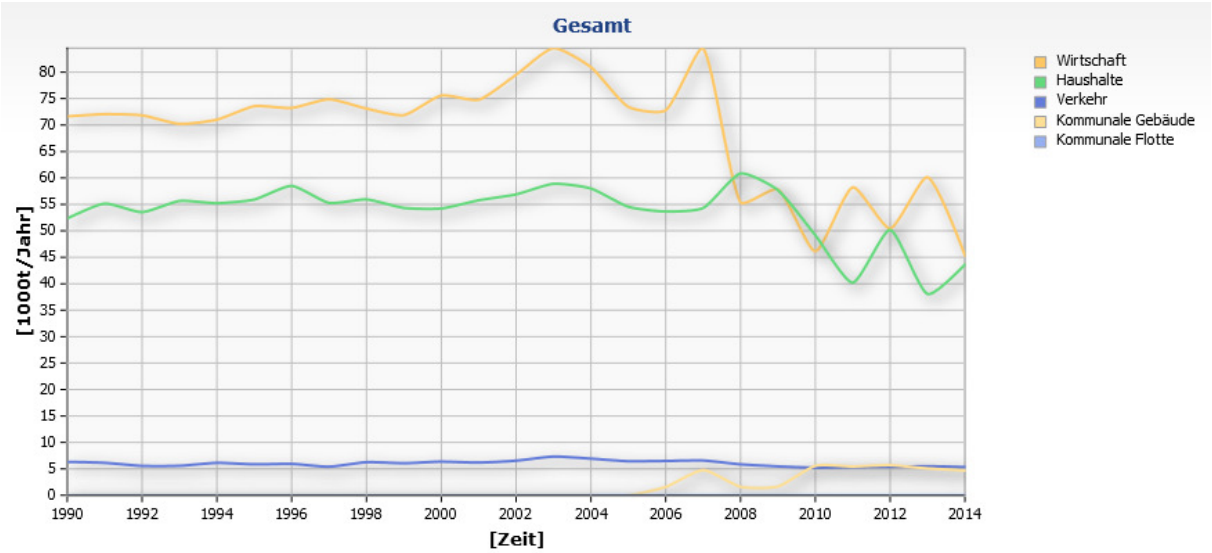


Abbildung 66: CO_2-Emissionen aus dem Stromverbrauch in Sankt Augustin in tausend Tonnen nach Sektoren von 1990 bis 2014

Wenn auch auf insgesamt etwas geringerem Niveau, so zeigt sich diese Abnahme auch im Bereich der Haushalte. Auch hier haben die CO_2-Emissionen durch den Stromverbrauch abgenommen. Hier beträgt die Reduktiongegenüber 1990 knapp 9 Tsd. Tonnen bzw. 17 %.

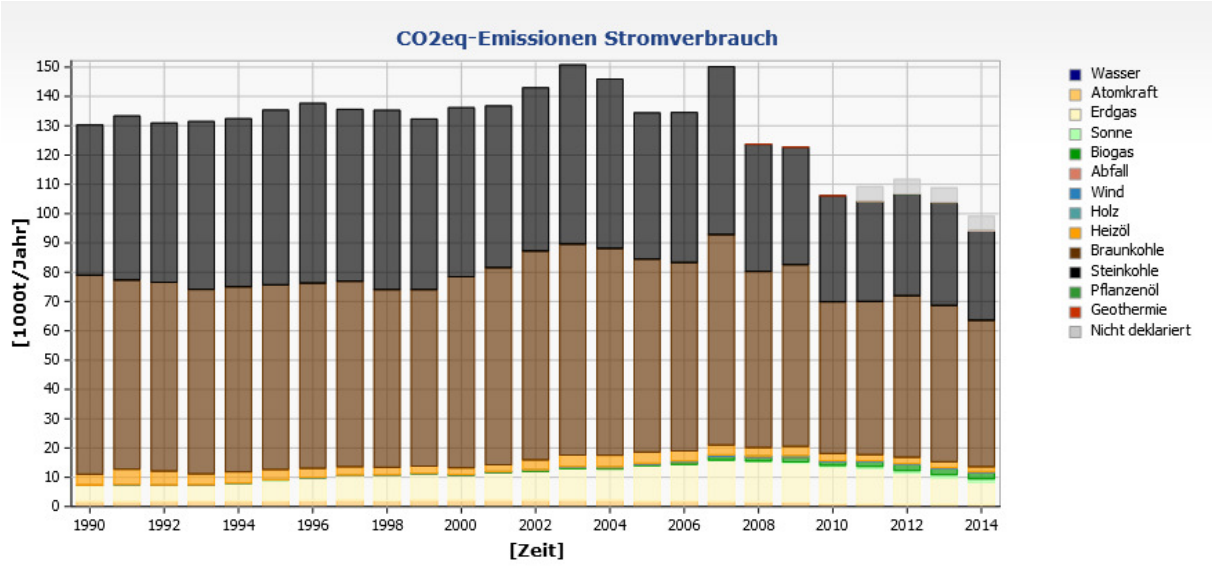


Abbildung 67: Treibhausgas-Emissionen des Stromverbrauchs nach eingesetzten Energieträgern in Sankt Augustin 1990 bis 2014 in Tsd.-Tonnen

Die CO_2-Emissionen durch den Energieträger Strom unterliegen nicht ausschließlich kommunalen Einflüssen, was in der Bereitstellung von Strom begründet liegt. Die Art, wie Strom „produziert“ wird, ist maßgeblich für die damit verbundenen Emissionen, die in Abbildung 67 dargestellt werden. Somit haben die Veränderungen im Deutschen Strom-Mix der vergangenen Jahre Einfluss gehabt. Dies wird deutlich, wenn man die im Strom-Mix verwendeten Stromprodukte betrachtet (s. Abbildung 68).

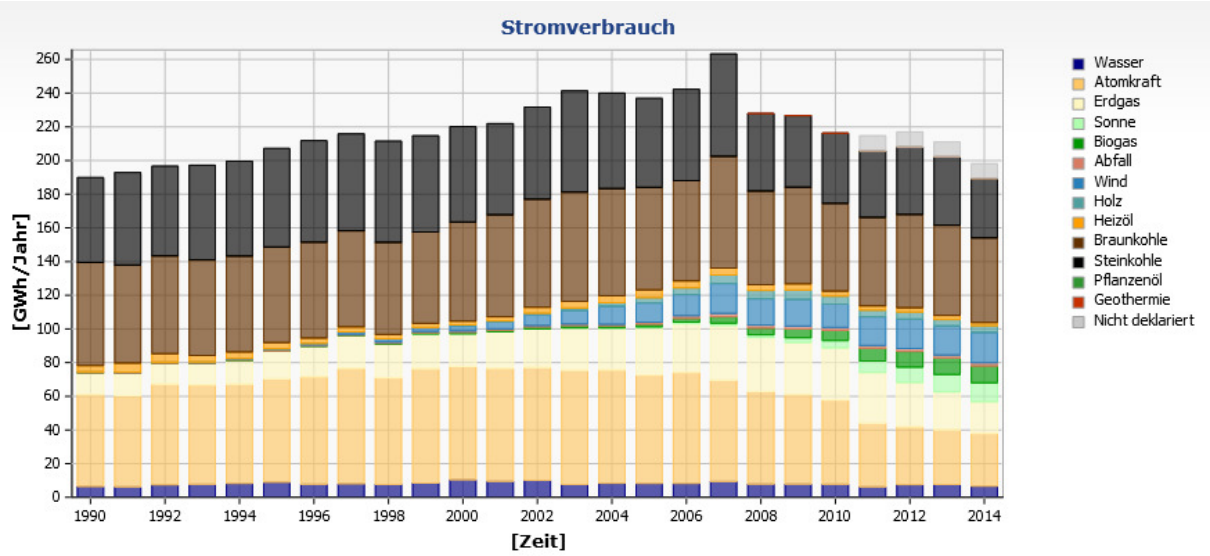


Abbildung 68: Anteile der Stromprodukte am Stromverbrauch (Quelle: ECOSPEED Region)

Die Erneuerbaren Energien konnten ihren Anteil an der Stromerzeugung in den vergangenen Jahren, auch dank dem Erneuerbaren Energien Gesetz, stark ausbauen. Im Jahr 2014 wurden entsprechend des deutschen Strom-Mix bilanziell ca. 25 % des Stromverbrauchs in Sankt Augustin aus den regenerativen Quellen gedeckt. Dadurch, dass bei der Stromerzeugung aus Erneuerbaren kaum Treibhausgasemissionen entstehen, siehe Abbildung 67, führt die Steigerung dieser Erzeuger zu einer entsprechenden Senkung des CO_2-Emissionsfaktors für Strom. 2014 stammten ca. 43 % des verbrauchten Stroms aus Braun- oder Kohlekraftwerken, knapp 16 % wurden in Kernkraftwerken erzeugt.

6.5 Zusammenfassung

Bei den CO2-Emissionen nach Energieträger hat Strom mit knapp 27 % in 2014 den größten Anteil und ist damit für mehr als ein Viertel aller Emissionen in Sankt Augustin verantwortlich. An zweiter Stelle stehen die Emissionen aus Erdgas. Die Emissionen aus dem Kraftstoffverbrauch werden in der Bilanz getrennt ausgewiesen mit einem Anteil von gut 17 % für Benzin und ebenfalls gut 16 % für Diesel. Sie liegen damit als Verursacher an dritter und vierter Stelle. Betrachtet man diese Energieträger jedoch in Summe, da sie letztendlich zum gleichen Zweck, nämlich der Mobilität genutzt werden, dann kommen die Kraftstoffe auf einen Anteil von fast 34 % und damit deutlich über den Emissionen aus Strom bzw. Erdgas. Der Anteil des Heizöls an den Emissionen hat seit den 90er Jahren insgesamt abgenommen, 2014 erreichen sie einen Anteil von weniger als 16 %.

Die Treibhausgasemissionen -Emissionen sind mit Blick auf alle Energieträger seit 1990 um knapp 14 % zurückgegangen. Die stärkste Abnahme ist dabei im Bereich der Wirtschaft zu verzeichnen, ebenso ist im Bereich der Haushalte eine Abnahme zu beobachten. Zusammengenommen sind die Emissionen aus den Bereich Wirtschaft und Haushalte seit 1990% um gut 30 % gesunken. Im gleichen Zeitraum nahmen die Emissionen des Sektor

Verkehrs mit einem Plus von über 37 % gegenüber 1990 hingegen deutlich zu. Dadurch wurden die Reduktionen aus den Bereichen Haushalte und Wirtschaft um (fast) die Hälfte aufgezehrt. Diese Entwicklung zeigt sich auch in den Emissionen pro Kopf, wobei durch die Zunahme der Bevölkerung in Sankt Augustin seit 1990 die Minderung der gesamten Emissionen pro Kopf mit ca. 18 % etwas stärker ausfällt als in der Entwicklung der absoluten CO2-Emissionen.

7 Erneuerbare Energien in Sankt Augustin

7.1 Entwicklung der Erneuerbaren Energien

Die Daten zur Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien in Sankt Augustin liegen ab dem Jahr 2004 vor. Bezogen auf die Zahl der Anlagen hat die Photovoltaik die größte Bedeutung in Sankt Augustin. Dabei zeichnete sich dieser Bereich in den zurückliegenden Jahren auch durch eine starke Dynamik aus. Lag die Zahl der PV-Anlagen 2005 noch bei 47 Anlagen, so hat sich diese Zahl bis 2015 auf 473 verzehnfacht und erreichten insgesamt auf eine installierte Leistung von 5.642 kWp. In 2016 steigerte sich die Zahl und Leistung der PV-Anlagen weiter(s. Abbildung 69). 2016 lieferten 487 Anlagen mit 5.999 kWp Gesamtleistung, einen Ertrag von 5.315 MWh Der Ertrag der PV-Anlagen in Sankt Augustin lag in den letzten Jahren im Mittel bei ca. 900 KWh/kWp.

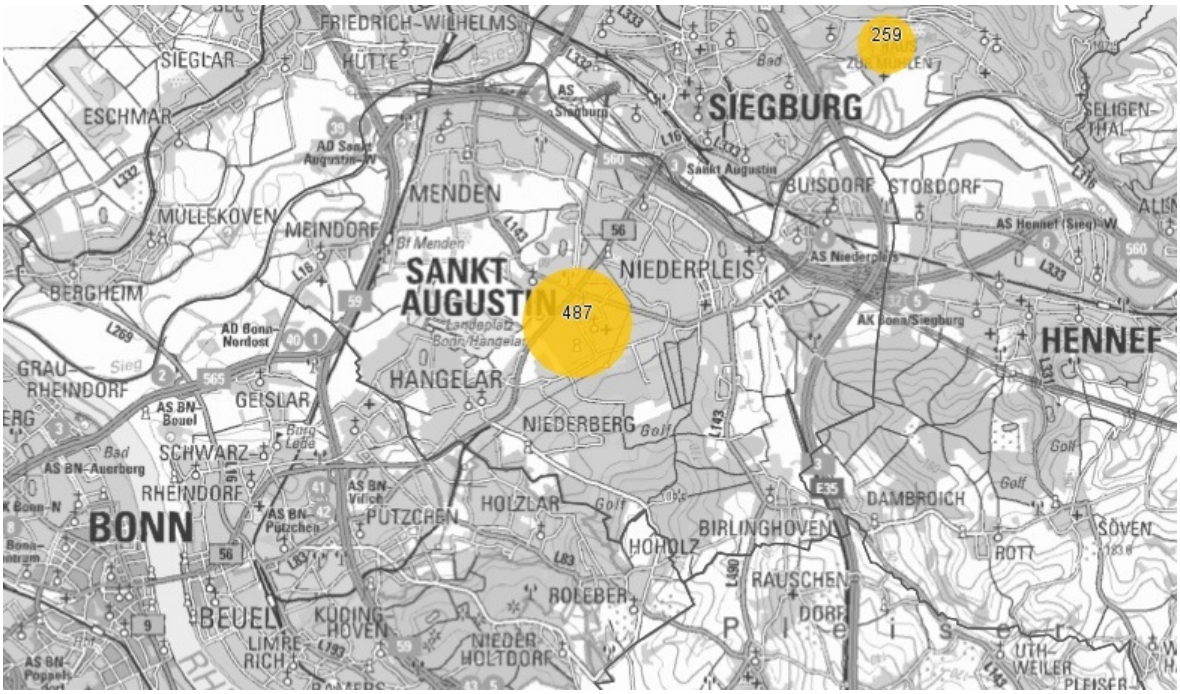


Abbildung 69: Anzahl der Photovoltaikanlagen in Sankt Augustin 2016 (Darstellung EnergieatlasNRW)

Abbildung 70 zeigt die deutliche Steigerung der in das öffentliche Netz eingespeisten solaren Stromproduktion im Zeitraum von 2002 bis 2015.

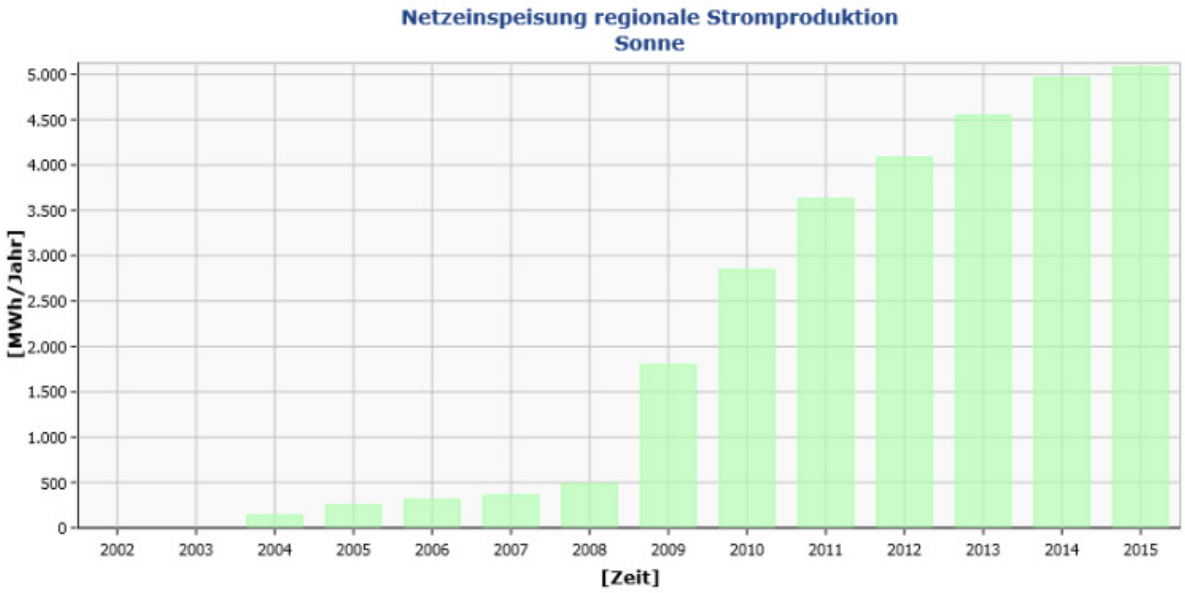


Abbildung 70: Entwicklung der Stromproduktion aus Sonne in Sankt Augustin, 2004-2015

Neben der Photovoltaik spielt auch die Nutzung von Klärgas und Erdgas in der Kraftwärmekopplung (KWK) eine Rolle bei der Stromerzeugung. Dabei ist insbesondere die Nutzung des Klärgases (in ECOSPEED Region unter Biogas) von Bedeutung, da Klärgas im Gegensatz zum Erdgas zu den Erneuerbaren Energien gehört. Durch die Klärgasnutzung in der ZABA kann jährlich ein Strombezug aus dem öffentlichen Netz von rund 3.100 MWh substituiert werden. Gleichzeitig deckt die bei der Verstromung anfallende Abwärme einen Teil des Wärmebedarfs der ZABA.

Zwar zählen mit Erdgas betriebene KWK-Anlagen nicht direkt zu den Erneuerbaren Energien, jedoch sind sie mit Blick auf die Energiewende zur Steigerung der Gesamteffizienz und der Dezentralisierung der Energieerzeugung von Relevanz. Trotz einer im Verhältnis zu den PV-Anlagen deutlich geringeren Anzahl von ca. 20 KWK-Anlagen, konnten KWK-Anlagen in 2014 fast 13,7 GWh Strom in das öffentliche Netz einspeisen und damit deutlich mehr als die PV-Anlagen mit knapp 5 GWh.

In Relation zum Gesamtstromverbrauch konnten PV-Anlagen 2014 einen Anteil von 2,5 % des Bedarfs decken. Zusammen mit Strom aus KWK konnten bilanziell ca. 9,4 % des Bedarfs regional gedeckt werden. Zieht man den KWK-Strom aus der Eigenversorgung der ZABA mittels Klär- und Erdgas hinzu unter Berücksichtigung des dadurch substituierten Stromverbrauchs im Gesamtverbrauch, dann erhöht sich der Anteil weiter. Die theoretische Abdeckung durch lokal erzeugten Strom erreicht in diesem Fall 2014 einen Anteil von fast 11 %.

Beim Wärmeenergieverbrauch deckten regenerative Energieträger hingegen nur gut 2 % des Bedarfs.

7.2 Klimaschutz durch Erneuerbare Energien

Jede Kilowattstunde Strom oder Wärme und jeder gefahrene Kilometer, der auf Erneuerbaren Energien basiert, reduziert ganz direkt den Ausstoß von Treibhausgasen. Denn die Erneuerbaren sind weitgehend CO_2-frei und ersetzen den entsprechenden Anteil von fossilen Brennstoffen.

Rechnerisch konnten mit der erzeugten Energie aus KWK, Klärgas und Sonne in 2014 rund 5.400 Haushalte (4000 kWh/a) in Sankt Augustin versorgt werden. Bezogen auf den deutschen Strom-Mix entspricht dies einer CO_2-Vermeidung von rund 7.200 Tonnen. Hintergründe zur Berechnungsmethodik finden sich im Anhang.

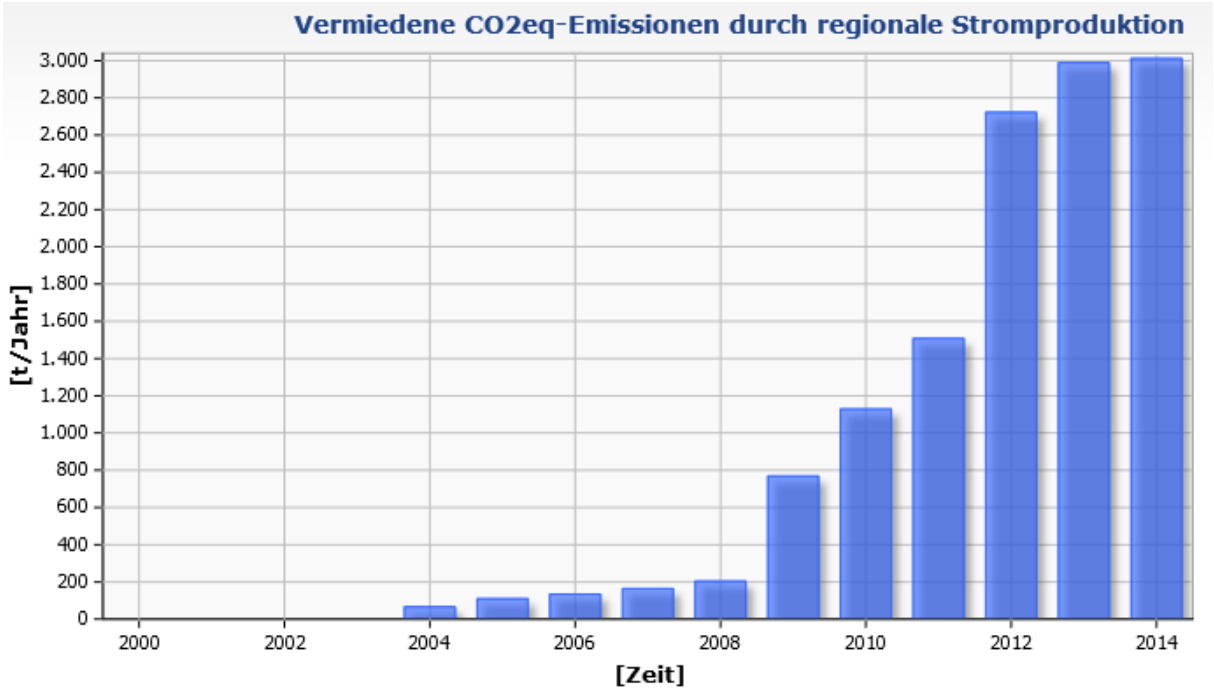


Abbildung 71: Vermiedene CO_2-Emissionen durch regionale Stromproduktion in Sankt Augustin in Tonnen pro Jahr

Abbildung 71 zeigt die vermiedenen CO_2-Emissionen der einspeisenden KWK und PV-Anlagen. Die regionale Stromproduktion, ohne Berücksichtigung des Klärgases, sparte in Summe bis zum Jahr 2014 rund 12.808 Tonnen CO_2 ein und leistet damit ein erheblicher Anteil zum Klimaschutz. Nicht mit eingerechnet sind dabei die vermiedenen CO_2-Emissionen durch den Eigenverbrauch von PV-Strom. Dieser wurde in den vergangenen Jahren aufgrund der Novellierungen im EEG immer bedeutender. Im Rahmen der Untersuchung konnten jedoch lediglich die Erträge der nach EEG-einspeisenden Anlagen erfasst werden. Der Eigenverbrauch von PV-Strom kann sich somit in der Bilanz nur indirekt niederschlagen. Über die Senkung des Strombezugs. Eine Abschätzung des Anteils ist zurzeit nicht möglich.

Bezogen auf Einwohner erfolgt die Darstellung in Abbildung 72.

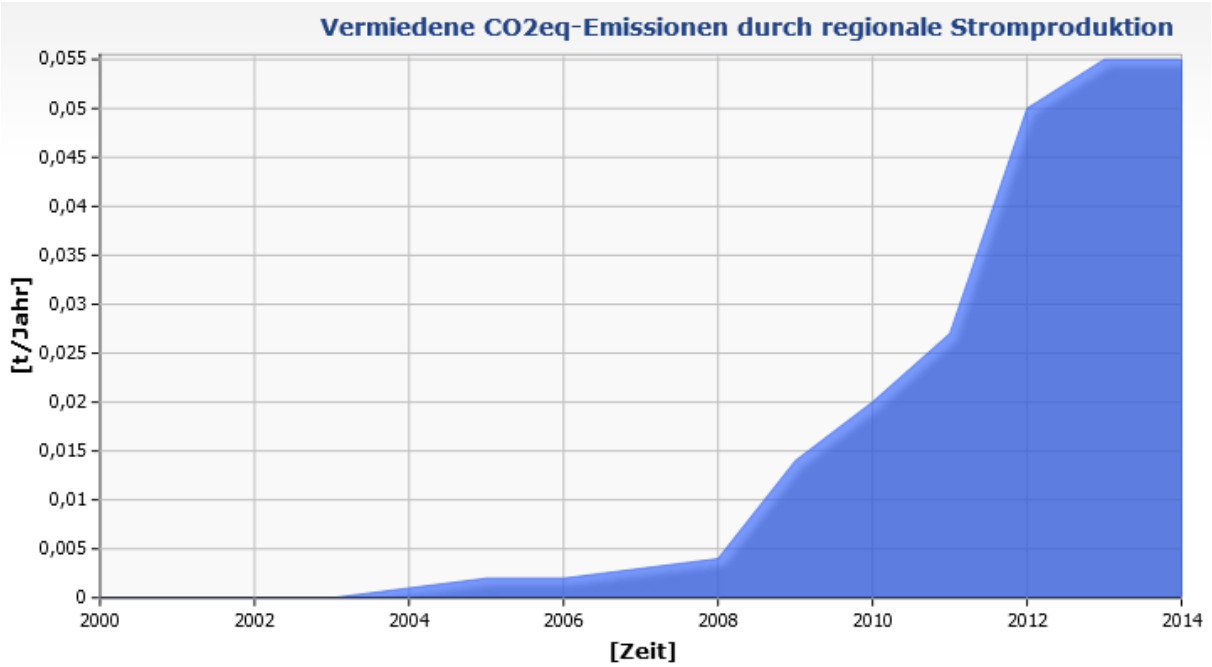


Abbildung 72: Vermiedene CO_2-Emissionen durch regionale Stromproduktion pro Einwohner in Sankt Augustin

Auf eine Ermittlung der vermiedenen CO_2-Emissionen durch regenerative Wärmeenergie wird verzichtet. Die vermiedenen Emissionen sind hier schwerer zu bestimmen, hängen sie im Wesentlichen doch vom substituierten Energieträger ab. Da der Anteil der erneuerbaren Wärme zudem zurzeit noch sehr gering ist, liefert die Detailbetrachtung keinen Mehrwert und unterbleibt vorerst.

7.3 Zusammenfassung

Die Nutzung von Erneuerbaren Energie hat in den vergangenen Jahren in Sankt Augustin kontinuierlich zugenommen, dabei liegt der Schwerpunkt vor allem bei den Solaren Energien. Im kommunalen Bereich kommt der Nutzung von Klärgas über Kraft-Wärmekopplung in der ZABA eine wesentliche Bedeutung zu.
Mit Blick auf den gesamt Energieverbrauch in Sankt Augustin sind jedoch noch deutliche Steigerungen nötig und möglich um spürbare Wirkungen im Bereich der Treibhausgasemissionen zu erzielen.

8 Handlungsfelder und Potenziale

Ausgangsbasis für ein nachhaltig erfolgreiches klimapolitisches Handeln ist die Einsparung von Energie und ihre effiziente Erzeugung, bestenfalls aus regenerativen Quellen. Das gilt sowohl für den Stromverbrauch als auch insbesondere für den Wärmesektor.

Beim Strom ist es insbesondere das Ziel, durch Energieeffizienzmaßnahmen eine Abkoppelung von Wirtschaftswachstum sowie zunehmenden Komfortansprüchen und dem Stromverbrauch zu erreichen. Beim Wärmesektor zielen die übergeordneten energie- und klimapolitischen Ziele auf eine massive Senkung des Endenergieverbrauchs, insbesondere im Gebäudesektor ab. Hierbei wird davon ausgegangen, dass bei der aktuellen Verbrauchsstruktur der Wärmeversorgung die erneuerbaren Energien auch perspektivisch nicht die Rolle spielen können, wie derzeit bereits in der Stromversorgung.

Die Betrachtung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen in den Kapiteln zuvor zeigte jeweils deutlich, dass in Sankt Augustin der Sektor Haushalte neben dem Verkehr mit ihren hohen Anteilen am Energieverbrauch die größten Minderungspotenziale vorhalten.

Die Erstellung zweier energetischer Quartierssanierungskonzepte bildet in Sankt Augustin eine gute Grundlage zur Hebung der Energieeinsparpotenziale im Sektor der privaten Haushalte, lassen sich doch anhand der dort beschrieben Maßnahmen bereits erste Projekte zielgerichtet initiieren. Der Umsetzungsprozess der Konzepte sollte darüber hinaus auch dazu genutzt werden, mit Blick auf das gesamte Stadtgebiet eine Übertragbarkeit herzustellen. Dies gilt verstärkt auch für Angebote der Energieberatung und Umwelt- und Bewusstseinsbildung. Überblick über relevante Maßnahmenbereiche im Gebäudesektor geben die nachfolgenden Abschnitte.

Mit Blick auf kommunale klimapolitische Zielsetzungen sollten zur Bewertung der Potenziale immer auch aktuelle Ergebnisse der Klimaschutzarbeit auf Landes- und Bundesebene herangezogen werden. Während die Ermittlung eines Status Quo für den Energieverbrauch und die CO_2-Emissionen noch relativ einfach zu handhaben ist, wird es bei der Darstellung und Interpretation von Verbrauchsentwicklungen schon schwieriger. Hier müssen mehr Parameter untersucht werden als der reine Verbrauch, demografische Strukturen, regionale Lage und weitere Faktoren nehmen ebenfalls Einfluss. Aus gleichen Gründen wird es auch schwer, wenn es um die Bestimmung von Potenzialen geht. Ähnlich wie beim Verbrauch lässt sich relativ einfach feststellen, welches Potenzial in welchem Bereich schlummert. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom technischen Potenzial. Dieses Potenzial kennt im Prinzip keine begrenzenden Kriterien, sondern gibt wieder, was grundsätzlich verfügbar bzw. möglich ist. Legt man dieses Merkmal an, könnte man beispielsweise sagen, dass der gesamte Wärmeenergiebedarf des Sektors Haushalte eingespart werden kann. (Unter der Annahme, dass der gesamte Gebäudebestand und alle Neubauten als Nullenergiehäuser ausgeführt werden). Technisch ist dies definitiv machbar, zahlreiche Beispiele in Neubau und Sanierung zeigen dies. Bei dieser Betrachtung bleibt der Aspekt Wirtschaftlichkeit jedoch völlig außen vor, ebenso andere begrenzende Kriterien wie etwa Nutzungskonflikte auf

Dachflächen (z.B. Photovoltaik, Solarthermie und Fenster) oder auch im Bereich der energetischen Sanierung. So können beispielsweise Abstandsflächen oder auch Festsetzungen in Bebauungsplänen die Möglichkeiten der energetischen Sanierung einschränken. An dieser Stelle sind auch Baudenkmäler zu nennen. De facto kann die vollkommende Ausreizung technischer Potenziale in der Realität zu unwirtschaftlichen und im schlimmsten Fall sogar zu ökologisch widersinnigen Maßnahmen führen. D.h. dass real verfügbare Potenzial liegt deutlich unter dem technischen und ist durch zahlreiche Parameter begrenzt oder zumindest beeinflusst.

Für die Kommune bedeutet das, dass neben dem Controlling ihrer Klimaschutzarbeit immer auch ein Abgleich mit dem aktuellen Entwicklungsstand in der Klimaschutzarbeit stattfinden muss. Damit kann auf Veränderungen in den globalen Zielvorgaben reagiert werden und, was noch wesentlicher ist, neue Erkenntnisse der Klimaschutz- und Klimawandelforschung können in die kommunale Arbeit einfließen. Mit Blick auf die Potenziale gilt dies besonders für die Entwicklungen im Bereich der Energieeffizienz und der regenerativen Energieerzeugung. Neue Technologien und Weiterentwicklungen in diesem Bereich werden maßgeblichen Einfluss auf die wirtschaftlichen und damit real zu hebenden Potenziale haben.

Nachfolgend werden auf Basis der Quartierssanierungskonzepte und allgemeiner Annahmen Potenziale sowie verschiedene Handlungsfelder und Strategien zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen näher betrachtet.

8.1 Gebäude und Infrastruktur

Aus methodischen Gründen (Daten nicht witterungsbereinigt; vor 2007 nur Startbilanz auf Grundlage bundesweiter Durchschnittsdaten) kann aus der vorliegenden Energie- und CO_2-Bilanz noch keine eindeutige Aussage zur Entwicklung des Wärmeverbrauch getroffen werden. Es lassen sich zwar gewisse Trends erkennen, aufgrund des bisher relativen Betrachtungszeitraums erscheint es jedoch wenig zielführend diese zur Grundlage mittel- bis langfristiger Hochrechnungen zu machen. Hierzu ist es notwendig, vertiefende Untersuchungen vorzunehmen, die über das Maß einer allgemeinen Bearbeitung hinausgehen und somit nicht vorgenommen werden konnten. Mit der nächsten Fortschreibung der CO2-Bilanz wird dies jedoch wahrscheinlich möglich werden, da dann eine längerfristige Datengrundlage zur Verfügung steht. Alle im nachfolgenden getroffen Annahmen stützen sich daher bis auf weiteres, auf den allgemeinen Kenntnisstand und die Ergebnisse örtlicher Untersuchungen. Sofern möglich wurden qualitative Annahmen quantitativ untermauert. Dies gilt insbesondere für konkrete Untersuchungsergebnisse.

Im Folgenden werden die diversen Potenziale aufgezeigt und falls möglich, quantitativ abgeschätzt. Sind aus diesen Ergebnissen bereits konkrete Maßnahmenfelder zur Erschließung dieser Potenziale ableitbar, dann werden diese ebenfalls benannt. Ist dies nicht möglich, dann sollen entsprechende Empfehlungen für vertiefende Untersuchungen gegeben werden. Dabei richtet sich die Betrachtung im Schwerpunkt auf die

Gebäudeinfrastruktur. Bei den Haushalten ist sie maßgeblich für den Energieverbrauch verantwortlich und auch in der Wirtschaft und bei den kommunalen Verbrauchern sind Gebäude von besonderer Relevanz mit Blick auf Energieverbrauch und -kosten.

Die Betrachtung der Potenziale im Bereich der Mobilität erfolgt gesondert in Kapitel 8.5.

8.1.1 Beschreibung und Abschätzung der Energieeinsparpotenziale im Bereich Wohngebäude

Für den Wohngebäudebereich ist dabei die Altersstruktur der Bestandsgebäude eine entscheidende Grundlage. Die Deutschen Energieagentur (Dena) definiert dabei in ihrer „Sanierungsstudie“ (2016) folgende fünf Baualtersklassen und orientiert sich dabei an der deutschen Gebäudetypologie.

- vor 1948: Jahrhundertwende und Weimarer Republik
- 1949 bis 1957: Gründung der Bundesrepublik, Nachkriegszeit und Wiederaufbau
- 1958 bis 1968: wirtschaftlicher Aufschwung
- 1969 bis 1978: erste Ergänzungen der DIN 4108 um energetische Mindestanforderungen
- 1979 bis 1983: erste Ölkrise und Wirksamwerden der 1. und 2. WärmeSchutzVerordnung

Diese Aufteilung macht dabei bereit deutlich, welche Bedeutung diese Unterscheidung hat. In den Zeiten des wirtschaftlichen Aufschwungs, in denen es besonders wichtig war schnell und günstig Wohnraum bereitzustellen, griffen noch keine staatlichen Vorgaben zur Energieeffizienz. Erst ab den 1970er Jahren gab es die ersten Bemühungen zur Begrenzung des Energieverbrauchs, stärker wurden diese dann mit den Ölkrisen in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts.

Die folgende Abbildung 73 zeigt die Aufteilung der Wohnungen in Sankt Augustin nach Altersklassen.

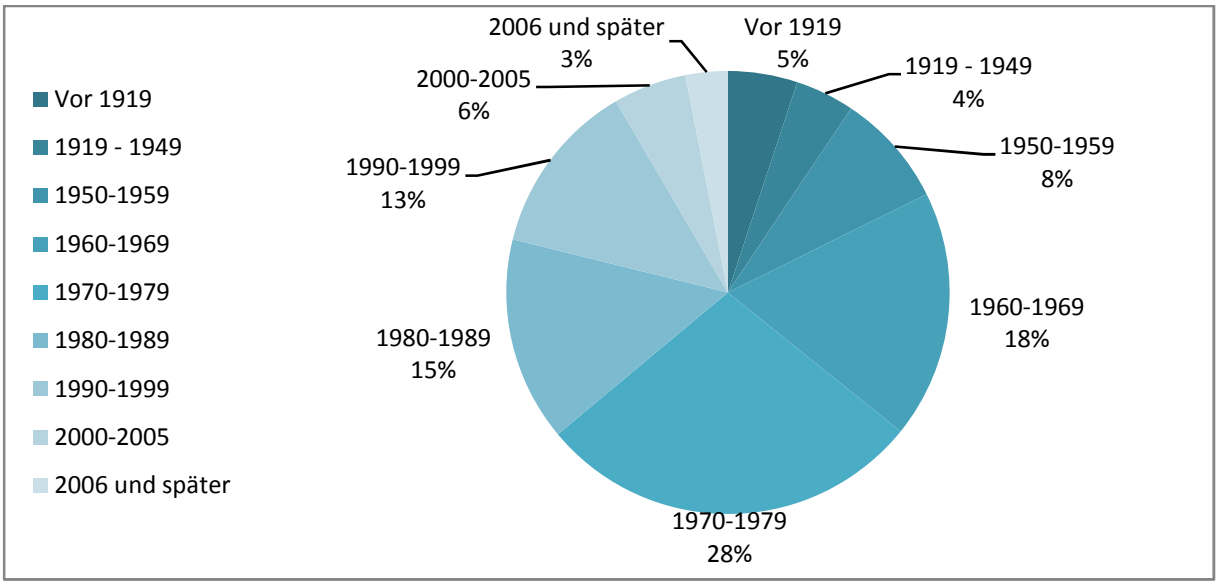


Abbildung 73: Aufteilung der Wohnungen in Sankt Augustin nach Altersklassen

Daraus wird deutlich, dass 64 % der Wohnungen vor dem Jahr 1979 entstanden sind, ca. ein Drittel der Wohnungen entstand sogar vor 1969. Damit sind diese Wohnungen, zumindest im unsanierten Urzustand, weit entfernt von aktuellen energetischen Standards.

In Sankt Augustin kommt noch ein weiterer Effekt zum Tragen, wenn es darum geht den Energieverbrauch des Wohngebäudebestandes einer differenzierten Betrachtung zu unterziehen. Neben dem Alter eines Gebäudes und dem Effizienzstandard ist auch die Gebäudeart maßgeblich für den Energieverbrauch. Bezogen auf die Wohnfläche liegt der Wärmeenergieverbrauch eines Einfamilienhauses deutlich über dem eines Mehrfamilienhaus, besonders wenn es sich bei dem Einfamilienhaus noch um ein freistehendes Gebäude handelt. Ausgehend von den Daten des Zensus verfügen ca. drei Viertel der Wohngebäude in Sankt Augustin über lediglich eine Wohnung. Gerade einmal 12 % der Wohngebäude verfügen über drei und mehr Wohnungen. Damit befinden sich ca. 55 % aller Wohnungen, entsprechend ca. 14.000, in Sankt Augustin in Gebäuden mit maximal zwei Wohnungen. Auf ca. 1.725 Gebäude mit drei und mehr Wohnungen entfallen wiederum knapp 11.600 Wohnungen.

Gebäude die vor 1980 gebaut wurden, tragen überproportional zum Endenergieverbrauch für Wärmezwecke bei, dies gilt verstärkt für freistehende Einfamilienhäuser, aber auch Doppelhaushälften und Reihenhäuser mit maximal zwei Wohnungen welche in der Regel zumeist in privatem Eigentum liegen. Für diese Gebäudegruppe stehen andererseits vielfach ohnehin Sanierungstätigkeiten zum Bestands- und Werterhalt an, an die sinnvollerweise auch energetische Sanierungsmaßnahmen gekoppelt werden können.

Vor diesem Hintergrund ließ die Stadtverwaltung im Jahr 2015 energetische Quartierssanierungskonzepte erstellen. Diese Konzepte nahmen dabei zwei für Sankt Augustin exemplarische Wohnquartiere in den Fokus. Stellvertretend für den Mehrfamilienhausbestand wurde eine Wohnsiedlung der GWG Rhein-Sieg untersucht. Sie

bildet den typischen Mietwohnungsbau der Wachstumsjahre ab. Dabei war interessant, dass aufgrund der Mietersituation besondere Restriktionen bezüglich der zu erwartenden Mietkostensteigerungen bestehen. Der Anspruch der Mieter bzw. des gemeinnützig agierenden Eigentümers auf wirtschaftliche und nachhaltige Maßnahmen waren dabei stets Maß der Dinge.

Setzt man die Baualtersstruktur der untersuchten Gebiete ins Verhältnis zur Verteilung der Wohnungen auf die Baualtersklassen (s. Abbildung 73), dann wurden in den Quartieren Gebäudestrukturen untersucht die stellvertretend für die Baualtersklassen von 2/3 des Wohnungsbestands in Sankt Augustin stehen.

Der Bestand an Einfamilienhäusern sowie Doppelhaushälften und Reihenhäusern ist in Sankt Augustin sehr heterogen. So gibt es zwar Bereich in den die Siedlungen innerhalb kürzester Zeit entwickelt wurden und somit die Baustrukturen an sich zwar ein relativ homogenes Bild zeichnen. Mit Blick auf das gesamte Stadtgebiet, mit seinen zum Teil alten Ortskernen mit einem Bestand an Wohngebäuden unterschiedlichster Altersklassen, fällt es jedoch schwer, eine „typische“ Siedlung zu definieren, die einen Gebäudebestand vornehmlich mit privaten Einfamilienhäusern beschreibt. In seiner Vielfältigkeit kam das Quartier „Im Spichelsfeld“ dem Anspruch an Repräsentativität noch am nächsten. Dieses Wohngebiet, welches Teile der in den 1960er Jahren entwickelten Blumensiedlung und der nachfolgend, vorwiegend aus Reihenhäuser, entstandenen Siedlung „Im Spichelsfeld“ umfasst, bildet in seiner Heterogenität ein breites Spektrum ab. Dies gilt sowohl für die Gebäudeformen mit freistehenden Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften und Reihenhäusern, als auch für die Besonderheiten verschiedener Baualtersklassen hinsichtlich Architektur, Baustoffen und haustechnischen Anlagen.

Im Gegensatz zu den Besonderheiten des Mietwohnungsbaus im Allgemeinen und dem mietpreisgebundenen im Speziellen, ist auch die Eigentümerstruktur in dem Quartier „Im Spichelsfeld“ eine vollkommen andere. Die Bewohner sind hier überwiegend auch Eigentümer, der Blick auf die Immobilie und auf die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen erfolgt hier unter anderen Sichtweisen. Das bedeutet auch, dass es für eine Kommune noch schwieriger ist Einfluss auf Entwicklungen im Gebäudebestand zu nehmen. Diese Herausforderung greift das Konzept auf, in dem es zum Einen anhand exemplarischer Beispiele nachvollziehbar für die Bewohner konkrete Einsparmaßnahmen aufzeigt. Und weil es zum anderen auch den fortlaufenden Prozess der Eigenmotivation beschreibt. Nur durch langfristige in eigener Initiative in einem Quartier fortgeführt Sanierungsprozesse, können sämtliche Potenziale zur Effizienzsteigerung, bei gleichzeitiger Nutzung wirtschaftlicher Synergien, gehoben werden.

Abbildung 74 und Abbildung 75 zeigen die Energieeinsparpotenziale welche für die untersuchten Quartiere in den energetischen Quartierssanierungskonzepten ermittelt worden sind. Bei den dargestellten Einsparpotenzialen handelt es sich um die Potenziale des Maximal-Szenarios. Hierbei liegt die Annahme zugrunde, dass der gesamte Gebäudebestand

bis 2040 sukzessive auf Niedrigenergiehausniveau saniert wird, die Sanierungsquote läge somit bei ca. 4 % pro Jahr. Zur Einordnung: Die von der Bundesregierung angestrebte Sanierungsrate zu erreichen der klimapolitischen Ziele liegt bei 2 % des Gebäudebestandes pro Jahr, die tatsächliche energetische Sanierungsquote liegt in Deutschland derzeit bei knapp. 1 %.

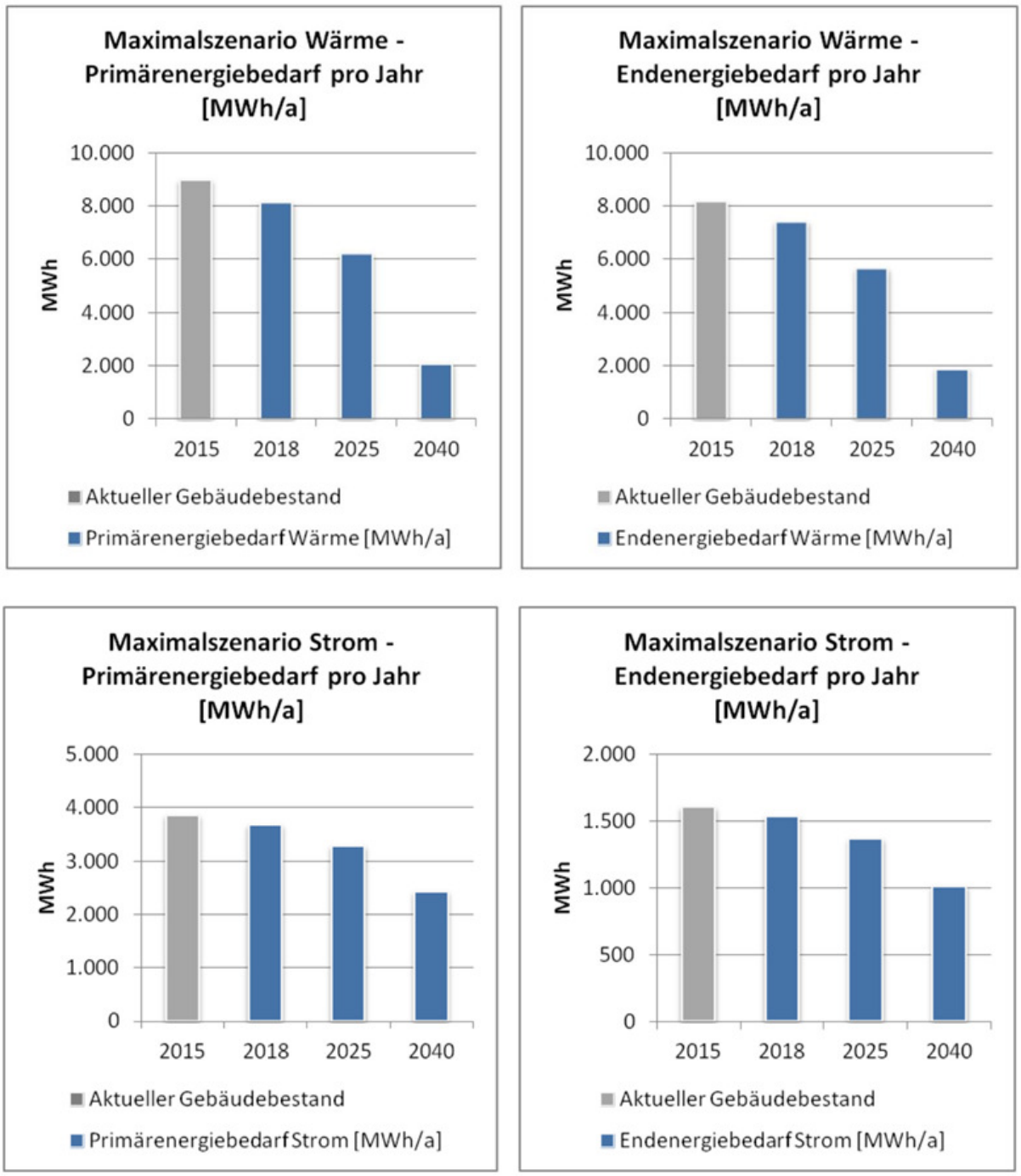


Abbildung 74: Einsparpotenziale für den Wärme- und Strombedarf im Maximalszenario „Im Spichelsfeld“

Es zeigt sich dabei, dass insbesondere im Wohneigentum hohe Einsparpotenziale liegen. Der Energiebedarf für Wärme kann im Wohngebiet „Im Spichelsfeld“ auf weniger als ein Viertel des Ausgangswerts gesenkt werden. Der Strombedarf kann um gut ein Drittel reduziert

werden. In der „Berliner Siedlung“ stellen sich die Potenziale ähnlich dar, allerdings mit Blick auf den Wärmebedarf etwas geringer als „Im Spichelsfeld“, wobei auch hier rund 70 % des Wärmenergieverbrauchs eingespart werden können. Die Stromeinsparpotenziale liegen im Gegensatz dazu höher. Insgesamt ergeben sich keine großen Unterschiede.

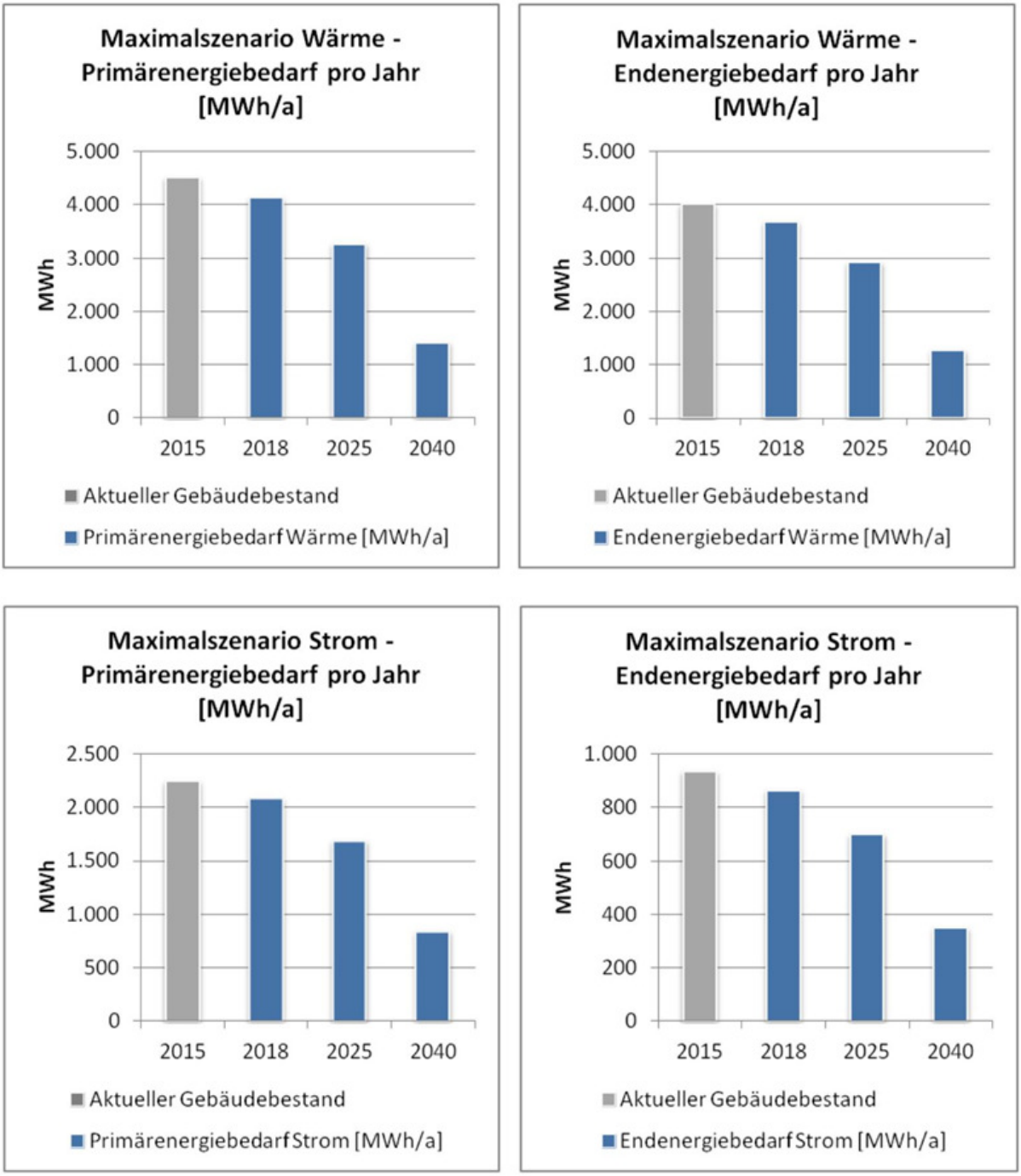


Abbildung 75: Einsparpotenziale für den Wärme- und Strombedarf im Maximalszenario „Berliner Siedlung“

Die energetischen Quartierassanierungskonzepte zeigen auf, dass in der energetischen Sanierung des Wohngebäudebestandes erhebliche Potenziale zur Einsparung von Energie und damit zur Senkung der Treibhausgasemissionen liegen.

Zu diesen Ergebnissen kommen auch zahlreiche andere Studien die sich in den vergangenen Jahren mit den Energieeinsparpotenzialen im Gebäudebestand auseinander gesetzt haben. Untersuchungen der Dena anhand geförderter Sanierungsmaßnahmen zeigen deutlich die Wirksamkeit derartiger Investitionen unabhängig der Wohn- oder Gebäudeform.

8.1.2 Einsparpotenziale Wärme

Die in den Konzepten untersuchten Quartiere stehen in Sankt Augustin stellvertretend für fast 70 % des Gebäudebestandes. Setzt man dies in Relation zum Energieverbrauch des Sektors Haushalte wird deutlich welches Potenzial durch entsprechende Maßnahmen gehoben werden können.

Werden die Ergebnisse der Quartiersanierungskonzepte, unter der Annahme dass im Schnitt mit einer Sanierung der Wärmebedarf um ca. 70 % gesenkt werden kann, auf das gesamte Stadtgebiet übertragen, dann resultiert daraus ein Einsparpotenzial für den Wärme-Energieverbrauch der Haushalte. Basierend auf den derzeitigen Erdgas- und Heizölverbrauch des Sektors Haushalte von ca. 318 GWh in 2014 könnten so der Verbrauch auf ca. 95 GWh im Jahr 2040 gesenkt werden. Mit Blick auf die CO2-Emissionen bedeutet dies eine Reduktion von rund 82.000 Tonnen im Jahr 2014 auf ca. 24.600 Tonnen im Jahr 2040. Mit einem sinkenden Wärmebedarf steigen auch die Möglichkeiten den verbleibenden Wärmebedarf durch regenerative Energiequellen zu decken. Durch die gleichzeitige Substitution des Erdgases bzw. Heizöls durch regenerativ erzeugte Wärme, können die CO2-Emissionen noch weiter gesenkt werden.

Im Rahmen des Begleitforschungsprojekts zur Förderinitiative Energie-Effiziente Stadt (EnEff:Stadt) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, wurden strukturelle und energetische Kennwerte von Stadträumen ermittelt. Die Betrachtungen richten sich dabei nach typischen Stadträumen, ausgehend von dörflich geprägten Bauformen alter Ortskernen und EFH-Siedlungen, über verschiedene Formen der MFH bis hin zu hochverdichteten Siedlungen in Zentrumsbereichen von Großstädten.

Mit Blick auf die in Sankt Augustin anzutreffenden Stadtraumtypen, untermauert die Untersuchung die auf den Ergebnissen der Quartierssanierungskonzepte vorgenommen Abschätzungen zum Sanierungspotenzial.

8.1.3 Einsparpotenzial Strom

Bei den Stromeinsparpotenzialen zeigen Abbildung 74 und Abbildung 75 ebenfalls relativ große Potenziale. Dabei steht der Stromverbrauch in der Regel in einem stärkeren Verhältnis zum Konsum- bzw. Nutzerverhalten als der Wärmebedarf, bei dem zumeist die thermische

Qualität des Gebäudes ausschlaggebend ist. Grundsätzlich ermitteln die Konzepte für den Stromverbrauch im Vergleich zum Wärmeenergieverbrauch jedoch geringere Potenziale.

Das Maximal-Szenario zeigt auf, dass der Endenergiebedarf für Strom bis zum Jahr 2040 auf ein bis zwei Drittel des heutigen Bedarfs reduziert werden kann. Legt man eine grundsätzliche Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das Potenzial im gesamten Stadtgebiet zugrunde, dann ergibt sich hieraus ein beachtliches Potenzial für den Klimaschutz.

Die in den Konzepten untersuchten Quartiere stehen stellvertretend für fast 70 % des Gebäudebestandes in Sankt Augustin. Bezogen auf den Energieverbrauch des Sektors Haushalte erfolgt eine Übertragung der Ergebnisse unter der Annahme dass der Stromverbrauch im Schnitt um ca. 40 % gesenkt werden kann. Auf das gesamte Stadtgebiet ergibt sich damit im Sektor Haushalte ein Stromeinsparpotenzial bezogen auf den Endenergieverbrauch von ca. 35 GWh bzw. einer Abnahme des Verbrauchs von 87 GWh pro Jahr in 2014 auf ca. 52 GWh pro Jahr im Jahr 2040.

Mit Blick auf die CO2-Emissionen bedeutet dies eine Reduktion von ca. 43.600 Tonnen im Jahr 2014 auf knapp 26.200 Tonnen im Jahr 2040. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass insbesondere bei den CO2-Emissionen in der Stromproduktion noch erhebliche Minderungspotenziale durch den steigenden Einsatz regenerativer Energieträger schlummern. Besonders im Bereich der Gebäude bzw. Haushalte kann Strom schon heute auf Gebäudeebene erzeugt werden, bilanziell werden dadurch sogar Plusenergiehäuser möglich, die mehr elektrische Energie aus regenerativen Quellen, beispielsweise der Sonne, erzeugen als sie selbst verbrauchen. Die ist z.B. mit Blick auf einen klimaschonenden Ausbau der Elektromobilität von großer Bedeutung.

Es muss jedoch auch erwähnt werden, dass insbesondere eine Mehrausstattung an Geräten und neue Stromanwendungen das nutzbare Potenzial zur Stromeinsparung in den privaten Haushalten unter Umständen wiederum deutlich verringern kann.

8.2 Strategien zur CO_2-Reduktion durch Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor

Dieses Handlungsfeld umfasst Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz. Im Gebäudebereich betrifft dies im Wesentlichen den Heizwärmeenergieverbrauch. Mit Blick auf den Energieverbrauch der NWG und dort im Speziellen auf den Sektor des Handels- und Dienstleistungsgewerbes sowie kommunaler Einrichtungen, kann jedoch auch der Stromverbrauch eine hohe Relevanz haben.

Die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz können grundsätzlich in diese vier Maßnahmenbereiche unterteilt werden:

- Dämmmaßnahmen
- Heizungsmodernisierungen und -erneuerungen
- Stromsparmaßnahmen

- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Ziel dieser Maßnahmen ist es, Energie effizienter einzusetzen bzw. den Einsatz von Energie zu vermeiden und dadurch denCO_2-Ausstoß nachhaltig zu senken. Bei der Kraft-Wärme-Kopplung beispielsweise mit Erdgas werden Strom und Wärme durch einen höheren Gesamtwirkungsgrad insgesamt CO_2-ärmer produziert.

8.2.1 Dämmmaßnahmen

Dämmmaßnahmen werden ständig am Gebäudebestand durchgeführt. Sie sind Stand der Technik. Der Wärmedurchgang eines Bauteils lässt sich hierdurch auf rund 1/10 des Ausgangswert senken. Auch die Fenstertechnologien haben sich im Laufe der letzten Jahrzehnte erheblich verbessert. Die Fenster-U-Werte lassen sich von Einfachverglasung mit einem U-Wert von ca. 5,2 W/(m²*K) auf 0,6 W/(m²*K) mit einer 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und gedämmten Fensterrahmen reduzieren. Auch gegenüber einfachen 2-fach verglasten Fenstern, kann der Wärmeverlust mit modernen Wärmeschutzfenstern auf ein Viertel reduziert werden.

Allerdings haben Bauteile in der Regel eine Lebensdauer von 30-50 Jahren, was einer Sanierungsquote ≥2 % entspricht. Effekte durch Effizienzsteigerungen an Bauteilen der Gebäudehülle, im Rahmen der ohnehin erforderlichen Instandhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen, kommen somit eher langfristig zum Tragen. Legt man für die Sanierungsquote den derzeitigen Bundesdurchschnitt von ca. 1 % des Bestandes pro Jahr zugrunde, dann dauert es noch Jahrzehnte bis der technische Fortschritt der vergangenen Jahre im Gebäudesektor umfassend Anwendung findet und somit zu Energieeinsparungen führt.

Anreizprogramme können zur Beschleunigung der Erschließung der Potenziale hilfreich sein. Die energetischen Sanierungsprogramme der Bundesregierung über die Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW zielen auf das Heben dieser Potenziale ab.

Das Potenzial derartiger Maßnahmen wurde zuvor anhand der Betrachtungen der Quartierssanierungskonzepte bereits dargelegt.

8.2.2 Heizungserneuerung

Im Bereich der Heizungsanlagen gab es in den letzten Jahrzehnten ebenfalls zahlreiche Entwicklungen. Die Technologien für konventionelle Energieträger entwickelten sich weiter, neue Technologien, wie etwa die Brennstoffzelle, kamen an den Markt und das „gute alte“ Holz hat mit optimierten Anlagen wieder Einzug in die Haushalte bzw. die Gebäudeheiztechnik gefunden.

Der Jahresnutzungsgrad, der das Verhältnis der mit dem Brennstoff eingesetzten Energiemenge zur nutzbaren Wärmeenergiemenge im Verlauf eines Jahres angibt, liegt für ältere Anlagen aus den 1980er Jahren durchaus noch bei 70 %, während moderne Brennwert-Anlagen einen Wert von 95 % erreichen.

Liegt der Wirkungsgrad eines offenen Kamins oder eines einfachen Kaminofens bei gerade einmal 20-50 %, so kommen moderne Holzheizungen auf über 90 %. Elektrische Wärmepumpen erreichen, bei optimaler Einstellung, sogar Werte von rund 300 %, da sie in großem Umfang Umweltwärme nutzen (siehe auch Kap. 8.4.5, oberflächennahe Geothermie).

Heizungsanlagen haben eine Lebensdauer von rund 25 Jahren, Effizienzmaßnahmen lassen sich folglich in der Regel mittel- bis langfristig realisieren. In der Regel können die Maßnahmen Wärmedämmung und Heizungserneuerung im Gebäudebestand sinnvoll miteinander kombiniert werden. In diesen Fällen können zumeist auch regenerative Energiequellen, z.B. Solarthermische Anlagen gut in den Bestand eingebracht werden, etwa bei einer gleichzeitigen Dachsanierung. Allerdings wirkt sich in diesem Kontext die aktuell in Deutschland zu geringe Sanierungsquote negativ aus.

8.2.2.1 Potenziale der Kombination von Dämmmaßnahmen und Modernisierung der Heizwärmeerzeugung

Ca. 11.170 Gebäude mit Wohnraum in Sankt Augustin wurden vor 1990 gebaut. Übertragt man den aktuellen Trend in Deutschland auf Sankt Augustin und schreibt ihn fort (durchschnittliche jährliche Sanierungsrate ca. 1 % der Bestandsgebäude), dann werden bis 2025 ca. 780 dieser Bestandgebäude einer Sanierung unterzogen. Bis 2040 wären knapp 2.500 Bestandsgebäude energetisch saniert.

Derzeit werden jährlich ca. 320 GWh (Erdgas und Heizöl) für Wärmeerzeugung in Haushalten verwendet, vereinfacht bedeutet dies einen Verbrauch von ca. 22,5 MWh pro Gebäude. Die energetische Sanierung eines Gebäudes nach EnEV-Standard ermöglicht i.d.R. problemlos eine Verbrauchsminderung um ca. zwei Drittel des ursprünglichen Bedarfs. Dies entspricht bei einem Durchschnittlichen Verbrauch pro Gebäude einem Einsparpotenzial von ca. 15 MWh.

Daraus ergibt sich bei einer Sanierungsrate von 1 % der Bestandsgebäude mit Baujahr vor 1990 ein bis 2025 eine Einsparung von ca. 11.700 MWh im Jahr, gegenüber dem aktuellen Verbrauch entspricht dies einer Minderung von rund 3,7 %. Bis 2040 würde der Verbrauch entsprechend um ca. 36.960 MWh abnehmen, entsprechend einer Abnahme von 11,6 %. Diese Einschätzung spiegelt ein Trendszenario wieder unter der Annahme, dass in Zukunft keine besonderen Maßnahmen zur Steigerung der Sanierungstätigkeit im Gebäudebestand ergriffen werden.

Demgegenüber ließe sich mit einer ambitionierten Steigerung der Sanierungsrate auf ca. 4,5 %, bis zum Jahr 2040 der gesamte Gebäudebestand der Baujahre vor 1990 energetisch sanieren. Unter den zu vor beschriebenen, vereinfachten und eher vorsichtig getroffenen Annahmen zum Minderungspotenzial, könnte so der Wärmeenergieverbrauch im Jahr 2014 um ca. 168.000 MWh unter dem heutigen Stand liegen. Dies entspricht einer Minderung von fast 53 %.

Die technischen Potenziale liegen dabei deutlich höher, wenn man berücksichtigt, dass auch im Gebäude Bestand Sanierungen auf Passivhaus bzw. Null-Energiehaus-Niveau möglich sind und auch in Gebäude mit Baujahr nach 1990 durchaus noch Energieeinsparpotenziale gehoben werden können.

Zur Vereinfachung wird bei dieser Betrachtung grundsätzlich von einer gleichbleibenden Bevölkerungszahl ausgegangen.

8.2.3 Stromsparmaßnahmen

Stromsparmaßnahmen lassen sich je nach Lebensdauer der Geräte kurz- bis mittelfristig anlässlich einer Geräteerneuerung umsetzen, angefangen bei dem Austausch einer Glühlampe mit der Lebensdauer von 1–2 Jahren bis hin zu einer Waschmaschine mit einer Lebensdauer von bis zu 15 Jahren. Im Allgemeinen kann festgestellt werden, dass sich der höhere Anschaffungspreis für elektrische Verbraucher mit hoher Energieeffizienz im Laufe der Lebensdauer amortisiert. Dies gilt besonders für die permanenten Verbraucher im Haushalt wie beispielsweise Kühl- und Gefriergeräte. Aber auch EDV- und Unterhaltungselektronik wird in Zeiten der Digitalisierung mehr und mehr permanenter Begleiter im Alltag und damit zu einem immer relevanteren Verbraucher. Auch werden, auch im Zuge des demografischen Wandels, in Zukunft vermehrt Assistenzsysteme Einzug in die privaten Haushalte finden. Mit Blick auf diese Entwicklung ist dabei nicht nur der Energieverbrauch von Bedeutung, sondern auch eine mögliche Vulnerabilität in Folge des Klimawandels. Eine Einschätzung ist an dieser Stelle schwer vorzunehmen da technische und gesellschaftliche Entwicklungen und das zukünftige Konsumverhalten kaum vorhersagbar sind. Ebenso können gesetzliche und normative Vorgaben Einfluss auf die Entwicklung haben. Eine Einschätzung des technischen und wirtschaftlichen Potenzials soll daher vorerst unterbleiben.

Da die Stadt keinen unmittelbaren Einfluss auf das Stromverbrauchsverhalten seiner Bürgerinnen und Bürger hat, kann hier die Förderung unabhängiger Beratungsangeboten von Verbänden und Initiativen sinnvoll sein. Klassisches Beispiel ist die Kooperation mit der Verbraucherzentrale, oder karitativer Projekte wie beispielsweise der Strom-Spar-Check gegen die Energiearmut. Dies kann dazu beitragen durch Verhaltensänderungen aber auch durch gezielte Investitionen in energiesparende bzw. –effiziente Geräte den Stromverbrauch in den Haushalten zu verringern.

Ohne die Ergreifung entsprechende Maßnahmen muss derzeit davon ausgegangen werden, dass es in Zukunft nur geringe weitere Einsparungen durch Verhaltensänderung gibt. Werden zusätzliche Maßnahmen ergriffen, kann zusätzlich zu den technischen Maßnahmen durch Verhaltensänderung, als vorsichtige Schätzung eine Stromeinsparung von ca. 5 % als mittelfristig erreichbar angenommen werden. Ließe sich durch Verhaltensänderung der Stromverbrauch in den Haushalten bis 2025 um 5 % verringern, dann hätte dies eine Einsparung von ca. 4.360 MWh im Jahr gegenüber dem aktuellen Stromverbrauch zur Folge. Könnte der Trend in dieser Form bis 2040 fortgeschrieben werden, dann läge der

Stromverbrauch der Haushalte in 2040 um ca. 12.440 MWh unter dem heutigen Stand, eine Reduktion von gut 14 %.

Zur Vereinfachung wird bei dieser Betrachtung grundsätzlich von einer gleichbleibenden Bevölkerungszahl ausgegangen.

8.2.4 Kraft-Wärme-Kopplung

Unter Kraft-Wärme-Kopplung versteht man in der Regel die gleichzeitige Produktion von Wärme und Strom über einen z.B. mit Erdgasbetriebenen Verbrennungsmotor, der einen Generator antreibt. Die Abwärme des Motors kann als Heizwärmegenutzt werden. Die Kraft-Wärme-Kopplung führt zu einem 5 bis 10 % höheren Energieverbrauch, da das Gas nur zu 90 bis 95 % in Strom und Wärme umgesetzt werden kann. Dafür entstehen bei der Stromproduktion nur die gasspezifischen CO_2-Emissionen, die deutlich niedriger sind als die der konventionellen Stromproduktion in Großkraftwerken. Generell sind größere Verbraucher mit durchgängigem Wärmeverbrauch über das ganze Jahr für die Kraft-Wärme-Kopplung am besten geeignet. Beispiele sind größere Mehrfamilienhäuser im Neubau- oder dem Wohngebäudebestand, Schul- und Sportzentren, insbesondere solche mit Schwimmbädern, sowie größere Gewerbe- und Industriebetriebe.

Für Einfamilienhäuser werden erste Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen angeboten, die zum Teil mit Stirlingmotoren arbeiten. Auch die Brennstoffzellentechnologie befindet sich auf dem Weg zur Marktreife. Da diese Anlagen ohne Förderung i.d.R. aktuell wirtschaftlich noch nicht konkurrenzfähig sind und noch keine ausreichenden Erfahrungen mit der Praxisanwendung vorliegen, sollte vorerst der Schwerpunkt noch auf bewährte Technologien in größeren Objekten gelegt werden.

Allerdings ist davon auszugehen, dass das Entwicklungstempo im Bereich der Gebäudetechnik und damit auch der technische Fortschritt hoch bleiben. Die Entwicklungen sollten daher weiter im Auge behalten werden. Beispielsweise geraten derzeit Brennstoffzellen vermehrt in den Fokus und erleben einen Markthochlauf. Hierzu wird die Brennstoffzellen-Technik momentan auch verstärkt gefördert und kann für einzelne Objekte auch heute schon unter wirtschaftlichen Aspekten interessant sein.

Die aktuelle Nutzung der KWK wurde im Kapitel 7 „Erneuerbare Energien in Sankt Augustin“ dargestellt.

8.3 Gewerbe und kommunale Liegenschaften

Für den Wärmebedarf im Gebäudebestand des Handels- und Dienstleistungsgewerbes kann von Einsparpotenzialen in einer Größenordnung ähnlich dem Wohngebäudebereich ausgegangen werden, wobei die Sanierungszyklen bei gewerblich genutzten Gebäuden häufig kürzer ausfallen als im Wohngebäudebestand.

Bei der Energieproduktivität bzw. -effizienz in Industrie und Gewerbe werden nach Aussage des Umweltbericht NRW 2016 die aktuellen Trends (bei gleichzeitigem Wirtschaftswachstum) fortgeschrieben. Das bedeutet, dass der Stromverbrauch in diesem Sektor in Zukunft wahrscheinlich sinkt. Der Trend zum sinkenden Stromverbrauch des Sektors Wirtschaft in Sankt Augustin würde damit in den kommenden Jahren fortsetzen.

Eine Einschätzung über konkrete Einsparpotenziale unterbleibt an dieser Stelle vorerst. Zum einen weil die bisherige Datenlage eine angemessene Abschätzung schwierig macht zum anderen, weil die Verbrauchstruktur in Sankt Augustin aufgezeigt hat, dass bezüglich der Prioritätensetzung die Sektoren Haushalte und Verkehr aktuelle von größerer Bedeutung sind.

Mit Blick auf die kommunalen Liegenschaften wurden Einsparpotenziale ermittelt und bereits in politischen Gremien vorgestellt. Tabelle 3 fast diese Ergebnisse zusammen.

Mit Blick auf die Gesamtemissionen in Sankt Augustin ist der direkte Effekt der Maßnahmen auf die CO2-Emissionen jedoch gering, da sie gerade einmal zu einer Minderung von weniger als 0,3 % führen würden. Allerdings darf der Effekt der Vorbildfunktion bzw. der Multiplikator-Effekt nicht unterschätzt werden.

Tabelle 3: CO2-Einsparpotenziale in kommunalen Liegenschaften

Maßnahme	**CO2-Einsparung in Tonnen / Jahr**
Geringinvestive Maßnahmen	175
Zukünftig notwendige Maßnahmen	361
Änderung des Nutzerverhaltens	379

8.3.1 Zusammenfassung der CO_2-Reduktion durch Steigerung der Energieeffizienz

Zur Qualifizierung der Einsparung durch Steigerung der Energieeffizienz wurden bundesweite Studien (z.B. des Umweltbundesamt) sowie eigene Berechnungen für die Entwicklung des Energieverbrauchs ausgewertet und soweit möglich auf die einzelnen Sektoren in Sankt Augustin übertragen. Das Reduktionspotenzial im Gebäudebestand wurde aus eigenen lokalen Untersuchungen auf die Stadt Sankt Augustin übertragen. Die Einsparpotenziale beim Stromverbrauch wurden aus den bundesweiten Studien pauschal auf Sankt Augustin umgelegt, ohne dass die Auswirkung einzelner Maßnahmenoptionen, die in den Studien beschrieben werden, konkret für Sankt Augustin quantifiziert werden können. Es handelt sich dabei i. d. R. um Maßnahmenbündel, die sowohl Energieeffizienz als auch Verhaltensmaßnahmen beinhalten.

Grundlage der Berechnungen im Sektor Haushalte ist der Wohngebäudebestand. Dieser wurde anhand statistischer Daten auf die üblichen Baualtersklassen sowie Ein- und Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäuser aufgegliedert und unter 8.1.1 beschrieben.

Danach sind ca. 88 % der Wohnungen in Gebäuden mit ein oder zwei Wohnungen, sprich in der Regel Ein- oder Zweifamilienhäuser, und nur ca.12 % sind kleine und große Mehrfamilienhäuser. Rund 7 % der Wohnungen befinden sich in Gebäuden die aus der Vorkriegszeitstammen, rund 57 % in Gebäuden aus der Nachkriegszeit ohne nennenswerte Ansprüche an den baulichen Wärmeschutz, worin ein großes Potenzial besteht. Nur rund ein Drittel der Wohnungen befinden sich in Gebäuden die mit Wärmschutz und/ oder Energieanforderungen entstanden. Rund 6 % fallen bereits unter die jeweils verschärften Anforderungen der Wärmeschutz- bzw. Energieeinsparverordnung EnEV.

Insgesamt lassen sich im Sektor Gebäude bzw. bei den privaten Haushalten je nach Strategie und Ambitionen bei den Effizienzmaßnahmen bis 2040 Potenziale in der Wärme und Stromanwendung in einer Größenordnung von 49,4 GWh, bei Fortschreibung der aktuellen Trends und bis zu 258 GWh, bei ambitionierter Aktivierungsstrategie, erreichen. Mit Blick auf die CO2-Emissionen liegt der Bereich möglicher Klimaentlastungen dementsprechend bei 15.700 Tonnen im Jahr und bis zu 74.800 Tonnen im Jahr. Eine Reduktion der CO2-Emissionen um ca. 75 Tsd.-Tonnen allein im Sektor Haushalte bzw. Gebäude würde mit Blick auf die Gesamtemissionen Sankt Augustins eine Minderung im Jahr 2040 von gut 20 % gegenüber dem Jahr 2014 bedeuten.

Danach liegt ein großes Einsparpotenzial im Wärmeberreich bei den privaten Haushalten. Die größten Stromsparpotenziale liegen ebenfalls bei den privaten Haushalten sowie der Wirtschaft. Im Verkehrsbereich liegt ebenfalls ein großes Potenzial bei der Einsparung von Treibstoffen, insbesondere im motorisierten Individualverkehr, mehr dazu unter 8.5.

8.4 CO_2-Reduktionspotenziale durch den Ausbau erneuerbarer Energien

Die CO_2-Reduktionspotenziale durch die Nutzung regenerativer Energiequellen können nach den folgenden Funktionen unterschieden werden:

- Wärmeerzeugung durch Solarthermie, Holz, Abfallstroh, sowie Oberflächennahe Geothermie
- Stromerzeugung durch Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft
- gleichzeitige Strom- und Wärmeerzeugung durch Biogas für Kraft-Wärme-Kopplung, sowie Tiefen-Geothermie

8.4.1 Solarthermie

Solarthermie ist die Wassererwärmung durch Sonnenkollektoren auf dem Dach. Sie wird in der Regel nur zur Warmwasserbereitung genutzt, kann jedoch auch zusätzlich zur Heizungsunterstützung genutzt werden, in großflächigen Anlagen auch für solare

Nahwärmenetze. Die Abbildung 76zeigt den bisherigen Verlauf der Installation solarthermischer Anlagen im Gebäudebestand in der Stadt Sankt Augustin seit 2005.

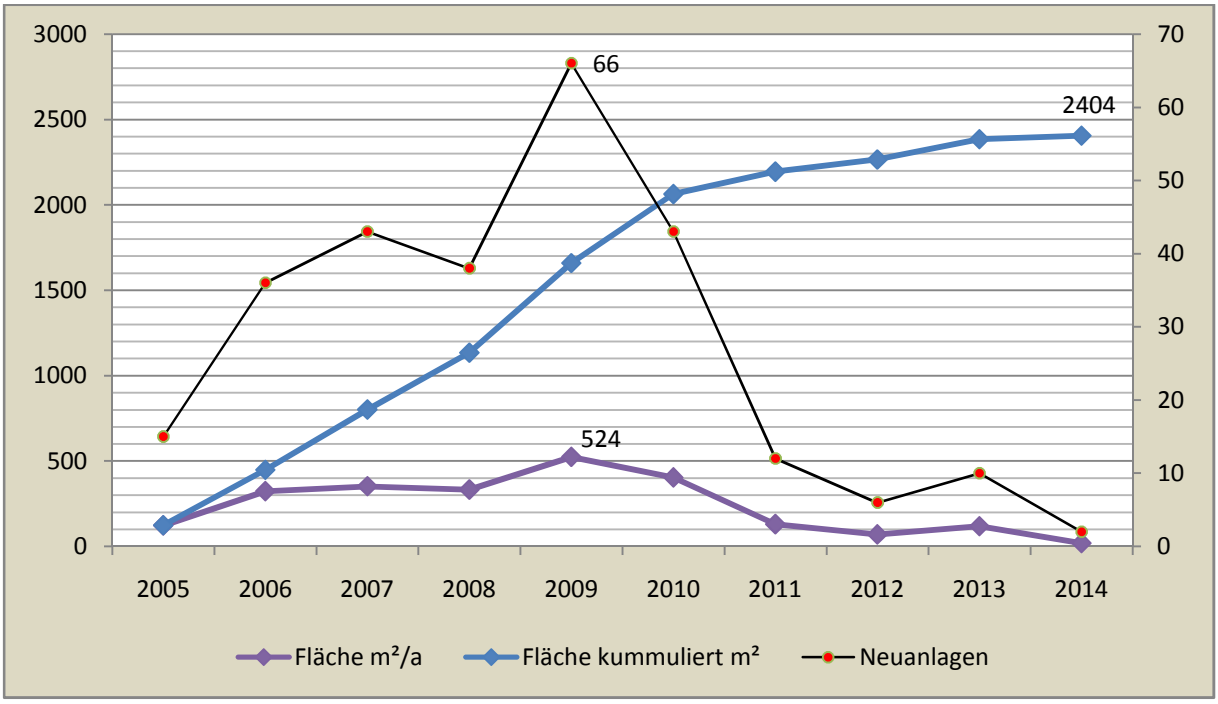


Abbildung 76: Entwicklung der solarthermischen Anlagen im Gebäudebestand in Sankt Augustin seit 2005

Danach setzen sich solarthermische Anlagen in Sankt Augustin langsam durch. Allerdings hat die Dynamik in den letzten Jahren deutlich nachgelassen. Zur Potenzialabschätzung wurden die im Rahmen der Erstellung des Solar- und Gründachkataster ermittelten Daten verwendet. In diesen sind bereits Abschläge für Verschattung durch Bäume, Einschränkungen auf Dächern durch Schornsteine, Entlüfterrohre, Dachfenster und -terrassen enthalten. Die Ergebnisse zeigen dass sich rund 55 % aller Dachflächen für Solarenergie, d.h. für Solarthermie und Photovoltaik nutzen lassen. Durch gezielte Vorgaben, z.B. zur Dachgestaltung und Ausrichtung etwa in B-Plänen, kann im Bereich von Neubauten das nutzbare Flächenpotenzial weiter gesteigert werden.

Solarthermische Anlagen können je nach Einsatzzweck, System und Lage den Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser decken. Solare Deckungsraten von 70 % sind dabei durch aus möglich, wenn das Gebäude selbst hinsichtlich der energetischen Qualität die entsprechenden Vorrausetzungen (z.B. Niedertemperaturheizungen) bietet. Solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung sind weniger abhängig von der Gebäudehülle bzw. der Art der Heizungsanlage und können somit i.d.R. leichter installiert werden. Einschränkungen bestehen hier allerdings bei Gebäuden mit dezentralen Warmwassererzeugern wie beispielsweise elektrischen Durchlauferhitzern. Da eine Installation einer solarthermischen Anlage meist nur in Verbindung mit einer Heizungserneuerung wirtschaftlich sinnvoll ist, wird dieses Potenzial nur mittelfristig genutzt werden können.

Verbleibende Restflächen auf Dächern können zusätzlich noch für Photovoltaik genutzt werden.

8.4.2 Holznutzung

Das Holz aus den Wäldern im Gemeindegebiet Sankt Augustins wird weitestgehend genutzt. In erster Linie als Nutzholz und nur nachgeordnet zu Heizzwecken. Im Zuge der Sanierung und Aufwertung des Deponiegeländes der RSAG liegen Planungen zur Errichtung einer Holzpellet-Produktionsanlage vor. In dieser Anlage sollen nach derzeitigem Kenntnisstand vorwiegend Resthölzer aus der Nutzholznutzung und Holz minderer Qualität, beispielsweise aus Straßenbegleitgrün, zur Verwendung kommen.

Die prioritäre Nutzung als Nutzholz ist grundsätzlich sinnvoll, da dies auch den Anforderungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes entspricht. Zusätzlich kann das Potenzial von Holz zu Heizzwecken über die Nutzung von Holzabfällen der Holzindustrie gehoben werden. Damit wird die Nutzung von Holz noch nachhaltiger, da lange Transportwege wegfallen. Die Gesamt-CO_2-Bilanz des Brennstoffes kann so verbessert werden. Außerdem entlastet der Wegfall von Transportkilometern zusätzlich die bereits überlasteten Verkehrsinfrastrukturen.

Für Sankt Augustin können die Potenziale als weitgehend ausgeschöpft gelten. Die Waldflächen des Stadtgebietes befinden sich alle in Bewirtschaftung. Mögliche Ausbaupotenziale können noch in der Aktivierung nicht-organisierter Privatwaldbestände liegen. Die optimierte Nutzung von Holz aller Qualitätsstufen könnte noch gewisse Potenziale bieten, dies gilt insbesondere auf die Nutzung von Rest- und Abfallhölzern wie auch die holzigen Bestandteile von Straßenbegleitgrün. In diesem Zusammenhang wurde durch die Kommunen im Rahmen des „Masterplan Energiewende“ Unterstützung vom Rhein-Sieg Kreis gewünscht. Der Kreis kann hier eine Schlüsselposition einnehmen, da ein wesentlicher Anteil des Grünschnitts im Kreisgebiet nicht an kommunalen Straßen anfällt. Eine sinnvolle Bündelung der Logistik und Verwertung kann den Betrieb solcher Anlagen positiv beeinflussen.

Beim zukünftigen Ausbau der energetischen Biomassenutzung möchte Sankt Augustin den Fokus auf qualitative und nachhaltige Aspekte setzen. Höhere Naturschutzanforderungen für die Forstwirtschaft werden dabei unterstützt. Aus Gründen der Wertschöpfung und der höheren Klimaschutzleistung sollte darüber hinaus die energetische Nutzung des Rohstoffes Holz möglichst erst am Ende einer stofflichen Verwertungskette stehen.

Generell ist dazu zu sagen, dass alle Annahmen zu Potenzialen in der Realität größer oder kleiner ausfallen können. Eine genauere Betrachtung der Potenziale im Vorfeld möglicher Maßnahmen ermöglicht aber eine bessere Bewertung möglicher Handlungsoptionen. Im Rahmen des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes ist eine solch genaue Potenzialanalyse nicht möglich. Dies muss in Detailstudien näher untersucht werden. Dies gilt im Folgenden

entsprechend für alle aufgezeigten Potenziale, sind die Kenntnisse hingegen präziser wird darauf hingewiesen.

Grundsätzlich stellt der Fachbericht zur Bioenergienutzung des Landes NRW fest, dass durch Mobilisierung zusätzlicher Biomasse in einem Naturschutz-Szenario in Verbindung mit einer Modernisierungsoffensive für private Einzelfeuerstätten für Wärme in NRW ein Ausbaupotenzial von 1,2 TWh/a bzw. ein Gesamtpotenzial von 4,2TWh/a vorhanden ist.

8.4.3 Stroh und andere biogene Reststoffe

In der allgemeinen Öffentlichkeit geraten andere biogene Festbrennstoffe als Holz häufig aus dem Blickfeld, dabei ist die Nutzung von Reststoffen beispielsweise aus der Landwirtschaft keine neue Erfindung. Auch das Energieversorgungskonzept Sankt Augustin 1989 zeigt bereits Potenziale zur energetischen Nutzung von Rest-Stroh auf. Stroh kann entweder thermisch genutzt werden, etwa als Brennstoff in einer Heizung, oder in der Verwertung in Biogasanlagen. Dies hängt auch im Einzelnen von der Qualität des Strohs ab.

Ermittlung der Potenziale verschiedener zur Energieerzeugung nutzbarer biogener Reststoffe könnte im Zusammenhang mit den Detailanalysen zu den Restholzpotenzialen erfolgen. Hier bietet sich auch das Instrument des „Masterplan Freiraum“ an. Flächen könnten hier entsprechend ihrer Nutzung bewertet und kartiert werden, so ließen sich Potenziale gut überblicken und entsprechend berücksichtigen. Dies gilt für alle flächengebundenen Potenziale, also Geothermie, Solarenergie, Bioenergieerträge u.ä..

8.4.4 Biogas

Eine Nutzung von Biogas in Form von Klärgas findet im Stadtgebiet von Sankt Augustin derzeit in der ZABA bereits statt. Das Klärgas kommt hier in effizienten KWK-Anlagen zur Anwendung.

Biogas kann auch aus landwirtschaftlichen Abfällen wie Gülle erzeugt werden, ebenso aus Energiepflanzen, die speziell für diesen Zweck angebaut werden. Letzteres wird in der Stadt Sankt Augustin aufgrund des geringen Umfangs der zur Verfügung stehenden Ackerflächen und der hohen Bedeutung dieser Flächen für die landwirtschaftlichen Betriebe als problematisch und nicht wünschenswert angesehen. Daher werden in diesem Bereich keine Potenziale für die Stadt Sankt Augustin gesehen. Allerdings kann ein Biogaspotenzial aus der anfallenden Gülle, unabhängig von der derzeitigen Nutzung, sowie von Grasschnitt zur Biogasproduktion angesetzt werden. Im Allgemeinen kann für eine grobe Ersteinschätzung angenommen werden, dass rd. 10 % des Grasschnitts der Grünlandfläche ohne Einschränkung genutzt werden können. Das Biogas sollte aus energetischen Gründen immer in Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden. Die Wärmenutzung setzt allerdings ganzjährige Verbraucher voraus. Technisch betrachtet gibt es drei Möglichkeiten:

- Biogasproduktion und -nutzung am Ort der Rohstoffe und Nahwärmeleitung zu den Wärmeabnehmern

- Biogasproduktion am Ort der Rohstoffe und Lieferung des Biogases über eine Gasleitung zum Wärmeabnehmer, wo das Gas in Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt wird
- Anlieferung der Gärmasse und Biogasproduktion beim Wärmeabnehmer, dafür Verzicht auf teure Nahwärmeleitung

Alternativ kann Biogas auch in das übergeordnete Erdgasnetz eingespeist werden. Welche Alternative jeweils die günstigere ist, muss im Einzelfall entschieden werden.

Für Sankt Augustin sollten die Potenziale zur Energieerzeugung aus landwirtschaftlichen Reststoffen geprüft werden. Bereits das Energiekonzept von 1989 wies auf die Potenziale der Güllenutzung hin. Zwischenzeitlich haben sich die Rahmenbedingungen deutlich verbessert, die Weiterentwicklung der Technik bietet zahlreiche Möglichkeiten. Mit Blick auf die geänderte Einspeisevergütung, können zunehmend auch kleine Biogasanlagen dankeffizienter Technik und optimierter Wirtschaftlichkeit gewinnbringend sein. Denn im Gegensatz zu den großen Biogasanlagen mit Nennleistungen um die 500 kW und hohem Energieumsatz welche zudem vornehmlich mit nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRos) betrieben werden, besteht ein wesentlicher Vorteil im überwiegenden Verzicht auf Zusatzsubstrate. Diese Anlagen werden fast ausschließlich mit der Gülle von Rindern und Schweinen betrieben und erreichen damit Leistungen von etwa einem Fünftel der mit NaWaRos betriebenen Anlagen. Die Wirtschaftlichkeit bei den kleinen Anlagen beruht zudem häufig stärker auf der sinnvollen Verknüpfung von Wärmenutzung und Stromproduktion und der Unabhängigkeit von steigenden Beschaffungskosten bei den NaWaRo-Substraten. In Kombinationen mit der Minimierung der Erzeugungskosten bieten solche Anlagen Chancen für kleine Landwirtschaftliche Betriebe. Maßgeblich für die Anlage ist dabei die anfallende Gülle, denn es sollen möglichst keine weiteren Substrate zugegeben werden. Dies hat den Vorteil, dass die Erzeuger nicht von den schwankenden Preisen für Energiepflanzen am Markt abhängig sind. Die steigenden Preise für Mais in den letzten Jahren brachten beispielsweise manche Betreiber von NaWaRos-Biogasanlagen in Existenznot. Eine Unabhängigkeit davon bietet langfristige Sicherheit für den investierenden Betrieb.

Mit Blick auf den Klimaschutz sind die zuvor beschriebenen kleinen, mit Gülle betriebenen Biogasanlagen auch von besonderer Bedeutung, erzeugen sie doch mit der energetischen Verwertung von Reststoffen einen zusätzlichen Nutzen. Durch die Ausbeute dieser sonst ungenutzten energetischen Potenziale können sie einen Beitrag zur klimaneutralen Energieversorgung leisten. In welchem Umfang dieses Potenzial in Sankt Augustin genutzt werden kann sollte im Detail untersucht werden. Ansätze für eine grobe erste Einschätzung kann der „Masterplan Energiewende“ des Rhein-Sieg Kreis liefern, hier wird Biogas als Potenzial aufgeführt. Anhand der für Sankt Augustin spezifisch und belastbar zu ermittelten Potenziale sollte eine Bewertung der Relevanz erfolgen. Sind die Potenziale bedeutsam, so können entsprechende Maßnahmen in das Maßnahmenprogramm aufgenommen werden, um so die Hebung der Potenziale zu beschleunigen. Beispiele für solche Anlage sind an vielen

Stellen im Land und dem gesamten Bundesgebiet zu finden und können so als Vorbild für Planung und Umsetzung dienen.

8.4.5 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie ist Erdwärmenutzung in der unmittelbaren Erdoberfläche, entweder über Wärmetauscherschlangen in frostfreier Tiefe verlegt oder in Form von Schluckbrunnen, über die Wasser gefördert und abgekühlt ins Erdreich zurückgegeben werden kann.

Beide Technologien erfordern eine Wärmepumpe als Heizaggregat. Da diese aber einen umso günstigeren Wirkungsgrad (Jahresarbeitszahl) haben, je niedriger die Heizwassertemperatur ist, benötigen sie eine Fußbodenheizung oder Wandheizung mit niedrigen Vorlauftemperaturen und sind damit vor allem für Neubauten geeignet. Wärmepumpen sind Stand der Technik.

Das LANUV bietet mit seinem Energieatlas einen Überblick über lokal verfügbare Potenziale, so dass die jeweiligen Potenziale bei Bedarf projektspezifisch beschafft werden können. Weiterer Anhaltspunkt ist die Potenzialstudie des Rhein-Sieg Kreis, diese gibt für Sankt Augustin ein Geothermiepotenzial von 469 GWh/a an. Theoretisch könnte damit der gesamte Wärmebedarf gedeckt werden. Allerdings wird bei dieser Potenzialeinschätzung aus Acht gelassen, dass durch Wasserschutzzonen und geologische Besonderheiten diese Potenziale nicht in allen Fällen zugänglich sind. Außerdem stellt eine effiziente Geothermienutzung auch Ansprüche an das Gebäude, auch muss berücksichtigt werden, dass je nach System und Umfang der Nutzung die Regenrationsfähigkeit im Erdboden abnehmen kann und damit die nutzbare Leistung abnimmt. Im vorliegenden Konzept wurden darüber hinaus zusätzlich keine konkreten Potenziale ermittelt. Grundsätzlich bietet die Nutzung der oberflächennahen Geothermie jedoch erheblich Potenziale besonders mit Blick auf die Wärmeversorgung privater Haushalte.

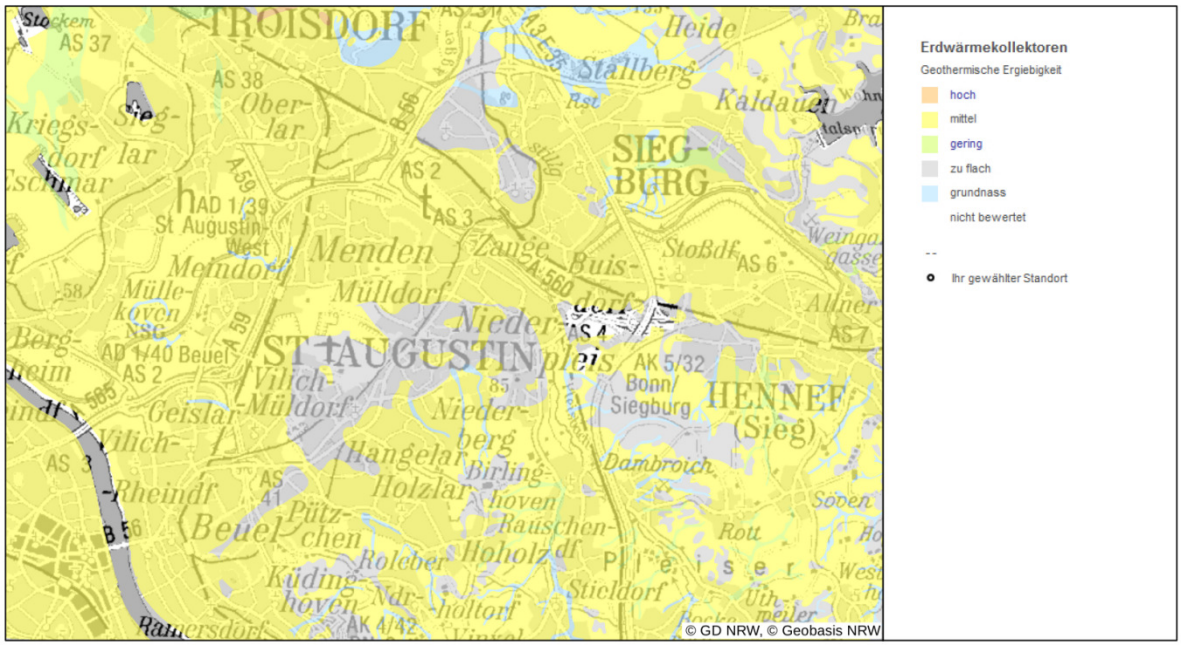


Abbildung 77: Geothermische Ergiebigkeit Erdwärmekollektoren (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

Die Ergebnisse der Potenzialstudien des Landes NRW zeigen dass die Nutzung von Geothermie das Potenzial hat, einen erheblichen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen im Land zu leisten. Im Detail gilt es dabei jedoch verschiedenste Parameter zu berücksichtigen, dies ist auf Ebener einzelner Projekte möglich und sinnvoll.

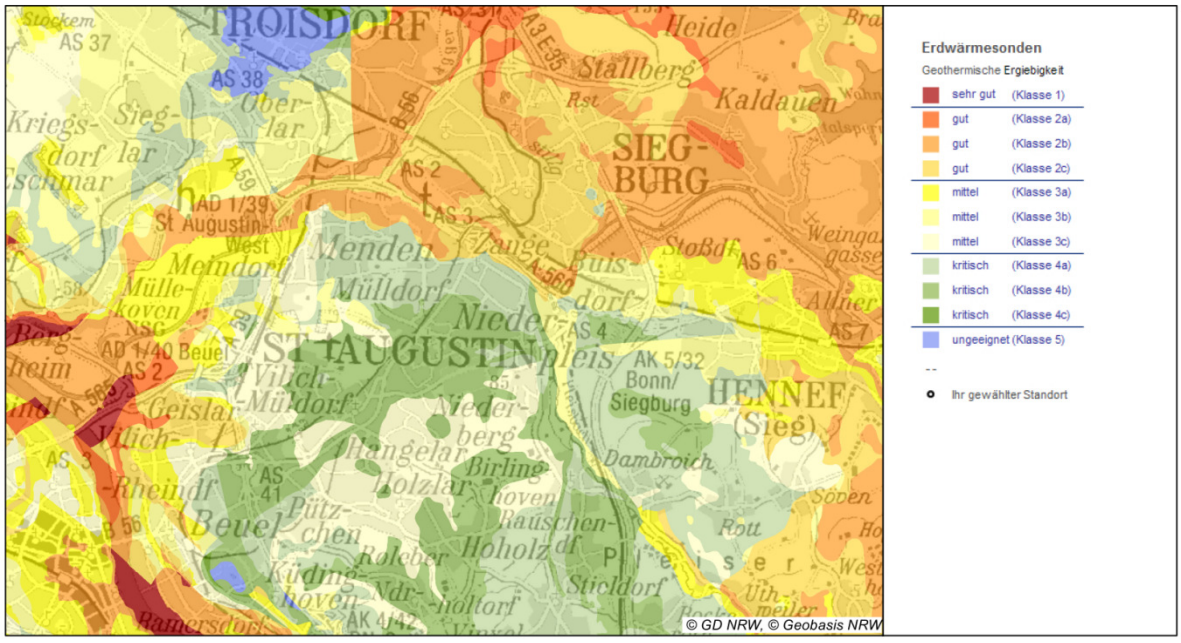


Abbildung 78: Geothermische Ergiebigkeit Erdwärmesonden Tiefe 40 m (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

Dabei ist das Potenzial von Geothermie in NRW sehr unterschiedlich, ebenso wie die Nutzungsarten mittels Erdkollektoranlagen oder oberflächennahen Erdsonde.

Das Informations-Portal des Geologischen Dienstes NRW zeigt in Sankt Augustin sowohl Potenziale als auch kritische Kriterien aus, welche die Nutzung einschränken können. Für die Nutzung der Erdwärme mittels Erdwärmekollektoren weißt der Geologische Dienst im größten Teil der Stadt eine mittlere Ergiebigkeit aus (s. Abbildung 77).

Die Ergiebigkeit von Erdsonden bis 40 m wird für den überwiegenden Teil des Stadtgebietes als eher kritisch bewertet, lediglich in Norden der Stadt im Bereich der Siegauen in Menden ist eine gute Ergiebigkeit ausgewiesen (s. Abbildung 78). Für Erdwärmesonden mit 100 m zeigt der Geologische Dienst eine insgesamt etwas weniger kritische Bewertung, allerdings ohne dabei Rückschlüsse auf deutlich mehr Potenzial zu ermöglichen.

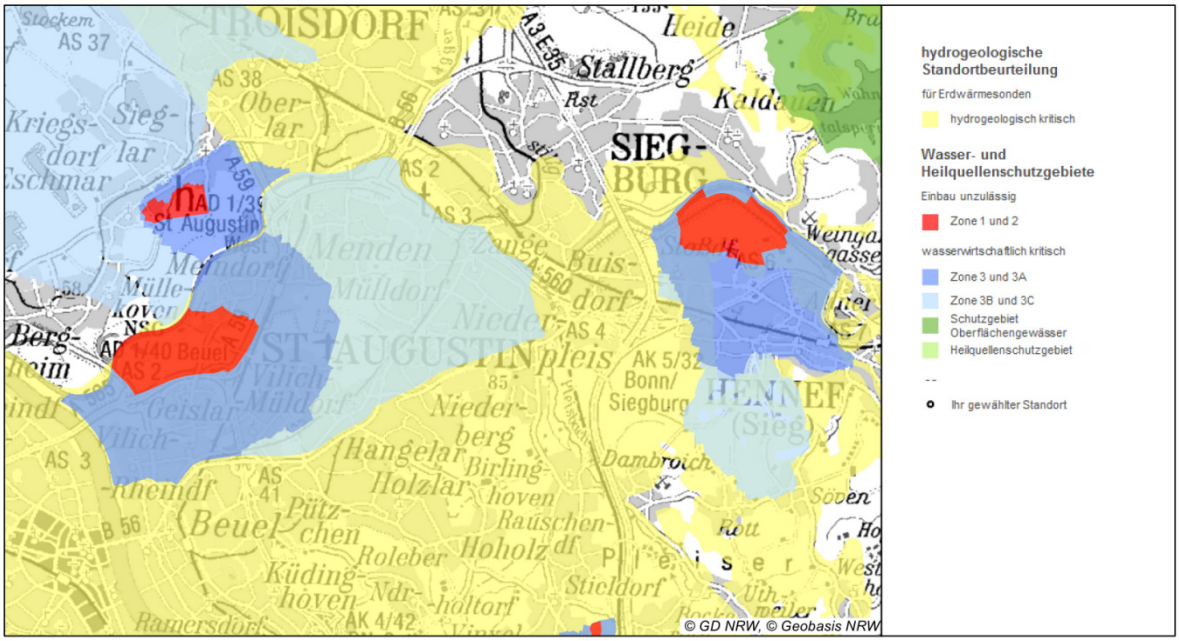


Abbildung 79: Kritische Parameter zur Nutzung von Erdwärme (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

Gründe für Einschränkungen bei der Geothermienutzung in Sankt Augustin bestehen in der besonderen wasserrechtlichen Situation, aber auch in einer hydrogeologisch kritischen Einschätzung in Bezug auf die Nutzung von Erdwärmesonden (s. Abbildung 79).

Ein weitere Aspekt den es bei der Geothermienutzung zu beachten gilt, sind technische Rahmenparameter. Die Nutzung von Umweltwärme, wie z.B. Erdwärme, stellt gewisse Anforderungen an das Heizungssystem bzw. die energetische Qualität des Gebäudes. Um Umweltwärme effizient nutzen zu können, sind Heizungssysteme erforderlich die mit geringen Systemtemperaturen, also niedrigen Vorlauftemperaturen, arbeiten. Fußbodenheizungen sind ein Beispiel für Heizungen mit niedrigen Systemtemperaturen im Vorlauf und Rücklauf. Die für die ausreichende Beheizung eines Gebäudes notwendigen Temperaturen sind dabei unteranderem Abhängig von der Art der Wärmeübergabe, also z.B. Heizkörper oder Flächen- bzw. Fußbodenheizung und von der energetischen Qualität der Gebäudehülle. In der Praxis bedeutet die, dass Heizungen die Umweltwärme nutzen in der

Regel nicht einfach in Bestandgebäuden eine alte Heizung ersetzen können, zumindest nicht wenn sie wirtschaftlich und ökologisch arbeiten sollen. Soll Umweltwärme in Bestandsgebäuden eingesetzt werden sind meist weitere Sanierungsmaßnahmen erforderlich, die dafür sorgen dass der Wärmebedarf und vor allem die Heizlast gesenkt werden. Auch ist es oft notwendig die Wärmeübergabe anzupassen, sei es durch neue größere Heizkörper oder dem Einbau von Flächenheizungen. Aus diesen Gründen bietet sich die Geothermienutzung primär im Neubau an, da hier sowohl die erforderlichen Erdsonden bzw. Flächenkollektoren, als auch das erforderliche Heizungssystem und die energetische Qualität des Baukörpers in der Planung entsprechend berücksichtigt werden können.

8.4.6 Photovoltaik

Photovoltaik ist die Stromerzeugung aus Sonnenenergie, im Gegensatz zur Solarthermie, die Warmwasser erzeugt. Für solarthermische Anlagen wird in der Regel nur ein Teil der vorhandenen Dachfläche benötigt, so dass immer noch Platz für eine Photovoltaikanlage verbleibt. Im Fall von Gewerbegebäuden, die kein Warmwasser oder Solarthermie als Heizungsunterstützung benötigen, besteht die Möglichkeit auf der ganzen dafür geeigneten Dachfläche, eine Photovoltaik-Anlage zu installieren. Im Gegensatz zu einer solarthermischen Anlage, die nur im Zusammenhang mit einer Heizungserneuerung sinnvoll ist, da sie einen größeren und anders konstruierten Speicher als konventionelle Heizungsanlagen benötigt, kann eine Photovoltaik-Anlage jederzeit auf das Dach gebaut werden, sofern dies im Rahmen der zulässigen Dachbelastung möglich ist. Bei derzeitigen Förderkonditionen ist eine Photovoltaikanlage bei sinnvoller Auslegung, insbesondere unter Einbeziehung des Eigenstromverbrauchs, und ggf. in Kombination mit einem Batteriespeicher, rentabel. Dies gilt sowohl für die privaten Haushalte als auch für Gewerbe und Kommunalverwaltung. Die Investition ist neben dem Klimaschutz zudem eine Kapitalanlage und steht nicht in Konkurrenz zu anderen Energiesparinvestitionen.

In Sankt Augustin liegt mit dem Solarpotenzialkataster eine Potenzialstudie für die Energiegewinnung aus PV-Anlagen vor. Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass die Dachflächen von gut 50 % der Gebäude in Sankt Augustin geeignet bzw. gut geeignet für die PV-Stromerzeugung sind. Insgesamt liegt das Potenzial für die installierbare Leistung bei rund 82 MWp. Legt man für die installierbare Leistung das Potenzial aller Dachflächen zugrunde, dann kann aus dem Kataster abzüglich der Bestandsanlagen ein technisch noch verfügbares Potenzial von rund 175 MWp auf den Dächern in Sankt Augustin ermittelt werden. Geht man von der Annahme aus, dass alle gut geeigneten und geeigneten Dächer mit PV-Anlagen ausgestattet werden und nimmt man für diese Anlagen einen spezifischen Ertrag von 850 kWh/kWp an, so ließe sich damit jährlich rund 70 GWh elektrische Energie erzeugen. Der Wert stellt eine theoretische Größe dar und wird in der Realität stark durch örtliche Rahmenbedingungen beeinflusst, welche eine vollständige Hebung dieser Potenziale eher unwahrscheinlich macht. Allerdings ist die Nutzung von PV-Anlagen nicht nur auf das beschriebene Potenzial begrenzt. Auch als weniger geeignet erscheinende Dachflächen

können grundsätzlich Energie erzeugen. Legt man für das Leistungspotenzial aller Dachflächen einen eher unterdurchschnittlichen spezifischen Ertrag von 500 kWh/kWp zugrunde, dann beträgt das Erzeugungspotenzial insgesamt immer noch fast 93 GWh. Damit ließe sich theoretisch etwa 47 % des derzeitigen Strombedarfs in Sankt Augustin decken.

Dieser Stromertrag kann theoretisch einen Strombezug aus dem öffentlichen Netz in Höhe von umgerechnet ca. 18 Mio. Euro substituieren. Dabei orientiert sich der angenommen Strompreis an dem des allgemeinen Haushaltsstroms, da dieser in der Annahme vorrangig substituiert wird. Berücksichtigt man die Eigenheiten des Strommarktes, können die monetären Erträge durchaus anders ausfallen.

In Zeiten in denen die Eigenversorgung mit Strom den größten wirtschaftlichen Nutzen bringt müssen PV-Anlagen nicht mehr zwangsläufig groß sein um wirtschaftlich betrieben zu werden. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass für kleine PV-Anlagen auch auf eher ungeeigneten Dächern Flächen gefunden werden können, die einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen. Photovoltaische Anlagen können in diesem Zusammenhang auch für die Wärmeversorgung interessant sein. In Kombination mit einer Wärmepumpe und oberflächennaher Geothermie werden im Neubau bereits Gebäude, die ihre Wärme in der Form energieautark erzeugen, realisiert.

8.4.7 Windkraft

Die Nutzung der Windkraft, offshore und onshore (d.h. auf See und an Land), bietet langfristig das größte regenerative Stromerzeugungspotenzial bundesweit. Folglich ist jede Gemeinde gehalten, einen Beitrag dazu zu leisten, vorhandene Potenziale zu nutzen. In Sankt Augustin ist dies jedoch nur begrenzt möglich. Die Windkraftnutzung ist in Sankt Augustin, vor allem wegen der Dichte der Bebauung aber auch aus Gründen des Landschafts- und Naturschutzes, so gut wie nicht möglich. Eine Potenzialstudie des Kreises ergab lediglich für das Deponiegelände im Osten der Stadt ein äußerst geringes Potenzial.

Kleinwindanlagen werden in letzter Zeit zunehmend diskutiert. Allerdings fehlen hierzu noch die nötigen Erfahrungen über Geräuschbelästigungen, Genehmigungsverfahren und technische Lebensdauer. Der Beitrag dieser Anlagen zur Energieerzeugung ist zudem vergleichsweise gering. An Stelle einer 2-MW-Windenergieanlage wären 1.000 2-kW-Kleinanlagen erforderlich. Für die unabhängige Stromversorgung abgelegener Siedlungsteile kann den Anlagen aber möglicherweise eine Bedeutung zukommen. Auch lassen erste Prototypen zukünftige Potenziale, z.B. als dachintegrierte Anlagen, an hohen Gebäuden vermuten. Es ist zu empfehlen, bei Bedarf zunächst mit einzelnen Anlagen Erfahrungen zu sammeln. Derzeit werden keine Potenziale in Sankt Augustin erkannt.

8.4.8 Wasserkraft

Machbarkeitsstudien zeigen gewisse Wasserkraftpotenziale an Querbauwerken, an denen bislang keine Wasserkraftnutzung stattfindet auf. Derzeit existieren an Fließgewässer im Gebiet der Stadt Sankt Augustin keine relevanten Querbauwerke. Die Errichtung von neuen

Anlagen beispielsweise an historischen Mühlenstandorten ist in Sankt Augustin aufgrund fehlender Wasserrechte nicht mehr möglich.

Für eine Nutzung der Wasserkraft durch Turbinen ist eine Mindestfallhöhe von 2,5 bis 3 m nötig, für Wasserkraftschnecken mindestens 2 m. Ob eine Wasserkraftnutzung in Zukunft, insbesondere vor dem Hintergrund naturschutzrechtlicher Vorgaben, wirtschaftlich möglich sein wird, müsste durch weitere Untersuchungen geprüft werden. Geringe Potenziale könnten sich in Zukunft im Bereich der Stromerzeugung in Fließwasserkraftwerken ergeben. Allerdings sind die Potenziale für Sankt Augustin auch hier eher begrenzt. Kleine Gewässer mit stark schwankenden Pegelständen, wie beispielsweise der Sieg, werden wohl auch in Zukunft keinen bedeutenden Beitrag zur lokalen Stromproduktion leisten können.

8.4.9 Tiefen-Geothermie

Tiefen-Geothermie muss deutlich von oberflächennaher Geothermie unterschieden werden. Während die letztere gleichbleibende Temperaturen im Erdreich von rd. 10-15°C durch elektrische Wärmepumpen nutzbar macht, wird bei der Tiefengeothermie über 100°C heißes Tiefenwasser aus einer Tiefe von bis zu 4 km energetisch genutzt. Bei trockenem Gestein muss dieses mit starkem Überdruck aufgebrochen und mit Wasser durchströmt werden, das sich dabei erwärmt und zur Oberfläche geführt werden kann. Dieses Wasser kann zur Beheizung (über Nah- oder Fernwärmenetze) und zur Stromerzeugung genutzt werden. Die Technologien hierzu sind allerdings noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium, so dass noch keine Aussagen über ein mögliches Potenzial im Gemeindegebiet von Sankt Augustin und zur Wirtschaftlichkeit gemacht werden können. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Studien zur Nutzung der Thermalwasserbohrung in Niederpleis verwiesen.

Gleichwohl sollte die Tiefen-Geothermie als sinnvolle Energiequelle im Auge behalten werden, denn sie steht in keinerlei Nutzungskonkurrenz zu anderen Energiequellen und bedeutet auch keine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes, allerdings stellt sich die Nutzung in Sankt Augustin derzeit auch in Zukunft als eher unwahrscheinlich dar.

8.4.10 Sonstige

Die Nutzung der thermischen Energie des Abwassers in Siedlungsgebieten bietet unter Umständen zukünftig Potenziale. In einigen deutschen Städten werden Anlagen zur Wärmerückgewinnung aus Siedlungsabwässern bereits betrieben. Auch in Sankt Augustin sind Potenziale zu vermuten, insbesondere bei umfangreichen Maßnahmen im Gebäudebestand bzw. bei größeren Neubaumaßnahmen. Maßnahmen in diesem Bereich können gut mit weiteren Infrastrukturmaßnahmen der öffentlichen Hand, beispielsweise bei Beleuchtung und Überflutungsvorsorge, kombiniert werden. Allerdings sind die bisherigen Erfahrungswerte noch eher dürftig, die Entwicklungen sollen daher weiter beobachtet werden um den Erfolg solcher Projekte auch langfristig bewerten zu können.

8.5 Beschreibung relevanter Potenziale im Verkehr

Die Darstellung der sektorspezifischen Emissionen in Kapitel 6.4.2 zeigt die Klima-Relevanz des Verkehrs in Sankt Augustin auf. Dabei wurde dieses Handlungsfeld schon früh von der Stadtverwaltung entdeckt. Die Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans (VEP) 2008 griff den strategischen Handlungsansatz des VEP aus dem Jahr 1992 auf. Neben dem zeitlich bedingten Aktualisierungsbedarf geschah dies auch vor dem Hintergrund der im Stadtentwicklungskonzept aufgezeigten Handlungserfordernisse. Ein starkes Augenmerk gilt im VEP daher dem Bereich des ÖPNV und der Nahmobilität in Form von Fuß- und Radverkehr. Der VEP hebt dabei klar die Relevanz dieser Verkehrsträger in Hinblick auf eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung hervor.

Dieses und andere Ziele des VEP haben auch Relevanz für den Klimaschutz in Sankt Augustin, denn der Verkehr hat neben den Haushalten den größten Anteil am Energieverbrauch und den CO_2-Emissionen.

Dabei stellt es sich als äußerst schwierig dar, konkrete Potenziale darzustellen. Denn inwiefern Mobilität mit Treibhausgasemissionen verbunden ist hängt nicht nur von der Art der Fortbewegung, sondern mit Blick auf längere Distanzen auch unmittelbar von der Technologie ab. Hier unterliegt die Entwicklung in starkem Maße den Innovationsprozessen am Markt. Eine Kommune kann zwar mit förderlichen Rahmenbedingungen und kommunalen Mobilitätskonzepten die Situation vor Ort positiv beeinflussen, in welchem Umfang jedoch in Zukunft CO_2-Reduktionen im Verkehr erreichbar sind ist schwer vorher zusagen. Die derzeit ambitioniert erscheinenden Ziele der Bundesregierung von 1 Millionen E-Auto bis 2020 auf deutschen Straßen zeigt, wie weit entfernt diese Zukunft bei ca. 34.000 E-Auto Anfang des Jahres 2017 in Deutschland erscheint.

Der Handlungsrahmen zur Ergreifung von Maßnahmen der Kommune liegt im lokalen Verkehr der ortsansässigen Bevölkerung sowie sämtlichen Quell- und Zielverkehr. Ziel dieser Maßnahmen ist die Senkung der lokalen und globalen Treibhausgasemissionen. Die CO_2-Bilanz zeigte, dass die Emissionen des Verkehrs zu einem erheblichen Teil durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) verursacht werden. Die starke Nutzung des MIV bei alltäglichen Wegen führt zu hohen Belastungen, nicht nur für das Klima sondern ganz konkret auch für die Menschen vor Ort.

Konkrete Potenziale sollen im Rahmen der Maßnahmenausarbeitung ermittelt werden, in diesem Kontext können auch weitere Indikatoren für den Verkehr in Sankt Augustin erarbeitet werden. Dies ist auch mit Blick auf das Controlling und zur Dokumentation der Ergebnisse und Erfolge empfehlenswert. Hilfestellung für die kommunale Klimaschutzarbeit und das Monitoring der Maßnahmen insbesondere auch im Verkehrssektor bietet das Management-Tool des eea welches Sankt Augustin als Teilnehmerkommune zur Verfügung steht. Dieses Instrument stellt Indikatoren zur Verfügung, mit denen die Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen erfasst werden können. Im Zusammenspiel können mithilfe dieser Indikatoren auch spezifischere Informationen über verfügbare Potenziale im Verkehr

ermittelt werden. Diese können dann in die Fortschreibungen des IKK einfließen. Besondere Bedeutung kommt in diesem Kontext auch den Ergebnissen der neusten Erhebungen zur Mobilität in Deutschland (MiD) zu. Bei der letzten Erhebung 2008 wurden die Daten im Rhein-Sieg-Kreis kommunenscharf erhoben, 2016 erfolgte eine neuerliche Erhebung deren Ergebnisse bis dato jedoch noch nicht vorliegen. Sobald die Ergebnisse verfügbar sind sollte auf deren Grundlage und dem Vergleich zu den Ergebnissen des Jahres 2008 eine detailierte Betrachtung der Mobilitätsentwicklung und der daraus ableitbaren Einsparpotenziale erfolgen. Auf dieser Basis können dann geeignete Maßnahmen im Energiepolitischen Arbeitsprogramm erarbeitet und mit quantifizierten Zielen hinterlegt werden.

8.6 Weitere CO_2 -Reduktionspotenziale

8.6.1 Holz als Brennstoff

Bislang wurde nur Holz in die Potenzialanalyse einbezogen, das aus dem Gemeindegebiet von Sankt Augustin kommt. Darüber hinaus ist es natürlich auch möglich, dass Holz von außerhalb der Region als Heizenergieträger genutzt wird. Allerdings soll dies derzeit nicht als primärer Lösungsansatz in Betracht gezogen werden. Im ersten Schritt sollen nach Sicht der Stadtverwaltung Potenziale gehoben werden, die nachhaltig und lokal nutzbar sind.

8.6.2 Holz aus Kurzumtriebsplantagen als Brennstoff

Bei einer Kurzumtriebsplantage (KUP) werden schnellwachsende Baumarten angepflanzt, um innerhalb kurzer Umtriebszeiten möglichst viel Holz produzieren zu können. Die wichtigsten Rollen spielen dabei das schnelle Wachstum, die kurzen Umtriebszeiten sowie die Wiederausschlagsfähigkeit am Stock der Baumarten. KUP finden hauptsächlich auf landwirtschaftlichen Flächen Verwendung, da sie besonders wettbewerbsfähig und für den Anbau auf Grenzstandorten sowie auf kleineren Flächen mit anderweitigen Nutzungseinschränkungen geeignet sind. Bei der KUP handelt es sich um einen Energiepflanzenanbau extensiver Bewirtschaftung, der das Biomasseangebot vergrößern soll. Durch einen geringen Einsatz an Betriebsmitteln und den langjährigen Anbau sind KUP nicht nur von wirtschaftlichem Interesse, sondern sie tragen außerdem zu geringen CO_2-Vermeidungskosten mit hohen CO_2-Vermeidungsleistungen pro ha bei. Generell haben KUP einen positiven Effekt auf ihre Umgebung, so beispielsweise auf Boden, Wasser und Biodiversität. In der Regel dauert ein Umtrieb 2-4 Jahre und die Fläche kann mehrmals als KUP genutzt werden. KUP-Hackschnitzel eignen sich grundsätzlich für viele Verwertungswege (Hackschnitzel, Pellets, stoffliche Holznutzung). Zudem kann auch die Möglichkeit zur Produktion von Industrieholz für die Holzindustrie bei längeren Umtriebszeiten berücksichtigt werden.

KUP finden aufgrund ihrer Vorteile viele Befürworter und eignen sich, nach Aussage des Fachbericht Bioenergie des Landes NRW, insbesondere für die Umsetzung von dezentralen Holz-Energiekonzepten in Kommunen und landwirtschaftlichen Betrieben. Es empfiehlt sich zu prüfen, ob konkrete Potenziale in Sankt Augustin nutzbar sind.

8.7 Zusammenfassung der Potenziale und Fazit

Fasst man alle bislang beschriebenen Potenziale, sowohl Effizienz- als auch die Potenziale der regenerativen Energien, zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

Grundsätzlich sind aufgrund des Gebäudebestandes hohe Einsparpotenziale durch die Steigerung der Gebäude- und Anlageneffizienz zu heben. Konkret an der energetischen Holznutzung zeigt eine Landesstudie auf, dass die größeren Potenziale in einer effizienteren Nutzung, sprich Anlagen- und Gebäudetechnik, liegen können als in einer verstärkten Ausbeutung der Wälder.

Für Sankt Augustin wurden diverse Potenzialfelder aufgezeigt, dabei zeigen sich in Sankt Augustin bei der Nutzung der Erneuerbare Energien insbesondere Potenziale im Bereich der Solarenergie, Geothermie kann unter Berücksichtigung wasserrechtlicher Beschränkungen ebenfalls einen Beitrag zur regenerativen Energienutzung leisten. Dies gilt besonders für den Bereich der Raumwärme. Weitere Potenziale sind in der Nutzung von Reststoffen, wie Grünschnitt, Stroh und Gülle zu vermuten. Der Einsatz von KWK-Anlagen zeigt in Sankt Augustin heute bereits seine klimaentlastende Wirkung, dies gilt es in Zukunft noch zu intensivieren.

Neben dem Gebäudebestand ist der Verkehr das bedeutendste Handlungsfeld zur Verringerung der CO2-Emissionen. Durch einen Wandel hin zur Elektromobilität gespeist mit Strom aus regenerativen Quellen, ließen sich langfristig theoretisch die gesamten Emissionen des motorisierten Individualverkehrs vermeiden. Dies entspricht in Sankt Augustin mehr ca. 73 % der Emissionen des Verkehrssektors.

9 Folgen des Klimawandel

Der allgemeine Stand der Wissenschaft sagt voraus, dass wir in Zukunft mit den zunehmenden Folgen des Klimawandels rechnen müssen. Dabei sind die globalen Auswirkungen des Klimawandels sehr unterschiedlich ausgeprägt. Auch in Deutschland werden die Folgen regional unterschiedlich ausfallen. Einen Überblick über die möglichen Folgen des Klimawandels für die verschiedenen Regionen in Nordrhein Westfalen hat das Land NRW in diversen Studien und Fachberichten herausgegeben. Besonders hervorzuheben ist dabei der Umweltbericht NRW 2016 des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. In ihm werden die Themen Klimaschutz und Klimawandelfolgen mit ihrer Bedeutung für NRW genau betrachtet. Im Folgenden sollen die Aspekte des Klimawandels herausgearbeitet werden die in ihren Folgen für Sankt Augustin besonders relevant sind.

Die bisher im Konzept gemachten Betrachtungen fokussierten sich auf die Notwendigkeiten und Möglichkeiten des Klimaschutzes insbesondere auf Ebene der Kommune, als Beitrag zum globalen Klimaschutz. Dabei zeigt sich auch die Bedeutung eines engagierten und nachhaltigen Handelns um mittelfristige wie langfristige Klimaschutzziele zu erreichen. Mit

Blick auf die Wirkung muss jedoch bedacht werden, dass nicht mehr nur der Mensch Einfluss auf das Klima hat, sondern dass die höchstwahrscheinlich anthropologischen Klimaveränderungen sich derzeit auf die Umwelt und den Mensch auswirken. Im Verhältnis treten die Auswirkungen des Klimawandels unmittelbarer ein als die Wirkungen unseres klimaschutzstrategischen Handels. Für Kommunen bedeutet dies, dass neben den Anstrengungen zur Verringerungen der Treibhausgasemissionen auch Maßnahmen zur Anpassung und Vorbereitung der Kommune auf die potenziellen Folgen des Klimawandels notwendig sind.

Dabei basieren alle nachfolgenden Betrachtungen und Aussagen zu möglichen Klimaentwicklungen auf dem Szenario zur Klimaentwicklung bei einer Erderwärmung von <2°C. Dieses Ziel hat sich die Weltgemeinschaft gesetzt und beschlossen ihr Handeln auf die Erreichung dieser Ziele auszurichten. Was dies für Kommunen bedeutet, die vor-Ort maßgeblich für die Umsetzung entsprechender Maßnahmen verantwortlich sind, haben die zuvor beschriebenen Energie- und CO_2-Bilanzen verdeutlicht. Es wird klar dass die Ziele zur Verringerung der Treibhausgasemissionen ambitioniert sind, aber sie sind auch realistisch, nur bedarf es entsprechendem Engagement. Die nachfolgenden Aussagen gehen also davon aus, dass die Ziele der Weltgemeinschaft zur mittel- bis langfristigen deutlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen umgesetzt werden. Auf dieser Annahme basiert auch das nachfolgend für die Klimawandelfolgen beschriebene Szenario. Sollten die Temperaturziele nicht eingehalten werden und eine Klimaerwärmung von >2°C eintreten, so können die Folgen sich verschärfen. Für Sankt Augustin bedeutet dies, dass neben den Aufgaben zum Klimaschutz auch den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen ist. Dazu ist es notwendig sich intensiv mit den möglichen lokalen Risiken auseinanderzusetzen. Ein solches Vorgehen erfordert einen eigenen konzeptionellen Ansatz, daher stellt die Auseinandersetzung mit den Klimawandelfolgen in diesem Konzept nur einen Einstieg dar. Es geht im Wesentlichen darum, einen ersten Eindruck vom Klimawandel im Allgemeinen und seiner Bedeutung für Sankt Augustin zu bekommen.

Zusammenfassend wird nachfolgend der derzeitige Stand der Klimawandelerhebungen des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) dargestellt, dabei erfolgt zuerst eine kurze Definition des Begriffs Klima. Danach richtet sich der Blick zunächst auf das Bundesland NRW. Darauf aufbauend werden anhand der von LANUV durchgeführten regionalen Betrachtungen relevante Ergebnisse für Sankt Augustin herausgearbeitet.

9.1 Definition: Klima

Der Begriff Klima ist als Zusammenfassung von Wettererscheinungen definiert und gibt den mittleren Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort oder für ein Gebiet an. Das Klima kann durch statistische Auswertung der meteorologischen Größen einer Mindestperiode von 30 Jahren beschrieben werden. Es wird in der Regel durch Mittelwerte und Jahressummen (beispielsweise bei Temperatur und Niederschlag), Häufigkeiten (zum Beispiel Sommer- und Frosttage) und Andauerzeiten (zum Beispiel Sonnenscheindauer)

charakterisiert. Das Klima an einem bestimmten Ort wird insbesondere durch die geographische Breite, die Höhe des Standortes, die Entfernung zum Meer sowie die Geländeform und die Landnutzung beeinflusst.

Der Begriff ist klar von dem des Wetters abzugrenzen: Das Wetter beschreibt den augenblicklichen physikalischen Zustand der unteren Atmosphäre (Troposphäre) zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort. Von Wetter spricht man bei Zeiträumen von wenigen Stunden bis zu einigen Tagen. Doch auch das Klima ist keine statische Größe, sondern es verändert sich. Beobachtungen haben gezeigt, dass seit Beginn der Messungen 1881 die durchschnittliche Temperatur in NRW um 1,4 Kelvin (K) zugenommen hat. Ein Anstieg der Temperatur ist in allen Regionen NRWs nachweisbar. Modellierungen weisen darüber hinaus darauf hin, dass sich der Erwärmungstrend auch in Zukunft fortsetzen wird:

- Ende des 21. Jahrhunderts wird für NRW eine Erwärmung zwischen 1 und 4,5 K im Vergleich zur Klimanormalperiode (KNP) 1971 bis 2000 projiziert.

9.2 Klimawandelfolgen

Als globale Auswirkungen des aktuell stattfindenden Klimawandels bzw. der globalen Erwärmung werden z.B. das Schmelzen der Eisschilde und Gletscher, der Anstieg des Meeresspiegels, die Veränderung der Niederschlagsverhältnisse sowie die Zunahme von Extremwetterereignissen diskutiert. Da sich Ökosysteme über lange Zeiträume hinweg an die klimatischen Gegebenheiten in einem Gebiet anpassen, haben diese klimatischen Veränderungen weitreichende Folgen für Natur, Umwelt und den Mensch. Natur und Klimasystem sind durch vielfältige Wechselwirkungen miteinander verbunden. Veränderungen der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse sowie die zunehmende Häufigkeit von Extremereignissen können in diesen komplexen Zusammenhängen somit einen direkten Einfluss auf Tier- und Pflanzenarten haben. Arealverschiebungen von Arten und Ökosystemen können die Folge sein. Auch der Mensch ist direkt durch Klimaänderungen betroffen, z.B. durch gesundheitliche Beeinträchtigungen während vermehrt auftretender Hitzewellen oder insbesondere für Allergiker durch Veränderungen der Arten und Häufigkeit des Pollenflugs. Vornehmlich im städtischen Raum droht Betroffenheit durch Starkniederschläge mit Überflutungen.

9.3 Folgendes Klimawandel in Nordrhein-Westfalen

Am leichtesten lassen sich die Folgen des Klimawandels anhand der Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten oder phänologischer Eintrittszeitpunkte aufzeigen. In Nordrhein-Westfalen sind Auswirkungen des Klimawandels bereits zu beobachten. Beispielsweise hat sich die Vegetationsperiode (Zeitpunkt vom Blühbeginn der Salweide bis zur Blattverfärbung bei der Stieleiche) von 1951 bis 2012 um etwa 15 Tage verlängert (s. Abbildung 80).

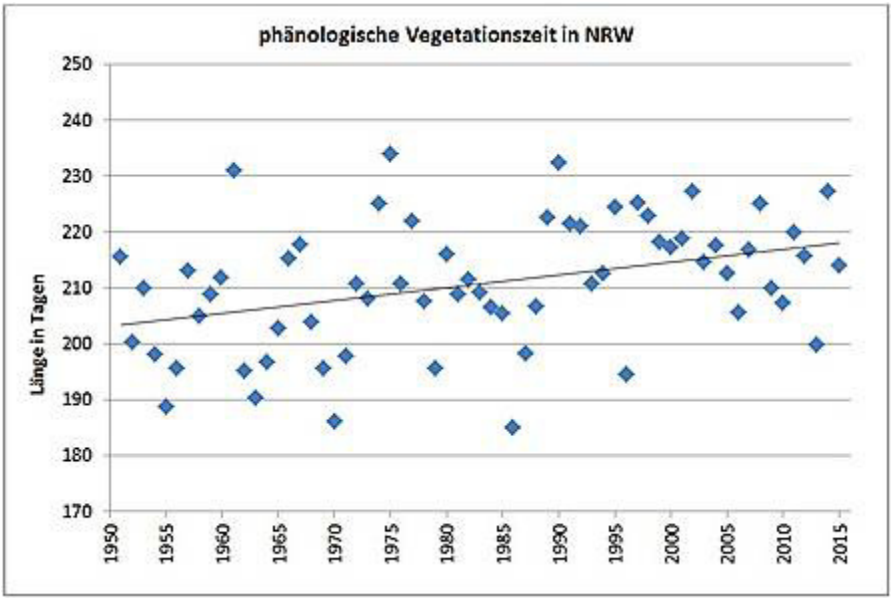


Abbildung 80: Länge der Vegetationszeit (Blühbeginn der Salweide bis Blattfall Stieleiche) in NRW für den Zeitraum 1951 – 2015 (Quelle: LANUV /Datengrundlage DWD)

Wärmeliebender Arten breiten sich in NRW in den letzten drei Jahrzehnten aus, hierzu gibt es zahlreiche Beispiele bei Vögeln, Libellen, Heuschrecken und Spinnen. Prominentes Beispiel ist der kälteempfindliche Grünspecht, der in den letzten Jahren in NRW stark zugenommen hat. In der Kölner Bucht brütet seit den 1990ern als extrem seltener Brutvogel erfolgreich der Bienenfresser, der bis vor kurzem nur im Mittelmeerraum vorkam. Zum anderen ist festzustellen, dass kälteliebende Arten in kühlere Regionen abwandern. Wärmeliebende, gebietsfremde Arten (Neobiota) können sich zum Teil erst durch die Temperaturerhöhung etablieren, expandieren und so die einheimischen Lebensgemeinschaften nachhaltig verändern. Die Robinie kam beispielsweise bis vor einigen Jahren, aufgrund der für sie zu kurzen Vegetationsperiode nicht zur Samenreife. Dies hat sich geändert und es kann beobachtet werden, dass die Robinie sich in NRW zunehmend generativ, also über Samen, vermehren kann. Aber auch bei einheimischen Arten zeigen sich die Auswirkungen der Temperaturveränderungen, so beginnt beispielsweise die Apfelblüte tendenziell immer früher (s. Abbildung 81).

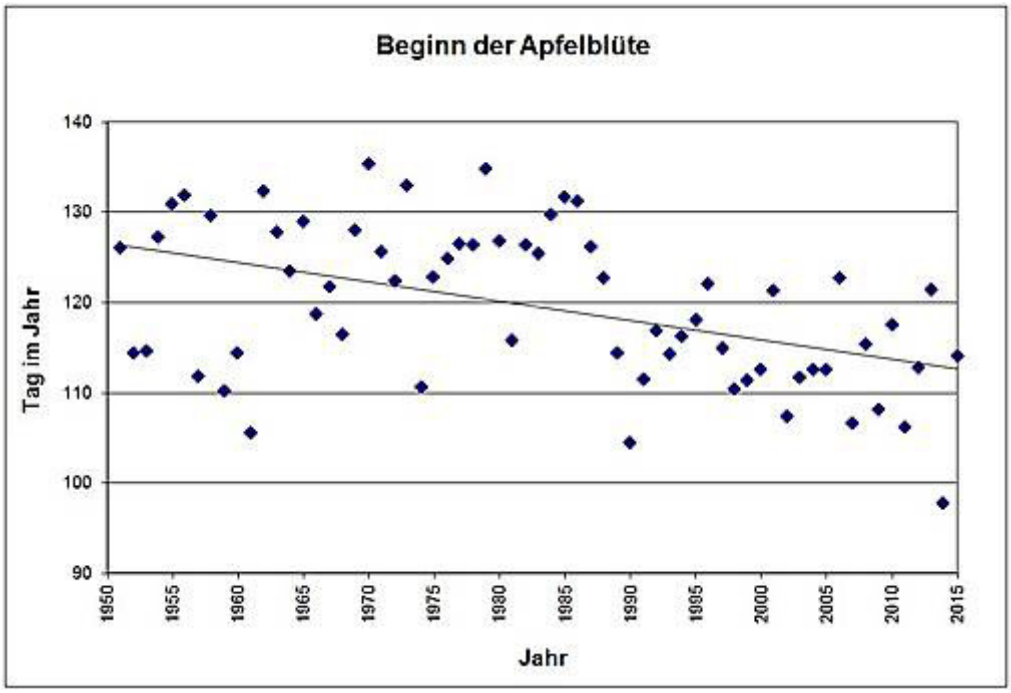


Abbildung 81: Veränderung des Blühbeginns der Apfelblüte in NRW im Zeitraum 1951 - 2015 (Quelle: LANUV)

Mit unterschiedlichen Methoden dokumentiert und untersucht das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) seit Jahren die Entwicklung des Klimas und die Folgen. Bereits 2010 wurde mit dem LANUV Fachbericht 27 „Klima und Klimawandel in Nordrhein-Westfalen“ eine solide Datengrundlage mit Stand 2008 veröffentlicht. Nach dieser Veröffentlichung und nachfolgenden Ergebnissen sind auch in NRW bereits anhand meteorologischer Daten sowie Beobachtungen in Natur und Umwelt Veränderungen des Klimas und die daraus resultierenden Folgen zu erkennen. Inzwischen konnten die Daten fortgeschrieben werden. Dabei wurde festgestellt, dass sich der Erwärmungstrend in NRW weiter fortsetzt: Seit Beginn der Messungen 1881 war 2014 mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 11 Grad Celsius (°C) das wärmste Jahr in NRW und Deutschland. Laut Auswertungen des LANUV im Rahmen des Klimafolgenmonitorings haben sich die Jahresdurchschnittstemperaturen seit 1881 in NRW bereits um 1,4°C erhöht - besonders stark in den letzten 60 Jahren. Darüber hinaus lagen von den 20 wärmsten Jahren allein elf im 21. Jahrhundert. Die jährliche Niederschlagsmenge ist im gleichen Zeitraum um fast 14 % gestiegen, mit einer deutlichen saisonalen Ausprägung im Winter. In den vergangenen zehn Jahren haben größere Starkregenereignisse, wie etwa während des Orkans Kyrill im Januar 2007 oder im Zuge des Tiefdruckgebiets Ela im Juni 2014, Menschenleben gekostet und Schäden in Höhe mehrerer hundert Millionen Euro allein in NRW verursacht.

Im Juli 2014 kam es in Münster zu einem Niederschlag von bis zu 292 l/m² innerhalb von sieben Stunden - etwa dem Vierfachen des durchschnittlichen Monatsniederschlags im Juli.

Auch das Jahr 2016 war europaweit von heftigen Starkniederschlägen geprägt. Deutschland war insbesondere durch das "Tief Mitteleuropa" im Mai und Juni 2016 von Starkregenereignissen betroffen. Die geschätzten Kosten beliefen sich bundesweit auf 1,2 Milliarden Euro.

Auch NRW war von dieser Wetterlage betroffen, am stärksten in den Kreisen Wesel und Borken sowie der Süden von Bonn. Hier kam es zu 9000 Schadensmeldungen. Die geschätzten Schäden beliefen sich auf 20 Millionen Euro.

Im Jahr 2011 startet das Land NRW als erstes deutsches Bundesland ein Monitoring zum Klima und seinen Folgen (www.klimafolgenmonitoring.nrw.de).

Im Ergebnis stehen derzeit insgesamt für sechs Umweltbereiche Indikatoren zur Verfügung, die den Einfluss des sich wandelnden Klimas auf Natur und Umwelt in NRW zeigen. Dafür werden Daten des LANUV sowie des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ausgewertet und durch weitere LANUV-Monitoringprogramme ergänzt, beispielsweise die ökologische Flächenstichprobe (ÖFS). Dargestellt und somit für Kommunen nutzbar wird die Thematik durch das internetbasierte Fachinformationssystem (FIS) Klimaatlas NRW, die dort abrufbaren Karten stellen wichtige meteorologische Parameter des aktuellen Klimas und Informationen über die voraussichtliche zukünftige Entwicklung (Projektionen) dar (www.klimaatlas.nrw.de).

Der LANUV-Fachbericht 74 zum Klimawandel und Klimafolgen bereitet relevante Daten zum Klimawandel in NRW auf. Dabei wurden bestehende Zeitreihen bis 2015 fortgeschrieben, die Ergebnisse bieten einen guten Gesamtüberblick über die Situation in NRW. Er stellt fest, dass der Klimawandel in NRW angekommen ist und seine Folgen in Natur und Umwelt messbar sind. Laut Bericht sind die Jahresmitteltemperaturen in allen Regionen von NRW, sowie in allen Jahreszeiten seit Beginn der Messungen angestiegen. Von den 20 wärmsten Jahren seit Messbeginn lagen elf im 21. Jahrhundert. Es werden mehr Heiße Tage und weniger Frost- und Schneetage gemessen. Durch die steigenden Temperaturen haben sich die Niederschlagsmuster verändert, die mittleren Niederschlagssummen haben seit 1881 zugenommen, am deutlichsten im Winter.

Aufgrund der Topografie können sich die klimatischen Gegebenheiten in verschiedenen Teilregionen NRW's unterscheiden. Ein Einflussfaktor auf das kleinräumige Klima ist beispielsweise die Höhenlage, da die Temperatur generell um etwa 0,6 °C pro 100 Höhenmeter abnimmt. Beim Niederschlag spielt vor allem der Luv- (windzugewandt) und Lee- (windabgewandt) Effekt eine Rolle. Auf den Luvseiten entstehen durch Stau und damit erzwungene Hebung feuchtebeladener Luftmassen stärkere Bewölkung und größere Niederschlagsmengen. Im Lee trifft man dagegen auf weniger Bewölkung und Niederschlag, die durch Absinkbewegungen der luvseitig bereits abgeregneten, trockenen Luftmassen verursacht werden. Da die Hauptwindrichtung in Nordrhein-Westfalen West bis Südwest ist, tritt häufig an den Westseiten der Mittegebirge der Luv-Effekt, an den Ostseiten der Lee-Effekt auf. Daher wirken sich einerseits der bisher beobachtete Klimawandel und seine

Folgen zum Teil regional unterschiedlich aus. Andererseits wird ebenso das zukünftig zu erwartende Klima regional unterschiedliche Wirkungen hervorrufen. Zukünftig wird sich der bisher beobachtete Trend der Temperatur- und Niederschlagsänderungen fortsetzen, wie stark hängt auch vom Erfolg der weltweiten Klimaschutzbemühungen ab.

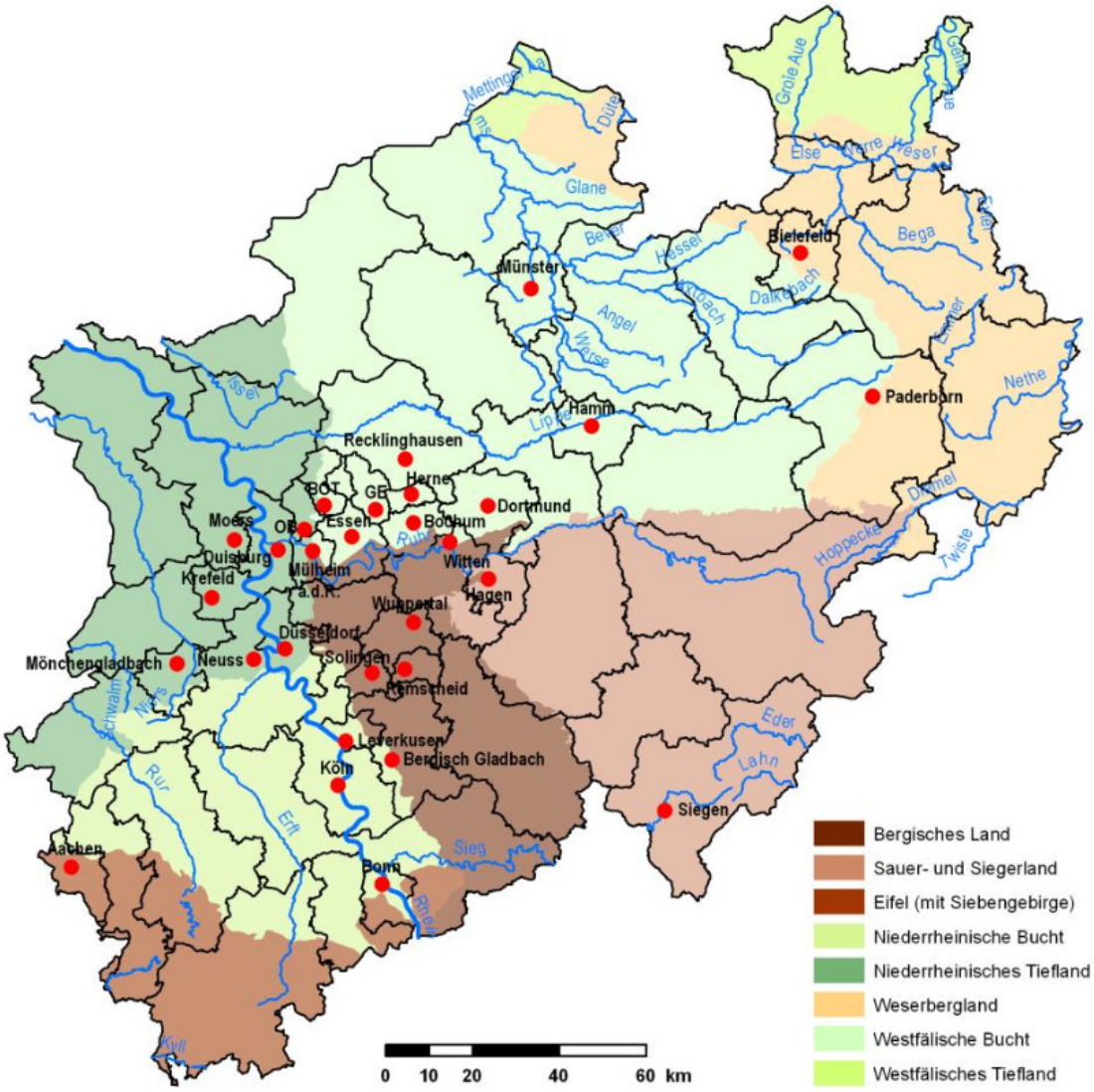


Abbildung 82: Die Großlandschaften Nordrheinwestfalens (Quelle: LANUV)

Der Fachbericht des LANUV betrachte für die einzelnen Großlandschaften Nordrhein-Westfalens (s. Abbildung 82) sowie für Ballungsräume, die jeweils eingetretenen Klimaänderungen und damit verbundene Klimafolgen sowie zukünftig mögliche Klimaänderungen und stellt diese regional zusammengefasst dar. Um sich diesem Thema für Sankt Augustin anzunehmen, erfolgt eine Betrachtung der aktuell auf lokaler Ebene verfügbaren Daten zu den erwarteten Klimawandelfolgen. Dabei bilden die umfangreichen Untersuchungen des LANUV im Rahmen des Klimaschutzprogrammes des Landes NRW die

Grundlagen. Sankt Augustin ist nach dieser Definition dem Betrachtungsraum der Niederrheinischen Bucht zuzuordnen.

9.4 Klimawandel und die regionalen Folgen

Der Bericht des LANUV beschreibt die potenziellen Folgen des Klimawandels für den Bereich der Niederrheinischen Bucht und des Niederrheinisches Tieflands. Am Niederrhein herrscht ein überwiegend mildes Klima mit Durchschnittstemperaturen von teilweise über neun Grad Celsius. Die Jahresniederschläge im Niederrheinischen Tieflandsind mit 700bis 750 mm pro Jahr gering und erreichen in der nur dünn bewaldeten und vom Ackerbau geprägten Region maximal Werte von 750 Millimetern. Inder Niederrheinischen Buchtwerden aufgrund der Leelage zur Eifel sogar weniger als 700 mm pro Jahr gemessen, in der Zülpicher Börde unter 600 mm. Mit einer mittleren Jahrestemperatur von meist über 10°C herrscht insbesondere im Rheintal ein warmes Klima mit milden Wintern und einer langen Vegetationsperiode.

Im Vergleich zu den anderen Regionen NRW's wird sich das Klima am Niederrhein etwas schwächer erwärmen. Aufgrund der bereits heute wärmeren Temperaturen ist aber zu erwarten, dass im nordrhein-westfälischen Vergleich auch im Zeitraum 2031–2060 am Niederrhein die höchsten Durchschnittstemperaturen zu verzeichnen sein werden. Im Niederrheinischen Tiefland werden die Niederschläge voraussichtlich leicht ansteigen, während in der Niederrheinischen Bucht ein Rückgang der Niederschlagsmengen projiziert wird.

Im Niederrheinischen Tiefland findet sowohl Grünlandbewirtschaftung als auch Ackerlandbau statt. Größere Waldkomplexe sind nur lokal vorhanden. In der typischen Bördelandschaft der Kölner Bucht dominiert der Ackerbau, Grünland ist weitgehend auf die Flussauen beschränkt und inzwischen stark zurückgedrängt. Wald in nennenswerter Ausdehnung findet sich nur auf der Bergischen Heideterrasse und in Teilen der Ville.

9.4.1 Bereits beobachtete Klimaänderungen

Im Vergleich der Zeiträume 1951-1980 und 1981-2010 ist die Temperatur in NRW flächendeckend angestiegen, im Mittel um etwa 0,6 °C. Die Entwicklung im Niederrheinischen Tiefland und der Niederrheinischen Bucht entspricht diesem Trend. Bei den Kenntagen zeigt sich größtenteils ebenfalls eine dem Landesdurchschnitt entsprechende Entwicklung; nur der nördliche Teil des Niederrheinischen Tieflands an der Grenze zu den Niederlanden hat sich überdurchschnittlich erwärmt. Sowohl die Heißen Tage haben mit etwa 5 Tagen überdurchschnittlich stark zugenommen als auch die Eistage mit über 5 Tagen überdurchschnittlich stark abgenommen.

Die Jahresniederschläge haben in der Niederrheinischen Bucht und dem Niederrheinischen Tiefland dem Landesdurchschnitt entsprechend zugenommen. Der Anstieg bleibt in weiten Teilen der Niederrheinischen Bucht sowie im Süden des Niederrheinischen Tieflands aber mit unter 50 mm Zunahme hinter dem NRW-Durchschnitt von über 60 mm zurück.

9.4.2 Zu erwartende Klimaänderungen

Für die Zukunft ist in der Niederrheinischen Bucht und dem Niederrheinischen Tiefland eine dem Landestrend entsprechende Temperaturentwicklung zu erkennen. Aufgrund der bereits heute wärmeren Temperaturen ist aber zu erwarten, dass im nordrhein-westfälischen Vergleich auch weiterhin am Niederrhein die höchsten Jahresdurchschnittstemperaturen zu verzeichnen sein werden. Für den Niederschlag wird eine dem Durchschnitt NRW's entsprechende Zunahme der Jahresniederschläge erwartet.

9.4.2.1 Landwirtschaft

In beiden Großlandschaften ist ein starker Trend zu einer Verlängerung der frostfreien Phase zu erkennen, d.h. es ist ein deutlich früheres Ende der Spätfröste und ein späteres Einsetzen der Frühfröste zu erwarten. Dies kann sich positiv auf die Landwirtschaft auswirken, allerdings spielen weitere Einflussfaktoren, wie eine ausreichende Wasserverfügbarkeit, für die Ertragssituation eine Rolle. Gerade in den wärmebegünstigten Lagen des Niederrheinischen Tieflands und der Niederrheinischen Bucht wird in Zukunft eine ausreichende Wasserversorgung an Bedeutung gewinnen.

9.4.2.2 Biologische Vielfalt und Naturschutz

Für sensitive Feuchtlebensräume, z. B. die Nass-und Feuchtgrünlandbiotope am Rhein bzw. seinen ehemaligen Rinnensystemen oder die Bruch-und Sumpfwälder sowie die Moore der Schwalm-Nette-Region, wird sich durch die zu erwartenden klimatischen Änderungen die Anfälligkeit erhöhen, da Moore insbesondere Kälte und Feuchte liebende Pflanzen beheimaten. Wenn Moore trocken fallen werden Treibhausgase freigesetzt, die seit Jahrtausenden in den Böden gespeichert sind, die zusätzlich das Klimaschädigen.

9.4.3 Folgen des Klimawandels in der Region

9.4.3.1 Landwirtschaft

In der niederrheinischen Bucht gehen die Erträge in der Landwirtschaft im Zeitraum zwischen 2015 und 2030 voraussichtlich zurück, sie steigen zwischen 2035 und 2050 aber wahrscheinlich wieder an. Im niederrheinischen Tiefland lassen die Analysen bei der untersuchten Getreidesorte Silomais für die Zukunft einen Ertragsrückgang erwarten. Die Ertragsaussichten für Winterweizen sind in der Niederrheinischen Bucht positiv, für den Silomais zeigen die Analysen für 2015–2030 einen Ertragsrückgang, im Zeitraum 2035 – 2050 einen Zugewinn. Im Niederrheinischen Tiefland bewirken die klimatischen Änderungen einen Ertragsrückgang bei der untersuchten Kultur Silomais. In beiden Großlandschaften ist ein starker Trend zu einer Verlängerung der frostfreien Phase zu erkennen, d. h., es ist ein deutlich früheres Ende der Spätfröste und ein späteres Einsetzen der Frühfröste zu erwarten.

9.4.3.2 Biologische Vielfalt und Naturschutz

In beiden Großregionen Niederrheinische Bucht und Niederrheinisches Tiefland wird nach den bisherigen Klimaprojektionen im Zeitraum 2036 – 2065 verglichen mit1961 – 1990 in den Sommermonaten weniger Wasser zur Verfügung stehen. Damit können auch die sensitiven Lebensräume, z. B. die Nass- und Feuchtgrünlandbiotope am Rhein bzw. seinen ehemaligen Rinnensystemen oder die Bruch- und Sumpfwälder sowie die Moore der Schwalm-Nette-Region, als anfällig gegenüber den zu erwartenden klimatischen Änderungen eingestuft werden.

9.4.3.3 Wasser

Mit den ansteigenden Durchschnittstemperaturen gehen lange Trockenphasen, aber auch extreme Niederschlägen einher. Der Klimawandel wird sich vermutlich auf sämtliche Gebiete der Wasserwirtschaft auswirken. Ob und wo wir zukünftig häufiger mit Hochwasser zu rechnen haben, die Grundwasserstände tendenziell steigen oder eher sinken werden, ob die Klimaänderungen die Wasserqualität und die Wasserversorgung beeinträchtigen können und ob in heißen Sommern die Gefahr besteht, dass Trinkwasserspeicher austrocknen und es bei Kraftwerken zu einem Kühlwasserengpass kommt, das sind Fragen auf die eine Antwort gefunden werden muss, um frühzeitig und angemessen auf eventuelle Gefahren zu reagieren. Mit Blick auf die Region gilt dabei zusammenzufassend, dass bereits heute große Teile des niederrheinischen Tieflands und der niederrheinischen Bucht durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung, mit Nitratkonzentration, schon in einem schlechten Zustand sind. Durch längere Hitze- und Trockenperioden kann es in Einzelfällen hier in Zukunft zu einer Verknappung des Trinkwassers kommen.

9.4.4 Folgen des Klimawandels in Ballungsräumen

In den dicht bebauten Ballungszentren Nordrhein-Westfalens werden einige Folgen des Klimawandels besonders deutlich zu spüren sein. Stadtplanerisch relevant sind die zu erwartenden häufigeren und längeren Hitzeperioden und Niederschlagsänderungen in Form von zunehmenden Starkregenereignissen, häufigeren Flusshochwässern und einem Anstieg der mittleren Grundwasserstände in einigen Regionen.

Die stärksten Betroffenheiten können in den Ballungszentren und Großstädten Nordrhein-Westfalens die Hitzeperioden auslösen. Städtische Hitzeinseln können dabei die Belastung durch zunehmende Hitze noch verstärken. Städtische Gebiete mit hoher Bebauungs- und Bevölkerungsdichte sowie hohem Versiegelungsgrad weisen durchschnittlich höhere Temperaturen auf als das unbebaute Umland, wobei das Temperaturgefälle in den frühen Nachtstunden besonders ausgeprägt ist. Ein solches Temperaturgefälleentsteht zum einen durch den höheren städtischen Energieverbrauch, auch durch Verkehr, und zum anderen dadurch, dass die städtische Bebauung eine größere Oberfläche zur Wärmespeicherung bietet und außerdem in Städten generell eine geringere „Frisch“-Luftzufuhr erfolgt. Die zunehmende Hitzebelastung in Nordrhein-Westfalen entsteht generell nicht durch den

projizierten Anstieg der mittleren Temperatur, sondern vor allem dadurch, dass es häufiger besonders heiße Tage im Sommer gibt. Dabei spielt es eine entscheidende Rolle, dass die sommerlichen Hitzewellen nicht nur stärker, sondern auch über einen längeren Zeitraum andauern werden.

Infolge des Klimawandels verändert sich darüber hinaus auch die räumliche und zeitliche Verteilung von Niederschlägen. Neben dem Trend zu trockeneren Sommern und feuchteren Wintern nehmen auch die Bandbreite der Niederschläge und damit die Häufigkeit von Niederschlagsextremen zu.

Durch Starkregen- und Hochwasserereignisse sowie Trockenperioden im Sommer entsteht eine wachsende Gefährdung für Siedlungsbereiche in Nordrhein-Westfalen. Starkregen können zu Überlastungen der Entwässerungssysteme und zu Binnenhochwässern mit Überschwemmungen führen. Es ist in Zukunft mit einer Zunahme von Gebäude- und Infrastrukturschäden durch Starkregenereignisse zu rechnen. Ein hoher Versiegelungsgrad erhöht die Verwundbarkeit von Siedlungsstrukturen gegenüber Sturzregen.

9.5 Bedeutung der regionalen Klimawandelfolgen für Sankt Augustin

Ein Blick in die vergangenen Jahre zeigt bereits eine gewisse Betroffenheit für Sankt Augustin gegenüber den Auswirkungen der Klimaveränderung. Dabei sind die Folgen von besonderer Bedeutung die in ihren Auswirkungen materiellen Schaden verursachen oder sogar das Leben oder die Gesundheit der Menschen bedrohen können. In Sankt Augustin verursachten insbesondere Starkregenereignisse in den vergangenen Jahren zahlreiche Schäden an Infrastrukturen unter den privaten Haushalten. Für die hiesige Region wird in den nächsten Jahren davon ausgegangen, dass die Zahl und die Intensität von starken Niederschlägen zu nehmen wird. Durch die hohen Anteile an versiegelte Flächen erscheint Sankt Augustin hier besonders vulnerabel.

Für Sankt Augustin stellt sich unter Berücksichtigung der zuvor gemachten Betrachtungen grundsätzlich die Frage nach der Betroffenheit. In Verbindungen mit dem Klimawandel spricht man von der Vulnerabilität. Der Begriff geht über die reine Beschreibung einer Veränderung hinaus und gilt vielmehr wieder, wie im Zusammenwirken mit lokalen Rahmenbedingungen die Folgen des Klimawandels zu lokaler Betroffenheit führt. So führt beispielsweise die Erhöhung der mittleren Temperatur in ländlichen Gebieten mit luftiger Bebauung und hohem Grünflächenanteilen nicht zwangsläufig zu einer grundsätzlich erhöhten thermischen Belastung mit entsprechenden Auswirkungen auf Bevölkerung. In dicht besiedelten Ballungsräumen mit hohen Anteilen an versiegelten Flächen und geringen Grünanteilen, hohen „internen“ Wärmelasten und womöglich noch geringer Frischluftzufuhr, führt eine Temperaturerhöhung, vor allem über längere Zeiträume, hingegen zu einer deutlichen Belastung der Bevölkerung. Kommen nun noch demografische Faktoren wie beispielsweise ein hoher Anteil von Personen über 75 oder auch Kleinkinder

hinzu, können die Folgen der Klimaveränderung dramatische Auswirkungen zeigen. Damit zeigt sich eine hohe Vulnerabilität in diesem Bereich.

Für Sankt Augustin gilt es im Rahmen einer umfassenden Vulnerabilitätsanalyse die lokalen Betroffenheiten und deren Potenzial zu bestimmen. Hierzu ist es notwendig die Expertise verschiedenster Akteure zusammen zutragen. Im Rahmen der derzeit verfügbaren Ressourcen, konnte diese Leistung im vorliegenden Konzept nicht erbracht werden. Der derzeit in Aufstellung befindliche „Masterplan Freiraum“ bietet jedoch Ansatzpunkte für die Implementierung von Klimawandelfolgen. Dies gilt beispielsweise für die Erarbeitung eines kommunalen Überflutungsmanagements (s. Abbildung 83).

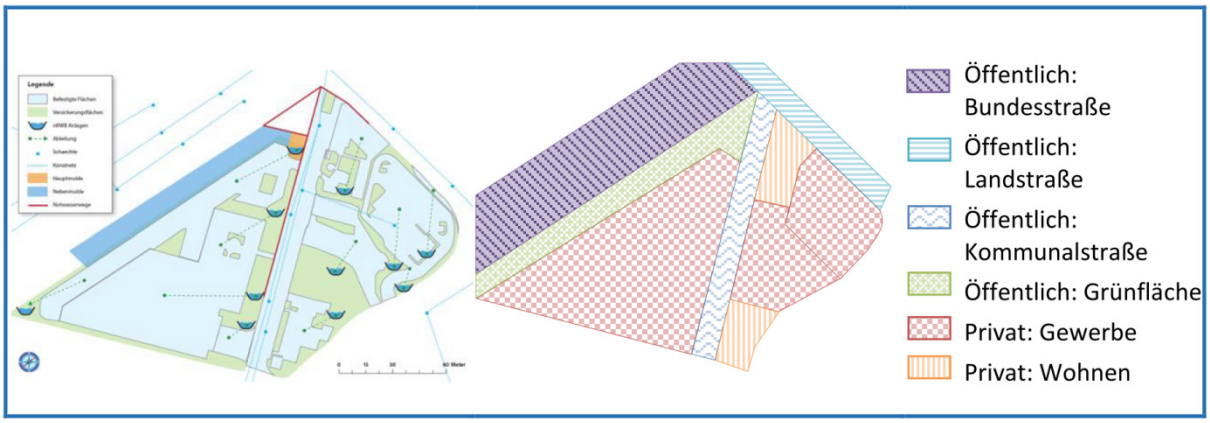


Abbildung 83: Skizzenhafte Darstellung eines Überflutungsmanagements (Patiel&Siekmann, 2012) - rechts entsprechende Akteurszuständigkeit (Quelle: dynklim-Kompakt 2015)

Es bietet sich damit an die Arbeiten am „Masterplan Freiraum“ auch dazu zu nutzen, die lokalen Folgen des Klimawandels verstärkt in den Fokus zu setzen. Dies setzt neben den fachlichen Kapazitäten voraus, dass entsprechende Software-Lösungen bereitstehen, denn derartige Aufgaben können nur noch in GIS-Anwendungen zielführend bewältigt werden. Dabei ist die Arbeit hoch interdisziplinär, da sowohl geografische, als auch technische Aspekte der Infrastruktur zu berücksichtigen sind, wie auch demografische und soziale der betroffenen Bevölkerung.

Sankt Augustin ist als Stadt in NRW in der glücklichen Situation von den Aktivitäten des Landes profitieren zu können. In den vergangenen Jahren wurden durch das Land zahlreiche Informationsangebote und Plattformen speziell für Kommunen eingerichtet. Kartendienste wie „NRW Umweltdaten vor Ort“ bieten Kartenmaterial für nahezu alle Umwelt und Klimathemen, von Hochwasserkarten bis hinzu Standorten von Verbraucherzentralen. Ergänzt wird dieses Angebot vom „Klimaatlas Nordrhein-Westfalen“ und dem „Energieatlas Nordrhein-Westfalen“. Mit Blick auf den Klimawandel stellt das LANUV mit dem „Klimafolgenmonitoring“ umfassende Informationen zum Klimawandel in NRW zur Verfügung. Die vorgenannten Informationsangebote können Kommunen dabei helfen, eigenständig eine Analyse vor Ort vorzunehmen, ohne dafür auf externe Expertise angewiesen sein zu müssen. Jedoch setzt die Nutzung dieser Informationen und

Handwerkzeuge entsprechende personelle wie fachliche Ressourcen in einer Verwaltung voraus. Insbesondere gilt es die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Fachbereichen und auch externen Akteursgruppen bzw. Betroffen zu gewährleisten.

Die Identifikation der lokalen Betroffenheit, eine Analyse der Vulnerabilität und die Herausarbeitung von Maßnahmen zur Begegnung der negativen Klimawandelfolgen kann somit im Endergebnis nicht das Resultat eines verwaltungsintern erarbeiteten Konzeptes sein. Zu diesem Zweck ist neben der kommunalen Verwaltung ein breites Akteursspektrum zu involvieren. Angefangen beim Kreis mit seinen Zuständigkeiten im Gesundheitsschutz, über lokale Akteure, z.B. im Umweltschutz oder der Alten-Pflege, wie vor allem auch mit den Bürgerinnen und Bürgern im Gesamten. Daher kann das vorliegende Konzept nur eine rudimentäre Betrachtung anhand allgemeiner Indikatoren und Handlungsempfehlungen geben. Damit soll die grundsätzliche Relevanz einer verstärkten Berücksichtigung des Klimawandels im kommunalen Handeln deutlich gemacht werden. Die vertiefte Betrachtung, welche eine Identifikation von spezifischen Begegnungsstrategien Sankt Augustins ermöglicht, sollte demnach im Rahmen nachfolgender Arbeiten und unter Beteiligung einer breiten Akteursgruppe, zum Beispiel innerhalb des „Masterplan Freiraums“, erfolgen. Das Informationsangebot des Landes NRW bietet für dieses Projekt erste Grundlagen und gibt Hilfestellung nachfolgende Schritte. So kann es sinnvoll sein, im Rahmen eines Klimaschutzteilkonzeptes (TK) „Anpassung“ und/oder „Flächenmanagement“ eine detaillierte Bestandsaufnahme und Analyse vornehmen zulassen. Diese TK können über Mittel der Nationalen Klimaschutzinitiative gefördert werden und geben im Ergebnis konkrete Maßnahmen wieder, mit denen den Risiken oder auch Chancen des Klimawandels in der Kommune begegnet werden kann.

Resilienz

In vorgenannten Zusammenhang soll noch auf den Begriff der Resilienz eingegangen werden. Dieser Begriff ist im Bereich der Stadtentwicklung und Stadtplanung noch relativ jung. Die Forschung beschreibt damit die Widerstandsfähigkeit eines Systems, z.B. einer Kommune, gegenüber den Folgen des Klimawandels und den damit verbundenen lokalen Betroffenheiten und Risikopotenzialen.

Untersuchungen mit lokalen Handlungsempfehlungen zu Steigerung der Resilienz in Kommunen gelangen derzeit verstärkt zur Veröffentlichung. Sie gehen zumeist auf Initiativen des Landes NRW zurück und sind Folge der Klimaschutzstrategie des Landes. Für Sankt Augustin bietet sich auf Grundlage dieser Arbeiten die Möglichkeit, spezifische Potenziale und Maßnahmen herauszustellen um sich so mit Blick auf den Klimawandel zu einer resilienten Stadt zu entwickeln. Dies wäre die konsequente Fortführung der zuvor gemachten Grundlagenarbeiten im Rahmen des „Masterplan Freiraum“ und der Vulnerabilitätsanalyse.

9.6 Einschätzung der lokalen Betroffenheit / Vulnerabilitätsanalyse

Bei Betrachtung der zuvor beschriebenen Annahmen über die Entwicklung des lokalen Klimas sind nicht alle Folgen gleich bedeutend für Sankt Augustin. Abbildung 84 zeigt beispielsweise die Unterschiede der Verkehrs- und Siedlungsflächenentwicklung, also der versiegelten Flächen, in Sankt Augustingegenüber dem Land NRW bzw. dem vergleichbarer Städte.

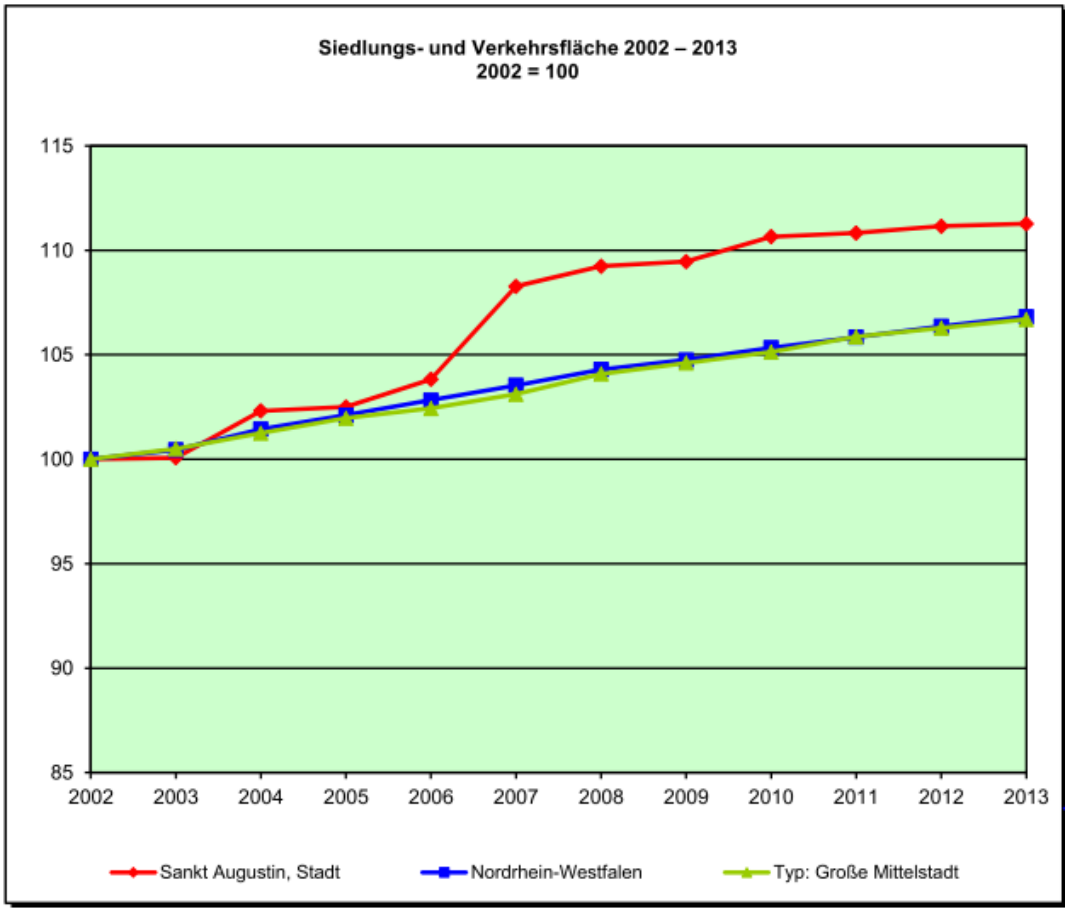


Abbildung 84: Vergleich der Flächenentwicklung seit 2002 (Quelle: LDB NRW)

Betrachtet man die Arten der Flächennutzung wird deutlich, dass die Landwirtschaft im Stadtgebiet eine eher geringe Bedeutung hat (s. Abbildung 85).

Auswirkungen auf das Ökosystem können in begrenzten lokalen Räumen an Relevanz gewinnen, sind mit Blick auf die gesamt kommunale Betroffenheit vorrausichtlich jedoch weniger von Bedeutung, da nur ein relativ geringer Teil der Flächen in Sankt Augustin den Grünflächen zu zuordnen ist. Über das flächenmäßig größte Betroffenheitspotenzial bei den Freiflächen verfügt demnach die Landwirtschaft.

Nutzungsart	2002	2006		2010		2013	
	ha	ha	2002=100	ha	2002=100	ha	2002=100
Fläche insgesamt	**3 423**	**3 423**	**100,0**	**3 424**	**100,0**	**3 422**	**100,0**
Siedlungs- und Verkehrsfläche	**1 715**	**1 781**	**103,8**	**1 898**	**110,6**	**1 909**	**111,3**
Gebäude- und Freifläche, Betriebsfläche	1 087	1 124	103,4	1 182	108,7	1 190	109,5
Erholungsfläche, Friedhofsfläche	85	112	132,2	130	154,3	131	154,9
Verkehrsfläche	543	545	100,4	585	107,7	588	108,1
Freifläche außerhalb der Siedlungs- und Verkehrsfläche	**1 708**	**1 642**	**96,2**	**1 526**	**89,3**	**1 513**	**88,6**
Landwirtschaftsfläche	1 222	1 172	95,9	1 031	84,3	1 026	84,0
Waldfläche	354	357	100,7	380	107,4	376	106,1
Sonstige Flächen	132	114	86,3	115	87,3	111	84,6

Abbildung 85: Entwicklung der Flächen nach Nutzungsarten 2002 – 2013 (IT-NRW)

Hingegen deutet der hohe Anteil an Siedungs- und Verkehrsflächen darauf hin, dass im Bereich der privaten Haushalte und der Wirtschaft, sowie in der kommunalen Ver- und Entsorgung Auswirkungen potenziell möglichsind. Je nach Betroffenheit können diese gravierend sein. Anlass für diese Annahmen bilden die zu beobachtenden Temperaturzunahmen und insbesondere die sich abzeichnende Zunahme an Wärmeextremen, wie Hitzetagen und tropisch warmen Nächten.

Besonders Veränderungen der Temperatur können für die Bevölkerung zu spürbaren Folgen führen. Sankt Augustin gehört zwar nicht zu den potenziell gefährdeten dichtbesiedelten Ballungsräumen wie Köln oder Bonn. Ein Grund hierfür ist beispielsweise die gute Frischluftdurchströmung des Stadtgebietes. Allerdings besteht in hochversiegelten Teilbereich das Potenzial zur Bildung lokaler Wärmeinseln. Findet dies in Bereichen mit hohem Wohn- und/oder Beschäftigungsaufkommen statt, so kann die Wohnqualität oder aber auch die Leistungsfähigkeit des betroffenen Gewerbes darunter leiden.

Auch wenn Infrastruktur und Bausubstanz grundsätzlich weniger Anfällig für Klimawandelfolgen erscheinen, deuten die lokalen demografischen Strukturen doch auf eine Verletzlichkeit der Bevölkerung gegenüber steigenden Temperaturen hin. Dies zeigt sich an dem vergleichsweise hohen Anteil der älteren Bevölkerung (s. Abbildung 86). Da der demografische Wandel den Überalterungsprozess der Bevölkerung fortführt, ist mit Blick auf die Zukunft somit davon auszugehen, dass ein größerer Anteil der Bevölkerung Hitzesensibler sein wird. Diese Annahme trifft im Übrigen auch zu, wenn sich der demografische Wandel umkehren sollte. Im Falle steigender Geburtenraten würde es ebenfalls zu einer Erhöhung der hitzesensiblen Bevölkerung kommen, denn auch Säuglinge und Kleinkinder unter 4 Jahren gehören bei Extrem-Hitzeereignissen und langanhaltenden Hitzeperioden zu den gefährdeten Personengruppen.

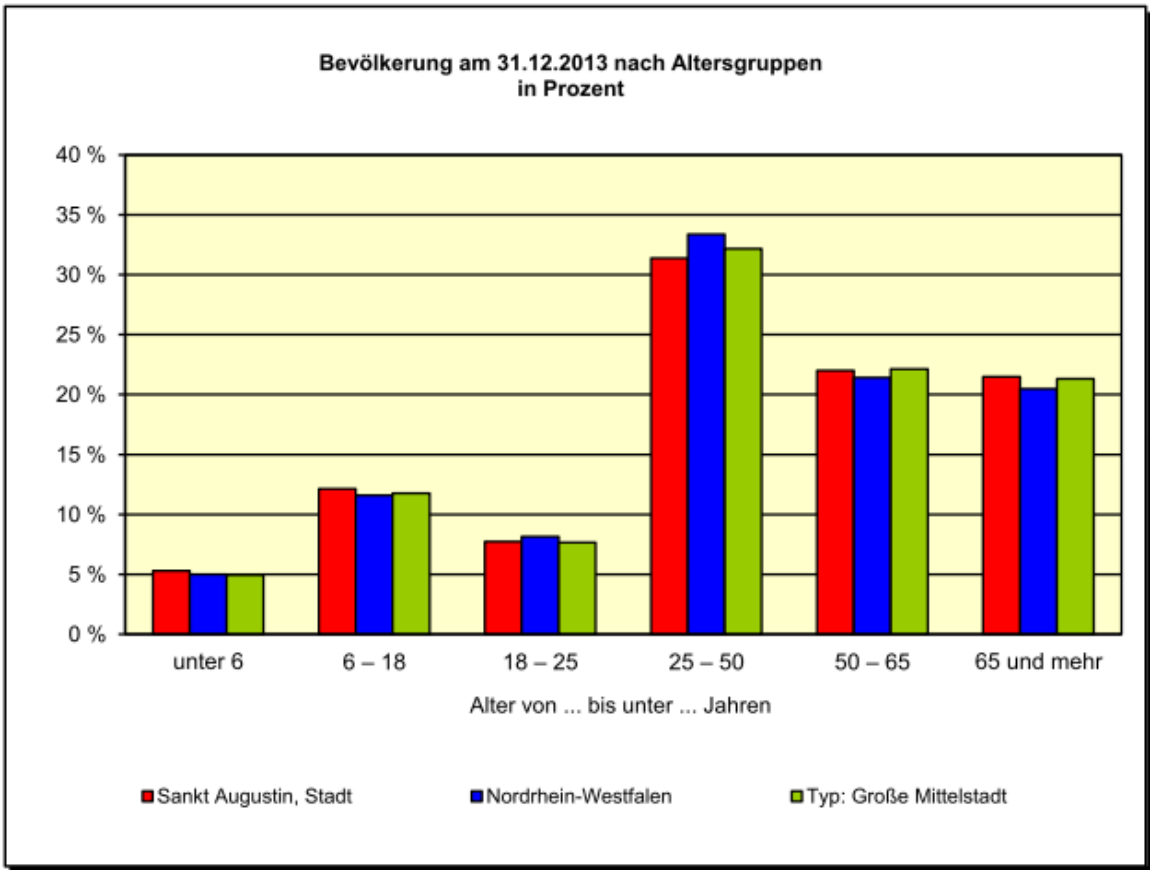


Abbildung 86: Bevölkerung in Sankt Augustin nach Altersgruppen im Vergleich (Quelle: LDB NRW)

Weitere Risiken bestehen wie zuvor bereits angedeutet in der Zunahme von Flusshochwässern und insbesondere auch von Starkregenereignissen. Die zum Teil hochversiegelten Flächen in Sankt Augustin bürgen die Gefahr von Überflutung in Folge von starkem und lang andauernden Regen. Durch die fehlenden natürlichen Versickerungsmöglichkeiten kann es zur Überlastungen der Kanalisation kommen. Im schlimmsten Fall richtet unkontrolliert abgeleitetes Oberflächen- und Regenwassern in solchen Fällen schwere Schäden an kommunaler und privater Infrastruktur an. Besonders gravierend kann in diesem Zusammenhang zum Beispiel der Ausfall des Stromnetzes aufgrund eines überfluteten Transformatorhäuschens sein.

Bisher waren die Folgen von Starkregen in Sankt Augustin noch relativ überschaubar und auf zumeist private Schäden begrenzt. Doch gilt es jedweder Art von Schaden vorzubeugen. Dies gilt sowohl für die Effekte der Temperaturveränderungen als auch die der Niederschlagsverteilungen. Das „Konzept Starkregen NRW“ bietet Hilfestellung zu kommunalen Vorsorgestrategien gegenüber Extrem-Regenereignissen, im Rahmen der Verwaltungsarbeit gilt es diese Instrumente gezielt zu nutzen. Denn auch wenn sich die derzeitige Betroffenheit als noch gering darstellen sollte, so darf nicht außeracht gelassen werden, dass auch demografische Entwicklungen die Wirkungen noch verstärken. Daher sollte im Sinne der Vorsorge die Klimawandelfolgeanpassungen verstärkt auch Aufgabe kommunaler Arbeit sein. Damit im Rahmen der klimapolitischen Arbeit und bis zum

Vorliegen einer umfassenden Vulnerabilitätsanalyse erste Ziele und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels definiert werden können, werden im Folgenden allgemeine Handlungsoptionen für die Stadtplanung und Stadtentwicklung aufgezeigt.

9.7 Handlungsoptionen

Die Klimaprojektionen zeigen, dass ab den 2030er-Jahren mit einer erheblichen Zunahme der Auswirkungen des Klimawandels zu rechnen ist. Aufgrund der niedrigen Geschwindigkeit eines nachhaltigen Stadtumbaus müssen Anpassungsmaßnahmen für künftige Veränderungen deshalb so früh wie möglichbeginnen. Heute geplante Gebäude oder Infrastruktur werden auch in den nächsten 50–100 Jahren genutzt. Um die Hitzebelastung zu verringern, wird eine Umgestaltung der Stadt- und Gebäudearchitektur notwendig. Vorrangig sollten dabei Maßnahmen umgesetzt werden, die den direkten Hitzeeintrag reduzieren. Gleiches gilt für die Vorsorge gegenüber Wetterextremen wie Starkregen. Sowohl für die Vorsorge gegenüber den Auswirkungen von Hitze als auch Starkregen sind umfassende Kooperationen von Verwaltungen, Gewerbe und Bürgerschaft erforderlich. Im optimalen Fall lassen sich durch entsprechende Maßnahmen Synergien heben, die neben einer Steigerung der Maßnahmeneffizienz auch zu einer Aufwertung des städtischen Raumes und damit einer Erhöhung der Lebensqualität dienen.

9.7.1 Freiraumplanung

Urbane Grünflächenhaben eine hohe Bedeutung für das Lokalklima, da von ihnen sowohl tagsüber durch Schattenwurf und Verdunstung als auch nachts durch Kaltluftbildung und Luftaustausch eine kühlende Wirkung ausgeht. Gerade bei der Freiraumplanung tritt aber ein Zielkonflikt mit dem Klimaschutz auf. Werden innerstädtische Freiflächen bebaut, so führt das zu kompakten Siedlungsstrukturen, die flächen-, verkehrs- und energiesparend sind, den Wärmeinseleffekt jedoch verstärken können.

9.7.1.1 Bebauungsgrenzen festsetzen

Frischluft und Kaltluft aus der Umgebung tragen wesentlich zur Abschwächung der Hitzebelastung in Innenstädten bei. Deshalb sollte die Stadtbelüftung über innerstädtische Grünzüge und Frischluftschneisen gesichert und diese durch Bebauungsgrenzen freigehaltenwerden. Auch im Umland einer Stadt sollte die Zersiedelung durch Bebauungsgrenzen verhindert werden, um ausreichend Freiflächen für den Luftaustausch mit der Innenstadt zur Verfügung zu haben. Ein Beispiel dafür bietet Abbildung 10: Klimaschutz in der Bauleitplanung, hier sind die Frischluftschneisen in Sankt Augustin dargestellt. Bei der Entwicklung von Flächen gilt es diese zu bewahren.

9.7.1.2 Begrünung von Straßenzügen

Im innerstädtischen Bereich kann auch die Begrünung von Straßenzügen mit Bäumen und Sträuchern die Hitzewirkung vermindern. Der Schatten der Vegetation sowie Verdunstung und Transpiration der Pflanzen reduzieren die Aufheizung der versiegelten Stadtbereiche.

Diese Begrünungsmaßnahmen lassen sich häufig gut mit Maßnahmen zur Flächenentwässerung kombinieren, so dass gleichzeitig Vorsorge gegen Folgen von Starkregenereignissen betrieben werden kann.

9.7.1.3 Wasserflächen

Offene Wasserflächen haben eine ausgleichende Wirkung auf die Lufttemperaturen in der Umgebung. Wasser erwärmt sich im Vergleich zur Luft relativ langsam, dadurch sind Wasserflächen im Sommer relativ kühl. Die Verdunstung von Wasser verbraucht Wärmeenergie aus der Luft und trägt zur Abkühlung der aufgeheizten Innenstadtluft bei.

Wasserflächen können gut mit Maßnahmen zu Regenwassermanagement kombiniert werden, damit kann gleichzeitig Vorsorge gegen Folgen von Starkregenereignissen betrieben werde.

9.7.1.4 Dach- und Fassadenbegrünung

Begrünte Dächer und Hausfassaden können als kleinste Grünflächen im Stadtgebiet angesehen werden. Das Blattwerk, das Luftpolster und die Verdunstung in der Vegetationsschicht vermindern ein Aufheizen der Dachfläche bzw. Hauswand im Sommer und den Wärmeverlust des Hauses im Winter. Ein zusätzlicher Effekt von Dach-und Fassadenbegrünungen ist die positive Auswirkung auf den Wasserhaushalt. 70 % bis 100 % der Niederschläge werden in der Pflanzenschicht aufgefangen und durch Verdunstung wieder an die Stadtluft abgegeben. Dies führt zu einer höheren Luftfeuchtigkeit und trägt zur Abkühlung versiegelter Stadtteile bei. Gleichzeitig werden Starkniederschläge erst zeitverzögert an die Kanalisation abgegeben, was das Stadtentwässerungsnetz entlastet. Dies ist ebenfalls eine Maßnahme zur Vorsorge gegen Schäden durch Starkregenereignisse.

9.7.1.5 Gebäudedesign

Durch zunehmenden Hitzestress im Sommer kommt der Kühlung von Gebäuden in Zukunft eine steigende Bedeutung zu. Bei der Gebäudeplanung kann ein sommerlicher Hitzeschutz durch geeignete Gebäudeausrichtungen mit Hauswandverschattung, angebauten Verschattungselementen und Wärmedämmung erreicht werden. Helle Baumaterialien reflektieren mehr kurzwellige Sonneneinstrahlung. Dadurch heizt sich ein Haus weniger stark auf. Großflächig in der Stadtplanung angewandt, kann somit der Wärmeinseleffekt verringert werden.

Die in Zukunft zu erwartende hohe Bandbreite von Niederschlägen erfordert eine größere Anpassungskapazität in der Siedlungsentwässerung. Zum einen ist eine Anpassung der Infrastruktur an veränderte Starkregenintensitäten und -häufigkeiten notwendig, zum anderen die Ausweitung der natürlichen Rückhalte- und Versickerungsflächen für Niederschläge.

9.7.2 Siedlungswasserwirtschaft

Als Maßnahmender Siedlungswasserwirtschaft sind die Dimensionierung von Speicherbecken und Kanalisation, die Entlastung von Abwasseranlagen durch dezentrale Maßnahmen zur Versickerung, Rückhaltung oder Nutzung von Niederschlagswasseroder die flexible Auslegung und der flexible Betrieb der Entwässerungssysteme zu nennen.

9.7.2.1 Hochwasserangepasste Bauweisen

Hochwassergefahren können am besten vermieden werden, wenn hochwassergefährdete Bereiche von jeglicher Bebauung freigehalten werden. Des Weiteren kann ein Verbot des Baus von Kellergeschossen in hochwassergefährdeten Gebieten sinnvoll sein. Alternativ können veränderte Kellerkonstruktionen mit Wannen im Fundament oder erhöhten Kellerwänden die Hochwassersicherheit verbessern. Auch können veränderte haustechnische Lösungen das Schadenspotenzial begrenzen, etwa durch den Verzicht auf Technikzentralen in Kellergeschossen.

9.7.2.2 Bodenentsiegelung

Auch durch Bodenentsiegelungskonzepte kann der Starkregenabflussverringert werden. Sinnvoll ist ein dezentrales Wassermanagement im urbanen Raum, das durch Vernetzung von innerstädtischen Grünflächen zur Ableitung, Versickerung und Verdunstung von Niederschlägen führt. Entsiegelungen von großen Flächen wie Parkplätzen schaffen ortsnahe Versickerungsflächen für Niederschläge. Ein positiver Nebeneffekt der Flächenentsiegelung im innerstädtischen Bereich ist die kühlende Wirkung durch Verdunstung, die von diesen Flächen ausgeht.

9.8 Zusammenfassung

Die vorgenommen Einschätzungen zu Betroffenheiten und Handlungsoptionen zeigen klar auf, dass sich Sankt Augustin mit den Folgen des Klimawandels auseinandersetzen muss. Dabei sollte es vor allem darum gehen ein klares Bild des Gefahrenpotenzials für Bevölkerung und Infrastruktur zu zeichnen. Auf dieser Grundlagen können dann gezielt Maßnahmen entwickelt werden. Unabhängig davon wurden von Seiten der Verwaltung bereits erste Schritte initiiert, z.B. im Bereich der Aufklärung über die Risiken von Starkregenereignissen und den Möglichkeiten zur Vorsorge. Die beschrieben Handlungsoptionen bilden eine Grundlage zur Ableitung erster Maßnahmenvorschläge im Energiepolitischen Arbeitsprogramms des Teil B des Konzeptes.

10 Controlling

Das Controlling stellt in einem IKK ein bedeutendes und damit auch ein eigenständiges Handlungsfeld dar. Nur auf den ersten Blick erscheint das Controlling von Klimaschutzmaßnahmen profan, denkt man nur an den relativ einfachen Output einer Energie- und CO_2-Bilanz. Veränderungen in der Bilanz sind oftmals augenfällig und somit

erscheint manches Ergebnis auf Anhieb klar. Bei vertiefter Betrachtung stellen sich solche zu kurz greifenden Rückschlüsse zumeist als wenig belastbar dar. Als Beispiel kann der Wärmeenergieverbrauch genannt werden, ein sinkender Verbrauch kann hier sowohl das Resultat von Effizienzmaßnahmen sein als auch das einer milden Witterung, vielleicht sogar in Kombination. Werden die klimatischen Rahmenbedingungen bei der Auswertung der Ergebnisse nicht berücksichtigt, können die Ergebnisse von Klimaschutzmaßnahmen nicht adäquat abgebildet werden. Es ist daher sinnvoll neben den Primär-Indikatoren des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen weitere Indikatoren zu entwickeln, anhand derer das Wirken kommunaler Klimaschutzaktivitäten dargestellt werden kann.

Um einen Überblick zu haben, ob eine Klimaschutzstrategie erfolgreich ist, sollten Instrumente zur Erfolgsmessung und Projektsteuerung genutzt werden. Die zentrale Aufgabe eines Klimaschutz-Controllings besteht in der strukturierten Erschließung von Minderungspotenzialen. Mithilfe eines Managementprozesses werden alle neuen, laufenden und abgeschlossenen Klimaschutzmaßnahmen hinsichtlich der Wirkung und des Umsetzungserfolges bewertet und Rückschlüsse für den weiteren Projektverlauf gezogen.

Durch die Teilnahme am European Energy Award(eea) seit dem Jahr 2014 hat die Stadt Sankt Augustin bereits ein praxiserprobtes Controlling-Instrument etabliert und sollte dies weiter und umfassend zur Projektsteuerung aller Klimaschutzprojekte nutzen.

Die zentrale Aufgabe eines Klimaschutz-Controllings besteht in der strukturierten Erschließung von Minderungspotenzialen. Mithilfe eines Managementprozesses werden neue, laufende und abgeschlossene Klimaschutzmaßnahmen hinsichtlich der Wirkung und des Umsetzungserfolges bewertet und Rückschlüsse für den weiteren Projektverlauf gezogen. Dieser kontinuierlich ablaufende Managementprozessbesteht ganz allgemein aus vier Phasen:

Ziel definieren > Maßnahme planen > Maßnahme umsetzen > Erfolg überprüfen.

Mit Blick auf das Controlling eines Klimaschutzmanagement wurde dieser Prozess erweitert. Denn die Dynamik der klimapolitischen Entwicklungen und Erkenntnisse macht es notwendig nicht nur eine Kontrolle der Zielerreichung vorzunehmen. Vielmehr müssen auch die Ziele selbst einer ständigen Neubewertung unterzogen werden. Technischer Fortschritt oder neue wissenschaftliche Erkenntnisse können maßgeblichen Einfluss auf einmalig gesetzte Ziele haben. Aus diesem Grund ist der Management Kreislauf um den Schritt der Bewertung erweitert(s. Abbildung 87).

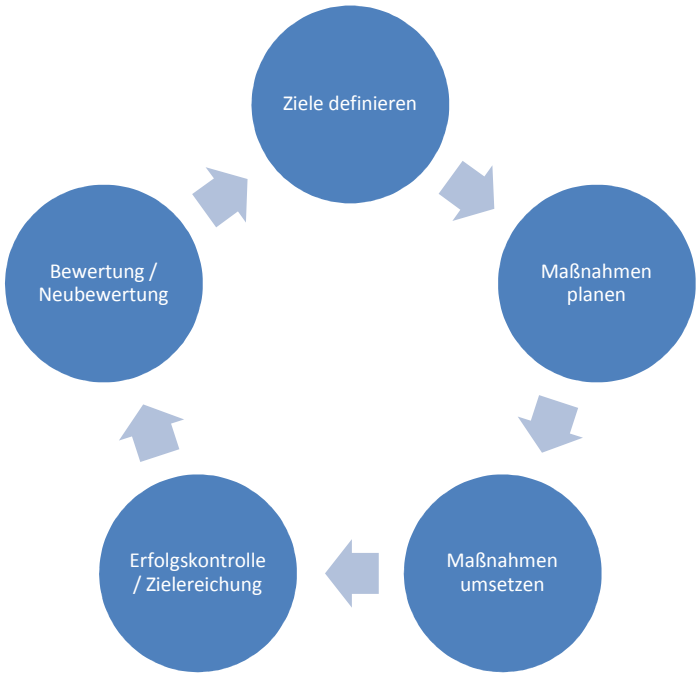


Abbildung 87: Der Managementkreislauf im Klimaschutz in Anlehnung an einen typischen Managementprozess

Dieses Verfahren muss letztlich auf jede Klimaschurzmaßnahme angewendet werden, wobei die Zieldefinitionen ganz unterschiedlich ausfallen können. Während sich für Energieeffizienzprojekte (Gebäudesanierung, Austausch von Anlagentechnik etc.) der Erfolg beispielsweise durch die eingesparten Kilowattstunden am Zähler ablesen lässt, werden Aktionen und Veranstaltungen üblicherweise an der Teilnehmerzahl gemessen. Darüber hinaus kann auch bewertet werden, was die Teilnehmer von einer Aktion oder Veranstaltung „mitnehmen“. Für jede Maßnahme muss also zunächst ein geeigneter Indikator ermittelt werden, der über den Erfolg der konkreten Maßnahme Auskunft geben kann, denn nicht jede Maßnahme, insbesondere die aus dem Kommunikationsbereich, führt zu unmittelbar messbaren Einsparerfolgen in Kilowattstunden oder Tonnen CO_2.

Die Möglichkeiten, ein solches Controlling-Konzept zur Erfolgsmessung und Projektsteuerung aufzubauen, sind vielfältig und reichen von einfachen EXCEL-Tabellen der Marke „Eigenbau“ bis hin zu professionellen Management-Tools namhafter Softwareanbieter.

Mit dem Tool ist jedoch zunächst lediglich ein Werkzeug vorhanden, dass eine (digitale) Verwaltung der Klimaschutzmaßnahmen ermöglicht. Nicht weniger wichtig jedoch ist der eigentliche Projektsteuerungsprozess, der auf Basis des Controlling-Prozesses Entscheidungen über das weitere Vorgehen ermöglicht und den laufenden Klimaschutzprozess fortentwickelt. Mit Blick auf die Bandbreite der Maßnahmenbereiche des integrierten Klimaschutzkonzeptes wird deutlich, dass diese Aufgabe nicht von einer einzigen Fachabteilung wahrgenommen werden kann, sondern vielmehr eine

ämterübergreifende Projektsteuerungsgruppe gebildet werden muss, um im Sinne des integrierten Ansatzes die Potenziale in allen relevanten Sektoren erschließen und eine abgestimmte Umsetzungsstrategie ohne die Bevorzugung einzelner Themenbereiche entwickeln zu können.

Darüber hinaus kann die fachliche Expertise der geförderten externen Begleitung des eea in den Klimaschutzprozess in Sankt Augustin zusätzlich unterstützend einwirken.

Die externe Begleitung und der „Blick von außen“ dienen als unterstützende Kraft, sie kann mit Blick auf die Klimaschutzarbeit der kommunalen Verwaltung fachlich begleiten, als auch die Vernetzung nach außen, beispielsweise mit Klimaschutzabteilungen anderer kommunal Verwaltungen verbessern. Durch ein gut ausgelegtes Controlling kann eine effiziente Weiterführung des Prozesses und die Verfügbarkeit wichtiger Informationen und Erfahrungswerte unterstützt werden. Auch wenn beispielsweise personelle Wechsel bei beteiligten Akteuren, schon aus kommunalpolitischen Veränderungen heraus, anstehen kommt der Prozess damit nicht ins Stocken.

Die Stadt Sankt Augustin ist in der glücklichen Lage, diese strukturellen und prozessorientierten Voraussetzungen durch die Installation eines Klimaschutzmanagement beim BNU und den Beitritt zum European Energy Award (eea) im Jahr 2014 bereits in den letzten Jahren etabliert zu haben. Der eea gehört unbestritten zu den führenden Management-Tools zur Erfolgsmessung und Projetsteuerung von Klimaschutzaktivitäten im kommunalen Handlungsraum.

Zum Leistungsumfang des eea gehört neben einem bewährten Qualitätsmanagementprozess und einem internetbasierten Management-Instrument auch ein Maßnahmenkatalog. Dieser Maßnahmenkatalog beruht auf best-practice-Projekten aus vielen anderen Kommunen. Im Rahmen des eea-Prozesses sollen ähnliche Maßnahmen von der eea-Kommune umgesetzt werden. Über den Zielerreichungsgrad, der durch einen externen Auditor testiert wird, erfolgt eine Punktevergabe.

Wenn man den eea-Prozess weniger auf das Bewertungssystem reduziert, sondern vielmehr die grundlegenden organisatorischen und strukturellen Prozesse und Abläufe betrachtet, wird deutlich, dass dieser Management-Prozess auch über die sechs Handlungsbereiche des eea und den zugehörigen Maßnahmenkatalog hinaus Anwendung finden kann. Auf diese Weise kann ein ganzheitliches Klimaschutzcontrolling realisiert werden, das die Erfolgsmessung und Projektsteuerung aller kommunalen Klimaschutzaktivitäten mit einem einzigen Managementsystem ermöglicht.

Nicht zwangsläufig werden sich für diese zusätzlichen Maßnahmen Punkte im Rahmen der externen eea-Zertifizierung erzielen lassen. Die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes in sinnvoller Weise mit dem Punktesystem des eea zu verknüpfen, ist letztlich aber auch eine besondere Anforderung an einen neuen, externen Berater falls der eea-Prozess fortgeführt und weiterhin extern begleitet werden soll.

Der Vorteil eines zentralen Controllings, auf Basis des Management-Tools wie dem eea, liegt eindeutig darin, dass der Klimaschutzprozess ganzheitlich abgebildet werden kann und auch entsprechende Empfehlungen für den Rat der Stadt von Seiten des Energieteams bzw. der Projektgruppe Klimaschutz ausgesprochen werden können. Im Klartext bedeutet dies, dass das sogenannte Energiepolitische Arbeitsprogramm (EPAP), das jährlich über den Stand laufender Projekte und neue Vorhaben informiert und dem Rat zur Entscheidung vorgelegt wird, neben den eea-spezifischen Maßnahmen auch weitere Maßnahmen enthalten wird, beispielsweise aus dem Maßnahmenkatalog des Klimaschutzkonzeptes Teil B. Der eea und das IKK ergänzen sich somit optimal. Auf diese Weise werden die ohnehin knappen Ressourcen effizient gebündelt. Der Fokus liegt dabei eindeutig auf der inhaltlichen, statt auf der administrativen Arbeit. Aufgrund der bisherigen Arbeit im eea und den positiven Erfahrungen mit der fachbereichsübergreifenden Zusammenarbeit im Energieteam ist dringend zu empfehlen, diesen Prozess weiter fortzusetzen und die Klimaschutzarbeit als Ganzes zu integrieren. Alternative Management-Systeme und der Aufbau neuer Strukturen sind schon mit Blick auf die zeitlichen und finanziellen Anforderungen nicht zu empfehlen.

Für die Stadt Sankt Augustin bietet sich mit der Teilnahme am European Energy Award die Möglichkeit, über die bereits etablierten Strukturen übergangslos eine ganzheitliche Projektsteuerung und Erfolgsmessung für den integrierten Klimaschutz zu realisieren.

10.1 Indikatoren des Controllings

10.1.1 Gebäude und Infrastruktur

Grundsätzlich kann dieser Bereich mit den Ergebnissen der Energie- und CO_2-Bilanz gut abgebildet werden, allerdings ohne die Berücksichtigung weiterer Faktoren, wie Witterung, Gebäudearten und –flächen ist dies nur begrenzt aussagekräftig und nicht geeignet zur Erarbeitung spezifischer Maßnahmen. Hierzu ist die Anwendung spezifischer Indikatoren notwendig. Dabei gilt für den Raumwärmeverbrauch grundsätzlich die Notwendigkeit der Witterungsbereinigung mittels Klimakorrekturfaktoren. Darüber hinaus können flächenspezifische Energieverbräche sinnvoll sein um Handlungsschwerpunkte in der Gebäudestruktur zu identifizieren.

Die Erarbeitung solcher Sankt Augustin spezifischer Indikatoren kann dabei z.B. in Zusammenarbeit mit der Stadtplanung erfolgen. Optimaler Weise könnten die Ergebnisse in ein GIS einfließen, umso als Grundlagen Information für alle zuständigen Bereiche und in allen Planungsbereichen und –phasen verfügbar zu sein.

10.1.1.1 Private Haushalte

Die Wirkung von Maßnahmen im Bereich der privaten Haushalte lassen sich relativ zeitnah und gut in der Bilanz erfassen. Grundsätzlich ist bei der Bilanzierung der Haushalte jedoch zu beachten, dass es nahezu unmöglich ist beim Verbrauch genau nach der Nutzung zur Raumkonditionierung und der zur Trinkwarmwassererwärmung (TWW) zu unterscheiden. Dies ist insofern von Bedeutung, als dass für die Verbräuche zur Raumheizung eine

Witterungsbereinigung vorzunehmen ist. Der TWW-Verbrauch ist nicht unmittelbar witterungsabhängig und sollte deshalb entsprechend heraus gerechnet werden.

Legt man die Annahme zugrunde, dass der individuelle TWW-Verbrauch pro Haushalt über die Jahre als im Mittel relativ konstant anzunehmen ist, dann kann der TWW-Verbrauch anteilmäßig aus den jeweiligen Energieträger (Öl usw.) heraus gerechnet werden. Dies ist auch relevant in Bezug auf die Identifizierung von Lösungsansätzen, da diese je nach Energieträger und Nutzung deutlich unterschiedlich sein können.

Derzeit ist beispielsweise das Potenzial der Solarthermie besonders hinsichtlich der TWW-Bereitung relativ groß, da diese in der Regel unabhängig von der energetischen Qualität des Gebäudes gehoben werden können. Anders verhält es sich hier bei der Nutzung von Solarthermie zur Raumbeheizung, effiziente und wirtschaftliche Systeme stellen hier besondere Anforderungen an die thermische Qualität des zu beheizenden Gebäudes.
> technische/wirtschaftliche Grenzen des (Bau-)Bestands). Auch daher ist es von Vorteil den TWW-Anteil genauer zu identifizieren

10.1.2 Indikatoren Verkehr

Der Verkehr bildet den bedeutendsten Anteil an den Treibhausgasemissionen in Sankt Augustin. Die Bilanzierung dieser Emissionen erfolgt, wie zuvor schon beschrieben, anhand der in Sankt Augustin zugelassenen Fahrzeuge nach den jeweiligen Klassen. Durch die relativ hohe PKW-Dichte ergeben sich für Sankt Augustin hier entsprechend hohe Emissionswerte. An dieser Stelle gilt zu beachten, das im Gegensatz zu den Energieträger in den Sektoren private Haushalte und Wirtschaft hier nicht das territorial Prinzip sondern das Verursacher-Prinzip zur Bilanzierung angewendet wird. Das heißt die emittierten Treibhausgase werden nicht zwangsläufig alle auf Sankt Augustin Stadtgebiet ausgestoßen, vielmehr werden die Treibhausgasemissionen berücksichtigt, die in Sankt Augustin gemeldeten Fahrzeuge grundsätzlich ausstoßen. Ganz egal wo sie sich geografisch bewegen.

Die Bilanzierung anhand von Zulassungszahlen und statistischen Durchschnittswerten ist hinsichtlich ihrer Aussagekraft bezogen auf die verkehrsbedingen Treibhausgasemissionen ausreichend genau. Durch die insgesamt große Zahl an gemeldeten Fahrzeugen werden evtl. größere Ausreißer in der Gesamtheit der Werte ausgeglichen.

Nachteil dieser Methode ist, dass Vor-Ort erreichte merklich Verkehrsentlastungen unter Umständen in der Bilanz nicht oder nicht im entsprechenden Maße sichtbar werden. Sollte sich beispielsweise die durchschnittliche Personenkilometer(PKm) in Sankt Augustin gegenüber dem bundesdurchschnitt deutlich verringern, dann wird das durch die Verwendung von überregionalen Durchschnittswerten nicht wiedergegeben. Merklich würden diese Effekte erst, wenn in entsprechender Zahl Fahrzeuge abgemeldet werden. Dies bedeutet insbesondere in der Phase der Konsolidierung neuer Mobilitätsformen, dass adäquate Controllingmethoden vorhanden sein müssen, da sonst die Gefahr besteht, dass der Erfolg der zugrundeliegenden Maßnahmen nicht belastbar kommuniziert werden

können. Dies birgt insbesondere in Bezug auf die Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern sowie der Politik Risiken hinsichtlich der Schaffung von Akzeptanz.

Ein ähnlich gelagerter Fall liegt vor, wenn bspw. aufgrund von bewusstseinsbildenden Maßnahmen die individuelle Wahl des Fahrzeuge bei der Neuanschaffung weg von übermotorisierten SUV und hin zu Klein- und Kleinstwagen geht. Sollte der Flottenverbrauch in Sankt Augustin dadurch unter den Bundesdurchschnitt sinken, dann würde auch dies über Bundeswerte nicht dargestellt werden. Anders verhält es sich, wenn ein Wandel von konventionellen Verbrennungs-Kfz hinzu (voll-) elektrischen Kfz vollzogen wird. E-Fahrzeuge werden in der Meldestatistik separat geführt, diese Effekte fließen mit Vorliegen der jeweiligen aktuellen Zahlen somit unmittelbar in die Bilanz ein. Dadurch ist es möglich, positive Klimaeffekte die durch die Substitution von Verbrennungsmotoren durch (Öko-) Strombetriebene Motoren, auch bei gleichbleibender PKW-Dichte auftreten, entsprechend darzustellen. Maßnahmen im Bereich der Elektromobilität können somit gut einem Controlling anhand der Zulassungszahlen unterzogen werden. Es sollte allerdings bei der Betrachtung der E-Mobilität nicht vernachlässigt werden, dass eine Substitution von mit fossilen Brennstoffen betriebenen Fahrzeugen nicht zu einer Entlastung des (öffentlichen) Raums beiträgt. Solange der Wandel nicht vollständig vollzogen ist, kann es aufgrund von notwendigen Doppelstrukturen für E- und konventioneller Mobilität unter Umständen zeitweise sogar zu einer Steigerung des Flächenbedarfs kommen. In diesem Kontext sind Maßnahmen zur Stärkung des (erweiterten) Umweltverbundes nachweislich zielführender.

In Bezug auf die Ableitung von Handlungsfeldern und Maßnahmen, sowie der Festlegung eines geeigneten Controllings für den nachfolgenden Umsetzungsprozess gilt festzuhalten, dass die Besonderheiten des Bilanzierungssystems hinsichtlich der qualitativen und quantitativen Darstellung der erzielten Wirkung entsprechend zu berücksichtigen ist.

10.2 Zusammenfassung

Kommunale Klimaschutzarbeit benötigt ein geeignetes Controlling um einen stetigen Soll-Ist-Abgleich zu gewährleisten, nur so kann bei Bedarf nachgesteuert werden, etwa durch Anpassungen bei Zielen oder auch bei der Ausgestaltung von Maßnahmen. Die Arbeitsweise des eea bietet sowohl passende Indikatoren zum Soll-Ist-Abgleich als auch Instrumente die es ermöglichen Maßnahmen zu entwickeln und dynamisch an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen. Zudem ermöglicht das jährliche interne Audit und die jährliche Bericht Erstattung Transparenz gegenüber den beteiligten Akteuren als gegenüber der Politik.

Aus diesem Grund werden Maßnahmen auch nicht im Teil A des integrierten Klimaschutzkonzeptes festgehalten, sondern separat im Energiepolitischen Arbeitsprogramm (EPAP) des eea. Das EPAP kann somit unabhängig vom vorliegenden IKK beschlossen werden und versetzt die Verwaltung damit in die Lange Klimaschutzmaßnahmen kurzfristig, zielgerichtet und transparent anzugehen.

11 Öffentlicher Beteiligungsprozess zum Maßnahmenprogramm

Zur Erarbeitung konkreter beschlussfähiger Maßnahmen ist ein umfassender Beteiligungsprozess unabdingbar. Zum einen soll damit Wissenstransfer sichergestellt werden, zum anderen ist die Beteiligung der Öffentlichkeit auch mit Blick auf Information und Motivation von Bedeutung.

So gilt es neben lokalen Betroffenheiten, auch Potenziale aufzuzeigen umso für Unterstützung in der Bevölkerung zu werben. In Sankt Augustin ist darüber hinaus der private Bereich von besonderer Relevanz beim Energieverbrauch. Damit bildet dieser Bereich auch ein wesentliches Handlungsfeld für kommunale Klimaschutzaktivitäten. Da es sich jedoch vorwiegend um privates Eigentum handelt, sind Wirkungen in der Regel nur über die Umsetzung freiwilliger Maßnahmen möglich. Dies verdeutlicht nochmals die Bedeutung der Beteiligung, insbesondere auch der privaten Bürgerschaft.

Öffentliche Beteiligung kann dabei auf unterschiedlichster Art und Weise erfolgen. Im Rahmen vergangener Erhebungen und Planverfahren konnte in der Stadtverwaltung bereits Erfahrungen mit verschiedensten Beteiligungsverfahren gesammelt werden.

Bei Erarbeitung eines Maßnahmenprogramms können diese Erfahrungen dazu genutzt werden situativ passende Lösungen anzubieten, um die Bürgerschaft neben der Politik im Verfahren zu beteiligen.

Dies ist insbesondere notwendig wenn es um die Ausgestaltung einzelner Maßnahmen geht. Mit Blick auf die haushälterische Situation der Stadt ist in diesem Kontext auch zu betonen, dass die Umsetzung einzelner haushaltswirksamer Maßnahmen in jedem Fall von den zuständigen Gremien in Verwaltung und Politik geprüft und wo erforderlich auch separat beschlossen werden müssen.

12 Fazit / Ausblick

Führt man die vorliegenden Ergebnisse der Energie- und CO_2-Bilanz, sowie die der verfügbaren Potenziale zusammen, so kann folgendes festgehalten werden.

Die Höhe des Endenergieverbrauchs ist in den Jahren von 2008 bis 2014 um ca. 10 % gesunken und hat damit in etwa das Niveau des Jahres 1990. Dabei sticht insbesondere der hohe Anteil des Erdgases am Gesamtendenergieverbrauch hervor. Maßgeblich hieran beteiligt ist der Sektor der Haushalte, sprich die Wohngebäude. Auch mit Blick auf den Gesamtverbrauch unabhängig des Energieträger treten die Haushalte bei den stationären Verbrauchern deutlich hervor. Infrastruktur und Wirtschaft haben weniger Anteil am Energieverbrauch. Der Sektor Wirtschaft hat von allen drei Verbrauchssektoren hinter den Haushalten und dem Verkehr mit gut einem Viertel den geringsten Anteil am Endenergieverbrauch.

Eine weitere wesentliche Verbrauchsgröße ist der Strom, welcher in den Haushalte und der Wirtschaft in etwa gleich stark nachgefragt wird. Der Verkehr spielt mit Blick auf die Elektromobilität noch keine bedeutende Rolle, der Stromverbrauch des Sektors Verkehr resultiert aus Schienenverkehr und ÖPNV.

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen folgt der des Endenergieverbrauch. Allerdings macht sich der steigende Anteil an Erneuerbare Energien, insbesondere beim Strom, bemerkbar. So ist im Gegensatz zum Endenergieverbrauch bei den CO_2-Emissionen eine sinkende Tendenz, sowohl für die Jahre 1990 bis 2014 als auch für den Zeitraum von 2008 bis 2014 erkennbar. Gegenüber dem Jahr 1990 sind die CO2-Emissionen im Jahr 2014 um knapp 14 % gesunken. Dies spiegelt sich auch im Primärenergieverbrauch wieder der in den Jahren von 2008 bis 2014 um etwa 16 % abnahm und damit auch ca. 10 % unterm dem des Jahres 1990 liegt.

Dabei kann festgestellt werden, dass der Anteil der Erneuerbare Energien bei der stationären Wärmeerzeugung, sprich bei den Heizungsanlagen, noch eine eher untergeordnete Rolle spielen, Holz und Wärmepumpen stellen dabei noch die größten Anteile. Hier, und im Bereich der Gebäudeeffizienz, liegen auch wesentliche Potenziale für die Einsparung von Energie und die Reduktion von Treibhausgasemissionen. Während sich im Rahmen des „normalen“ Stands der Technik, gültiger Gesetze und reguläre Sanierungszyklen nur langsam eine Verbrauchsverringerung einstellt, können aktive Sanierungsstrategien hier frühzeitiger Resultate erzielen. Dabei zeigen zahlreiche Best-Practice-Beispiele im Wohnbau und Gewerbe dass dieser Einsatz auch ökonomischen Nutzen mit sich bringt.

Zweites wesentliches Potenzialfeld bei den globalen, aber besonders auch bei den lokalen Emissionen, nimmt der Sektor Verkehr ein. Dabei erfordert die besondere Situation Sankt Augustin im Bundes- und Landesstraßennetz eine differenzierte Betrachtung. Während die Stadtverwaltung mittels Maßnahmen einen Einfluss auf den innerörtlichen Verkehr und in

gewissem Maße, z.B. unter Einbindung des ÖPNV-Trägers, auch auf den Quell- und Zielverkehr nehmen kann, ist dies mit Blick auf die durchs Stadtgebiet verlaufenden Autobahnen und außerkommunalen Straßen nicht möglich. Jedoch ist das Verkehrsaufkommen im Stadtgebiet mit Ausnahmen der Autobahnen auch das Resultat des kreisweiten Pendleraufkommens und der innerörtlichen Nutzung des MIV. Dadurch ergeben sich hier kommunale Handlungsräume um Einsparpotenziale zu heben. Mit Blick auf das Pendelraufkommen sind interkommunale, kreis- bzw. nahverkehrsverbandweite Konzepte und Maßnahmen erforderlich. Durch die frühzeitige Integration derartiger Planungen und Ansätze kann die Kommune hier jedoch bereits im Vorfeld umsetzungsreifer Konzepte aktiv werden. Es ist auf jeden Fall nicht ratsam erst Verkehrskonzepte übergeordneter Stellen abzuwarten und erst dann aktiv zu handeln. Vielmehr sollten proaktiv eigene Handlungsfelder angegangen werden und dabei die übergeordnete Planungsebene nicht aus den Blick genommen werden. Originäres Handlungsfeld der Kommune im Verkehr ist der innerörtliche Verkehr, sei es zur Kita oder Schule, zur Arbeitsstelle oder zum Einkaufen. Sankt Augustin hat einen VEP, der eine verträgliche Verkehrsentwicklung zum Ziel hat. Dort wurde bereits die Bedeutung der Stärkung der Nahmobilität, also des Fuß- und Radverkehr, hervorgehoben. Das Radverkehrskonzept der Stadt Sankt Augustin stellt daher dieses Verkehrsmittel in den Fokus, mit dem Ziel den Radverkehr im Stadtgebiet auszubauen. Der Vergleich mit anderen deutschen Städten oder dem benachbartem Ausland zeigt, welchen Anteil der Radverkehr im innerörtlichen Verkehr einnehmen kann. In Sankt Augustin, mit einer überschaubarer Gesamtfläche und überwiegend flachem Gelände, kann das Fahrrad mit und ohne Elektrounterstützung einen großen Teil des MIV substituieren. Wichtig sind dabei durchdachte und gut ausgebaute Infrastrukturen, die es ermöglichen das Fahrrad sicher und ähnlich komfortabel wie einen PKW zu nutzen. Dies gilt sowohl für den privaten als auch für den gewerblichen und öffentlichen Bereich. Mobilitätskonzepte können im Zusammenspiel mit einem Mobilitätsmanagement für Betrieb, öffentliche Einrichtungen und Wohnquartiere effiziente, ökonomische wie auch ökologische Lösungen bieten.

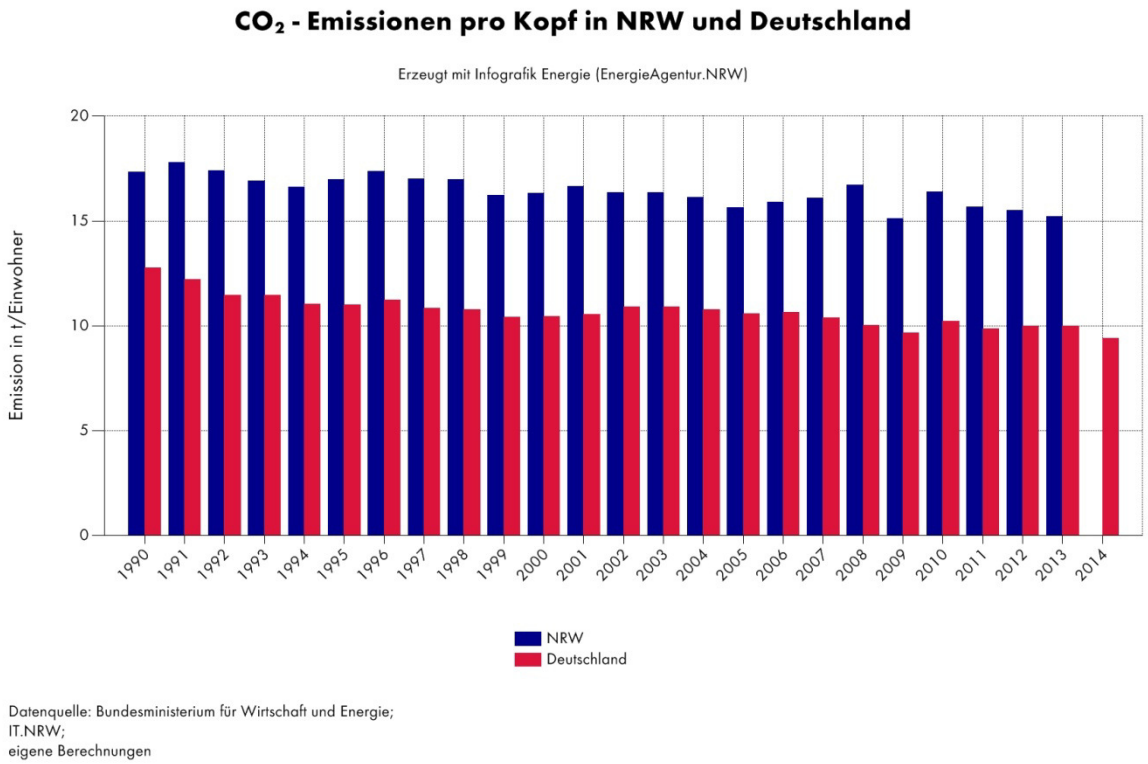


Abbildung 88: CO_2-Emissionen pro Kopf Deutschland und NRW

Werden die Treibhausgasemissionen Sankt Augustins ins Verhältnis zum Land NRW und Deutschland (s. Abbildung 88 und Abbildung 89) gesetzt, dann kann der Eindruck entstehen, dass Sankt Augustin schon viel getan hat für den Klimaschutz, denn der Blick auf NRW und Deutschland zeigt, dass Sankt Augustin im Verhältnis relativ wenig CO_2 ausstößt. Das ist allerdings nur bedingt richtig, so stimmte es zwar, dass die Stadt mit ihren Aktivitäten in den vergangenen Jahren bereits viel geleistet hat. Insbesondere in beim Unterhalt ihrer Infrastruktur und Liegenschaften wurden Energie- und CO_2-Einsparpotenziale erschlossen. Die beeindruckende Zahl von mehr als 3.300 Tonnen eingesparter Treibhausgasemissionen seit 2009 durch die Modernisierung der Straßenbeleuchtung ist dabei nur ein Beispiel. Die Leistungen der ZABA und die Beiträge zur regenerativen Stromerzeugung sind auch hervorzuheben.

Die Stadtverwaltung hat sowohl beim Energieverbrauch als auch bei den Treibhausgasemissionen jedoch nur einen Anteil von ca. 2-3 %. Der wesentliche Verbrauch findet also in den Sektoren Haushalte, Verkehr und Wirtschaft statt. Dabei ist der Verbrauch der Wirtschaft im Vergleich zu der in anderen NRW Kommunen relativ gering, was jedoch nicht an mangelnder Wirtschaftleistung liegt. Es gibt allerding keine Schwer- und oder Energieindustrie. Die ansässige Wirtschaft ist zudem in vergleichsweise wenig energieintensiven Bereichen tätig. Der relativ geringe Energieverbrauch der Wirtschaft sorgt somit auch mit dafür, dass die Treibhausgasemissionen im Vergleich zu Land und Bund eher gering sind. Auch bringt die relativ hohe Versorgungsquote der Haushalte und des Gewerbes

mit Erdgas, derzeit noch gewisse Emissionsvorteile im Vergleich zu Kommunen mit mehr Kohle- oder Stromheizungen im Bestand.

Mengengerüst	Sankt Augustin	National	
Beschäftigte pro Einwohner	0,44	0,52	-
Endenergieverbrauch	**Sankt Augustin**	**National**	
Gesamt pro Einwohner	20,89	30,10	MWh/EW
davon Haushalte pro Einwohner	7,62	8,82	MWh/EW
davon Wirtschaft pro Einwohner	6,11	13,72	MWh/EW
davon Verkehr pro Einwohner	7,16	7,56	MWh/EW
Treibhausgasemissionen (LCA)	**Sankt Augustin**	**National**	
Gesamt pro Einwohner	6,88	9,80	t CO2eq/EW
davon Haushalte pro Einwohner	2,40	2,55	t CO2eq/EW
davon Wirtschaft pro Einwohner	2,07	4,71	t CO2eq/EW
davon Verkehr pro Einwohner	2,40	2,53	t CO2eq/EW

Abbildung 89: Benchmark-Übersicht aus der Bilanzierung in ECOSPEED Region für Sankt Augustin zum nationalen Durchschnitt in Deutschland im Jahr 2014

Daher wäre es nicht richtig sich als Kommune zurückzulehnen und erst einmal abzuwarten. Die lokalen Rahmenbedingungen haben zwar eine im Verhältnis zu anderen Kommunen günstige Klimabilanz im Ergebnis, doch konnte die Betrachtung der Potenziale zeigen, dass hier noch großer Handlungsfelder für den Klimaschutz und auch für die Klimawandelfolgeanpassung zu erschließen sind.

Dies auch in Sankt Augustin aktiv voranzutreiben ist auch Gebot einer gesamtgesellschaftlichen Verantwortung. Zum Schutz unserer Erde und der Umwelt, für alle Lebewesen und alle nachfolgenden Generationen.

Würde es beispielsweise Gelingen den konventionell gedeckten Wärmeenergiebedarf der Gebäude und Wirtschaft um drei Viertel zu reduzieren, dann könnte die Atmosphäre von 105 Tsd. Tonnen Treibhausgas im Jahr entlastet werden. Spinnt man diesen Gedanken weiter und setzt auf 100 % Ökostrom im deutschen Netz, dann entspricht dies weiteren rund 99 Tsd. Tonnen jährlich. Damit lägen die CO2-Emissionen um 53 % unter dem aktuellen Stand. Pro Einwohner wären dies ca. 3,5 Tonnen im Jahr. Wird nun noch angenommen, dass ein Drittel der innerörtlichen Fahrten auf das Fahrrad verlagert werden und mindestens die Hälfte des verbleibenden MIV elektrisch unterwegs ist, dann liegen die pro Kopf Emissionen in Sankt Augustin noch deutlich geringer.

Dies zeigt auf, dass rein theoretisch vieles möglich ist um das Klima zu schützen. Ziele des Bundes oder des Landes NRW in Höhe von 80 %-90 % Treibhausgaseinsparung wie in Abbildung 11 erscheinen dann gar nicht mehr so unrealistisch.

Neben den Klimaschutzaktivtäten der Kommunen und dem Engagement der Bürger- und der Wirtschaft ist dabei vor allem auch der technologische Fortschritt ein maßgeblicher Faktor. Die Entwicklungen im Bereich der Erneuerbare Energien und der Energieeffizienz haben in den vergangenen Jahren enorm an Fahrt aufgenommen, zahlreiche neue Technologien oder Anwendungsbereiche werden derzeit mit Pilotanlagen auf Praxistauglichkeit untersucht. Die Dynamik macht es daher erforderlich ein regelmäßiges „Technologie-Update“ vorzunehmen, wenn es darum geht neue Potenzialfelder zu identifizieren oder auch nicht mehr zielführende aufzugeben. Kommunale Ziele können so kontinuierlich und progressiv an veränderte Rahmenbedingungen angepasst werden. Dies kann auch mit Blick auf Förderkulissen interessant sein.

Für den Klimaschutz in Sankt Augustin bedeutet dies, dass neben der kontinuierlichen Fortschreibung der Energie- und CO_2-Bilanz auch Klimaschutz-Controlling erfolgen muss. Begleitet werden sollte dieser Prozess durch einen Wissenstransfer der gewährleistet, dass die Ziele des Klimaschutz und der Folgeanpassung entsprechend des aktuellen Forschungsstands nachjustiert werden. Durch die Teilnahme am eea verfügt Sankt Augustin über den Vorteil Instrumente die dies ermöglichen in der Verwaltung anwenden zu können. Die im eea-Programm genannten Maßnahmen sind bereits mehrfach kommunal erprobt, in der lokalen Diskussion können sie somit als Blaupause für eigene Maßnahmenprogramme sein. Dabei deckt der eea bereits umfangreiche Handlungsfelder auf. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit sowie der Weiterentwicklung des Energiepolitischen Arbeitsprogramms können jedoch noch weitere Handlungsfelder identifiziert und entsprechend berücksichtigt werden.

Im Ergebnis kann ein Maßnahmenprogramm in Form des Energiepolitischen Arbeitsprogramms für Sankt Augustin beschlossen werden. Eine jährlicher Sachstandbericht und Zielabgleich wird den Klimaschutzprozess ergänzen.

Teil A des IKK schließt mit dieser Betrachtung ab.

Teil B stellt Handlungsoptionen vor, mit denen die Stadtverwaltung den Klimaschutz und die Klimawandelfolgeanpassung vorantreiben kann. Dabei bedient es sich dem Maßnahmenkatalog des eea, um den Zielen eines IKK gerecht zu werden, wurden auf dieser Basis eigene Maßnahmenvorschläge entwickelt.

Das resultierende Energiepolitische Arbeitsprogramm dient als Beschlussvorlagen.

13 Abkürzungsverzeichnis

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V.
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e.V.
AP	Arbeitspaket
AST	Anrufsammeltaxi
B+R	Bike and Ride
BGS	Bundesgrenzschutz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BNU	Büro für Natur- und Umweltschutz
B-Plan-Verfahren	Bebauungsplanverfahren
Bsp.	Beispiel
bzw.	beziehungsweise
C	Celsius
CO_2	Kohlenstoffdioxid
d.h.	das heißt
Dena	Deutsche Energieagentur
DHH	Doppelhaushälfte
DWD	Deutsche Wetterdienst
E-Auto	Elektroautomobil
E-Bike	Elektrofahrrad
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
eea	European Energy Award
EEG	Erneuerbares Energiegesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energie Einsparverordung
EPAP	Energiepolitisches Arbeitsprogram
EVG	Energieversorgungsgesellschaft
EVK	Energieversorgungskonzept
EW	Einwohner
FhG	Fraunhofer-Gesellschaft
FNP	Flächennutzungsplan
FPK	Fahrplan für den Klimaschutz
ggf.	gegebenfalls
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistung
GIS	Geoinformationssystem
GWG Rhein Sieg	Gemeinnützige Wohnungsgesellschaft Rhein Sieg
GWh	Gigawattstunde (entspricht 1000 MWh)
ha	Hektar
HVZ	Hauptverkehrszeit
i.d.R.	In der Regel
IGVP	Integrierter Gesamtverkehrsplan (des Landes NRW)
IKK	Integriertes Klimaschutzkonzept
ILS	Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung GmbH (des Landes NRW)
inkl.	Inklusive
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change auch als "Weltklimarat" bezeichnet

K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
Km	Kilometer
KUP	Kurzumtriebsplantage
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraftwärmekopplung
kWp	Kilowattpeak
l/m^2	Liter pro Quadratmeter
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LDB NRW	Landesdatenbank NRW
LDS	Landesamt für Daten und Statistik
LED	Lichtemittierende Diode
LSA	Lichtzeichenanlage
m	Meter
MFH	Mehrfamilienhaus
MIV	Motorisierter Individualverkehr
mm	Millimeter
MWh	Megawattstunde (entspricht 1000 kWh)
NaWaRos	Nahwachsende Rohstoffe
NGO	Non Gouverment Organisation
NRW	Nordrhein-Westfalen
NVP	Nahverkehrsplan
NVR	Zweckverband Nahverkehr Rheinland
NVZ	Normalverkehrszeit
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P+R	Park and Ride
Pkm	Personenkilometer
PV-Anlage	Photovoltaik Anlage
RB	RegionalBahn
rd.	rund
RE	RegionalExpress
RH	Reihenhaus
RSAG	Rhein Sieg Abfallgesellschaft
RSG	Rhein-Sieg Gymnasium
RSVG	Rhein-Sieg-Verkehrsgesellschaft GmbH
RVK	Radverkehrskonzept
s.	Siehe
sog.	sogenannt
STEK	Stadtentwicklungskonzept
StVO	Straßenverkehrsordnung
SUV	Sport Utility Vehicle (englischsprachig für Geländewagen)
TK	Teilkonzept
Tsd.	Tausend
TWh/a	Terrawattstunden pro Jahr

TWW	Trinkwarmwasser
u.a.	unter anderem
UPV	Ausschuss für Umwelt, Planung und Verkehr (des Stadtrats Sankt Augustin)
VCD	Verkehrsclub Deutschland e.V.
VEP	Verkehrsentwicklungsplan
VRS	Verkehrsverbund Rhein-Sieg
WE	Wohneinheiten
z.B.	zum Beispiel
ZABA	Zentrale Abwasserbehandlungsanlage
ZOB	Zentraler Omnibusbahnhof

14 Literaturverzeichnis

Adolf, Jörg; Schabla, Uwe; Lücke, Andreas; Breidenbach, Lothar (2013): *Klimaschutz im Wohnungssektor - Wie heizen wir morgen? Fakten, Trends und Perspektiven für Heiztechniken bis 2030. Shell BDH Hauswärme-Studie.* Hamburg, Köln. Online verfügbar unter http://www.hwwi.org/fileadmin/hwwi/Publikationen/Studien/Shell_BDH_Hauswaerme_Studie_II.pdf, zuletzt geprüft am 12.02.2017.

Baulinks (2011): *Zahl der Kaminöfen und Kachelöfen in Deutschland erneut gestiegen*. Neustadt. Online verfügbar unter https://www.baulinks.de/webplugin/2011/0628.php4, zuletzt geprüft am 12.02.2017.

Hoppe, Holger; Schmitt, Theo; Einfalt, Thomas (2012): *Klimawandel in Stadtenwässerung und Stadtentwicklung. Methoden und Konzepte.* Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Erkrath. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/KISS_Bericht.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) (2017): *Statistiken.* Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.it.nrw.de/, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Kind, Christian; Protze, Nele; Rothballer, Carsten; Altkrüger, Sandra; Kiso, Claudia (2013): *Klimaschutz trotz knapper Kassen. Ein Handbuch für die Kommunalverwaltung*. Unter Mitarbeit von Jessica Suplie und Diana Nissler. Dessau-Roßlau: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Online verfügbar unter https://www.adelphi.de/de/system/files/mediathek/bilder/handbuch_klimaschutz-trotz-knapper-kassen_online-version_1.pdf, zuletzt geprüft am 12.02.2017.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2010*):* *Klima und Klimawandel in Nordrhein-Westfalen. Daten und Hintergründe.* LANUV-Fachbericht 27. Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/30027.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2014): *Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW. Teil 3 - Biomasse-Energie. LANUV-Fachbericht 40.* Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/30040c.pdf, zuletzt geprüft am 26.03.2017.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2016): *Klimafolgenmonitoring-2015.* Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Recklinghausen. Online verfügbar unter https://indikatoren-lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2016): *Klimawandel und Klimafolgen in Nordrhein-Westfalen. Ergebnisse aus den Monitoringprogrammen 2016. LANUV-Fachbericht 74.* Recklinghausen. Online

verfügbar unter
https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/fabe74_01.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2016): *Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2014. LANUV-Fachbericht 71.* Recklinghausen. Online verfügbar unter
https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/Fachbericht_71_geschuetzt_03.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2017): *Phänologie.* Recklinghausen. Online verfügbar unter
https://www.lanuv.nrw.de/klima/klimafolgen/phaenologie/, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Landesdatenbank Nordrhein-Westfalen (2017): *Statistiken*. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.landesdatenbank.nrw.de/ldbnrw/online, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen & Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (2016): *Konzept Starkregen NRW. Nordrhein-Westfalen, Dezember 2016.* Düsseldorf. Online verfügbar unter
https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/starkregen_konzept.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (2016): *Umweltbericht. Nordrhein-Westfalen 2016.* Düsseldorf. Online verfügbar unter
https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/umweltbericht/umweltbericht_nrw_2016.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (2015): *Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen. Klimaschutz und Klimafolgenanpassung.* Düsseldorf. Online verfügbar unter
https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/klimaschutzbericht_nrw_151201.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (2016): *Klimawandel in den Regionen Nordrhein-Westfalens*. Düsseldorf. Online verfügbar unter
https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/klima/klimawandel_klimafolgen_nrw.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Naturschutzbund Deutschland (NABU) (2008): *Jahresbericht 2008*. Berlin. Online verfügbar unter
https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/nabu/jahresbericht_2008.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Steinrücke, Monika; Snowdon, Astrid; Kuttler, Wilhelm; Dütemeyer, Dirk; Barlag, Andreas-Bent; Hasse, Jens et al. (2010): *Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Langfassung*. Essen: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/Handbuch_Stadtklima_Langfassung.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Weingärtner, Dorothea (2015): *KlimaFLEX. Anpassung an den Klimawandel flexibel gestalten*. Hg. v. Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FIW) e.V. Aachen. Online verfügbar unter http://www.dynaklim.de/dynaklim2pub/index/3000_projektergebnisse/3300_veroeffentlichungen/3520_dynaklim_kompakt.html, zuletzt aktualisiert am 27.07.2017, zuletzt geprüft am 20.03.2017.

Zensus (2011): *Gebäude nach Art des Gebäudes, Gebäudetyp-Bauweise und Zahl der Wohnungen im Gebäude für Deutschland, Rhein-Sieg-Kreis (Kreis) und Sankt Augustin, Stadt (Kreis Rhein-Sieg-Kreis). Auszählungsergebnis aus der Gebäude- und Wohnungszählung*. Fürth. Online verfügbar unter https://ergebnisse.zensus2011.de/#dynTable:statUnit=GEBAEUDE;absRel=ANZAHL;ags=00,05382,053820056056;agsAxis=X;yAxis=GEBAEUDEART_SYS,GEBTYPBAUWEISE,ZAHLWOHNGN_HHG, zuletzt geprüft am 12.02.2017.

15 Anhänge