

# Integriertes Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzept für die Kreisstadt Siegburg

– Endbericht –



vorgelegt der Kreisstadt Siegburg  
von INFRASTRUKTUR & UMWELT  
Professor Böhm und Partner  
am 26.03.2018

Gefördert durch:



NATIONALE  
**KLIMASCHUTZ**  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## **Bearbeitungsteam**



**INFRASTRUKTUR & UMWELT**  
Professor Böhm und Partner

Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Gräff  
Dipl.-Wi.-Ing. Johannes Salzer  
Oliver Loem M.A., Geogr.  
M. Sc. Sandra Michali  
Dr.-Ing. Birgit Haupter  
Dipl. Geogr. Lisa Peters  
Dr.-Ing. Sandra Pennekamp

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Hintergrund und Aufgabenstellung</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>	<b>10</b>
2.1.	Datengrundlagen und Methodik	10
2.2.	Energie-Bilanz für die Kreisstadt Siegburg	12
2.3.	CO <sub>2</sub> -Bilanz für die Kreisstadt Siegburg	16
2.4.	Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	19
<b>3</b>	<b>Potenziale zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>21</b>
3.1.	Vorbemerkungen zur Methodik der Potenzialanalysen	21
3.2.	Handlungsfeld Energieeinsparung Strom und Wärme	23
3.2.1	Private Haushalte	23
3.2.1.1.	Einsparpotenziale Strom	23
3.2.1.2.	Einsparpotenziale Wärme	25
3.2.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	30
3.2.2.1.	Einsparpotenziale Strom	30
3.2.2.2.	Einsparpotenziale Wärme	31
3.2.3	Kommunale Liegenschaften und Einrichtungen	33
3.2.3.1.	Kommunale Gebäude	33
3.2.3.2.	Straßenbeleuchtung	35
3.3.	Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung	36
3.3.1	Windkraft	36
3.3.2	Photovoltaik	37
3.3.3	Solarthermie	38
3.3.4	Biomasse (Forstwirtschaft)	38
3.3.5	Biomasse (Landwirtschaft)	39
3.3.6	Geothermie und sonstige Umweltwärme	39
3.3.7	Wasserkraft	40
3.3.8.	Kraft-Wärme-Kopplung	40
3.3.9	Zusammenfassung der Potenzialanalyse Erneuerbare Energien und KWK	41
3.4.	Handlungsfeld Mobilität und Verkehr	44
3.4.1.	Strukturelle Rahmenbedingungen	44
3.4.2.	Verkehrsinfrastruktur und Mobilitätsangebot	45
3.4.3.	Reduktionspotenzial	48

<b>4</b>	<b>Anpassung an den Klimawandel – Grobe Risikoanalyse</b>	<b>51</b>
4.1.	Vorgehen	51
4.2.	Klimawandel in Nordrhein-Westfalen	52
4.2.1	Regionale Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen	52
4.2.2	Temperaturänderungen	53
4.2.3	Niederschlagsänderungen	55
4.2.4	Extremereignisse und schleichende Veränderungen	55
4.3.	Lokale Erfahrungen und Erkenntnisse mit klimabedingten Auswirkungen	62
4.4.	Schlussfolgerungen: Betroffenheiten in Siegburg	64
<b>5</b>	<b>Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung in der Kreisstadt Siegburg</b>	<b>68</b>
5.1.	Annahmen zu den Szenarien	69
5.2.	Entwicklung des Energieverbrauchs	71
5.3.	Entwicklung der klimaschonenden Strom- und Wärmeerzeugung	73
5.4.	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen	75
5.5.	Beitrag der lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zur Minderung der CO <sub>2</sub> -Emissionen	78
5.6.	Wertschöpfungseffekte	79
<b>6</b>	<b>Energie- und klimapolitische Ziele</b>	<b>81</b>
6.1.	Ziele auf Ebene des Bundes, des Landes und der Region	81
6.2.	Vorschlag für Klimaschutzziele der Kreisstadt Siegburg	85
<b>7</b>	<b>Maßnahmenkatalog</b>	<b>87</b>
7.1.	Methodische Vorbemerkungen	87
7.2.	Kurzübersicht des Maßnahmenkatalogs	89
7.2.1	Handlungsfeld: Energieeffizienz und erneuerbare Energien (EE)	90
7.2.2	Handlungsfeld: Mobilität (MO)	92
7.2.3	Handlungsfeld: Anpassung an die Folgen des Klimawandels (KW)	95
7.2.4	Maßnahmengruppe: Übergreifende Maßnahmen (ÜM)	97
7.2.5	Maßnahmengruppe: Aktivierung und Beteiligung (AB)	99
7.3.	Klimaschutzfahrplan	100
<b>8</b>	<b>Kommunikationsstrategie</b>	<b>104</b>
8.1.	Ziele und Aufgaben	104
8.2.	Instrumente und Zielgruppen	105

<b>9</b>	<b>Controlling- und Monitoringkonzept .....</b>	<b>108</b>
9.1.	Überwachung, Messung und Analyse .....	109
9.2.	Zielanpassung / Maßnahmenanpassung .....	112
9.3.	Klimaschutzberichterstattung .....	112
9.4.	Personalbedarf, erforderliche Investitionen .....	113
<b>10</b>	<b>Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses /</b>	
	<b>Verstetigungsstrategie .....</b>	<b>114</b>
10.1	Fortentwicklung der vorhandener Strukturen / Integration vorhandener Akteure und Prozesse .....	114
10.2	Schaffung einer Stelle „Klimaschutzmanager/in“ .....	116
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>117</b>

**Anhang 1: Energiesteckbrief**

**Anhang 2: Maßnahmenkatalog**

Anhang 2.1: Maßnahmensammlung

Anhang 2.2: Steckbriefe der prioritären Maßnahmen

Anhang 2.3: Klimaschutzfahrplan

**Anhang 3: Dokumentation der Akteursbeteiligung**

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Vergleich der spezifischen Verbrauchsdaten je Einwohner in Siegburg mit bundesweiten Durchschnittswerten.....	15
Tabelle 2	Einsparpotenzial Stromverbrauch private Haushalte .....	24
Tabelle 3	Reduktionspotenziale beim Stromverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung .....	31
Tabelle 4	Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung .....	32
Tabelle 5:	Annahmen für Abschätzung des KWK-Potenzials .....	40
Tabelle 6	Technisches Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK .....	42
Tabelle 7	Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs im Mobilitätsbereich.....	50
Tabelle 8	Veränderungen der Temperatur in NRW im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971 - 2000); Einheit Kelvin, Emissionsszenario A1B, Ensemblerechnung aus 19 Modellen (LANUV 2014b, Datengrundlage: DWD).....	54
Tabelle 9	Relative prozentuale Veränderungen des Niederschlags in NRW im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971 - 2000), Emissionsszenario A1B, Ensemblerechnung aus 19 Modellen (LANUV 2014b, Datengrundlage: DWD).....	55
Tabelle 10	Untersuchte Sektoren.....	64
Tabelle 11	Klimawandelsensible städtische Bereiche („Rezeptoren“) und Schlussfolgerungen für relevante Handlungsfelder im Rahmen der groben Risikoanalyse für die Stadt Siegburg .....	65
Tabelle 12	Übersicht (nicht abschließend) über laufende Aktivitäten in einzelnen Sektoren.....	66
Tabelle 13	Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung .....	81
Tabelle 14	Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder des Klimaschutzplans der Bundesregierung (BMUB 2016) .....	82
Tabelle 15	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe: Ausbau Erneuerbare Energien (Strom- und Gas).....	90
Tabelle 16	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe: Energieeffiziente Kommune .....	90
Tabelle 17	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe: Wärmewende .....	91
Tabelle 18	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Gewerbe / Handel / Dienstleistungen .....	91
Tabelle 19	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppen: Förderung Fußverkehr, ÖPNV, Fahrradverkehr .....	92

Tabelle 20	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Initiative "E-Mobilität / alternative Antriebe" .....	93
Tabelle 21	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Mobilitätsmanagement Stadtverwaltung .....	93
Tabelle 22	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: schulisches Mobilitätsmanagement .....	94
Tabelle 23	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Mobilitätsmanagement "Betriebe und Beschäftigte".....	94
Tabelle 24	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Alternativen zum eigenen Auto: Rahmenbedingungen und Angebote schaffen .....	94
Tabelle 25	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Lieferverkehre begrenzen .....	95
Tabelle 26	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW); Maßnahmengruppe: Starkregen.....	95
Tabelle 27	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW); Maßnahmengruppe: Stadtgrün / Stadtklima.....	96
Tabelle 28	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppen: Leitbild und Ziele sowie Verstetigung und Controlling .....	97
Tabelle 29	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppe: Stadtplanung und –entwicklung .....	98
Tabelle 30	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppe: Partner / Netzwerke .....	98
Tabelle 31	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB); Maßnahmengruppe: Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit.....	99
Tabelle 32	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB); Maßnahmengruppe: Klimabildung stärken und fortentwickeln.....	99
Tabelle 33	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB); Maßnahmengruppe: Klimaschutz in Kirchen und Vereinen .....	100
Tabelle 34	Allgemeine Indikatoren für das Monitoring des Klimaschutzkonzepts.....	111

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Siegburg 2010 bis 2016.....	12
Abbildung 2	Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken in Siegburg .....	13
Abbildung 3	Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Siegburg aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2016 .....	14
Abbildung 4	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Siegburg für die Jahre 2010 bis 2016 .....	16
Abbildung 5	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Siegburg aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2016 .....	17
Abbildung 6	Entwicklung der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen je Einwohner in Siegburg aufgeteilt nach Verbrauchssektoren von 2010 bis 2016 .....	18
Abbildung 7	Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Siegburg .....	19
Abbildung 8	Entwicklung der Stromerzeugung aus Photovoltaik in Siegburg .....	20
Abbildung 9	Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen .....	22
Abbildung 10	Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik (BDH 2011) .....	27
Abbildung 11	Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle (BDH 2011).....	27
Abbildung 12	Einsparpotenzial Heizwärmebedarf durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen (IWU 2007) .....	28
Abbildung 13	Wärmeverbrauch der Haushalte – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß EnEV .....	29
Abbildung 14	Entwicklung des kommunalen Energieverbrauchs Stadt Siegburg .....	33
Abbildung 15	Stromerzeugung aus Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden Stadt Siegburg .....	34
Abbildung 16	Entwicklung des Stromverbrauchs zur Straßenbeleuchtung in der Stadt Siegburg .....	35
Abbildung 17	Windenergieanlagen in Siegburg – Potenzial und Tabuflächen.....	37
Abbildung 18	Technisches Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Siegburg .....	43
Abbildung 19	Technisches Potenzial zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Siegburg .....	43
Abbildung 20	Top10 der Ziele der Auspendler und der Herkunft der Einpendler nach Siegburg .....	44
Abbildung 21	Ausschnitt Busnetzplan 2017 – Rhein-Sieg-Kreis rechtsrheinisch (VRS 2016).....	46
Abbildung 22	Ausschnitt beschilderte Radwege Siegburg und Umgebung (VM NRW 2017).....	47
Abbildung 23	Treibhausgaseinsparungen nach Instrumenten .....	49



Abbildung 24	Vorgehen für die Erstellung einer groben Risikoanalyse.....	52
Abbildung 25	Projizierte relative Veränderung der Lufttemperatur im Sommer im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971-2000) (LANUV 2014b, Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst) .....	54
Abbildung 26	Sturmwurfrisiko anhand der Einflussfaktoren im Zeitraum 2036-2065 im Vergleich zu 1961-1990 unter Berücksichtigung der Veränderung der Orkanhäufigkeit (Kropp et al., 2009).....	58
Abbildung 27	Anfälligkeit der Bevölkerung gegenüber Hitzewellen (Kropp et al., 2009) .....	60
Abbildung 28	Räumliche Verteilung der Waldbrandgefährdung in Nordrhein-Westfalen (Kropp et al., 2009).....	61
Abbildung 29	Darstellung der Jahreszeitenverschiebung im Zeitraum 1991-2009 im Vergleich zum Zeitraum 1961-1990 (LANUV 2010a, Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst) .....	62
Abbildung 30	Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren in der Kreisstadt Siegburg .....	71
Abbildung 31	Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträger in der Kreisstadt Siegburg .....	72
Abbildung 32	Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung in der Kreisstadt Siegburg .....	73
Abbildung 33	Szenarien zur Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung in der Kreisstadt Siegburg .....	74
Abbildung 34	Szenarien zur Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Szenario TREND .....	75
Abbildung 35	Szenarien zur Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen im Szenario AKTIV .....	76
Abbildung 36	Szenarien zur Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Verbrauchssektoren in der Kreisstadt Siegburg .....	77
Abbildung 37	Szenarien zur CO <sub>2</sub> -Vermeidung durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Kreisstadt Siegburg .....	78
Abbildung 38	Entwicklung der jährlichen Energiekosten in den Szenarien.....	80
Abbildung 39	Kreisstadt Siegburg auf dem Weg zur Klimaneutralität .....	86
Abbildung 40	Struktur des Maßnahmenkatalogs.....	88
Abbildung 41	Legende zu Bewertung und Priorisierung .....	89
Abbildung 42	Klimaschutzfahrplan für die Kreisstadt Siegburg.....	101
Abbildung 43	Kommunikationsstrategie: Instrumente und Zielgruppen .....	106
Abbildung 44	Grundzüge zum Controlling und zur Evaluierung in Anlehnung an ISO 50001 / 14001 (kontinuierlicher Verbesserungsprozess).....	108

## ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Erläuterung
a	Jahr
BAB / B	Bundesautobahn / Bundesstraße
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
dena	Deutsche Energieagentur
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EW	Einwohner
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
Klimabündnis	Klima-Bündnis europäischer Städte mit den indigenen Völkern der Regenwälder zum Erhalt der Erdatmosphäre e.V.
KSM	Klimaschutzmanager
KSTK	Klimaschutzteilkonzept
KUP	Kurzumtriebsplantagen
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m <sup>2</sup> · a)	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
kW <sub>peak</sub>	Installierte Leistung von PV-Anlagen (unter Standard-Testbedingungen)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Life Cycle Assessment/Life Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse)
LKW	Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde (=1.000 Kilowattstunden)
MWh/(EW · a)	Megawattstunde pro Einwohner und Jahr
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik (direkte Stromerzeugung aus Sonnenenergie)
SvB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
t/a	Tonnen pro Jahr
UBA	Umweltbundesamt
WEA	Windenergieanlage
WZ	Wirtschaftszweig

## 1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Kreisstadt Siegburg steht bezogen auf die Themen „Energie/Klimaschutz und Anpassung“ nicht am Anfang.

- Insbesondere das Umweltamt aber auch die „Stabsstelle Kommunales Mobilitätsmanagement“ sind hier schon seit langem tätig.
- Mit dem eea-Prozess wurden bereits erfolgreich Strukturen etabliert und es werden im Rahmen dieses Prozesses Aktivitäten, definiert und umgesetzt, die sich teilweise mit den Maßnahmen des Klimaschutz- und Anpassungskonzeptes überschneiden.
- Darüber hinaus sind durch die Kooperation mit der Verbraucherzentrale (Beratungsaktivitäten) und die Zusammenarbeit von Stadtbetrieben und rhenag sowie durch die städtische Beteiligung an der „BürgerEnergie Rhein-Sieg eG“ Akteure und Handlungsmöglichkeiten vorgegeben.

Das vorliegende integrierte Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzept stellt als strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe die bisherigen Aktivitäten in einen übergeordneten Rahmen. Es zeigt die Potenziale zur Energieeinsparung und zum Einsatz von regenerativen Energien auf, zeigt im Rahmen einer groben Risikoanalyse die Betroffenheit von den Folgen des Klimawandels auf und macht Vorschläge zu Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern.

Grundlage des Konzepts ist eine Bestandsaufnahme des Energieverbrauchs und der daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen (Kapitel 2). Aufbauend darauf werden Potenziale zur Energieeinsparung, Energieeffizienz und verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien ermittelt (Kapitel 3). Kapitel 4 befasst sich mit den Herausforderungen durch die Folgen des Klimawandels. Mit Hilfe von Szenarien wird Kapitel 5 in zwei verschiedenen Entwicklungspfaden bis zum Jahr 2030 dargestellt, wie die vorhandenen Potenziale tatsächlich umgesetzt werden könnten und welche Ergebnisse daraus resultieren. Dabei steht der Entwicklung im Trend-Szenario – quasi ein „weiter so wie bisher“ – das Ziel-Szenario mit deutlich verstärkten Klimaschutzaktivitäten auf allen Handlungsebenen gegenüber. Die Szenarien dienen als Grundlage für die Formulierung von Klimaschutzzielen (Kapitel 6).

Basierend auf der Ist-Analyse und den Szenarien wurde unter Beteiligung der Akteure vor Ort ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, bewertet und priorisiert (Kapitel 7). Daraus resultiert ein Klimaschutzfahrplan für die Klimaschutzaktivitäten in der Kreisstadt Siegburg, welcher durch Vorschläge zum Umsetzungsprozess komplettiert wird (Kapitel 8, 9, 10).

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

### 2.1. Datengrundlagen und Methodik

Grundlage für alle weiteren Analysen des Klimaschutzkonzepts ist eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz. Sie stellt die aktuellen Energieverbräuche und die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Entwicklung der letzten Jahre dar. Das Jahr 2016 ist zum Zeitpunkt der Bilanzierung das Jahr mit der aktuellsten Datenbasis.

Zu beachten ist, dass die Stadt Siegburg im Rahmen des „European Energy Awards“ (eea) für die Jahre 2010 bis 2014 eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt hat. Diese wurde mit dem Bilanzierungstool EcoRegion der Firma EcoSpeed ([www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch)) angelegt. Dazu wurden u.a. folgende Echt Daten eingepflegt:

- Einwohnerzahlen
- Beschäftigtenzahlen
- Zugelassene Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp
- Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Einrichtungen
- Daten der Netzbetreiber zum Strom- und Erdgasverbrauch aufgeteilt nach Verbrauchergruppen, sowie zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Die vorliegende Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz geht noch einen Schritt weiter und verfeinert diese Bilanz mit Hilfe der:

- Daten der Schornsteinfeger zum Heizungsanlagenbestand
- Daten zu Anlagen zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien (BAFA)
- Energieverbrauchsdaten von einzelnen großen (Industrie-)Unternehmen
- weiteren statistischen Daten (z.B. Gebäude- und Wohnungszählung,...)

Mit Hilfe dieser umfangreichen Datenbasis kann eine detaillierte Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Jahre 2015 und 2016 für die Kreisstadt Siegburg erstellt werden. Die Bilanz orientiert sich an den drei Anwendungsbereichen Stromversorgung, Wärmeversorgung und Mobilität. Dabei werden die Energieverbräuche nach den folgenden Verbrauchergruppen unterteilt:

- Private Haushalte
- Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)
- Verkehr
- Stadt Siegburg (kommunale Gebäude, Straßenbeleuchtung, Fahrzeug-Flotte)

Es werden jeweils die Energieverbräuche nach Anwendungsbereich und Verbrauchssektoren dargestellt und analysiert. Auf Basis dieser Energieverbrauchs-Analysen wird anschließend die CO<sub>2</sub>-Bilanz aufgestellt. Das Berechnungstool EcoRegion ermöglicht für alle

Emissionsberechnungen eine Life-Cycle-Assessment-(LCA)-Methode. Diese berücksichtigt bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen auch die Vorketten für die Bereitstellung der Energie, wie z.B. Erschließung, Aufbereitung und Transport von Erdgas. Eine Besonderheit ergibt sich bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen, die aus dem Stromverbrauch resultieren. Sie entstehen vor allem bei der Stromproduktion in den Kraftwerken. Hinzu kommen diejenigen Emissionen, die bei der Brennstoffbereitstellung und dem Bau der Erzeugungsanlage entstehen. Der Großteil dieser Emissionen entsteht nicht in Siegburg selbst, sondern wird durch den Stromverbrauch in Siegburg an anderer Stelle verursacht.

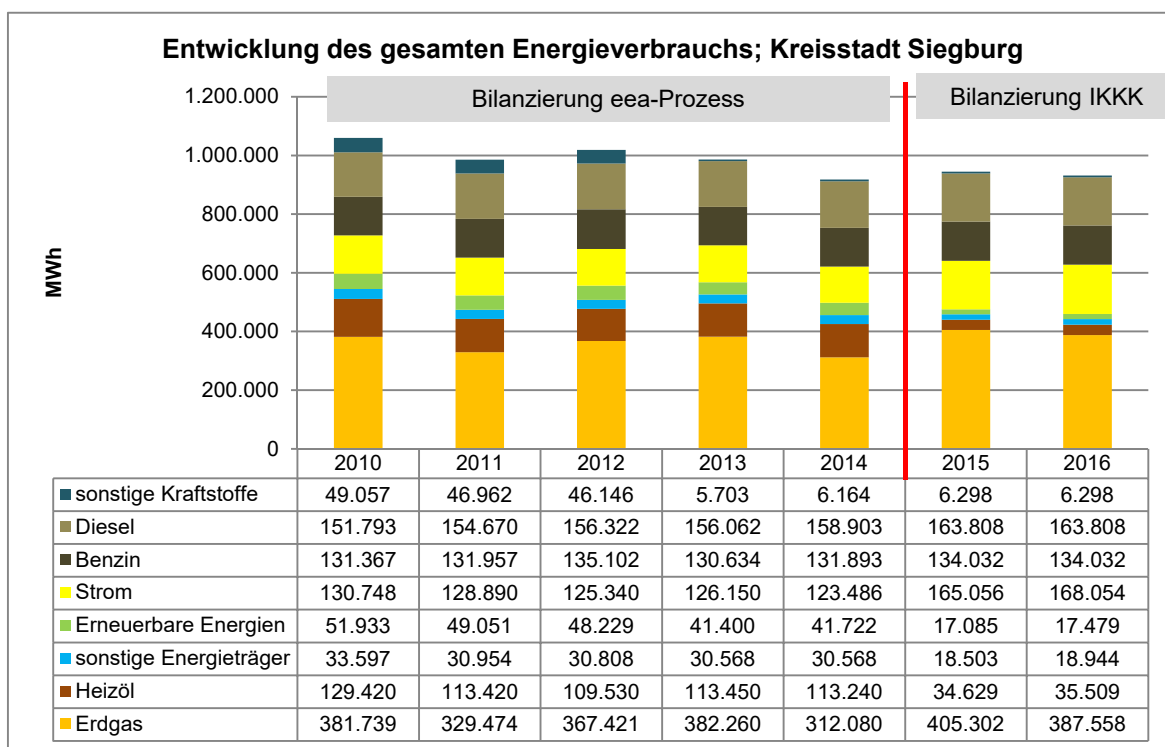
Um vergleichbare Ergebnisse zu anderen Energieträgern zu erhalten und Strom als Energieträger nicht zu bevorteilen, müssen die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromproduktion auf den Stromverbrauch in Siegburg angerechnet werden. Da das Stromnetz bundesweit verknüpft ist und sich nicht unterscheiden lässt, aus welchen Quellen der in Siegburg genutzte Strom physikalisch tatsächlich stammt, wird für die Analyse der bundesweite Strommix angesetzt. Dies geschieht im Einklang mit den Bilanzierungsempfehlungen des Klimabündnisses (vgl. Morcillo 2011, ifeu 2014). Der Nachteil dieser Betrachtungsweise liegt darin, dass dadurch die lokalen Beiträge zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien keinen direkten Eingang in die CO<sub>2</sub>-Bilanz finden. Diesen Beitrag darzustellen, ist aber nicht zuletzt für die Diskussion um Erneuerbare-Energien-Anlagen vor Ort sehr wichtig. Daher wird im vorliegenden Konzept zusätzlich aufgezeigt, welchen Beitrag die erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung leisten.

Die Bilanzierung der Wärme- und Stromversorgung erfolgt nach dem Territorialprinzip. Das heißt, es wird der Wärme- und Stromverbrauch bilanziert, der auf dem Gemarkungsgebiet der Stadt Siegburg erfolgt. Demgegenüber wird der Verkehrssektor verursachergerecht bilanziert. Das bedeutet, dass hier der Energieverbrauch bilanziert wird, der durch Bürger/innen der Stadt Siegburg insgesamt in Deutschland verursacht wird – also bspw. inklusive Fernverkehrsstrecken. Damit wird sichergestellt, dass der Verkehrssektor vollständig abgedeckt wird.

Bei der Darstellung von Zeitreihen werden die Bilanzen entsprechend der Empfehlungen des Klimabündnisses nicht witterungsbereinigt. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. So war beispielsweise das Jahr 2010 ein verhältnismäßig kaltes Jahr und dementsprechend hoch sind auch die Energieverbräuche. Das Basisjahr 2016 war hingegen überdurchschnittlich warm. Bei der Potenzialermittlung und dem Vergleich mit Durchschnittswerten auf Grundlage dieses Jahres wurde der Verbrauch klimabereinigt, um eine realistische Einschätzungen der Potenziale zu erhalten.

## 2.2. Energie-Bilanz für die Kreisstadt Siegburg

Die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern ist in Abbildung 1 dargestellt. Wiedergegeben ist dort in Säulendiagrammen der jährliche Verbrauch an Endenergie nach Energieträgerart in Megawattstunden. Bei der Entwicklung über die Jahre zeigt sich, dass der Wärmeverbrauch von den klimatischen Bedingungen abhängt. Während 2010 ein verhältnismäßig kaltes Jahr war, war beispielsweise 2016 ein verhältnismäßig mildes Jahr, was zu einem verringerten Wärmeverbrauch führte. Gleichzeitig gibt es zwischen den Jahren vor und nach 2015 aber auch methodisch begründete Unterschiede: so wurde in den früheren Bilanzen der Heizöl-, Kohle- (zusammengefasst unter sonstige Energieträger) und Holzverbrauch überschätzt. Durch die Auswertung der Schornsteinfeger-Daten ergab sich hier für die Jahre 2015 und 2016 ein exakteres Bild. Zudem wurden in den früheren Bilanzen die Stromgroßverbraucher, die nicht über das lokale Niederspannungs-Verteilnetz versorgt werden, nicht berücksichtigt. Dadurch, dass diese nun in den Bilanzen 2015 und 2016 enthalten sind, gibt es einen Sprung beim Stromverbrauch zwischen 2014 und 2015.



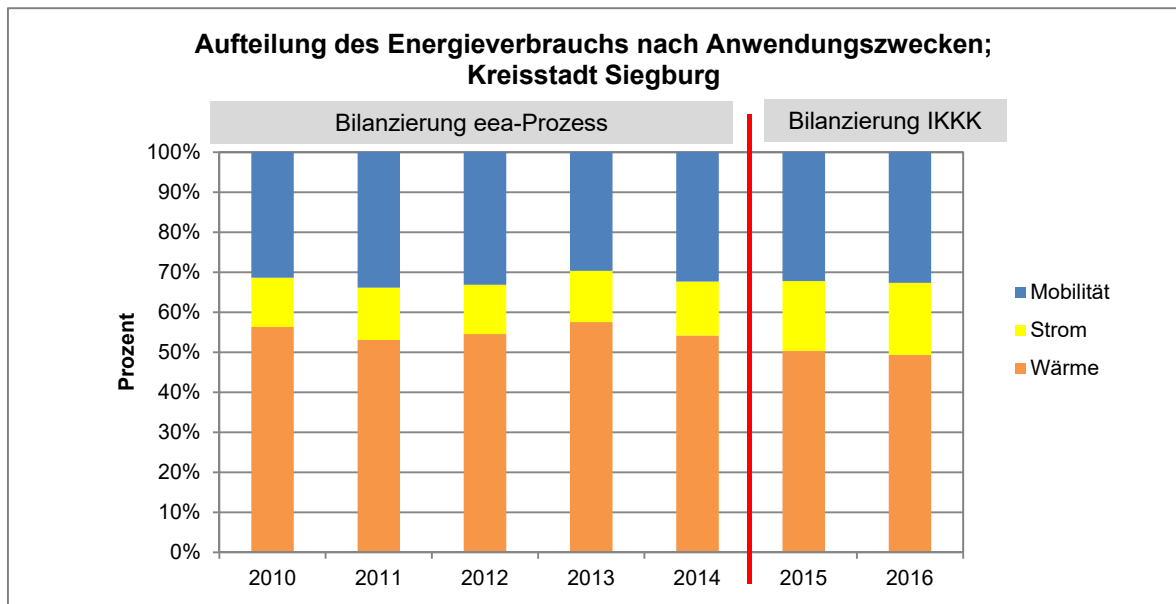
**Abbildung 1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Siegburg 2010 bis 2016**

(Werte nicht klimabereinigt)

Wichtigster Energieträger für die Wärmebereitstellung im Jahr 2016 ist mit Abstand Erdgas (42 % des Gesamtenergieverbrauchs). Die erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung (Holz, Solarenergie, Biogas, Umweltwärme) tragen etwa 2 % zum gesamten End-

energieverbrauch bei. Der Stromverbrauch trägt mit etwa 18 % zum Gesamtenergieverbrauch bei. Im Verkehrsbereich, der insgesamt etwa ein Drittel des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht, sind Diesel (18 %) und Benzin (14 %) die wichtigsten Energieträger.

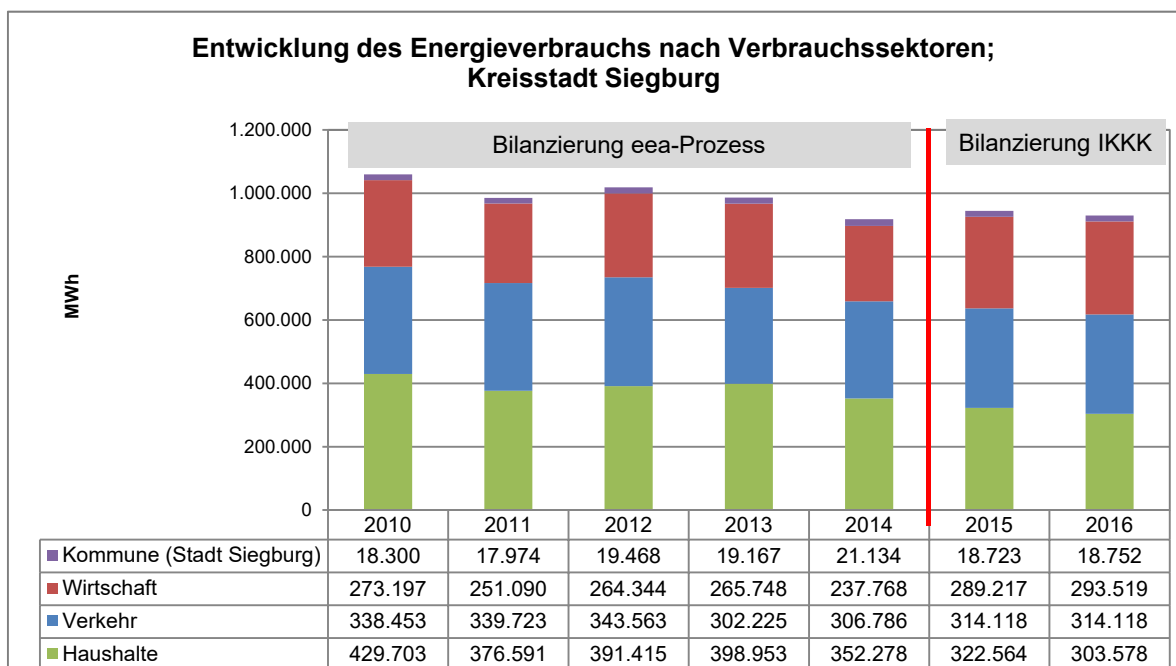
In der Abbildung 2 ist die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungszwecken enthalten. Hier wird noch mal deutlich, dass der Wärmeverbrauch den größten Anteil hat, gefolgt vom Bereich Mobilität. Der Stromverbrauch trägt zwar nur relativ geringfügig zum Endenergieverbrauch bei, bei einer Primärenergie- bzw. CO<sub>2</sub>-Betrachtung unter Berücksichtigung der Stromerzeugung ist er aber deutlich höher zu gewichten (ca. Faktor 2), da die Stromerzeugung in den Kraftwerken mit einem hohen Primärenergieeinsatz verbunden ist (siehe auch Abschnitt 2.3, CO<sub>2</sub>-Bilanz).



**Abbildung 2** Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken in Siegburg  
(Werte nicht klimabereinigt)

Eine vergleichende Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren (Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Stadt Siegburg) für die Jahre 2010 bis 2016 erfolgt in Abbildung 3. In den aktuellen Bilanzen der Jahre 2015 und 2016 wird deutlich, dass die Verbrauchssektoren Wirtschaft, Verkehr und Haushalte jeweils ungefähr ein Drittel des Energieverbrauchs ausmachen. Im Vergleich zur bundesweiten Verteilung (AGEB 2017) spielt der Wirtschaftssektor in Siegburg mit etwa 32 % eine geringere Rolle (bundesweit 44 % Anteil). Dies liegt in den natürlichen und strukturellen Voraussetzungen in Siegburg begründet.

Der städtische Anteil am Energieverbrauch macht ca. 2 % aus. Dies ist auch im Hinblick auf die spätere Maßnahmenentwicklung wichtig: es reicht nicht aus, wenn die Stadt Siegburg ihre eigenen Liegenschaften saniert und Energieverbräuche senkt, sondern es muss gelingen, die Bürgerinnen und Bürger, sowie die Unternehmen „mitzunehmen“, so dass auch diese einen Beitrag dazu leisten, den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken.



**Abbildung 3 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Siegburg aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2016**

(Werte nicht klimabereinigt)



Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt im Jahr 2016 (klimabereinigt) bei ca. 24,7 MWh je Einwohner und damit insgesamt unter dem bundesweiten Durchschnitt (vgl. Tabelle 1). In den einzelnen Bereichen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Durch die städtischen Strukturen und den hohen Anteil von Mehrfamilienhäusern liegt die durchschnittliche Wohnfläche je Einwohner unter dem bundesweiten Durchschnitt. Gleichzeitig wird in Mehrfamilienhäusern i.d.R. im Vergleich weniger Heizenergie benötigt als bei Einfamilienhäusern, da die Außenfläche im Verhältnis zum Gebäudevolumen geringer ist. Diese Faktoren führen dazu, dass der Energieverbrauch bei den privaten Haushalten in Siegburg geringer ist als im Bundesdurchschnitt.
- Der Energieverbrauch des Wirtschaftssektors spielt in Relation zu den anderen Verbrauchssektoren eine geringere Rolle als bundesweit. Das liegt vor allem in den strukturellen Voraussetzungen begründet. Es gibt in Siegburg verhältnismäßig viele Arbeitsplätze im Dienstleistungsgewerbe, die i.d.R. einen niedrigeren Energieverbrauch aufweisen als bspw. im verarbeitenden Gewerbe.
- Der Mobilitätssektor ist aufgrund der Pendlerverflechtungen vor allem im Personenverkehr von großer Bedeutung. Wegen der städtischen Strukturen und der sehr guten Anbindung an den ÖPNV sind in Siegburg allerdings weniger Pkw je Einwohner zugelassen als im Bundesdurchschnitt. In Summe führt dies dazu, dass der Energieverbrauch für Mobilität in Siegburg etwas unterhalb der bundesweiten Durchschnittswerte liegt.

**Tabelle 1 Vergleich der spezifischen Verbrauchsdaten je Einwohner in Siegburg mit bundesweiten Durchschnittswerten**

Spezifische Verbrauchsdaten (2016, klimabereinigt)		
	Kreisstadt Siegburg	Ø Deutschland <sup>2)</sup>
<b>Gesamt</b>	24.730 [kWh/EW]	32.580 [kWh/EW]
<b>Haushalte</b>	7.870 [kWh/EW]	9.250 [kWh/EW]
Wärme (klimabereinigt)	6.630	8.000
Strom (ohne Heizen & Warmwasser)	1.240	1.250
<b>Industrie &amp; Gewerbe</b>	8.800 [kWh/EW]	14.290 [kWh/EW]
Wärme (klimabereinigt)	6.700	9.940
Strom (ohne Heizen & Warmwasser)	2.100	4.350
<b>Kom. Liegenschaften (Stadt)</b>	400 [kWh/EW]	1) [kWh/EW]
Wärme	310	1)
Strom	90	1)
<b>Mobilität</b>	7.660 [kWh/EW]	9.040 [kWh/EW]

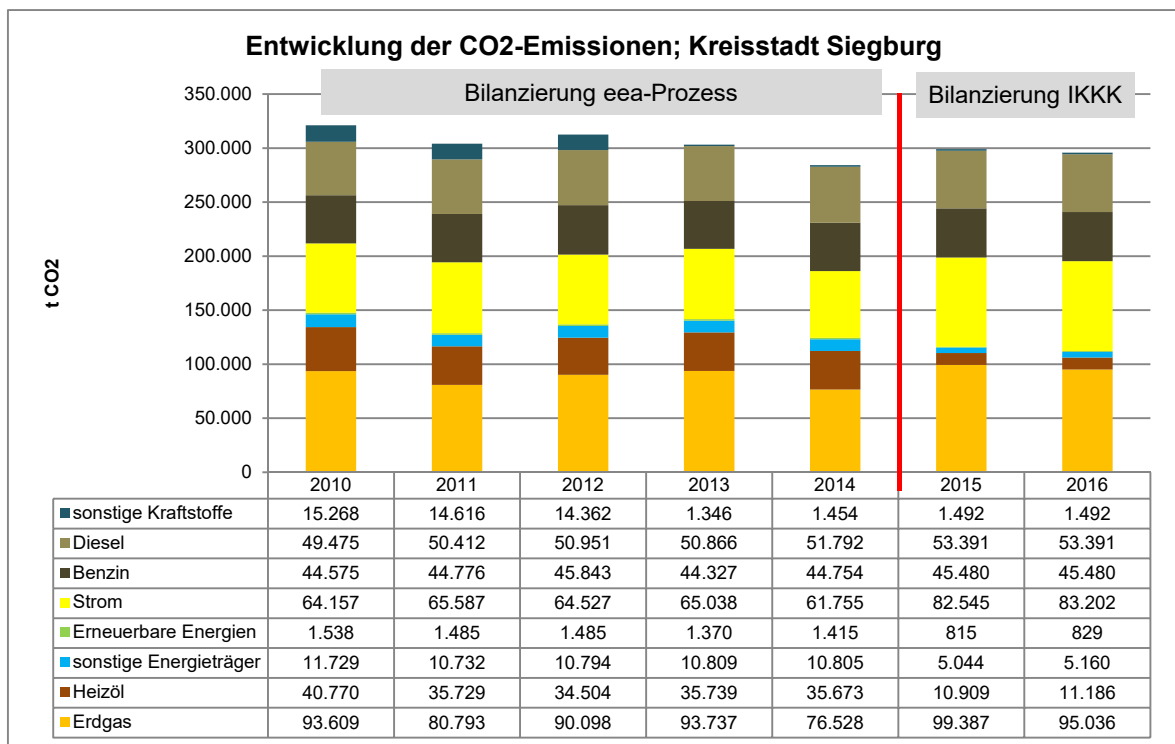
EW = Einwohner

1) kommunale Werte in Industrie und Gewerbe enthalten. Daten werden nicht gesondert ausgewiesen  
2) Bundesweite Werte berechnet auf Basis AGEB Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland, Stand September 2017

### 2.3. CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Kreisstadt Siegburg

Die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen inklusive der Vorketten unterteilt nach Energieträger ist in Abbildung 4 für die Jahre 2010 bis 2016 dargestellt. Die gesamten Emissionen liegen im betrachteten Zeitraum zwischen ca. 284.000 und 313.000 Tonnen pro Jahr, der Verlauf über die Jahre ist ähnlich zum Verlauf des Endenergieverbrauchs.

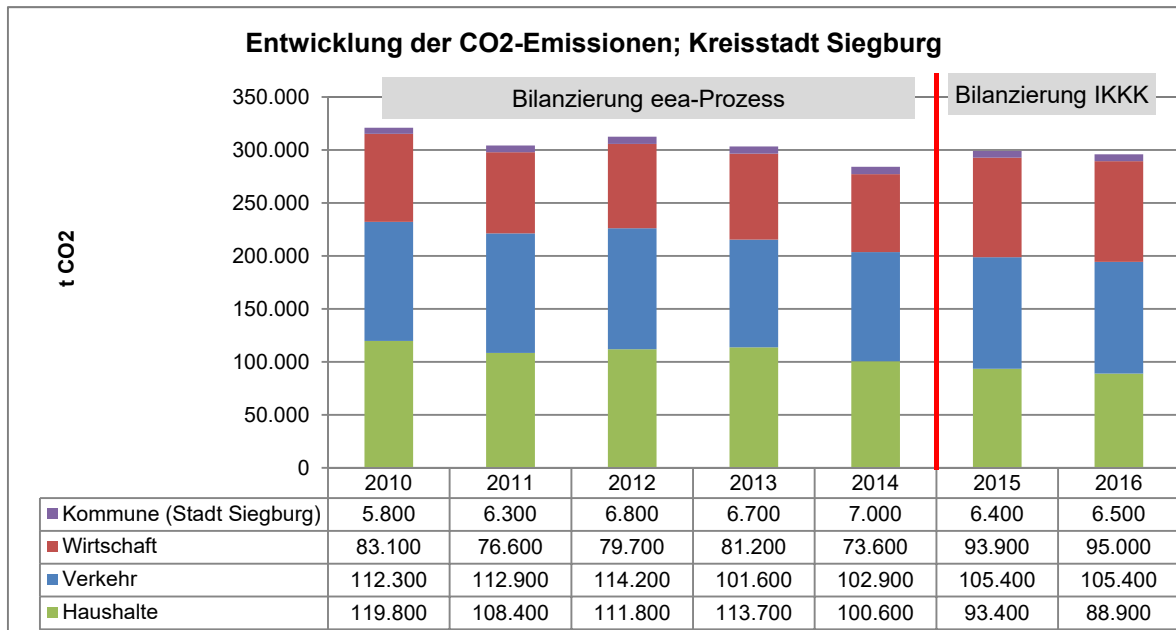
Auffällig ist aber, dass der Energieträger Strom – verglichen mit der Betrachtung der Endenergie in Abbildung 1 – bei den Emissionen einen deutlich größeren Anteil hat. Das liegt an den hohen Verlusten bei der Stromerzeugung und -bereitstellung und den damit verbundenen hohen Emissionen je Kilowattstunde. In Bezug auf die Einsparpotenziale zeigt dies, dass sich Einsparungen beim Stromverbrauch besonders positiv auf die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen auswirken. Dieser Effekt wird sich zukünftig mit steigendem Anteil erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung jedoch etwas abschwächen, weil dadurch die Emissionen je erzeugter Kilowattstunde Strom sinken.



**Abbildung 4** Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Siegburg für die Jahre 2010 bis 2016  
(Werte nicht klimabereinigt)

Der Erdgasverbrauch trägt ungefähr 32 % zu den Gesamtemissionen bei und hat damit den höchsten Anteil, während Strom bei etwa 28 % liegt. Benzin- und Dieserverbrauch verursachen jeweils etwa 15 – 20 % der Gesamtemissionen. Alle restlichen, verbleibenden Energieträger weisen zusammen einen Anteil von unter 10 % an den Emissionen auf.

Auffällig ist insbesondere der sehr geringe Anteil der erneuerbaren Energien bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dies spiegelt die geringen Emissionsfaktoren und damit die geringen klimarelevanten Auswirkungen der entsprechenden Energieträger wieder.

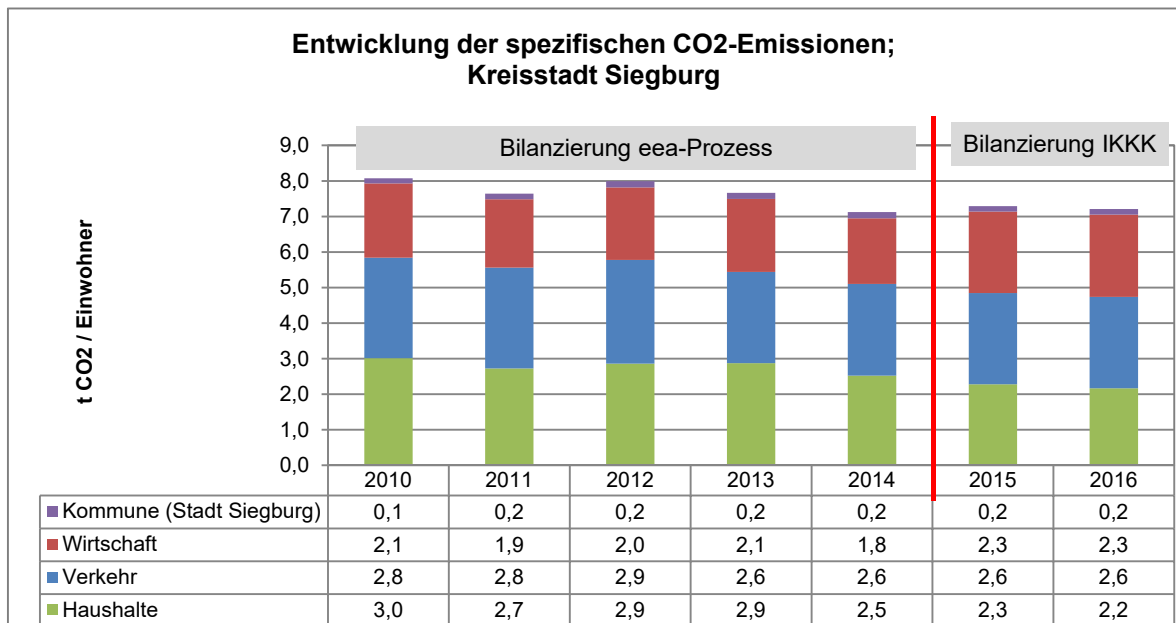


**Abbildung 5 Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Siegburg aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2016**

(Werte nicht klimabereinigt)

Übernimmt man die Betrachtung nach den Bereichen Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Kommune für die CO<sub>2</sub>-Emissionen (Abbildung 5), so zeigt sich prinzipiell ein ähnliches Bild wie bei der Endenergie-Betrachtung in Abbildung 3.

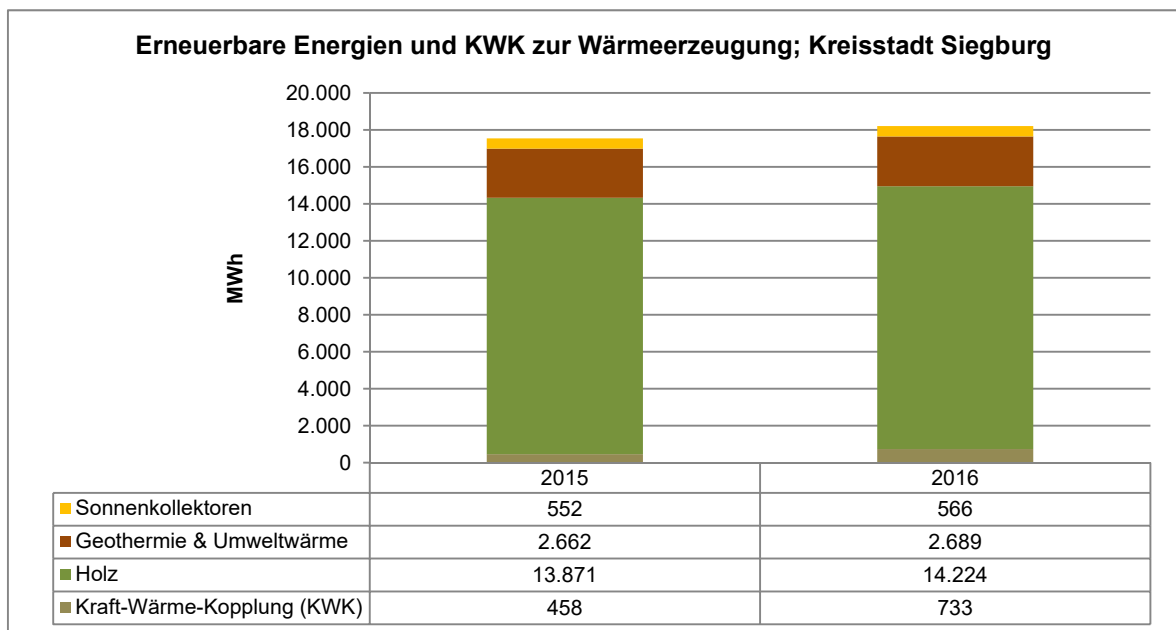
Die Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner unterscheidet sich erwartungsgemäß wenig von der Entwicklung der Gesamtsummen, da sich die Einwohnerzahl im Betrachtungszeitraum kaum verändert hat (siehe Abbildung 6). Insgesamt lagen die spezifischen Emissionen im Jahr 2016 bei etwa 7,2 Tonnen je Einwohner und damit deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von 9,1 Tonnen je Einwohner (UBA 2017). Gründe hierfür sind die in Abschnitt 2.2 genannten strukturellen Voraussetzungen, v.a. der im Verhältnis geringere Energieverbrauch und dadurch geringere CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wirtschaftssektor.



**Abbildung 6** Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner in Siegburg aufgeteilt nach Verbrauchssektoren von 2010 bis 2016  
(Werte nicht klimabereinigt)

## 2.4. Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Die Nutzung erneuerbarer Energien und der effizienten Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) spielt nicht zuletzt aufgrund der Klimaschutz-Zielsetzungen eine besondere Rolle. In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, wie hoch die Strom- und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (inkl. Restholz bzw. Produktionsreste) und KWK aktuell ist.



**Abbildung 7 Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Siegburg**

Abbildung 7 zeigt die Nutzung erneuerbarer Energien und KWK zur Wärmebereitstellung. Da in den Bilanzen zum eea-Prozess die Nutzung von Holz deutlich überschätzt wurde, zeigt die Darstellung nur die beiden Jahre, die im Rahmen des IKKK detailliert bilanziert wurden. In Summe liegt die Wärmeerzeugung im Jahr 2016 bei rund 18.000 MWh. Mit fast 80 % trägt Holz den mit Abstand größten Anteil dazu bei. Die anderen erneuerbaren Energien spielen demgegenüber eine verhältnismäßig geringe Rolle.

Bezogen auf den gesamten Wärmeverbrauch in Siegburg machen (nur) die erneuerbaren Energien einen Anteil von rund 3 % aus. Damit liegt die Stadt Siegburg deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt (ca. 13 %, BMWi 2017). Das ist zum Teil durch die städtischen Strukturen und den hohen Anteil an Erdgasheizungen erklärbar.

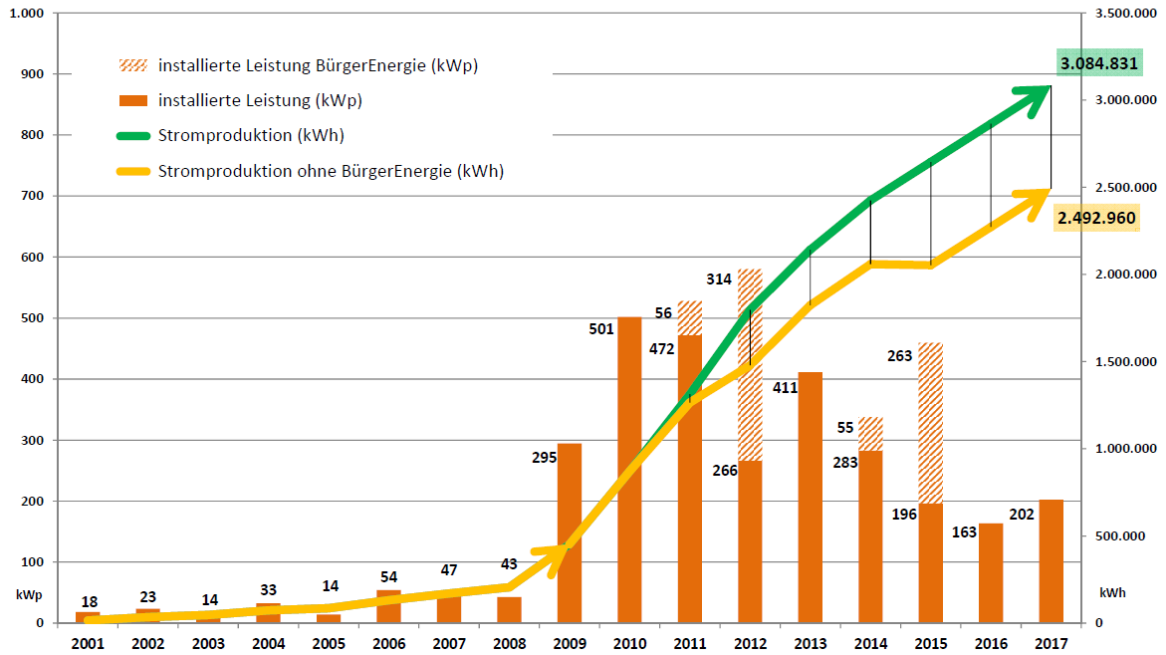
Die Stromerzeugung aus Photovoltaik im Zeitraum 2001 bis 2016 ist in Abbildung 8 dargestellt (farbige Pfeile), zudem zeigt die Abbildung den jährlichen Zubau in kW (Säulen). In der Abbildung wird unterschieden in gesamte Leistung bzw. Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen und den Anteil, der aus Anlagen der BürgerEnergie Rhein-Sieg eG

beitragen wird. Es zeigt sich, dass insbesondere in den letzten Jahren die Bürgerenergiegenossenschaft einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Stromerzeugung aus Photovoltaik geleistet hat.

### Photovoltaikanlagen in Siegburg

installierte Leistung (schraffiert: BürgerEnergie Rhein-Sieg eG) und jährliche Stromproduktion

Quellen: www.energymap.info (Stand: 31.07.2014), www.bundesnetzagentur (Stand 03.07.2017), BürgerEnergie Rhein-Sieg eG (Stand 31.12.2017)



**Abbildung 8 Entwicklung der Stromerzeugung aus Photovoltaik in Siegburg**

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik liegt zum aktuellen Stand 2016 bei 2.940 MWh. Der bilanzielle Deckungsgrad konnte ebenso wie die gesamte Erzeugung seit dem Jahr 2008 Deutlich gesteigert werden. Im Jahr 2016 wurden etwa 2,3 % des Stromverbrauches bilanziell über das Jahr durch Erzeugung vor Ort gedeckt. Damit liegt Siegburg deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von ca. 31,7 % (BMWi 2017). Die Photovoltaik trägt bundesweit einen Anteil von 6,4 % (BMWi 2017). Durch die städtischen Strukturen und den hohen Anteil Mehrfamilienhäuser ist das Thema Photovoltaik in Siegburg bisher nicht so stark vertreten wie in ländlicheren Gebieten mit hohen Anteilen Einfamilienhäusern und entsprechenden Großanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen und / oder Gebäuden.

### 3 Potenziale zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Im vorherigen Kapitel wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen in Siegburg aufgezeigt. In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen dargestellt:

- Eine Verringerung des Energieverbrauchs durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen bewirkt einen Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die direkt mit diesem Verbrauch verbunden sind.
- Ein Energieträgerwechsel hin zu emissionsarmen Energieträgern reduziert den spezifischen CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Energieeinheit und ermöglicht so eine weitere Reduktion der Gesamtemissionen.

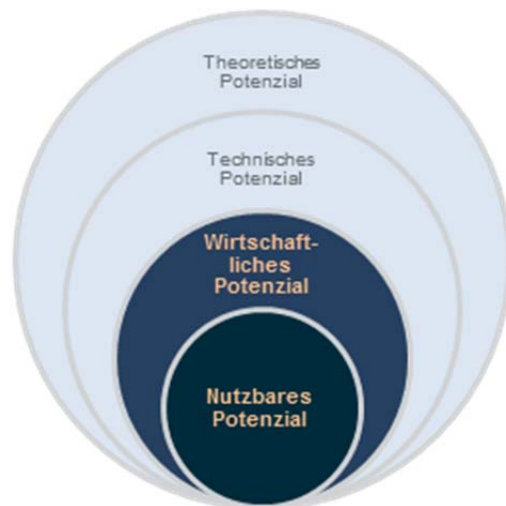
Zunächst erfolgt jedoch eine kurze Erläuterung der Vorgehensweise und Methodik zur Potenzialanalyse.

#### 3.1. Vorbemerkungen zur Methodik der Potenzialanalysen

Grundsätzlich kann bei der Potenzialanalyse unterschieden werden in vier Potenzialstufen (in Anlehnung an Quaschnig 2000):

1. Das **theoretische Potenzial** beinhaltet das komplette physikalische umsetzbare Erzeugungsangebot respektive Einsparpotenzial. Beispielsweise wird bei der Solarenergie die gesamte Strahlungsenergie als theoretisches Potenzial ermittelt, ohne nutzungsbedingte Beschränkungen zu berücksichtigen.
2. Das **technische Potenzial** umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter bestimmten technischen Randbedingungen (bspw. Anlagenwirkungsgraden) mit heute oder in absehbarer Zeit verfügbarer Anlagentechnik nutzbar ist. Zu diesen technischen Randbedingungen werden hier auch planungsrechtliche oder fachgesetzliche Restriktionen gezählt.
3. Das **wirtschaftliche Potenzial** beinhaltet den Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen umsetzbar ist. Hierbei wird primär die betriebswirtschaftliche Sichtweise betrachtet, da die volkswirtschaftlichen Effekte nur schwer zu erfassen sind und kaum verursachergerecht zugeordnet werden können. Als wirtschaftlich werden Maßnahmen dann bezeichnet, wenn sie ohne Beachtung von Restwerten in ihrer Lebenszeit – ggf. auch unter Berücksichtigung von Subventionen – zumindest eine Rendite von  $\pm 0\%$  erzielen.
4. Das **nutzbare Potenzial** beschreibt in diesem Klimaschutzkonzept den Teil des wirtschaftlichen Potenzials, der tatsächlich für eine Nutzung zur Verfügung steht. Dabei wird berücksichtigt, dass
  - ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials bereits umgesetzt wurde
  - aufgrund von technischen Lebenszeiten und Modernisierungszyklen im Prognosezeitraum nur ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials umgesetzt wird

- in der Realität auch das wirtschaftliche Potenzial nicht zu 100 % ausgenutzt werden kann, z.B. weil die Finanzmittel und/oder die Motivation zur Umsetzung der Maßnahmen fehlen.



**Abbildung 9** Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen

Das theoretische Potenzial hat für die praktische Anwendung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen vor Ort kaum eine Bedeutung, da es immer technisch-wirtschaftliche Restriktionen gibt. Deshalb wird auf die Bestimmung des theoretischen Potenzials in diesem Klimaschutzkonzept verzichtet.

Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind oft unmittelbar miteinander verknüpft und in der Praxis ist die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen oft der maßgebende Faktor. Daher wird als Ausgangsgröße für die folgenden Potenzialanalysen soweit möglich das wirtschaftliche Potenzial herangezogen. Dabei ist zu beachten, dass die Analyse der Wirtschaftlichkeit nur pauschal erfolgen kann. Ob eine Maßnahme im Einzelfall wirtschaftlich ist, hängt immer von den projektspezifischen Rahmenbedingungen ab.

Da es sich bei den Angaben zum nutzbaren Potenzial nur um Abschätzungen basierend auf Annahmen handeln kann, und die tatsächliche Umsetzung dieses Potenzials unbekannt ist, werden später in diesem Klimaschutzkonzept zwei Szenarien definiert, die eine Bandbreite von Umsetzungserfolgen abbilden.

Ausgangspunkt für die Potenzialbetrachtungen sind die klimabereinigten Verbrauchsdaten für das Jahr 2016.



### **3.2. Handlungsfeld Energieeinsparung Strom und Wärme**

Die Vermeidung von energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen lässt sich am effektivsten dadurch realisieren, dass der Energieverbrauch gesenkt wird. Insofern sollten zuerst die Einspar- und Effizienzpotenziale gehoben werden. Der dann noch verbleibende Energieverbrauch sollte dann mit möglichst emissionsarmen Energieträgern gedeckt werden (Grundsatz: „no-emission“ vor „low-emission“).

#### **3.2.1 Private Haushalte**

##### **3.2.1.1. Einsparpotenziale Strom**

Die Umwandlungsverluste von Primär- zu Endenergie machen auf absehbare Zeit Maßnahmen zur Einsparung von Strom besonders wirkungsvoll bei der Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. In Deutschland werden derzeit pro Kilowattstunde Strom etwa 2,3 kWh Primärenergie aufgewandt (UBA 2016).

Steigende Energie- und insbesondere Strompreise der letzten Jahre sowie regulatorische Rahmensetzungen haben zu einer innovativen Weiterentwicklung von Stromspartechnologien geführt. Darüber hinaus ist das Bewusstsein der Verbraucher gestiegen. Wesentliche Möglichkeiten zur Stromeinsparung sind:

- Verhaltensänderungen,
- der effizientere Einsatz von Strom und
- der Ersatz (Substitution) von Strom durch andere Energieträger mit geringerer oder ohne (fossile) Primärenergienutzung

Zu beachten ist, dass den Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch eine wachsende Anzahl und Intensität von Anwendungen gegenübersteht. So steigt beispielsweise seit Jahren die Anzahl von elektrischen Geräten im Haushaltsbereich. Teilweise werden durch diese neuen „Stromanwendungen“ zwar fossile Energieträger ersetzt (z.B. elektrisch betriebene Wärmepumpen statt Öl-Heizungen), teilweise entsteht aber auch eine zusätzliche Nachfrage (z.B. wachsende Ausstattungsraten in Haushalten).

Insbesondere das Thema Elektromobilität könnte sich zukünftig stark auf den Stromverbrauch auswirken. Momentan ist noch nicht absehbar, wie schnell sich der Markt für Elektrofahrzeuge entwickeln wird, aber wenn man von einer spürbaren Marktdurchdringung in den nächsten 10 bis 15 Jahren ausgeht, wird sich dies auch im Stromverbrauch niederschlagen. Geht man davon aus, dass bis 2020 etwa 200.000 bis 500.000 Elektroautos bundesweit auf den Straßen sind und sich diese Zahlen bis 2030 auf 2 bis 9 Mio. erhöhen, dann würde das im Jahr 2030 auf die Kreisstadt Siegburg bezogen einem Mehrverbrauch von etwa 2.500 bis 10.500 MWh entsprechen, also bis zu ca. 6 % des aktuellen Stromverbrauchs.

Im Haushaltsbereich bestehen erhebliche Einsparpotenziale durch die Nutzung effizienter Elektrogeräte. In Tabelle 2 sind die Annahmen für die technisch-wirtschaftlichen Einsparpotenziale beim Stromverbrauch privater Haushalte bezogen auf die jeweiligen Einsatzzwecke dargestellt. Zusätzlich zum Einsparpotenzial bei den einzelnen Anwendungsbereichen wird das Einsparpotenzial durch Verhaltensänderung insgesamt abgeschätzt. Die Werte basieren auf Literaturangaben und eigenen Annahmen (u.a. EA NRW 2010; dena 2017, ÖEA 2012).

**Tabelle 2      Einsparpotenzial Stromverbrauch private Haushalte**

<b>Anwendungsbereich</b>	<b>Annahmen zum Einsparpotenzial bezogen auf den jeweiligen Anwendungsbereich</b>
Warmwasser	10 %
Prozesswärme (Kochen, Backen, Waschen)	10 %
Klimatisierung	30 %
Prozesskälte (Kühlen, Gefrieren)	30 %
mechanische Energie (z.B. Staubsauger)	30 %
Bürogeräte und Unterhaltungselektronik	15 %
Beleuchtung	50 %
Einsparpotenzial durch Verhaltensänderung (bezogen auf Gesamtstromverbrauch)	10 %

Im Bereich der Beleuchtung ergeben sich durch neue Lampen und Leuchtmittel z.T. erhebliche Effizienzsteigerungen. Nicht zuletzt aufgrund des EU-weiten „Glühbirnenverbots“ kommen neben den klassischen Energiesparlampen immer häufiger LED-Leuchtmittel zum Einsatz. Diese sind energieeffizient und bringen auch in der Anwendung Vorteile. Sie benötigen keine Aufwärmzeit, sind sehr langlebig und beinhalten kein Quecksilber, welches in klassischen Energiesparlampen enthalten ist. Neben dem Tausch der Leuchtmittel bieten auch intelligente Steuerungssysteme Möglichkeiten der Stromeinsparung bei Beleuchtungsanwendungen.

Bei Kühl- und Gefrierschränken, die mit elektrisch betriebenen Kompressoren Kälte „erzeugen“, lassen sich bei gleicher Nutzleistung durch technische Verbesserungen, die sich in wenigen Jahren amortisieren, wirtschaftliche Einsparungen von durchschnittlich etwa 20 bis 30 % erreichen (dena 2017). Hierbei hilft das Effizienzlabel als Orientierung.

Auch im Bereich der Bürogeräte und (Unterhaltungs-)Elektronik bestehen erhebliche Potenziale durch Nutzung effizienter Geräte. Es sind Einsparungen von 30 % bis zu 50 % durch eine geeignete Auswahl von Geräten möglich (siehe z.B. dena 2017 oder ÖEA 2012). Allerdings ist davon auszugehen, dass durch weiter steigende Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten im Haushaltsbereich das Einsparpotenzial zum Teil aufgewogen wird. Daher wird von einem maximalen Einsparpotenzial von lediglich 15 % ausgegangen.

Der Ersatz von Strom durch andere Energieträger bietet sich teilweise bei der Wärmeerzeugung für Prozesswärme und Raumheizung an, da hier andere Energieträger (z.B. Erdgas) bei einer Primärenergiebetrachtung aus Effizienzgründen in vielen Fällen vorzuziehen sind.

In Summe können bei den privaten Haushalten in Siegburg bis zu 12.000 MWh Stromverbrauch durch technische Effizienzpotenziale eingespart werden, was einer Reduktion um knapp 20 % entspricht (ohne des o.g. zusätzlichen Stromverbrauchs für Elektromobilität).

Eine wichtige Rolle nehmen zudem Einsparungsmöglichkeiten durch Verhaltensänderungen ein. Es lassen sich – oft ohne Komfortverzicht – Einsparungen erreichen, die in der Regel ohne bzw. mit geringen Kosten verbunden sind. Durch Verhaltensänderungen, wie das Ausschalten von Geräten mit Stand-By-Betrieb oder die gezielte Regelung von Klimaanlageanlagen, können ohne Komfortverzicht bzw. Leistungseinschränkungen zwischen 5 % und 15 % des Stroms eingespart werden (dena 2017). In privaten Haushalten entspricht alleine der Verbrauch durch Stand-By-Betrieb bis 10 % des Stromverbrauchs (dena 2012).

### **3.2.1.2. Einsparpotenziale Wärme**

In privaten Haushalten gibt es bei der Wärmeversorgung erhebliche Potenziale zur Energieeinsparung und zur effizienten Energieerzeugung. Dabei konzentrieren sich die Einsparpotenziale besonders auf den Bereich der Gebäudehülle und die Effizienzpotenziale vor allem auf den Bereich der Wärmeerzeugung und -verteilung.

In Abbildung 10 ist exemplarisch am Beispiel eines freistehenden Einfamilienhauses, Baujahr 1970, aufgezeigt, welche Effizienzpotenziale durch den Einsatz aktueller Heiztechnik vorhanden sind. Die Umstellung alter Konstant-Temperaturkessel auf Niedertemperaturkessel führt zu einer Energieeinsparung von 25 %. Mit moderner Brenntechnik sind im Vergleich zu Niedertemperaturtechnik bis zu 11 % weitere Einsparungen zu erzielen.

Den Rest tragen bei:

- moderne Pumpentechnik,
- zeitgemäße Dämmung des Verteilsystems,
- hydraulischer Abgleich sowie
- Modernisierung der Heizkörper und der Einsatz von Thermostatventilen

Im konkreten Fall wird eine Primärenergieeinsparung von fast 40 % bereits ohne den Einsatz von Solartechnik errechnet. Beim Einsatz einer solarthermischen Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung sind weitere 18 % Primärenergieeinsparung möglich.

Als Alternative zur klassischen Heizung (mit oder ohne solarthermische Unterstützung) kann auch der Einsatz von KWK-Anlagen zu Primärenergieeinsparungen führen. In Ein- und Zweifamilienhäusern sind KWK-Anlagen jedoch nur bedingt sinnvoll einsetzbar, da sie wärmegeführt nur geringe Vollbenutzungsstunden erreichen (und daher aktuell noch wenig wirtschaftlich betrieben werden können) und stromgeführt die Energieeinsparung nicht wie erwünscht zum Tragen kommt (wenn die Anlage im Sommer läuft, um Strom zu produzieren, obwohl keine entsprechende Wärmenachfrage vorhanden ist).

325 kWh/m<sup>2</sup>a



**Haus 1** Teilsaniertes freistehendes Einfamilienhaus, Baujahr 1970, Nutzfläche 150 m<sup>2</sup>, Bauweise massiv/verputzt, Standardheizkessel Öl/Gas mit indirekt beheiztem Trinkwasserspeicher, unregelmäßige Umwälzpumpe.

200 kWh/m<sup>2</sup>a



**Haus 2** Moderner Brennwertkessel (Öl/Gas) und indirekt beheizter Trinkwasserspeicher, Anpassung der Heizflächen, geregelte Pumpen, neue Thermostatventile, Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, Sanierung der Abgasleitung.

164 kWh/m<sup>2</sup>a



**Haus 3** Moderner Brennkessel (Öl/Gas), solare Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung, Anpassung der Heizflächen, geregelte Pumpen, neue Thermostatventile, Dämmung der Verteilleitungen, hydraulischer Abgleich, Sanierung der Abgasleitung.

**Abbildung 10 Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik (BDH 2011)**

Abbildung 11 zeigt exemplarisch die weiteren Effizienzpotenziale, die bei der Kombination von Maßnahmen an der Heiztechnik und an der Gebäudehülle entstehen. Im konkreten Fall ergibt sich also im vollständig sanierten Zustand (Gebäudehülle und Heiztechnik) ein Primärenergiebedarf, der lediglich noch ca. 19 % des Ausgangswertes beträgt.

86 kWh/m<sup>2</sup>a



**Haus 4** Wie Haus 3, zusätzlich kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung und Sanierung der Gebäudehülle entsprechend KfW-Effizienzhaus-100-Standard.

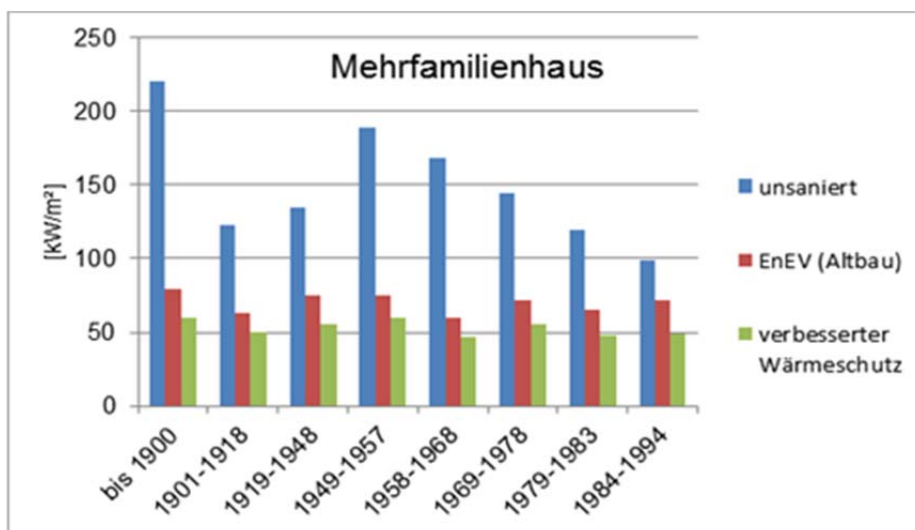
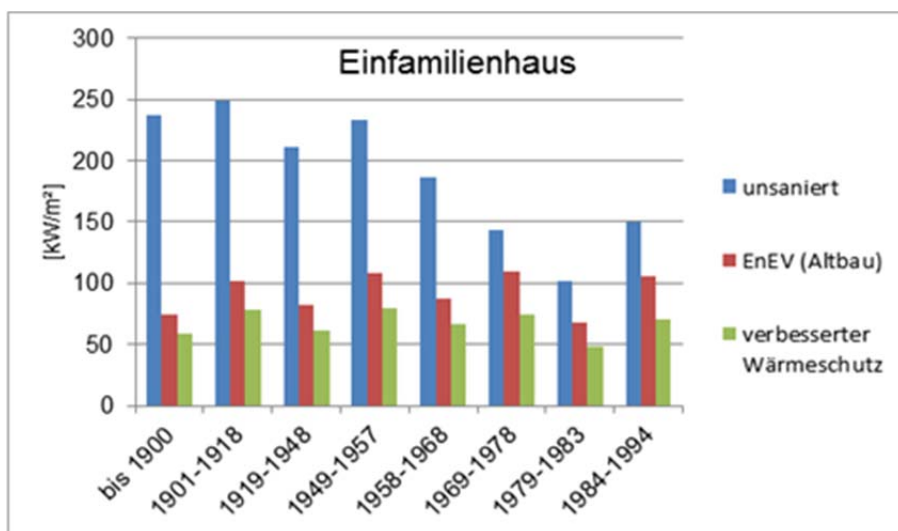
61 kWh/m<sup>2</sup>a



**Haus 5** Wie Haus 3, zusätzlich kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung und Sanierung der Gebäudehülle entsprechend KfW-Effizienzhaus-70-Standard.

**Abbildung 11 Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle (BDH 2011)**

In Abbildung 12 ist am Beispiel von freistehenden Einfamilienhäusern und von Mehrfamilienhäusern dargestellt, welche Einsparpotenziale sich durch eine energetische Sanierung der Gebäudehülle für die unterschiedlichen Gebäudealtersklassen ergeben (IWU 2007).

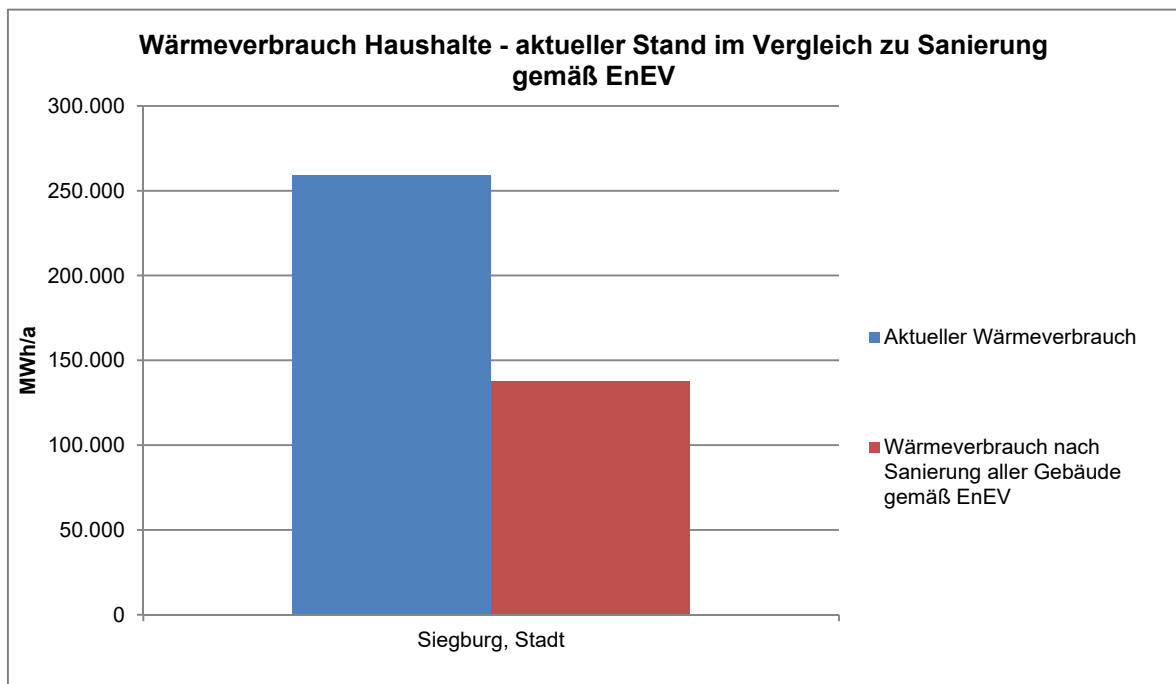


**Abbildung 12 Einsparpotenzial Heizwärmebedarf durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen (IWU 2007)**

Betrachtet man die relevanten Gruppen der Gebäude bis 1980, so ergeben sich bei einer Sanierung auf EnEV-Niveau Einsparpotenziale, die im Bereich von ca. 40 % bis zu 70 % liegen.



In der Abbildung 13 sind die maximalen Einsparpotenziale bei Sanierung aller bisher nicht oder nur teilweise sanierten Gebäude in der Kreisstadt Siegburg gemäß EnEV-Standard (ca. 80 kWh/m<sup>2</sup>) dargestellt. Die Grafik zeigt den aktuellen Wärmeverbrauch der Haushalte, verglichen mit dem (theoretischen) Verbrauch bei Sanierung aller Gebäude. Das Einsparpotenzial liegt in der Größenordnung von ca. 45 – 50 %. Dies entspricht in der Summe für Siegburg einer Reduktion von aktuell rund 259.000 MWh/a auf 138.000 MWh/a im sanierten Zustand.



**Abbildung 13 Wärmeverbrauch der Haushalte – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß EnEV**

Dieses technische Einsparpotenzial wird in der Praxis aus unterschiedlichen Gründen nicht komplett gehoben werden können (vgl. Vorbemerkungen zur Potenzialanalyse in Abschnitt 3.1). Daher wird in den Szenarien in Kapitel 5 von unterschiedlichen Sanierungsraten und einer angepassten Sanierungseffizienz ausgegangen.

### **3.2.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie**

#### **3.2.2.1. Einsparpotenziale Strom**

In der Privatwirtschaft werden die Kosten für Energie und insbesondere Strom vermehrt als wichtiger wirtschaftlicher Faktor wahrgenommen. Dadurch sind erhebliche Potenziale zur Stromeinsparung entstanden und teilweise auch bereits genutzt worden. Während im industriellen Bereich der Hauptanteil des Stromverbrauchs für den Betrieb von Maschinen und Anlagen genutzt wird, ist im Bereich Handel die Beleuchtung der wichtigste Anwendungszweck und im Dienstleistungssektor spielen die Verbräuche von Bürogeräten eine zunehmend wichtige Rolle (AGEB 2013).

Im Bereich der elektrisch betriebenen Maschinen und Anlagen lassen sich laut Deutscher Energieagentur (dena 2017) bei gleicher Nutzleistung durch technische Verbesserungen, die sich in wenigen Jahren amortisieren, wirtschaftliche Einsparungen von durchschnittlich etwa 20 bis 30 Prozent erreichen.

Bei der Beleuchtung ergeben sich durch neue Lampen und Leuchtmittel z.T. erhebliche Effizienzsteigerungen. Dabei kommen neben den klassischen Energiesparlampen immer häufiger LED-Leuchtmittel zum Einsatz. Neben dem Tausch der Leuchtmittel bieten auch intelligente Steuerungssysteme Möglichkeiten der Stromeinsparung bei Beleuchtungsanwendungen. Durch den Ersatz alter Leuchtmittel können ca. 50 bis 80 % des Stromverbrauchs für Beleuchtung eingespart werden (EA NRW 2010; dena 2017).

Im Bereich der Bürogeräte bestehen Einsparpotenziale von 30 bis zu 50 Prozent durch eine geeignete Auswahl von effizienten Geräten (siehe z.B. dena 2017 oder ÖEA 2012). Allerdings ist davon auszugehen, dass durch weiter steigende Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten das Einsparpotenzial zum Teil aufgewogen wird.

Der Stromverbrauch in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) sowie Industrie beträgt in Siegburg ca. 89.200 MWh pro Jahr (Daten des Netzbetreibers aus dem Jahr 2016, ergänzt um Anfragen bei Industrieunternehmen). In Deutschland beträgt das Verhältnis zwischen GHD zu Industrie beim Stromverbrauch 1 zu 3. Der Grund für den hohen industriellen Anteil liegt vor allem in der Schwerindustrie, dem Automobilbau oder in der Produktion von Aluminium begründet. Das Verhältnis dürfte in Siegburg aufgrund der wirtschaftlichen Strukturen etwas niedriger liegen und wird deswegen für die Potenzialbetrachtung mit ca. 1 zu 2 veranschlagt. Daraus ergibt sich folgende Aufteilung des Ist-Stromverbrauchs:

- GHD: 29.800 MWh/a
- Industrie: 59.400 MWh/a



Mit den zuvor genannten Einsparpotenzialen in den einzelnen Bereichen ergeben sich die in der Tabelle 3 dargestellten Ausgangswerte und Reduktionspotenziale.

**Tabelle 3 Reduktionspotenziale beim Stromverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung**

Sektor	Ist-Verbrauch in MWh/a	Reduktionspotenzial In MWh/a
GHD	29.800	10.800
Industrie	59.400	17.200
<b>Summe</b>	<b>89.200</b>	<b>28.000</b>

Insgesamt liegt das Reduktionspotenzial beim Stromverbrauch für die Sektoren GHD und Industrie bei etwa 28.000 MWh pro Jahr.

Auch im gewerblichen Bereich wird zukünftig das Thema Elektromobilität eine wichtigere Rolle spielen. Es ist davon auszugehen, dass ein großer Teil der zukünftig zugelassenen Elektrofahrzeuge im gewerblichen Bereich genutzt werden. Die im Abschnitt 3.2.1.1 genannten 2.500 bis 10.500 MWh zusätzlicher Stromverbrauch für Elektromobilität würden sich also zum Teil auch im gewerblichen Sektor niederschlagen.

### 3.2.2.2. Einsparpotenziale Wärme

Im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) machen Wärmeanwendungen durchschnittlich etwa 63 % des Endenergieverbrauchs aus, wobei der größte Anteil davon auf die Bereitstellung von Raumwärme entfällt. Im industriellen Bereich dominiert hingegen die Prozesswärme den Endenergieverbrauch mit durchschnittlich knapp 64 % Anteil am Endenergieverbrauch (AGEB 2014).

Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 des Bundesumweltministeriums werden für den Sektor Industrie zusätzliche Minderungspotenziale gesehen, obgleich hier in der Vergangenheit bereits erhebliche Fortschritte erzielt worden sind. Im Sektor GHD liegen die Potenziale vor allem im Gebäudebereich. Es werden in dem Programm jeweils keine konkreten Ziele genannt. Im Folgenden werden deshalb für den Gebäudebereich die Potenzialziele übernommen, wie sie auch für andere Gebäude verwendet werden. Die Potenziale für Prozesswärme und sonstige Anwendungen sind dagegen an Effizienzentwicklungen orientiert (s. u.).

Für die Bereitstellung von Raumwärme wird angenommen, dass im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie grundsätzlich vergleichbare Einsparpotenziale bestehen wie im Haushaltssektor. Vor allem im Gewerbe-/Dienstleistungs-Bereich, der einen hohen Raumwärmeanteil am Endenergieverbrauch hat, sind die Voraussetzungen

betreffend Dämmstandards und Heizanlagentechnik oft ähnlich wie in Wohngebäuden. Allerdings sind die Sanierungszyklen bei gewerblich genutzten Gebäuden i.d.R. höher als bei privaten Wohngebäuden. Daher wird hier von einer schnelleren Umsetzung des Einsparpotenzials ausgegangen.

Prozesswärme wird im verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor für verschiedenste Arbeiten genutzt. Spezifische Daten dazu existieren für Siegburg allerdings nicht. Die Bestimmung von Effizienz- und Einsparpotenzialen ist im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzepts daher nur auf übergeordneter Ebene anhand von durchschnittlichen Werten umsetzbar.

Für Prozesswärme und sonstige Anwendungen sind daher folgende Pauschalannahmen zur Potenzialanalyse getroffen worden: die jährliche Steigerung der Energieproduktivität wird von derzeit 1,5 % p.a. (Durchschnittswert seit 1990) auf 2,1 % p.a. gesteigert (Ziel der Bundesregierung zur Erfüllung der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie). Das ergibt ein Reduktionspotenzial von ca. 13 % bis zum Jahr 2030 und 30 % bis zum Jahr 2050 (wird als Maximalpotenzial angenommen) bei einem unterstellten jährlichen Wirtschaftswachstum von 1,1 %.

Das gesamte Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung ist in Tabelle 4 dargestellt. Insgesamt ist eine Senkung des Wärmeverbrauchs in diesem Bereich um 109.100 MWh möglich, dies entspricht einer Reduktion um ca. 40 % im Vergleich zum aktuellen Verbrauch.

**Tabelle 4      Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung**

Anwendung	Ist-Verbrauch in MWh/a (klimabereinigt, ohne Heizstrom)	Reduktionspotenzial In MWh/a (ohne Heizstrom)
Raumwärme	167.500	78.300
Prozesswärme	104.300	30.800
<b>Summe</b>	<b>271.800</b>	<b>109.100</b>

### 3.2.3 Kommunale Liegenschaften und Einrichtungen

Bei der Datenerhebung für das Integrierte Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzept der Kreisstadt Siegburg wurden die Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Einrichtungen bereitgestellt. Dabei wurde unterschieden in den Energieverbrauch der Gebäude und sonstiger Infrastruktur. Eine Erhebung und Auswertung auf Einzelobjekt-ebene war im Rahmen des Konzepts nicht möglich. Die Stadt Siegburg unterhält keine eigene Kläranlage, sondern ist an die Zentrale Abwasserbehandlungsanlage (ZABA) Sankt Augustin angeschlossen, eine Detailbetrachtung der Kläranlage erfolgt daher nicht.

#### 3.2.3.1. Kommunale Gebäude

Die Liegenschaften der Stadt umfassen die unterschiedlichsten Gebäude- und Nutzungstypen, wie Verwaltungsgebäude, Bauhof, Feuerwehreinrichtungen, Kindertagesstätten, Sporthallen, Bibliotheken usw. Abbildung 14 zeigt die Entwicklung des Erdgas- und Stromverbrauchs der kommunalen Gebäude der Stadt Siegburg in den letzten sieben Jahren. Der Erdgasverbrauch ist dabei witterungsbereinigt. Es sind gewisse Schwankungen von Jahr zu Jahr erkennbar, ein eindeutiger Trend lässt sich aus den Daten aber nicht ableiten.

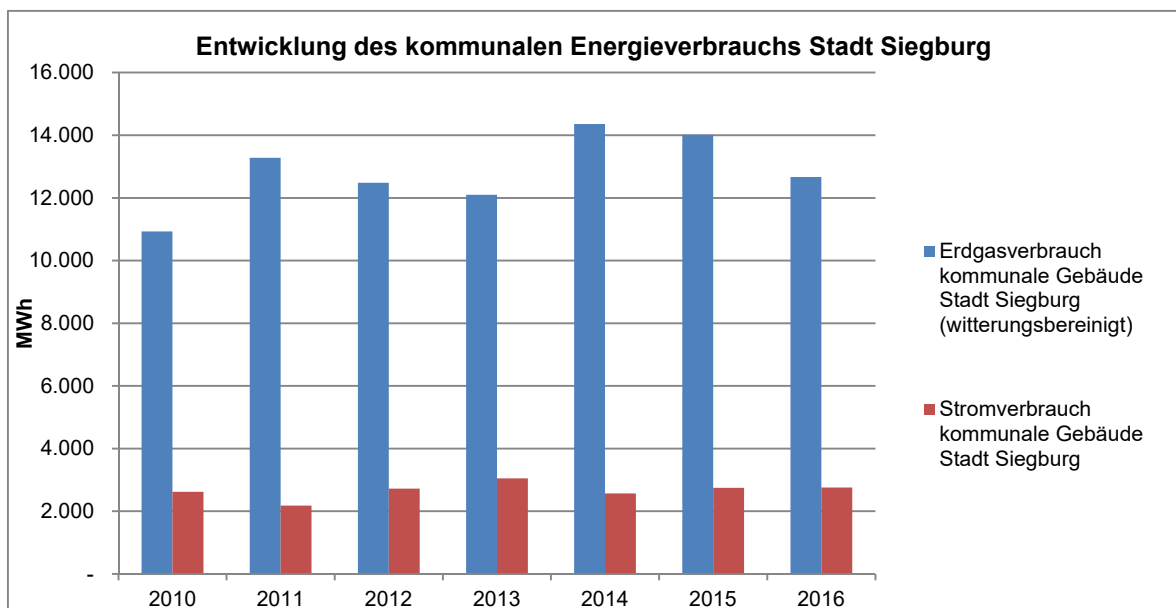


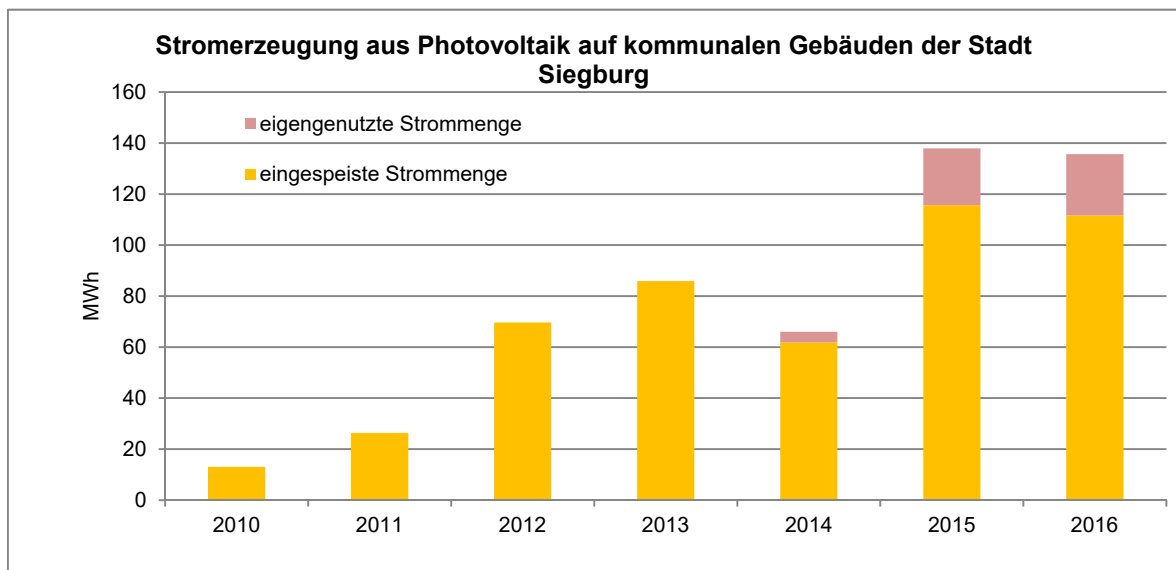
Abbildung 14 Entwicklung des kommunalen Energieverbrauchs Stadt Siegburg

Da für die kommunalen Liegenschaften keine Einzelbetrachtung durchgeführt werden konnte, erfolgt eine überschlägige Potenzialabschätzung. Für die Liegenschaften wird pauschal ein durchschnittliches Reduktionspotenzial von rund 40 % des Heizwärmeverbrauchs einschließlich Warmwasserbereitung als Grundlage herangezogen. Dabei wird der EnEV09 Standard als Orientierungsmarke gewählt. Grundlage für diese Annahme

bilden Daten anderer Klimaschutzkonzepte. In Summe könnte der Wärmeverbrauch für kommunale Gebäude der Stadt Siegburg damit von derzeit rund 12.800 MWh/a (gemittelter Wert der letzten Jahre) auf ca. 7.700 MWh/a gesenkt werden.

Für den Stromverbrauch wurde eine entsprechende Analyse durchgeführt. Es wird pauschal ein durchschnittliches Reduktionspotenzial von rund 30 % des Stromverbrauchs als Grundlage herangezogen. Grundlage für diese Annahme bilden Daten anderer Klimaschutzkonzepte. In Summe könnte der Stromverbrauch für kommunale Gebäude der Stadt Siegburg damit von derzeit rund 2.700 MWh/a (gemittelter Wert der letzten Jahre) auf ca. 1.900 MWh/a gesenkt werden.

Die Abbildung 15 zeigt die Stromerzeugung aus Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden der Stadt Siegburg<sup>1</sup>. Hier ist ein deutlicher Anstieg über die Jahre erkennbar. Gleichzeitig nimmt die eigengenutzte Strommenge deutlich zu. Das verbessert die Wirtschaftlichkeit insbesondere von neu errichteten Anlagen, da mittlerweile die Vergütungssätze i.d.R. deutlich niedriger sind als der Strombezugspreis.

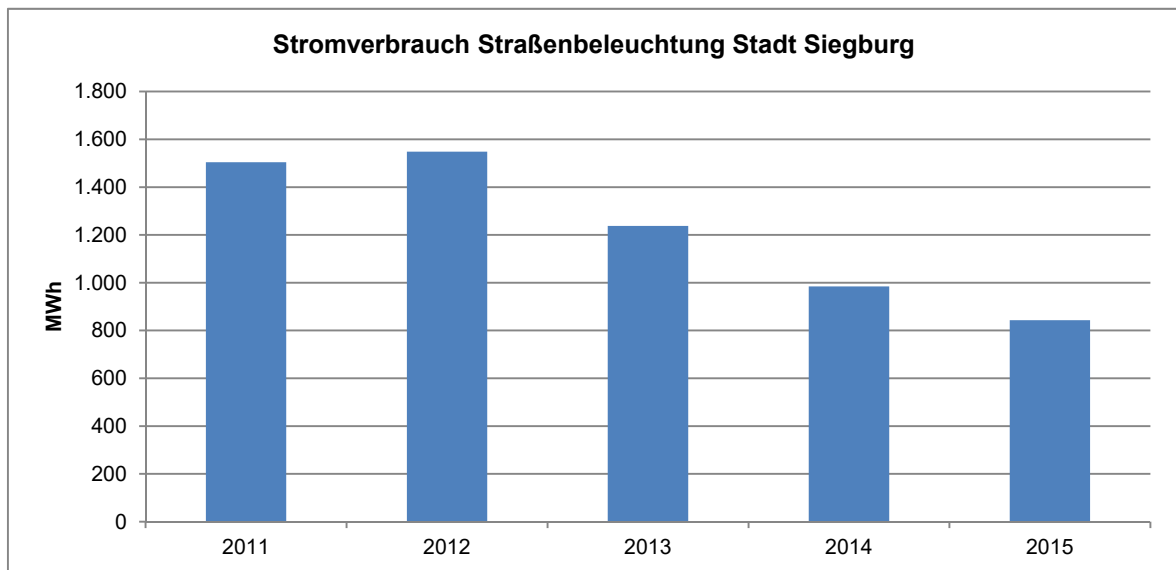


**Abbildung 15 Stromerzeugung aus Photovoltaik auf kommunalen Gebäuden Stadt Siegburg**

<sup>1</sup> Daten: nur Gebäudebestand Amt 68 ohne Gebäude AöR

### 3.2.3.2. Straßenbeleuchtung

In der Abbildung 16 ist der Energieverbrauch der Straßenbeleuchtung in den Jahren 2011 bis 2015 in Siegburg dargestellt. Es wird deutlich, dass der Stromverbrauch für diesen Zweck in den vergangenen Jahren deutlich zurückgegangen ist. Die Umrüstung auf effiziente Leuchten (z.B. LED) zeigt damit eine große Wirkung. Insgesamt konnte in den betrachteten Jahren eine Reduktion um ca. 44 % erreicht werden. Das entspricht ungefähr einer Einsparung von 660 MWh Strom.



**Abbildung 16 Entwicklung des Stromverbrauchs zur Straßenbeleuchtung in der Stadt Siegburg**

Im Jahr 2017 wurde die Umstellung fortgesetzt und durch Umrüstung von 258 weiteren Leuchten werden jährlich zusätzlich ca. 91 MWh Strom eingespart.

Berechnet man den Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung je Einwohner, dann ergibt sich ein Wert von ca. 21 kWh je Einwohner und Jahr. Orientiert man sich an einem Benchmark (=Richtwert) von ca. 46 kWh je Einwohner und Jahr<sup>2</sup> dann liegt die Stadt Siegburg deutlich darunter. Insgesamt ist daher davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren nur noch verhältnismäßig geringe Einsparpotenziale verfügbar sind.

---

<sup>2</sup> Abgeleitet aus einer Untersuchung für die Stadt Schwelm, der eine Benchmarkanalyse von über 300 Kommunen zugrunde liegt. Da die Untersuchung aus dem Jahr 2010 stammt, wurde ein Effizienzgewinn angenommen und der Benchmark-Wert daher nach unten korrigiert. <http://tbs-schwelm.de/index.php/strasse/strassenbeleuchtung>

### **3.3. Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung**

Nicht nur Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz können einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern auch der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energieträgern. Die Potenzialanalyse zur klimaschonenden Energiebereitstellung greift auf einen umfangreichen Datensatz aus verschiedenen Quellen zurück.

- Eine wesentliche Grundlage ist dabei das Konzept zum Masterplan Energiewende für den Rhein-Sieg-Kreis (Rhein-Sieg-Kreis 2017). In diesem Konzept wurden auf Ebene der einzelnen Städte und Gemeinden Potenziale für verschiedene erneuerbare Energieformen untersucht. Der Masterplan wiederum bezieht sich – soweit sinnvoll - auf die Potenzialstudien des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Damit ist gewährleistet, dass die im vorliegenden Klimaschutzkonzept erhobenen Potenziale in Einklang mit den übergeordneten Untersuchungen stehen.
- Wo dies möglich war, wurde im Rahmen des Konzepts auf vorhandene, vertiefte Analysen zu den im Stadtgebiet Siegburgs vorhandenen Potenzialen Bezug genommen.
- Soweit erforderlich wurden eigenen Untersuchungen/Überlegungen angestellt.

Zusätzlich zu den Potenzialen erneuerbarer Energien, die in den o.g. Studien detailliert untersucht wurden, erfolgt im vorliegenden Klimaschutzkonzept für die Stadt Siegburg eine Analyse der Potenziale zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung.

Im Folgenden wird erläutert, mit welchen Grundlagen und Annahmen im vorliegenden Konzepte gearbeitet wurde.

#### **3.3.1 Windkraft**

Die Potenziale leiten sich aus der Potenzialstudie Windenergie des LANUV ab (LANUV 2013a). Im Leitszenario dieser Studie wird für die Stadt Siegburg ein Maximalpotenzial von zwei Anlagen gesehen. Geht man von einer Leistung von 2,5 MW je Anlage und max. 2.250 Vollbenutzungsstunden je Jahr aus, dann würde das einer Stromerzeugung von 13.500 MWh pro Jahr entsprechen.

In der folgenden Abbildung ist die Ergebniskarte des „Windenergiekonzeptes Siegburg“ mit ausgewählten Restriktionen (Siedlungsbereiche, Wohnnutzung im Außenbereich, Naturschutzgebiete, ..) und die verbleibenden Potenzialflächen dargestellt. Die verbleibenden „Eignungsbereiche“ sind vergleichsweise klein und nicht gänzlich restriktionsfrei. In Verbindung mit den neuern Untersuchungen des LANUV<sup>3</sup> wird deutlich, dass dieses Potenzial nur als technisches Potenzial gesehen werden kann, weil lediglich kleinere Inseln verbleiben. Eine Umsetzung erscheint momentan auch aus Gründen der

---

<sup>3</sup> LANUV 2013a: Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 1: Windenergie



Stand: 26.03.2018

Wirtschaftlichkeit nicht wahrscheinlich. Daher wird in den beiden Szenarien im Kapitel 5 keine Nutzung der Windenergie angenommen.

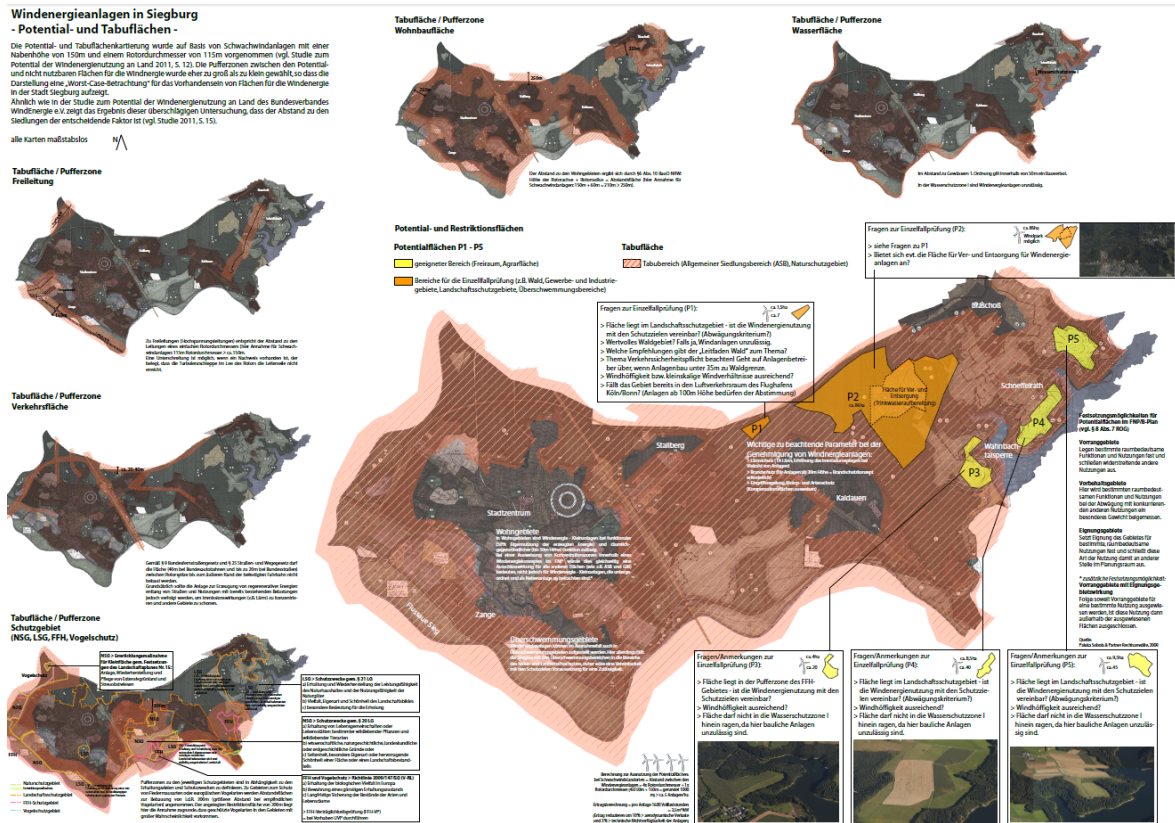


Abbildung 17 Windenergieanlagen in Siegburg – Potenzial und Tabuflächen<sup>4</sup>

### 3.3.2 Photovoltaik

Im Bereich Photovoltaik werden als technisches Potenzial (Obergrenze) die Dachflächen- und Freiflächenpotenziale der Potenzialstudie Solarenergie des LANUV angesetzt (LANUV 2031b)<sup>5</sup>. Das bedeutet für die Kreisstadt Siegburg ein maximales Potenzial von 86.800 MWh, welches sich zu einem Großteil aus dem Potenzial für Anlagen auf Dachflächen zusammensetzt (69.400 MWh). Dieses technische Potenzial ist bisher nur zu einem sehr geringen Anteil genutzt; 2016 wurden ca. 3.000 MWh Strom aus Photovoltaik generiert.

Für das Trend-Szenario wird analog der Untersuchungen im Masterplan-Konzept unterstellt, dass bis 2020 der jährliche Zubau entsprechend dem BMU Leitszenario erfolgt und

<sup>4</sup> Windenergiekonzept Siegburg Vorentwurf 07-10-2011

<sup>5</sup> Anhang A, Tabellen A5 und A7

dass danach der jährliche Zuwachs 5 % beträgt. Für das Aktiv-Szenario werden um 25 % höhere Zuwachsraten als im Trend-Szenario unterstellt.

### **3.3.3 Solarthermie**

Die LANUV-Potenzialstudie zur Solarenergie (LANUV 2013b) setzt lediglich die solarthermische Trinkwasser-Erwärmung an. Als technisches Potenzial (Obergrenze) sollte nach unserer Einschätzung zumindest die solarthermische Heizungsunterstützung (in geeigneten Gebäuden) zugrundegelegt werden. Dadurch erhöht sich das technische Potenzial (Obergrenze) alleine für den Wohngebäudebereich auf ca. 21.000 MWh gegenüber ca. 11.000 MWh, die die Potenzialstudie des Landes ausgibt.

Für das Trend-Szenario wird für den Ausbau der Solarthermie das Szenario Business-As-Usual („BAU“) des „Fahrplans Solarwärme“ (BSW 2012) unterstellt, für das Aktiv-Szenario wird das Szenario „Forciertes Wachstum“ angesetzt. Dies ist im Vergleich zum Masterplan-Konzept des Rhein-Sieg-Kreises eine leichte Abschwächung beim Zubau der Solarthermie im Aktiv-Szenario, was durch die strukturellen Voraussetzungen in der Stadt Siegburg begründet wird. So gibt es beispielsweise einen vergleichsweise hohen Anteil Mehrfamilienhäuser in der Stadt. Das erschwert eine Umsetzung von Solarthermie-Anlagen aufgrund fehlender Motivation für Vermieter. Daher werden entsprechende Anlagen im Mietwohnungsgebäudebestand seltener umgesetzt als bei selbstgenutzten Ein- oder Zweifamilienhäusern.

### **3.3.4 Biomasse (Forstwirtschaft)**

Im Rahmen der Erarbeitung des Masterplan-Konzepts für den Rhein-Sieg-Kreis wurde ein Gespräch mit einem Vertreter des Regionalforstamtes zur Absicherung der Annahmen durchgeführt. In Abstimmung wurden daraufhin folgende Festlegungen getroffen, die auch für das Klimaschutzkonzept der Kreisstadt Siegburg übernommen wurden.

Als technisches Dargebots-Potenzial (Obergrenze) werden für das Trend-Szenario die Minimal- und für das Aktiv-Szenario die Maximalpotenziale der Potenzialstudie Biomasse des LANUV angesetzt (LANUV 2014a). Dies bedeutet auf die Kreisstadt Siegburg heruntergerechnet ein maximales Wärme-Erzeugungspotenzial von ca. 3.600 MWh. Die Analysen zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz haben gezeigt, dass schon heute deutlich mehr Holz in der Stadt Siegburg zur Wärmebereitstellung genutzt wird. Die Nachfrage kann also nicht über die vorhandene Waldfläche gedeckt werden.

Allerdings ist man bei der Nutzung von Holz nicht auf die vor Ort verfügbaren Potenziale beschränkt, da sich Holz gut transportieren lässt. So werden auch heute schon Holzpellets in Siegburg genutzt, die nicht unbedingt aus der Stadt selbst stammen. Dieses Potenzial wird als sogenanntes „Nutzungspotenzial“ im vorliegenden Klimaschutzkonzept ebenfalls berücksichtigt. Es wird angenommen, dass vor allem Heizölheizungen durch



Holz(pellet)heizungen ersetzt werden können, da hier die technischen und räumlichen Voraussetzungen (z.B. Brennstofflagerung) sehr ähnlich sind. Als zusätzliches Potenzial aus Nutzungssicht wurde angenommen, dass maximal ein Drittel der heutigen Heizölheizungen durch Holzheizungen ersetzt werden könnten. Dieses zusätzliche Potenzial findet sich in der Szenarienbetrachtung wieder.

### **3.3.5 Biomasse (Landwirtschaft)**

Die Potenzialanalyse für Biomasse aus der Landwirtschaft stützt sich ebenfalls auf die Untersuchungen im Rahmen des Masterplan-Konzepts für den Rhein-Sieg-Kreis. Als technisches Potenzial wurde das Potenzial für das Szenario „ambitionierter Naturschutz“ der Potenzialstudie Biomasse<sup>6</sup> des LANUV angesetzt. Das Potenzial beträgt dementsprechend bis zu 2.500 MWh.

Eine Umsetzung dieser technischen Potenziale ist aber für die Kreisstadt Siegburg - nicht zuletzt aufgrund der vorhandenen und absehbaren förderrechtlichen Bedingungen - nicht in Sicht. Daher werden diese Potenziale in den Szenarien nicht berücksichtigt.

### **3.3.6 Geothermie und sonstige Umweltwärme**

Im Bereich der Geothermie und sonstigen Umweltwärme weichen die Annahmen und Berechnungen zum Teil von den Ansätzen der LANUV Potenzialstudie Geothermie ab (LANUV 2015). Die LANUV Studie betrachtet das Potenzial v.a. aus der Dargebotssicht, also der Frage, wie viel Erdwärme vorhanden ist. Die Nutzungssicht ist bei dieser Technik aber i.d.R. der beschränkende Faktor, da für einen effizienten Betrieb niedrige Vorlauftemperaturen benötigt werden und dies i.d.R. nur mit Flächenheizsystemen (z.B. Fußbodenheizung) realisierbar ist. Im Gebäudebestand bedeutet dies einen enormen Aufwand und ist auch nicht immer technisch umsetzbar. Daher ist das Potenzial aus Nutzungssicht stark eingeschränkt. Zu diesem Schluss kommt auch die Studie „Potenziale der Geothermischen Energieversorgung im Stadtgebiet Siegburg (HS Bochum 2010). Diese Studie sowie die vorgelagerte Grundlagenstudie des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen (GD-NRW 2009) zeigen auf, dass im Stadtgebiet Siegburg grundsätzlich günstige Voraussetzungen zur Nutzung der (oberflächennahen) Geothermie gegeben sind. Geothermie kann also in der Kreisstadt Siegburg einen wichtigen Beitrag zur Wärme- und Kälteversorgung in Neubauten oder sanierten Gebäuden mit hohem energetischem Standard und geeigneten Wärmeverteilssystemen leisten.

Die Potenzialbetrachtung im vorliegenden Konzept orientiert sich daher an den Szenarien der Branchenstudie 2013 des Bundesverbandes Wärmepumpe (BWP 2013 ). Als Maximalpotenzial wird das dort aufgerufene Szenario II, das von einem deutlichen Zuwachs

---

<sup>6</sup> a.a.O.

ausgeht, angenommen. Für die Kreisstadt Siegburg bedeutet das ein Potenzial von zusätzlich bis zu 9.500 MWh bis ins Jahr 2030.

### 3.3.7 Wasserkraft

Für die Wasserkraft liegen keine Potenzialuntersuchungen vor. Es werden auch seitens der Stadt keine nennenswerten Möglichkeiten zur Nutzung der Wasserkraft gesehen. Daher wird von einer weiteren Betrachtung abgesehen und es werden keine Potenziale berücksichtigt.

### 3.3.8. Kraft-Wärme-Kopplung

Die effiziente Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist eine weitere Technologie zur Einsparung von Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen, auch wenn die BHKW-Anlagen in der Regel mit fossilen Brennstoffen (meist Erdgas) befeuert werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, BHKW mit Bio(erd)gas oder auch mit flüssigen Biokraftstoffen zu befeuern.

Die Potenzialabschätzung für die Nutzung von KWK-Anlagen erfolgte auf Basis der Schornsteinfegerdaten zu den Heizungsanlagen. Dabei liegt der Fokus auf den großen Feuerungsanlagen, weil sich hier der Einsatz von KWK-Anlagen i.d.R. wirtschaftlich besser darstellt als bei Kleinanlagen. Es wurden Annahmen getroffen, welche Anteile von Feuerungsanlagen bis zum Jahr 2030 durch KWK-Anlagen ergänzt werden könnten.

Dafür wurden die Heizungsanlagen in der Leistungsklasse 50 bis 100 kW, sowie in allen Leistungsklassen größer 100 kW zugrunde gelegt. Es wurde angenommen, dass die bestehenden Heizungsanlagen durch KWK-Anlagen ergänzt, aber nicht vollständig ersetzt werden. Hierzu wurden die Annahmen aus Tabelle 5 getroffen.

**Tabelle 5: Annahmen für Abschätzung des KWK-Potenzials**

Leistungs-klassen	Anteil der Anlagen, die durch KWK ergänzt werden (Annahme)	Leistungsanteil KWK von gesamter thermischer Leistung (Annahme)
> 100 kW	Max. 50 %	25 %
50 – 100 kW	Max. 25 %	25 %

Aus diesen Angaben lässt sich das Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung berechnen. Insgesamt ergibt sich daraus ein zusätzliches Wärmeerzeugungspotenzial von max. 70.900 MWh und ein zusätzliches Stromerzeugungspotenzial von bis zu 63.000 MWh.

Es wird deutlich, dass im Vergleich zu den erneuerbaren Energien die Kraft-Wärme-Kopplung ebenfalls eine wichtige Rolle einnehmen kann. Allerdings spielt hier die Frage der Umsetzung eine wesentliche Rolle. Nur wenn es gelingt, die Potenziale auch in der

Praxis umzusetzen, kann die KWK einen wesentlichen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Minderung leisten. Hierzu wurde von der Bundesregierung jüngst das sog. „Mieterstromgesetz“ in die Wege geleitet, das entsprechende Projekte v.a. im Mietwohnungsbau fördern soll.

### **3.3.9 Zusammenfassung der Potenzialanalyse Erneuerbare Energien und KWK**

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Potenziale erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung zusammengefasst. Abbildung 18 zeigt das technische Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum aktuellen gesamten Stromverbrauch und dem Stromverbrauch der Haushalte und der Stadt Siegburg. Die dunklen Anteile der Balken bei den Potenzialen zeigen auf, welcher Teil des Potenzials aktuell schon genutzt wird. Weiterhin sind beim Stromverbrauch als schraffierter Bereich der Balken die technischen Einsparpotenziale bis zum Jahr 2030 dargestellt.

Die Darstellung verdeutlicht, dass es vor allem im Bereich Photovoltaik und KWK noch wesentliche technische Potenziale zur Stromerzeugung gibt. Biogas und Windenergie spielen eine geringere Rolle, zumal hier eine Umsetzung sehr unwahrscheinlich ist (vgl. Kapitel 5, Szenarien).

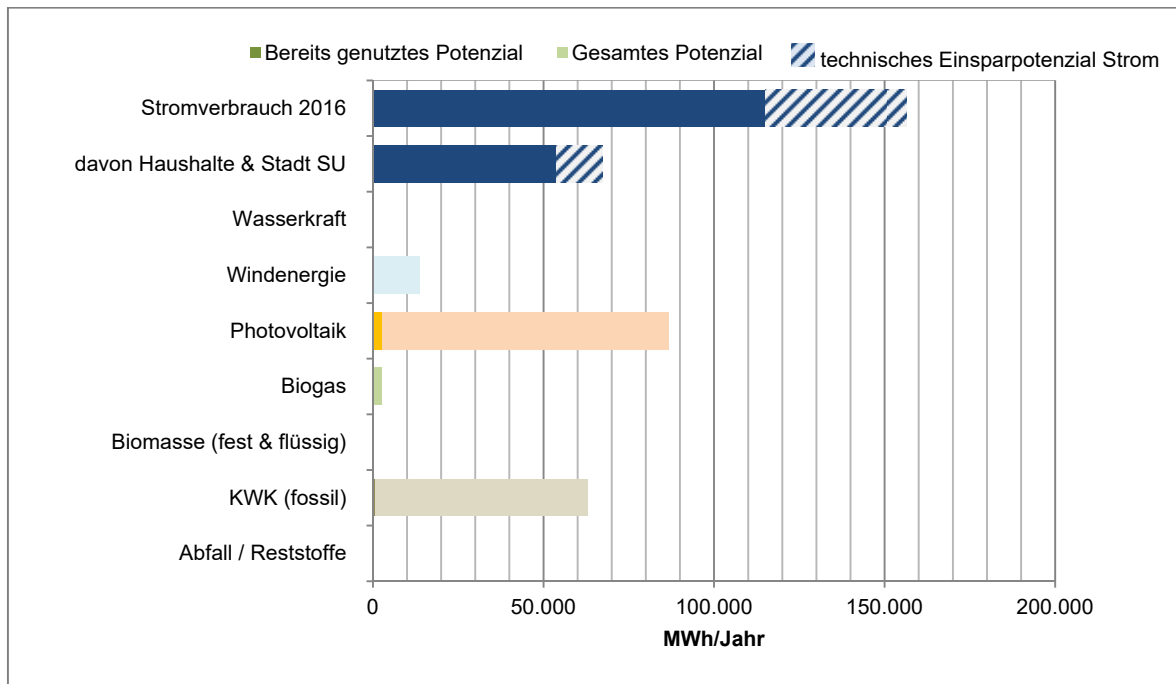
In Tabelle 6 sind die Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung zusammengefasst und der bilanzielle Deckungsbeitrag wird dargestellt. Von heute etwas mehr als 2 % könnte der bilanzielle Deckungsbeitrag auf über 140 % gesteigert werden, wenn alle technisch verfügbaren Potenziale genutzt würden und gleichzeitig die Einsparpotenziale beim Stromverbrauch komplett realisiert würden.

Abbildung 19 zeigt eine entsprechende Darstellung für den Wärmeverbrauch. Als zusätzliches Nutzungspotenzial für Biomasse ist der grün-schraffierte Bereich dargestellt, der anzeigt, wie hoch das Potenzial wäre, wenn etwa 1/3 der Heizöl-Heizungen durch Biomasse ersetzt würden (vgl. vorhergehende Analyse in Kapitel 3.3.4). Es wird deutlich, dass die Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK zwar absolut gesehen in einer ähnlichen Größenordnung liegen, wie die Potenziale zur Stromerzeugung, im Verhältnis zum Wärmeverbrauch sind die Potenziale aber deutlich geringer. Von heute ca. 4 % (inkl. KWK) könnte der Deckungsbeitrag auf max. 43 % gesteigert werden, bei gleichzeitiger Realisierung der verfügbaren Einsparpotenziale im Wärmebereich.

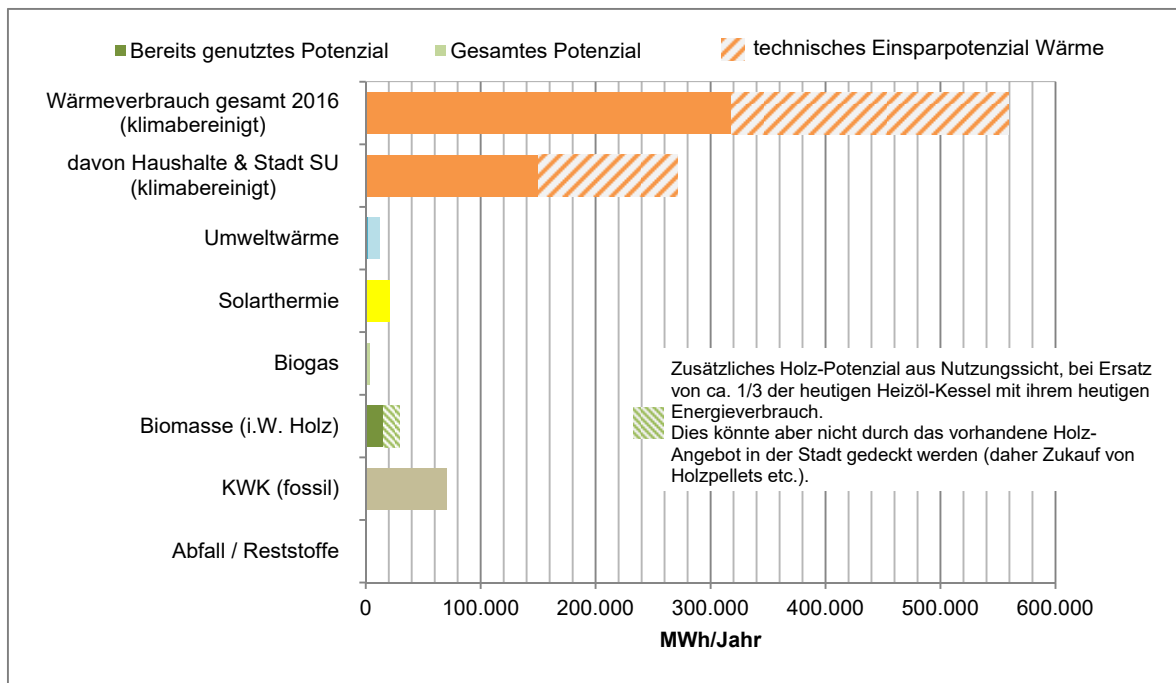
**Tabelle 6      Technisches Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK**

<b>Stromerzeugung</b>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Technisches Potenzial</b>		
Erneuerbare Energien Strom	2.900	103.000		[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE-Strom	2 %	90 %		
Summe EE & KWK Strom	3.600	166.000		[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE und KWK Strom	2 %	144 %		
<b>Wärmeerzeugung</b>	<b>Ist-Zustand</b>	<b>Technisches Potenzial</b>	<b>Inkl. zusätzliches Nutzungspotenzial bei Biomasse</b>	
Summe Erneuerbare Energien Wärme	18.700	52.200	66.300	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE-Wärme	3 %	17 %	21 %	
Summe EE & KWK & Reststoffe Wärme	19.400	123.400	137.200	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE und KWK Wärme	4 %	39 %	43 %	

In der Szenarienanalyse (Abschnitt 5) wird abgeschätzt, welcher Teil des Potenzials bis zum Jahr 2030 realisiert werden könnte.



**Abbildung 18** Technisches Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Siegburg

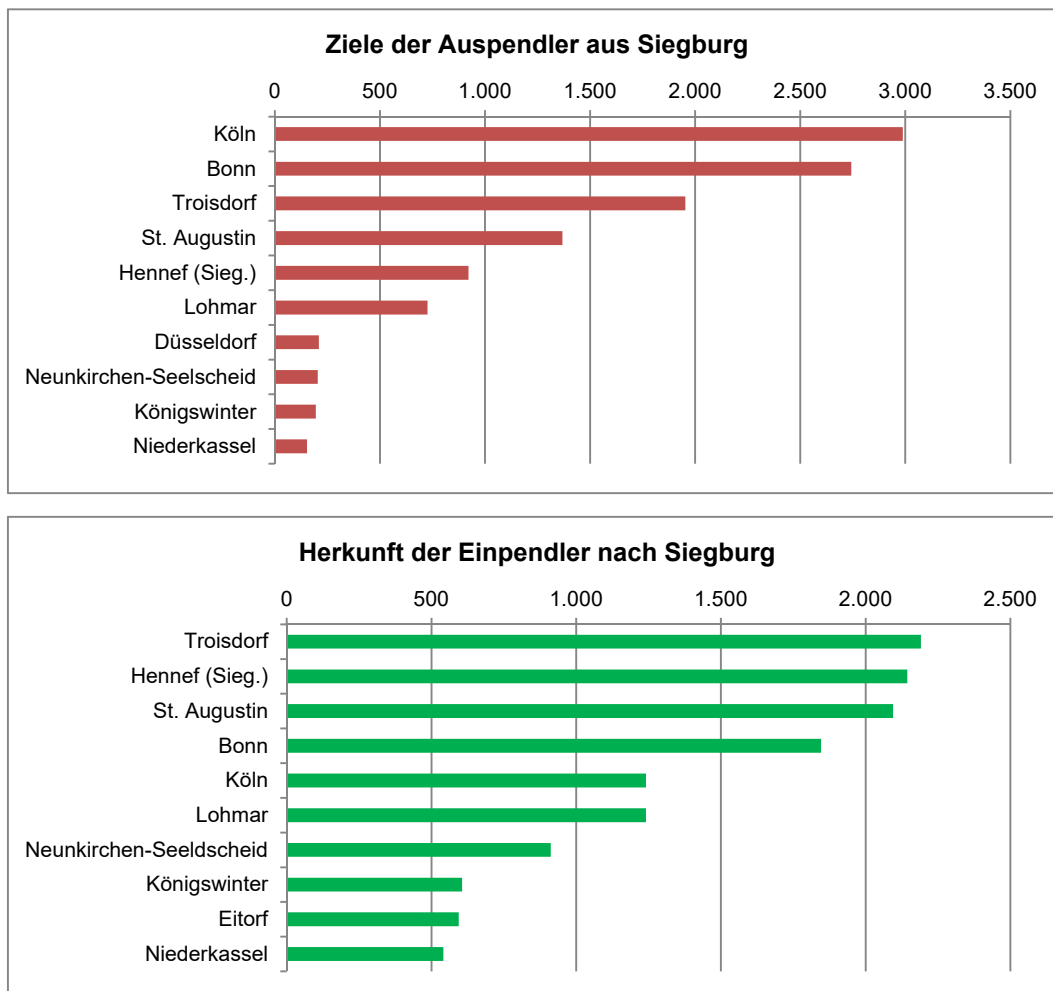


**Abbildung 19** Technisches Potenzial zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Siegburg

### 3.4. Handlungsfeld Mobilität und Verkehr

#### 3.4.1. Strukturelle Rahmenbedingungen

Die Kreisstadt Siegburg ist verkehrstechnisch sehr gut angebunden, insbesondere an die Großstädte Bonn und Köln. Es besteht direkter Anschluss an das Autobahnnetz. Über mehrere Bundesstraßen sind die umliegenden Städte und Gemeinden zugänglich. Darüber hinaus verfügt Siegburg über einen ICE-Bahnhof auf der Strecke zwischen Frankfurt am Main (Flughafen) und Köln Hbf. Regional- und S-Bahnen verkehren in Richtung Köln und Bonn. Damit ist Siegburg auch sehr gut an das Schienennetz angebunden. Der Flughafen Köln/Bonn ist Luftlinie ca. 10 km entfernt. Die sehr gute Anbindung Siegburgs hat zur Folge, dass auch die Pendlerzahlen entsprechend hoch sind. Im Jahr 2015 gab es insgesamt 19.994 Einpendler und 14.460 Auspendler (IT.NRW 2017), der Pendlersaldo liegt damit bei +5.534. Die Top10 der Aus- bzw. Einpendlerkommunen sind in Abbildung 20 dargestellt (IT.NRW 2017).



**Abbildung 20** Top10 der Ziele der Auspendler und der Herkunft der Einpendler nach Siegburg

Die Zahl der zugelassenen Pkw lag im Jahr 2016 in Siegburg bei ca. 20.900 (KBA 2016) mit leicht steigender Tendenz in den Vorjahren (Zunahme zwischen ca. 1 % und 2 % jährlich). Mit einer Pkw-Dichte von 510 Pkw pro 1.000 Einwohner liegt Siegburg unter dem bundesweiten Durchschnitt von 544 Pkw und dem Durchschnitt von NRW mit 545 Pkw.

### **3.4.2. Verkehrsinfrastruktur und Mobilitätsangebot**

#### **Straßennetz und Straßenraumgestaltung**

Über die Autobahnen A3, A560 und A59 ist die Kreisstadt Siegburg sehr gut an das Autobahnnetz angeschlossen. Die A3 verläuft östlich der Kernstadt in Nord-Südrichtung durch das Stadtgebiet. Südlich des Stadtgebiets besteht Anschluss über das Kreuz Bonn/Siegburg, nördlich über die Anschlussstelle Lohmar. Im Stadtgebiet selbst gibt es keine Anschlussstellen an die A3. Südwestlich der Stadt Siegburg verläuft die A560. Sie stellt eine Verbindung zwischen A59 und B8 dar. Insgesamt sorgt ein dicht verzweigtes Straßennetz für eine sehr gute PKW-Anbindung in Siegburg.

#### **Bahn und Bus (ÖPNV)**

Die Kreisstadt Siegburg ist mit dem ICE-Bahnhof sehr gut an das Fernstreckennetz der Deutschen Bahn angebunden. Es gibt ungefähr im Stundentakt direkte ICE-Verbindungen nach Köln Hbf. (17 min Fahrzeit) und nach Frankfurt am Main Flughafen (je nach Verbindung 39 bis 56 min). In Richtung Köln verkehrt zusätzlich stündlich ein Regionalexpress (22 min) und es gibt S-Bahn-Verbindungen (32 min). Bonn Hbf. ist innerhalb von 24 min mit der Stadtbahn erreichbar. Die Bahnstrecken ermöglichen der hohen Anzahl an Pendlern eine gute Anbindung in bzw. aus umliegende(n) Städte(n) und Gemeinden.

Es besteht ein gut ausgebautes Netz an Bus- und Straßenbahnlinien in der Region, welches von der Rhein-Sieg-Verkehrsgesellschaft mbH (RSVG) bzw. ihren Tochtergesellschaften betrieben wird. Ein Ausschnitt des aktuellen Busnetzplans der Verkehrsverbund Rhein-Sieg GmbH (VRS) ist in Abbildung 21 dargestellt. Es zeigt sich, dass Siegburg als Kreisstadt und durch den ICE-Bahnhof ein dichtes Netz an Buslinien aufweist. Hierüber können auch Pendler aus den umliegenden Städten und Gemeinden zum Bahnhof gelangen und von dort weiter in die entsprechenden Großstädte fahren.

Mit Unterstützung des Zweckverbandes Nahverkehr - SPNV & Infrastruktur - Rheinland beabsichtigt die Stadt Siegburg in den nächsten fünf Jahren den behindertengerechten Umbau von städtischen Bushaltestellen fortzusetzen. Im nächsten Jahrzehnt müssen alle Haltestellen entsprechend der UN-Konvention barrierefrei gestaltet werden. Der Ausbau einer barrierefreien Mobilität stärkt die alltägliche Lebensqualität, fördert das Miteinander und ebnet den Weg zu einer inklusiven Stadt. (<https://siegburg.de/stadt/planen-bauen/verkehr/index.html>)



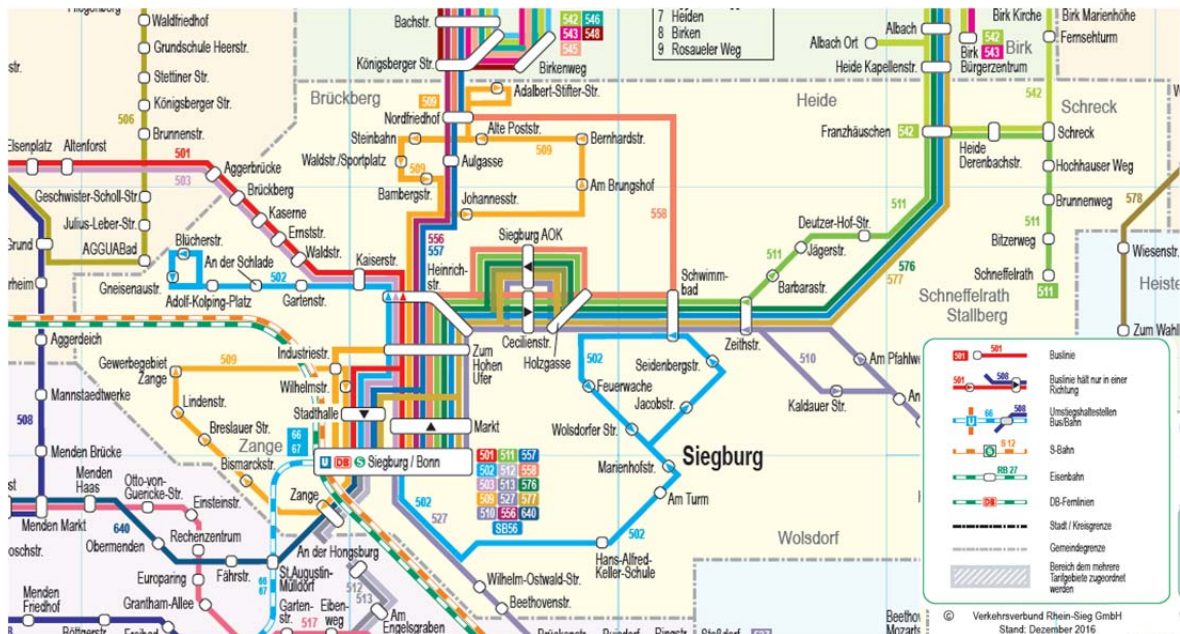


Abbildung 21 Ausschnitt Busnetzplan 2017 – Rhein-Sieg-Kreis rechtsrheinisch (VRS 2016)

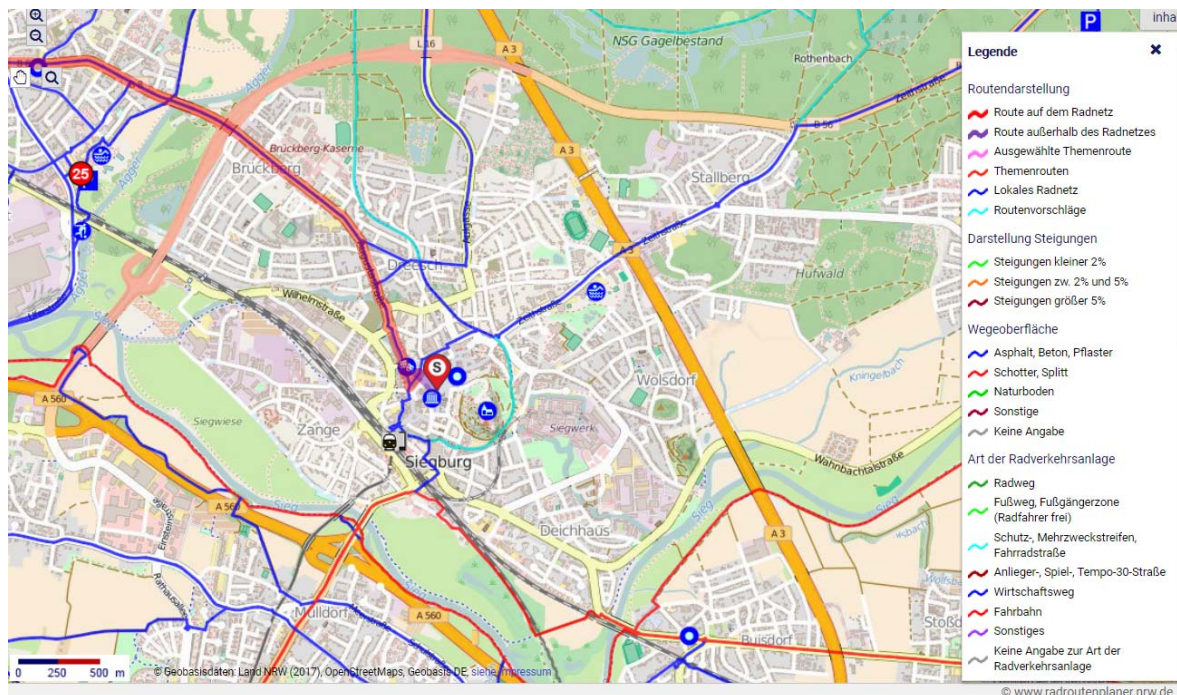
## Radverkehr

In Siegburg gibt es gut ausgeschilderte Radrouten, eine Übersicht stellt Abbildung 22 dar. Die bestehenden Routen dienen sowohl dem Alltags- als auch dem Freizeitradverkehr und schaffen Verbindungen sowohl innerhalb der Stadt wie auch zu den umliegenden Kommunen. An der Sieg entlang führt der „Radweg Sieg“, der von Hamm (Sieg) über Eitorf, Hennef (Sieg), St. Augustin und Siegburg über insgesamt 60 km bis zum Rhein verläuft. Einmal im Jahr gibt es den Aktionstag „Siegatal Pur - Autofrei!“, an dem im gesamten Siegtal auf rund 130 km der Autoverkehr gesperrt ist.

In den letzten Jahren hat die Stadt Siegburg mit Fördermitteln des Landes Nordrhein-Westfalen die frühere Bahntrasse der Aggertalbahn zum Geh- und Radweg umgebaut. Die beliebte Wegeverbindung führt nun vom Michaelsberg mitten durch die Stadt bis zur Steinbahn. Von dort aus geht es über Waldwege, die für den Radverkehr „ertüchtigt“ wurden, bis nach Lohmar. (<https://siegburg.de/stadt/planen-bauen/verkehr/index.html>)

Das Lastenrad „Lottchen“, ein Modell der niederländischen Firma Bakfiets, wurde als erstes von mehreren geplanten Lastenrädern für Siegburg angeschafft. Es wird in Kooperation mit dem ADFC, Ortsgruppe Siegburg und der Verbraucherzentrale NRW betrieben. Lottchen kann man kostenlos unter <http://klimaquartier.siegburg.de> buchen. (SU 2017)





**Abbildung 22 Ausschnitt beschilderte Radwege Siegburg und Umgebung (VM NRW 2017)**

Im Jahr 2016 hat die Stadt Siegburg erfolgreich am Bundeswettbewerb Klimaschutz im Radverkehr teilgenommen: das Projekt „Fahrrad=Berechtigung“ wird aus Bundesmitteln gefördert. Ziel des Projektes ist die Gleichberechtigung des Fahrrades mit dem Pkw in Bezug auf Parken, Leiten, Service, Transportieren und Ausleihen. In dem Projekt wird ein ganzes Bündel an Maßnahmen umgesetzt:

- Parken: Fahrrad-Abstellanlagen
- Anschaffung von Lastenrädern mit und ohne E-Antrieb
- Ausbau der Verleih-Systeme für „normale“ Räder mit und ohne E-Antrieb
- Aufbau eines Verleih-Systems für Lastenräder mit und ohne E-Antrieb
- Kooperationen mit ÖPNV, Sharing-Unternehmen, Hotels, Händlern etc.
- Leitsysteme
- Service-Stationen: Ladeeinrichtung, Fahrradpumpe und Schlauchautomat

Das Förderprojekt läuft bis Ende 2019.

### **Inter- und multimodale Angebote**

Diese Angebote vereinfachen es, einen Weg mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln zurückzulegen (z.B. Fahrt zur Haltestelle mit dem Fahrrad, von dort weiter mit dem Bus) bzw. je nach Zweck und Ziel des Weges unterschiedliche Verkehrsmittel zu nutzen (z.B. zur Arbeit mit dem Bus, zum Einkaufen mit dem Auto). Grundsätzlich bietet die Kreisstadt Siegburg hier durch ihre sehr gute Anbindung an das Schienennetz sehr gute Voraussetzungen. Um diese Form der Mobilität weiter zu fördern, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Hierfür sind z.B. Parkmöglichkeiten für Fahrräder an Haltestellen in ausreichender Zahl und Qualität erforderlich, bspw. in Bezug auf die Anforderungen an Diebstahlsicherheit und Wetterschutz.

Die Nutzung des E-Bikes/Pedelecs hat sich bereits stark durchgesetzt. Wobei die Anforderungen sehr vielseitig sind und auch nicht jede Zielgruppe die gleichen infrastrukturellen Standards benötigt. Nutzer von E-Bikes sind i.d.R. viel stärker auf sichere Radboxen an Haltestellen und Bahnhöfen angewiesen, als auf eine eng ausgebaute Ladeinfrastruktur. Die Ladekapazitäten der Akkus sind mittlerweile so groß, dass die Heimatadresse auch gleichzeitig die Ladestation ist. Des Weiteren kann der Akku i.d.R. problemlos mitgenommen und an jeder Steckdose geladen werden. Für E-Bikes ist die Nutzung entsprechender Radrouten und Schnellwege zu den entsprechenden Mobilitätsstationen von großer Bedeutung.

### **3.4.3. Reduktionspotenzial**

#### **Bundesweite Szenarien für den Verkehrssektor**

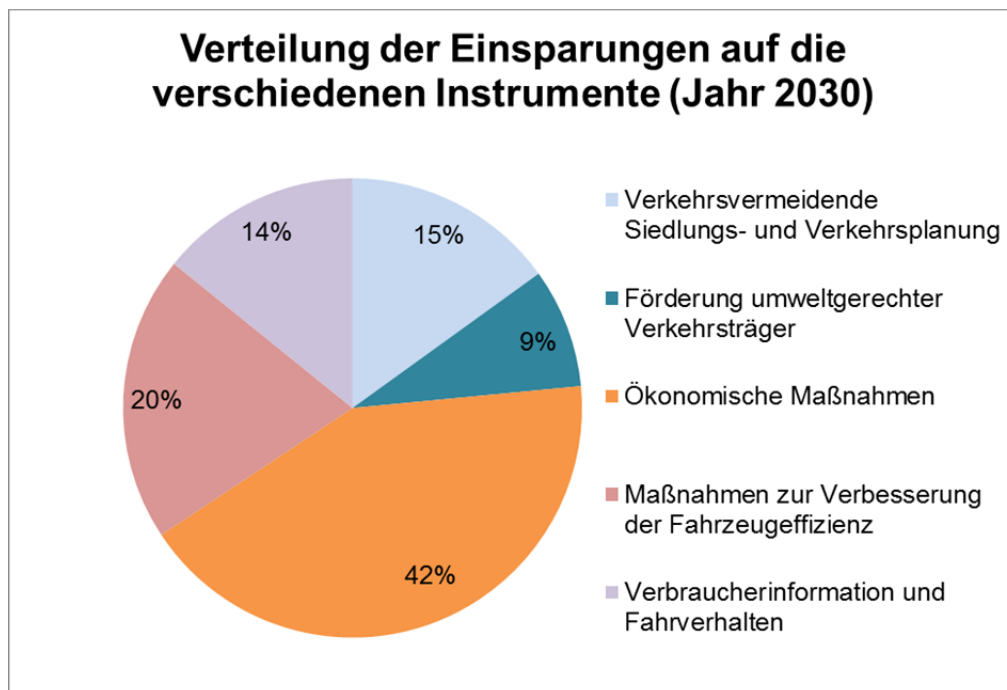
Der bundesweiten Zielsetzung, die Treibhausgasemissionen bis 2020 im Vergleich zu 1990 um 40 % zu verringern, ist der Verkehrssektor am wenigsten nahe gekommen. Dies liegt u.a. an einer gleichbleibender Popularität des (Privat-)Kfz und gleichzeitig nur marginal verringerten Treibstoffverbräuchen pro Strecke. Erzielte Effizienzgewinne von Kfz wurden durch größere Fahrzeuge mit energieintensiven Ausstattungen zunichte gemacht. Weitere Ursachen für den geringen Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrsbereich ist eine Verlagerung des Gütertransports von der Schiene auf die Straße (vgl. auch UBA 2010).

Nichtsdestotrotz gehen Szenarien („Renewability II“) davon aus, dass zukünftig auch im Verkehrssektor die Treibhausgasemissionen sinken werden. In einem „Basisszenario“ (Öko-Institut 2012), bei dem keine zusätzlichen Klimaschutzanstrengungen unternommen werden, sinken die Emissionen ab etwa 2020 unter das Niveau von 2005. Von 2013 bis 2030 werden Emissions-Reduktionen von 13 % erreicht. Unterstellt wird dabei eine Verkehrsentwicklung entsprechend der Verkehrsprognose des Verkehrsministeriums von 2007, die an aktualisierte Daten und Erkenntnisse angepasst wurde. Die Emissionsrückgänge sind v.a. auf strengere EU-Emissionsstandards zurückzuführen.

Im Klimaschutzszenario können in diesem Szenario die Treibhausgasemissionen gegenüber 2013 bis 2030 um rund 35 % verringert werden. Dabei werden weitreichende Klimaschutzmaßnahmen unterstellt, u.a.: Attraktivierung und Angebotsausweitung des Öffentlichen Verkehrs, deutlich strengere Emissionsstandards für Pkw und Nutzfahrzeuge, Anstieg der Kraftstoffpreise, Förderung des Kombinierten Verkehrs, Tempolimit auf Autobahnen, kraftstoffsparende Fahrweisen, Abschaffung der Pendlerpauschale, Förderung des Radverkehrs.

### Allgemeine Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr

Um die genannten Emissionsreduktionen zu erreichen, sind Klimaschutzmaßnahmen und -instrumente notwendig. Die Instrumente sind mit ihrem jeweiligen Anteil an Ansparungen in Abbildung 23 aufgezeigt. Das Handlungsrepertoire von Städten und Gemeinden umfasst dabei vor allem die Siedlungs- und Verkehrsplanung, die Förderung umweltgerechter Verkehrsträger sowie bedingt Verbraucherinformation / Fahrverhalten. Die Instrumente mit den größten Einsparpotenzialen (ökonomische Maßnahmen sowie gesetzgeberische Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz) sind Bund bzw. EU vorbehalten.



**Abbildung 23** Treibhausgaseinsparungen nach Instrumenten  
Eigene Darstellung nach Öko-Institut 2012

### Einsparungen in der Kreisstadt Siegburg

Bricht man die bundesweiten Ergebnisse zu den Gesamt-Minderungspotenzialen aus der Renewability II-Studie und die Verteilung der Minderungsanteile auf die Potenzialbereiche aus der UBA-Studie auf Siegburg herunter und nimmt dabei an, dass Bund und EU bis zum Jahr 2030 etwas geringere Klimaschutzanstrengungen unternehmen<sup>7</sup>, ergeben sich folgende Gesamt-Minderungspotenziale für den Vergleichszeitraum 2016 bis 2030:

Es kann von einer Energieeinsparung für Siegburg im Trend-Szenario von ca. 6 % und im Aktiv-Szenario von etwa 20 % im Verkehr im Vergleich zum Jahr 2016 ausgegangen werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

**Tabelle 7      Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs im Mobilitätsbereich**

	<b>2014 Ist</b>	<b>2030 TREND</b>	<b>2030 AKTIV</b>
<b>Energieverbrauch im Verkehrssektor in GWh</b>	<b>314</b>	<b>296</b>	<b>253</b>
Veränderung ggü. 2014 in %		-6 %	-20 %

---

<sup>7</sup> So hat sich bspw. die Absenkung der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Neufahrzeuge verzögert bzw. die Grenzwerte sind weniger streng als ursprünglich vorgesehen.

## **4 Anpassung an den Klimawandel – Grobe Risikoanalyse**

### **4.1. Vorgehen**

Im Rahmen des Integrierten Konzepts wurde eine grobe Risikoanalyse mit folgenden Schritten für die Kreisstadt Siegburg durchgeführt (vgl. Abbildung 24):

- 1) Zusammenstellen der Aussagen der regionalen Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen
- 2) Überschlägige Prüfung klimasensibler Bereiche (Verletzlichkeiten der Bereiche) in der Stadt Siegburg: Zusammenstellen der bisherigen Erfahrungen und Auswirkungen vor Ort
- 3) Nicht abschließende Schlussfolgerungen zu den Klimawandel-bezogenen Betroffenheiten

Die Schlussfolgerungen beruhen auf der Auswertung vorhandener Gutachten und Studien (z.B. Hochwasserrisikomanagementplan), relevanter Projekte und Presseartikel sowie insbesondere den Ergebnissen der Akteursbeteiligung (z.B. aus den zwei Akteursworkshops und dem öffentlichen Klimaforum). Aufbauend auf der groben Risikoanalyse wurden zusammen mit den städtischen Akteuren über bereits laufende Aktivitäten hinaus einige konkrete Maßnahmen entwickelt (s. Kapitel 7). Die Erarbeitung einer Anpassungsstrategie mit umfassendem Handlungskatalog ist nicht Zielsetzung der überschlägigen Prüfung im Rahmen des integrierten Konzepts.



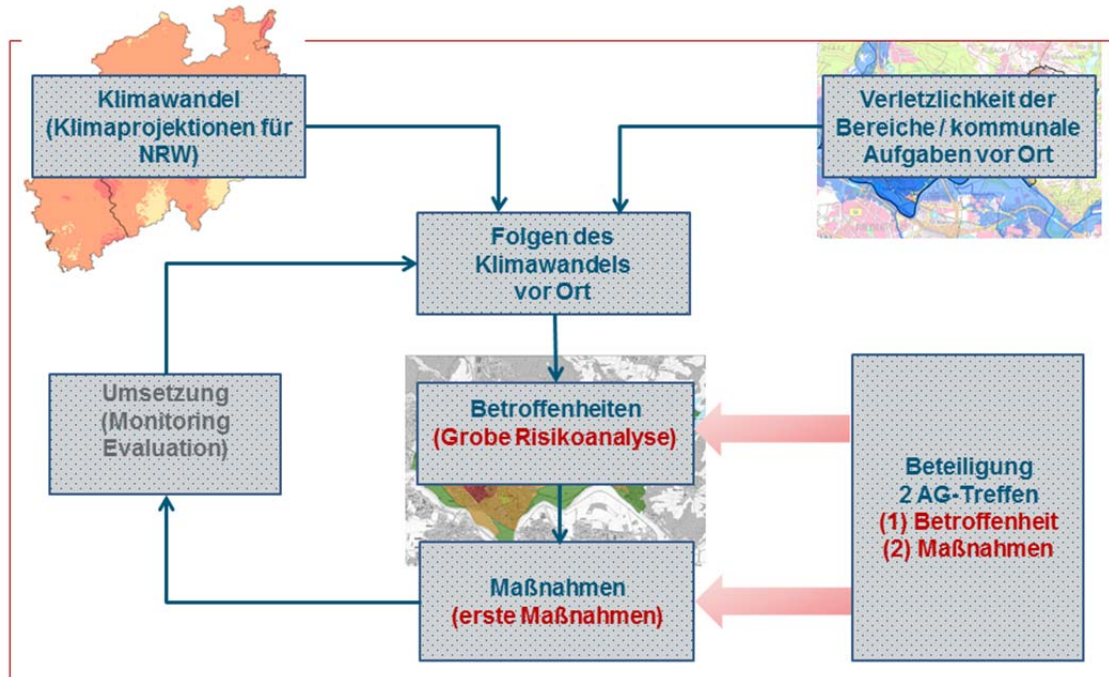


Abbildung 24 Vorgehen für die Erstellung einer groben Risikoanalyse

## 4.2. Klimawandel in Nordrhein-Westfalen

### 4.2.1 Regionale Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen

Die Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen zeigen mögliche klimatische Veränderungen in der Zukunft auf. Diese Projektionen beziehen sich auf Szenarien, welche von verschiedenen Entwicklungen der weltweiten Wirtschaft und Gesellschaft und somit von unterschiedlichen Treibhausgasemissionen/-konzentrationen ausgehen. Für Nordrhein-Westfalen liegen Modellberechnungen vor, welche als Grundlage die projizierten Entwicklungen des sogenannten SRES-Szenario A1B besitzen. Dieses Szenario geht für die Zukunft von einem weltweiten Wirtschaftswachstum, einer zur Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und anschließend rückläufigen Weltbevölkerung, einer raschen Einführung neuer und effizienterer Technologien sowie der ausgewogenen Nutzung aller Energiequellen aus (LANUV, 2014b).

Die Abschätzung der weltweiten Entwicklung und der zukünftigen Treibhausgasemissionen/-konzentrationen sind mit einer Reihe von Unsicherheiten behaftet. Daher werden zur Ermittlung der Klimaprojektionen die Ergebnisse von möglichst vielen verschiedenen globalen und regionalen Klimamodellen verwendet. Ausgehend von dem gleichen Szenario werden sogenannte Ensemble von Modellen ausgewertet. Dabei werden die Veränderungen des zukünftigen Klimas ausgehend vom Referenzzeitraum 1971-2000 für zwei jeweils 30-jährige Zeiträume, bezeichnet als „nahe Zukunft“ (2021-2050) und „ferne Zukunft“ (2071-2100), simuliert.

Verschiedene Klimamodelle führen zu unterschiedlichen Resultaten, daher erfolgt eine statistische Auswertung aller Ergebnisse, um aufzeigen zu können, welche klimatischen Veränderungen in Nordrhein-Westfalen bei Annahme des SRES-Szenarios A1B wahrscheinlich eintreten werden. Dargestellt werden dafür jeweils das 15., 50. und 85. Perzentil der Klimaprojektionen. Das 50. Perzentil markiert die Stelle, an welcher jeweils die Hälfte der Modellberechnungen höhere bzw. niedrigere Änderungen anzeigen. Das 15. Perzentil gibt den Wert an, für den 15 % der Modellergebnisse niedrigere Änderungen zeigen oder diesen Wert genau erreichen und das 85. Perzentil repräsentiert den Wert, für den nur noch 15 % der Simulationen höhere Änderungen anzeigen oder diesen Wert genau erreichen. Demnach werden 70 % aller Modellergebnisse im Bereich zwischen dem 15. und dem 85. Perzentil erfasst. Durch diese Methode kann eine gewisse Bandbreite verschiedener Modellergebnisse betrachtet werden, ohne dabei alle aufgetretenen Extremwerte miteinzubeziehen.

Aufgrund der bereits erwähnten Unsicherheiten geben die Zahlenwerte einen Überblick über die tendenziell zu erwartenden Klimaveränderungen. Wichtig ist die generelle Richtung der Veränderungen, d.h. der Trend, der sich aus den Ergebnissen der unterschiedlichen Modelle ablesen lässt (LANUV, 2014b). Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) stellt die Ergebnisse der Klimamodellberechnungen im Klimaatlas Nordrhein-Westfalen (LANUV, 2018) der Öffentlichkeit zur Verfügung. Die folgenden Daten und Aussagen beruhen auf den dort zur Verfügung gestellten Ergebnissen.

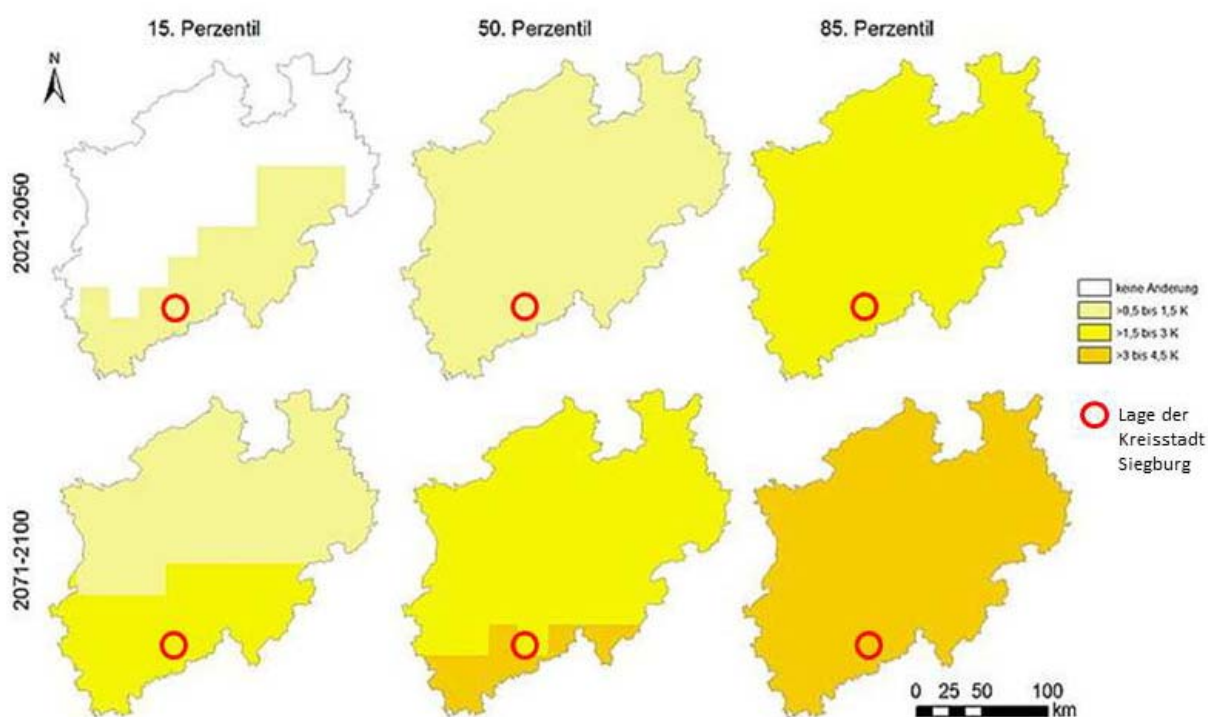
#### **4.2.2 Temperaturänderungen**

Die regionalen Klimaprojektionen zeigen alle einen ansteigenden Trend der Lufttemperatur auf. Tabelle 8 zeigt die künftig zu erwartenden Veränderungen der Temperatur in Nordrhein-Westfalen im Vergleich zum Referenzzeitraum 1971-2000. Die mittlere Jahrestemperatur in Nordrhein-Westfalen betrug im Referenzzeitraum 1971-2000 9,3 °C (LANUV 2018). Die größte Zunahme der Temperaturen zeigt sich in den Herbst- und Wintermonaten, im Frühling dagegen wirkt sich der Anstieg eher gering aus.

Abbildung 25 veranschaulicht die projizierte relative Veränderung der Lufttemperatur im Sommer, verglichen mit dem Referenzzeitraum 1971-2000, im Gebietsmittel für Nordrhein-Westfalen. Die Temperaturzunahme ist je nach betrachtetem Perzentil mehr oder weniger stark ausgeprägt, der ansteigende Trend ist jedoch in allen Projektionen deutlich zu erkennen.

**Tabelle 8** Veränderungen der Temperatur in NRW im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971 - 2000); Einheit Kelvin<sup>8</sup>, Emissionsszenario A1B, Ensemblerechnung aus 19 Modellen (LANUV 2014b, Datengrundlage: DWD)

	<b>2021-2050</b> 50. (15. - 85. Perzentil)	<b>2071-2100</b> 50. (15. - 85. Perzentil)
<b>Jahresmitteltemperatur</b>	<b>+ 0,9</b> (+0,8 bis +1,7)	<b>+ 3,0</b> (+2,3 bis +3,8)
Mitteltemperatur Winter	<b>+ 1,1</b> (+0,9 bis +1,9)	<b>+ 2,7</b> (+2,2 bis +4,0)
Mitteltemperatur Frühling	<b>+ 0,7</b> (+0,2 bis +1,4)	<b>+ 1,9</b> (+1,2 bis +3,0)
Mitteltemperatur Sommer	<b>+ 0,9</b> (+0,5 bis +1,7)	<b>+ 2,9</b> (+1,5 bis +4,0)
Mitteltemperatur Herbst	<b>+ 1,0</b> (+0,8 bis +1,9)	<b>+ 2,7</b> (+1,9 bis +4,3)



**Abbildung 25** Projizierte relative Veränderung der Lufttemperatur im Sommer im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971-2000) (LANUV 2014b, Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst)

Insgesamt lässt sich ein zukünftiger Anstieg der Lufttemperaturen über das ganze Jahr feststellen, welcher in den Herbst- und Wintermonaten am stärksten ausprägt ist.

<sup>8</sup> Als Temperaturdifferenz: 1 Kelvin  $\cong$  1°C



### 4.2.3 Niederschlagsänderungen

Die Ergebnisse der verschiedenen Klimamodelle zeigen insgesamt einen nur sehr schwach ansteigenden Trend der Niederschlagsmengen über das Jahresmittel. Allerdings zeigen die Projektionen Veränderungen der Niederschlagssummen im Jahresverlauf (vgl. Tabelle 9). So wird künftig in den Wintermonaten ein Anstieg der Niederschlagsmengen erwartet, im Sommer zeigt sich dagegen langfristig ein abnehmender Trend.

Zum Vergleich: im Zeitraum 1971 bis 2000 fielen im Mittel jährlich 873 mm Niederschlag (LANUV 2018). Das langjährige Mittel in Siegburg 1891 – 2010<sup>9</sup> betrug 772 mm (SU 2015).

**Tabelle 9** Relative prozentuale Veränderungen des Niederschlags in NRW im Vergleich zum Referenzzeitraum (1971 - 2000), Emissionsszenario A1B, Ensemblerechnung aus 19 Modellen (LANUV 2014b, Datengrundlage: DWD)

	<b>2021-2050</b> 50. (15. - 85. Perzentil)	<b>2071-2100</b> 50. (15. - 85. Perzentil)
<b>Niederschlag Winter</b>	<b>+ 9,5</b> (+1,0 bis +12,9)	<b>+ 14,5</b> (+6,8 bis +20,5)
Niederschlag Frühling	<b>+ 1,9</b> (-5,4 bis +9,4)	<b>+ 10,1</b> (-6,6 bis +18,7)
<b>Niederschlag Sommer</b>	<b>- 2,5</b> (-10,9 bis +4,3)	<b>- 16,7</b> (-29,3 bis -3,9)
Niederschlag Herbst	<b>+ 4,5</b> (+3,0 bis +11,1)	<b>+ 4,1</b> (-5,2 bis +13,0)

Für die Stadt Siegburg ergeben die Ensemble-Auswertungen eine mittlere Zunahme der Winterniederschläge von 15-20 % in der nahen Zukunft und 20-25 % in der fernen Zukunft.

### 4.2.4 Extremereignisse und schleichende Veränderungen

Zunehmende Starkregen- und Hochwasserereignisse, eine erhöhte Intensität von Sturmereignissen sowie Hitzewellen und anhaltende Trockenperioden gehören zu den Wetterextremen, die durch den Klimawandel in der Zukunft möglicherweise verstärkt werden.

Aussagen hierzu liefern der Klimaatlas NRW (LANUV 2018), die PIK-Studie „Klimawandel in Nordrhein-Westfalen - Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren“ (Kropp et al., 2009) sowie die „Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in NRW“ (ExUS) (LANUV, 2010b). Die verwendeten Modelle weichen in den betrachteten Studien und Untersuchungen im Detail teilweise voneinander ab, so dass die Ergebnisse hauptsächlich im Hinblick auf Trends interpretiert werden.

<sup>9</sup> Daten der Niederschlagsstation des Deutschen Wetterdienstes. Diese Niederschlagsstation ist seit 2010 nicht mehr in Betrieb. .

### Starkregen

Das Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen hat im Jahr 2010 das Untersuchungsvorhaben „Extremwertuntersuchung Starkregen in Nordrhein-Westfalen (ExUS)“ (LANUV, 2010) durchgeführt. Demnach konnte bereits in den vergangenen Jahrzehnten ein vermehrtes Auftreten von Starkregenereignissen festgestellt werden. Es ist damit zu rechnen, dass sich dieser ansteigende Trend auch in der Zukunft fortsetzen wird, da die Voraussetzungen für eine Zunahme der Intensität nach Ansicht von Experten gegeben sind. Ein Erklärungsansatz weist auf den Zusammenhang mit steigenden Temperaturen hin. Die Zunahme der Lufttemperatur verursacht eine Verstärkung der Verdunstung und sorgt gleichzeitig für eine erhöhte Wasserdampfkapazität in der Atmosphäre, wodurch dort mehr Wasser aufgenommen werden kann. Für jedes Niederschlagsereignis steht demnach mehr Wasserdampf zur Verfügung und es kommt häufiger zum Fall extremer Niederschlagsmengen. In der Folge ergibt sich eine Verringerung der leichten und moderaten Regenfälle und insgesamt eine Abnahme der Häufigkeit von Niederschlagsereignissen. Stattdessen werden voraussichtlich vermehrt intensive Starkregenereignisse auftreten (Kasang, 2011).

### Hochwasser

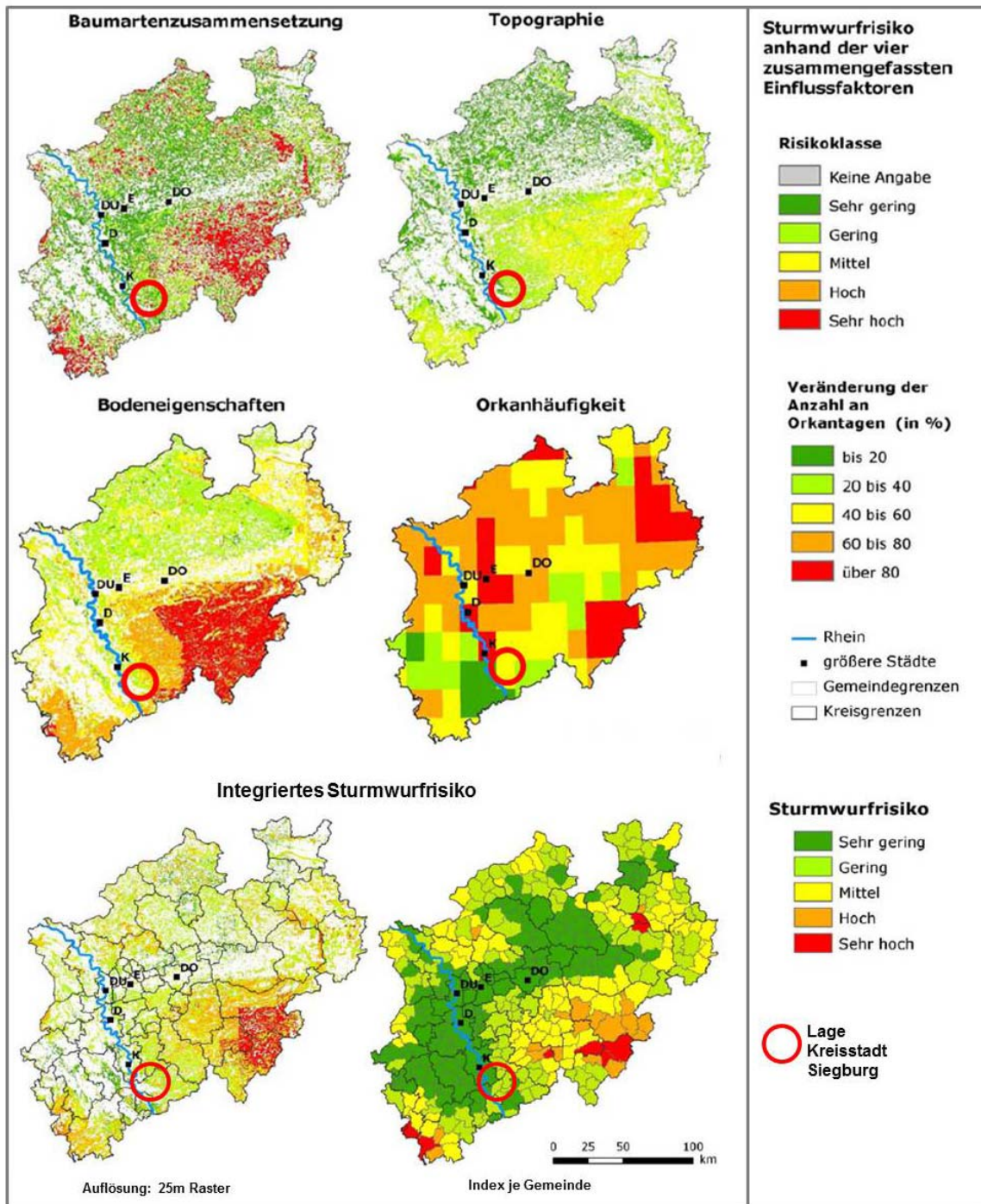
Neben den vermehrt auftretenden Starkregenereignissen ist künftig auch eine Zunahme der Anzahl und Intensität von Hochwasserereignissen zu erwarten. Dies ist auf die steigenden Niederschlagsmengen besonders in den Herbst- und Wintermonaten zurückzuführen. Aufgrund der ansteigenden Lufttemperaturen fällt der Niederschlag anstelle von Schnee zunehmend in Form von Regen, woraus größere Abflussmengen in den Fließgewässern resultieren. Die Hochwassersituation wird daher auch durch die Überlagerung der höheren Niederschlagssummen mit Schmelzwasser aus früher auftretenden Tauperioden verschärft (LANUV, 2010).

### Sturm

West- und Mitteleuropa werden relativ häufig von außertropischen Wirbelstürmen, besser bekannt als Orkane, heimgesucht. Orkane sind Tiefdruckgebiete mit hohen Windgeschwindigkeiten, die infolge starker Temperaturunterschiede zwischen den Subtropen und den Polargebieten entstehen. Diese Temperaturunterschiede sind in den Herbst- und Wintermonaten am stärksten ausgeprägt, wodurch es in diesen Jahreszeiten zu den meisten Sturmereignissen kommt (DWD, 2016). Ob und in welchem Ausmaß diese Stürme durch die Folgen des Klimawandels beeinflusst werden, ist bislang noch nicht abzusehen, dennoch wird für das 21. Jahrhundert vermehrt mit Orkanen gerechnet (Ulbrich et al., 2009). Besonders Wälder sind von den Auswirkungen solcher Sturmereignisse betroffen (Sturmwurf). Das Sturmwurfisiko ist jedoch auch von weiteren Faktoren wie Baumartenzusammensetzung, Topographie und Bodeneigenschaften abhängig. Auch in Städten

gibt es für Stürme ein hohes Schadenspotenzial, da es zu Schäden an Gebäuden und der Infrastruktur kommen kann und von den Stadtbäumen eine erhöhte Gefahr infolge des Sturmwurftrisikos ausgeht. (Kropp et al., 2009)

In Abbildung 26 ist das Sturmwurfisiko für Nordrhein-Westfalen in Abhängigkeit dieser vier Einflussfaktoren dargestellt. Daraus geht hervor, dass für die Stadt Siegburg eine Veränderung der Anzahl der Orkantage von 40-60 % zu erwarten ist. In Abbildung 27 ist das integrierte Sturmschadensrisiko dargestellt, welches sich aus der Kombination aller Einflussfaktoren ergibt. Für das Stadtgebiet Siegburg ist dabei ein integriertes Sturmwurfisiko als gering bis mittel erkennbar.



**Abbildung 26** Sturmwurfisiko anhand der Einflussfaktoren im Zeitraum 2036-2065 im Vergleich zu 1961-1990 unter Berücksichtigung der Veränderung der Orkanhäufigkeit (Kropp et al., 2009)

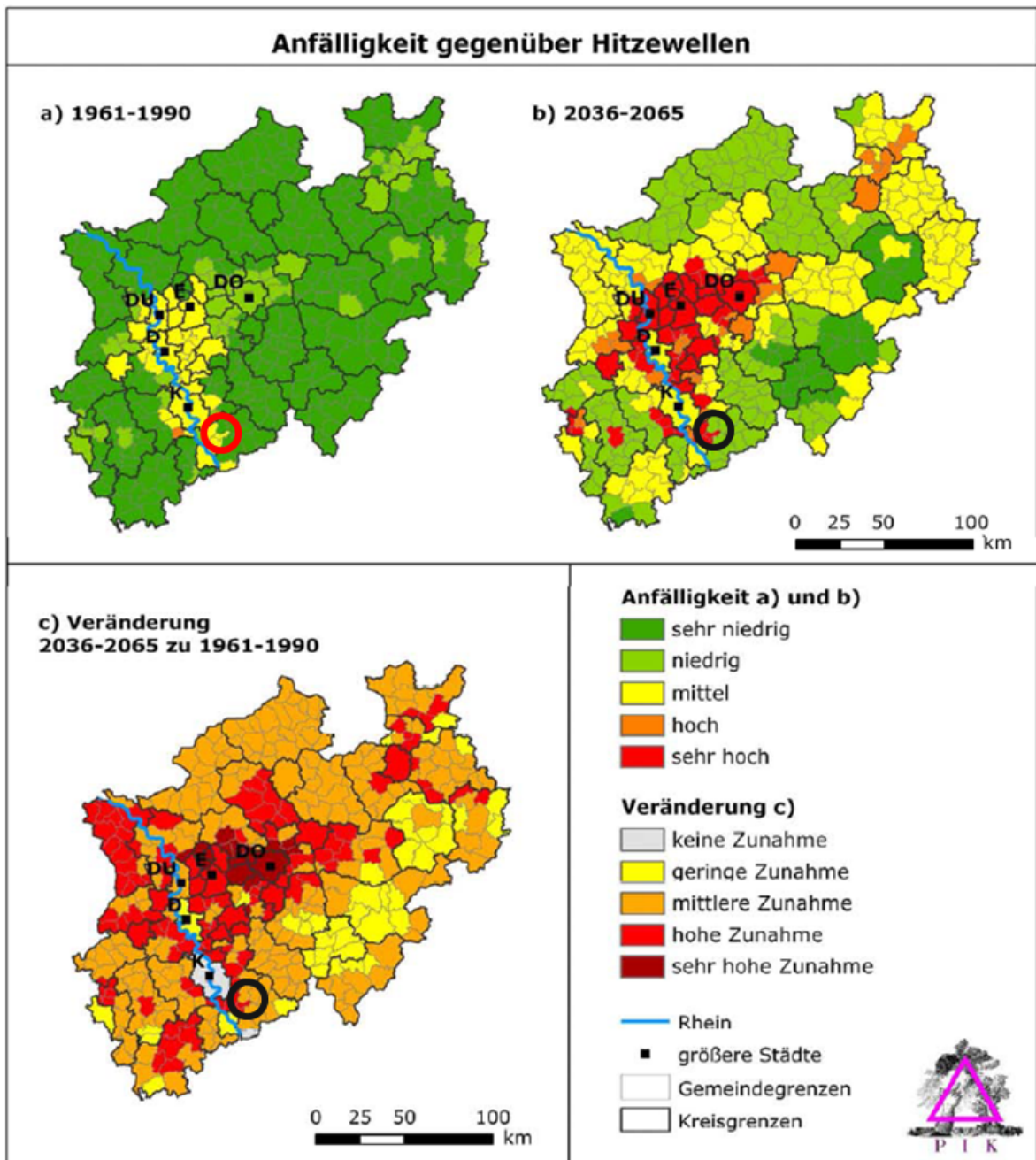
Hitze und Trockenheit

Mit dem Trend der ansteigenden Temperaturen im Sommer wird es künftig zu einer Zunahme der jährlichen Anzahl heißer Tage, d.h. Tage an denen die Maximaltemperatur

30°C übersteigt, kommen. Solche heißen Tage bzw. Hitzewellen (mindestens 5 aufeinanderfolgende heiße Tage) stellen eine große Belastung für die menschliche Gesundheit dar: Darunter leiden besonders empfindliche Personengruppen, wie alte oder kranke Menschen. Es ist daher notwendig, rechtzeitig entsprechende Anpassungen umzusetzen. In der Region, in der die Stadt Siegburg liegt, ist in naher Zukunft (2021-2050) mit einer Zunahme von 5 bis 10 heißen Tagen und in ferner Zukunft (2071-2100) mit einer Zunahme von 10 bis 15 heißen Tagen im Jahr, gegenüber dem Referenzzeitraum 1971-2000, zu rechnen (LANUV 2016). Dies bedeutet, dass extrem heiße Sommer, wie es beispielsweise im Jahr 2003 mit 12 bis 18 heißen Tagen der Fall war (DWD 2018), bis Ende des 21. Jahrhunderts in der Region mit großer Wahrscheinlichkeit zum Normalfall werden könnten.

Nach den Ergebnissen einer Studie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) weist die Bevölkerung in der Stadt Siegburg eine mittlere Anfälligkeit gegenüber Hitzewellen auf (siehe Abbildung 27), welche sich bis zum Jahr 2065 hin zu einer sehr hohen Anfälligkeit verschärft. Hierbei wurde die Anfälligkeit aus dem Anteil der Bevölkerung über 65 Jahre und der Anzahl der heißen Tage in der entsprechenden Region ermittelt.

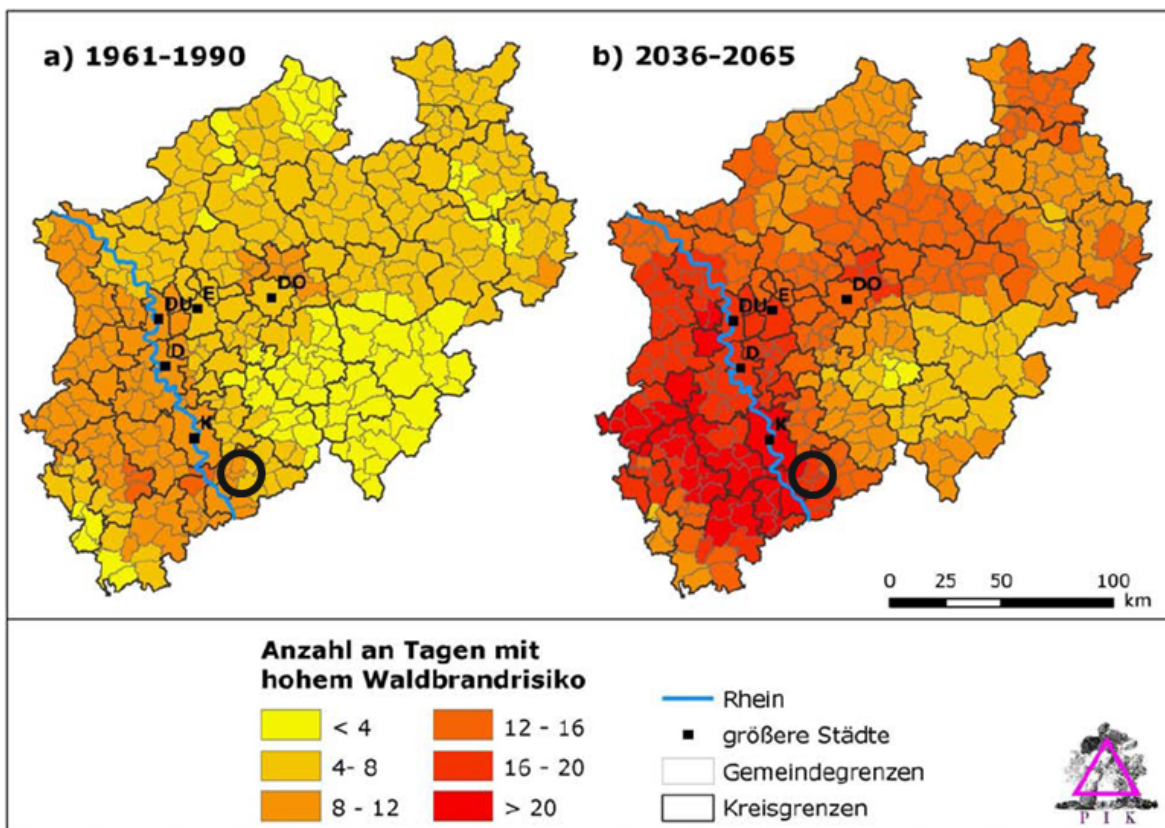




**Abbildung 27 Anfälligkeit der Bevölkerung gegenüber Hitzewellen (Kropp et al., 2009)**

Besonders in den Sommermonaten besteht durch die Abnahme der Niederschlagsmengen und die gleichzeitige Temperaturzunahme ein erhöhtes Risiko des Auftretens von Trockenperioden. Diese sind gekennzeichnet durch verschiedene Faktoren, z.B. fehlende Niederschläge, geringe Bodenfeuchte und erhöhte Verdunstungsraten durch steigende Lufttemperaturen. Damit einher geht auch ein erhöhtes Waldbrandrisiko, welches durch Temperaturerhöhung und Niederschlagsabnahme besonders im Sommer verstärkt wird. Zwischen Waldbrand und klimatischen Bedingungen bestehen eine enge Verknüpfungen,

wodurch sich mit dem zunehmend wärmeren und trockeneren Klima die Waldbrandsaison möglicherweise bis in den Spätsommer verlängern wird. In Abbildung 28 ist die „räumliche Verteilung der durchschnittlichen Anzahl an Tagen mit einer hohen Waldbrandgefährdungsstufe nach dem Modell M-68<sup>10</sup> für die Zeiträume 1961-1990 und 2036-2065“ dargestellt (Kropp et al., 2009). Demnach ist für die Stadt Siegburg eine Zunahme der Tage mit hohem Waldbrandrisiko im Zeitraum 2036-2065 von jährlich 8-10 Tagen (1961-1990) bis zum Jahr 2065 auf 16 - 20 Tage mit hohem Waldbrandrisiko zu erwarten.



**Abbildung 28 Räumliche Verteilung der Waldbrandgefährdung in Nordrhein-Westfalen (Kropp et al., 2009)**

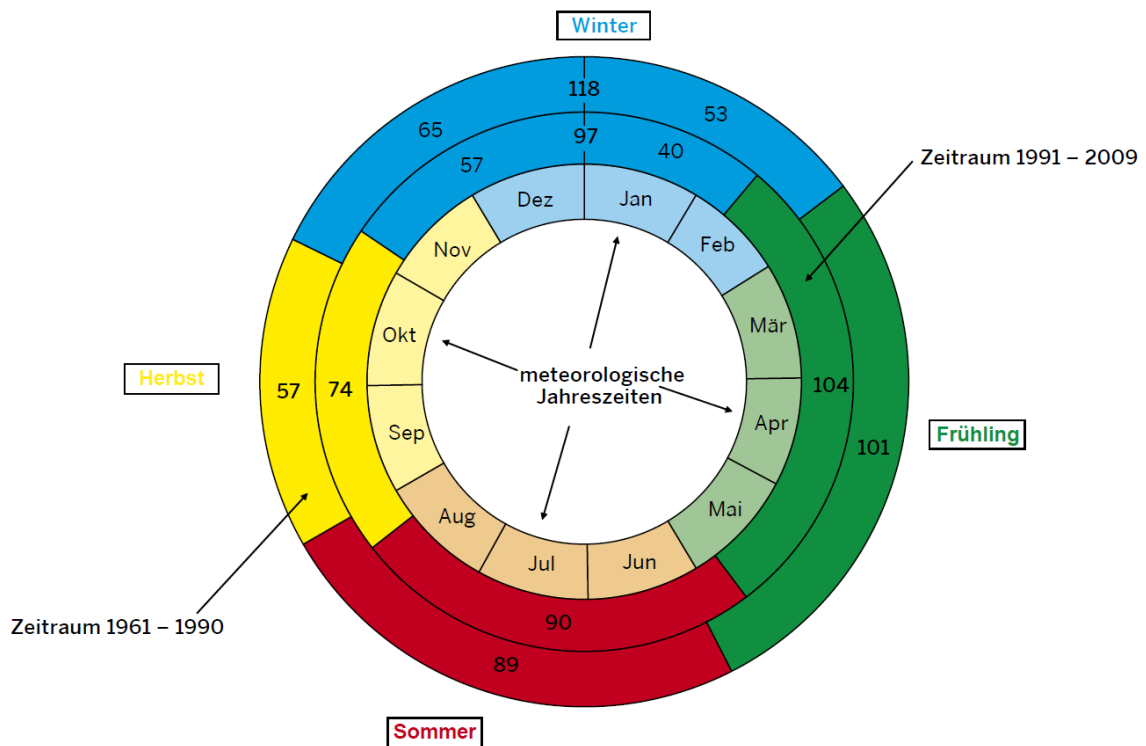
### Schleichende Veränderungen

Neben den messbaren Veränderungen von Temperatur, Niederschlag und der Häufigkeit von Extremwetterereignissen sind die Auswirkungen des Klimawandels auch in den Vegetations- und Wachstumsperioden von Pflanzen zu beobachten. Anhand dieser biologi-

<sup>10</sup> Modell M-68: Berechnung der klimatischen Waldbrandgefahr zwischen Februar und Oktober unter Einbezug von Lufttemperaturwerten, relativer Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Niederschlag und Schneebedeckung. Zur Abschätzung der phänologischen Entwicklung von Bodenvegetation und Baumkronen werden Indikatorenarten herangezogen (Kropp et al., 2009)

schen Indikatoren zeigt sich, dass aufgrund der klimatischen Veränderungen eine Verschiebung der phänologischen Jahreszeiten stattfindet.

In Nordrhein-Westfalen ist für den Zeitraum von 1991- 2009 mit Vergleich zur vorhergehenden 30-Jahresperiode ein früherer Beginn von Frühjahr, Sommer und Herbst zu verzeichnen. Zudem ist die Dauer des Herbstes um ca. 17 Tage verlängert, was bei einer gleichzeitigen Verkürzung des Winters um ca. 21 Tage zu einer deutlichen Verlängerung der Vegetationsperiode führt.



**Abbildung 29** Darstellung der Jahreszeitenverschiebung im Zeitraum 1991-2009 im Vergleich zum Zeitraum 1961-1990 (LANUV 2010a, Datengrundlage: Deutscher Wetterdienst)

#### 4.3. Lokale Erfahrungen und Erkenntnisse mit klimabedingten Auswirkungen

Bei der überschlägigen Erhebung der bisherigen Erfahrungen zu klimabedingten Auswirkungen in der Stadt Siegburg wurde zwischen den Folgen von Starkregenereignissen, Hochwasserereignissen, Sturmereignissen und Hitze- und Trockenheitsperioden unterschieden.

##### Starkregen

In der Stadt Siegburg traten in der Vergangenheit schadensträchtige Starkregenereignisse auf. Am 03.06.2016 beispielsweise führten extreme Niederschlagsmengen zu



einer Überlastung der Kanalisation, wodurch zahlreiche Schäden an Wohngebäuden und Verkehrswegen verursacht wurden. Die Feuerwehr erreichten infolge dieses Ereignisses 70 Hilferufe (SU, 2016). Das Starkregenereignis am 20.06.2013, entspricht mit 55 Litern in 60 Minuten statistisch einem 100-jährigen Ereignis (SU 2015).

### Hochwasser

Die Kreisstadt Siegburg liegt im Teileinzugsgebiet der Sieg, welches wiederum ein Teil der Flussgebietseinheit Rhein ist. Auf dem Stadtgebiet verlaufen Gewässer, die entsprechend des Hochwasserrisikomanagementplans Rhein NRW (BR Köln, 2015) als Gewässer mit potenziell signifikantem Hochwasserrisiko eingestuft wurden. In der Stadt Siegburg sind die Gewässer Agger, Rhein, Sieg und Wahnbach als sogenannte Risikogewässer definiert. Für diese Gewässer wurden im Rahmen der Hochwasserrisikomanagementplanung potenzielle Überflutungsflächen für ein häufiges, mittleres und seltenes Hochwasserereignis<sup>11</sup> berechnet. In den Hochwassergefahrenkarten werden die mögliche Ausdehnung und Tiefe der Überflutungsflächen dargestellt (MKULNV, 2016).

Entsprechend der Hochwassergefahrenkarten bestehen hochwasserbedingte Risiken im Stadtgebiet entlang der Gewässer Agger, Sieg und Wahnbach. In den Stadtteilen Innenstadt und Deichhaus sind im Falle eines extremen Hochwassers ( $HQ_{\text{extrem}}$ ) öffentliche Einrichtungen betroffen. Bei einem extremen Hochwasserereignis sind dort ein Dammbruch der Wahnbachtalstraße sowie ein Rückstau des Hochwassers über die Mündung des Mühlengrabens zu befürchten. In den Stadtteilen befindet sich Wohnbebauung im überschwemmungsgefährdeten Bereich, außerdem ist in einigen Gebieten im Falle eines Hochwassers die Grundversorgung der Straßen betroffen (BR Köln, 2015).

In der Vergangenheit traten in der Stadt Siegburg einige Hochwasserereignisse auf, die zu Überschwemmungen führten. Am 01.12.2015 wurden beispielsweise die Siegauen mit den Uferwegen überflutet, der hohe Wasserstand der Sieg führte zu überfluteten Grundstücken entlang des Mühlgrabens.

---

<sup>11</sup> häufiges Hochwasserereignis: i.d.R. ein 10- bis 20- jährliches Hochwasserereignis, mittleres Hochwasserereignis: i.d.R. ein 100- jährliches Hochwasserereignis , selteneres Hochwasserereignis: das sogenannte Extremereignis (MKULNV, 2015)

## Sturm

In der Stadt Siegburg traten in der Vergangenheit bereits mehrfach Sturmereignisse auf, die zu Schäden auf dem Stadtgebiet geführt haben. Besonders durch die Sturmereignisse Wiebke im Jahr 1990, Niklas im Jahr 2015 und Egon im Jahr 2017 wurden Schäden an Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen verursacht.

## Hitze und Trockenheit

Die Siedlungsstruktur von Siegburg weist insbesondere in der Innenstadt eine dichte Bebauung mit hohem Versiegelungsgrad und einem geringen Grünflächenanteil auf. Für dieses Gebiet kann daher in Anlehnung an VDI-Richtlinie zur Erstellung von Klima- und Lufthygienekarten (VDI 2015) von einem erhöhten Überwärmungspotenzial ausgegangen werden. Zugleich sind in diesem Bereich wärmesensible Infrastruktureinrichtungen wie Alten- und Pflegeheime, Krankenhäuser sowie Schulen angesiedelt. Das umliegende Stadtgebiet ist überwiegend von einer lockeren Bebauung mit Garten- und Freilandnutzung geprägt und grenzt teilweise unmittelbar an die umgebenden Landwirtschafts- und Waldflächen an. Besonders während Hitzeperioden können diese Flächen zur nächtlichen Abkühlung der Siedlungsbereiche sowie zur Generierung von Frischluft beitragen.

In der Vergangenheit traten in den Jahren 2011, 2015 und 2016 besonders im Stadtkern von Siegburg erhöhte Belastungen für die Bevölkerung infolge von Hitzewellen auf. Extreme negative Folgewirkungen von Trockenheit, z.B. für die Landwirtschaft, sind nicht bekannt.

### **4.4. Schlussfolgerungen: Betroffenheiten in Siegburg**

Die Analysen basieren auf der überschlägigen Untersuchung von insgesamt 13 Sektoren (z.B. Menschliche Gesundheit, Verkehrswesen, Forstwirtschaft) (vgl. Tabelle 10). Vorrangig betrachtet wurden dabei die Bereiche, in welchen die Stadtverwaltung und städtische Betriebe über Handlungsmöglichkeiten verfügen. Die verwendeten Kategorien orientieren sich an der Deutschen Anpassungsstrategie und Methoden für kommunale Betroffenheitsanalysen (z.B. Future Cities, 2013, Bundesregierung, 2015).

**Tabelle 10      Untersuchte Sektoren**

Kategorie	Sektoren
Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menschliche Gesundheit / empfindliche Gruppen</li></ul>
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Soziale Infrastruktur</li><li>• Verkehrswesen</li><li>• Wasserver- und -entsorgung</li></ul>
Bebauung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gebäude und Baumaterialien</li></ul>
Lokale Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"><li>• Industrie</li><li>• Einzelhandel</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tourismus</li> </ul>
Natürliche Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grünflächen</li> <li>• Wasserressourcen und -qualität</li> <li>• Forstwirtschaft</li> <li>• Landwirtschaft</li> <li>• Biodiversität / Ökosystem</li> </ul>

Die derzeitige Betroffenheit kann durch die zukünftigen klimatischen Bedingungen verstärkt (z.B. zunehmende Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen) oder auch abgemildert (z.B. mildere Wintertemperaturen) werden. In die Schlussfolgerungen eingeflossen sind die abgeschätzte heutige und zukünftige Betroffenheit und die möglichen Wechselwirkungen zwischen Bereichen.

In Tabelle 11 sind die Sektoren näher erläutert, die im Rahmen der groben Risikoanalyse identifiziert wurden. Für ausgewählte Handlungsfelder wurden Maßnahmen entwickelt (s. Kapitel 7).

**Tabelle 11 Klimawandelsensible städtische Bereiche („Rezeptoren“) und Schlussfolgerungen für relevante Handlungsfelder im Rahmen der groben Risikoanalyse für die Stadt Siegburg**

Bereich	Betroffenheit	Erläuterung und Begründung für Betroffenheiten
<p>○/● mittlere/hohe Betroffenheit Hitze / Trockenheit</p> <p>○/● mittlere/hohe Betroffenheit Hochwasser/Starkregen</p>		<p>○/● mittlere/hohe Betroffenheit Sturm</p> <p>geringe oder keine Betroffenheit: nicht dargestellt</p>
Menschliche Gesundheit und Soziale Infrastruktur	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wohngebiete mit Überwärmungspotenzial und hohem Anteil wärmesensibler Bevölkerungsgruppen: ältere Menschen in innerstädtischen Gebieten mit hohem Versiegelungsgrad</li> <li>- zunehmende Wärmebelastung bei gleichzeitig alternder Bevölkerung</li> </ul>
	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewässer mit potenziellem signifikantem Hochwasserrisiko für Siegburg: Sieg, Agger, Wahnbach, Mühlengraben (und Rückstaubereich des Rheins)</li> <li>- öffentliche Einrichtungen und Wohnbebauung im Überschwemmungsbereich bei HQ<sub>extrem</sub></li> <li>- Anzahl der betroffenen Bevölkerung bei HQ<sub>extrem</sub>: Sieg: 7300 EW; Agger: 20 EW; Wahnbach: 100 EW</li> <li>- Lokalisierung in Risikokarten liegt vor</li> </ul>
Verkehrswesen	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkehrswege der Grundversorgung in überflutungsgefährdeten Gebieten, besonders in Zange, Zange-Ost und Seligenthal</li> <li>- Überflutungen durch Starkregenereignisse aufgrund von Aufstau an Verbindungsbauwerken sowie Überlastung der Kanalisation</li> </ul>
Energieversorgung	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umspannwerk im überflutungsgefährdeten Stadtteil Zange</li> <li>- Schäden / Betriebseinschränkungen möglich</li> </ul>
Gebäude und Baumaterialien	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zunehmende Aufheizung in stark versiegelten Gebieten, z.B. Innenstadtgebiete</li> </ul>
	○/●	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vollgelaufene Kellergeschosse</li> <li>- zunehmende Intensität wird von Starkregenereignissen erwartet</li> <li>- Nähere Risikoabschätzung (Lokalisierung, Gefährdung und Schadenspotenzial)</li> </ul>

Bereich	Betroffenheit	Erläuterung und Begründung für Betroffenheiten
○/● <b>mittlere/hohe Betroffenheit Hitze / Trockenheit</b> ○/● <b>mittlere/hohe Betroffenheit Hochwasser/Starkregen</b>		○/● <b>mittlere/hohe Betroffenheit Sturm</b> <b>geringe oder keine Betroffenheit:</b> <b>nicht dargestellt</b>
		liegt nicht vor, weitere Untersuchungen empfehlenswert.
	○	- Schäden an Gebäuden und Infrastruktur
Industrie und Gewerbe	○/●	- Industrie und Gewerbe in durch Hochwasser und Starkregen überflutunggefährdeten Gebieten
Grünflächen	●	- Vielfältige Stressfaktoren für Bäume infolge Hitze und Trockenheit - erhöhte Anfälligkeit gegenüber Krankheiten bei hoher funktionaler Bedeutung für die Kernstadt (Stadtklima)
	○	- erhöhte Gefahr von Sturmschäden durch hohen Anteil an Bäumen - erhöhter Pflege- und Kontrollaufwand (z.B. für Verkehrssicherungspflicht)
Land- und Forstwirtschaft	○	- zunehmende Anzahl der Tage mit hohem Waldbrandrisiko ( im Frühjahr)

Die folgende Übersicht vermittelt einen nicht abschließenden Eindruck von bereits laufenden Aktivitäten in den einzelnen Sektoren, die direkt oder indirekt zukünftige Klimafolgenwirkungen mitberücksichtigen.

**Tabelle 12 Übersicht (nicht abschließend) über laufende Aktivitäten in einzelnen Sektoren**

Bereich	Bereits erfolgte / laufende Aktivitäten
Stadtklima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung von Stadtbäumen in stark versiegeltem Kernstadtbereich</li> </ul>
Hochwasservorsorge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interne ämterübergreifende Arbeitsgruppe zur Abstimmung von Maßnahmen</li> <li>• Hochwassergefahren- und risikokarten sowie Maßnahmenplanungen liegen vor</li> <li>• Angepasste Betriebsführung der Wahnbachtalsperre zur Verbesserung des Wasserrückhalts</li> <li>• Übernahme von ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten in Flächennutzungs- und Bebauungspläne</li> <li>• Flutmulde im Bereich Deichhaus</li> <li>• Geplante WRRL-Maßnahmen in den Bereichen Kaldauen und Zange</li> <li>• Kommunikations- sowie Alarm- und Einsatzpläne im Hochwasserfall vorhanden</li> </ul>

Stadtentwässerung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Installation zweier halbautomatischer Wetterstationen zur frühzeitigen Erfassung von Starkregenereignissen und Verkürzung der Reaktionszeit</li><li>• Installation und Unterhaltung von Regenrückhaltungen im Stadtgebiet</li></ul>
Forstwirtschaft	Verringerung des Waldbrandrisikos durch Aufklärung, Kontrolle und die Verlagerung von Grillstätten

### Fazit:

Die bestehenden hochwasserbedingten Risiken im Stadtgebiet werden durch die erwartete Zunahme von Anzahl und Intensität der Hochwasserereignisse erhöht. Bauliche, planerische und organisatorische Maßnahmen sind ergriffen oder geplant und entsprechend im Hochwasserrisikomanagementplan zusammengestellt. Die Maßnahmen sollten im Hinblick auf die zukünftigen Risiken regelmäßig überprüft werden.

Starkregenereignisse führten in Siegburg in der Vergangenheit zu Schäden im Siedlungsgebiet, vor allem bei Hauseigentümern. Eine Untersuchung zur Überflutungsgefährdung bei Starkregen für das Stadtgebiet ist in Erarbeitung. Eine darauf aufbauende Risikoanalyse mit einem Handlungskonzept bietet eine fundierte Grundlage für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen.

Die Siegburger Innenstadt weist ein erhöhtes Überwärmungspotential und einen hohen Anteil wärmesensibler Bevölkerung auf. Die Belastung wird sich durch den Temperaturanstieg und eine höhere Anzahl von Hitzetagen verstärken, bei gleichzeitiger Zunahme der wärmesensiblen älteren Bevölkerung.

Grünflächen in der Stadt und Waldbereiche sind ebenfalls zukünftig verstärkt betroffen und werden in ihren vielfältigen Funktionen, z.B. für die Lebensqualität in der Stadt und den klimatischen Einfluss, beeinträchtigt. Ausgleichende Funktionen von Grünflächen und Wald sollten daher vorsorgend weiter gesichert und gestärkt werden (z.B. durch angepasste Baumartenwahl)

## **5 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung in der Kreisstadt Siegburg**

In Kapitel 3 wurden die Potenziale zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energiequellen untersucht. Es ist jedoch unklar, in welchem Umfang diese Potenziale zukünftig tatsächlich umgesetzt werden. Eine Prognose der zukünftigen Entwicklung ist nicht möglich. Deshalb wird mit Hilfe von zwei Szenarien eine Bandbreite möglicher Entwicklungen unter Zugrundelegung verschiedener Annahmen aufgezeigt.

Die Szenarien stellen dar, wie sich die Energieerzeugung und -nutzung und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen unter vorher definierten Annahmen in Zukunft entwickeln können. Im TREND Szenario wird davon ausgegangen, dass die Trends der letzten Jahre sich auch in Zukunft ähnlich fortsetzen werden. Dagegen wird im AKTIV Szenario von verstärkten Klimaschutzbemühungen ausgegangen, die sich positiv auf die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz auswirken. In den beiden Szenarien wird von einer unterschiedlich starken Umsetzung der zuvor beschriebenen technisch-wirtschaftlichen Potenziale ausgegangen (siehe hierfür auch Vorbemerkungen zur Potenzialanalyse in Abschnitt 3.1).

Auf Basis der Ergebnisse der Szenarien werden anschließend Ziele und Leitlinien für die Klimaschutzaktivitäten der Kreisstadt Siegburg definiert. Dabei erfolgt eine Einordnung in den übergeordneten nationalen und landesweiten Rahmen.

### 5.1. Annahmen zu den Szenarien

Die wichtigsten Annahmen zu den Szenarien werden nachfolgend stichpunktartig dargestellt. Die Annahmen stützen sich im Wesentlichen auf bundesweite bzw. landesweite Zielsetzungen und Szenarien und wurden auf die Situation in Siegburg angepasst.

Annahmen zur Entwicklung des Energieverbrauchs	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
Die <b>Sanierungsrate</b> bei Wohngebäuden bleibt bei unter 1 % p.a. (Trendfortschreibung)	Die <b>Sanierungsrate</b> bei Wohngebäuden wird verdreifacht (ca. 2,5 % p.a., Ziel der Bundesregierung)
Etwa 1/3 der vorhandenen <b>Stromeinsparpotenziale</b> werden genutzt (Haushalte)	Etwa 2/3 der vorhandenen <b>Stromeinsparpotenziale</b> werden genutzt (Haushalte; entspricht etwa den bundesweiten Zielsetzungen)
Steigerung <b>Energieproduktivität</b> in der Wirtschaft: 1,5 % p.a. (bundesweiter Durchschnitt der letzten Jahre)	Steigerung <b>Energieproduktivität</b> in der Wirtschaft: 2,1 % p.a. (Ziel Bundesregierung); zusätzlich Umsetzung von ausgewählten Einzelmaßnahmen bei Großunternehmen
Leichte Reduktion des <b>Kraftstoffbedarfs</b> v.a. durch effizientere Fahrzeuge	Deutliche Reduktion des <b>Kraftstoffbedarfs</b> durch Effizienztechniken und alternative Verkehrsträger / -modelle

Annahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und KWK - Wärme	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
<b>Heizöl</b> wird in geringem Umfang durch erneuerbare Energien und Erdgas ersetzt.	Etwa 20 % der <b>Heizölheizungen</b> werden durch erneuerbare Energien und durch Erdgas ersetzt.
<b>Holz</b> ersetzt einen kleinen Teil des Heizölverbrauchs, bezogen auf die Absolut-Zahlen erfolgt aber keine Nutzungssteigerung, da der Wärmeverbrauch insgesamt rückläufig ist; der relative Anteil steigt hingegen.	<b>Holz</b> ersetzt einen Teil des Heizölverbrauchs. Dadurch steigt der Holzeinsatz (absolute Menge) um etwa 50 %.
<b>Solarthermie</b> : entsprechend Business-As-Usual („BAU“) Szenario des Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) wird ca. eine Verdopplung der Wärmeenergieerzeugung bis 2030 erzielt	<b>Solarthermie</b> : entsprechend Szenario „forcierte Expansion“ des Bundesverband Solarwirtschaft (BSW, ca. Vervielfachung der Wärmeenergieerzeugung bis 2030)
<b>Geothermie</b> : ca. Verdopplung der Nutzung (insb. im Neubau)	<b>Geothermie</b> : deutliche Nutzungssteigerung, $\frac{3}{4}$ des Potenzials werden umgesetzt (Steigerung um Faktor 3, insb. im Neubau und bei Komplettsanierungen)
<b>KWK</b> : ca. 10 % des Potenzials wird genutzt (ca. 30 bis 50 Anlagen)	<b>KWK</b> : ca. 40 % des Potenzials wird genutzt (ca. 90 bis 150 Anlagen), auch Großanlagen im Bereich Industrie / Gewerbe
<b>Biogas</b> : kein Zubau	<b>Biogas</b> : kein Zubau

Annahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und KWK - Strom	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
<b>Photovoltaik:</b> Zubau bis 2020 entsprechend BMU Leitstudie, nach 2020 Zubau von 5 % pro Jahr	<b>Photovoltaik:</b> im Vergleich zum AKTIV Szenario etwa 25 % höherer Zubau
<b>Biogas:</b> Kein Zubau	<b>Biogas:</b> kein Zubau
<b>feste Biomasse:</b> kein Aus- bzw. Zubau bei der Stromerzeugung	<b>feste Biomasse:</b> kein Aus- bzw. Zubau bei der Stromerzeugung
<b>Windenergie:</b> kein Zubau	<b>Windenergie:</b> kein Zubau
<b>KWK:</b> ca. 10 % des Potenzials wird genutzt (ca. 30 bis 50 Anlagen)	<b>KWK:</b> ca. 40 % des Potenzials wird genutzt (ca. 90 bis 150 Anlagen), auch Großanlagen im Bereich Industrie

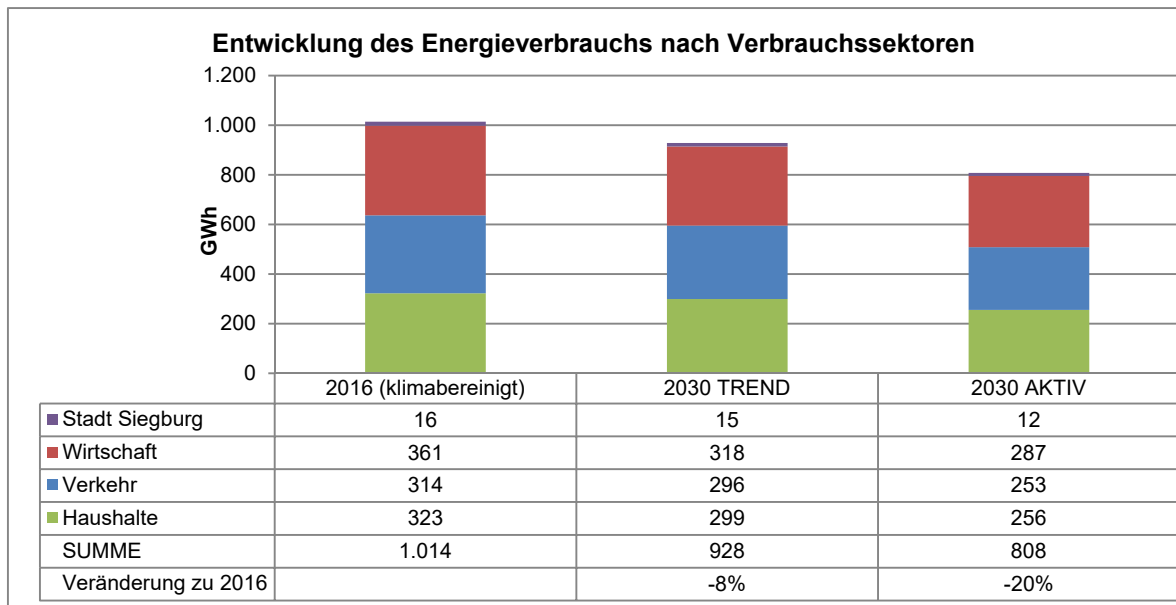


## 5.2. Entwicklung des Energieverbrauchs

In der folgenden Abbildung 30 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den beiden Szenarien nach Verbrauchssektoren dargestellt. Ausgangspunkt sind die klimabereinigten Verbräuche für das Jahr 2016.

Es zeigt sich, dass der Energieverbrauch im TREND-Szenario bis zum Jahr 2030 lediglich um 8 % gegenüber dem Basisjahr 2016 reduziert werden kann. Dabei sind die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren ähnlich, es gibt in allen Bereichen eine leichte Reduktion des Energieverbrauchs.

Deutlich stärker wird der Energieverbrauch im AKTIV-Szenario reduziert. Hier ist ein Rückgang um insgesamt 20 % gegenüber dem Jahr 2016 zu verzeichnen. Im Vergleich der Verbrauchssektoren leisten die Haushalte (relativ auf den jeweiligen Ausgangswert bezogen) und die Stadt Siegburg den größten Anteil, gefolgt vom Verkehrssektor und dem Wirtschaftssektor.



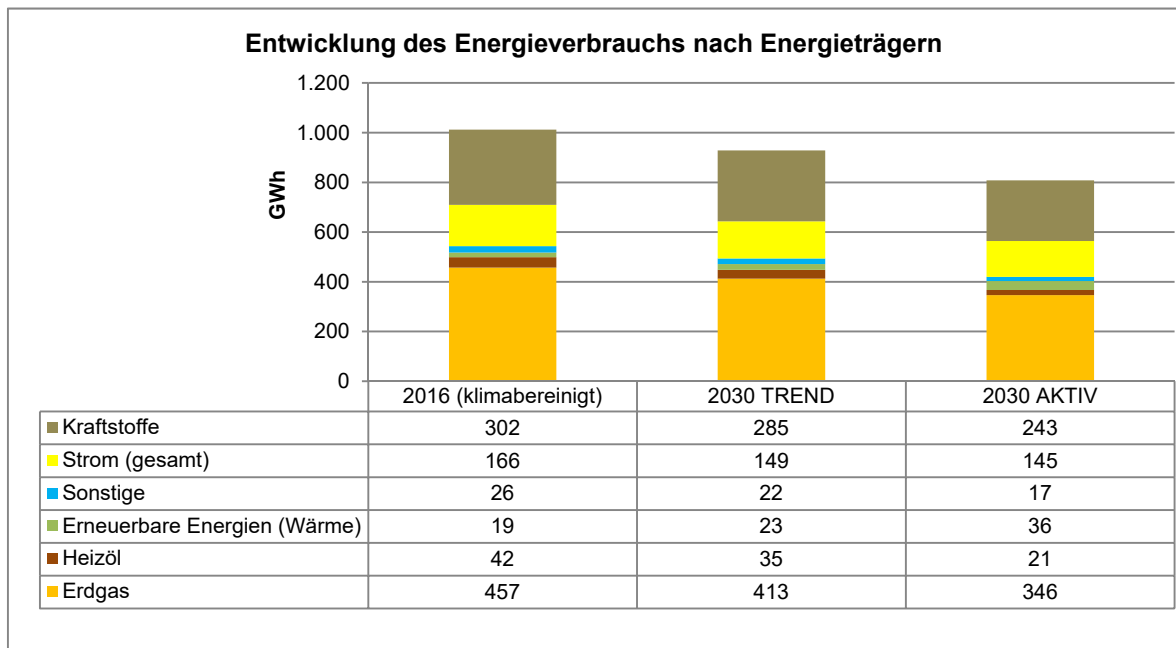
**Abbildung 30 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren in der Kreisstadt Siegburg**

Bezogen auf die Energieformen wird der Wärmeverbrauch mit -23 % und der Kraftstoffverbrauch im Mobilitätssektor mit -20 % am stärksten reduziert. Beim Stromverbrauch beträgt der Rückgang lediglich 13 %. Dies spiegelt die zuvor dargestellten verschiedenen großen Einsparpotenziale wieder und beinhaltet beim Stromverbrauch auch den zusätzlichen Verbrauch, der durch Elektrofahrzeuge entsteht. Würde man diesen zusätzlichen Verbrauch außen vorlassen, läge der Rückgang beim Stromverbrauch bei etwa 20 %. Das liegt im Bereich der bundesweiten Einsparziele gemäß BMU Leitszenario 2011A,

welches – jeweils gegenüber dem Jahr 2015 – für den Wärmeverbrauch bis zum Jahr 2030 ein Einsparpotenzial von 22 % und für den Stromverbrauch (ohne zusätzlichen Verbrauch im Mobilitätssektor) einen Rückgang von 15 % vorsieht.

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern ist in der folgenden Abbildung 31 dargestellt. Im TREND-Szenario bleibt der Energiemix nahezu unverändert. Allerdings nimmt die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Gegensatz zu den anderen Energieträgern leicht zu, der Anteil erhöht sich dadurch um einige Prozentpunkte.

Im AKTIV-Szenario ist eine stärkere Gewichtung der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch erkennbar. Gleichzeitig gehen der Heizöl- und der Erdgasverbrauch stärker zurück als im TREND-Szenario. Durch den zusätzlichen Bedarf im Bereich Elektromobilität ist der Rückgang beim Stromverbrauch deutlich geringer, als in der Potenzialanalyse dargestellt. Würde man diesen Effekt außer Acht lassen, dann wäre eine Reduktion des Stromverbrauchs um etwa 20 % (auf ca. 134 GWh) möglich, durch den Zusatzverbrauch der Elektromobilität reduziert sich die Stromeinsparung jedoch auf ca. 13 %.



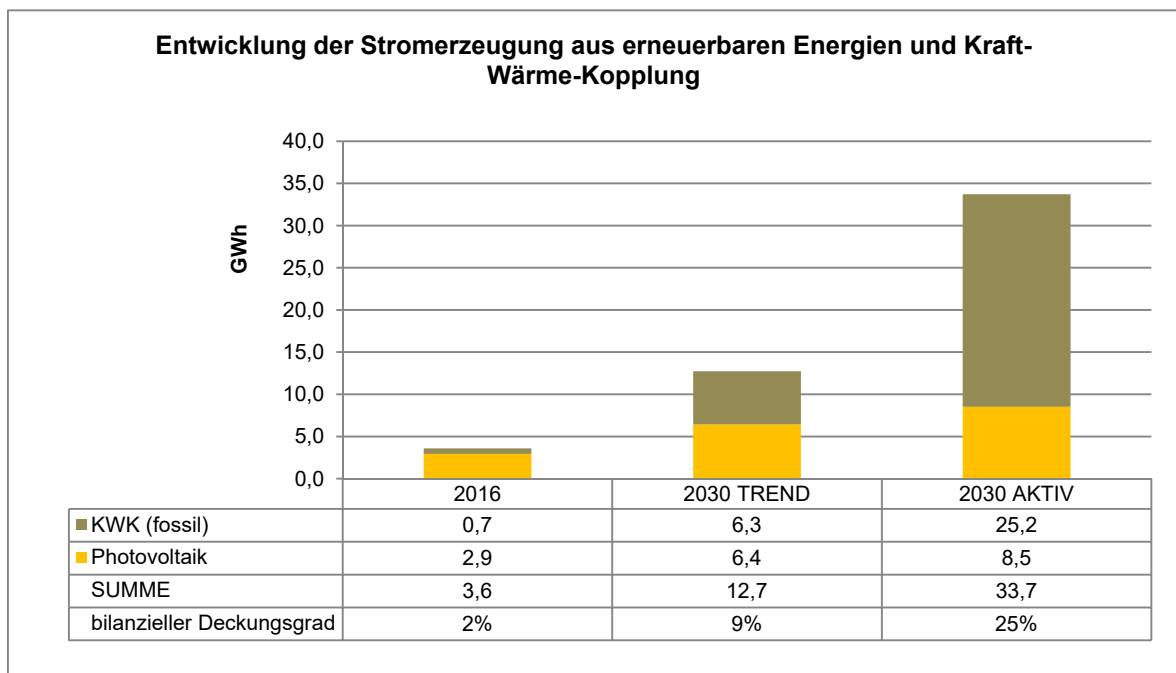
**Abbildung 31 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträger in der Kreisstadt Siegburg**

### 5.3. Entwicklung der klimaschonenden Strom- und Wärmeerzeugung

Die Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und effizienter Kraft-Wärme-Kopplung in den beiden Szenarien ist in Abbildung 32 und Abbildung 33 dargestellt.

In beiden Szenarien erfolgt eine deutliche Steigerung der Stromerzeugung aus Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung. Im TREND-Szenario kann insgesamt ein bilanzieller Deckungsbeitrag von 9 % erreicht werden, was in etwa einer Vervielfachung im Vergleich zu heute entspricht.

Im AKTIV-Szenario wird davon ausgegangen, dass der Ausbau der Photovoltaik und vor allem der Kraft-Wärme-Kopplung deutlich stärker vorangetrieben wird, auch im industriellen Bereich. Damit könnte der bilanzielle Deckungsbeitrag auf 25 % gesteigert werden.

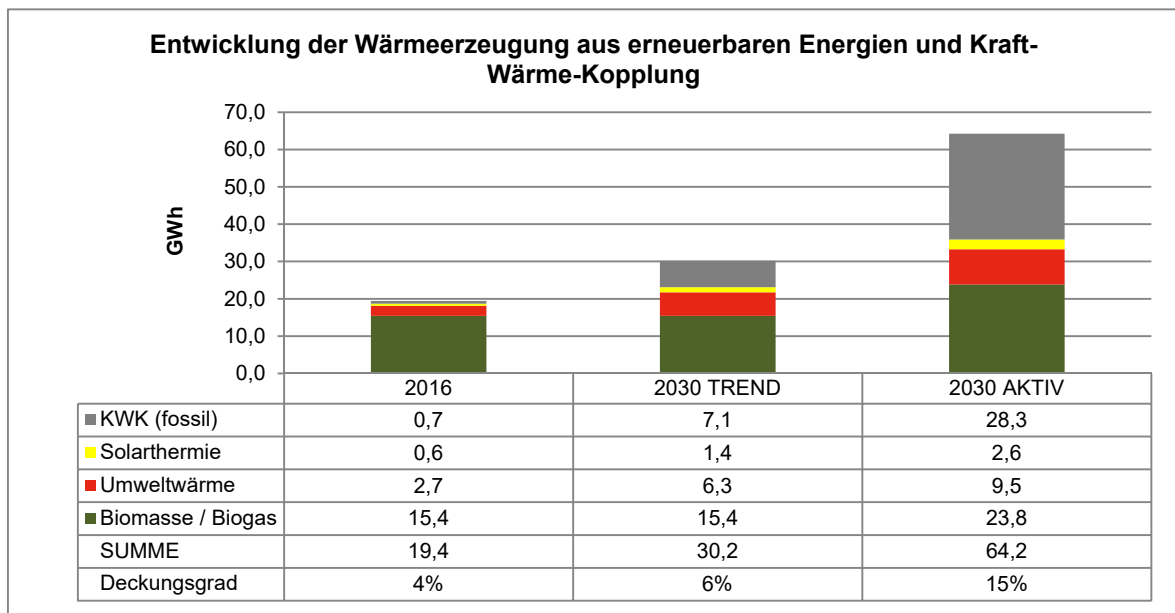


**Abbildung 32 Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung in der Kreisstadt Siegburg**

Damit wird deutlich, dass die Kreisstadt Siegburg auch im AKTIV-Szenario keine 100-%ige bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien und KWK erreichen kann. Grund dafür sind die strukturellen und natürlichen Voraussetzungen. Die Themen Windenergie, Wasserkraft und Biogas spielen aufgrund dieser Rahmenbedingungen in Siegburg keine nennenswerte Rolle und ohne diese Techniken sind höhere Deckungsbeiträge nur schwer erreichbar.

Im Wärmebereich sieht die Entwicklung der erneuerbaren Energien und KWK entsprechend der Potenzialanalyse relativ ähnlich aus (vgl. Abbildung 33). Im TREND-Szenario erfolgt nur eine geringe Steigerung, die insbesondere aus den Bereichen Solarthermie, Umweltwärme und KWK resultiert. Insgesamt steigt der Deckungsbeitrag von heute ca. 4 % auf 6 % im Jahr 2030.

Im AKTIV-Szenario wird von einem stärkeren Zuwachs bei Solarthermie, Umweltwärme und KWK und auch von einer Steigerung der Wärmeerzeugung aus Holz ausgegangen. Bei gleichzeitiger Umsetzung der zuvor analysierten Einsparmöglichkeiten im AKTIV-Szenario könnte ein Deckungsbeitrag von 15 % erreicht werden.



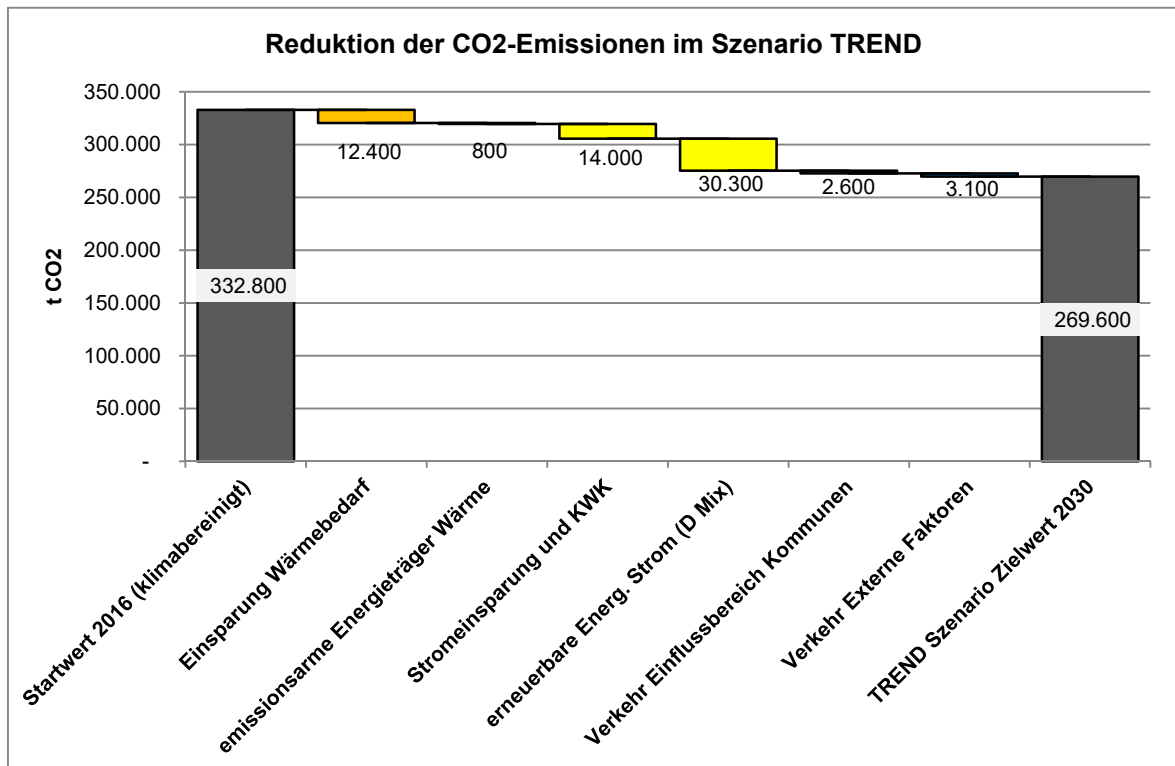
**Abbildung 33 Szenarien zur Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung in der Kreisstadt Siegburg**

In Bezug auf den Wärmeverbrauch sind die Voraussetzungen in Siegburg ähnlich wie in anderen Städten. Eine 100-%ige Deckung des Wärmeverbrauchs ist in der Regel nicht möglich und auch auf Bundesebene nicht das Ziel. Umso wichtiger ist es daher, im Wärmebereich Einspar- und Effizienzmaßnahmen umzusetzen.

#### 5.4. Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Aus der zuvor dargestellten Entwicklung des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung in den Szenarien können die CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet werden. Anhand eines Stufenmodells werden die Emissionen nachfolgend den verschiedenen Energieanwendungen Wärme, Strom und Mobilität zugeordnet. Das hier angewendete Bilanzierungsverfahren erfolgt nach den Empfehlungen des Klimabündnisses (Morcillo 2011), in dem für den Stromverbrauch der bundesweite Strommix angesetzt wird (siehe auch Erläuterung bei der CO<sub>2</sub>-Bilanz, Abschnitt 2.1). Dabei wird auch auf Bundesebene von unterschiedlichen Entwicklungen im Trend- bzw. Aktiv-Szenario ausgegangen. Um gleichzeitig darzustellen, welche Beiträge die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vor Ort zur Emissionsminderung leistet, wird in Abschnitt 5.5 dargestellt, wie hoch die CO<sub>2</sub>-Vermeidung durch die Erzeugung vor Ort ist.

Die Stufendiagramme in Abbildung 34 und Abbildung 35 veranschaulichen, dass die Entwicklung in den Szenarien sehr unterschiedlich ist. Die Betrachtungen beziehen sich auf den Startwert im Jahr 2016 (klimabereinigte Werte).

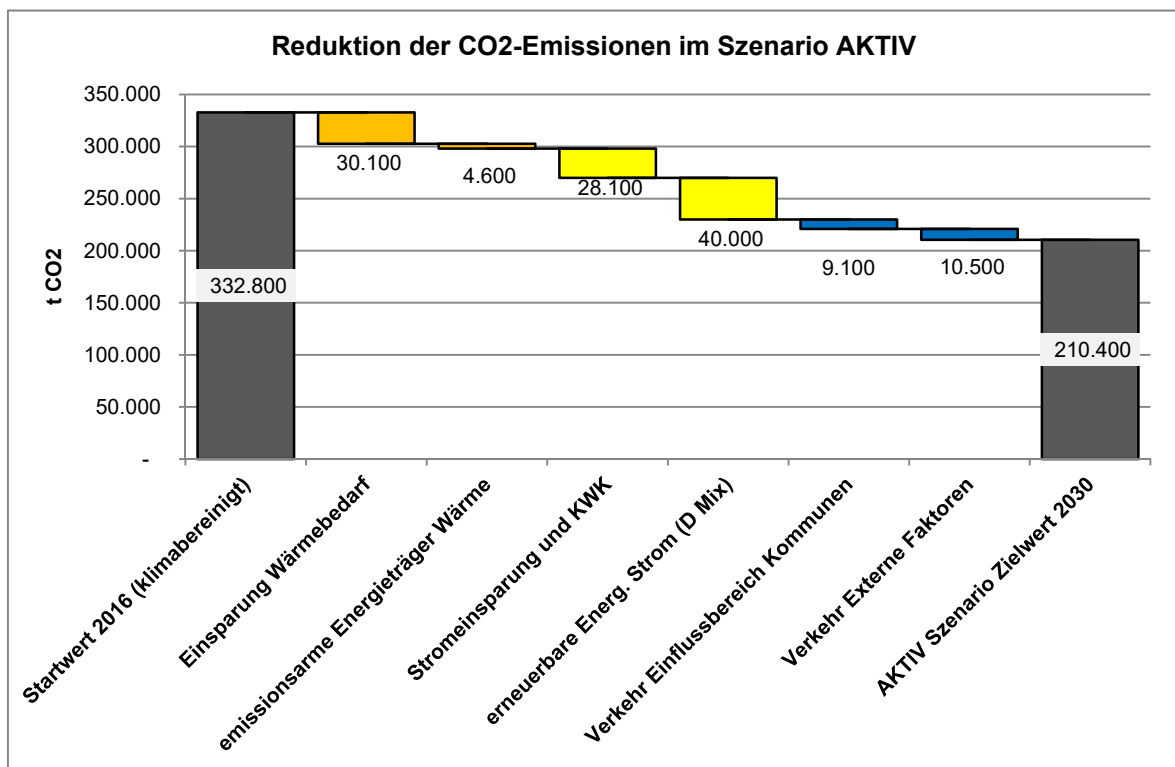


**Abbildung 34 Szenarien zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario TREND**

Im Trend-Szenario sinkt der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2030 auf ca. 269.900 t CO<sub>2</sub>, was einer Reduktion um ca. 19 % gegenüber 2016 entspricht. Der größte Beitrag erfolgt durch

die bundesweite Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Stromerzeugung, von der auch die Kreisstadt Siegburg profitiert. Die Pro-Kopf-Emissionen für Siegburg lagen im Jahr 2016 bei 8,1 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner (klimabereinigte Werte). Im Trend-Szenario ist eine Reduktion auf 6,6 t CO<sub>2</sub> / EW im Jahr 2030 möglich. Dieser Wert liegt deutlich über den bundesweiten Zielen des Leitszenarios 2011 A der Leitstudie des Bundesumweltministeriums von 4,6 t CO<sub>2</sub>/EW (BMU 2012, S. 99).

Im Aktiv-Szenario können die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich stärker reduziert werden. Dies zieht sich durch alle Energieanwendungen: der Wärmeverbrauch wird durch die verstärkten Sanierungstätigkeiten und eine höhere Effizienz im Wirtschaftssektor deutlich gesenkt, gleichzeitig kommen verstärkt erneuerbare Energien und die effiziente KWK zum Einsatz. Der Stromverbrauch wird durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen (die KWK wird auf der Stromseite gutgeschrieben) nochmals deutlich stärker reduziert als im Trend-Szenario. Zudem wird im Verkehrssektor auf allen Entscheidungsebenen (EU, Bund, Länder) eine forcierte Klimaschutzstrategie unterstellt, so dass auch hier eine deutliche Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ermöglicht wird.

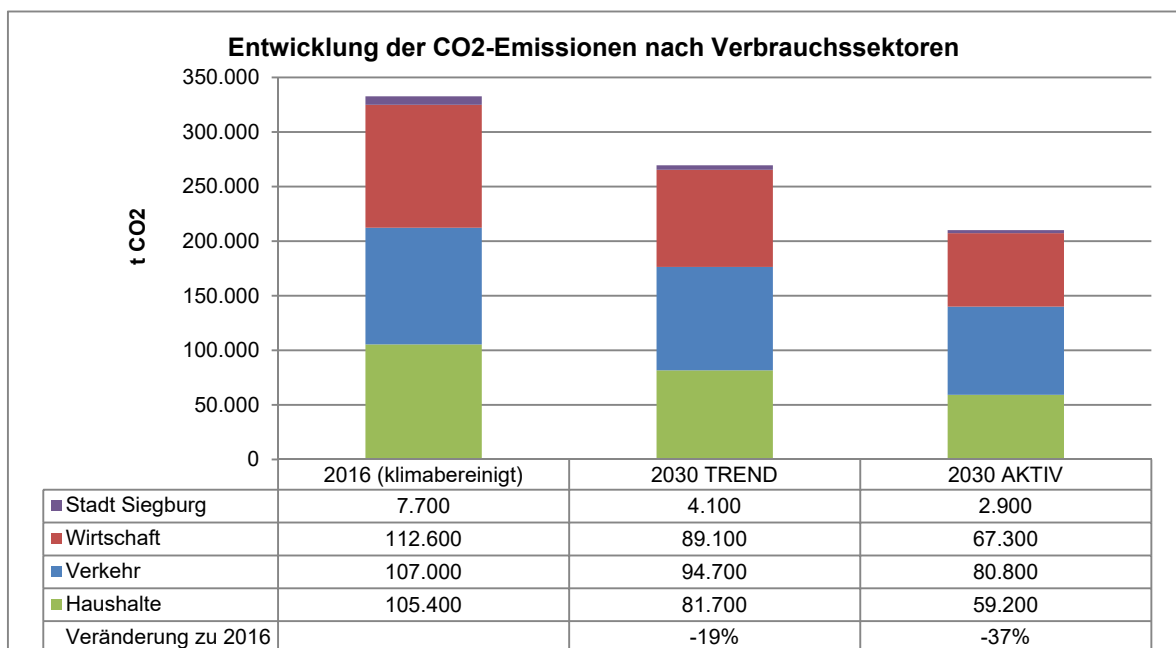


**Abbildung 35 Szenarien zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Szenario AKTIV**

Insgesamt werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Aktiv-Szenario bis zum Jahr 2030 auf 210.400 t CO<sub>2</sub> reduziert. Das entspricht einer Reduktion um 37 % gegenüber 2016. Die Pro-Kopf-Emissionen werden im Aktiv-Szenario von aktuell 8,1 t CO<sub>2</sub> je Einwohner auf 5,1 t CO<sub>2</sub> / EW reduziert, was in der Größenordnung des o.g. bundesweiten Szenarios

liegt. Im Vergleich zum Jahr 1990 beträgt die Reduktion im Aktiv-Szenario etwa 55 % und entspricht damit den Zielen der Bundesregierung.

Die folgende Abbildung 36 zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den beiden Szenarien aufgeteilt nach Verbrauchssektoren. Es wird deutlich, dass eine Reduktion in allen Sektoren stattfindet, am deutlichsten fällt diese bei den Haushalten und im Wirtschaftssektor, sowie bei der Stadt Siegburg aus. Neben der Energieeinsparung und der Energieeffizienz leisten hier die erneuerbaren Energien sowohl im Wärme- als auch im Strombereich einen wichtigen Beitrag. Die Einsparungen im Verkehrssektor sind etwas geringer.

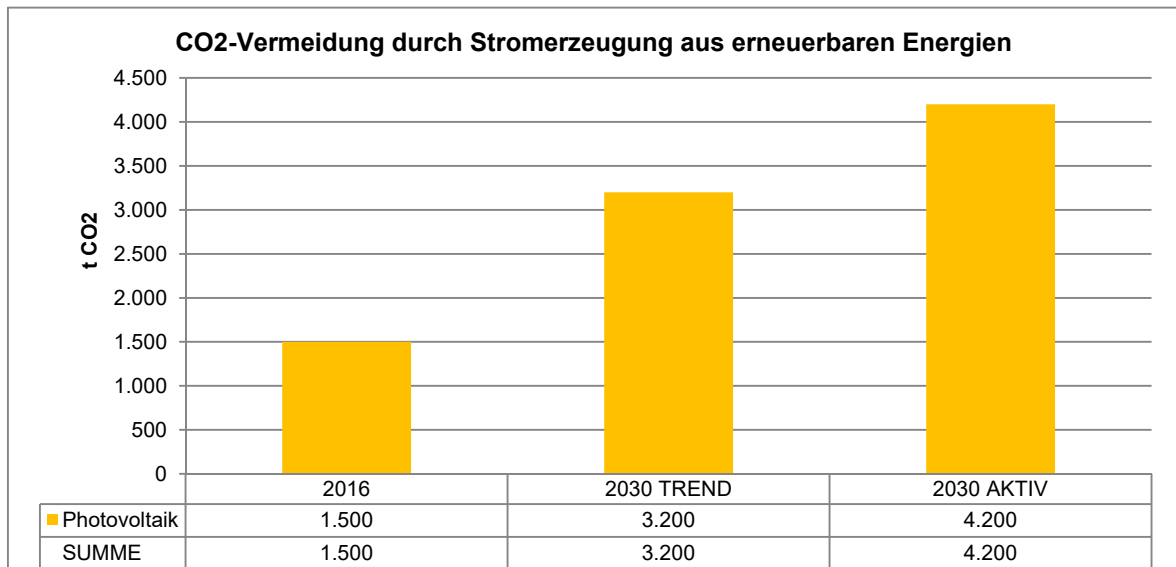


**Abbildung 36 Szenarien zur Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verbrauchssektoren in der Kreisstadt Siegburg**

### 5.5. Beitrag der lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Wie zuvor erläutert, erfolgt die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung des Stromverbrauchs gemäß den Regeln des Klimabündnisses auf Basis des bundesweiten Strommixes, da der Großteil der Erneuerbaren-Energien-Anlagen ins Netz einspeist und nicht festgestellt werden kann, welcher Anteil davon tatsächlich vor Ort verbraucht wird.

Dennoch ist die CO<sub>2</sub>-Vermeidung der Stromerzeugung vor Ort eine wichtige Kenngröße bei der Bewertung von Klimaschutzaktivitäten. Daher wird in diesem Absatz dargestellt, welchen Beitrag die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Siegburg zur CO<sub>2</sub>-Reduktion leistet. Als Vermeidungsfaktor wird hierfür vereinfachend der aktuelle bundesweite Strommix angesetzt. Die Ergebnisse finden sich in Abbildung 37.



**Abbildung 37 Szenarien zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Kreisstadt Siegburg**

Im Trend-Szenario kann die CO<sub>2</sub>-Vermeidung auf 3.200 t CO<sub>2</sub> gesteigert werden, wohingegen im Aktiv-Szenario bis zum Jahr 2030 eine Steigerung auf 4.200 t CO<sub>2</sub> möglich ist.



## 5.6. Wertschöpfungseffekte

Die Reduktion von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen leistet nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern generiert auch regionale Wertschöpfung. Dafür sind vor allem zwei Effekte maßgeblich:

- Durch die Investition in Klimaschutzmaßnahmen, beispielsweise Sanierung von Wohngebäuden, profitiert die regionale Wirtschaft. Ein großer Teil der Investitionen verbleibt in der Region.
- Die Reduktion des Energieverbrauchs führt zu einer Senkung der Ausgaben für den Energiebezug. Damit stehen Mittel für andere Ausgaben bereit, die zumindest teilweise in der Region getätigt werden.

Die Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen bewirken mehrere regionale Wertschöpfungsbestandteile:

- Netto-Einkommen der in den beteiligten Unternehmen Beschäftigten,
- Netto-Gewinne der ausführenden/beteiligten Unternehmen, sowie
- kommunaler Anteil der Steuern, die auf die beiden erstgenannten Größen gezahlt werden.

Diese monetären Größen lassen sich auch nach den Akteuren aufschlüsseln, denen sie zufließen. Mit den Beschäftigten-Einkommen sind zugleich Arbeitsplätze verbunden, die ebenfalls in der Modellrechnung ermittelt werden.

Für eine grobe Abschätzung dieses Effekts wurde der Wertschöpfungsrechner des IÖW – Institut für ökologische Wirtschaftsforschung genutzt (IÖW 2017). Die folgenden Ergebnisse sind eine Berechnung auf Basis der Gebäude- und Wohnungszählung für die Kreisstadt Siegburg und der im Wertschöpfungsrechner hinterlegten Daten und Kenngrößen. Die Ergebnisse bieten eine Orientierung für die Höhe der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch die energetische Gebäudesanierung von Wohngebäuden im Untersuchungsgebiet. Nichtwohngebäude wurden hierbei nicht berücksichtigt.

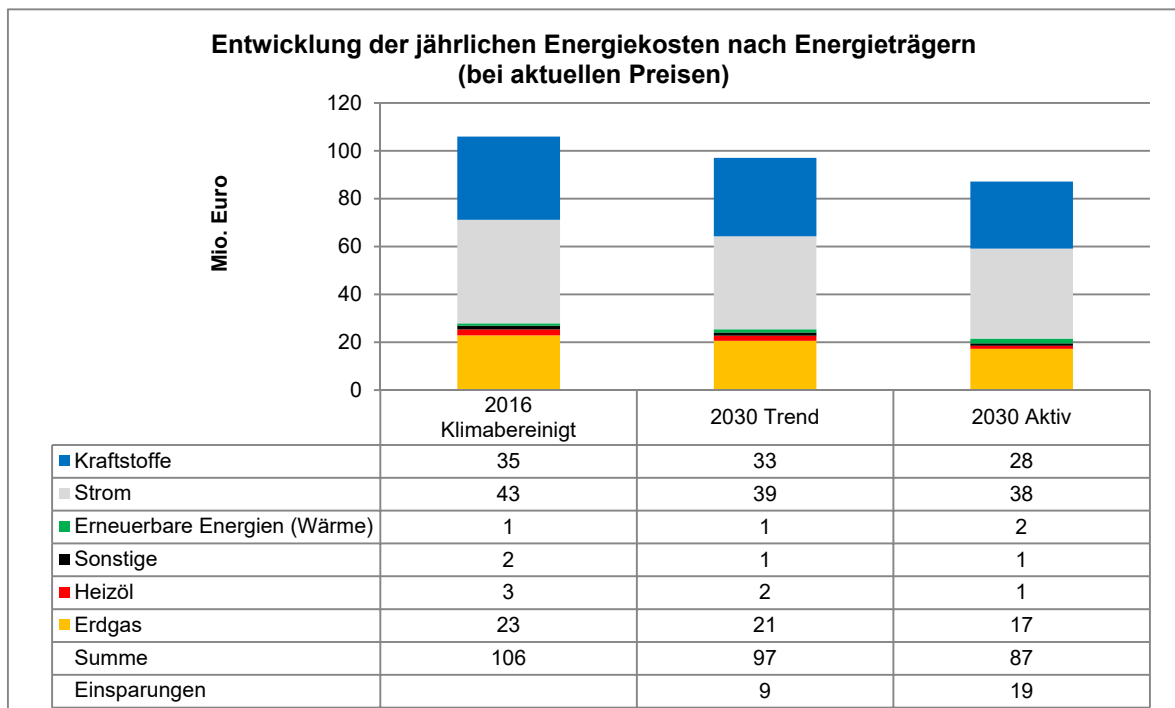
Als Annahme wurde unterstellt, dass die jährliche Sanierungsrate des Gebäudebestandes auf 2,5% erhöht werden kann (Aktiv-Szenario). Vereinfachend wurde darüber hinaus die Annahme getroffen, dass alle entstehenden Sanierungsarbeiten von in der Region ansässigen Unternehmen durchgeführt werden. Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse als optimistische Abschätzung am oberen Rand anzusehen.

Die möglichen Wertschöpfungseffekte aus den Wohngebäudesanierungsaktivitäten in der Kreisstadt Siegburg betragen entsprechend des IÖW Wertschöpfungsrechners bis zu ca. 3,9 Mio. Euro im Jahr im AKTIV-Szenario. Mit den Sanierungsaktivitäten sind außerdem ca. 120 Vollzeitarbeitsplätze verbunden. Die Wertschöpfungseffekte verteilen sich weiter-

Stand: 26.03.2018

hin mit ca. 3,5 Mio. Euro auf Dämm-Maßnahmen und mit ca. 0,4 Mio. Euro auf den Austausch und Betrieb von Heizungsanlagen. Hauptbestandteile der Wertschöpfung sind die Einkommen der Beschäftigten (ca. 2,6 Mio. Euro), die Gewinne der Lokalen Unternehmen (ca. 1,0 Mio. Euro), aber auch zu einem kleineren Anteil die kommunalen Steuereinnahmen in Höhe von ca. 0,3 Mio. Euro.

Die potenziellen Einsparungen beim Energiebezug sind in Abbildung 38 grob beziffert. Die Darstellung zeigt die Entwicklung der jährlichen Energiekosten in den beiden Szenarien im Vergleich zu heute. Vereinfachend wurde hierbei von den aktuellen Energiepreisen ausgegangen.



**Abbildung 38 Entwicklung der jährlichen Energiekosten in den Szenarien**  
(bei aktuellen Preisen)

Aktuell werden in Siegburg jährlich rund 106 Mio. Euro für Energie ausgegeben (inkl. Steuern und Abgaben), ein Großteil davon für Kraftstoffe und Strom. Im TREND Szenario ist für das Jahr 2030 eine Reduktion um insgesamt ca. 9 Mio. Euro jährlicher Energiekosten möglich. Im AKTIV Szenario beträgt die Einsparung bis zu 19 Mio. Euro. Bei steigenden Energiekosten sind die Einsparungen selbstverständlich noch höher.

Damit diese Einsparungen realisiert werden können, muss vor Ort in Klimaschutzmaßnahmen investiert werden, wovon wiederum die regionale Wirtschaft profitiert (s.o.).

## 6 Energie- und klimapolitische Ziele

In diesem Kapitel werden auf Grundlage der vorhergehenden Potenzial- und Szenarienanalysen Klimaschutzziele für die Kreisstadt Siegburg vorgeschlagen (siehe Kap. 6.2). Zur Einordnung werden zunächst die bundes- und landespolitischen Zielsetzungen, sowie die Ziele in der Region (Landkreis) erläutert.

### 6.1. Ziele auf Ebene des Bundes, des Landes und der Region

#### Bundesrepublik Deutschland – Energiekonzept

Die Bundesregierung hat in ihrem Energiekonzept<sup>12</sup> sowie in den darauf aufbauenden Gesetzen, Verordnungen und Aktionsprogrammen die folgenden energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Bundes formuliert. Die Tabelle zeigt auf, dass das globale Ziel der Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 durch die beiden Handlungsstränge **Energieeffizienz** und **Erneuerbare Energien** erreicht werden soll.

**Tabelle 13 Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung**

	2020	2030	2040	2050
<b>Treibhausgase</b>				
Minderung der Treibhausgas-Emissionen (bezogen auf das Jahr 1990)	-40%	-55%	-70%	-80 bis 95%
<b>Energieeffizienz (bezogen auf 2008)</b>				
Steigerung der Energieproduktivität (Verhältnis von Wirtschaftsleistung zu Endenergieverbrauch)	auf 2,1% p. a.			
Verringerung des Primärenergieverbrauchs (PEV)	-20%			-50%
Minderung des Stromverbrauchs (Endenergie)	-10%			-25%
Reduzierung des Wärmebedarfs von Gebäuden <sup>1)</sup>	-20%			-80%
Minderung des Endenergieverbrauchs Verkehr <sup>2)</sup>	-10%			-40%
<b>Erneuerbare Energien</b>				
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Stromverbrauch	35%	50%	65%	80%
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Endenergieverbrauch	18%	30%	45%	60%
Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	14% <sup>3)</sup>	ca. 30% <sup>4)</sup>		ca. 55% <sup>4)</sup>
1) Steigerung der energetischen Sanierungsrate von 1% auf 2% pro Jahr ; Zielwert 2050:Primärenergiebedarf 2) bezogen auf 2005 3) EEWärmeG 4) BMU Leitstudie 2012; Szenario 2011A				

<sup>12</sup> Energiekonzept der Bundesregierung (2010)

Das Zielsystem der Bundesregierung ist sowohl zeitlich als auch bezogen auf Verbrauchszwecke teilweise sehr differenziert. Bezogen auf den Handlungsstrang „erneuerbare Energien“ soll im Jahr 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Stromverbrauch 50% und der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte ca. 30% betragen<sup>13</sup>.

### Bundesrepublik Deutschland – Klimaschutzplan

Im Koalitionsvertrag für die 18. Legislaturperiode der Bundesregierung wurde vereinbart, einen Klimaschutzplan 2050 vorzulegen, der das bestehende deutsche Klimaschutzziel 2050 und die vereinbarten Zwischenziele im Lichte der Ergebnisse der Klimakonferenz von Paris konkretisiert und mit Maßnahmen unterlegt. Das Bundeskabinett hat den Klimaschutzplan 2050 am 14. November 2016 verabschiedet. (BMUB 2017)

Neben Leitbildern und transformativen Pfaden als Orientierung für alle Handlungsfelder bis 2050 gibt der Klimaschutzplan konkrete Meilensteine und Ziele für alle Sektoren bis zum Jahr 2030 vor. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 14 zusammengefasst:

**Tabelle 14 Emissionen der in die Zieldefinition einbezogenen Handlungsfelder des Klimaschutzplans der Bundesregierung (BMUB 2016)**

Handlungsfeld	1990 (in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.)	2014 (in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.)	2030 (in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.)	2030 (Minderung in % ggü. 1990)
Energiewirtschaft	466	358	175 – 183	62 – 61 %
Gebäude	209	119	70 – 72	67 – 66 %
Verkehr	163	160	95 – 98	42 – 40 %
Industrie	283	181	140 – 143	51 – 49 %
Landwirtschaft	88	72	58 – 61	34 – 31 %
Teilsomme	1209	890	538 – 557	56 – 54 %
Sonstige	39	12	5	87%
<b>Gesamtsumme</b>	<b>1248</b>	<b>902</b>	<b>543 – 562</b>	<b>56 – 55 %</b>

<sup>13</sup> Eigene Berechnungen auf Grundlage der Studie „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland ...“ BMU FKZ 03MAP146 vom 29. März 2012 (Kurztitel: BMU Leitstudie)

Es wird deutlich, dass die größten Minderungen im Bereich der Gebäude und der Energiewirtschaft erfolgen sollen („Sonstige“ ausgeklammert). Darauf folgen die Bereiche Industrie und Verkehr, die Minderungsziele in der Landwirtschaft sind am geringsten.

### **Land Nordrhein-Westfalen**

Die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Landes Nordrhein-Westfalen orientieren sich im Wesentlichen an den Zielsetzungen des Bundes. Das Klimaschutzstartprogramm wurde 2011 verabschiedet und beinhaltete mehrere Millionen Euro Fördergelder in erster Linie zur energetischen Gebäudesanierung und einem Impuls-Programm zur Kraft-Wärme-Kopplung. Zudem wurde der Klimaschutz in Kommunen vorangetrieben und eine Stromsparinitiative für einkommensschwache Haushalte angestoßen (MKULNV 2015a).

Der Landtag Nordrhein-Westfalen hat am 23. Januar 2013 im Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes folgende Ziele definiert (Landtag NRW 2013):

- Senkung der Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 bis 2020 um mindestens 25 % und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 %.
- Steigerung des Ressourcenschutzes, der Ressourcen- und Energieeffizienz, der Energieeinsparung und dem Ausbau Erneuerbarer Energien.
- sektorspezifische und auf die Region abgestimmte Anpassungsmaßnahmen zur Begrenzung der negativen Auswirkungen des Klimawandels.

Des Weiteren wurde die Erstellung eines Klimaschutzplans für NRW vorgesehen, welcher im Dezember 2015 in der 1. Auflage erschien. Er enthält konkrete Strategien und Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in den jeweiligen Sektoren und zur Anpassung an den Klimawandel. Die zentralen Strategien und Ziele sind als Folgende definiert (MKULNV 2015b):

- Ambitionierter Ausbau der erneuerbaren Energien auf 30 % an der Stromproduktion bis 2025
- Steigerung der Endenergieproduktivität bis 2050 auf 1,5 – 1,8 % pro Jahr sowie Förderung der Energieeffizienzforschung in NRW
- Senkung des Primärenergieverbrauchs von 2010 bis 2020 um 12 – 18 % und bis 2050 um mindestens 45 %
- Steigerung des KWK-Anteils an der Gesamtstromerzeugung auf mindestens 25 % bis zum Jahr 2020
- Forschung und Entwicklung im Bereich Klimaschutztechnologien, Flexibilitäts- und Speichertechnologien
- Langfristig weitgehend klimaneutraler Gebäudebestand
- Stärkung der Mobilität zu Fuß und mit dem Rad

- Steigerung eines klimabewussten Konsums und Nutzungsverhalten
- Zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels Umsetzen von umfangreichen Maßnahmen sowie Sensibilisierung und Information von Bürgern.

### **Rhein-Sieg-Kreis**

Auf Ebene des Landkreises ist Anfang des Jahres 2017 der Masterplan Energiewende für den Rhein-Sieg-Kreis vorgestellt worden. Die Potenzialanalyse zum Ausbau der erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und Energieeinsparung im Landkreis ergaben, dass zur Einhaltung der langfristig gesteckten ambitionierten Klimaziele wesentlich größere Anstrengungen nötig sind.

Im Ergebnis wurden auf den Landkreis zugeschnittene konkrete Handlungsansätze in einem Maßnahmenkatalog gebündelt. Der ausführliche Katalog priorisiert Maßnahmen in den Handlungsfeldern erneuerbare Energien, Energieeinsparung und Energieeffizienz, klimafreundliche Mobilität und Öffentlichkeitsarbeit und identifiziert gleichzeitig die zu beteiligenden Akteure (Rhein-Sieg-Kreis 2017).

## 6.2. Vorschlag für Klimaschutzziele der Kreisstadt Siegburg

Ein Kernpunkt des Integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepts ist die Festlegung von konkreten und messbaren Zielen. Diese sind einerseits als Maßgabe für Entscheidungen von Politik und Verwaltung wichtig. Andererseits bieten sie eine wesentliche Grundlage für eine Erfolgskontrolle in der Umsetzungsphase des Konzeptes.

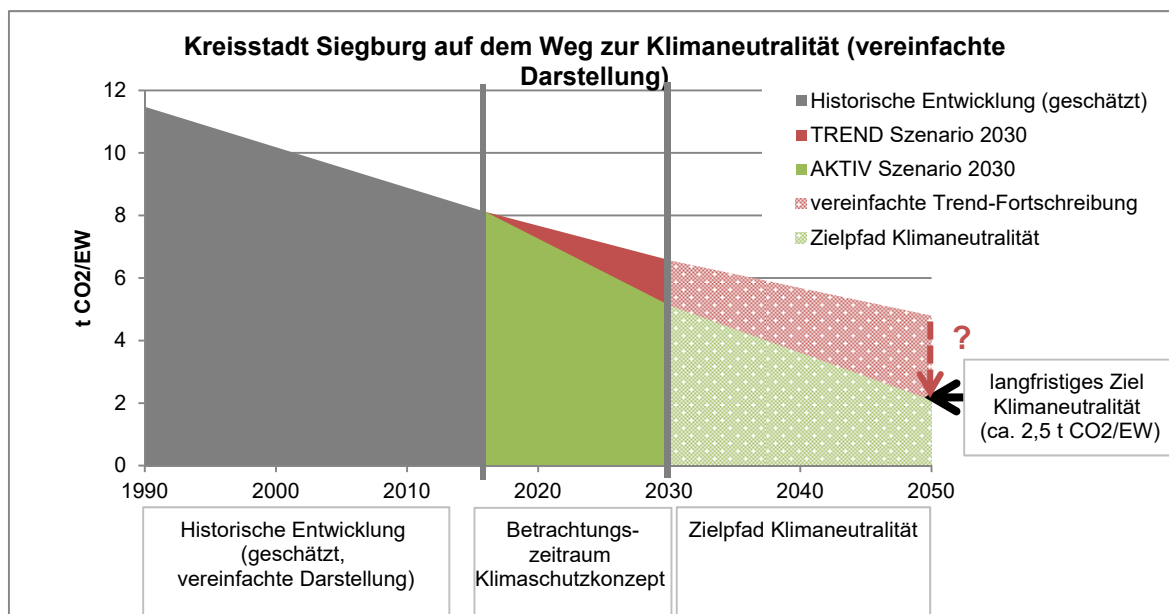
Dabei ist es wichtig, dass für die Kreisstadt Siegburg spezifische Zielsetzungen formuliert werden, die die Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Kreisstadt Siegburg reflektieren. Das betrifft insbesondere das Thema erneuerbare Energien. Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass die Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien in Siegburg sehr eingeschränkt sind. Umso wichtiger sind daher Einspar- und Effizienzmaßnahmen, um den Energieverbrauch zukünftig zu senken.

Vor dem Hintergrund der Potenzialanalysen und aufbauend auf den Annahmen des Aktiv-Szenarios werden die folgenden energie- und klimapolitischen Ziele für die Kreisstadt Siegburg vorgeschlagen:

1. **Bis zum Jahr 2050** strebt die Kreisstadt Siegburg die **Klimaneutralität** an und setzt damit das übergeordnete bundespolitische Klimaschutzziel auf kommunaler Ebene um. Ziel ist eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner auf ein auch langfristig verträgliches Maß von maximal 2,0 bis 2,5 t CO<sub>2</sub> je Einwohner und Jahr.
2. Um diesen langfristigen Weg zu konkretisieren, werden **bis zum Jahr 2030** folgende **Zwischenziele** gesetzt
  - Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mindestens 35 % gegenüber 2016
  - Senkung des Endenergieverbrauchs (jeweils im Vergleich zum Jahr 2016)
    - für Wärme um mind. 20 %
    - Strom um mind. 20 % (ohne Berücksichtigung des zusätzlichen Stromverbrauchs für Elektromobilität; -13 % inkl. Strom für Elektromobilität)
  - Ziel für die bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung im Jahr 2030: 25 % (ohne Berücksichtigung des zusätzlichen Stromverbrauchs für Elektromobilität)
  - Ziel für die Deckung des Wärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung: 15 %
  - Ersatz von Ölheizungen durch Erdgas und Biomasse, sowie andere erneuerbare Energien (Reduktion des Heizölverbrauchs für Wärmeanwendungen bis zum Jahr 2030 um 50 % gegenüber 2016)

Damit sowohl die regionale Wirtschaft, als auch die Einwohner(innen) der Stadt Siegburg und die Stadt selbst von diesen Aktivitäten profitieren können, sollen bei der Umsetzung von Projekten soweit möglich regionale Trägerschaften angestrebt und Beteiligungsmöglichkeiten für Bürgerinnen und Bürger ermöglicht werden.

Werden die o.g. Ziele durch entsprechende Maßnahmen umgesetzt, leistet die Kreisstadt Siegburg - entsprechend ihrer strukturellen und natürlichen Voraussetzungen - einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in Deutschland.



**Abbildung 39 Kreisstadt Siegburg auf dem Weg zur Klimaneutralität**



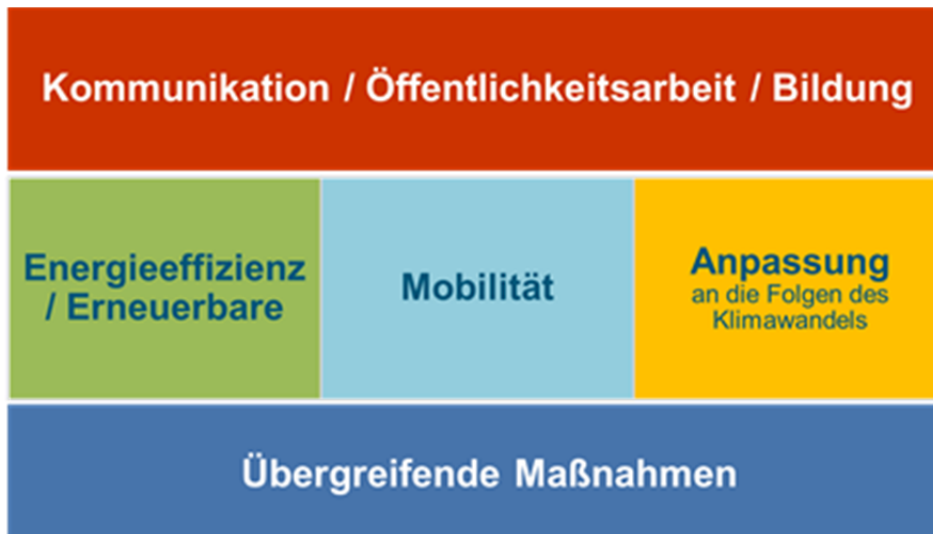
## **7 Maßnahmenkatalog**

### **7.1. Methodische Vorbemerkungen**

Die Klimaschutzziele können nur dann erreicht werden, wenn aktiv auf allen Handlungsebenen dafür gearbeitet wird. Der Politik und der Verwaltung kommt dabei eine wichtige Rolle zu, ihr direkter Einfluss auf die Emissionen ist aber relativ gering. Entscheidend für die Zielerreichung ist es daher, dass es gelingt, möglichst viele Bürger(innen) ebenso wie private Unternehmen dazu zu motivieren, Maßnahmen im Sinne des Klimaschutzes umzusetzen. Nur gemeinsam mit allen Beteiligten kann der Ausstoß der CO<sub>2</sub>-Emissionen wirksam gesenkt werden.

Daher wurde für das Integrierte Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzept ein umfangreicher Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung unterschiedlicher Zielgruppen und Handlungsfelder erarbeitet. Als Grundlage dienten die Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz sowie der Potenzialanalysen, da diese aufzeigen, wo Handlungsbedarf besteht. Zu den Themen Energiewirtschaft, Verkehrs- und Mobilitätsmanagement, Planen und Bauen sowie Bildung, wurden Expertengespräche bei der Kreisstadt Siegburg geführt. Die Ergebnisse dieser Gespräche wurden ebenfalls in den Maßnahmenkatalog integriert. Alle neu erarbeiteten Maßnahmen sowie relevante laufende Aktivitäten finden sich in der Maßnahmensammlung im Anhang 2.1 des vorliegenden Konzepts.

Inhaltlich ist der Maßnahmenkatalog in fünf Handlungsfelder unterteilt, wovon drei themenspezifische Bereiche abdecken und zwei als übergeordnete Bereiche einen Rahmen setzen. Die folgende Abbildung 40 zeigt die Struktur des Maßnahmenkatalogs.



**Abbildung 40 Struktur des Maßnahmenkatalogs**

Ausgehend von dieser Maßnahmensammlung mit Beschreibung der Maßnahmen und grober Benennung der Akteure wurde eine Bewertung und Priorisierung durchgeführt. Alle in der Maßnahmensammlung beschriebenen Maßnahmen sind wichtig für die Erreichung der Klimaschutzziele. Es können jedoch nicht alle Projekte gleichzeitig angegangen werden, einige sind zudem augenscheinlich dringender als andere. Daher wurde eine Bewertungs- und Priorisierung für die einzelnen Maßnahmen unter Berücksichtigung folgender Bewertungskriterien bzw. Fragen angewandt:

#### **Bedeutung für den Klimaschutz / die Klimaanpassung in Siegburg**

- Ist die Maßnahme eine notwendige Voraussetzung für andere Maßnahmen?
- Zeigt die Maßnahme schnelle Ergebnisse bzw. ermöglicht die effiziente Erschließung von Reduktionspotenzialen?
- Übt die Maßnahme eine erkennbare Signalwirkung aus oder werden mit der Maßnahme Multiplikatoren erreicht?
- Passt die Maßnahme in besonderer Weise zum Selbstbild der Stadt?

#### **Umsetzbarkeit der Maßnahmen**

- Ist die Maßnahme nicht komplex, da bspw. nur wenige Akteure beteiligt sind?
- Sind keine politischen / administrativen Barrieren oder Widerstände wichtiger Akteursgruppen zu erwarten?
- Ist der logistische / finanzielle Aufwand gering?
- Gibt es bereits erkennbare Aktivitäten / Akteure für die Umsetzung?

Die Bewertung der Maßnahmen wurden mit den Mitgliedern der Arbeitsgruppe und der Lenkungsgruppe diskutiert und von diesen kommentiert. Die Ergebnisse bzw. Rückmel-




dungen von Stadt und o.g. Arbeitsgremien flossen ebenfalls in die Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen ein.

Die neuen Maßnahmen mit höchster Priorität werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).

## 7.2. Kurzübersicht des Maßnahmenkatalogs

In den folgenden Tabellen findet sich eine Kurzübersicht aller vorgeschlagenen Maßnahmen des integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepts. Neben den fünf Handlungsfeldern und der spezifischen Strategie bzw. des Handlungsansatzes, dem Maßnahmentitel und der Maßnahmennummer enthält die Tabelle die Ergebnisse der Bewertung und Priorisierung und ob es sich bei der Maßnahme um die Fortführung bereits begonnener Aktivitäten handelt. Des Weiteren wurde auf Verzahnung mit anderen Prozessen / Planungen (insbesondere eea und ISEK) geachtet und dies entsprechend kenntlich gemacht.

Hieraus ergibt sich die folgende Legende:

Aktivität	Symbol
Prioritäre Maßnahme	
Fortführung bereits begonnener Aktivitäten	
Verzahnung mit anderen Prozessen / Planungen (insbesondere eea und ISEK)	

**Abbildung 41** Legende zu Bewertung und Priorisierung



### 7.2.1 Handlungsfeld: Energieeffizienz und erneuerbare Energien (EE)

Das Handlungsfeld „Energieeffizienz und erneuerbare Energien (EE)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen






- Ausbau Erneuerbare Energien (Strom- und Gas)
- Energieeffiziente Kommune
- Wärmewende
- Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Gewerbe / Handel / Dienstleistungen

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.












**Tabelle 15 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE);  
Maßnahmengruppe: Ausbau Erneuerbare Energien (Strom- und Gas)**

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)		
Maßnahmengruppe: Ausbau Erneuerbare Energien (Strom- und Gas)		
EE-1	Beteiligung der Stadtwerke an EE-Projekten (Strom und Gas)	
EE-2	Aktivierung größerer gewerblich genutzter Dachflächen für die Fotovoltaik-Nutzung	
EE-3	Initiative "PV im Mietwohnungsbau und bei Wohnungseigentum"	
EE-4	Bewerbung Solarkataster	





**Tabelle 16 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE);  
Maßnahmengruppe: Energieeffiziente Kommune**

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)		
Maßnahmengruppe: Energieeffiziente Kommune		
EE-5	Fortentwicklung des kommunalen Energiemanagements	
EE-6	regelmäßige Durchführung von Mitarbeiter- / Nutzerschulung	
EE-7	bereits durchgeführte Maßnahmen sichtbar / erlebbar machen	
EE-8	Erarbeitung und Beschluss von Bau- und Sanierungsleitlinien für Neubau und Bestandssanierung für die Stadt Siegburg	
EE-9	Aufstellung eines mittel- bis längerfristigen Sanierungsfahrplans (Priorisierung / Budgetierung)	
EE-10	Machbarkeitsuntersuchung: Einführung eines "Intracting-Modells"	
EE-11	Nutzung erneuerbarer Energien und / oder KWK bei öffentlichen Gebäuden	
EE-12	Gezielte Nachrüstung von Bestandsgebäuden mit "smart building"-Elementen	
EE-13	Fortführung "Umstellung Straßenbeleuchtung"	

**Tabelle 17 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE);  
Maßnahmengruppe: Wärmewende**

<b>HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Wärmewende</b>		
EE-14	Fortführung der "niederschweligen" Energieberatung	 
EE-15	zielgerichtete Beratungsangebote und Dienstleistungen für Hausverwalter und Eigentümergemeinschaften anbieten	
EE-16	Initiative "weg vom Öl"	
EE-17	Initiative "Solarthermie"	
EE-18	KWK-Initiative (objektbezogen)	
EE-19	Energiedienstleistungen im Wärmebereich fortentwickeln und vermarkten	
EE-20	regelmäßiger Dialog mit den (öffentlichen) Wohnungsbaugesellschaften	 
EE-21	klimaeffiziente Wärme-/Kältenetze bei Neubauvorhaben vorbereiten und realisieren	
EE-22	Machbarkeitsuntersuchung: klimaeffiziente Wärme-/Kältenetze im Bestand	

**Tabelle 18 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE);  
Maßnahmengruppe: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Gewerbe  
/ Handel / Dienstleistungen**

<b>HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Gewerbe / Handel / Dienstleistungen</b>		
EE-23	Beratungsangebot Energieeffizienz bei KMU	
EE-24	Beratungs- und Unterstützungsangebote "Kraft-Wärme-Kopplung" für KMU	
EE-25	aktive Ansprache und Bewerbung Ökoprofit Bonn/Rhein-Sieg	
EE-26	Modellprojekt Energieeffiziente Gewerbegebiete / "Smarte Gewerbegebiete" (Bsp. „Am Turm“)	

Die neuen Maßnahmen mit Priorität 1 () werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).









### 7.2.2 Handlungsfeld: Mobilität (MO)

Das Handlungsfeld „Mobilität (MO)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen




- Förderung Fußverkehr
- Förderung ÖPNV
- Förderung Fahrradverkehr
- Initiative "E-Mobilität / alternative Antriebe"
- Mobilitätsmanagement Stadtverwaltung
- schulisches Mobilitätsmanagement
- Mobilitätsmanagement "Betriebe und Beschäftigte"
- Alternativen zum eigenen Auto: Rahmenbedingungen und Angebote schaffen
- Lieferverkehre begrenzen

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.







**Tabelle 19 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);  
Maßnahmengruppen: Förderung Fußverkehr, ÖPNV, Fahrradverkehr**

<b>HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT (MO)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Förderung Fußverkehr</b>		
MO-1	Fortführung: Barrierefreiheit der Fußwege sichern	
MO-2	Fortführung: ausreichendes Raumangebot für Fußgänger schaffen (breite Fußwege)	
<b>Maßnahmengruppe: Förderung ÖPNV</b>		
MO-3	Fortführung: behindertengerechter Umbau und Attraktivitätssteigerung der Bushaltestellen	
MO-4	Forcierung alternativer Antriebe im Busverkehr	
MO-5	Konzept für einen innerstädtischen Shuttle	
<b>Maßnahmengruppe: Förderung Fahrradverkehr</b>		
MO-6	Fortführung: Umsetzung internes Radverkehrskonzept (Lückenschluss)	
MO-7	Umsetzungskonzept „Radfahren in der Fußgängerzone“	
MO-8	Fortführung Projekt „Fahrrad = Berechtigung“	
MO-9	Projekt „Fahrrad-Schnellweg Rhein-Sieg“ aktiv weiterverfolgen	

**Tabelle 20 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);  
Maßnahmengruppe: Initiative "E-Mobilität / alternative Antriebe"**

<b>HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT (MO)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Initiative "E-Mobilität / alternative Antriebe"</b>		
MO-10	weiterer Ausbau Ladeinfrastruktur in Parkhäusern / auf Parkplätzen durch Stadtbetriebe	
MO-11	weiterer Ausbau öffentlicher / semi-öffentliche Ladeinfrastruktur (Einzelhandel) durch die rhenag	
MO-12	Förderung privater Anschaffungen (Fahrzeuge / Ladeinfrastruktur)	
MO-13	Initiative "Erdgas-Mobilität"	

**Tabelle 21 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);  
Maßnahmengruppe: Mobilitätsmanagement Stadtverwaltung**

<b>HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT (MO)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Mobilitätsmanagement Stadtverwaltung</b>		
MO-14	Fahrrad-Abstell- und Lademöglichkeiten in der Stadtverwaltung schaffen / bedarfsgerecht ausbauen	
MO-15	Bereitstellung von Duschen und Umkleieräumen für Radfahrer	
MO-16	Firmenfahrrad: Voraussetzungen für finanzielle Förderung / Leasing-Angebote für Mitarbeiter schaffen	
MO-17	Job-Ticket: Angebot evaluieren und ggf. fortentwickeln	
MO-18	Fortführung: Parkraummanagement /-bewirtschaftung in der Stadtverwaltung	
MO-19	Regelung zu Dienstfahrten	
MO-20	Klimafreundlicher kommunaler Fuhrpark Kreisstadt Siegburg	




**Tabelle 22 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);  
Maßnahmengruppe: schulisches Mobilitätsmanagement**





<b>HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT (MO)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: schulisches Mobilitätsmanagement</b>		
MO-21	Schülerbring- und -holverkehr reduzieren	
MO-22	Schulisches Mobilitätsmanagement, Parkraummanagement / -bewirtschaftung an Schulen	
MO-23	Sponsoring E-Bike / Fahrradtaschen für Lehrkörper	
MO-24	Fahrrad-Abstell- und Lademöglichkeiten an den Schulen schaffen / bedarfsgerecht ausbauen	

Aus Sicht des Amtes 51 hat das Thema schulisches Mobilitätsmanagement insgesamt eine hohe Bedeutung und ist sowohl für Grundschulen als für weiterführende Schulen wichtig. Dem stimmen wir vollkommen zu. In den Gesprächen mit der Verwaltung ist aber auch deutlich geworden, dass die aktuell vorhandenen Kapazitäten für einen breiten Ansatz nicht ausreichend sind und insofern eine Umsetzung nicht prioritär angegangen werden kann.


**Tabelle 23 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);  
Maßnahmengruppe: Mobilitätsmanagement "Betriebe und Beschäftigte"**


<b>HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT (MO)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Mobilitätsmanagement "Betriebe und Beschäftigte"</b>		
MO-25	betriebliches Mobilitätsmanagement: bewerben	
MO-26	Berufspendler: Fahrgemeinschaften und Mitfahrgelegenheiten fördern	
MO-27	Umstellung betrieblicher Fuhrparke bewerben	

**Tabelle 24 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);  
Maßnahmengruppe: Alternativen zum eigenen Auto: Rahmenbedingungen und Angebote schaffen**

<b>HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT (MO)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Alternativen zum eigenen Auto: Rahmenbedingungen und Angebote schaffen</b>		
MO-28	Mobilitätskarte fortschreiben und fortentwickeln	
MO-29	Einzelhandel als Partner für klimafreundliche Mobilität	
MO-30	Gesamtkonzept Parkraum / Stellplatzsatzung	
MO-31	E-Car-Sharing im Quartier	

**Tabelle 25 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);  
Maßnahmengruppe: Lieferverkehre begrenzen**

<b>HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT (MO)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Lieferverkehre begrenzen</b>		
MO-32	Förderung regionaler Produkte / Produzenten / Händler	
MO-33	Packstationen / Durchfahrverbote	

Die neuen Maßnahmen mit Priorität 1 () werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).




### 7.2.3 Handlungsfeld: Anpassung an die Folgen des Klimawandels (KW)

Das Handlungsfeld „Anpassung an die Folgen des Klimawandels (KW)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen





- Starkregen
- Stadtgrün / Stadtklima


Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.

**Tabelle 26 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW);  
Maßnahmengruppe: Starkregen**

<b>ANPASSUNG AN DIE FOLGEN DES KLIMA-WANDELS (KW)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Starkregen</b>		
KW-1	Untersuchung der Überflutungsgefährdung bei Starkregen	
KW-2	Risikoanalyse und „Handlungskonzept Starkregengefahren“	
KW-3	Initiative "Dachbegrünung"	
KW-4	Anreize für "dezentrale" Entsiegelungsmaßnahmen	
KW-5	Wasser in der Stadt: Schaffung von Aufenthalts- und Erlebnisräumen / Schaffung von Retentionsraum	

**Tabelle 27 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW);  
Maßnahmengruppe: Stadtgrün / Stadtklima**

Maßnahmengruppe: Stadtgrün / Stadtklima		
KW-6	Studie zur Grünflächenplanung in der Kreisstadt Siegburg unter Beachtung der Anforderungen des Klimawandels	
KW-7	Grünflächenplanung als eigenständige Verwaltungsaufgabe (-einheit) etablieren	
KW-8	Richtlinien für Unterhaltung und Management des vorhandenen Stadtgrüns	
KW-9	Erhalt und Schaffung von Schattenplätzen an wichtigen Fußwegeverbindungen in der Innenstadt	 

Die neuen Maßnahmen mit Priorität 1 () werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).







### 7.2.4 Maßnahmengruppe: Übergreifende Maßnahmen (ÜM)

Das Handlungsfeld „Übergreifende Maßnahmen (ÜM)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen





- Leitbild und Ziele
- Verstetigung und Controlling
- Stadtplanung und –entwicklung
- Partner / Netzwerke

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.




**Tabelle 28 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppen: Leitbild und Ziele sowie Verstetigung und Controlling**

<b>ÜBERGREIFENDE MASSNAHMEN (ÜM)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Leitbild und Ziele</b>		
ÜM-1	Energie- und klimapolitisches Leitbild und Ziele festlegen bzw. fortentwickeln	
<b>Maßnahmengruppe: Verstetigung und Controlling</b>		
ÜM-2	Schaffung einer (geförderten) Stelle „Klimaschutzmanagement“	
ÜM-3	Einführung eines Klimaschutz-Controllings	
ÜM-4	regelmäßige Berichterstattung zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes im Umweltausschuss	
ÜM-5	Verzahnung der Umsetzung des Klimakonzeptes mit eea-Prozess	
ÜM-6	regelmäßige Fortentwicklung des Klimaschutzkonzeptes und des Maßnahmenkatalogs auf Basis des Controllings (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)	

**Tabelle 29 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM);  
Maßnahmengruppe: Stadtplanung und -entwicklung**

ÜBERGREIFENDE MASSNAHMEN (ÜM)		
Maßnahmengruppe: Stadtplanung und -entwicklung		
ÜM-7	Prozesse definieren: frühzeitige Einbindung der relevanten Akteure und Aspekte in die städtebauliche Planung und Abwägung	
ÜM-8	Definition fachlicher Standards zur Gewährleistung der Belange "Energie / Klimaschutz / Anpassung" im städtebaulichen Planungs- und Entscheidungsprozess Fundierung der Planung durch fachliche Pläne und Konzepte	
ÜM-9	Möglichkeiten vorhabenbezogener Bebauungspläne und städtebaulicher Verträge zur Umsetzung der Belange "Klima / Energie" nutzen	
ÜM-10	städtebauliche Prozesse und konkrete Projekte zur Umsetzung der Belange "Klima / Energie" nutzen	 

**Tabelle 30 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM);  
Maßnahmengruppe: Partner / Netzwerke**

ÜBERGREIFENDE MASSNAHMEN (ÜM)		
Maßnahmengruppe: Partner / Netzwerke		
ÜM-11	Stadtwerke als städtischer Dienstleister für den Klimaschutz	
ÜM-12	institutionalisierter Dialog zwischen Stadt und rhenag	
ÜM-13	Fortführung: regionale Vernetzung (Kreis / Nachbarkommunen)	

Die neuen Maßnahmen mit Priorität 1 () werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).






### 7.2.5 Maßnahmengruppe: Aktivierung und Beteiligung (AB)

Das Handlungsfeld „Aktivierung und Beteiligung (AB)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen




- Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit
- Klimabildung stärken und fortentwickeln
- Klimaschutz in Kirchen und Vereinen

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.



**Tabelle 31 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB);  
Maßnahmengruppe: Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit**


<b>AKTIVIERUNG UND BETEILIGUNG (AB)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit</b>		
AB-1	Konkretisierung und Umsetzung einer Kommunikationsstrategie für die Umsetzung der Klimaschutzaktivitäten in der Kreisstadt Siegburg	
AB-2	Durchführung von Kampagnen	
AB-3	Aufbau von Medienpartnerschaften mit regionalen Medien	
AB-4	Fortführung: Organisation von Fachvorträgen und Informationsveranstaltungen zu Energie- und Klimaschutzthemen	
AB-5	Durchführung von Events / Nutzung von Events	
AB-6	Anreize für Klimaschutz-Aktivitäten schaffen	
AB-7	Machbarkeitsuntersuchung: Nutzung der Bus-Haltestellen für Fotovoltaik und Bereitstellung Klimainfo	

**Tabelle 32 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB);  
Maßnahmengruppe: Klimabildung stärken und fortentwickeln**

<b>AKTIVIERUNG UND BETEILIGUNG (AB)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Klimabildung stärken und fortentwickeln</b>		
AB-8	schulische Projekte zu Energie- und Klimaschutzthemen konzipieren und durchführen	
AB-9	Fortführung: Organisation von Ausstellungen	
AB-10	Erlebnistouren: Erweiterung des Angebots / Übertragung des vorhandenen Konzeptes auf das Thema "Klima / Energie"	
AB-11	Schüler (und Lehrer) in Planungsprozesse zur energetischen Sanierung ihrer Schulen einbinden	
AB-12	Konzepte zu "Spielend Energiesparen in Kindertagesstätten" erarbeiten und umsetzen	

**Tabelle 33      Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB);  
Maßnahmengruppe: Klimaschutz in Kirchen und Vereinen**

<b>AKTIVIERUNG UND BETEILIGUNG (AB)</b>		
<b>Maßnahmengruppe: Klimaschutz in Kirchen und Vereinen</b>		
AB-13	Schaffung von Beratungsangeboten für Kirchen und Vereine (Energie- / Klimacheck)	
AB-14	Initiative "mein Verein verpflichtet sich" (freiwillige Selbstverpflichtung)	
AB-15	Angebote zur klimafreundlichen Mobilität im Verein (ggf. i.Z. mit städtischem Fuhrpark)	

Die neuen Maßnahmen mit Priorität 1 () werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).

### **7.3.      Klimaschutzfahrplan**

Die folgende Abbildung und Anhang 2.3 geben einen Überblick über den Zeithorizont und die Abfolge der laufenden Maßnahmen und der prioritären, neuen Maßnahmen. Der Balkenplan fokussiert dabei auf die nächsten sieben Jahre, also das laufende Jahr 2018 sowie die Jahre 2019 bis 2021 als angestrebten Zeitraum für die Förderung einer Stelle „Klimaschutzmanagement“ sowie die Jahre 2022 bis 2024 als Zeitraum eines möglichen Anschlussvorhabens.







**Legende:**

10	Hauptamt	GEP	Generalentwässerungsplan	RSK	Rhein-Sieg-Kreis
32	Amt für öffentliche Ordnung	GWG	Gem. Baugenossenschaft St. Augustin eG	RSN	Rhein-Sieg Netz GmbH
36	Umweltamt	HW	Handwerk	RSVG	Rhein-Sieg Verkehrsgesellschaft mbH
51	Amt für Jugend, Schule und Sport	IHK	Industrie- und Handelskammer Bonn/Rhein-Sieg	Schule	Grund- und weiterführende Schulformen
61	Planungs- und Bauaufsichtsamt	KEP	Kurier-, E+press- und Paketdienste (DHL, UPS, DPD, GLS, TNT, Fedex, Hermes)	SM	Sanierungsmanager
68	Amt für Baubetrieb und Immobilienmanagement	KHW	Kreishandwerkerschaft	Sponsor	private Sponsoren
AH	Autohäuser	KM	Kommunale Mobilitätsmanagerin	SSF	Schornsteinfeger
AöR	Stadtbetriebe Siegburg AöR	KSM	Klimaschutzmanager	StGB	Städte- und Gemeindebund
BERS	BürgerEnergie Rhein-Sieg eG	LEG	LEG Immobilien AG	UA	Umweltausschuss
EB	Energieberatung der Verbraucherzentrale NRW	LHST	Nachbarkommunen (Lohmar, Hennef, St. Augustin u. Troisdorf)	UB	Umweltberatung der Verbraucherzentrale NRW
EH	Einzelhandel	Planer	Planungsbüros	VB	NRW
Eltern	Erziehungsberechtigte	RAT	Rat der Kreisstadt Siegburg	VRS	Verkehrsverbund Rhein-Sieg
EntwS	Entwässerungssatzung	Rhenag	Rheinische Energie AG	WiFö	Wirtschaftsförderung
e-Team	eea-Energieteam (36, 61, 68, KM, UB, EB/SM)				
GBG	Gem. Baugenossenschaft eG Siegburg				

## 8 Kommunikationsstrategie

### 8.1. Ziele und Aufgaben

Die Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts und somit die Erreichung der ambitionierten Ziele wird gemeinsam mit allen Akteuren in der Kreisstadt Siegburg und ggf. auch darüber (Einpendler) hinaus erfolgen müssen. Daher ist es notwendig, die Umsetzung des Konzepts und die einzelnen Maßnahmen in den einzelnen Handlungsfeldern durch eine effektive Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zu begleiten.

Primäres Ziel der Kommunikationsstrategie ist die Vermittlung der Zielsetzungen des „Integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzeptes“ in die Breite der Stadtgesellschaft. Dazu sollte als erster Schritt des Klimaschutzmanagements eine entsprechende Kommunikationsstrategie (Maßnahme AB-1) mit folgender Zielrichtung erarbeitet werden:

- Sensibilisierung, Motivierung und Mobilisierung der kommunalen Akteure und Einwohner für den Klimaschutz
- Schaffung eines Klimaschutzbewusstseins auf breiter Ebene
- Positionierung des Themenfeldes Klimaschutz, Energiewende und Klimaanpassung in Siegburg
- laufende Information zur Projektumsetzung.

Die wesentlichen **Aufgaben** der Kommunikationsstrategie bestehen darin:

- Impulse zu setzen,
- Informationen bereitzustellen und
- die richtigen Akteure zusammenzubringen.

Ein weiteres wichtiges Element einer zielgerichteten Kommunikationsstrategie ist die Verknüpfung des Projektes mit Personen. Ein Projekt in diesem Umfang erfordert ein Gesicht, eine Identifikationsfigur und eine klare positiv besetzte Botschaft. Dazu sollte eine eindeutige Positionierung und offensive Aussage der Führungspersönlichkeiten aus Politik und Verwaltung erfolgen. Je mehr dies gelingt, umso klarer kann das Projekt als gemeinsame Zielsetzung in die Breite der Stadtgesellschaft kommuniziert werden.

## **8.2. Instrumente und Zielgruppen**

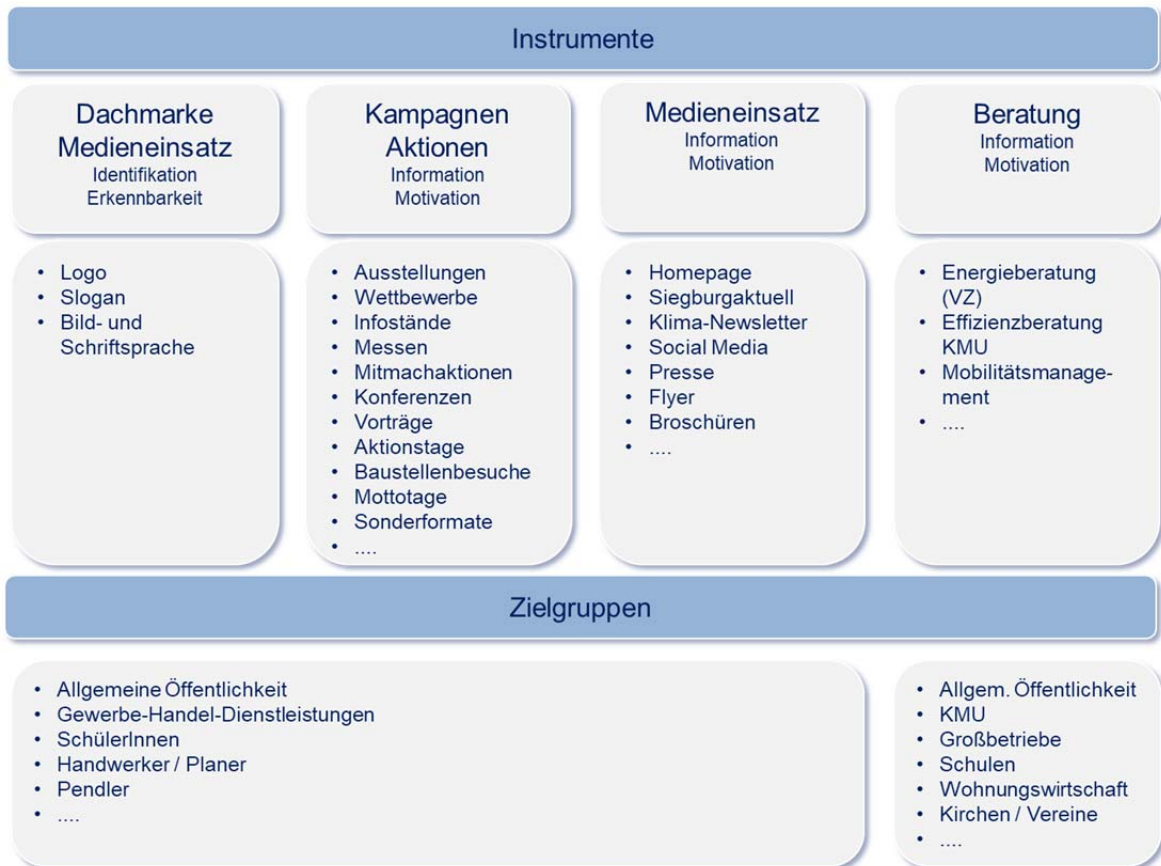
Begleitend zur Maßnahmenumsetzung des IKKK ist eine entsprechende Kommunikationsarbeit seitens des Klimaschutzmanagements durchzuführen. Damit soll neben einer allgemeinen Information über die laufenden Aktivitäten im Bereich von Klimaschutz die Grundlage für die Einbettung möglichst breiter Teile der Bevölkerung geschaffen werden. Insofern sollte die Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz mit Motivierungs- und Marketingaspekten begleitet werden (s. Maßnahmen im Handlungsfeld Aktivierung und Beteiligung).

Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels sind die Angelegenheit vieler Menschen und können nicht alleine durch Fachleute in die Umsetzung gebracht werden. Erfahrungen aus anderen Prozessen zeigen, dass dabei insbesondere die Motivation sowie eine positive Ansprache und Besetzung der Themen die besten Voraussetzungen für eine entsprechende Breitenwirkung und Beteiligung mit sich bringen. Dazu sind entsprechend umfangreiche Kommunikationsstrukturen aufzubauen, die den Umsetzungsprozess deutlich machen mit dem Ziel, möglichst viele Mitstreiter zu gewinnen (Information-Identifikation-Motivation).

Im vorliegenden Klimaschutzkonzept wurde bereits eine Vielzahl von Maßnahmen mit hoher Bedeutung für die Öffentlichkeitsarbeit und ein Klimaschutz-Marketing quer durch alle Handlungsfelder erarbeitet. Zum einen wurden klassische Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung entwickelt (Kapitel 7.2.5). Zum anderen wurden Maßnahmen entwickelt, die sich der übergeordneten Vernetzung und Kommunikation widmen (insbesondere ÜM-4, ÜM-13) oder auch einen starken thematischen Schwerpunkt aufweisen (insbesondere EE-3, EE-4, EE-16 bis EE-18, MO-28, MO-32). Insgesamt werden im Rahmen der genannten Maßnahmen unterschiedliche Kanäle gewählt, um die Zielgruppen ansprechen zu können.

Die Einzelmaßnahmen sind entsprechend öffentlichkeitswirksam darzustellen und offensiv zu „vermarkten“. Die laufenden Aktivitäten und Pressestrategien sind in Form einer jährlichen Programmplanung vorzubereiten und abzustimmen. Dies erfolgt unabhängig von einer laufendenden Berichterstattung zum Umsetzungsstatus des Masterplans (z.B. in Form jährlicher Klimakonferenzen, Pressegesprächen u.a.m.).

Im Zuge der konkreten Umsetzung der einzelnen Projekte sind weitere Bausteine einer Öffentlichkeitsarbeit sowie eines Klimaschutz-Marketings auszuarbeiten und umzusetzen. Eine Grundlage dazu ist der folgenden Übersicht zu entnehmen.



**Abbildung 43 Kommunikationsstrategie: Instrumente und Zielgruppen**

Wesentliche Elemente der Kommunikationsstrategie sind daher:

- Schaffung eines guten, einfachen und motivierenden Zugangs zu zielgruppenorientierten Informationen rund um energieeffizientes Bauen und Sanieren, Stromsparen im Haushalt, Energieeffizienz in Gewerbe, Handel und Dienstleistung, erneuerbare Energien und (Elektro-)Mobilität,
- kontinuierliche Pressearbeit mit dem Ziel, Energie und Klimaschutz als wichtige Themen der Kommunen in den Köpfen zu verankern,
- projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit zur Unterstützung bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen,
- Organisation von zielgruppenspezifischen Aktionen und Veranstaltungen
- Angebot zielgruppenspezifischer Beratung

Bereits bestehende Aktivitäten und Institutionen sollten soweit möglich in die Kommunikation einbezogen werden. Auf dem Markt vorhandene Infomaterialien, Werkzeuge für die Öffentlichkeitsarbeit und Webtools, wie sie zum Beispiel der BINE-Informationdienst oder die Deutsche Energieagentur in hoher Qualität anbieten, sollten genutzt und auf die örtlichen Verhältnisse zugeschnitten werden.

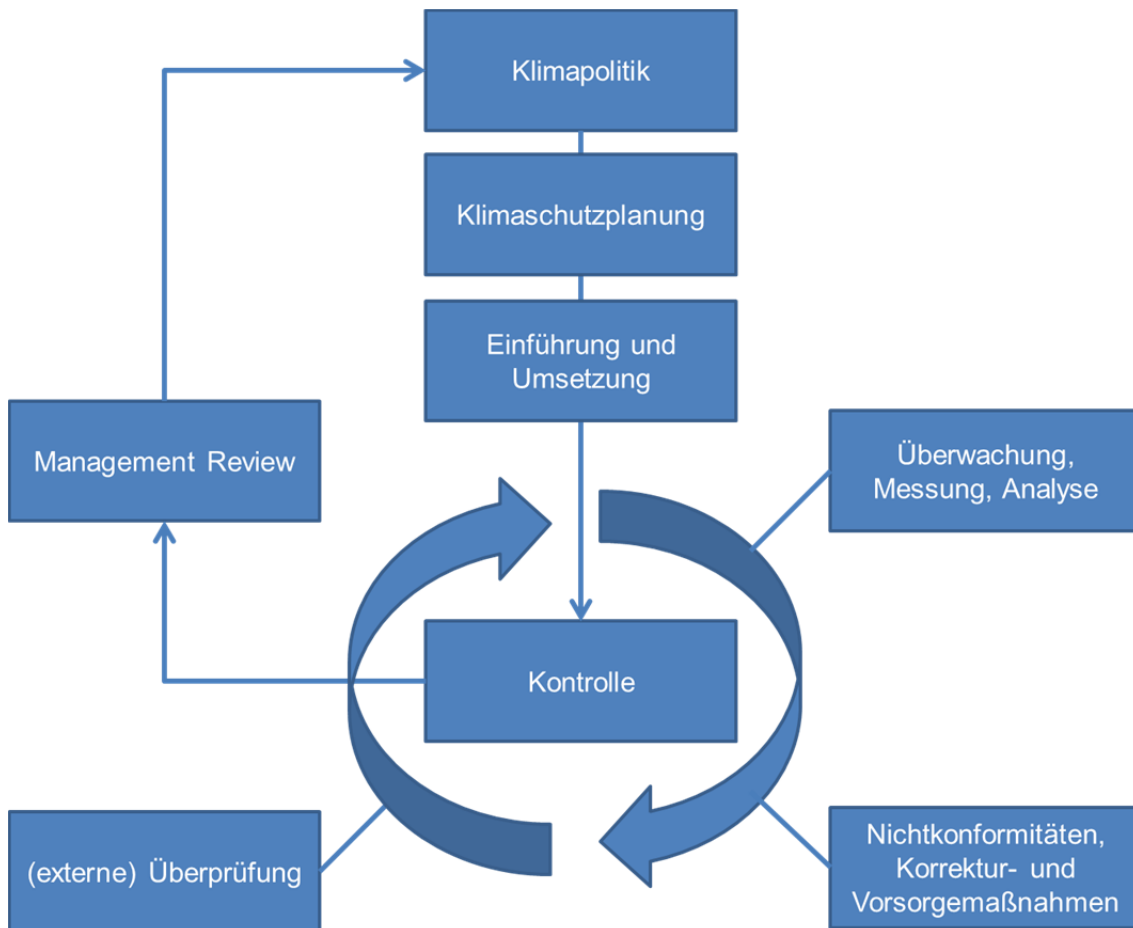


## 9 Controlling- und Monitoringkonzept

Mit dem Controlling- und Monitoringkonzept soll künftig überprüft werden, ob die Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzepts erreicht und in welchem Umfang die Maßnahmen des Konzepts umgesetzt werden. Die zentralen Fragen sind:

- Läuft der übergeordnete Umsetzungs- und Beteiligungsprozesses?
- Werden die vereinbarten Einzelmaßnahmen umgesetzt?
- Welche Ergebnisse werden erzielt?

Dazu wird ein praxistaugliches Controllingkonzept benötigt, das mit verhältnismäßig geringem Aufwand integrierbar ist, so dass es regelmäßig durchgeführt werden kann.



**Abbildung 44 Grundzüge zum Controlling und zur Evaluierung in Anlehnung an ISO 50001 / 14001 (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)**

Das Controlling und die Evaluierung der Klimaschutzaktivitäten sollte in Anlehnung an die in ISO 50001 (Energiemanagementsysteme) beschriebene Vorgehensweise erfolgen: es geht dabei nicht nur um einen Soll-/Ist-Vergleich sondern vielmehr um eine Steuerung- und Koordinierung im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses.

Grundlage der Norm ist der PDCA-Zyklus (**p**lan/planen -> **d**o/einführen und umsetzen -> **c**heck/überwachen, messen und analysieren -> **a**ct/korrigieren).

Die Einführung und Betreuung des Systems ist Aufgabe des Klimaschutzmanagements. Dabei ist eine Zusammenarbeit von kommunaler und Kreisebene sinnvoll: die Erfassung und Bewertung von Informationen sollte auf kommunaler Ebene (mit Unterstützung des Kreises) erfolgen und die Informationen auf Kreisebene zusammengeführt werden. Durch die Kooperation zwischen Kreis und Kommunen ergeben sich Synergien in allen der im Folgenden genannten Einzelschritte.

### **9.1. Überwachung, Messung und Analyse**

Für das Controlling des Integrierten Klimaschutzkonzepts werden die folgenden Bestandteile empfohlen:

1. Fortschreibbare Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz
2. Indikatoren-Analyse
3. Maßnahmen-Monitoring

Nachfolgend werden die einzelnen Punkte erläutert.

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

Mit Hilfe der fortschreibbaren Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz kann auch in Zukunft, nach Fertigstellung des Klimaschutzkonzepts, die Entwicklung der Energieverbräuche, der Energieerzeugung sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen analysiert werden. Das ist insbesondere deshalb wichtig, damit regelmäßig ein Gesamtüberblick über die klimarelevanten Faktoren dargestellt und die Erreichung der gesetzten Ziele überprüft werden kann.

Es wird empfohlen, die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz etwa alle drei Jahre (bzw. im eea-Turnus) zu aktualisieren. Die Ergebnisse der Fortschreibung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz sollten öffentlichkeitswirksam dargestellt werden, z.B. in Form einer entsprechenden Mitteilung in der lokalen Presse (s.u. Klimaschutzberichterstattung).

Im Kapitel 2.1 zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz sind die Daten, die für eine Fortschreibung der Bilanz benötigt werden, beschrieben. Für die Bilanzierung wurde das Tool „EcoRegion“ genutzt. Dieses Tool sollte auch für die Fortschreibung weitergenutzt werden.

Es wird darüber hinaus empfohlen, dass die Kommune das Energie-Monitoring der kommunalen Gebäude und Liegenschaften intensiviert, um den Kenntnisstand über die Energieverbräuche und die Energieeffizienz zu erhalten und daraus potenzielle Maßnahmen ableiten zu können (siehe Maßnahmenkatalog).

### **Indikatoren-Analyse**

Aufbauend auf der Fortschreibung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz soll eine Indikatoren-Analyse durchgeführt werden, die aufzeigt, wie die Entwicklung in verschiedenen Bereichen vorangeht. Für die Auswahl geeigneter Indikatoren wird der erste Fortschrittsbericht zur Energiewende des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie herangezogen (BMWi 2015). Dieser führt eine umfangreiche Liste von Indikatoren für das Monitoring der bundesweiten Energiewende. Aus dieser Liste wurden diejenigen Indikatoren ausgewählt, die für die Fragestellung relevant sind (siehe Tabelle 34). Ausgehend vom aktuellen Stand kann zukünftig anhand der Indikatoren die Entwicklung in der Kreisstadt Siegburg abgebildet werden.

Nr.	Indikator
1	Einwohnerzahl
2	Erwerbstätigenzahl insgesamt und je Einwohner
3	Flächennutzung
4	Bestand an Fahrzeugen nach Fahrzeugklassen insgesamt und je Einwohner
5	Wohnfläche insgesamt und je Einwohner
<b>Energieeffizienz</b>	
6	Endenergieverbrauch nach Energieträgern
7	Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren
8	Endenergieverbrauch nach Anwendungsart
9	Spezifischer Endenergieverbrauch je Einwohner nach Verbrauchssektoren
<b>Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung</b>	
10	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung nach Technologien
11	Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung nach Technologien
12	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Strom gesamt
13	Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch
14	Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch
15	Anteil Kraft-Wärme-Kopplung am Strom- und Wärmeverbrauch
<b>Treibhausgasemissionen</b>	
16	CO <sub>2</sub> -Emissionen insgesamt und je Einwohner
17	CO <sub>2</sub> -Emissionen je Verbrauchssektor
18	Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

**Tabelle 34** Allgemeine Indikatoren für das Monitoring des Klimaschutzkonzepts

### Maßnahmen-Controlling

Das Maßnahmen-Controlling dient dazu, die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Integrierten Klimaschutzkonzepts zu überprüfen. Dabei wird jährlich analysiert, welche Maßnahmen bereits umgesetzt wurden oder sich in der Umsetzung befinden und wie erfolgreich diese waren beziehungsweise sind.

Zur Bewertung einzelner Maßnahmen gibt es „harte“ Indikatoren, wie zum Beispiel die eingesparte Energiemenge oder die Anzahl von durchgeführten Informationsveranstaltungen sowie weiche Indikatoren, wie beispielsweise die Resonanz der Teilnehmer oder der Gesamteindruck aus Sicht des Veranstalters. In den Maßnahmensteckbriefen ist jeweils dargestellt, wie und anhand welcher Indikatoren das Maßnahmen-Controlling erfolgen soll.

Bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen ist frühzeitig darauf zu achten, dass die jeweiligen Verantwortlichen mit dem Controlling vertraut gemacht werden und dass ihnen diese Aufgabe übertragen wird.

Für das Maßnahmen-Controlling wäre das Klimaschutzmanagement verantwortlich.

### **9.2. Ziellanpassung / Maßnahmenanpassung**

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse können Maßnahmen verbessert und ergänzt werden. Zudem wird bei einer Gesamtschau der umgesetzten Maßnahmen ersichtlich, in welchen Bereichen die Kommune besonders stark ist und wo möglicherweise verstärkter Handlungsbedarf besteht.

Bei Bedarf werden Vorschläge zur Ziellanpassung sowie zur Modifizierung der Strategie erarbeitet, neue Maßnahmenvorschläge entwickelt und/oder Vorschläge zur Überarbeitung der Organisationsstrukturen gemacht.

Auch für die Erarbeitung von Vorschlägen zur Ziellanpassung / Maßnahmenanpassung wäre das Klimaschutzmanagement zuständig.

### **9.3. Klimaschutzberichterstattung**

Wesentliches Element des Klimaschutz-Controllings ist ein jährlicher Klimaschutzbericht. Um den Prozess zu verstetigen, wird der Klimaschutzbericht in das Themen- und Terminraster der Sitzungen des fachlich zuständigen Ausschusses eingeplant.

Der Klimaschutzbericht soll in knapper und prägnanter Form die Aktivitäten des vergangenen Berichtszeitraums beschreiben, einen Ausblick auf die Maßnahmen der nächsten Periode geben und die Ergebnisse des Maßnahmen-Controllings sowie periodisch die Entwicklung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz und der darauf aufbauenden Indikatoren-Analyse darstellen. Zielgruppe des Berichts sind sowohl Entscheidungsträger der Kommune als auch die Öffentlichkeit.

#### **9.4. Personalbedarf, erforderliche Investitionen**

Für das Maßnahmen-Controlling und die Berichterstattung sind pro Jahr etwa 15 bis 20 Personentage zu veranschlagen. Alle drei bis vier Jahre soll die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz fortgeschrieben, sowie die Indikatoren-Analyse aktualisiert werden. Hierfür sind für das Klimaschutzmanagement zusätzlich 15 bis 20 Tage einzuplanen, ggf. mit Unterstützung externer Dienstleister.

Für die Umsetzung des Controlling-Konzepts sind im ersten Schritt keine weiteren Investitionen erforderlich. Die Berichterstattung kann mit Hilfe der vorhandenen Mittel umgesetzt werden. Für die Aktualisierung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ist die Lizenz für das Bilanzierungstool aufrecht zu halten. Die Kosten hierfür liegen aktuell bei 1.250 Euro / Jahr.

## **10 Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses / Verstetigungsstrategie**

Die Umsetzung des Integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzeptes für die Kreisstadt Siegburg kann nur dann erfolgreich sein, wenn viele Akteure in den verschiedenen Handlungsfeldern aktiv daran mitwirken und die Umsetzung koordiniert wird. Die Stadtverwaltung kann dabei in vielen Fällen nur initiiierend, informierend und beratend wirken. Die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen muss hingegen oft durch Dritte erfolgen. Daher wird es eine wesentliche Aufgabe der Politik und Verwaltung sein, das Thema „Energiewende, Klimaschutz und Klimawandel“ dauerhaft präsent zu halten und die relevanten Akteure zu motivieren, zu beraten und die Aktivitäten zu koordinieren.

### **10.1 Fortentwicklung der vorhandener Strukturen / Integration vorhandener Akteure und Prozesse**

Die Kreisstadt Siegburg steht bezogen auf die Themen „Energie/Klimaschutz und Anpassung“ nicht am Anfang.

- Insbesondere das Umweltamt, aber auch die „Stabsstelle Kommunales Mobilitätsmanagement“ sind hier schon seit langem tätig.
- Mit dem eea-Prozess wurden bereits erfolgreich Strukturen etabliert und es werden im Rahmen dieses Prozesses Aktivitäten definiert und umgesetzt, die sich teilweise mit den Maßnahmen des Klimaschutz- und Anpassungskonzeptes überschneiden.
- Darüber hinaus sind durch die Kooperation mit der Verbraucherzentrale (Beratungsaktivitäten) und die Zusammenarbeit von Stadtbetrieben und rhenag sowie durch die städtische Beteiligung an der „BürgerEnergie Rhein-Sieg eG“ Akteure und Handlungsmöglichkeiten vorgegeben.

Dies alles muss in der Verstetigungsstrategie ihren Niederschlag finden. Zur Umsetzung des IKKK und zur Verstetigung der Aktivitäten sollte soweit als sinnvoll und möglich auf den vorhandenen Strukturen aufgebaut werden. Konkret bedeutet das

#### 1. Im Energieteam (e-Team) arbeiten mit

- Umweltamt (Amt 36; Federführung),
- Stabstelle Kommunales Mobilitätsmanagement,
- Planungs- und Bauaufsichtsamt (Amt 61)
- Amt für Baubetrieb und Immobilienmanagement (Amt 68),
- Stadtbetrieben AöR und
- Umwelt -,Energie – und Verbraucherberatung

zentrale Akteure der Verwaltung/Stadtbetriebe bereits im Rahmen des eea-Prozesses eng zusammen. Es wird vorgeschlagen, dass das e-Team als Arbeits-



und Abstimmungsgremium auch den Umsetzungsprozess des Klimaschutzkonzeptes aktiv koordiniert und fallweise weitere Ämter (z.B. Wirtschaftsförderung, Stabsstelle Kommunikation, Personalamt, Amt für Jugend, Schule und Sport) zur Beratung und Abstimmung hinzuzieht.

2. Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes betrifft Grundzüge der Stadtpolitik und es werden Haushaltsmittel zur Verfügung gestellt werden müssen. Die politischen Gremien haben im Grundsatz und im Einzelfall darüber zu beraten und beschließen. Der zuständige Fachausschuss ist der Umweltausschuss. Im Umweltausschuss sollte regelmäßig über den Stand der Umsetzung, geplante Aktivitäten sowie über Erfolge (und Rückschläge) des IKKK für die Kreisstadt Siegburg berichtet werden.
3. Um die Umsetzung und Fortentwicklung des Konzeptes auf eine noch breitere gesellschaftliche Basis zu stellen, wird vorgeschlagen, einen Klimaschutzbeirat zu bilden, zu dem Vertreter/innen aller relevanten Akteursgruppen eingeladen werden sollten (Politik, Umweltgruppen / bürgerschaftlich Organisationen, Wirtschaft, Vereine und Verbände, ..). Der Beirat soll den Umsetzungsprozess beratend begleiten und in die Stadtgesellschaft hineinwirken und so den Umsetzungsprozess unterstützen.
4. Aktuell sehen sich die Stadtwerke Siegburg nicht als zentraler Akteur (bzw. städtischer Dienstleister) im Sinne des Klimaschutzes. Das sollte hinterfragt werden.
5. Unabhängig davon ist die rhenag als regionaler Energieversorger ein wichtiger Partner der Stadt. Diese Zusammenarbeit sollte im Sinne einer „strategischen Partnerschaft“ für den Klimaschutz vertieft und ausgebaut werden.
6. Auch die „BürgerEnergie Rhein-Sieg eG“ kann im Umsetzungsprozess einen wichtigen Beitrag leisten, so wie sie das bereits in der Vergangenheit insbesondere durch diverse Fotovoltaikanlagen in Siegburg getan hat. Die Stadt Siegburg ist Mitglied in der Genossenschaft und aktuell –über von den Genossen gewählte Mitglieder der Stadtverwaltung und Stadtpolitik - sowohl im Vorstand als auch im Aufsichtsrat vertreten. Insofern ist aktuell der Informationsfluss gewährleistet und es besteht kurzfristig kein Handlungsbedarf. Für den Fall, dass hier Veränderungen anstehen, wird vorgeschlagen, den Informationsaustausch und die Partnerschaft zwischen Stadt und Genossenschaft zu institutionalisieren.

## **10.2 Schaffung einer Stelle „Klimaschutzmanager/in“**

Die Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts kann nur dann erfolgreich sein, wenn alle Akteure in den verschiedenen Handlungsfeldern aktiv daran mitwirken. Die Kreisstadt Siegburg kann dabei in vielen Fällen lediglich initiiierend, informierend und beratend wirken, die Umsetzung der Maßnahmen selbst muss hingegen oft durch Dritte erfolgen. Daher wird es eine wesentliche Aufgabe der Politik und Verwaltung sein, das Thema „Klimaschutz“ dauerhaft präsent zu halten und die relevanten Akteure zu motivieren, zu beraten und die Aktivitäten zu koordinieren.

Damit dies langfristig gewährleistet werden kann, muss das Thema Klimaschutz sowohl organisatorisch als auch institutionell verankert und mit ausreichend personellen und finanziellen Mitteln ausgestattet werden. Im Maßnahmenkatalog wurde daher vorgeschlagen, unter Vorbehalt einer Förderung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) eine Vollzeit-Stelle für ein „Klimaschutzmanagement“ (KSM) zu schaffen.

Dem Klimaschutzmanagement kämen insbesondere folgende Aufgaben zu:

- Koordinierung der Energie- und Klimaschutzaktivitäten der Kreisstadt Siegburg
- Einbindung weiterer Akteure / Netzwerkarbeit / Schnittstellenfunktion zwischen Kreisstadt Siegburg und Kreis sowie sonstigen regionalen und überregionalen Akteuren (für die Themen, die sich aus der Umsetzung des IKKK ergeben)
- fachliche Betreuung des Umweltausschusses (für die Themen, die sich aus der Umsetzung des IKKK ergeben) und ggf. des „Klimabeirats“
- Begleitung und Koordination der Aktivitäten Dritter, Förderung von Netzwerken
- Fortentwicklung des Maßnahmenkatalogs
- Eruierung von Finanzquellen und Akquisition von Fördermitteln
- Zentrale Anlaufstelle für Bürgerinnen, Bürger und Unternehmen im Bereich Energie und Klimaschutz
- Erstberatung der Akteure zu Fördermittelquellen im Bereich Energie und Klimaschutz (in Zusammenarbeit / Abstimmung mit der Verbraucherzentrale)
- Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz / Ausgestaltung und Durchführung von Klimaschutzaktionen
- Herausgabe eines jährlichen Energie- und Klimaschutzberichts

Es wird vorgeschlagen, die Stelle organisatorisch beim Umweltamt der Kreisstadt Siegburg anzusiedeln.

## Quellenverzeichnis

- AGEB 2013            Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012“, Berlin, November 2013
- AGEB 2017            Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2016“, Berlin, September 2017
- BDH 2011            Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V (BDH): „Energetische Gebäudesanierung mit System“; [http://bdh-koeln.de/fileadmin/user\\_upload/borschueren/energetische\\_gebaeu\\_desanierung\\_mit\\_system\\_2011\\_cd.pdf](http://bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/borschueren/energetische_gebaeu_desanierung_mit_system_2011_cd.pdf)
- BMU 2012            Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Hrsg.: „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“, Berlin, 2012
- BMUB 2016            Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) „Klimaschutzplan 2050 Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung“, 14. November 2016
- BMUB 2017            Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) „Klimaschutzplan 2050“, Webseite des BMUB, [http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz-/klima-klimaschutz-download/artikel/klimaschutzplan-2050/?tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=3915](http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz-/klima-klimaschutz-download/artikel/klimaschutzplan-2050/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=3915), aufgerufen im April 2017
- BMVI                Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Berechnung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen des ÖPNV - Leitfaden zur Anwendung der europäischen Norm EN 16258
- BMWi 2015            Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.: „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2014“, Berlin, 2015
- BMWi 2017            Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.: „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland“, Berlin, Stand Februar 2017
- BR Köln 2015        Bezirksregierung Köln, Hrsg.: Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW – Hochwassergefährdung und Maßnahmenplanung Siegburg, Dezember 2015
- BSW 2012            Bundesverband BSW Solar: Fahrplan Solarwärme, Langfassung Juli 2012

- Bundesregierung 2015 Die Bundesregierung: Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Stand: 16.11.2015
- BWP 2013 Bundesverband Wärmepumpen (BWP): BWP-Branchenstudie 2013
- dena 2012 Deutsche Energie-Agentur (dena): „Stand-by“, Webseite der dena zum Thema Stand-By-Verluste, <http://www.thema-energie.de/strom/stand-by/stand-by.html>, aufgerufen im Oktober 2012
- dena 2017 Deutsche Energieagentur (dena): „Initiative Energieeffizienz“, Internetseite <http://www.initiative-energieeffizienz.de> , aufgerufen im April 2017
- DWD 2016 Deutscher Wetterdienst (DWD) 2016: Wetterlexikon - Sturmzyklone.  
<https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=102248&lv3=102648>, Zugriff am 29.09.2016.
- DWD 2018 Deutscher Wetterdienst (DWD) 2018: Deutscher Klimaatlas  
[https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html), aufgerufen im Januar 2018
- EA NRW 2010 EnergieAgentur Nordrhein-Westfalen (EA NRW): „Beleuchtung – Potenziale zur Energieeinsparung“, Broschüre der EA NRW, 2010, zu beziehen unter <http://www.energieagentur.nrw.de>
- Energiegipfel 2011 Hessischer Energiegipfel: „Abschlussbericht des Hessischen Energiegipfels vom 10. November 2011“. Wiesbaden 2011
- Future Cities 2013 Lippeverband, Lead-Partner des INTERREG IVB-Projekts: Future Cities Anpassungskompass – Handbuch zur Entwicklung klimatauglicher Stadtregionen, 2013
- GD-NRW 2009 Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen: Gutachten zu den geologischen, hydrogeologischen und geothermischen Untergrundverhältnisse im Stadtgebiet von Siegburg; Krefeld, 07.09.2009; Auftraggeber: Stadt Siegburg
- HLUG 2013 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Fachzentrum Klimawandel Hessen (HLUG), 2013: Klimawandel in der Zukunft, Wiesbaden
- HS Bochum 2010 HS Bochum – University of Applied Sciences, Zentrum für Geothermie und Zukunftsenergien: Potenziale der geothermischen Energieversorgung im Stadtgebiet Siegburg; Bochum, Mai 2010; Auftraggeber: Stadt Siegburg
- ifeu 2014 ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH: „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“, Heidelberg, April 2014

- IÖW 2017 Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) zusammen mit dem Deutschen Institut für Urbanistik (difu): „Online-Wertschöpfungsrechner für energetische Gebäudesanierung“, [Webseite](#), April 2017
- IT.NRW 2017 Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW): „Pendleratlas NRW“, [www.pendleratlas.nrw.de](http://www.pendleratlas.nrw.de), aufgerufen im September 2017
- IWU 2007 Institut Wohnen und Umwelt: „Potentiale zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Wärmeversorgung von Gebäuden in Hessen bis 2012“, Darmstadt, 2007
- Kasang, D. 2011 Kasang, D.: Veränderung regionaler Niederschlagsextreme, in Lozan, J.L., H. Graßl, P. Hupfer, L. Menzel, C.-D. Schönwiese: Warnsignal Klima: Genug Wasser für alle? Wissenschaftliche Fakten, Hamburg, 351-357 (Neuaufgabe 2011).
- KBA 2016 Kraftfahrtbundesamt (KBA): „Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden“, FZ 3 1. Januar 2016
- Kreisstadt Siegburg 2011 Windenergiekonzept Siegburg Vorentwurf 07-10-2011
- Kropp, J. et al. 2009 Kropp, J. et al.: Klimawandel in Nordrhein-Westfalen - Regionale Abschätzung der Anfälligkeit ausgewählter Sektoren. Abschlussbericht des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MUNLV). Potsdam. 2009.
- Landtag NRW 2013 Nordrhein-Westfalen, Landesregierung. "Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen." *Gesetzesentwurf, Landtags-Drucksache* 15 (2013): 2953.
- LANUV 2010a Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) : Klima und Klimawandel in Nordrhein-Westfalen Daten und Hintergründe LANUV-Fachbericht 27. Recklinghausen. 2010.
- LANUV 2010b Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in NRW (ExUS) - Veränderungen in Dauer, Intensität und Raum auf Basis beobachteter Ereignisse und Auswirkungen auf die Eintretenswahrscheinlichkeit, Abschlussbericht erstellt für das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW) durch die Arbeitsgemeinschaft aqua\_plan GmbH, hydrometeo GmbH & Co. KG und dr.papadakis GmbH. 2010.
- LANUV 2013a Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 1: Windenergie; LANUV-Fachbericht 40; (Fassung 2013)

LANUV 2013b	Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 2: Solarenergie; LANUV-Fachbericht 40
LANUV 2014a	Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 3: Biomasse; LANUV-Fachbericht 40; 2014
LANUV 2014b	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Regionale Klimamodellprojektionen für Nordrhein-Westfalen. 2014: <a href="http://www.lanuv.nrw.de/klima/klimawandel/klimaprojektionen/klimamodellprojektionen-fuer-nrw/">http://www.lanuv.nrw.de/klima/klimawandel/klimaprojektionen/klimamodellprojektionen-fuer-nrw/</a> , Zugriff am 17.02.2017.
LANUV 2015	Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW; Teil 4: Geothermie; LANUV-Fachbericht 40; 2015
LANUV 2018	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Klimaatlas Nordrhein-Westfalen. <a href="http://www.klimaatlas.nrw.de/site/">http://www.klimaatlas.nrw.de/site/</a> , aufgerufen im Januar 2018.
MKULNV 2015a	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: „Die Klimaschutzpolitik des Landes NRW“, Düsseldorf, 2015.
MKULNV 2015b	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: „Klimaschutzplan NRW“, Düsseldorf, 2015.
Rhein-Sieg-Kreis 2017	Masterplan Energiewende – Integriertes Klimaschutzkonzept für den Rhein-Sieg-Kreis, Rhein-Sieg-Kreis (Herausgeber), 2017
Morcillo 2011	Morcillo, M.; „CO <sub>2</sub> -Bilanzierung im Klimabündnis“, Frankfurt a.M., November 2011
ÖEA 2012	Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency (ÖEA); „Topprodukte“, <a href="http://www.topprodukte.at/">http://www.topprodukte.at/</a> ; aufgerufen im Oktober 2012
Quaschnig 2000	Volker Quaschnig: „Systemtechnik einer klimaverträglichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland für das 21. Jahrhundert“, Fortschritts-Berichte VDI, Reihe 6, Nr. 437, VDI-Verlag Düsseldorf, 2000
SU 2015	Umweltamt der Stadt Siegburg: Evaluation von Klimawandeleffekten im Rahmen der eea (European Energy Award) Berichterstattung, Stand 11.08.2015
SU 2016	Kreisstadt Siegburg: <a href="http://www.siegburg.de/stadt/aktuell/lokales/nachrichten/blutwurstbrot-rot-fuer-die-feuerwehr/">http://www.siegburg.de/stadt/aktuell/lokales/nachrichten/blutwurstbrot-rot-fuer-die-feuerwehr/</a> , aufgerufen im Januar 2018
SU 2017	Kreisstadt Siegburg (SU): „Mobil in... Siegburg Zentrum“, Flyer der Kreisstadt Siegburg, des Rhein-Siegkreises, sowie der Verkehrsgesellschaften RSVG BBV und VRS, Mai 2017

- UBA 2010 Umweltbundesamt (UBA): „CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland: Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale“, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3773.pdf>
- UBA 2013 Umweltbundesamt (UBA, Hrsg.): „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“, Ahrens, Becker et al., Dessau-Roßlau, März 2013
- UBA 2016 Umweltbundesamt (UBA): „Entwicklung des Brennstoffausnutzungsgrades<sup>1</sup> fossiler Kraftwerke“, Webseite des UBA: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/6\\_abb\\_entwicklung-brennstoffausnutzungsgrad\\_2016-06-14.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/6_abb_entwicklung-brennstoffausnutzungsgrad_2016-06-14.pdf)
- UBA 2017 Umweltbundesamt (UBA): „Energiebedingte Emissionen“, <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/energiebedingte-emissionen>, Mai 2017
- Ulbrich, U et al. 2009 Ulbrich, U et al.: Extra-tropical cyclones in the present and future climate: a review, Theoretical and Applied Climatology 96, 117-131. 2009.
- VDI 2015 Verein Deutscher Ingenieure: VDI 3787 Blatt 1, Umweltmeteorologie: Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN-Normenausschuss KRdL; September 2015
- VM NRW 2017 Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (VM NRW): „RadroutenPlaner NRW“, <http://www.radroutenplaner.nrw.de>, aufgerufen im September 2017
- VRS 2016 Verkehrsverbund Rhein-Sieg GmbH: „Busnetz 2017 – Rhein-Sieg-Kreis rechtsrheinisch“, [www.vrsinfo.de/streckennetz/busnetzplaene.html](http://www.vrsinfo.de/streckennetz/busnetzplaene.html), abgerufen im September 2017





**INFRASTRUKTUR & UMWELT**  
Professor Böhm und Partner

Julius-Reiber-Straße 17  
D-64293 Darmstadt  
Telefon +49 (0) 61 51/81 30-0  
Telefax +49 (0) 61 51/81 30-20

**Niederlassung Potsdam**

Gregor-Mendel-Straße 9  
D-14469 Potsdam  
Telefon +49 (0) 3 31/5 05 81-0  
Telefax +49 (0) 3 31/5 05 81-20

E-Mail: [mail@iu-info.de](mailto:mail@iu-info.de)  
Internet: [www.iu-info.de](http://www.iu-info.de)