ENDBERICHT

Energie- und Klimaschutzkonzept für Zweibrücken

Auftraggeber:
Stadtwerke Zweibrücken

Leipzig, 18.08.2015

Impressum

Auftraggeber
Stadtwerke Zweibrücken
Gasstraße 1
66482 Zweibrücken

Auftragnehmer
Leipziger Institut für Energie GmbH
Lessingstraße 2
04109 Leipzig

Ein Unternehmen der
Technischen Universität Hamburg-Harburg
und der TuTech Innovation GmbH

Bearbeitung
Christoph Voigtländer
Telefon 03 41 / 22 47 62 14
E-Mail Christoph.Voigtlaender@ie-leipzig.com

Laufzeit
Januar bis August 2015

Datum
Leipzig, 18.08.2015

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 1

1 Einleitung 8

2 Beschreibung des Untersuchungsraumes 10

3 Bestandsaufnahme 13

4 Energie- und CO_2-Bilanz 16
4.1 Bilanzierungsmethodik 16
4.2 Sektor Energieerzeugung 17
4.3 Sektor Private Haushalte 18
4.4 Sektor Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen 23
4.5 Städtische Liegenschaften 25
4.6 Sektor Verkehr 28
4.7 Zusammenfassung Energie- und CO_2-Bilanz 31

5 Potenzialanalysen/Handlungsoptionen 35
5.1 Analysen im Sektor Energieerzeugung 36
5.2 Analysen im Sektor Private Haushalte 41
5.3 Analysen im Sektor Industrie/GHD 54

6 Szenarienvergleich 62

7 Umsetzungskonzept 70
7.1 Grundlagen des Umsetzungsprozesses 70
7.2 Organisation des Umsetzungsprozesses 70
7.3 Instrumentenkatalog 72
7.4 Controlling-Konzept 91

8 Fazit 93

9 Verzeichnisse 94
Abkürzungsverzeichnis 95
Abbildungsverzeichnis 96
Tabellenverzeichnis 98
Literaturverzeichnis 99

Zusammenfassung

Ablauf der Erstellung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes

Das erarbeitete Energie- und Klimaschutzkonzept wurde für die Stadt Zweibrücken im Auftrag der Stadtwerke Zweibrücken (SWZ) erstellt. Für die zentrale Erarbeitung wurde zunächst ein Projektteam gebildet, dieses bestand aus Vertretern der Stadtwerke, der Stadtverwaltung, des Umwelt- und Servicebetriebes (UBZ), Kommunalpolitikern der Parteien, der Thüga als Anteilseigner der Stadtwerke und schließlich dem Auftragnehmer Leipziger Institut für Energie. Zwischen Januar und Juli 2015 fanden insgesamt vier Arbeitsbesprechungen des Projektteams in Zweibrücken statt. Im Rahmen von zwei Workshops wurden zahlreiche Multiplikatoren und Fachleute aus Wirtschaft, Banken, Verbänden, weiteren städtischen Ämtern und der Wohnungswirtschaft sowie Bürger der Stadt Zweibrücken in den Erstellungsprozess integriert.

Auf Grundlage von Energieverbrauchsdaten, die seitens der Stadtwerke sowie der Stadtverwaltung bereitgestellt wurden, wurde vom IE Leipzig eine **Energiebilanz** für die Jahre 1990 bis 2014 erstellt. Aus dieser wurden auch die entsprechenden CO_2-Emissionen abgeleitet. Darauf aufbauend fand eine Trendfortschreibung unter Berücksichtigung demographischer und wirtschaftlicher Prognosen sowie bereits bekannter gesetzlicher Regelungen (etwa zur Energieeffizienz) bis zum Jahr 2025 statt.

Durch Quellenrecherchen und mit Hilfe von Arbeitstreffen des Projektteams sowie Workshops wurden Handlungsoptionen ermittelt, wie zum einen Energie eingespart und zum anderen der Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigt werden kann.

Daraus wurden gemeinsam mit dem Projektteam zwei weitere **Szenarien** entwickelt, die die Einsparung von Strom und Wärme sowie die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen noch stärker favorisieren. Zur Umsetzung der in den Szenarien enthaltenen **Maßnahmen** wurde ein **Instrumentenkatalog** erstellt, mit dessen Hilfe die örtlichen Akteure die Umsetzung der geplanten Maßnahmen unterstützen können. Der Katalog kann darüber hinaus zur Kontrolle der Umsetzung dienen.

Das Konzept enthält auftragsgemäß keine Maßnahmen zur Energieeinsparung im Verkehrssektor.

Ergebnisse der IST-Analyse und des Trend-Szenarios

Der größte Teil des Endenergieverbrauchs der Stadt Zweibrücken entfällt mit 37 % im Jahr 2014 auf den Wirtschaftssektor (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie). Im Sektor der privaten Haushalte ist eine abnehmende Tendenz zu erkennen, die insbesondere auf allmählich verbesserter Gebäudedämmung, im Trend aber auch auf zurückgehende Einwohnerzahlen, zurückzuführen ist. Der Energieverbrauch des Verkehrssektors (betrachtet wurden die örtlich gemeldeten Kraftfahrzeuge sowie der Schienennahverkehr) wuchs seit 1990 deutlich an (+ 30 % bis 2014), dieser Trend wird sich in abgeschwächter Form bis zum Jahr 2025 fortsetzen. Die städtischen Liegenschaften wurden gesondert betrachtet, im Vergleich zu den übrigen

Sektoren ist ihr Energieverbrauch mit einem Anteil von knapp über 1 % sehr gering (vgl. Abbildung 1). Allerdings ist dies der Bereich, welcher seitens der Stadt Zweibrücken alleinverantwortlich beeinflusst werden kann und bei dem der Stadt und den politischen Gremien eine Vorbildwirkung zukommt.

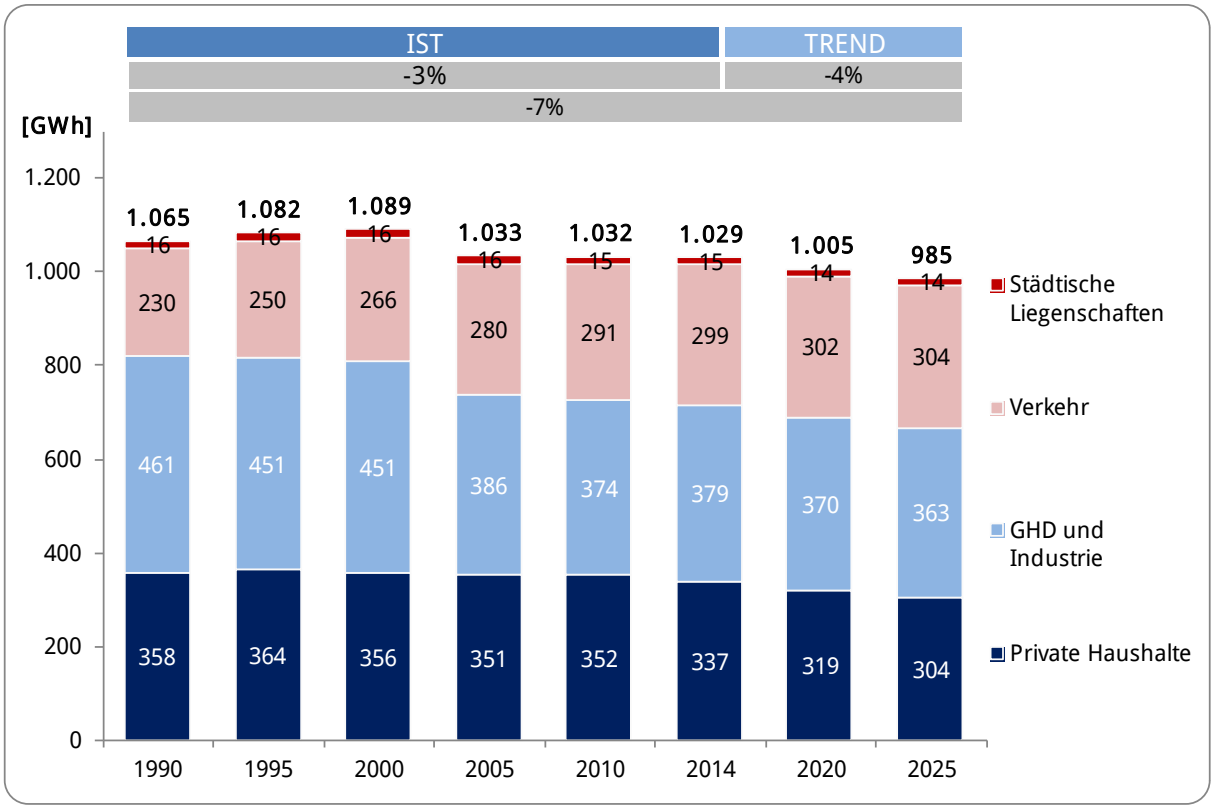


Abbildung 1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Für die gleichen Verbrauchssektoren wie in Abbildung 1 sind in Abbildung 2 die energiebedingten **CO_2-Emissionen** dargestellt. Bei den Emissionen ergibt sich ein deutlicherer Rückgang. Dieser beruht jedoch auf den Annahmen zum bundesweit wachsenden Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, welcher zu einem deutlichen Rückgang der Emissionen im Strombereich führt. In der Vergangenheit haben darüber hinaus Energieträgerwechsel von Heizöl zum umweltfreundlicheren Erdgas zu einer stärkeren Minderung der CO_2-Emissionen geführt.

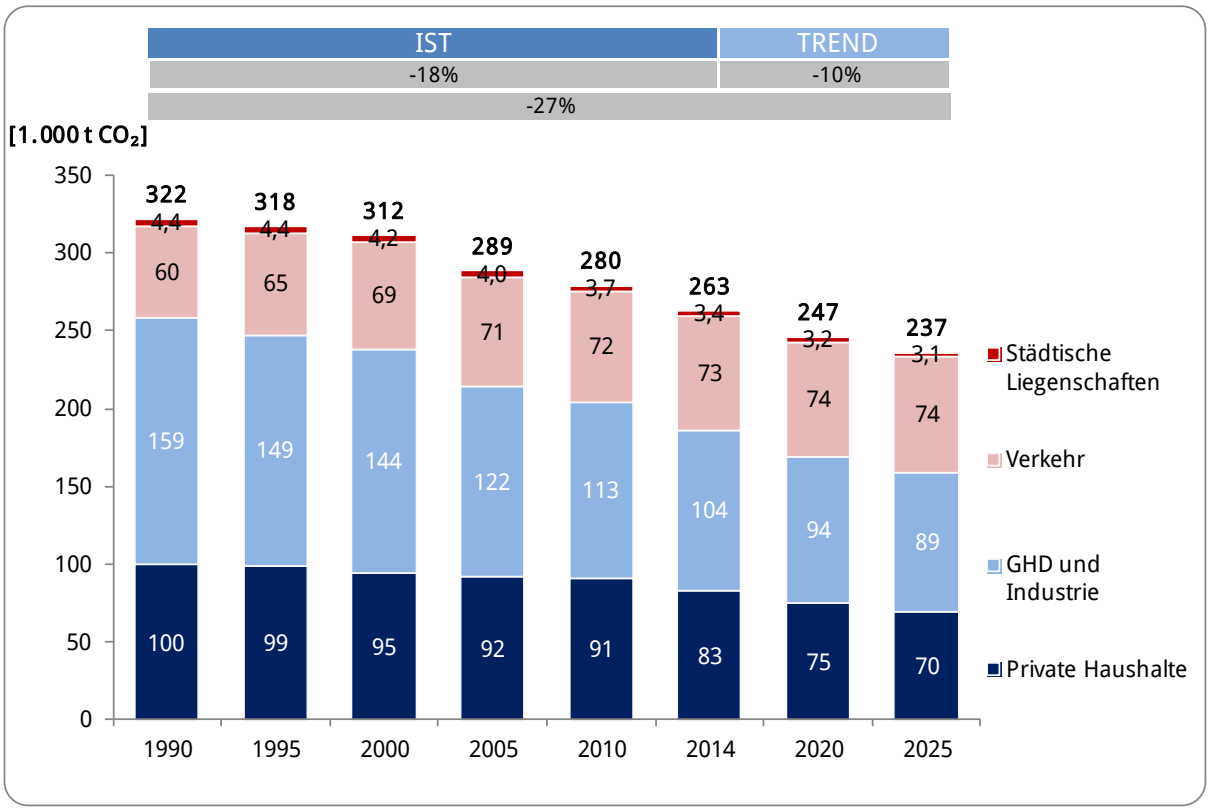


Abbildung 2 Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Verbrauchssektoren

Szenarienvergleich

Zur Darstellung verschiedener Möglichkeiten der Entwicklung des Endenergieverbrauchs wurden neben dem Trend-Szenario zwei weitere Szenarien entwickelt. Die Definitionen der Szenarien wurden wie folgt festgelegt:

- Das **Trend-Szenario** dient als Referenzszenario, mit dem gezeigt werden soll, welche Entwicklungen unter weitgehend unveränderten Rahmenbedingungen bis 2025 zu erwarten sind. Für die Fortschreibung wurden strukturelle Veränderungen, wie z. B. die Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung, technischer Fortschritt und gesetzliche Vorgaben, berücksichtigt. Die wesentlichen Impulse der Entwicklung kommen dabei allerdings nicht aus der Stadt selbst.
- Mit dem **Aktiv-Szenario** soll ein Pfad beschritten werden, bei dem die Umsetzung geeigneter Maßnahmen zur Energieeinsparung sowie zum Ausbau der erneuerbaren Energien vorausschauend und koordiniert verläuft. Es werden zusätzliche Maßnahmen bei Liegenschaften, Haushalten, Industrie/GHD und zur Energieerzeugung umgesetzt, die überwiegend technisch und wirtschaftlich durchführbar sind.
- Bei der Entwicklung des **Perspektiv-Szenarios** stand die Fragestellung im Mittelpunkt: Inwieweit können darüber hinaus Maßnahmen gefunden werden, die zu einem noch höheren Anteil der örtlichen Eigenerzeugung mit erneuerbaren Energien sowie zu einer deutlicheren Hebung der Effizienzpotenziale führen? Die Intensität der Maßnahmenumsetzung

ist gegenüber dem Aktiv-Szenario deutlich höher. Die wirtschaftliche Umsetzbarkeit der betrachteten Maßnahmen ist dabei gegenwärtig jedoch nicht immer gewährleistet.

Die drei Szenarien weisen somit einen unterschiedlichen Umsetzungsgrad bzw. Intensität der identifizierten Maßnahmen zur Energie- und CO_2-Einsparung auf. Besonders deutlich wird dies beim Vergleich der **Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien** (Abbildung 3). Vorwiegend durch die Errichtung von Windenergieanlagen sowie den Ausbau der Photovoltaik kann die Eigenerzeugung wesentlich ansteigen.

Deutliche Unterschiede werden auch im Bereich der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (für Heizung und Warmwasser), insbesondere aber bei Maßnahmen zur **Energieeinsparung** (v. a. Gebäudedämmung, Erneuerung der Heizungssysteme, verbesserte Energieeffizienz in der Wirtschaft) sichtbar.

In Abbildung 4 ist dargestellt, welche Energieeinsparung in den verschiedenen Szenarien möglich erscheint, gegliedert nach Verbrauchssektoren.

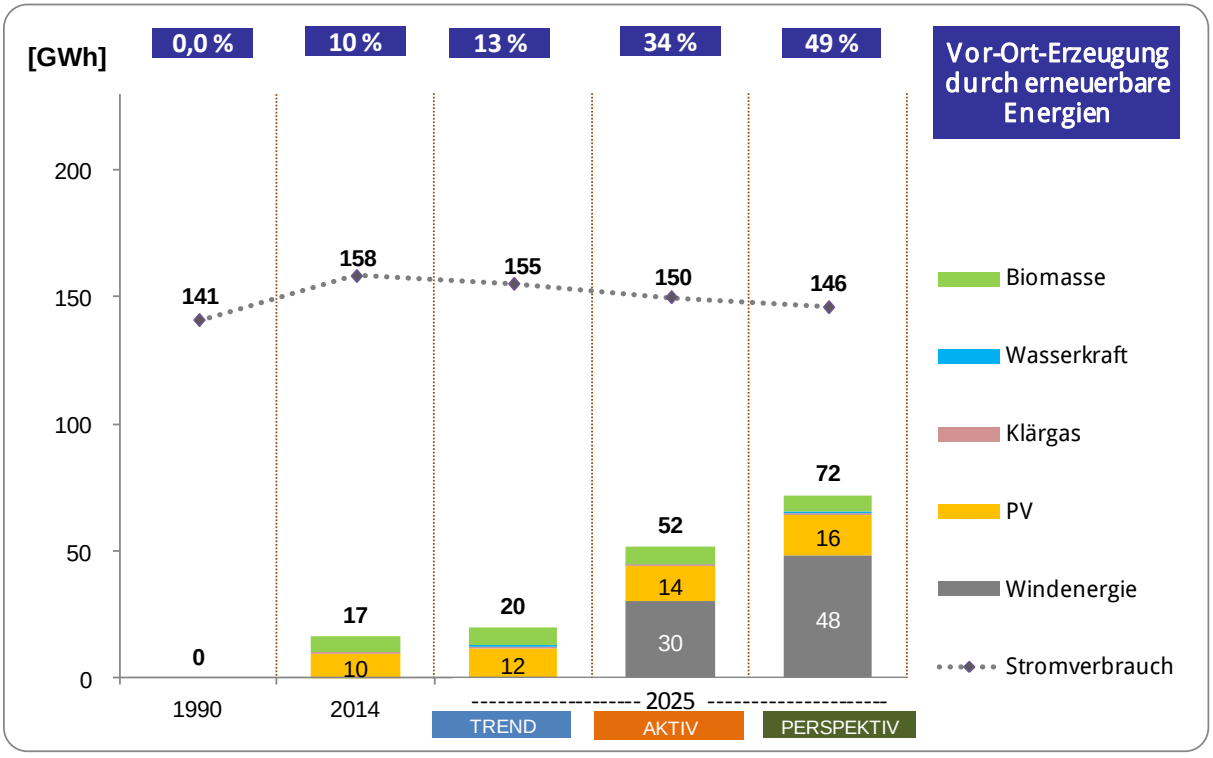


Abbildung 3 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien innerhalb der Stadtgrenzen Zweibrückens
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Werden zusätzlich auch der Ausbau der Erzeugung erneuerbarer Energien sowie die überregionalen Tendenzen beim Energieträgereinsatz in der Bilanz berücksichtigt, ergeben sich bis 2025 noch beträchtliche Potenziale zur **Verminderung der CO_2-Emissionen**, wie in Abbildung 5 sichtbar wird. Es wird dadurch deutlich, dass die Kombination aus Energieeinsparung und gleichzeitiger schrittweiser Umstellung zu erneuerbaren Energieträgern erhebliche Auswirkungen auf die CO_2-Bilanz hat.

Bei Betrachtung der CO_2-Emissionen je Einwohner wird durch die Umsetzung der untersuchten Maßnahmen eine deutliche Reduzierung der jährlichen spezifischen CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2025 gegenüber dem Jahr 2014 erreicht.

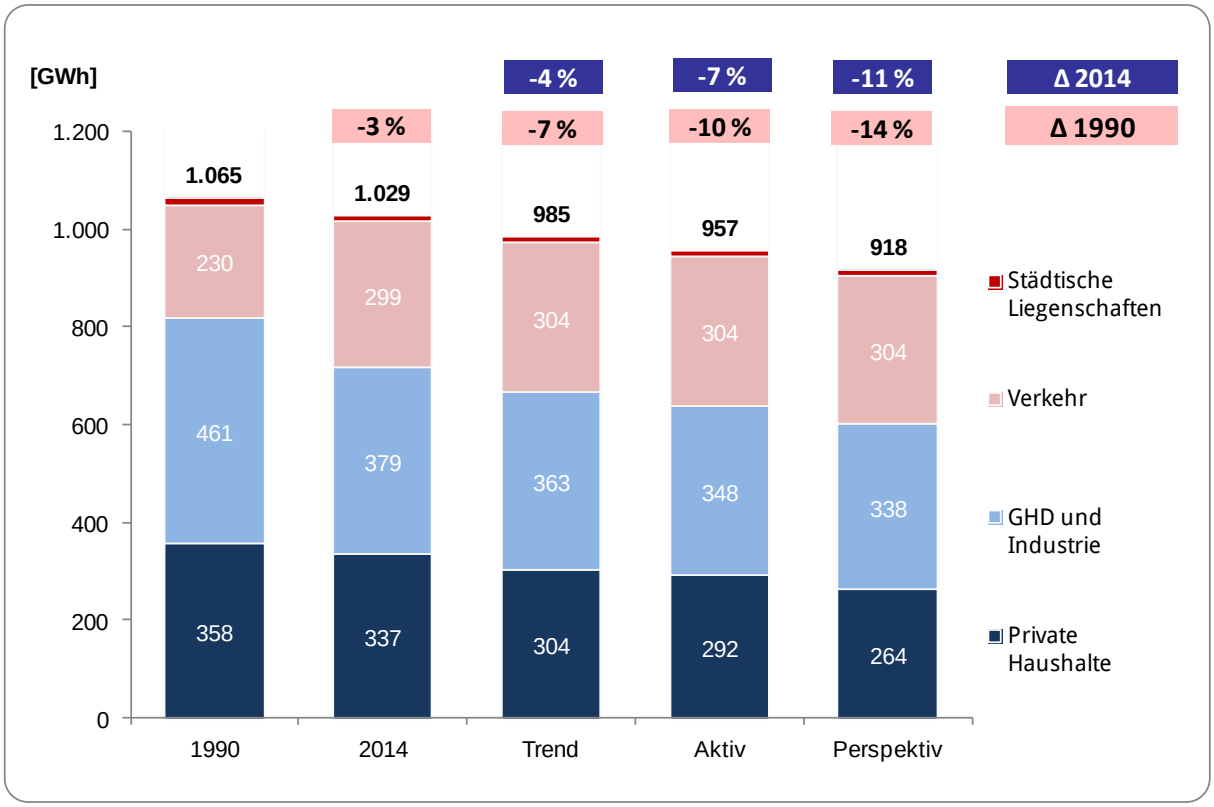


Abbildung 4 Endenergieverbrauch nach Sektoren und Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

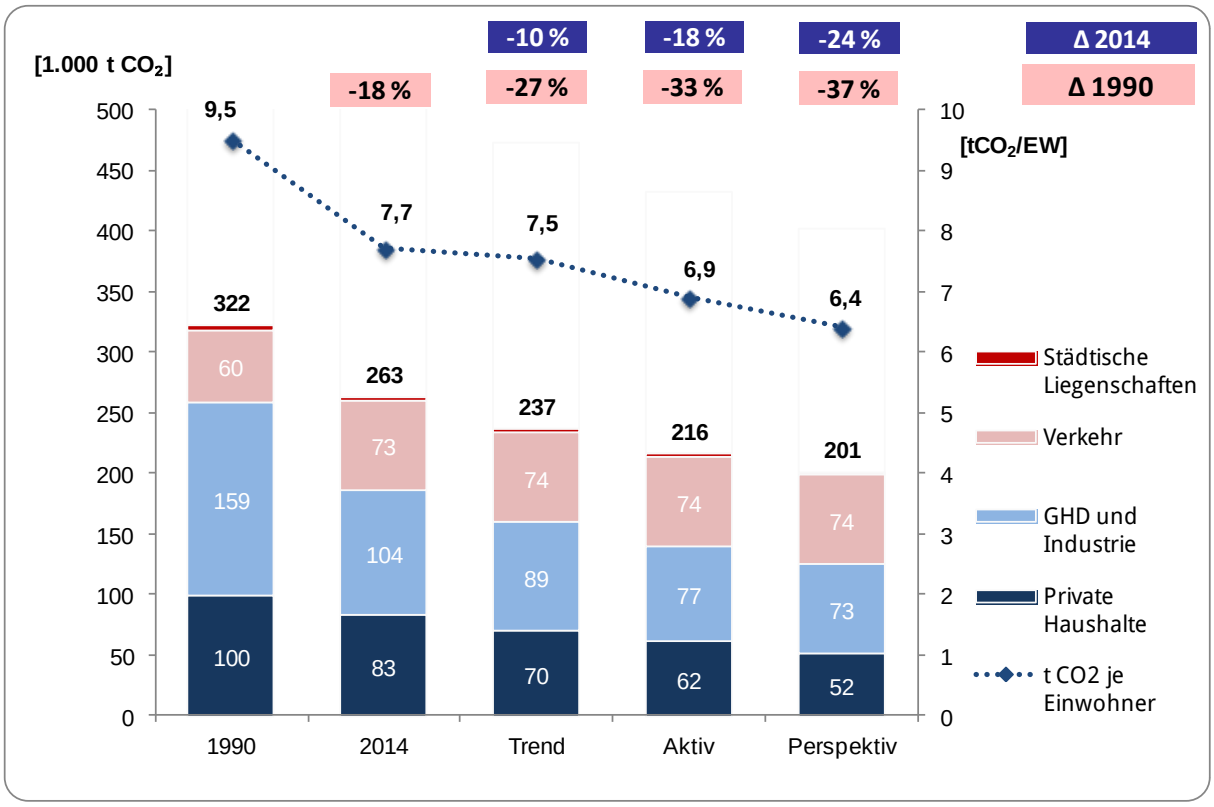


Abbildung 5 CO_2-Bilanz nach Sektoren und je Einwohner in den Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Investitionskosten

Die in Kapitel 6 aufgeführten Handlungsoptionen wurden mit unterschiedlichen Ausprägungen in die drei Szenarien integriert. Innerhalb der Szenarien unterscheidet sich daher der Investitionsbedarf zur Umsetzung dieser Maßnahmen.

Die meisten Kosten entfallen auf die Privathaushalte, an zweiter Stelle folgt die Wirtschaft. Die Gesamtsumme von 215 Mio. Euro, die für das Aktiv-Szenario im Zeitraum von 2015 bis 2025 benötigt wird (Abbildung 6), erscheint sehr hoch. Allerdings steht diesen Investitionen nicht nur ein Umweltnutzen gegenüber, sondern auch eine große Chance für die örtliche Wertschöpfung und insbesondere die Perspektive auf Energiekosten-Einsparungen (vgl. Kapitel 7). Bereits im Trend-Szenario kann mit Investitionen von 115 Mio. Euro, verteilt über 10 Jahre, gerechnet werden. Um diesen Betrag in etwa zu verdoppeln (Aktiv-Szenario) oder zu verdreifachen (Perspektiv-Szenario), sind natürlich erhebliche Anstrengungen erforderlich. Die Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen kann nicht als Selbstläufer angesehen werden, sondern erfordert ein abgestimmtes Vorgehen vieler Akteure vor Ort.

Die Umsetzung der Maßnahmen in den Szenarien führt zu Einsparungen der Energiekosten. Es kann dabei aber nicht pauschalisiert werden, welche Maß-

nahme zu welcher Energiekosteneinsparung führt und nach wie vielen Jahren sich die Maßnahmen amortisieren. Beispielsweise ist die energetische Sanierung der Gebäudehülle bei Gebäuden mit hohem Energieverbrauch durchaus wirtschaftlich. Wird in einem Gebäude aber ohnehin wenig Energie verbraucht, so ist auch die Energiekosteneinsparung durch eine Sanierung gering, eine Amortisation ist demnach auch oft nach mehreren Jahrzehnten nicht absehbar. Die Energiekosteneinsparung (vgl. Kapitel 6 und 7) und demnach auch die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen ist abhängig vom konkreten Einzelfall. Im Rahmen dieser Studie wird davon ausgegangen, dass alle Maßnahmen im Aktiv-Szenario sowohl technisch als auch wirtschaftlich umsetzbar sind. Die wirtschaftliche Umsetzbarkeit der betrachteten Maßnahmen im Perspektiv-Szenario ist gegenwärtig jedoch nicht immer gewährleistet.

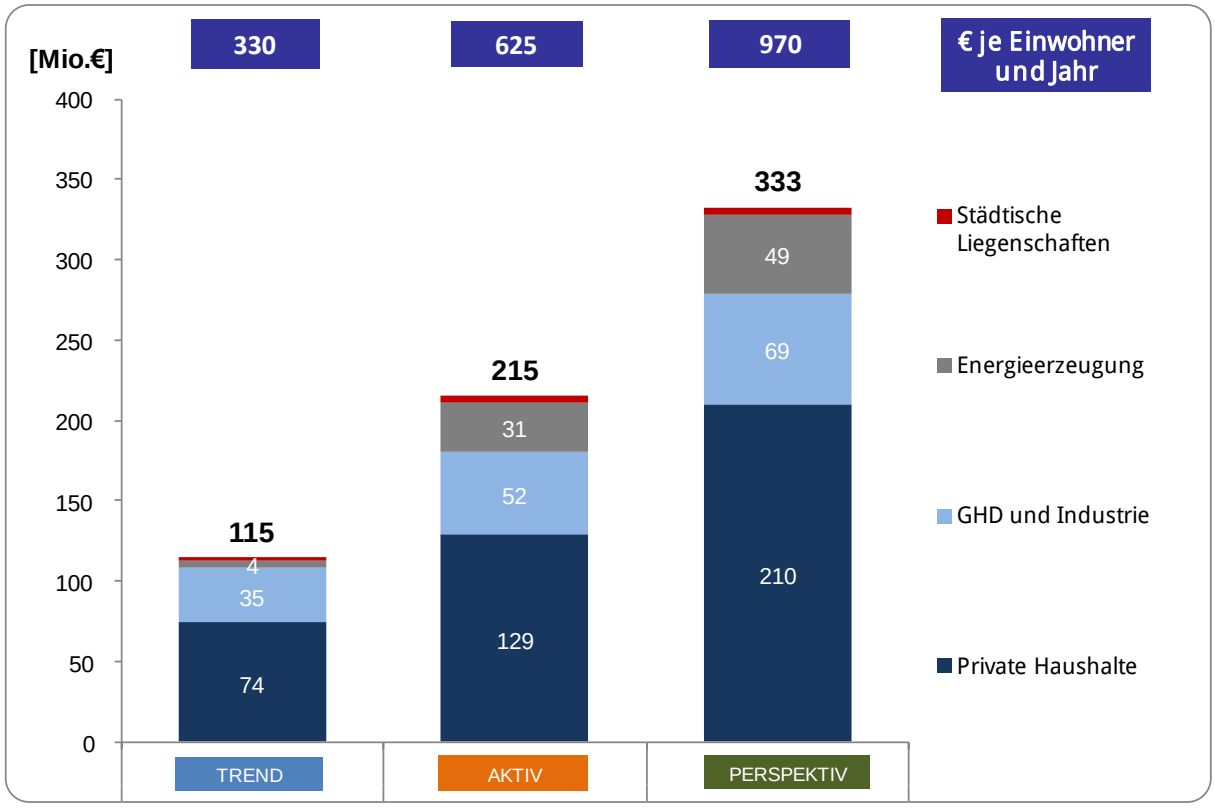


Abbildung 6 Abschätzung der Investitionskosten bis 2025 nach Szenarien

1 Einleitung

Die Bundesregierung hat mit ihrem Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 im Jahr 2014 die Ziele festgelegt, die auf nationaler Ebene mit Blick auf die Energieversorgung und den Klimaschutz erreicht werden sollen. Neben dem Ausstieg aus der Kernenergie werden im Rahmen der Energiestrategie eine höhere Versorgung mit erneuerbaren Energien und eine Verbesserung der Energieeffizienz angestrebt. Die kommunale Ebene spielt für die Umsetzung der Strategieziele eine wichtige Rolle. Durch fundierte Energie- und Klimaschutzkonzepte sollen flächendeckend mittel- bis langfristige Potenziale erkannt und umgesetzt werden.

In diese energie- und klimapolitische Rahmensetzung sind auch die lokalen Energieversorgungsunternehmen (EVU) eingebunden, die einen Beitrag zur Erreichung der Ziele als „natürliche Partner" leisten können. Die EVU stellen sich der Verantwortung für eine nachhaltige Energieversorgung in der Stadt bzw. Region. Hierbei ist aus dem Blickwinkel der EVU aber zu berücksichtigen, dass sie ihre Ertragskraft behalten und die Arbeitsteilung auf dem Weg der Zielerreichung zwischen allen lokalen Akteuren ausgewogen vorgenommen wird. Die Stadtwerke Zweibrücken beabsichtigen, ihre Aktivitäten im Zusammenhang mit der bundesweit eingeleiteten Energiewende und den Klimaschutzanstrengungen u. a. in Form eines Energie- und Klimaschutzkonzeptes auszuweiten. Energie- und Klimaschutzkonzepte zeigen zum einen die aktuelle Situation in Form einer Bestandsaufnahme sowie einer Energie- und CO_2-Bilanz auf, zum anderen werden alle relevanten Potenziale zur Energieeinsparung sowie zur effizienten und regenerativen Energieerzeugung analysiert. Darüber hinaus werden Handlungsoptionen für künftige Klimaschutzanstrengungen mittels eines Maßnahmen- und Instrumentenkataloges erarbeitet und in verschiedenen Szenarien dargestellt.

Vorgehensweise bei der Projektbearbeitung

In der **Grundlagenphase** wurde die Ausgangssituation (IST-Analyse) der Stadt Zweibrücken erfasst. Zur Erstellung der Energiebilanz war zunächst der Energieverbrauch anhand von Kennzahlen für die Sektoren Private Haushalte, stadteigene Liegenschaften, Verkehr, Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) zu ermitteln. Die Ergebnisse wurden anschließend mit verfügbaren realen Verbrauchsdaten der Stadtwerke abgeglichen. Die Bilanzierung erfolgte für die Jahre von 1990 bis 2014. Die weitere Entwicklung von Energieverbrauch und Energieerzeugung wurde unter Berücksichtigung struktureller Einflussfaktoren wie Demographie und Wirtschaft in einem Trend-Szenario (weitestgehend unveränderte Rahmenbedingungen) bis 2025 abgeschätzt.

In der **Potenzialphase** wurden zunächst für die einzelnen Verbrauchssektoren Einspar- und Effizienzpotenziale beim Energieverbrauch aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit bewertet. Hieran schlie-

ßen sich Optionen einer veränderten Energiebereitstellung an. Unter Beachtung vorhandener Restriktionen wurden darüber hinaus Möglichkeiten für den weiteren Ausbau der Bereitstellung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien diskutiert. Aus diesen erschließbaren Energieeffizienz- und Erneuerbaren-Energie-Potenzialen leitet sich das Potenzial zur CO_2-Reduzierung ab. Ausgehend vom Trend-Szenario wurden zwei weitere Szenarien entwickelt: Im Aktiv-Szenario wurden jene Maßnahmen berücksichtigt, die über das Trend-Szenario hinausgehen und zu erhöhten Energie- und CO_2-Einsparungen beitragen, dabei aber unter praktischen und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten realistische Umsetzungschancen haben. Für das Perspektiv-Szenario wurden auch solche Maßnahmen ausgewählt, deren Umsetzung ein sehr ambitioniertes energie- und klimapolitisches Handeln erfordern, und deren Wirtschaftlichkeit aus heutiger Sicht nicht immer gesichert ist. In der **umsetzungsorientierten Phase** wurde ein konkretes Handlungskonzept entwickelt, das die spezifische Situation berücksichtigt und die vorhandenen Aktivitätspotenziale der lokalen Akteure für eine über das Trend-Szenario hinausgehende Entwicklung nutzt. Abschließend wurde für die weitere Umsetzungskontrolle ein Monitoringkonzept erarbeitet. Der während der Erarbeitung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes durchgeführte Kommunikationsprozess bestand aus interner Kommunikation im Projektteam (4 Projektteamsitzungen) sowie externer Kommunikation (Workshops am 23.04.2015 und am 18.06.2015). Die interne Kommunikation erfolgte arbeitsbegleitend und bezog die an der inhaltlichen Bearbeitung beteiligten Akteure in den Projektteamsitzungen mit ein. In Abbildung 7 ist die Organisationsstruktur der Erarbeitung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für Zweibrücken dargestellt.

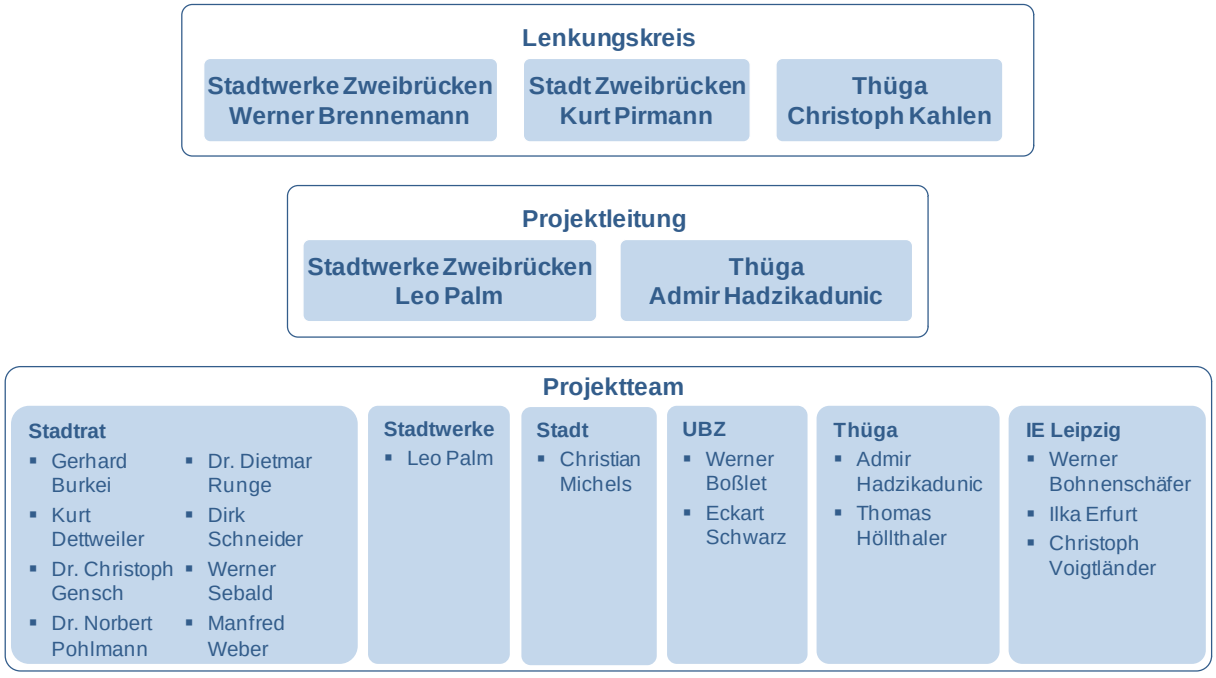


Abbildung 7 Organisationsstruktur zur Erarbeitung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für Zweibrücken
Quelle: Darstellung IE Leipzig

2 Beschreibung des Untersuchungsraumes

Grundlage für die Erstellung eines Energie- und Klimaschutzkonzeptes bildet eine umfassende Analyse des aktuellen Zustandes im Stadtgebiet im Hinblick auf demografische Faktoren, räumliche Strukturen sowie wirtschaftliche Faktoren einschließlich der Flächennutzung für erneuerbare Energien.

Demografische Faktoren

Die Stadt Zweibrücken hat 34.084 Einwohner (Ende 2014). Die Bevölkerung der Stadt weist die in Abbildung 8 dargestellte Altersstruktur auf. Dabei ist ein deutliches Übergewicht der Einwohner im Alter zwischen 40 und 60 zu erkennen (Stand 2009). Vor allem im höheren Alter ab 67 leben deutlich mehr Frauen als Männer in der Stadt (Abbildung 8).

Aufgrund der dargestellten demografischen Entwicklungen ist eine Vergrößerung der spezifischen Haushaltsgrößen (bezogen auf die Wohnfläche je Einwohner) bis zum Jahr 2030 zu erwarten, diese ist durch die wachsende Zahl von Einpersonenhaushalten und der abnehmenden Zahl von Familien begründet.

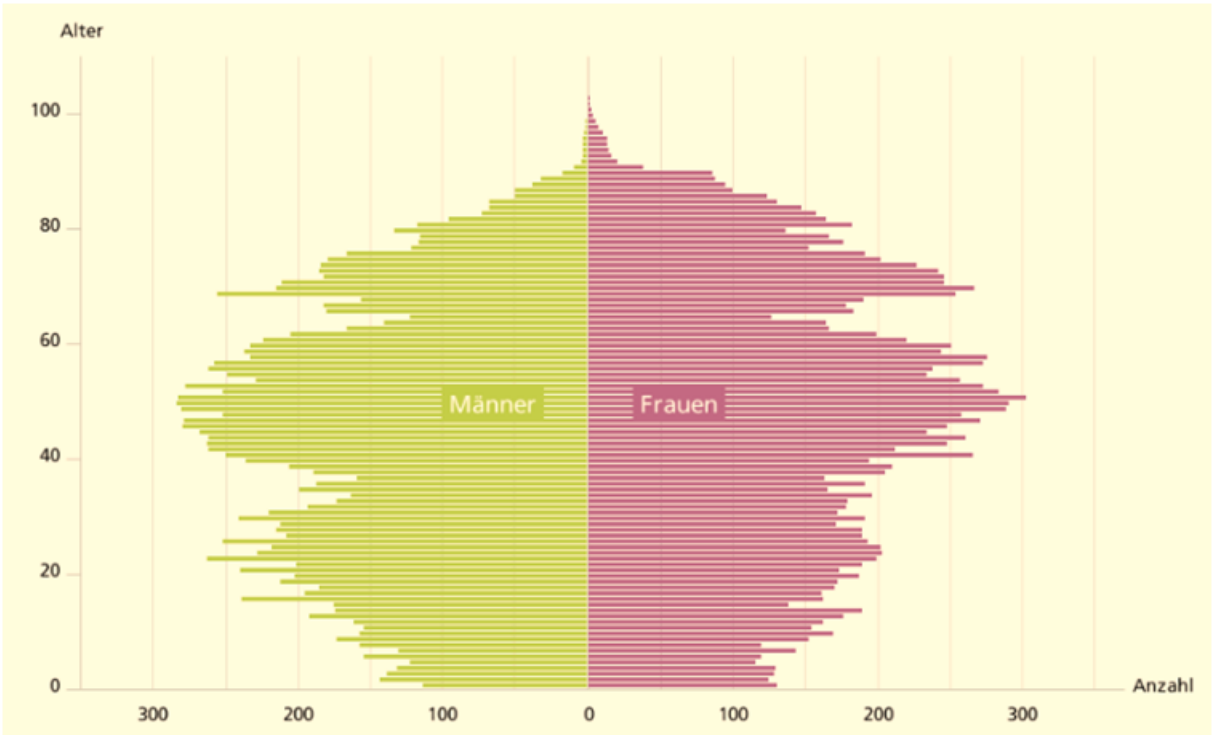


Abbildung 8 Alterspyramide der Stadt Zweibrücken
Quelle: [Bertelsmann 2009]

Die vergangene und zukünftige Bevölkerungsentwicklung von Zweibrücken wird als Strukturwert betrachtet, um daraus im Rahmen der Szenarienerstellung in Arbeitspaket 6 Rückschlüsse auf den zukünftigen Wohnflächenbedarf und damit die notwendige Bereitstellung von Energie ziehen zu können. Gemäß der ausgewerteten Bevölkerungsprognosen wird die Einwohnerzahl bis zum Jahr 2025 um rund 9 % sinken (Abbildung 9). Der Bruch zwischen tatsächlicher Entwicklung bis 2014 und den Prognosen ab 2015 ist auf die Quellen für die Bevölkerungsprognosen (aus den Jahren 2009 bzw. 2011) zurückzuführen. Eine aktuellere Prognose von Bertelsmann aus dem Jahr 2015 [Bertelsmann 2015] lag erst zum Zeitpunkt der Berichterstellung vor. Diese weicht aber nicht wesentlich von den verwendeten Quellen ab und wurde daher nicht mehr berücksichtigt.

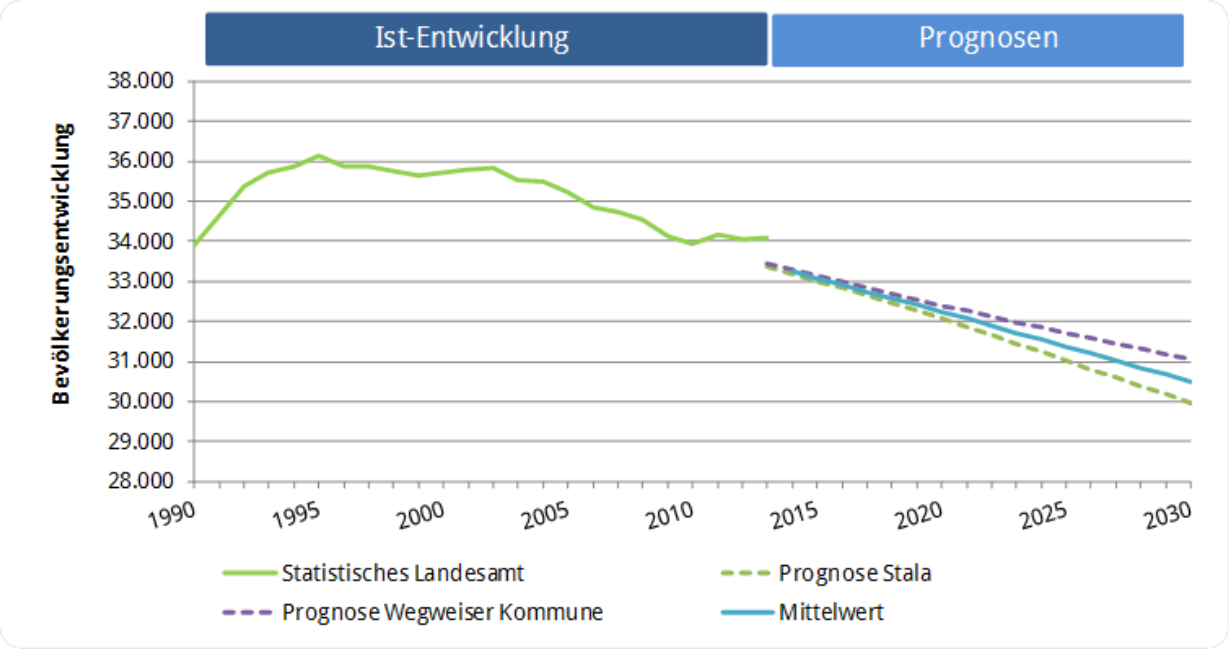


Abbildung 9 Bevölkerungsentwicklung und -prognosen
Quelle: [StalaRPL 2011a], [Bertelsmann 2009]

Darstellung der Flächennutzungen

Die Gebietsfläche der Stadt Zweibrücken umfasst rund 71 km². Die Flächennutzung spielt im Besonderen für die Beurteilung der Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien eine wichtige Rolle (Arbeitspaket 5). Eine Analyse der Veränderung von Flächennutzungen über die letzten 5 Jahre kann Hinweise auf die Entwicklungen bezüglich der Nutzung für erneuerbare Energien geben. Flächennutzungen können dabei der amtlichen Statistik entnommen werden. Ausschlaggebend sind öffentliche Planungen, welche im Rahmen der Erstellung des EKK einer Prüfung unterzogen wurden. Dies betrifft auch mögliche Anforderungen an die Flächennutzung von übergeordneten Planungsebenen wie der Planungsgemeinschaft Westpfalz (vgl. Arbeitspaket 3). Grundlage bildet der Flächennutzungsplan der Stadt Zweibrücken.

Räumliche Strukturen

Die Stadt Zweibrücken liegt in der Westpfalz auf der Westricher Hochfläche, unmittelbar an der Grenze zum Saarland. Die Stadt gliedert sich neben der Innenstadt in die Stadtteile Bubenhausen, Ernstweiler, Ixheim, Niederauerbach, Mörsbach, Oberauerbach, Rimschweiler, Mittelbach-Hengstbach und Wattweiler. In Zweibrücken sind Gewerbe- und Industriegebiete unterschiedlicher Schwerpunktsetzung vorhanden, größter Arbeitgeber der Stadt ist die Metallbaufirma Terex Cranes Germany.

Anziehungspunkt ist das Outlet-Center Zweibrücken, das größte seiner Art in Deutschland. Die Besucherzahl beträgt jährlich über 3 Millionen Menschen.

Wirtschaftliche Faktoren

Schwerpunktbranchen der traditionellen großen Industriebetriebe sind der Maschinenbau sowie die Stahl- und Metallverarbeitung. Als neue Leitbranchen des Standorts positioniert sich im Technologie Campus 2Brücken die Informations- und Kommunikationstechnologie, die Mikrosystemtechnik sowie die Wachstumsbranche Bio- und Medizintechnik. Im Umfeld des Flughafens konzentrieren sich mehrere Gewerbebetriebe, deren Entwicklung durch die Insolvenz des Flughafens kaum beeinträchtigt scheint. Es ist von der Ansiedlung weiterer Unternehmen auf dem Areal des Flughafens auszugehen.

Die Wirtschaftsstruktur wird u. a. für die Erstellung der Szenarien und die Erarbeitung von Maßnahmen berücksichtigt.

Nutzung Erneuerbarer Energien

Im Folgenden wird die Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen innerhalb der Stadt Zweibrücken näher betrachtet, die Anlagenzahlen beziehen sich auf den Stichtag 24.11.2014. Die dargestellten installierten Leistungen sowie die Stromerzeugung wurden aus [EnergyMap 2015] übernommen.

Innerhalb der Stadtgrenzen der kreisfreien Stadt Zweibrücken waren im Jahr 2014 (Stand November 2014) insgesamt **697 Photovoltaik-Anlagen** zur Stromerzeugung installiert. Die installierte Leistung betrug rund 10,5 MW, durch diese Anlagen konnten knapp 9,7 GWh Strom erzeugt werden.

Des Weiteren sind im Stadtgebiet 5 Biomasseanlagen zur Stromerzeugung mit einer Gesamtleistung von rund 1,7 MW installiert, diese erzeugten etwa 6,15 GWh Strom.

In der vorhandenen Klärgasanlage wird das Klärgas durch ein BHKW in Strom und Wärme umgewandelt. Das BHKW hat eine installierte Leistung von 0,11 MW und erzeugt jährlich rund 0,75 GWh Strom.

Komplettiert wird die regenerative Stromerzeugung im Stadtgebiet durch eine Wasserkraftanlage, diese hat eine Leistung von 0,09 MW und erzeugt jährlich rund 0,47 GWh Strom. Im Basisjahr 2014 wurde die Anlage gewartet und war daher außer Betrieb.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien innerhalb der Stadtgrenzen betrug im Jahr 2014 demnach rund 16,6 GWh, dies entspricht dem Verbrauch von etwa 5.400 Haushalten.

3 Bestandsaufnahme

Für künftige Zielsetzungen der Stadt Zweibrücken ist eine umfassende Analyse bestehender Rahmenbedingungen unerlässlich. Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurden verschiedene Rahmenbedingungen näher betrachtet und gegenübergestellt.

Für die Erstellung des Energie- und Klimaschutzkonzepts sind zunächst die übergeordneten Zielsetzungen des Bundes sowie des Landes Rheinland-Pfalz maßgeblich. Auf Bundesebene hat die Bundesregierung die Ziele im Energiekonzept im Jahr 2010 festgelegt. Auf Landesebene ist für Rheinland-Pfalz das Landesklimaschutzgesetz von unmittelbarer Bedeutung. Mit diesem Gesetz hat sich das Land Rheinland-Pfalz als drittes Bundesland eine gesetzliche Grundlage zum Klimaschutz geschaffen.

Die Ziele des zu erstellenden EKK werden sich an diesen übergeordneten Zielen orientieren.

Als weitere Bearbeitungsgrundlage wird der Regionale Raumordnungsplan IV Westpfalz analysiert, Spezifika für die Stadt Zweibrücken werden dabei herausgearbeitet.

Darüber hinaus werden bisher durchgeführte Projekte bzw. Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur CO_2-Reduktion in Zweibrücken und ihre Relevanz bewertet.

Energiekonzept der Bundesregierung

Die Bundesregierung hat sich entsprechend ihrem Energiekonzept aus dem Jahr 2010 folgenden Entwicklungspfad zur Minderung der Treibhausgasemissionen zum Ziel gesetzt:

- 55 % bis 2030
- 70 % bis 2040 und
- 80 % bis 95 % bis zum Jahr 2050.

Als Basisjahr wurde dabei jeweils das Jahr 1990 zugrunde gelegt.

Eine solche deutliche Reduktion der Klimagasemissionen kann nur durch einen Mix unterschiedlicher Maßnahmen zu erreichen sein, die in den so genannten „Meseberger Beschlüssen“ zum „Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm“ [IEKP 2007] sowie im Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010 [BMWi & BMU 2010] festgehalten sind. Wesentliche Inhalte sind:

- Verringerung des Energieverbrauchs durch eine verbesserte Energieeffizienz
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung
- Erneuerbare Energien sollen im Jahr 2020 einen Anteil von 18 % am Bruttoendenergieverbrauch erreichen. Bis 2050 strebt die Bundesregierung folgenden Entwicklungspfad an: 30 % bis 2030, 45 % bis 2040 und 60 % bis 2050.
- Bis zum Jahr 2020 soll zunächst der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung auf 35 % steigen, bis zum Jahr 2030 auf 50 %, bis 2040 auf 65 % und bis 2050 auf 80 %.

- Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung soll bis zum Jahr 2020 auf 14 % ansteigen.

Landesklimaschutzgesetz Rheinland-Pfalz

Das Landesgesetz zur Förderung des Klimaschutzes (Landesklimaschutzgesetz) des Landes Rheinland-Pfalz ist am 23.08.2014 in Kraft getreten. Mit diesem Gesetz hat das Bundesland Rheinland-Pfalz eine gesetzliche Grundlage zum Klimaschutz geschaffen. Der Zweck des Gesetzes ist es, den Klimaschutz in Ergänzung nationaler, europäischer sowie internationaler Anstrengungen nachhaltig zu verbessern. Folgende Ziele und Festlegungen wurden im Landesklimaschutzgesetz verankert:

- Reduktion der Treibhausgase bis zum Jahr 2020 um 40 % gegenüber 1990, bis 2050 werden 100 % angestrebt (mindestens jedoch 90 %)
- Die Maßnahmen zur Erreichung der Reduktionsziele sind in einem Klimaschutzkonzept darzustellen
- Entwicklung eines Klimaschutzmonitoring
- Gründung eines Beirates bei dem für den Klimaschutz zuständigem Ministerium
- Bis 2030 sollen alle Behörden, Hochschulen und sonstige Landeseinrichtungen in der Gesamtbilanz klimaneutral sein

Regionaler Raumordnungsplan IV Westpfalz

Die für die Raumentwicklung maßgebenden Ziele sind auf Landesebene im Landesentwicklungsprogramm (LEP) und auf der Ebene der Planungsregionen in den Regionalen Raumordnungsplänen (ROP) formuliert. Die zuständige Planungsgemeinschaft für die Stadt Zweibrücken ist die Planungsgemeinschaft Westpfalz (PGW). Der Regionale Raumordnungsplan IV Westpfalz ist seit August 2012 rechtsverbindlich. Im Jahr 2014 erfolgte eine Teilfortschreibung dieses Raumordnungsplanes, Grund war die in Kraft getretene Teilfortschreibung des Landesentwicklungsprogramms im Bereich Erneuerbare Energien. In Abbildung 10 ist ein für die Stadt Zweibrücken zutreffender Ausschnitt aus dem Raumordnungsplan IV Westpfalz dargestellt. Hieraus wird ersichtlich, dass sich auf dem Stadtgebiet keinerlei Vorranggebiete für die Windenergienutzung befinden. Nahezu das komplette Gebiet ist als Regionaler Grünzug ausgewiesen, nördlich der Stadt befindet sich außerdem eine Sonderfläche des Bundes.

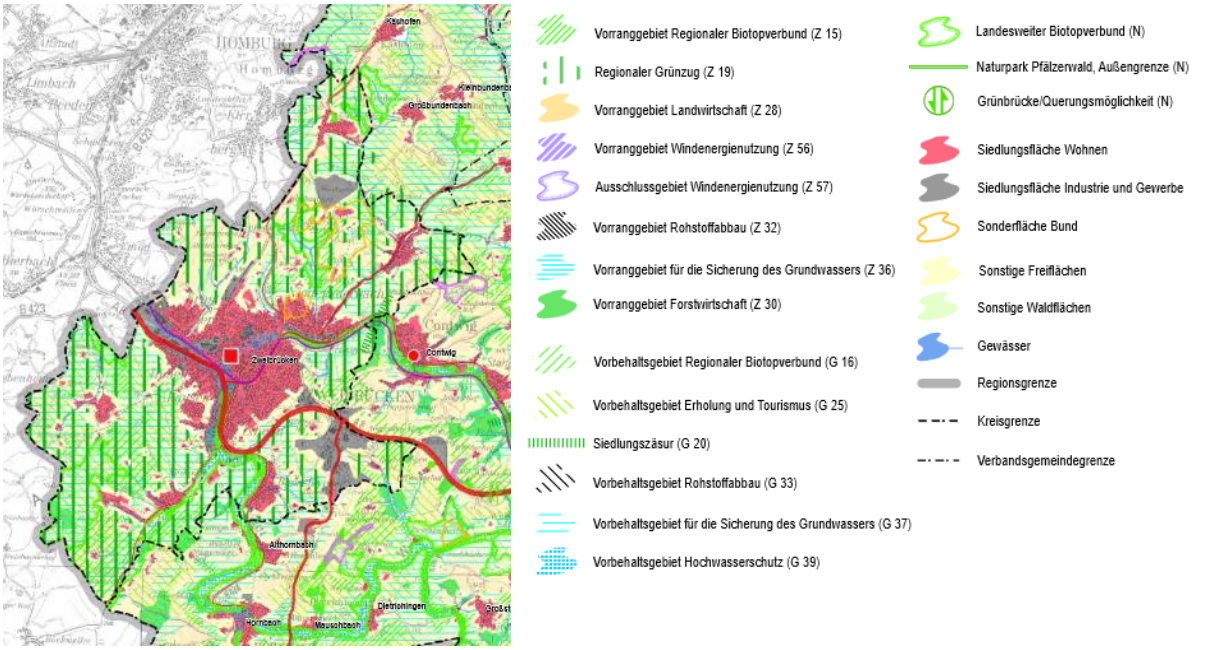


Abbildung 10 Ausschnitt aus dem Raumordnungsplan IV der Planungsgemeinschaft Westpfalz
Quelle: [Planungsgemeinschaft Westpfalz 2015]

Durchgeführte Klimaschutzprojekte innerhalb der Stadt Zweibrücken

Bereits im Jahr 2010 hat die Stadt ein **Klimaschutz-Teilkonzept** für die kommunalen Gebäude der Stadt erstellen lassen. Im Rahmen dieses Konzeptes wurden insgesamt 27 städtische Gebäude untersucht und Maßnahmen zur Einsparung von Energie und CO_2-Emissionen erarbeitet. Im Rahmen des Arbeitspaketes 4 (Energie- und CO_2-Bilanz) kann daher auf Daten des Energieverbrauches für die städtischen Gebäude der Stadt Zweibrücken zurückgegriffen werden. Viele Maßnahmen aus diesem Projekt, insbesondere zur Wärmeeinsparung bei den Liegenschaften, wurden in den letzten Jahren bereits umgesetzt.

Des Weiteren hat die Stadt Zweibrücken beschlossen, bei der Straßenbeleuchtung künftig nur noch energiesparende LED-Leuchten einzusetzen.

Durch die Beauftragung zur Erstellung einer Potenzialstudie zur Nutzung der Windenergie hat die Stadt im Jahr 2015 die Grundlage für künftige Entwicklungen beim Ausbau der Windenergie gelegt.

Durch das nun erarbeitete Energie- und Klimaschutzkonzept zeigt sich der Willen der Stadt Zweibrücken, das Thema Klimaschutz regional aktiver anzugehen und Energie einzusparen sowie den Ausbau der erneuerbaren Energien voranzutreiben.

4 Energie- und CO_2-Bilanz

Die Basis von Energie- und Klimaschutzkonzepten bildet eine umfassende Analyse der energetischen und emissionsbezogenen IST-Situation. Um die bisherige Entwicklung des Energiesystems der Stadt Zweibrücken beschreiben zu können, wurde für die Jahre 1990 bis 2014 eine Energie- und CO_2-Bilanz erstellt. Anschließend erfolgte die Erarbeitung eines Trend-Szenarios, welches einen Ausblick auf künftige Entwicklungen bis zum Jahr 2025 gibt.

4.1 Bilanzierungsmethodik

Zur Ermittlung des Energieverbrauchs für die leitungsgebundenen Energieträger wurden Daten zum Strom- und Gasabsatz im Bilanzgebiet von 1990 bis 2014 seitens der Stadtwerke Zweibrücken zur Verfügung gestellt.

Neben den leitungsgebundenen Energieträgern Strom und Erdgas sind auch andere Energieträger wie Festbrennstoffe (u. a. Kohle, Holz, Pellets), erneuerbare Energien (u. a. Solarthermie, Geothermie, Photovoltaik), Heizöl sowie Kraftstoffe von Bedeutung, für die aufgrund fehlender statistischer Datenerhebung oft nur unzureichende stadtspezifische Daten vorliegen. Für diese nicht leitungsgebundenen Energieträger wurden anhand von Indikatoren sowie aus Angaben zu abgerufenen Fördermitteln (z. B. Solarthermie, Wärmepumpen, Biomassekessel) sektorenspezifische Verbräuche berechnet.

Die Energieflüsse des Umwandlungssektors sind ebenfalls im Modell hinterlegt und liefern wichtige Informationen zur Höhe der Strom- und Wärmeerzeugung und den damit verbundenen spezifischen Emissionsfaktoren. Die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern beschränkt sich auf die Produktion von Strom als Koppelprodukt bei der Wärmeerzeugung in KWK-Anlagen. Die Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger wurde aus EEG-Daten sowie Daten der Stadtwerke erhoben und im Bilanzmodell mit berücksichtigt. Die Bilanzierung der Klimagasemissionen bezieht sich ausschließlich auf die CO_2-Emissionen, die durch den Energieeinsatz in den Verbrauchsbereichen freigesetzt werden (energiebedingte CO_2-Emissionen). Vorgelagerte Prozesse im Sinne einer Lebensweganalyse (Ökobilanzierung) wurden nicht betrachtet. Für fossile Energieträger wurden die CO_2-Emissionsfaktoren verwendet, wie sie vom Umweltbundesamt veröffentlicht wurden. Für die Bestimmung der CO_2-Emissionen des Stromverbrauchs dienen die lokale Stromerzeugung[1] in Zweibrücken und die spezifischen Emissionsfaktoren des deutschen Strommixes[2]. Im Modell wurden für die einzelnen Verbrauchssektoren die CO_2-Emissionen für das Basisjahr 1990 in einer Zeitreihe bis 2014 berechnet und dargestellt; dies gilt auch für die Angaben in den Szenarien bis 2025.

[1] *Gemeint ist die Stromerzeugung aus KWK und aus erneuerbaren Energien.*

[2] *Die nationale Ebene des Strommarktes für den Strombezug wird deshalb gewählt, weil sich hier das Großhandelsgeschehen abspielt und die Auswertung des Bezugsportfolios der örtlich aktiven Energieversorger schon aufgrund der Vielzahl der Stromanbieter als nicht praktikabel erachtet wurde.*

4.2 Sektor Energieerzeugung

Innerhalb der Stadtgrenzen Zweibrückens wurden im Jahr 2014 rund 25,2 GWh Strom erzeugt. Der wesentliche Anteil davon entfiel mit rund 9,7 GWh auf Photovoltaik-Dachanlagen (vgl. Abbildung 11 und Abbildung 12). Die weitere Erzeugung teilt sich auf Kraft-Wärme-Kopplung (8.7 GWh), Biomasse (6,1 GWh) und Klärgas (0,7 GWh) auf. Die vorhandene Wasserkraftanlage wurde im Jahr 2014 gewartet und erzeugte daher in diesem Jahr keinen Strom. Im Trend-Szenario bis zum Jahr 2025 wird die Stromerzeugung im Bilanzierungsraum auf rund 32,3 GWh/a ansteigen. Die Zuwächse werden vorwiegend in den Bereichen Kraft-Wärme-Kopplung und Photovoltaik-Dachanlagen erwartet. Der Anteil des innerhalb der Stadtgrenzen erzeugten Stroms gemessen am Gesamtstromverbrauch der Stadt wird sich von knapp 16 % im Jahr 2014 auf rund 21 % im Jahr 2025 erhöhen. Das heißt, dass im Jahr 2025 rund vier Fünftel des Strombedarfs über Importe abgedeckt werden müssen.

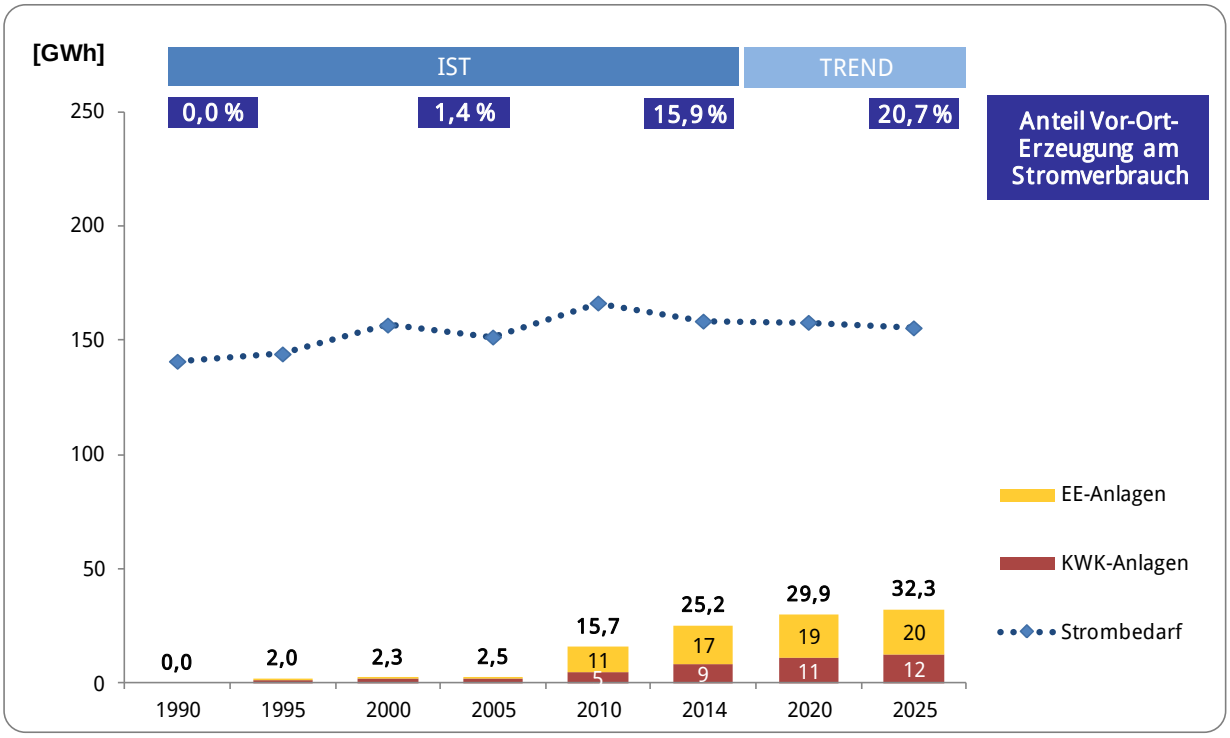


Abbildung 11 Stromerzeugung und Stromverbrauch innerhalb der Stadtgrenzen Zweibrückens
Quelle: Darstellung und Berechnung IE Leipzig

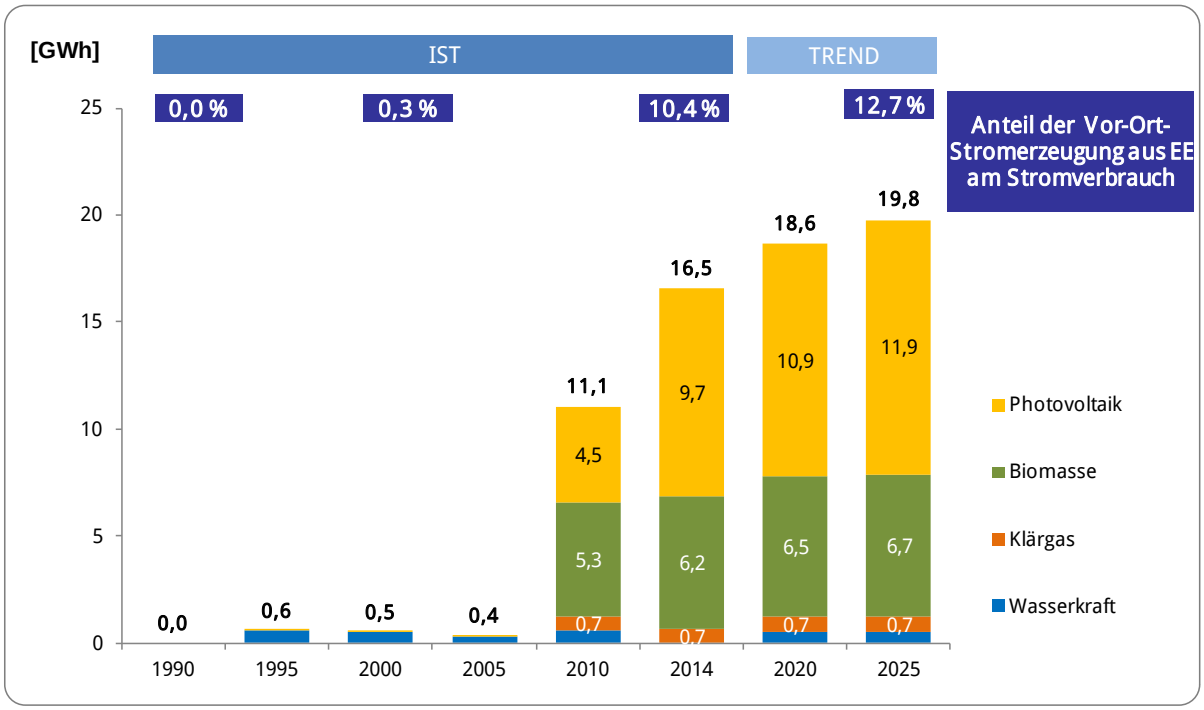


Abbildung 12 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Zweibrücken
Quelle: Darstellung und Berechnung IE Leipzig

4.3 Sektor Private Haushalte

4.3.1 Datengrundlagen

Zur Ermittlung des Endenergiebedarfs werden verschiedene Detailinformationen benötigt, die teilweise vollständig vorliegen, teilweise aber auch ermittelt bzw. abgeschätzt werden müssen. Unterteilt wird dabei in Strukturdaten und Kennwerte. Zu den Strukturdaten gehören:

- Bevölkerungszahl,
- Bevölkerungsprognose,
- Anzahl der bewohnten Wohneinheiten inkl. Wohnflächen nach Gebäudeart, Gebäudealter sowie die Heizsysteme.

Als Kennwerte wurden berücksichtigt:

- typische Nutzungsgrade von Heizungssystemen,
- spezifische Raumwärmebedarfe nach Gebäudeart und Baualtersklasse,
- Warmwasserbedarf je Einwohner,
- Ausstattungsgrade mit Elektrogeräten sowie dazu gehörige
- spezifische Verbräuche von Haushaltsgeräten.

Die Bevölkerung der Stadt Zweibrücken ist zu Beginn der 1990er Jahre auf den Höchststand von über 36.000 Einwohnern gestiegen, seither ist eine rückläufige Einwohnerzahl zu verzeichnen. Im Jahr 2014 lebten 34.084 Menschen in Zweibrücken. Bis zum Jahr 2025 wird mit einem Rückgang um rund 9 % auf 31.360 Einwohner gerechnet (vgl. Abbildung 9). Der ermittelte Wohnungsbestand im Zeitraum von

1990 bis 2014 wurde aus den Angaben der Gebäude- und Wohnungszählungen in den Jahren 1987 und 2011 abgeleitet. Anhand eines abgeschätzten Leerstandes wurden die Wohneinheiten (WE) auf die energiewirksamen (bewohnten) Wohneinheiten reduziert. Die Wohnungsbedarfsprognose für die Jahre 2015 bis 2025 basiert auf der erwarteten Einwohnerzahl sowie der spezifischen Entwicklungen von Indikatoren wie Einwohner je Wohneinheit und Wohnflächen je Einwohner. Die Entwicklung der Wohnflächen von 1990 bis 2014 sowie im Trend bis zum Jahr 2025 ist in Tabelle 1 dargestellt.

Zur Ermittlung des Energieverbrauchs im Sektor Private Haushalte ist die Kenntnis über die Baualtersklassen der Wohngebäude nötig (Abbildung 13). Diese Unterteilung des Wohnungsbestandes erfolgte auf Basis der Fortschreibung der statistischen Daten der Gebäude- und Wohnungszählungen aus den Jahren 1987 und 2011.

Zur Aufteilung des endenergetischen Verbrauchs auf die einzelnen Energieträger ist eine möglichst genaue Kenntnis der Struktur der Heizungssysteme notwendig. Diese Verteilung wurde auf Basis der

- Anzahl der Wohnungen nach Heizenergieträgern der Gebäude- und Wohnungszählungen 1987 und 2011 [StaLA RLP 1987 und StaLA RLP 2011b]
- Auswertung des Erdgasabsatzes im Sektor Private Haushalte [SWZ 2015]
- Anlagenzahlen geförderter Biomassekessel bis 2014 [Biomasseatlas 2015]
- Anlagenzahlen geförderter Solarthermieanlagen bis 2014 [Solaratlas 2015]
- Stromabsatzdaten für Wärmepumpen im Wärmepumpentarif und Nachtspeicherheizungen [SWZ 2015]

bestimmt und im Trend-Szenario fortgeschrieben.

Tabelle 1 Datengrundlagen für die Wohnungsbedarfsprognose bis 2025
Quelle: [StaLA RLP 2015], [StaLA RLP 2011b]; Berechnungen IE Leipzig

	IST			TREND
	1990	2000	2014	2025
Einwohner	33.918	35.719	34.084	31.364
Einwohner je Wohneinheit	2,3	2,2	2,0	1,9
Wohnfläche je Einwohner in m²	39	43	50	53
Bewohnte Wohneinheiten	14.600	16.000	16.900	16.300
Bewohnte Wohnfläche in 100 m²	13.300	15.200	16.900	16.600

Die zur Warmwasserbereitung benötigte Energie wird auf Basis des Pro-Kopf-Verbrauchs und der Heizungsstruktur analog zum Raumwärmebedarf über Deckungsanteile monovalenter und bivalenter Systeme ermittelt. Der Endenergieverbrauch aus der Nahrungszubereitung, der Beleuchtung und dem Stromverbrauch der Elektrogeräte wurde über die Ausstattungsbestände mit Haushaltsgeräten und deren spezifischem Verbrauch, welcher durch technische Weiterentwicklungen immer mehr sinkt, abgebildet.

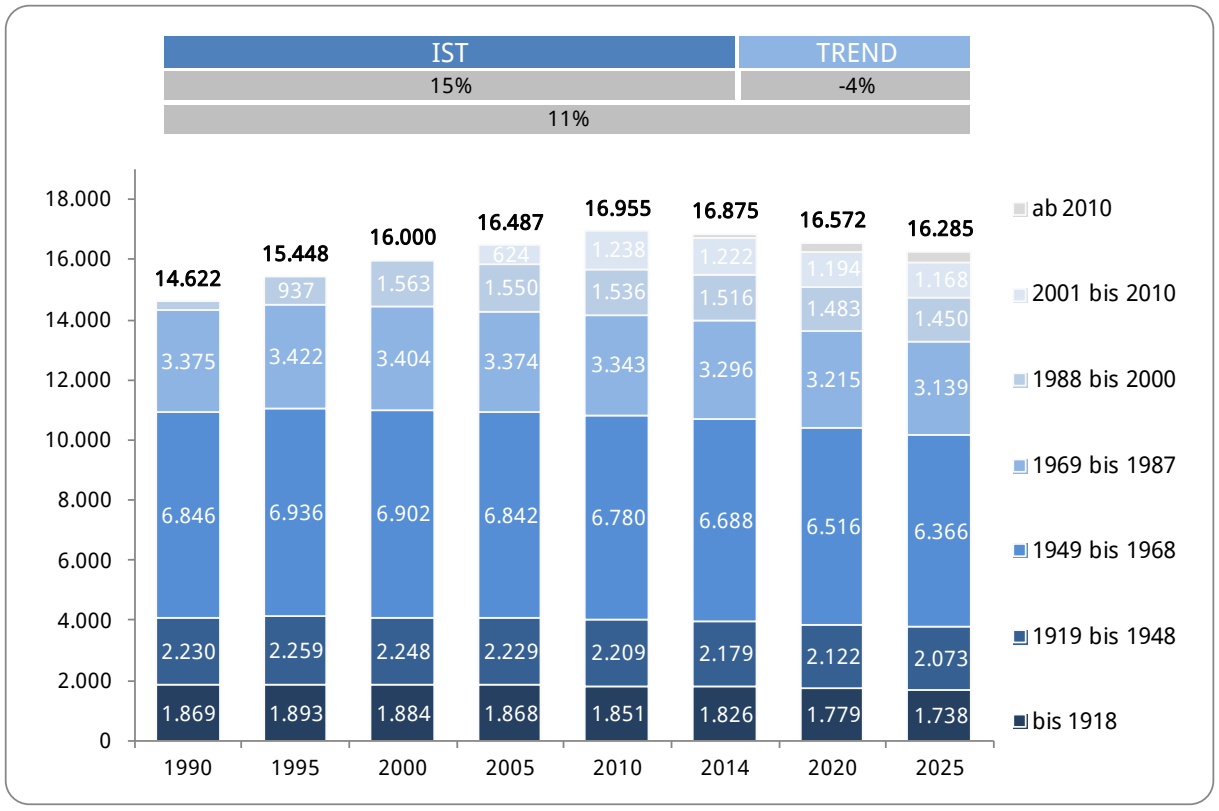


Abbildung 13 Baualtersstruktur der Wohngebäude in Zweibrücken
Quelle: [StaLa 1987, StaLa 2011b]; Berechnungen IE Leipzig

4.3.2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Im Analysezeitraum von 1990 bis 2014 ist der Endenergiebedarf der Haushalte um 6 % von 358 GWh auf 337 GWh gesunken (Abbildung 14). Dies ist insbesondere auf die deutlich gesunkene Einwohnerzahl und die damit verbundenen niedrigeren Verbräuche im Raumwärmebereich zurückzuführen. Zum anderen sind auch Sanierungsmaßnahmen sowie Effizienzsteigerungen der Heizungstechnik Gründe für gesunkene Verbräuche. Bis zum Jahr 2025 wird die Einwohnerzahl um 9 % sinken, außerdem werden weitere Sanierungsmaßnahmen und Effizienzsteigerungen dafür sorgen, dass der Endenergieverbrauch der Haushalte um rund 10 % gegenüber dem Jahr 2014 sinken wird.

Die Analyse der Verbrauchsstruktur nach Anwendungsbereichen liefert weitere wichtige Informationen zur Aufteilung des endenergetischen Verbrauchs. Für spätere Wirkungsabschätzungen der Einsparmaßnahmen sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Die Anwendung **Raumwärme** überwiegt beim Endenergieverbrauch, der Anteil im Jahr 2014 beträgt rund 78 %. Die Potenziale zur Energie- und Emissionsminderung sind daher in diesem Bereich besonders hoch.
- Im Bereich des Stromverbrauchs werden die Geräte an sich immer effizienter, dagegen steigen aber die

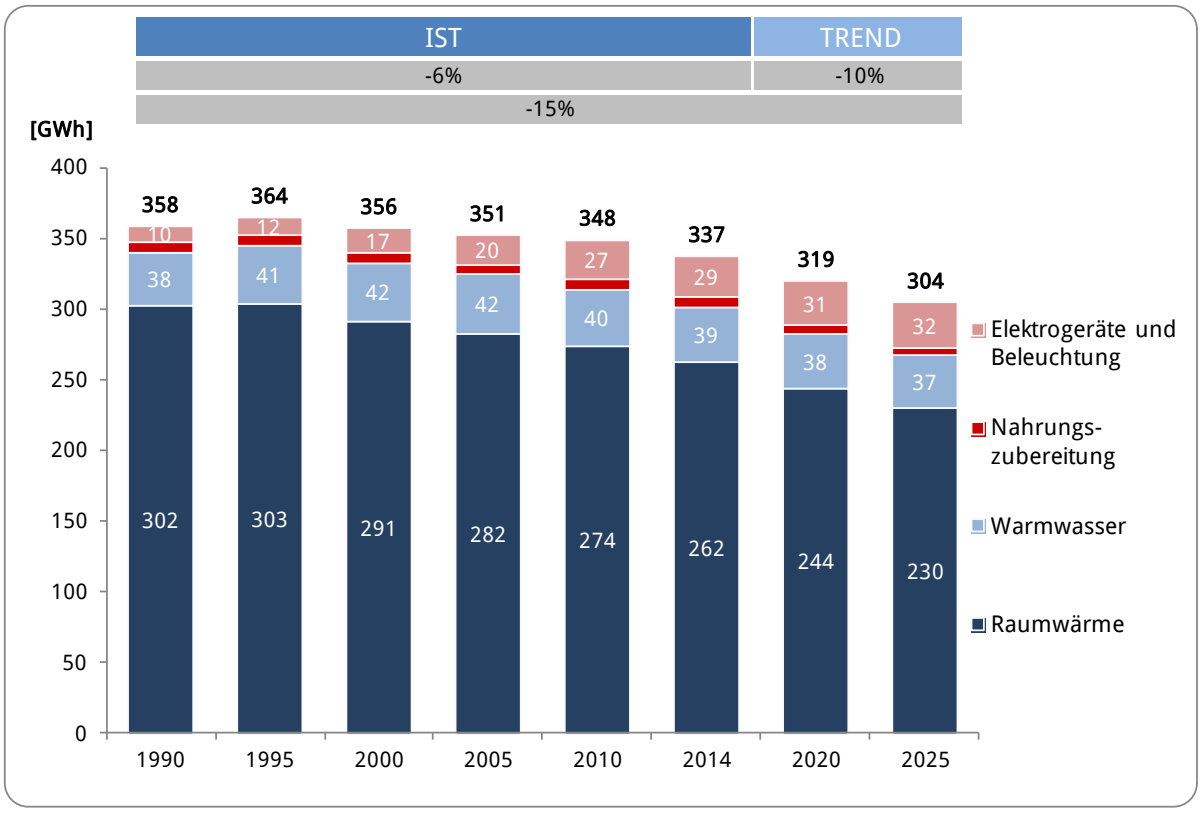


Abbildung 14 Energieverbrauch der Privaten Haushalte nach Anwendungsarten in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Ausstattungsgrade mit Elektrogeräten deutlich an, daher wird sich der Stromverbrauch trotz sinkender Einwohnerzahlen leicht erhöhen.

- Der Endenergieverbrauch zur Warmwasserbereitstellung ist eng an die Entwicklung der Einwohnerzahl gekoppelt und wird bis zum Jahr 2025 um rund 9 % sinken.

Im Jahr 2014 verteilte sich der Endenergieverbrauch der Haushalte wie folgt: Erdgas 59 %, Heizöl 20 %, Strom 16 %, Übrige (Holz, Nahwärme aus KWK, Wärmepumpen) 5 %. Bis zum Jahr 2025 wird der Anteil an Heizöl voraussichtlich leicht sinken und der Anteil der Übrigen leicht ansteigen.

4.3.3 Entwicklung der CO_2-Emissionen

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und dessen Energieträgerstruktur ist eng mit den Veränderungen der CO_2-Emissionen verknüpft (Abbildung 15). Im Zeitraum von 1990 bis 2014 verminderte sich der CO_2-Ausstoß von etwa 100.000 t CO_2 auf 83.000 t CO_2, dies entspricht einem Rückgang von 17 %. Dieser Rückgang ist zum einen auf den geringeren Endenergieverbrauch, zum anderen auf die Umstellung vieler Heizsysteme von Heizöl hin zu klimafreundlicherem Erdgas zurückzuführen. Bis zum Jahr 2025 wird der CO_2-Ausstoß um weitere rund 15 % gegenüber 2014 sinken, gegenüber dem Jahr 1990 ergibt sich somit ein Rückgang über den gesamten Betrachtungszeitraum von 30 %.

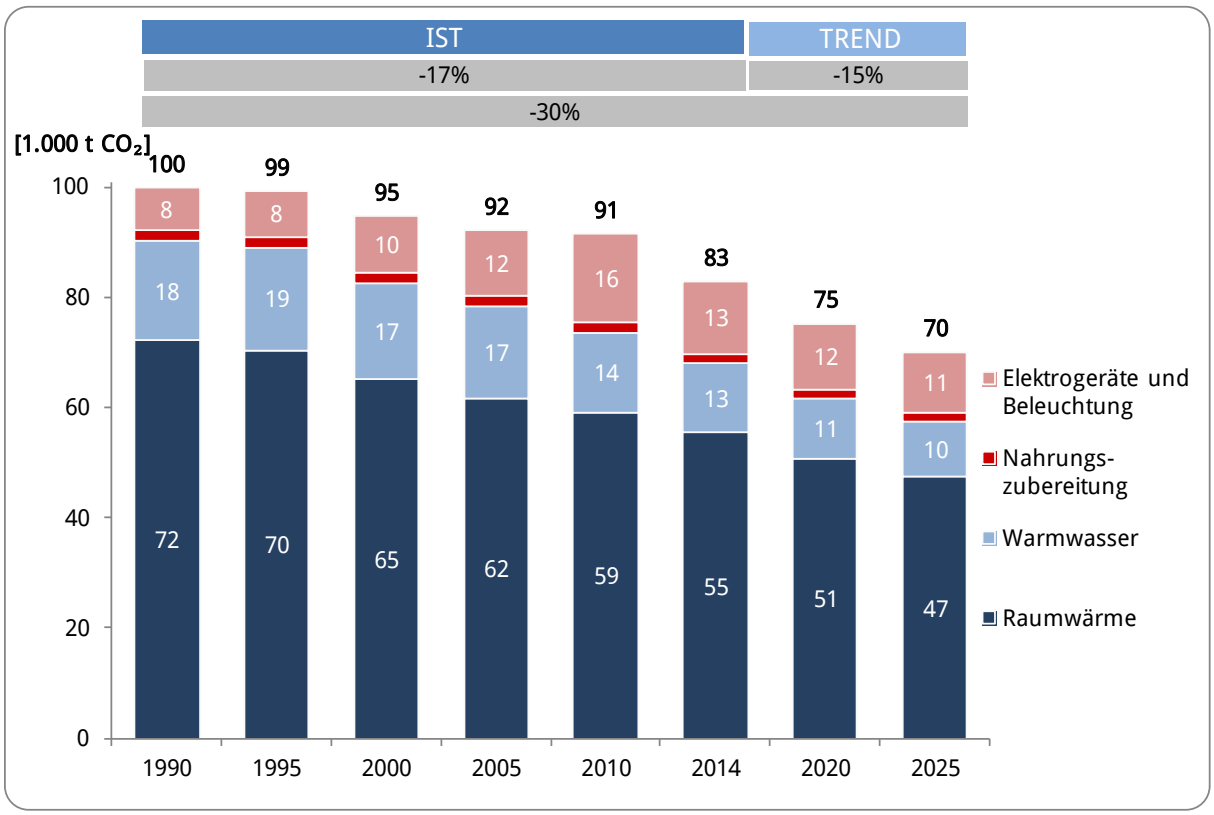


Abbildung 15 Entwicklung der CO_2-Emissionen in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

4.4 Sektor Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

4.4.1 Datengrundlagen

Die Sektoren Industrie und der Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) wurden im Rahmen des Projektes methodisch zusammengefasst. Durch amtliche Statistiken der Bundesagentur für Arbeit kann in diesen Bereichen der Indikator „sozialversicherungspflichtig Beschäftigte“ bereitgestellt werden. Vergangene Untersuchungen des IE Leipzig haben gezeigt, dass zwischen der Entwicklung der Beschäftigten und der Entwicklung des Energieverbrauchs ein signifikant hoher Zusammenhang besteht. Darüber hinaus wurden weitere Kennwerte in die Berechnungen einbezogen:

- Verbrauchsstruktur nach Anwendungsbereichen,
- Energieverbrauch je Beschäftigtem (Brennstoffeinsatz und Stromverbrauch je Beschäftigtem) sowie
- die prozentuale Verteilung der Energieträger nach Wirtschaftsbereichen.

Bezüglich der Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten sind folgende Entwicklungen in Zweibrücken festzustellen: Die Anzahl der Beschäftigten erhöhte sich im Zeitraum von 1990 bis 2014 um rund 5 % von 13.660 auf 14.363. Bei Betrachtung der Aufteilung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in die einzelnen Wirtschaftsbereiche ist ein deutlicher Anstieg der Arbeitsplätze im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen von rund 4.300 auf 5.500 Beschäftigte zu verzeichnen. Für die Fortschreibung der Entwicklung der Beschäftigten wurde im vorliegenden Konzept im Trend-Szenario von einer sinkenden Beschäftigtenzahl von 4 % im Zeitraum von 2015 bis 2025 ausgegangen. Dieser Wert wurde auf Basis der Prognose einer Studie des hamburgischen Weltwirtschaftsinstituts [HWWI 2010] durch das IE Leipzig abgeschätzt. In der Studie wird von einem Rückgang der Beschäftigtenzahlen von 0 bis 5 % zwischen den Jahren 2010 und 2020 in Zweibrücken ausgegangen. Im Bereich GHD wird die Zahl der Beschäftigten leicht ansteigen, hingegen im Bereich des Produzierendes Gewerbes sinken.

4.4.2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Der Endenergieverbrauch im Sektor Industrie/GHD ist im Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2014 um rund 19 % bzw. 82 GWh gesunken (Abbildung 16), der Bruch zwischen den Jahren 2000 und 2005 ist vorwiegend auf die Insolvenz der Armaturenfabrik Pörringer & Schindler im Jahr 2003 zurückzuführen.

Für das Trend-Szenario bis 2025 ist besonders im Bereich des Produzierendes Gewerbes, u. a, aufgrund der Effizienzdienstleistungsrichtlinie der EU, eine weitere Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen zu erwarten. Im Bereich GHD wird von einem leicht steigenden Energieverbrauch ausgegangen.

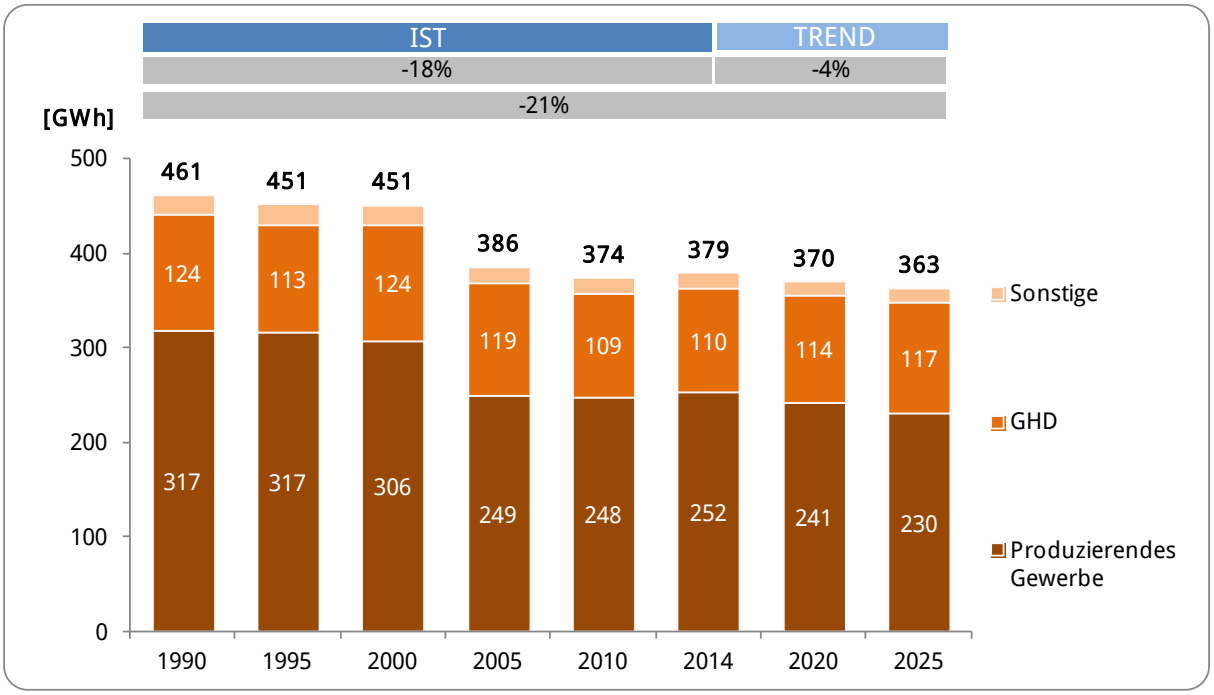


Abbildung 16 Endenergieverbrauch im Sektor Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Der Endenergieverbrauch nach Energieträgern teilte sich im Jahr 2014 folgendermaßen auf: Erdgas 61 %, Strom 26 %, Heizöl 4,5 % und Übrige (Nah-/Fernwärme, Erneuerbare, sonstige Brennstoffe) 8,5 %. Der Anteil des Erdgases am Gesamtverbrauch hat dabei seit 1990 deutlich zugenommen (1990 rund 50 %), gleichzeitig hat der Einsatz von Heizöl abgenommen. Im Trend-Szenario wird sich diese Entwicklung, wenn auch in abgeschwächter Form, bis 2025 fortsetzen.

4.4.3 Entwicklung der CO_2-Emissionen

Im Zeitraum von 1990 bis 2014 sank der Ausstoß von CO_2 im Sektor Industrie und GHD um rund 34 % von 159.000 t auf 104.000 t (Abbildung 17). Ursachen für den deutlichen Rückgang sind:

- Insolvenz eines Industriebetriebes,
- Sinkender spezifischer Emissionsfaktor des Stroms durch Ausbau erneuerbarer Energien und
- Energieträgerumstellung.

Bis zum Jahr 2025 wird im Trend-Szenario von einem weiter sinkenden CO_2-Ausstoß von rund 14 % auf 89.000 t ausgegangen. Insgesamt ist demnach zwischen den Jahren 1990 und 2025 ein Rückgang der CO_2-Emissionen von rund 44 % zu erwarten.

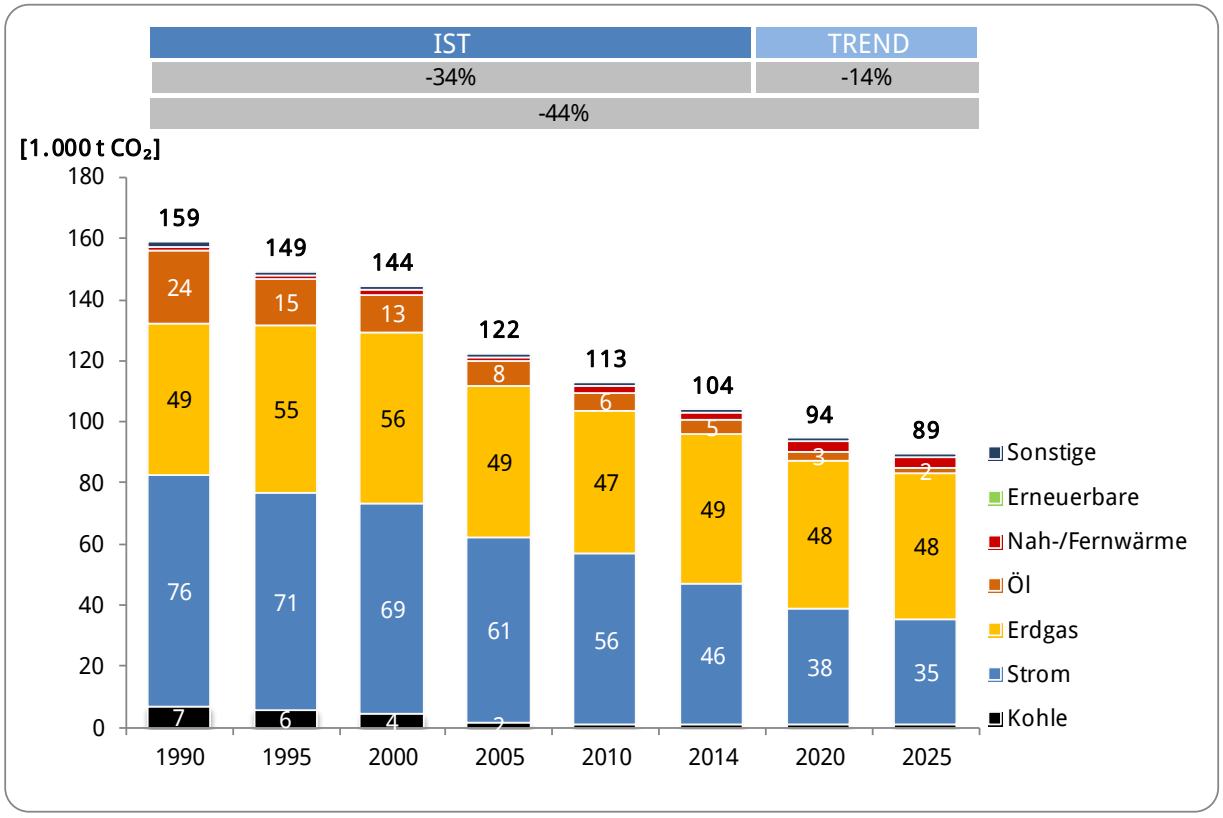


Abbildung 17 CO_2-Emissionen im Sektor Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

4.5 Städtische Liegenschaften

Der Anteil des Endenergieverbrauchs der städtischen Liegenschaften am Gesamtendenergieverbrauch ist im Vergleich zu allen anderen Sektoren (Haushalte, Industrie/GHD, Verkehr) sehr gering. Im bundesdeutschen Durchschnitt beträgt der Anteil der städtischen Liegenschaften am Gesamtverbrauch nur rund ein bis drei Prozent. Dennoch sollte vom öffentlichen Sektor eine Vorbildfunktion ausgehen, die Auswirkungen auf andere energierelevante Verbraucher hat. Zudem kann die Verwaltung bei relativer Betrachtung erhebliche Kosteneinsparpotenziale erschließen.

4.5.1 Datengrundlagen

Insgesamt wurden im Rahmen des Konzeptes 38 städtische Liegenschaften erfasst und näher betrachtet. Unter den Gebäuden sind 17 Schulgebäude, 5 Dorfgemeinschaftshäuser, 5 Kindergärten, 5 Verwaltungs-

gebäude, 3 Feuerwehren und 3 sonstige Gebäude. Seitens der Stadt wurden die Strom- und Wärmeverbräuche der Gebäude für die Jahre 2010 bis 2014 bereitgestellt. Weitere Daten zum Strom- und Wärmeverbrauch konnten für die Jahre 2006 bis 2008 aus dem im Jahr 2010 erstellten Klimaschutzteilkonzeptes für die eigenen Liegenschaften übernommen werden. Für die Jahre 1990 bis 2005 erfolgte eine Abschätzung des Energieverbrauchs auf Basis allgemeiner Entwicklungen.

4.5.2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs der städtischen Liegenschaften zeigt einen leichten Rückgang zwischen den Jahren 1990 und 2014 um 6 %. Der Stromverbrauch ist in diesem Zeitraum relativ konstant geblieben, im Bereich des Wärmeverbrauchs sind deutliche Einsparungen erkennbar (Abbildung 18). Im Trend-Szenario bis zum Jahr 2025 wird von durchschnittlichen jährlichen Einsparungen von 0,5 % durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen ausgegangen.

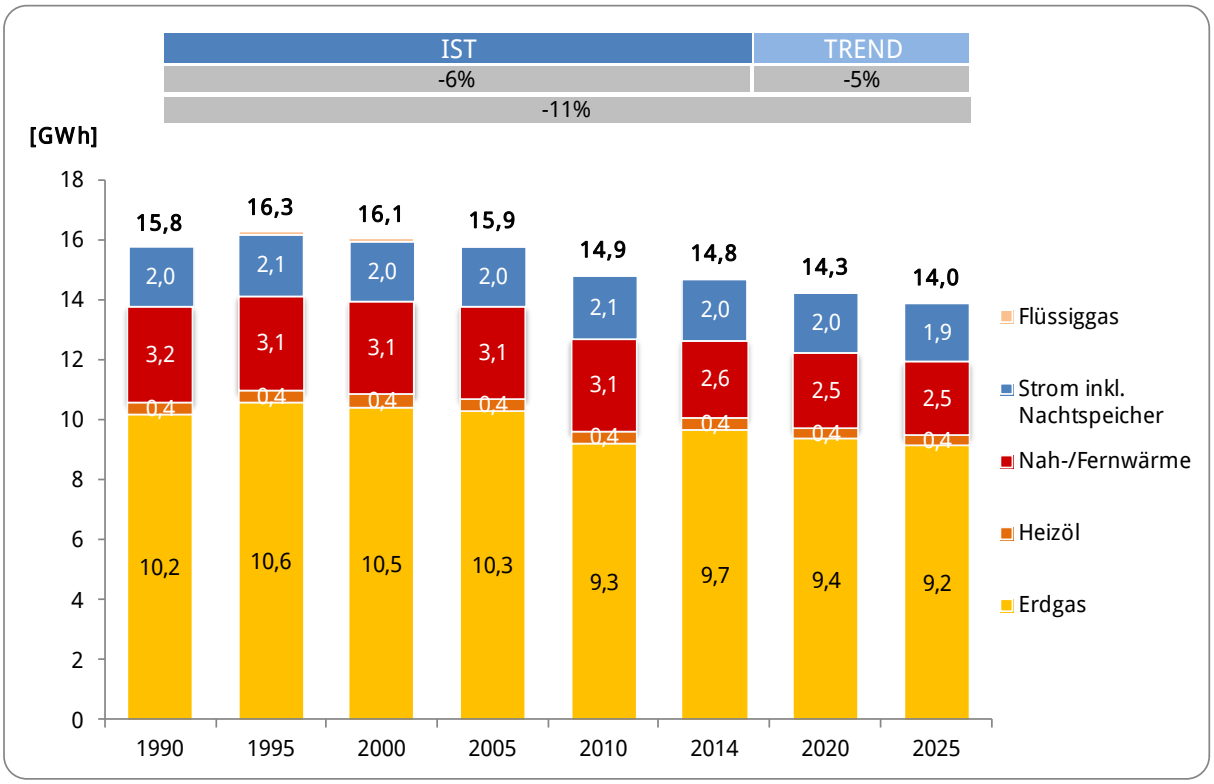


Abbildung 18 Endenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften seit 1990 und im Trend bis 2025
Quelle: Verbrauchswerte 2005 bis 2014 Stadtverwaltung Zweibrücken, Fortschreibung IE Leipzig

4.5.3 Entwicklung der CO_2-Emisisonen

Seit dem Jahr 1990 sind die CO_2-Emissionen im Bereich der städtischen Liegenschaften um rund 23 % gesunken. Im Trend-Szenario bis zum Jahr 2025 wird von einem weiteren Rückgang um etwa 9 % gegenüber dem Jahr 2014 ausgegangen (Abbildung 19). Grund für den stärkeren Rückgang gegenüber dem Energieverbrauch ist der sinkende spezifische CO_2-Faktor für Strom.

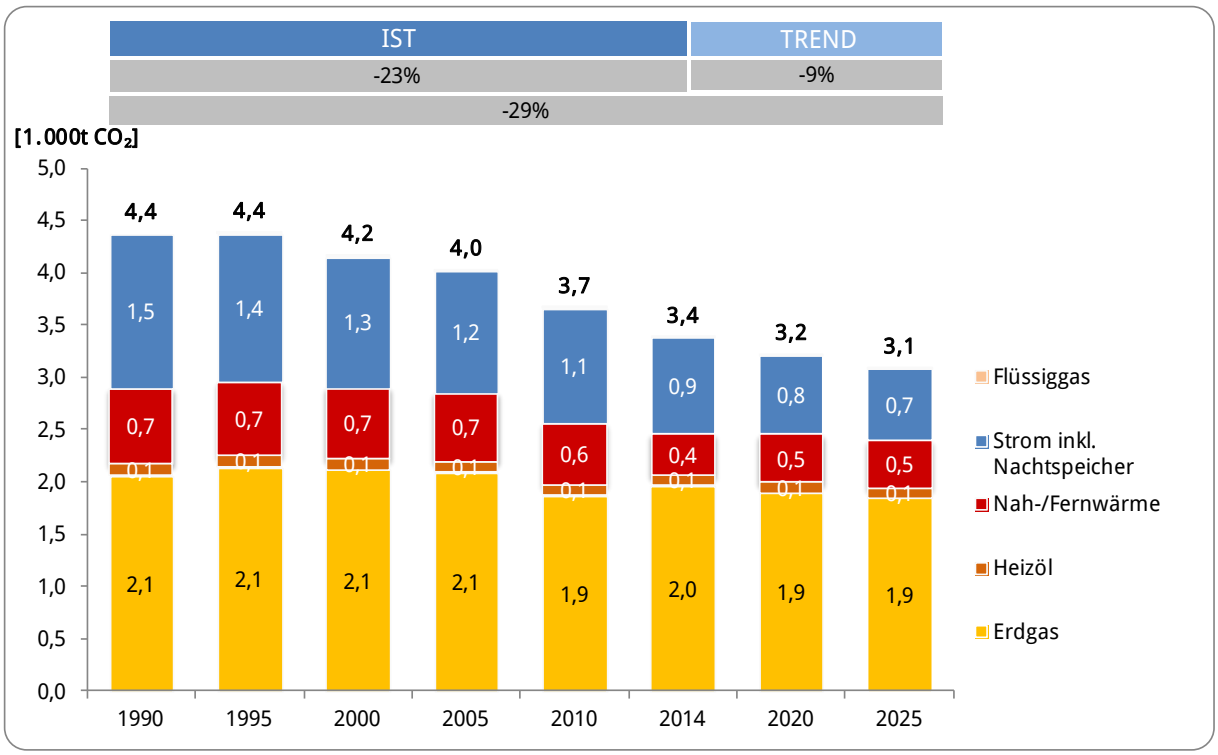


Abbildung 19 CO_2-Emissionen städtischer Liegenschaften in Zweibrücken von 1990 bis 2025
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

4.6 Sektor Verkehr

4.6.1 Datengrundlagen

Die Bilanzierung im Sektor Verkehr basiert auf dem Inländerprinzip. Dies hat zur Folge, dass die gesamte Fahrleistung der im Zweibrücken gemeldeten Fahrzeuge der Stadt zugeordnet wird; unabhängig davon, ob die Fahrzeuge die Emissionen innerhalb oder außerhalb des Bilanzierungsraumes der Stadt verursachen. Der von außen in die Stadt kommende oder durchfahrende Verkehr wird dagegen nicht berücksichtigt. Im Bereich des Personenverkehrs mittels Bahn wurde der Verbrauch der Regionalzüge auf der Strecke im Stadtgebiet Zweibrückens über spezifische Verbräuche und Anzahl der Durchfahrten abgeschätzt.

Es wurden die Verbräuche und die damit verbundenen Emissionen der gemeldeten Kraftfahrzeuge mittels folgender Kennwerte für die Berechnung herangezogen:

- Typische Jahresfahrleistungen nach Fahrzeugarten,
- Durchschnittliche Verbräuche nach Fahrzeugart,
- Spezifische Emissionen der Kraftstoffe.

Die Zahl der Kraftfahrzeuge ist im Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2014 stark um 39 % angestiegen (Abbildung 20).

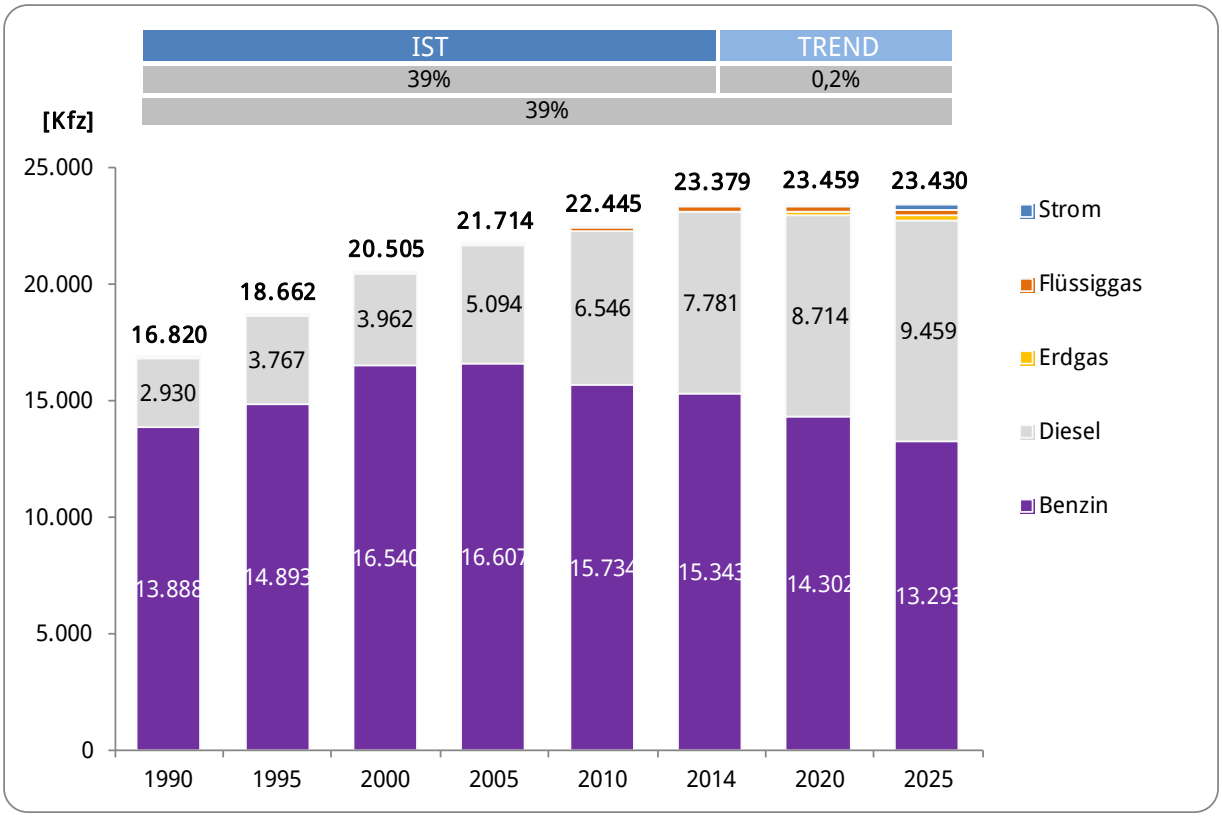


Abbildung 20 Bestand der gemeldeten Kraftfahrzeuge in Zweibrücken
Quelle: [KBA 2015], Fortschreibung IE Leipzig

Die Gesamtzahl der gemeldeten Fahrzeuge untergliederte sich im Jahr 2014 in PKW (85 %), Krafträder (7 %), LKW/Zugmaschinen (6 %) und Sonstige (2 %). Bis zum Jahr 2025 wird der Kfz-Bestand in etwa stagnieren, Grund dafür ist eine deutlich zurückgehende Einwohnerzahl. Die Zahl der Kraftfahrzeuge je 1.000 Einwohner lag im Jahr 1990 bei knapp 500, im Jahr 2014 bei etwa 700 und wird bis zum Jahr 2025 auf rund 750 Fahrzeuge ansteigen. Der Anteil dieselbetriebener Fahrzeuge am Gesamtbestand wird bis zum Jahr 2025 weiter ansteigen.

4.6.2 Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Der Endenergieverbrauch im Verkehrssektor ist im Betrachtungszeitraum von 1990 bis zum Jahr 2014 um rund 30 % von 230 GWh auf 299 GWh angestiegen (Abbildung 21). Der Endenergieverbrauch steigt nicht proportional zur Entwicklung des Kfz-Bestandes an. Grund hierfür ist der technologische Fortschritt im Sinne sinkender spezifischer Verbräuche der Fahrzeuge. Der höhere Energieverbrauch durch Dieselfahrzeuge ist durch deutlich höhere Fahrleistungen zu erklären.

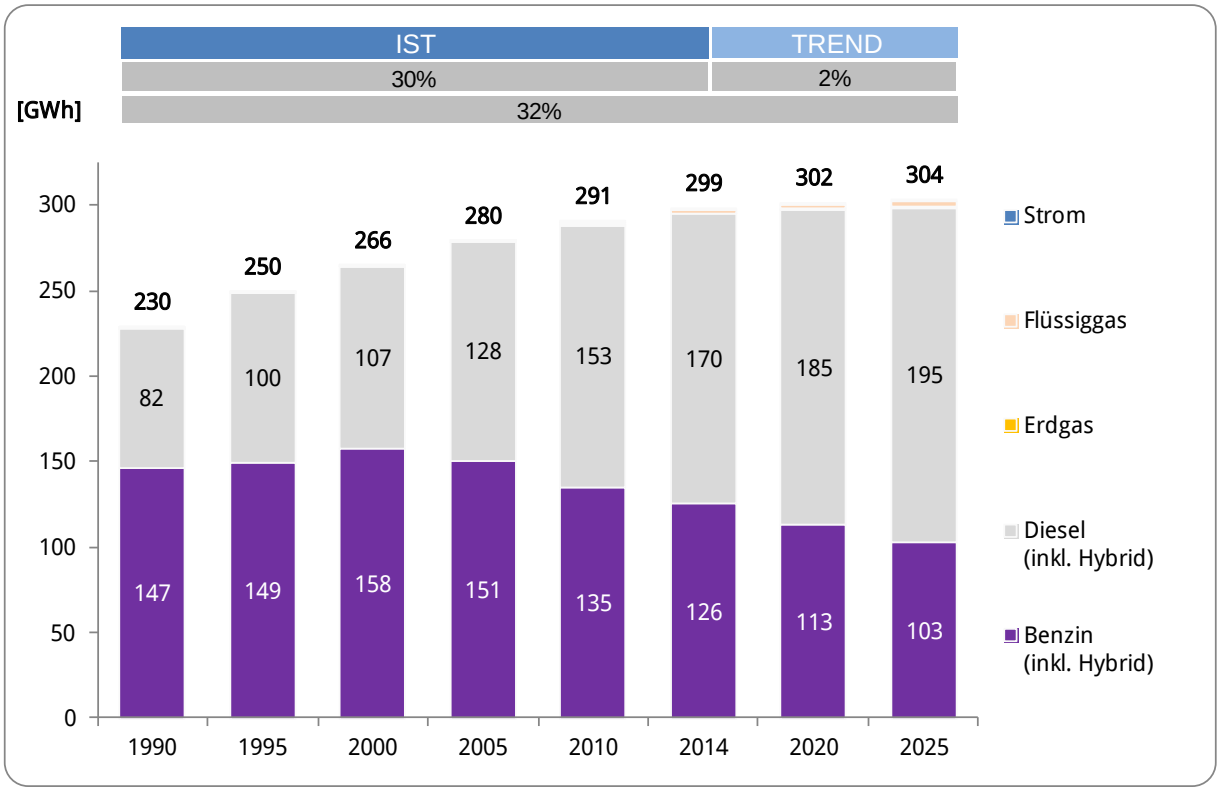


Abbildung 21 Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Im Trend-Szenario wird der Endenergieverbrauch trotz stagnierender Kfz-Bestandszahlen leicht um 2 % ansteigen. Grund dafür ist der deutlich ansteigende Anteil von Dieselfahrzeugen und damit verbundene höhere Fahrleistungen.

4.6.3 Entwicklung der CO_2-Emisisonen

Ähnlich zur Entwicklung des Endenergieverbrauches sind die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2014 um 23 % gegenüber dem Jahr 1990 gestiegen (Abbildung 22). Grund für den etwas langsameren Anstieg der Emissionen gegenüber dem Energieverbrauch sind gestiegene Beimischungsquoten von Bioethanol in Benzin bzw. Biodiesel in Diesel. Im Trend-Szenario steigen die CO_2-Emissionen um rund 2 % gegenüber 2014 an.

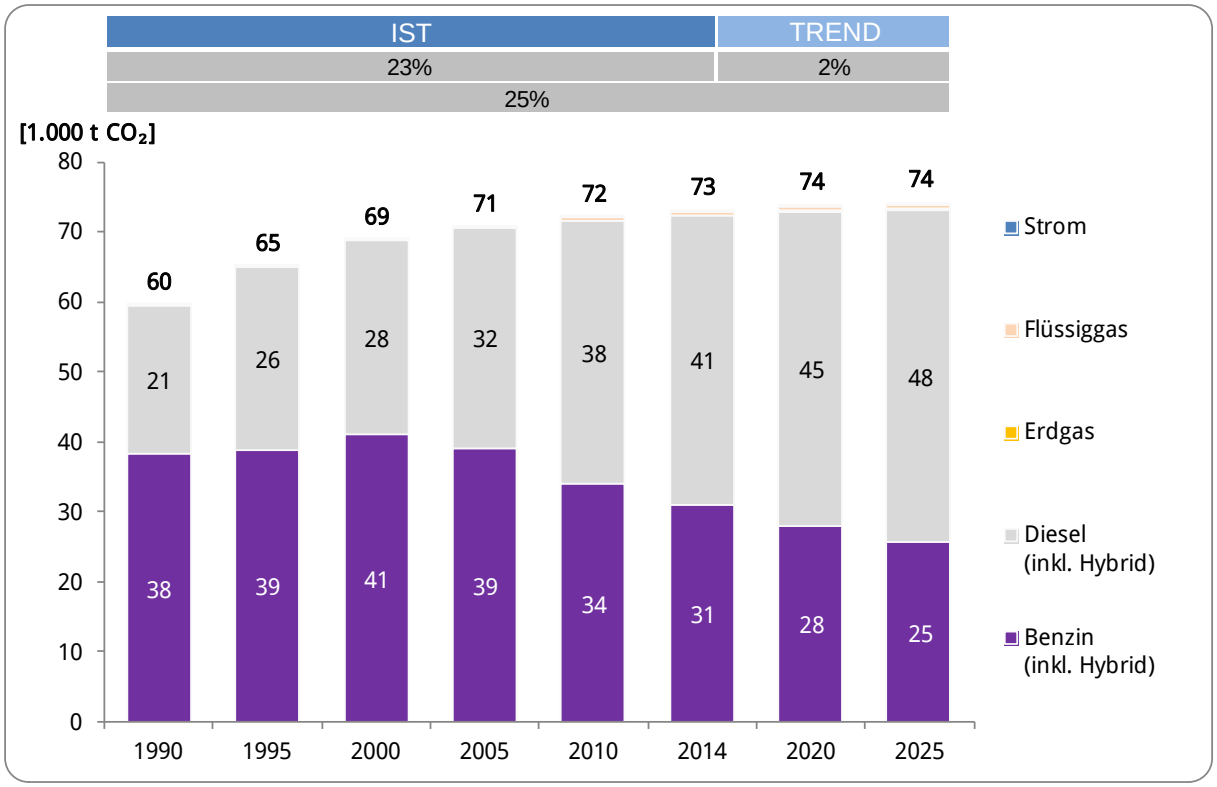


Abbildung 22 Entwicklung der CO_2-Emissionen des Verkehrssektors in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

4.7 Zusammenfassung Energie- und CO_2-Bilanz

Im Folgenden werden die einzelnen Verbrauchssektoren Private Haushalte, Industrie/GHD, städtische Liegenschaften und Verkehr zusammenfassend dargestellt.

4.7.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs

Im Betrachtungszeitraum von 1990 bis zum Jahr 2014 ist der Endenergieverbrauch (witterungsbereinigt) der Stadt Zweibrücken leicht um rund 3 % bzw. 36 GWh auf 1.029 GWh gesunken (Abbildung 23). Innerhalb der einzelnen Sektoren sind unterschiedliche Entwicklungen erkennbar. Während die Energieverbräuche der Sektoren Industrie/GHD, Private Haushalte und städtische Liegenschaften rückläufig sind, ist der Energieverbrauch im Verkehrssektor seit 1990 deutlich angestiegen.

Im Trend-Szenario bis zum Jahr 2025 sind im Vergleich zum Basisjahr 2014 folgende Entwicklungen des Endenergieverbrauchs zu erwarten:

- Anstieg im Verkehrssektor um 2 %,
- Rückgang im Sektor Industrie/GHD um 4 % und
- Rückgang im Sektor Private Haushalte um 10 %.

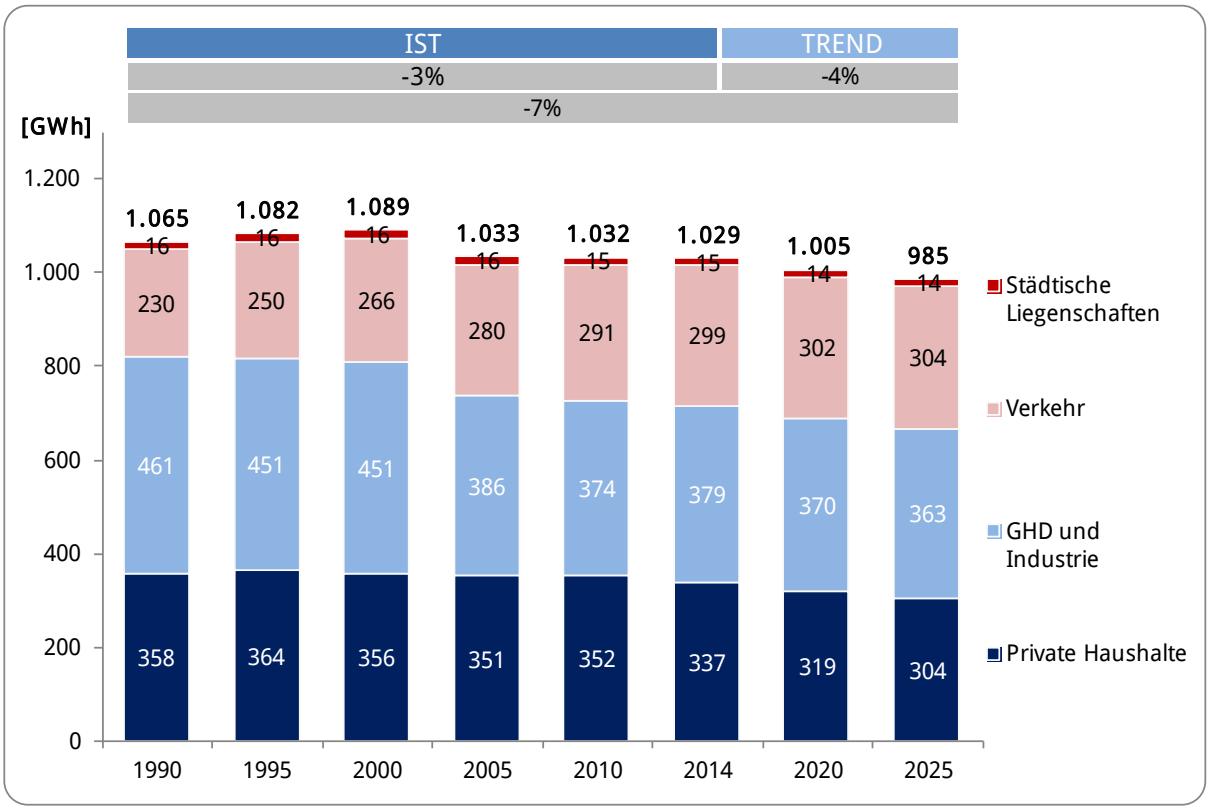


Abbildung 23 Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren der Stadt Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Zusammenfassend wird sich im Trend-Szenario bis 2025, also ohne Eingreifen bzw. Umsetzung intensiver Klimaschutzmaßnahmen, der Endenergieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2014 um 4 % reduzieren. Ursächlich dafür sind vorwiegend die deutlich sinkende Einwohnerzahl sowie verbrauchsmindernde Maßnahmen im Haushaltsbereich.

Bei Betrachtung der Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern wird die zunehmende Bedeutung der Kraftstoffe deutlich (Abbildung 24). Im Jahr 1990 lag der Anteil von Benzin und Diesel am gesamten Endenergieverbrauch der Stadt bei rund 22 %, bis zum Jahr 2014 stieg dieser auf knapp 29 % an. Auch der Anteil von Erdgas hat sich gemessen am Gesamtverbrauch gesteigert (+4 %), der Anteil von Heizöl ist dagegen deutlich auf etwa 8 % gesunken.

Im Trend-Szenario bis zum Jahr 2025 werden sich diese Anteile weiter verschieben. Heizöl wird weiterhin leicht rückläufig sein, die Kraftstoffe werden gemessen am Endenergieverbrauch der Stadt Zweibrücken an Bedeutung gewinnen.

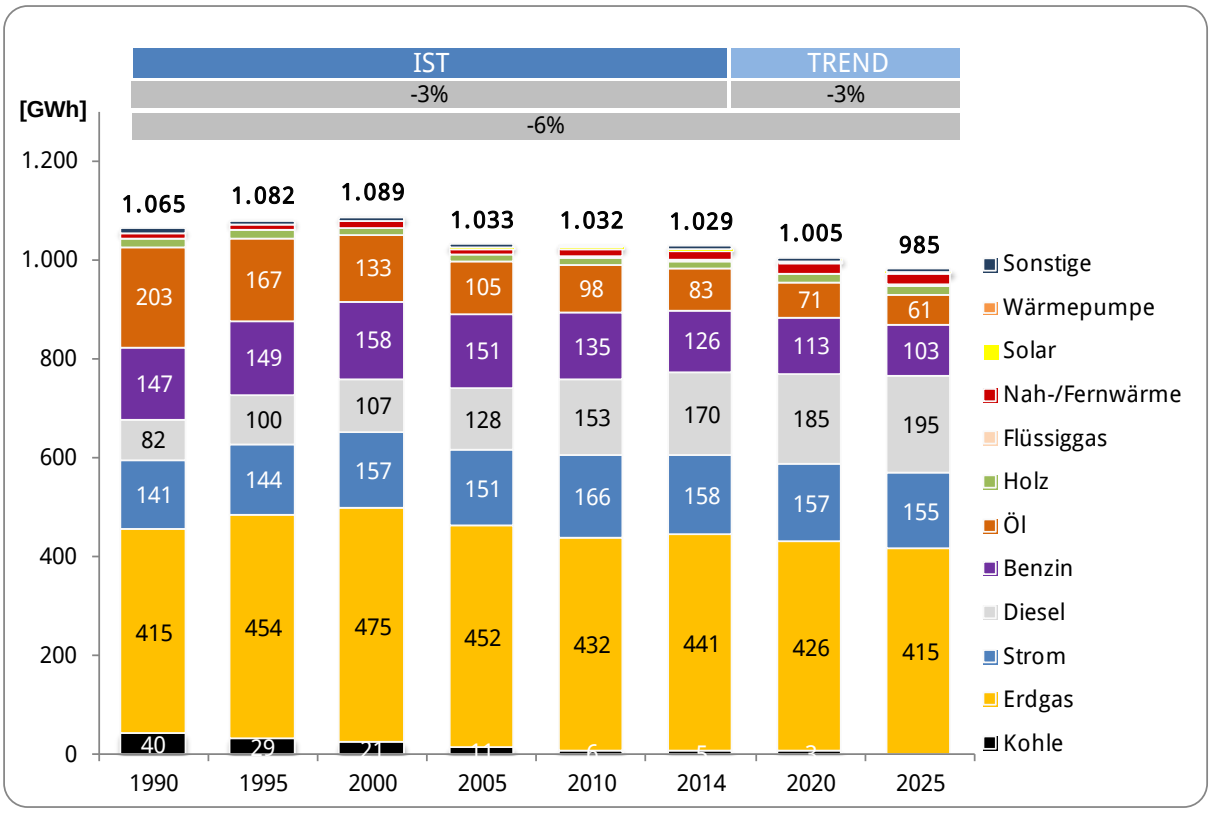


Abbildung 24 Endenergieverbrauch nach Energieträger in Zweibrücken

Quelle: Berechnungen IE Leipzig; Anmerkung: Sonstige, Wärmepumpe, Solar und Flüssiggas aufgrund der geringen Mengen kaum darstellbar

4.7.2 Entwicklung der CO_2-Emissionen

Die Summe der CO_2-Emissionen der Stadt Zweibrücken ist bis zum Jahr 2014 um 18 % gegenüber dem Jahr 1990 gesunken. Besonders in den Sektoren Private Haushalte, städtische Liegenschaften und Industrie/GHD sind deutliche Rückgänge erkennbar (Abbildung 25). In den Haushalten sind besonders Sanierungsmaßnahmen sowie der Rückgang des Energieträgers Heizöl für die Minderung verantwortlich. Darüber hinaus ist der sinkende spezifische Emissionsfaktor des Stroms (deutschlandweit) durch den deutlichen Ausbau der erneuerbaren Energien zu nennen. Trotz eines Anstiegs des Stromverbrauchs seit 1990 um über 12 % sind die Emissionen des Stroms um etwa 17 % gesunken (vgl. Abbildung 24 und Abbildung 26). Im Sektor Verkehr sind die Emissionen um 23 % gestiegen. Die städtischen Liegenschaften tragen durch den verhältnismäßig geringen Endenergiebedarf nur einen sehr geringen Anteil von 1,3 % (im Jahr 2014) zu den Emissionen bei.

Im Trend-Szenario 2025 werden die CO_2-Emissionen weiter um etwa 10 % gegenüber 2014 zurückgehen, gegenüber dem Jahr 1990 ist ein Rückgang um 27 % zu verzeichnen. Wesentliche Gründe für weiter sinkende Emissionen sind der deutliche Bevölkerungsrückgang sowie ein weiter sinkender Emissionsfaktor des Stroms (Abbildung 26).

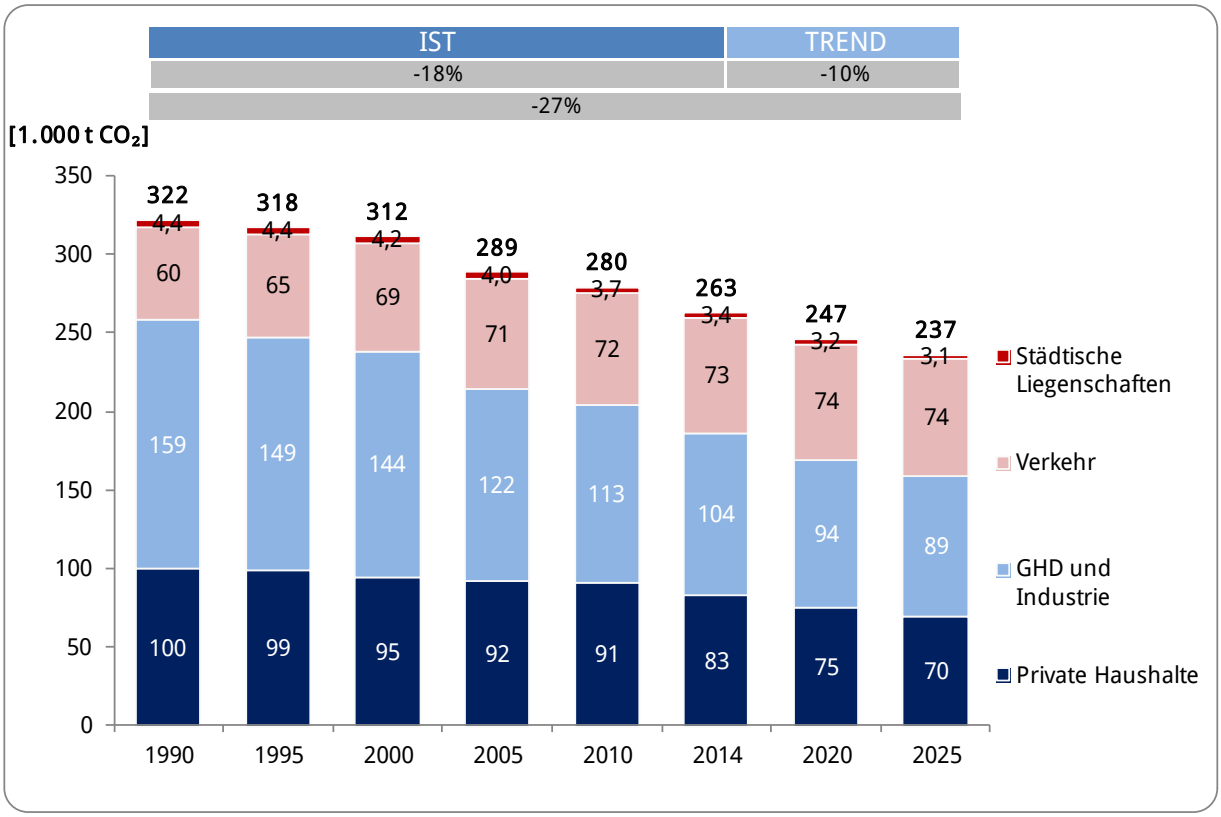


Abbildung 25 CO_2-Emissionen nach Verbrauchssektoren in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

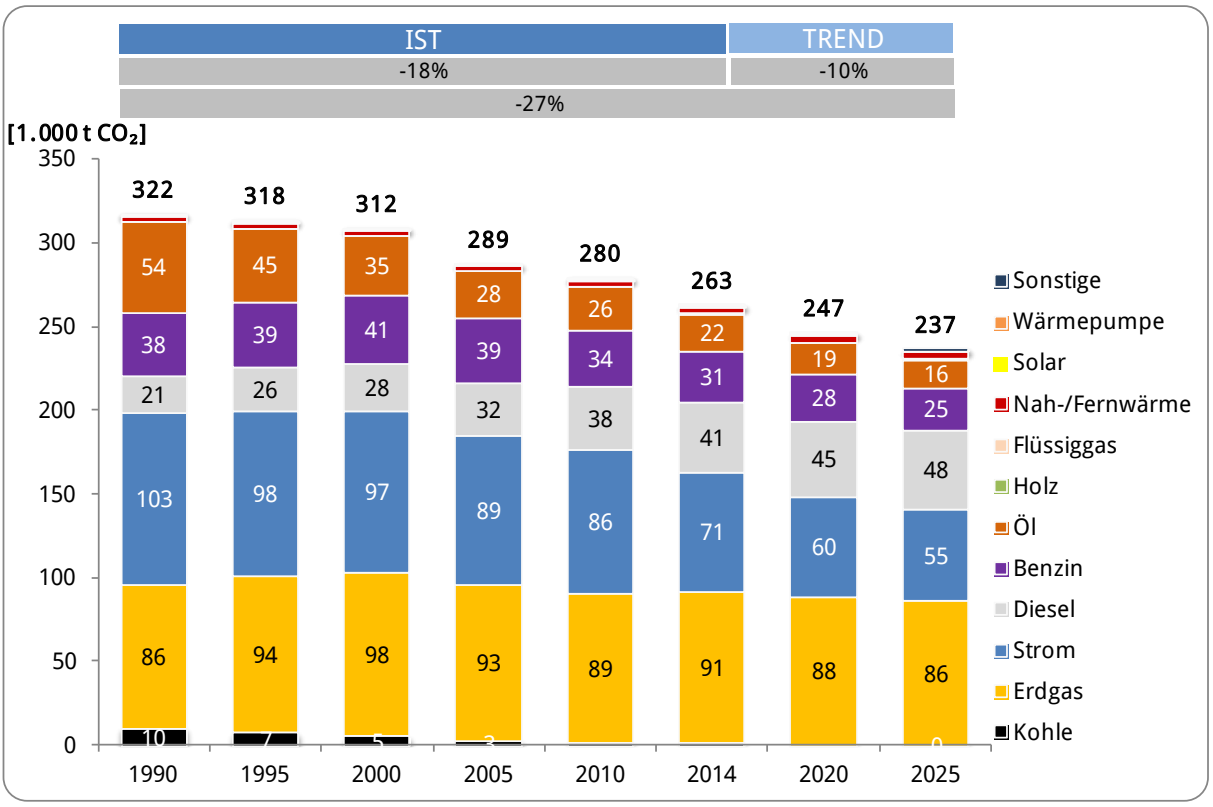


Abbildung 26 CO_2-Emissionen nach Energieträgern in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Die energiebedingten CO_2-Emissionen je Einwohner im Zeitraum von 1990 bis 2014 sind von 9,5 t auf 8,2 t CO_2 gesunken. Im Trend-Szenario wird von einem Rückgang der CO_2-Emisisonen pro Kopf auf 7,5 t ausgegangen.

5 Potenzialanalysen/Handlungsoptionen

In diesem Kapitel wird ein Bündel von Einzelmaßnahmen dargestellt und in jeweils unterschiedlicher Intensität in drei Szenarien eingeordnet. Die Maßnahmen wurden hauptsächlich in einem zentralen Workshop in verschiedenen Arbeitsgruppen mit den Akteuren identifiziert sowie innerhalb des Projektteams weiter spezifiziert und quantifiziert. Die Berechnungen und die Einschätzung der technisch und wirtschaftlich möglichen Potenziale lagen beim IE Leipzig in enger Abstimmung mit dem Projektteam.

Die Untersuchungsbereiche orientieren sich grundsätzlich an den zuvor im Rahmen der Energie- und CO_2-Bilanz vorgestellten Sektoren. Die Maßnahmen werden im Folgenden für die Sektoren Energieerzeugung, Private Haushalte, Industrie/GHD sowie städtische Liegenschaften identifiziert, quantifiziert und nach ihrer Umsetzbarkeit bewertet. Im Rahmen des Konzeptes wurde der Verkehrssektor von der Maßnahmenbetrachtung ausgenommen, da hierfür eine gesonderte, vertiefte Betrachtung erforderlich wäre. Die Frage von Veränderungen im Bereich Verkehr ist sehr von Entscheidungen anderer Ebenen, insbesondere der EU und im Bund, abhängig. Für die Aufstellung der Gesamtbilanz wurde der Verkehrssektor jedoch bilanziell berücksichtigt.

Die städtischen Liegenschaften sind in einem eigenen Kapitel aufgeführt, obwohl sie bei reiner Zahlenbetrachtung verhältnismäßig geringe Auswirkungen auf quantitative Veränderungen haben. Allerdings sind die städtischen Liegenschaften der einzige Bereich, bei dem die Stadt Zweibrücken alleinige Entscheidungs- und Veränderungsbefugnis hat. Die Stadt kann den Sanierungsumfang selbst bestimmen. Hinzu kommt die nicht zu unterschätzende Vorbildwirkung auf andere Eigentümer und Bauherren. Die Stadt kann hier zu einem veränderten Blick insgesamt beitragen.

Für die Einordnung der identifizierten Maßnahmen wurden ergänzend zum Trend-Szenario zwei weitere Szenarien für die Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO_2-Emissionen sowie des Anteils erneuerbarer Energien entwickelt. Die Leitlinien der drei Szenarien stellen sich wie folgt dar:

Das **Trend-Szenario** dient als Referenzszenario, anhand dessen aufgezeigt werden soll, welche Entwicklungen unter weitestgehend unveränderten Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2025 zu erwarten sind. Bei der Erstellung des Trend-Szenarios erfolgte eine Fortschreibung der bisherigen Entwicklung. Diese erfolgt aber keinesfalls linear, vielmehr wurden strukturelle Veränderungen, wie beispielsweise die Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung sowie der technische Fortschritt berücksichtigt. Die wesentlichen Impulse der Entwicklung kommen dabei allerdings nicht aus der Stadt selbst.

Mit dem **Aktiv-Szenario** soll ein Pfad beschritten werden, bei dem die Umsetzung geeigneter Maßnahmen zur Energieeinsparung sowie zum Ausbau der erneuerbaren Energien vorausschauend und koordiniert verläuft. Es werden zusätzliche Maßnahmen bei Gebäuden, städtischen Liegenschaften, Industrie/GHD und im Bereich Energieerzeugung umgesetzt, die überwiegend technisch und wirtschaftlich durchführbar sind.

Bei der Entwicklung des **Perspektiv-Szenarios** stand die Fragestellung im Mittelpunkt, inwieweit darüber hinaus Maßnahmen gefunden werden können, die zu einem noch höheren Anteil der örtlichen Eigenerzeugung mit erneuerbaren Energien führen. Die Intensität der Maßnahmenumsetzung – insbesondere bei Maßnahmen zur Energieeffizienz – ist gegenüber dem Aktiv-Szenario deutlich höher. Die wirtschaftliche Umsetzbarkeit der betrachteten Maßnahmen ist dabei unter heutigen Rahmenbedingungen unsicher, deshalb ist auch ihre Realisierung aus derzeitiger Sicht weniger wahrscheinlich.

5.1 Analysen im Sektor Energieerzeugung

Im Bereich der Energieerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger wurden – neben den Maßnahmen im Bereich Heizungstechnologien bei den Privaten Haushalten (Kraft-Wärme-Kopplung) – die Stromerzeugung mittels Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft, Biomasse und Klärgas untersucht (Tabelle 2)

Die Konzentration der Energieerzeugung lag im Projektverlauf auf den Erzeugungsoptionen mittels Photovoltaik und Windenergie.

Tabelle 2 Übersicht über die Handlungsoptionen im Sektor Energieerzeugung
Quelle: IE Leipzig

Handlungsoption	Parameter	IST 2014	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Photovoltaik (Dachanlagen)	Installierte Leistung	10,5 MW	12,5 MW	13,5 MW	15,0 MW
Photovoltaik (Freiflächen)	Installierte Leistung	-	-	1,0 MW	2,0 MW
Windenergie	Installierte Leistung	-	-	15,0 MW	24,0 MW
Wasserkraft	Installierte Leistung	0,09 MW	0,09 MW	0,09 MW	0,09 MW
Biomasse	Installierte Leistung	1,7 MW	1,8 MW	1,8 MW	1,8 MW
Klärgas	Installierte Leistung	0,11 MW	0,11 MW	0,11 MW	0,11 MW

5.1.1 Ausbau Photovoltaik

Zum Jahresende 2014 waren in Zweibrücken **Photovoltaik-Dachanlagen** mit einer Gesamtleistung von rund 10,5 MW installiert. Die Stromerzeugung dieser Anlagen von 9.700 MWh entspricht dem Stromverbrauch von rund 3.200 Haushalten der Stadt Zweibrücken. Aufgrund der Degression der EEG-Vergütungssätze wird davon ausgegangen, dass der Ausbau von Photovoltaik-Dachflächenanlagen im Trend-Szenario bis zum Jahr 2025 gehemmt verläuft und nur etwa 2 MW zugebaut werden. Demnach wird im Trend-Szenario für das Jahr 2025 eine Gesamtleistung der PV-Anlagen auf Dachflächen von 12,5 MW prognostiziert.

Der Zubau der Photovoltaik schwankt dabei stark in Abhängigkeit von den bundespolitischen Rahmensetzungen (EEG). Der örtliche Einfluss auf die weitere Entwicklung ist demgegenüber geringer ausgeprägt. Bei der Hebung der Dachflächenpotenziale ist zudem zu berücksichtigen, dass auf gewerblich genutzten Dächern für die Dachbesitzer zu beachten ist, dass nach derzeitigen EEG-Vergütungsrecht mind. 20 Jahre (Dauer der EEG-Vergütung) keine andere Nutzung oder nur ein bedingter Umbau möglich ist. Im Aktiv-Szenario wird für das Jahr 2025 eine installierte Photovoltaik-Leistung auf Dachflächen von 13,5 MW angestrebt.

Das Gesamtpotenzial zur Nutzung der Dachflächen für Photovoltaik wurde vom IE Leipzig überschlägig über die vorhandenen Dachflächen abgeschätzt. Insgesamt sind im Stadtgebiet Zweibrückens geeignete Dächer für die Installation von 42 MW[3] Leistung vorhanden. Dieses theoretische Potenzial wurde bis zum Jahr 2014 zu 25 % ausgenutzt (10,5 MW installierte Leistung). Annahme für das Perspektiv-Szenario ist, dass dieser Ausschöpfungsgrad auf 35 % gesteigert werden kann und im Jahr 2025 insgesamt 15 MW Leistung auf Dachflächen installiert sind.

Für eine erste Information zur Eignung der eigenen Dachflächen kann auf das Solarkataster Südwestpfalz zurückgegriffen werden (Abbildung 27), ein Großteil der Dachflächen weist eine gute (orange) bis sehr gute (rot) Eignung auf.

Abbildung 27 Ausschnitt aus dem Solarkataster Südwestpfalz - Stadtbereich Zweibrücken
Quelle: [Sparkasse Südwestpfalz 2012]

Die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Anlagen ist – bei gesetzlich für den Zeitraum von 20 Jahren vorgegebenen spezifischen Einspeisevergütungen für Solarstrom – maßgeblich abhängig von den Investitionen (Module, Installation) und den solaren Erträgen, die

[3] *Für **Dächer auf Wohngebäuden** nach Potenzialberechnung IE Leipzig: **24,3 MW** unter Berücksichtigung der Nutzungskonkurrenz zur Solarthermie; **Für Dächer aus dem Bereich Industrie/ GHD und Landwirtschaft 17,3 MW** unter der Annahme, dass sich ein Viertel aller Dachflächen auf Nichtwohngebäuden befindet und dort Solarthermie nicht genutzt wird. Diese überschlägige Potenzialabschätzung muss im Einzelfall durch Machbarkeitsstudien bzw. Wirtschaftlichkeitsberechnungen konkretisiert werden.*

wiederum abhängig von den gegebenen baulichen Voraussetzungen (Dachneigung und -ausrichtung) sowie der Globalstrahlung sind. Die Kosten für den Betrieb sind gering und beschränken sich überwiegend auf Wartung und Versicherung der Anlage, da technologiebedingt keine Betriebs- und Einsatzstoffe notwendig sind. Für die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit ist eine Einzelfallprüfung notwendig, sie kann im Allgemeinen nach aktueller Marktlage, je nach Höhe des Eigenverbrauchs, für geeignete Dachflächen jedoch als positiv gesehen werden.

Aktuell sind im Stadtgebiet Zweibrückens keine **Photovoltaik-Freiflächenanlagen** vorhanden. Im Rahmen des Akteurs-Workshops wurden 3 realisierbare Flächen zur Nutzung für Freiflächenanlagen ermittelt (Abbildung 28). Zwei dieser Flächen befinden sich auf dem Gelände der John-Deere-Werke direkt an einer Bahnlinie, eine weitere Fläche direkt an der A8. Grundsätzlich sind PV-Freiflächenanlagen entlang von Bahnlinien und Autobahnen in einem Streifen von 110m förderfähig. Seitens der Bundesnetzagentur werden Ausschreibungen zur Ermittlung der finanziellen Förderung durchgeführt. Die Höhe der Förderung dieser Anlagen wird künftig nicht mehr per Gesetz festgelegt, sondern mittels Ausschreibungen ermittelt. Im Jahr 2015 werden 500 MW, im Jahr 2016 400 MW und im Jahr 2017 300 MW Leistung gefördert.

Für das Trend-Szenario wurde aufgrund der aktuellen Rahmenbedingungen (geringe Renditen) von PV-Freiflächenanlagen angenommen, dass innerhalb der Stadtgrenzen keine Anlagen gebaut werden. In Abstimmung mit dem Projektteam wurde festgelegt, dass im Aktiv-Szenario der Bau einer Anlage mit einer installierten Leistung von 1 MW angenommen wird, im Perspektiv-Szenario wurde der Bau von PV-Freiflächenanlagen mit 2 MW installierter Leistung berücksichtigt.

Zusammenfassend sind in Tabelle 3 die wichtigsten Größen innerhalb der Szenarien aufgezeigt.

Abbildung 28 Im Rahmen des Workshops ermittelte, realisierbare Flächen zur Installation von PV-Freiflächenanlagen; links: Fläche westlich der John-Deere-Werke; Mitte: Fläche südlich der John-Deere-Werke; rechts: Fläche nördlich der A8 gegenüber Designer-Outlets

Quelle: Flächenermittlung: Workshop mit Akteuren aus den Bereichen Stadtverwaltung, Stadtwerke, Industrie und Handwerk

Tabelle 3 Stromerzeugung durch Photovoltaik sowie Investitionskosten nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

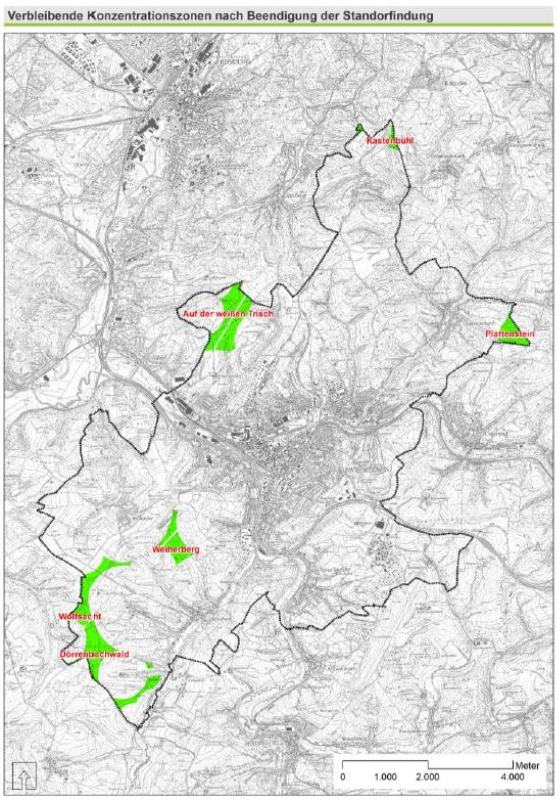
Photovoltaik	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Installierte Leistung auf Dachflächen	MW	12,5	13,5	15,0
Installierte Leistung auf Freiflächen	MW	-	1,0 MW	2,0
Summe der installierten Leistung	MW	12,5	14,5	17,0
Summe Stromerzeugung	GWh/a	11,9	13,8	16,1
Investitionskosten (2015-2025)	Mio. €	2,95	5,95	9,7

5.1.2 Ausbau Windenergie

Im Stadtgebiet Zweibrückens sind bis dato keine Windenergieanlagen installiert. Im aktuellen Regionalen Raumordnungsplan sind auf der Gemarkung der Stadt Zweibrücken weder Vorranggebiete, noch Ausschlussgebiete zur Nutzung der Windenergie aufgeführt. Demnach kann die Stadt die Nutzung der Windenergie selbst steuern. Die Stadtverwaltung Zweibrücken hat daher im Jahr 2015 eine Windpotenzialstudie durch die Gesellschaft für Lebensraumentwicklung (ARGUS CONCEPT) erstellen lassen. Ergebnis dieser Studie sind 6 identifizierte, für die Stromerzeugung durch Windenergie gut geeignete, Flächen im Stadtgebiet Zweibrückens. Die Flächen haben eine Gesamtgröße von 267 ha. Durch die Faustzahl des Flächenverbrauches von Windenergieanlagen von 5 Hektar je Megawatt installierter Leistung leitet sich ein Potenzial zur installierbaren Leistung von rund 53 Megawatt ab. Die im Rahmen der Potenzialanalyse ermittelten Flächen sind in Abbildung 29 dargestellt.

Im Rahmen der Definition der Szenarien zum Ausbau der Windenergie wurde davon ausgegangen, dass ohne Klimaschutzanstrengungen im Trend-Szenario keine Anlagen zugebaut werden. Bei aktiver Herangehensweise wurde die Installation von 5 bis 6 Anlagen (etwa 15 MW je nach Anlagengröße) als realistisch eingeschätzt. Im Perspektiv-Szenario wurde der Bau von 8 bis 10 Anlagen je nach Größe der Anlagen (24 MW) berücksichtigt (

Tabelle 4).



- **Flächenkulisse für FNP**

1.	Kastenbühl	9,5 ha
2.	Auf der weißen Trisch	76,0 ha
3.	Plattenstein	27,7 ha
4.	Weiherberg	38,1 ha
5.	Wolfsacht	47,2 ha
6.	Dörrenbachwald	68,2 ha

Summe: ca. 266,6 ha = 3,77 % des Stadtgebietes

ARGUS CONCEPT
Gesellschaft für Lebensraumentwicklung mbH

Abbildung 29 Potenzielle Flächen zur Windenergienutzung im Stadtgebiet Zweibrücken
Quelle: [ARGUS CONCEPT 2015]

Tabelle 4 Stromerzeugung durch Windenergieanlagen sowie Investitionskosten nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Windenergie	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Installierte Leistung Windenergie	MW	-	15	24
Summe Stromerzeugung	GWh/a	-	30	48
Investitionskosten (2015-2025)	Mio. €	-	22,5	36,0

5.1.3 Ausbau Wasserkraft, Biomasse, Klärgas

Im Bereich der Stromerzeugung aus Wasserkraft, Biomasse und Klärgas werden derzeit im Stadtgebiet keine Ausbaupotenziale gesehen, dies ist das Ergebnis des Workshop und mehrerer Projektteamsitzungen, welche im Rahmen des Projektes durchgeführt wurden.

Derzeit gibt es in Zweibrücken eine **Wasserkraftanlage**, diese erzeugt jährlich 0,5 GWh Strom, dies entspricht dem Stromverbrauch von rund 170 Zweibrücker Haushalten. Im Stadtgebiet sind keine weiteren Staustufen vorhanden, so dass es kein weiteres Potenzial zum Ausbau der Wasserkraft gibt.

Im Bereich **Biomasse** sind derzeit Anlagen zur Stromerzeugung mit einer Gesamtleistung von 1,7 MW installiert, durch diese wurden im Jahr 2014 insgesamt 6,2 GWh Strom erzeugt, was in etwa dem Stromverbrauch von 2.100 Haushalten entspricht. Durch die vorhandene **Biogasanlage** mit einer installierten Leistung von 1 MW ist das Potenzial zur Stromerzeugung mittels Biogas bereits ausgeschöpft. Überlegungen wurden im Rahmen der Bearbeitung hinsichtlich des Potenzials des Grünschnitts und des Hausabfalls angestellt. Insgesamt könnten rund 5.500 t Material seitens der Stadt bereitgestellt werden. Diese Menge ist für den Betrieb einer eigenen Anlage aber deutlich zu gering.

Die vorhandene Anlage zur Verstromung des **Klärgases** hat eine installierte Leistung von 0,11 MW und erzeugt jährlich rund 0,75 GWh Strom (Verbrauch von 250 Haushalten). Es wird kein weiteres Potenzial zur Stromerzeugung gesehen.

5.2 Analysen im Sektor Private Haushalte

Für die zukünftige Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der damit verbundenen CO_2-Emissionen ist der Umsetzungsgrad bereits technisch möglicher Maßnahmen entscheidend. Neben der Investitionskostenentwicklung für moderne Technologien und der Preisentwicklung fossiler Energieträger ist dieser Umsetzungsgrad von politischen Rahmenbedingungen abhängig. Die prognostizierte Entwicklung bis zum Jahr 2025 (Trend) basiert im Wesentlichen auf allmählich weiter steigenden Energiepreisen, Effekten restriktiver Instrumente wie das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und der Energieeinsparverordnung (EnEV) sowie Förderungen durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Bei den Privaten Haushalten liegt der Schwerpunkt der Maßnahmen in den Bereichen effiziente Raumwärmenutzung und –bereitstellung im Gebäudebestand. Da hier der Großteil der Energie verbraucht wird (Tabelle 5).

Neubauten unterliegen ohnehin gesetzlichen Anforderungen wie beispielsweise des EEWärmeG.

Tabelle 5 Übersicht über die Handlungsoptionen im Sektor Private Haushalte nach Szenarien für Zweibrücken
Quelle: IE Leipzig

Handlungsoption	Parameter	Ist 2014	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Gebäudesanierung	(Äquivalente Voll-) Sanierungsrate	0,8 % p.a.	0,8 % p.a.	1,5 % p.a.	2,5 % p.a.
Kesseltausch	Austauschrate	3 % p.a.	3 % p.a.	4 % p.a.	5 % p.a.
Hydraulischer Abgleich	Abgleichrate	0,5 % p.a.	0,5 % p.a.	2 % p.a.	5 % p.a.
Solarthermie	WE mit Solarthermie 2025	380	~ 520	~ 700	~ 920
Biomasse-Heizkessel	WE mit Biomassekessel 2025	420	~ 520	~ 700	~ 920
Wärmepumpen	WE mit Wärmepumpen 2025	50	~ 80	~ 100	~ 120
KWK (Nah- und Fernwärme)	WE mit KWK-Versorgung 2025	460	~ 500	~ 560	~ 920
Investitionsbereitschaft für effiziente Elektrogeräte	Investitionsbereitschaft	10 %	10%	25 %	50 %

5.2.1 Gebäudesanierung

Grundsätzlich bringt die energetische Gebäudesanierung deutliche Energie- und somit auch Betriebskosteneinsparungen und leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Im Gebäudebestand ist insbesondere die Höhe der energetischen Modernisierungsrate der Gebäudehülle von Interesse. Die energetische Sanierungsrate beschreibt die Höhe des Anteils am Gebäudebestand, der vollständig wärmegedämmt wird (Fenster, Dach, Keller, Außenwand). In der Realität werden aber nicht alle Gebäude vollsaniert, sondern eine höhere Anzahl teilsaniert. Somit handelt es sich eigentlich um eine äquivalente Vollsanierungsrate.

In der vorliegenden Studie wird die Sanierungsrate der Gebäude aufgrund von bundesweiten Erfahrungswerten sowie der Einschätzung der lokalen Akteure auf 0,8 % p. a. geschätzt. Sie berücksichtigt eine Vollsanierung von 0,3 % p. a. der Bestandsgebäude und Teilsanierungen in unterschiedlichem Umfang bei über 2 % der Bestandsgebäude jährlich, die umge-

rechnet den gleichen Einspareffekt wie eine Vollsanierung von 0,5 % der Bestandsgebäude erreichen.

In Zweibrücken muss diese Sanierungsrate deutlich ansteigen. Im Aktiv-Szenario (1,5 % p. a.) wird eine deutliche Steigerung gegenüber dem Trend-Szenario und im Perspektiv-Szenario eine Steigerung auf 2,5 % p.a. berücksichtigt. Der Wert von 2,5 % entspricht den Zielen der Bundesregierung [BMWi & BMU 2010].

Die Berechnungen wurden mit den entsprechenden Sanierungsraten für die Szenarien durchgeführt (Tabelle 6). Da diese Maßnahme im Sektor der Privaten Haushalte die höchste Bedeutung hat – sowohl preislich als auch energetisch – wurde auch die Mehreinsparung gegenüber dem Trend berechnet. Dabei wird in der Berechnung davon ausgegangen, dass unter ansonsten unveränderten Rahmenbedingungen nur diese Maßnahme durchgeführt wird.

Tabelle 6 Kennwerte zur Gebäudesanierung in Zweibrücken nach Szenarien
Quelle: IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Einsparung bei Vollsanierung	%	40 bis 60		
Einsparung bei Teilsanierung	%	10 bis 25 (je nach Maßnahme)		
Äquivalente energetische Vollsanierungsrate	% p.a.	0,8	1,5	2,5
Investitionskosten	Mio. €	42	80	135
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	1,4	2,7	4,6

Unter wirtschaftlichen Bedingungen können energetische Modernisierungsmaßnahmen der Gebäudehülle im Allgemeinen nicht zu einem beliebigen Zeitpunkt durchgeführt werden, da viele der Maßnahmen (insbesondere Außenwanddämmung, Dachdämmung, Fensteraustausch) an den Erneuerungszyklus des Bauteils gebunden sind, d. h. die Investition in die Energieeinsparung ist ökonomisch dann sinnvoll, wenn sie an eine ohnehin stattfindende Erneuerungsmaßnahme gekoppelt wird. Eine Gebäudesanierung ist somit in der Regel finanziell vorteilhaft, wenn Wärmeschutzmaßnahmen mit einer ohnehin fälligen Instandsetzungsarbeit gekoppelt ausgeführt werden.

Die in Tabelle 6 geschätzten kumulierten Investitionskosten enthalten einen Kostenanteil von rund 30 %, die auch bei einer nicht-energetischen Sanie-

rung angefallen wäre, z. B. die Aufstellung der Gerüste. Die durchschnittliche Amortisationszeit für energetische Vollsanierungen wurde im Rahmen der Berechnungen mit rund 30 Jahren angesetzt. Pauschale Aussagen zur **Wirtschaftlichkeit** sind nicht zielführend, da sich jedes Gebäude in einem individuellen energetischen Zustand befindet und eine Einzelanalyse geboten ist.

Bei einer Energieberatung wird durch einen unabhängigen Gutachter ermittelt, an welchen Teilen eines Gebäudes sich energetische Sanierungsmaßnahmen lohnen. Die Wirkung einer Maßnahme hängt maßgeblich davon ab, wie gut oder schlecht das betroffene Bauteil (Wand, Fenster, Geschossdecken, Dach) im derzeitigen Zustand gedämmt ist. Dementsprechend ist in der Regel auch die Wirtschaftlichkeit zu bewerten. Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen ist demnach mit vielen Unwägbarkeiten behaftet.

Neben der Bereitstellung von Fördermitteln zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit sind z. B. auch die Eigentumsverhältnisse von entscheidender Bedeutung. So sanieren Eigentümer bzw. Selbstnutzer durchschnittlich 8 Jahre früher als Eigentümer vermieteter Immobilien [KfW 2010], weil sie unmittelbar durch die Brennstoffkostenersparnis profitieren, die aus den Sanierungsmaßnahmen resultieren.

5.2.2 Kesseltausch

Neben dem Gebäudewärmeschutz ist auch die Erneuerung von Heizungsanlagen zu beachten. Unter Berücksichtigung der bekannten deutschlandweiten Rahmenannahmen und der Einschätzungen der lokalen Akteure wurde für das Gebiet der Stadt Zweibrücken eine **durchschnittliche Kesselaustauschrate** in der Vergangenheit und im Trend-Szenario auf 3 % p. a. eingeschätzt. Dies deckt sich auch mit einer Analyse des IWU, in der der Stand der Heizungsmodernisierung in Deutschland nach alten und neuen Bundesländern gegliedert untersucht wurde: Demnach betrug die Heizungsmodernisierungsrate bei Altbauten (Baujahr bis 1979) in den alten Bundesländern in der Periode von 2005 bis 2009 ca. 3,3 % p. a., bei Einbeziehung neuerer Gebäude in den Gesamtbestand deutlich weniger [IWU & BEI 2010].

Für das Aktiv-Szenario wird eine Erhöhung der Kesselaustauschrate auf 4 % p. a. und im Perspektiv-Szenario auf 5 % p. a. angestrebt (Tabelle 7).

Die **durchschnittliche Effizienzsteigerung** durch einen Kesseltausch kann mit Werten zwischen 9 % und 12 % angegeben werden. Es wird weiterhin angenommen, dass im Zuge des Kesselaustauschs kein Energieträgerwechsel vorgenommen wird.

Da diese Maßnahme im Bereich der Privaten Haushalte eine überdurchschnittliche Bedeutung hat, wurde auch hier eine Wirkungsabschätzung durchgeführt. Dabei wurde die Wirkung der Maßnahme separat betrachtet, also ohne eventuelle begleitende Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle.

Tabelle 7 Kennwerte zum Kesseltausch in Zweibrücken nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Senkung des Energieverbrauchs	%	10 bis 15		
Kesseltauschrate	% p.a.	3	4	5
Investitionskosten	Mio. €	27	36	46
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	2,1	2,7	3,4

Die Bewertung der **Wirtschaftlichkeit** kann – wie im Bereich der Gebäudesanierung – nicht pauschal vorgenommen werden. Unterliegt ein Kessel dem Austauschzwang der Energieeinsparverordnung oder ist ein Austausch aufgrund des Ausfalls oder einer erforderlichen aber nicht mehr rentablen Reparatur des Kessels erforderlich, ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung obsolet, da der Austausch unabwendbar ist. Unter dieser Prämisse stellt sich für den Eigentümer nunmehr die Frage, welches Heizungssystem für ihn die wirtschaftlichste Option darstellt [IE 2015].

Die Maßnahme zielt dagegen auf einen vorzeitigen Austausch noch funktionstüchtiger und zulässiger, aber technisch veralteter Heizkessel gegen Geräte mit aktuellem Stand der Technik, also insbesondere höheren Gesamtnutzungsgraden, ab. Neben der Einsparung von Energiekosten und weniger CO_2-Emissionen hat diese Verfahrensweise auch den Vorteil, dass der Eigentümer den Kesseltausch mit mehr Vorlauf planen und die Maßnahme gegebenenfalls mit weiteren Sanierungsschritten (beispielsweise Erneuerung des Wärmeverteilsystems, geringere Feuerungswärmeleistung infolge energetischer Sanierung usw.) koordinieren kann.

5.2.3 Hydraulischer Abgleich

Eine Heizungsanlage soll in der Heizperiode in einem Wohngebäude eine bestimmte thermische Behaglichkeit gewährleisten. Die Gebäude- bzw. Raumhülle hat bestimmte Wärmeverluste, die der Heizkörper bzw. die Heizflächen wieder ausgleichen sollen. Zu diesem Ausgleich tragen auch Wärmegewinne durch Beleuchtung, Sonneneinstrahlung, Elektrogeräte-Abwärme (z. B. Computer, Kühlschrank) und Personen bei. Die Wärmeabgabe über die Heizkörper oder Heizflächen wird im Wesentlichen durch zwei Parameter beeinflusst: Einerseits zentral durch die Regelung der Vorlauftemperatur und andererseits lokal

durch den Durchfluss am Heizkörper bzw. an der Heizfläche. Dieser Durchfluss kann an jedem Heizkörper/ jeder Heizfläche entsprechend der benötigten Heizwassermenge durch eine "Drossel" (voreinstellbares Thermostatventil) begrenzt werden. Der hydraulische Abgleich sollte idealerweise schon beim Kesseltausch bzw. beim Einbau einer neuen Heizungsanlage erfolgen. Daher ist nach geltenden Verordnungen und Richtlinien (DIN 18380; VDMA-Einheitsblatt 24199) der hydraulische Abgleich für alle neu errichteten Heizanlagen vorzunehmen. Diese Regelungen werden jedoch bei weitem nicht vollständig umgesetzt. Für den Heizungsbestand finden diese Verordnungen und Richtlinien keine Anwendung. Exakte Zahlen über den Stand, wie viele Heizungssysteme in Zweibrücken bereits hydraulisch abgeglichen sind, existieren nicht. Im Projektteam wurde geschätzt, dass derzeit weniger als ein Prozent der Gebäude jährlich hydraulisch optimal abgeglichen werden. Daher wurde geschätzt, dass der hydraulische Abgleich derzeit bei 0,5 % der Heizungsanlagen jährlich durchgeführt wird. Diese Abgleichrate bleibt im Trend-Szenario konstant (vgl. Tabelle 8). Da der hydraulische Abgleich nach Einschätzung der Gutachter ein großes Einsparpotenzial bei sehr hoher wirtschaftlicher Attraktivität bietet, sollte diese Maßnahme sehr offensiv kommuniziert werden, so dass im Aktiv-Szenario die jährliche Abgleichrate auf 2 % und im Perspektiv-Szenario auf 5 % ansteigt.

Tabelle 8 Kennwerte zum hydraulischen Abgleich in Zweibrücken nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Senkung des Energieverbrauchs	kWh/m²	ca. 10		
Abgleichrate	% p.a.	0,5	2	5
Investitionskosten	Mio. €	0,7	2,6	6,5
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	0,16	0,64	1,61

Bei der Berechnung der Effekte wird die vereinfachte Annahme getroffen, dass sich durch einen hydraulischen Abgleich der Energieverbrauch durchschnittlich um 10 kWh/m² und Jahr reduziert. Um die Effizienz eines hydraulischen Abgleichs noch deutlich zu verbessern, sollte auch in drehzahlgeregelte und energieeffiziente Heizungspumpen investiert werden [StiftungWarentest 2007]. Das Einsparpotenzial der Maßnahme wurde jedoch nicht isoliert von den übrigen Maßnahmen des Gebäudesektors errechnet, zumal

die Gesamteinsparung aus allen Maßnahmen nicht addiert werden kann. So wirkt sich ein hydraulischer Abgleich in einem unsanierten Gebäude mit hohem Energieverbrauch trotz gleicher relativer Einsparung auf den absoluten Energieverbrauch stärker aus als in einem energetisch sanierten Gebäude.

Wirtschaftlich betrachtet ist die Maßnahme durch überschaubare Investitionen gekennzeichnet, die sich schnell über die eingesparten Energiekosten amortisieren. Der hydraulische Abgleich ist mit verschiedenen Kosten für Handwerksleistungen (Berechnungen, Einbauleistungen, ca. 1 bis 6 € je Quadratmeter Wohnfläche) und Einbauten (Ventile, Thermostatköpfe usw.) verbunden [Bau-Welt 2015]. Als Berechnungsgrundlage wurden 8 €/m² Wohnfläche für MFH und 11 €/m² für EZFH verwendet.

5.2.4 Solarthermie

Die Nutzung der Sonnenenergie zur Wassererwärmung führt dazu, dass bei gleichem Warmwasserbedarf der Verbrauch an fossilen Energieträgern und damit die CO_2-Emissionen sinken. Für die Einzelmaßnahme ist daher keine Energieeinsparung ausgewiesen, die Berechnung der Emissionsminderung wurde nur im Zusammenhang der gesamten Szenarien durchgeführt, nicht aber als getrennte Maßnahme, da diese Emissionsminderung vom sonstigen Energieträgermix der Heizungssysteme abhängt, der im Zuge der Szenarien parallel auch verändert wird.

Im Jahr 2014 nutzten in Zweibrücken etwa 380 Haushalte Kollektoren zur Warmwasserbereitstellung. Umgerechnet auf die Gesamtzahl der Wohneinheiten entspricht dies einem Anteil von 2,0 %.

Bei der Fortschreibung der Struktur der Heizungssysteme im Trend-Szenario bis 2025 wird davon ausgegangen, dass sich der Anteil der Wohneinheiten mit Solarthermie auf 2,8 % (520 WE) im Jahr 2025 erhöht. Nach dem Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) ist im Neubau ein Mindestanteil der Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien verpflichtend. Die Installation einer Solarthermieanlage als eine Möglichkeit zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben wird hierbei häufig genutzt. Auch im Wohnungsbestand werden weitere Solarthermieanlagen installiert, oft auch in Verbindung mit dem Kesseltausch. Für das Aktiv-Szenario wird angestrebt, den Anteil der Wohneinheiten, welche Solarthermie nutzen, auf 3,8 % (700 Wohneinheiten) zu steigern. Im Perspektiv-Szenario steigt die Zahl der mit Solarthermieanlagen versorgten Wohneinheiten bis 2025 auf 920, so dass 5 % aller Wohngebäude mit einer solarthermischen Anlage ausgerüstet sind. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse zu den Szenarien dargestellt.

Auch am Beispiel der Solarthermie wird deutlich, dass eine **wirtschaftliche Bewertung** nur für den konkreten Einzelfall abgegeben werden kann. Diese hängt von verschiedenen Aspekten ab, wie etwa der Höhe des Warmwasserbedarfs, der Ausrichtung der Dachfläche, der erwarteten Solarstrahlung sowie von der bedarfsgerechten Dimensionierung und fachgerechten Ausführung der Anlage.

Tabelle 9 Kennwerte zum Ausbau der Solarthermie in Zweibrücken nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Anzahl der WE mit Solarthermie	WE	520	700	920
Investitionskosten	Mio. €	0,6	1,1	2,3
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	0,025	0,05	0,1

5.2.5 Biomassekessel und Wärmepumpen

Als weitere Maßnahme im Bereich der Wärmebereitstellung wird der Zubau an Biomassekesseln (Holzheizungen) betrachtet. Zudem wird auch im Bereich der Wärmepumpen ein Zuwachs erwartet, der sich allerdings vor allem aus dem Neubau von Gebäuden speist. Beide Heizsysteme zeichnen sich durch einen geringeren CO_2-Ausstoß gegenüber den Referenzsystemen Heizöl- oder Erdgasheizung aus.

Aus den Daten zur Beheizungsstruktur ist ersichtlich, dass im Jahr 2014 in Zweibrücken **Biomassekessel** für ca. 420 Wohneinheiten und Wärmepumpen für ca. 50 Wohneinheiten installiert waren. Im Trend-Szenario wird bis zum Jahr 2025 ein weiterer Zubau von Biomassekesseln auf ca. 520 Wohneinheiten sowie Wärmepumpen auf ca. 80 Wohneinheiten erwartet.

Da eine Integration von **Wärmepumpen** in Altbauten in der Regel nur bei völliger Entkernung und beim Ersatz von Heizkörpern durch Fußbodenheizungen in Frage kommt, wird in den Szenarien von moderaten Steigerungen auf 100 versorgte Wohneinheiten im Aktiv-Szenario bzw. 120 Wohneinheiten im Perspektiv-Szenario ausgegangen.

Eine Umstellung auf Biomasse (z. B. Pelletkessel) ist in vielen Fällen sinnvoll, insbesondere dann, wenn damit der Energieträger Heizöl verdrängt werden kann. Durch zusätzliche Anstrengungen wird im Aktiv-Szenario ein Anteil der durch Biomassekessel versorgten Wohneinheiten von 3,8 % (700 Wohneinheiten) angestrebt, im Perspektiv-Szenario steigt dieser auf 5 % (920 Wohneinheiten). Die Ergebnisse der Szenarien sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Die Wahl eines Heizungssystems ist abhängig von der Gebäudeart und -größe, dem energetischen Standard, dem Nutzerverhalten, den aktuellen und künftig erwarteten Energiepreisen sowie der vorhandenen Infrastruktur vor Ort. Dies betrifft Neubauten ebenso wie Heizungssanierungen. Daher ist die **Wirtschaftlichkeit** jeder Heiztechnologie und aller Energieträger individuell unterschiedlich.

Erneuerbare Heizsysteme sind gegenüber der klassischen Erdgasheizung durch vergleichsweise hohe

Anfangsinvestitionen gekennzeichnet, die sich jedoch über geringere Brennstoffpreise wieder ausgleichen können. Die variablen Energiekosten erschweren zusätzlich eine wirtschaftliche Bewertung [IE 2015].

Tabelle 10 Kennwerte zum Ausbau von Biomassekesseln und Wärmepumpen in Zweibrücken nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Anzahl der WE mit Holzkesseln	WE	520	700	920
Investitionskosten für Holzkessel	Mio.€	1,3	2,9	5,8
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	0,06	0,14	0,27
Anzahl der WE mit Wärmepumpen	WE	80	100	120
Investitionskosten für Wärmepumpen	Mio.€	0,5	0,85	1,2
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	0,04	0,07	0,1

5.2.6 KWK-Anlagen

Mittels dezentraler Blockheizkraftwerke auf Basis von Biogas und Erdgas wurden im Jahr 2014 rund 460 Zweibrücker Wohneinheiten mit Nah-/Fernwärme versorgt.

Eine sich derzeit neu etablierende Technologie sind Mikro-KWK-Anlagen (bis zu 1 kW elektrische Leistung). Die dezentralen Heizsysteme werden in der Regel mit Erdgas betrieben. Der Vorteil besteht darin, dass sie durch Kraft-Wärme-Kopplung ein Gebäude nicht nur mit Wärme versorgen, sondern auch Strom erzeugen. Dieser Strom kann im Gebäude verbraucht oder ins öffentliche Netz eingespeist werden. Wenn die Wärme vollständig genutzt wird, kann eine KWK-Anlage einen Gesamtwirkungsgrad von 90 % erreichen.

Daneben bestehen auch einige Mini-KWK-Anlagen (1 bis 10 kW elektrische Leistung, auch als Mini-BHKW bekannt), die meist in gewerblich genutzten Gebäuden betrieben werden.

Beide Systeme unterliegen saisonalen Schwankungen, so dass der Wirkungsgrad im Sommer niedriger sein kann, da die Wärme dann meist nur für Warmwasser benötigt wird. Für einen optimalen Betrieb ist jedoch ein kontinuierlicher Wärmebedarf erforderlich, da bei

sinkender Wärmebereitstellung auch die Stromerzeugung zurückgeht.

Im Trend bis 2025 wird mit einer moderaten Steigerung der Anzahl der KWK-Anlagen im Stadtgebiet für den Haushaltsbereich gerechnet, so dass im Jahr 2025 insgesamt 500 Wohneinheiten mit Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung versorgt werden.

Für das Aktiv-Szenario wird angestrebt, im Jahr 2025 insgesamt 600 Wohneinheiten mittels KWK- Anlagen zu versorgen. Ziel im Perspektiv-Szenario ist ein Deckungsgrad von 5 % des Wohnungsbestandes (rund 920 Wohneinheiten). In Tabelle 11 sind die entsprechenden Kennwerte dargestellt. Für die Investitionskosten wurden für die Versorgung von Wohnungen im Mehrfamilienhausbereich pauschal 5.000 € je Wohneinheit und im Einfamilienhausbereich 23.500 € angesetzt. Im Durchschnitt ergeben sich so im Trend- und Aktiv-Szenario rund 10.000 € Investitionskosten je neu versorgter Wohneinheit, im Perspektiv-Szenario wurde ein deutlicherer Ausbau im Ein- und Zweifamilienhausbereich angenommen, die spezifischen Kosten je Wohneinheit sind dadurch in diesem Szenario höher.

Tabelle 11 Kennwerte zum Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Zweibrücken nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Anzahl der mit KWK versorgten WE	WE	500	560	920
Investitionskosten	Mio.€	0,4	1,1	5,7
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	0,02	0,05	0,26

5.2.7 Effiziente Elektrogeräte

Etwa 10 % des Endenergieverbrauchs entfällt auf Stromanwendungen wie Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik, Nahrungszubereitung, Wasch-, Kühl- und Trockengeräte. Hier soll aufgezeigt werden, wie stark neue effizientere Geräte zur Energieeinsparung beitragen können.

Zur Berechnung des Endenergieverbrauchs der Elektrogeräte werden der Ausstattungsgrad sowie der durchschnittliche Jahresverbrauch des Gerätebestandes im Modell berücksichtigt. Anhand von Annahmen zur Lebensdauer dieser Geräte kann die jährliche Austauschrate ermittelt werden. Daraus ergibt sich die Anzahl von Neuanschaffungen im betrachteten Zeitraum zwischen 2015 und 2025.

Wenn ein Elektrogerät ausfällt, stehen die Verbraucher vor der Entscheidung, welcher Effizienzklasse das zu beschaffende Ersatzgerät angehören soll. Beispielsweise verbraucht ein Kühlschrank der Effi-

zienzklasse A++ nur etwa die Hälfte der Energie (und damit auch der Energiekosten) eines Gerätes der Klasse A. Solche Geräte sind aber nur etwa 10 bis 20 % teurer in der Anschaffung. Die Mehrkosten der Anschaffung amortisieren sich innerhalb von wenigen Jahren. Bei Waschmaschinen und Geschirrspülern ist die Stromeinsparung tendenziell etwas geringer, jedoch kommt hier noch der Effekt des geringeren Wasser- und Abwasserverbrauchs zum Tragen.

Bei Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik sowie der Unterhaltungstechnik sind zudem die sogenannten Standby-Verluste relevant. Durch den Anschluss der Geräte an schaltbare Steckerleisten können diese vollständig vermieden werden. Diese Maßnahme ist hoch wirtschaftlich, da kaum Investitionen anfallen.

Es wird davon ausgegangen, dass im besten Fall die Produktentscheidung der Verbraucher beeinflusst werden kann, die Austauschrate also unveränderlich ist. Je nach Investitionsbereitschaft sinkt der durchschnittliche Stromverbrauch durch die Neuanschaffung effizienterer Geräte. Tabelle 12 enthält die Festlegungen zum Anteil der Kunden, die sich bei anstehenden Käufen von Elektrogeräten für das jeweils effizienteste Gerät entscheiden, das auf dem Markt verfügbar ist.

Tabelle 12 Kennwerte zur Investitionsbereitschaft für effiziente Elektrogeräte in Zweibrücken nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Anteil der Kunden, die im Handel effiziente Elektrogeräte kaufen am Anteil der insgesamt verkauften Geräte	%	10	25	50
Investitionskosten	Mio. €	1,4	3,5	7,6
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	0,02	0,05	0,26

5.2.8 Änderung des Nutzerverhaltens

Die günstigste Alternative zur Einsparung von Energie und somit Energiekosten ist der individuelle Umgang mit Energie. An vielen Verbrauchsstellen kann durch kleine Veränderungen viel Energie eingespart werden. Im Rahmen der Berechnungen wurde die Änderung des Nutzerverhaltens nicht berücksichtigt, da diese nur sehr spekulativ abgeschätzt werden könnte und stark Abhängig ist vom Willen der Einwohner dieses Verhalten zu ändern. Zur Vollständigkeit eines Energie- und Klimaschutzkonzeptes ist dieser Bereich aber stets zu aufzuführen. Ziel ist es, die Bewohner auf diese geringinvestiven Maßnahmen aufmerksam zu machen. Zu den effektivsten Möglichkeiten im

Haushalt Energie einzusparen, gehören nach [dena 2015]:

- Richtige Raumtemperatur wählen (ein Grad Temperaturabsenkung führt zu 6 % Energieeinsparung)
- Sinnvolles Lüften (Heizkörperventile schließen und kurz Stoßlüften statt Fenster für längere Zeit anzukippen)
- Wärmestau vermeiden (Heizkörper nicht mit Möbeln zustellen)
- Heizkörper entlüften (Optimale Funktion muss gegeben sein)
- Heizungspumpe überprüfen lassen (an den Heizungspumpen kann zwischen mehreren Leistungsstufen gewählt werden, hierzu sollte der Heizungsinstallateur befragt werden)
- Rohrleitungen dämmen (vor allem, wenn diese durch kalte Räume führen)
- Klimafreundlich Waschen und Trocknen (Waschmaschine stets voll beladen und möglichst geringe Temperatur wählen, Wäsche wenn möglich an der Luft trocknen, Trockner verbrauchen sehr viel Strom)
- Standby Verluste vermeiden (Geräte nach Benutzung immer vollständig von der Stromversorgung trennen)
- Energiesparendes Kochen (Kochen ohne Deckel ist wie Heizen bei offenem Fenster, ohne Deckel wird doppelte bis dreifache Energie benötigt)

Um die Bürger zu einem Umdenken beim Umgang mit Energie zu sensibilisieren ist eine intensive und überzeugende Öffentlichkeitsarbeit erforderlich.

5.2.9 Zusammenfassung der Handlungsoptionen im Haushaltssektor

Im Trend-Szenario werden unter den zuvor dargestellten Annahmen rund 10 % der Energie im Sektor Private Haushalte gegenüber dem Jahr 2014 eingespart (Tabelle 13). Durch aktives Handeln kann dieser Wert im Aktiv-Szenario auf 13 % gesteigert werden. Unter Berücksichtigung der Annahmen im Perspektiv-Szenario ist es möglich, insgesamt 22 % der Energie im Haushaltsbereich einzusparen.

Die Einsparung von CO_2 schwankt in den Szenarien zwischen 15 % und 38 % gegenüber dem Jahr 2014. Im Trend werden innerhalb der nächsten 10 Jahre rund 74 Millionen Euro investiert, um alle Maßnahmen des Perspektiv-Szenarios umzusetzen, müssten die Investitionen verdreifacht werden. Die Energieeinsparung steigt dabei nicht proportional zu den Investitionskosten. Einige der Maßnahmen führen nicht zu einer Energie- sondern zu einer CO_2-Einsparung, zum Beispiel der Ausbau von Solarthermieanlagen. Der Energieverbrauch an sich bleibt dabei konstant, die Wärme wird aber umweltfreundlicher zur Verfügung gestellt, indem andere Energieträger wie Heizöl oder Erdgas verdrängt werden.

Über alle Maßnahmen hinweg liegt die Amortisationszeit bei rund 18 Jahren, innerhalb der einzelnen Maßnahmen sind diese aber sehr unterschiedlich. Für die Vollsanierung von Gebäuden wurden rund 29 Jahre als Amortisationszeit angesetzt. Für den hydraulischen Abgleich beträgt diese nur rund 4 Jahre.

Tabelle 13 Energie- und CO_2-Minderungspotenziale sowie deren Kosten im Sektor Private Haushalte
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Energieeinsparung ggü. 2014	GWh	33	45	73
Energieeinsparung ggü. 2014	%	10	13	22
CO_2-Einsparung ggü. 2014	1.000 t CO_2	13	21	31
CO_2-Einsparung ggü. 2014	%	15	25	38
Investitionskosten	Mio. €/a	74	129	210
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	4,0	6,9	11,2

5.3 Analysen im Sektor Industrie/GHD

Der Sektor Handel, Gewerbe und Dienstleistungen (GHD)/Industrie (d. h. der Sektor der privaten Wirtschaft) sowie der öffentlichen Verwaltung (soweit nicht unter städtische Liegenschaften enthalten) stellte in Zweibrücken im Bezugsjahr 2014 mit 37 % den Bereich mit dem größten Energieverbrauch dar. Grundsätzlich sind im Industriesektor verschiedenartige Prozesse mit ganz unterschiedlichem Einsatz von Energieträgern von Bedeutung. Dieser Umstand führt dazu, dass Energie- und CO_2-Einsparpotenziale in Wirkung und Höhe im Einzelfall weitaus niedriger oder auch höher liegen können, als dies durchschnittlichen oder allgemeingültigen Werten für den ganzen Sektor entspricht.

Im Rahmen der vorliegenden Analyse konnten keine Betrachtungen für einzelne Unternehmen durchgeführt werden. Deshalb wurde zur bilanziellen Abschätzung von Effizienzmaßnahmen die spezifischen Einsparungen mit Hilfe der Kenngröße „Steigerung der Energieproduktivität“ ermittelt.

Methodisch ergibt sich der Energieverbrauch im Sektor Industrie daraus, dass beispielsweise die Menge eines zu produzierenden Gutes, die Beheizung einer bestimmten Fläche oder der Betrieb eines Prozesses mit durchschnittlichen spezifischen Energieverbrauchsfaktoren ermittelt wird. Daraus ergibt sich ein differenziertes Bild des Energieverbrauchs (nach Energieträgern und Verwendungszwecken), anhand dessen die Wirkung von Einsparmaßnahmen simuliert und abgeschätzt wird.

Die durchschnittliche Verbesserung der Energieproduktivität für den Sektor Industrie/GHD über alle Branchen liegt für die Bundesrepublik Deutschland bei etwa 1,5 % pro Jahr. Diese jährliche Steigerung wird für das Trend-Szenario auch für die in Zweibrücken ansässigen Betriebe übernommen.

Eine weitere Steigerung der Energieproduktivität erscheint möglich, deshalb wird durch Intensivierung der Anstrengungen im Aktiv-Szenario eine Steigerungsrate von 1,8 % p.a. als umsetzbar eingeschätzt. Im Perspektiv-Szenario wird eine jährliche Steigerung der Energieproduktivität von 2,0 % in Ansatz gebracht (Tabelle 14).

5.3.1 Handlungsoptionen im Industriesektor

Im Industriesektor sind verschiedenartige Prozesse mit ganz unterschiedlichem Einsatz von Energieträgern von Bedeutung. Die Schwerpunkte des Energiebedarfs liegen bei der Prozesswärme sowie bei der mechanischen Energie. Rund 60 % der Endenergie wird vom Energieträger Erdgas geliefert, rund 25 % durch elektrischen Strom, Heizöl folgt mit rund 5 %, die restlichen 10 % setzen sich aus Erneuerbaren und Sonstigen zusammen.

Mit Blick auf mögliche Anknüpfungspunkte zur Verbrauchsminderung besteht hier ein großes Potenzial, das aber bereits heute allein schon aus Kostengründen zu laufenden Anstrengungen zur Prozessoptimierung seitens der Industrie genutzt wird. Jedoch gibt es auch Prozesse mit hohen energetischen Anforderungen, bei denen keine weiteren Einsparungen möglich sind, teilweise aber Substitutionsmöglichkeiten beim Energieträgereinsatz bestehen.

Neben Eingriffen in den technischen Produktionsablauf, welche immer sehr kostenintensiv sind, sollten in den Betrieben auch die systematische Einführung von **Energiemanagement und Energiecontrolling** initiiert werden, sofern dies noch nicht geschehen ist. Ein funktionierendes Energiemanagementsystem hilft einem Unternehmen oder einer Organisation energetische Leistung durch einen systematischen Ansatz kontinuierlich zu verbessern und dabei gesetzliche Anforderungen sowie anderweitige Verpflichtungen zu berücksichtigen [UBA 2010]. In der Regel können hier geringe Investitionen zu hohen Einsparungen führen.

Da der Einfluss der Stadt auf die Optimierung der betriebsinternen Prozesse in der örtlichen Industrie jedoch gering ist, wurde im Dialog mit den lokalen Akteuren entschieden, für die verschiedenen Szenarien lediglich die Steigerung der Energieproduktivität als Ziel vorzugeben und die entsprechende Auswahl der Maßnahmen den innerbetrieblichen Fachleuten zu überlassen. Ein branchenübergreifender Erfahrungsaustausch wird jedoch als hilfreich angesehen.

Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs können in der Regel wirtschaftlich umgesetzt werden, wobei „Wirtschaftlichkeit“ individuell unterschiedlich von den Unternehmen definiert wird. Es bestehen vor allem im industriellen Bereich restriktive Vorgaben für Kapitalrückflusszeiten. Diese liegen im Durchschnitt bei etwa zwei bis vier Jahren, wobei die meisten Energiesparmaßnahmen eine deutlich längere „Lebensdauer“ aufweisen.

Neben der Wirtschaftlichkeit bestimmen auch andere Prämissen, ob Energiesparmaßnahmen umgesetzt werden oder nicht. Investitionen in Energieeinsparmaßnahmen stehen immer in Konkurrenz zu anderen Investitionen, welche eher im Kerngeschäft (z. B. Produktforschung, Produktionsausbau) anzusiedeln und daher als betriebsnotwendige Voraussetzung eine höhere Priorität genießen. Hinzu kommt die unterschiedliche Bedeutung der Energiekosten für die Kostenstruktur von Industrieunternehmen verschiedener Branchen. Auch Contractingangebote sind nur begrenzt in der Lage diese Hemmnisse zu lösen.

Bei dieser Betrachtung darf nicht vergessen werden, dass aufgrund des Wirtschaftswachstums diese Einsparungen von Verbrauchszuwächsen überlagert werden können. Ergo würde – ohne Erhöhung der Energieproduktivität – der Anstieg des Endenergieverbrauchs im Sektor Industrie/GHD weitaus höher ausfallen. Es sind sehr hohe Energieeinsparungen und CO_2-Minderungen möglich, die jedoch nur bei flächendeckender und umfassender Umsetzung von Maßnahmen realisiert werden können.

5.3.2 Handlungsoptionen im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

In den Gebäuden des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen überwiegt der Verbrauch an Brennstoffen für die Bereitstellung von Raumwärme. In diesem Bereich sind u. a. die öffentliche Verwaltung (sofern nicht unter „städtische Liegenschaften“ erfasst), Arztpraxen, Kanzleien, Handwerk, Gewerbebetriebe, Einzelhandel usw. zusammengefasst, die einen hohen Raumwärmebedarf aufweisen. Demnach gilt hier ähnlich wie im Sektor Haushalte, dass eine energetische Sanierung der Gebäude eine Reduzierung des Energiebedarfs darstellt. Der hohe Anteil an Endenergie zu Beleuchtungszwecken (Geschäfte, Büros usw.)

zeigt einen weiteren Anknüpfungspunkt für wirksame Einsparmöglichkeiten vor allem beim Stromeinsatz.

Neben der wärmetechnischen Sanierung der Gebäudehülle bietet die technische Gebäudeausrüstung relevante Einsparpotenziale. In vielen Büro- und Dienstleistungsgebäuden sowie im Handel spielt die Ausstattung mit raumlufttechnischen Anlagen eine wichtige Rolle, so dass hier Optimierungsmaßnahmen eine breite Einsparwirkung entfalten können.

Hinzu kommen die vor allem im Handel verwendeten Kühlaggregate sowie der Bereich der zunehmenden Ausstattung mit Informationstechnik (Ansatzpunkt z. B. Vermeidung von Leerlaufverlusten).

Da die Rolle des Kostenfaktors „Energie“ für die Unternehmen sehr unterschiedlich ausfällt, gibt es – gerade in kleineren Betrieben – noch ein größeres Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz.

Für den Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen insgesamt wird vom IE Leipzig auf der Grundlage überregional geltender Informationen [BMU 2009] eingeschätzt, dass die Steigerung der Energieeffizienz über das Trend-Szenario hinaus durch folgende Einzelmaßnahmen erreicht werden kann:

- Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden: 30 % Beitrag zur Steigerung
- Prozessoptimierung (Druckluft, Pumpensysteme, Kühlung): 25 % Beitrag
- Energiemanagement: 20 % Beitrag
- Kesseltausch (Heizungssystem): 10 % Beitrag
- Nutzerverhalten (Einsparung Raumwärme und Strom): 10 % Beitrag
- Beleuchtung: 5 % Beitrag

Diese Maßnahmen können in der Regel wirtschaftlich umgesetzt werden, wobei „Wirtschaftlichkeit“ individuell unterschiedlich von den Betrieben definiert wird. Gerade kleinere Unternehmen haben nicht zu allen Zeiten ausreichend freie Mittel, um größere Investitionen in diesem Bereich zu tätigen .

5.3.3 Zusammenfassung der Handlungsoptionen im Sektor Industrie/GHD

Wie bereits dargestellt, befinden sich im Sektor Industrie und GHD die absolut größten Einsparpotenziale und damit auch die größten CO_2-Minderungspotenziale.

Unter Einbeziehung aller Effekte ergibt sich bei Realisierung der betrachteten Maßnahmen im Aktiv-Szenario eine Energieeinsparung von 8,2 % und von 26 % der CO_2-Emissionen gegenüber dem Jahr 2014. Im Perspektiv-Szenario ergeben sich Einsparungen von 10,2 % der Energie und 30 % der CO_2-Emissionen (vgl. Tabelle 14). Die Emissionen gehen in allen Szenarien deutlich zurück, insbesondere durch die emissionsärmere Bereitstellung des eingesetzten Stroms.

Die Schätzung der Investitionskosten kann für den Verbrauchssektor Industrie und GHD nur sehr grob erfolgen, weil die konkreten Einzelmaßnahmen stark unternehmensabhängig sind. Bei der Abschätzung wurde von den durch die Maßnahmen einsparbaren Energiekosten innerhalb unterschiedlich langer Amortisationszeiten ausgegangen. Diese eingesparten Energiekosten dienen als Orientierung, weil sie etwa in der gleichen Größenordnung liegen wie die für die Einsparung erforderlichen Investitionskosten.

Tabelle 14 Energie- und CO_2-Minderungspotenziale sowie deren Kosten im Sektor Industrie/GHD
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Steigerung der Energieproduktivität	% p.a.	1,5	1,8	2,0
Energieeinsparung ggü. 2014	GWh	16	31	41
Energieeinsparung ggü. 2014	%	4,2	8,2	10,2
CO_2-Einsparung ggü. 2014	1.000 t CO_2	15	27	31
CO_2-Einsparung ggü. 2014	%	14	26	30
Investitionskosten	Mio. €/a	35	52	69
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	8,6	10,4	11,5

5.4 Handlungsoptionen im Sektor Städtische Liegenschaften

Der Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften ist in der Energie- und CO_2-Bilanz berücksichtigt. Für die Quantifizierung von Effizienzmaßnahmen ist die genaue Datenerfassung eine grundlegende Bedingung. Im Ergebnis ermöglicht eine solide Datenbasis (inkl. bautechnischer Gebäude- und Anlagendaten) einen schnellen Überblick über energetische Einsparpotenziale und über die Dringlichkeitsstufe der unter energetischen Gesichtspunkten notwendigen Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen. Auf Grundlage des Benchmarking mit Vergleichskennwerten können Energiesparziele festgelegt werden.

Grundsätzlich kommen folgende Maßnahmen zur Stromeinsparung in Frage:

Verwaltungsgebäude/ Schulen

- Überprüfung des elektrischen Gerätebestandes und des Einsatzes energiesparender Geräte
- Sensibilisierung der Mitarbeiter im Umgang mit energieeinsparenden Maßnahmen (Licht im Büro und Etagen/ Standby-Stromvermeidung)

Einrichtungen zur Kinderbetreuung

- Überprüfung von Möglichkeiten zur Tageslichtnutzung zur Einsparung von Strom zur Beleuchtung
- Außerbetriebnahme überflüssiger Lampen
- Einsatz stromsparender Geräte und Vermeidung von Standby-Strom

Sporthallen

- Überprüfung des Energieverbrauchs vorhandener Beleuchtung, automatisierte Zeitschaltregelungen

Folgende Maßnahmen kommen generell zur Wärmeeinsparung in Frage:

Alle Gebäudetypen

- Dokumentation/Monitoring der Wärmeverbräuche
- Hydraulischer Abgleich der Heizungssysteme für bedarfsgerechte Verteilung und Optimierung der Wärmebereitstellung
- Gebäudesanierung (Fenstertausch) sowie Wärmeisolierung der Gebäudehülle
- Einbau steuerbarer Heizregelsysteme (Steuereinheit für zentrales Ein- und Ausschalten der Heizung)
- Überprüfung der Anwendung von Wärme-Contracting zur Erneuerung alter Heizsysteme, um deren Effizienz zu steigern
- Unterweisungen zu Verhaltensregeln durchführen bzw. Informationsmaterial für wärmesparende Maßnahmen in Gebäuden bereitstellen (Stoßlüften, Heizung regelmäßig entlüften etc.)

Neben baulichen Maßnahmen können allein durch **organisatorische Maßnahmen** Energieeinsparungen umgesetzt werden. Für diese Maßnahmen sind keine oder nur geringe Investitionen notwendig. Hierzu gehören alle Schritte, die zu einer Optimierung des Gebäudebetriebs führen, wozu auch die Einflussnahme auf das Nutzerverhalten (Aufklärung und Beteiligung der Gebäudenutzer, Schulung und Motivation des Betriebspersonals usw.) zählen. Beispiele hierfür sind die gezielte (zeitliche) Absenkung von Raumtemperaturen, die Einweisung der Nutzer in die richtige Benutzung von Thermostatventilen und die Optimierung von Heizungsanlagen (hydraulischer Abgleich). Erfahrungen aus Kommunen, die bereits ein Energiemanagementsystem betreiben, zeigen hier Einsparpotenziale von rund 20 bis 30 % des Energiebedarfs. Die Aufgaben eines umfassenden Energiemanagements sind beispielhaft in Abbildung 30 dargestellt.

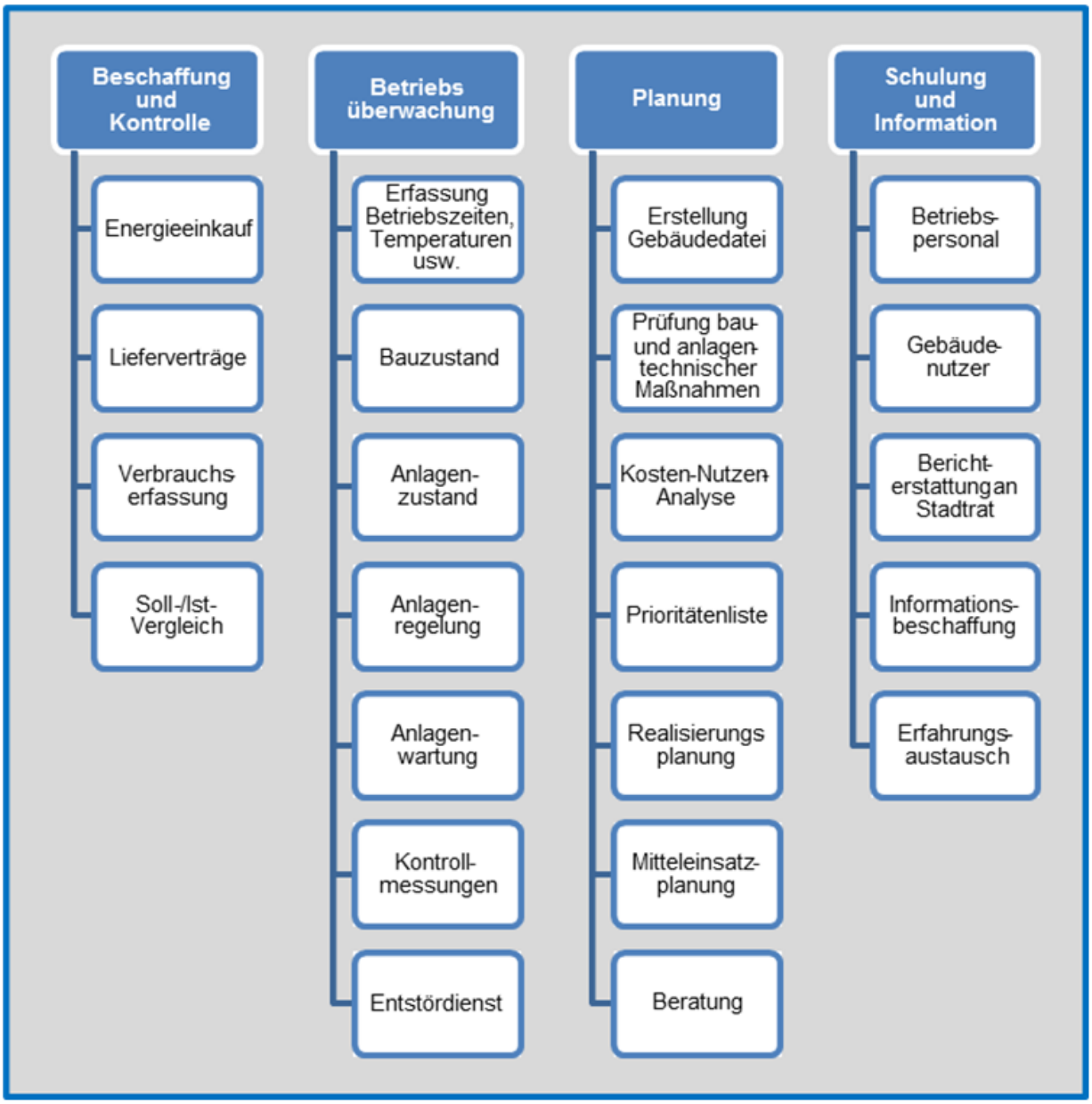


Abbildung 30 Bausteine eines kommunalen Energiemanagements
Quelle: Darstellung IE Leipzig

Zur Beurteilung der energetischen Effizienz eines Objektes können die Verbrauchskennwerte der ages GmbH Münster herangezogen werden [ages 2005]. Dieser Verbrauchskennwertebericht umfasst auf Grundlage der Erhebung von 45.000 Verbrauchsdaten (25.000 Nicht-Wohngebäuden) für 48 Gebäudegruppen und 180 Gebäudearten Verbrauchskennwerte Wärme, Strom und Wasser. Die Verbrauchskennwerte

geben den spezifischen Jahresenergieverbrauch (und den Wasserverbrauch) eines Objektes bezogen auf die Bruttogeschossfläche an und erlauben eine grobe Beurteilung des energetischen Verhaltens eines Gebäudes.

Für die städtischen Liegenschaften Zweibrücken wurde durch das IE Leipzig eine Grobanalyse durchgeführt. Die Daten zum Strom- und Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften wurden seitens der Stadt bereitgestellt. Durch die Bildung des Quotienten aus Verbrauch und Fläche wurden die jeweiligen spezifischen Verbrauchswerte ermittelt.

Als *Zielwert* wurde im Rahmen der Untersuchung das arithmetische Mittel der durch ages erfassten Verbrauchsdaten definiert. Im Rahmen eines Ampelsystems haben so jene Gebäude eine grüne Ampel bekommen, welche weniger Energie verbrauchen als das durchschnittliche Vergleichsgebäude. Als *Grenzwert* wurde der Wert definiert, welcher um 25 % über dem Zielwert liegt. Beim Vergleich haben Gebäude mit einem spezifischen Verbrauch über dem Grenzwert eine rote Ampel bekommen.

Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurden zunächst die Werte für den Wärmeverbrauch witterungsbereinigt.

Das Ergebnis der Auswertung für das Basisjahr 2014 ist in Abbildung 31 dargestellt. Hierbei wird deutlich, dass im Bereich der Gebäudesanierung für die städtischen Liegenschaften schon viel getan wurde. Mehr als die Hälfte der Gebäude erreicht mindestens den Zielwert der Vergleichsgebäude und somit eine grüne Ampel. Dennoch hat sich bei jedem vierten Gebäude ein Verbrauchswert ergeben, welcher deutlich über dem Zielwert (mehr als 25 %) lag. Bei einigen Gebäuden werden die Möglichkeiten der Gebäudesanierung durch Vorgaben des Denkmalschutzes eingeschränkt bzw. werden Maßnahmen dadurch sehr unwirtschaftlich.

Für das Trend-Szenario wurde im **Wärmebereich** davon ausgegangen, dass die Gebäude einen jährlichen Verbrauchsrückgang von 0,5 % erreichen. Für das Aktiv- und Perspektiv-Szenario wurde angenommen, dass alle Gebäude, die derzeit eine rote Ampel erhalten haben, zumindest einen Verbrauchswert im Bereich der gelben Ampel (zwischen Zielwert und Grenzwert) erreichen.

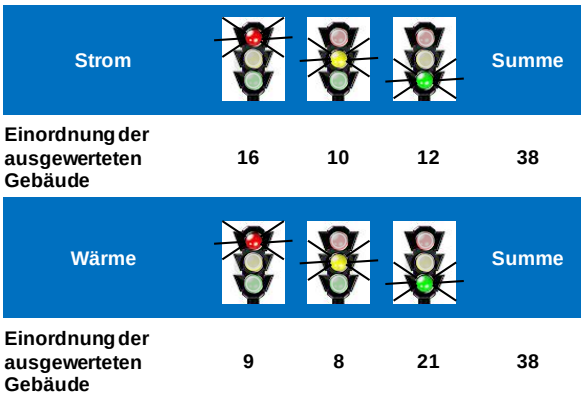


Abbildung 31 Einordnung der Verbrauchswerte der städtischen Liegenschaften in ein Ampelsystem
Quelle: Berechnung IE Leipzig, Grundlage [ages 2005]

Beim **Stromverbrauch** hat die Auswertung ergeben, dass die Mehrzahl der Gebäude einen zum Teil deutlich über dem Grenzwert liegenden Verbrauch aufzeigt. Hier werden seitens des Projektteams zum Teil hohe Einsparpotenziale gesehen.

Für das Trend-Szenario wurde wie im Wärmebereich eine jährliche Verbrauchsminderung von 0,5 % angenommen. Im Aktiv-Szenario wurden jene Einspareffekte berechnet, welche sich ergeben, wenn alle

Gebäude mit Werten über dem Grenzwert diesen unterschreiten. Annahme für das Perspektiv-Szenario ist die Unterschreitung des Zielwertes beim spezifischen Stromverbrauch aller städtischen Liegenschaften.

Zusammenfassend sind in

Tabelle 15 die wesentlichen Kennziffern zum Einsparpotenzial von Energie und CO_2 sowie die damit verbundenen Investitionskosten und Energieeinsparmöglichkeiten dargestellt. Für das Trend-Szenario ergeben sich durchschnittliche Amortisationszeiten, ähnlich wie im Haushaltsbereich, von knapp unter 20 Jahren. Um den Energieverbrauch soweit abzusenken, dass die Annahmen des Perspektiv-Szenarios erreicht werden, müssen auch Maßnahmen umgesetzt werden, deren Amortisationszeit deutlich darüber liegen.

Die detaillierten Auswertungstabellen für den Bereich Liegenschaften wurden im Rahmen des Projektes der Stadtverwaltung bereitgestellt und sind nicht Gegenstand des Abschlussberichtes.

Tabelle 15 Energie- und CO_2-Minderungspotenziale im Sektor städtische Liegenschaften
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

Kennwert	Einheit	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Energieeinsparung ggü. 2014	GWh	0,8	1,6	1,9
Energieeinsparung ggü. 2014	%	5	11	13
CO_2-Einsparung ggü. 2014	1.000 t CO_2	0,29	0,66	0,78
CO_2-Einsparung ggü. 2014	%	9	20	23
Investitionskosten	Mio. €/a	1,9	3,7	4,8
Energiekosteneinsparung (jährlich)	Mio. €/a	0,1	0,15	0,16

6 Szenarienvergleich

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen der beschriebenen Handlungsoptionen in den Szenarien im Hinblick auf deren Auswirkung auf die Energie- und CO_2-Bilanz, die Anteile der erneuerbaren Energieerzeugung sowie die Investitions- und Energieeinsparkosten grafisch aufgezeigt und beschrieben.

6.1 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Im Jahr 2014 wurden innerhalb der Stadtgrenzen Zweibrückens rund 10 % des Stromverbrauchs vor Ort mittels erneuerbarer Energien erzeugt. Der größte Anteil wurde durch Photovoltaik-Dachanlagen gedeckt (Abbildung 32).

Im Trend-Szenario wird von einem leichten Zubau im Bereich der Photovoltaik ausgegangen, insgesamt könnten im Jahr 2025, bei leicht zurückgehendem Stromverbrauch, 13 % des Stromverbrauchs erneuerbar vor Ort erzeugt werden.

Durch die Nutzung potenzieller Flächen für 5 bis 6 Windenergieanlagen (15 MW je nach Anlagengröße) und einem deutlicheren Ausbau der Photovoltaik kann im Aktiv-Szenario etwa ein Drittel des Stromverbrauchs gedeckt werden. Möglich wird dies allerdings nur durch gleichzeitige Umsetzung der Stromeinsparmaßnahmen.

Fast die Hälfte des Stromverbrauchs könnte im Jahr 2025 im Perspektiv-Szenario durch die Erzeugung auf Basis erneuerbarer Energien abgedeckt werden. Maßgeblichen Anteil daran hätte die Stromerzeugung aus Windenergie mit rund 48 GWh. Auch der Ausbau der Photovoltaik-Anlagen wurde in diesem Szenario erhöht, unter anderem durch den Bau von PV-Freiflächenanlagen in einer Größenordnung von 2 MW installierter Leistung. Gleichzeitig muss der Stromverbrauch der Stadt Zweibrücken um knapp 10 % gegenüber dem Jahr 2014 reduziert werden, möglich ist dies durch Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen im vorhergehenden Kapitel.

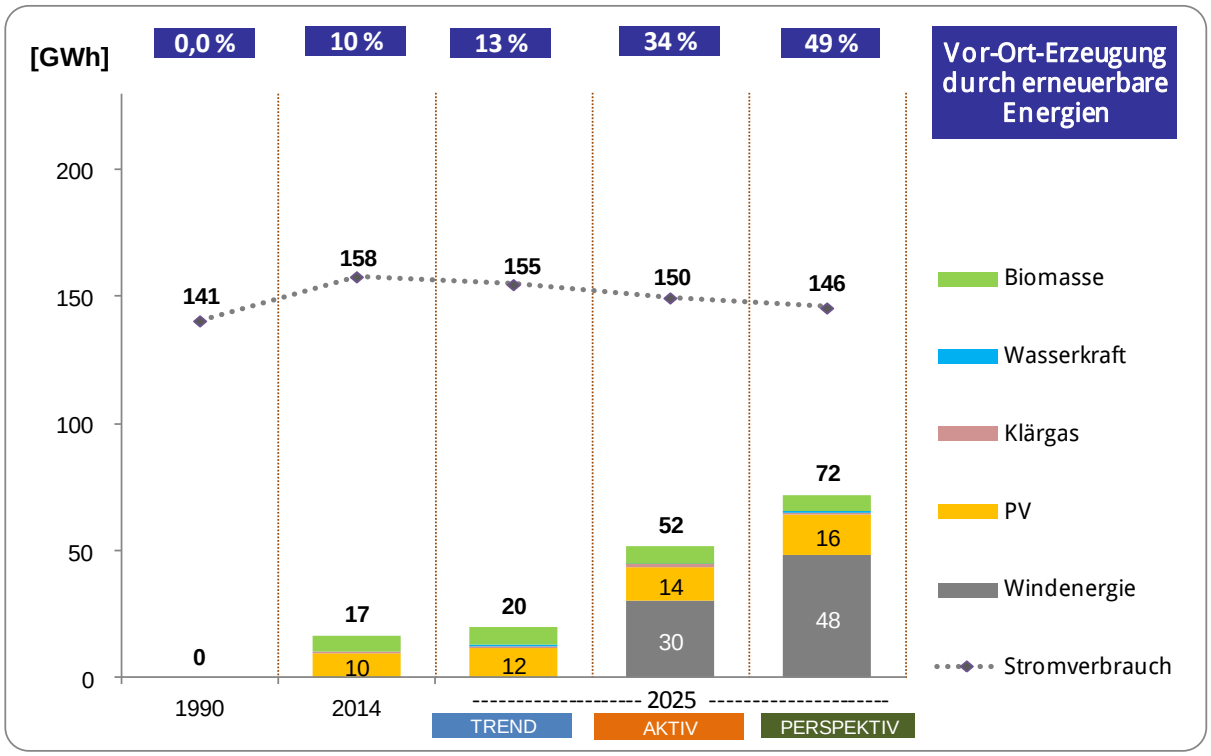


Abbildung 32 Beitrag der erneuerbaren Energien zur Deckung des Strombedarfs nach Szenarien

Quelle: Berechnungen IE Leipzig

6.2 Endenergieverbrauch und CO_2-Emissionen in den Szenarien

6.2.1 Endenergieverbrauch

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs innerhalb der Szenarien ist in Abbildung 33 dargestellt. Im Trend-Szenario wird der Endenergieverbrauch um rund 4 % gegenüber dem Jahr 2014 sinken, bei Umsetzung der Maßnahmen des Aktiv-Szenarios kann eine Einsparung von 7 % erreicht werden. Unter Ausschöpfung der im Perspektiv-Szenario aufgeführten Maßnahmen kann der Verbrauch um etwa 111 GWh bzw. 11 % gegenüber 2014 reduziert werden.

Die Entwicklung innerhalb der einzelnen Sektoren ist sehr unterschiedlich, der Verkehrsbereich wurde in die Maßnahmenberechnung nicht einbezogen, hierfür sind umfangreiche Analysen im Rahmen eines Verkehrskonzeptes nötig, um die Einsparpotenziale zu beziffern. Im Bereich der Privathaushalte ist das Einsparpotenzial sehr hoch. Im Trend-Szenario werden rund 10 % Energie eingespart. Bei Umsetzung aller Maßnahmen können im Perspektiv-Szenario bis zu 22 % eingespart werden. Im Sektor Industrie/GHD sind maximal rund 10 % Energieeinsparung unter den Annahmen für das Perspektiv-Szenario möglich. 13 % Einsparpotenzial wurde für den Sektor der städtischen Liegenschaften im Perspektiv-Szenario berechnet.

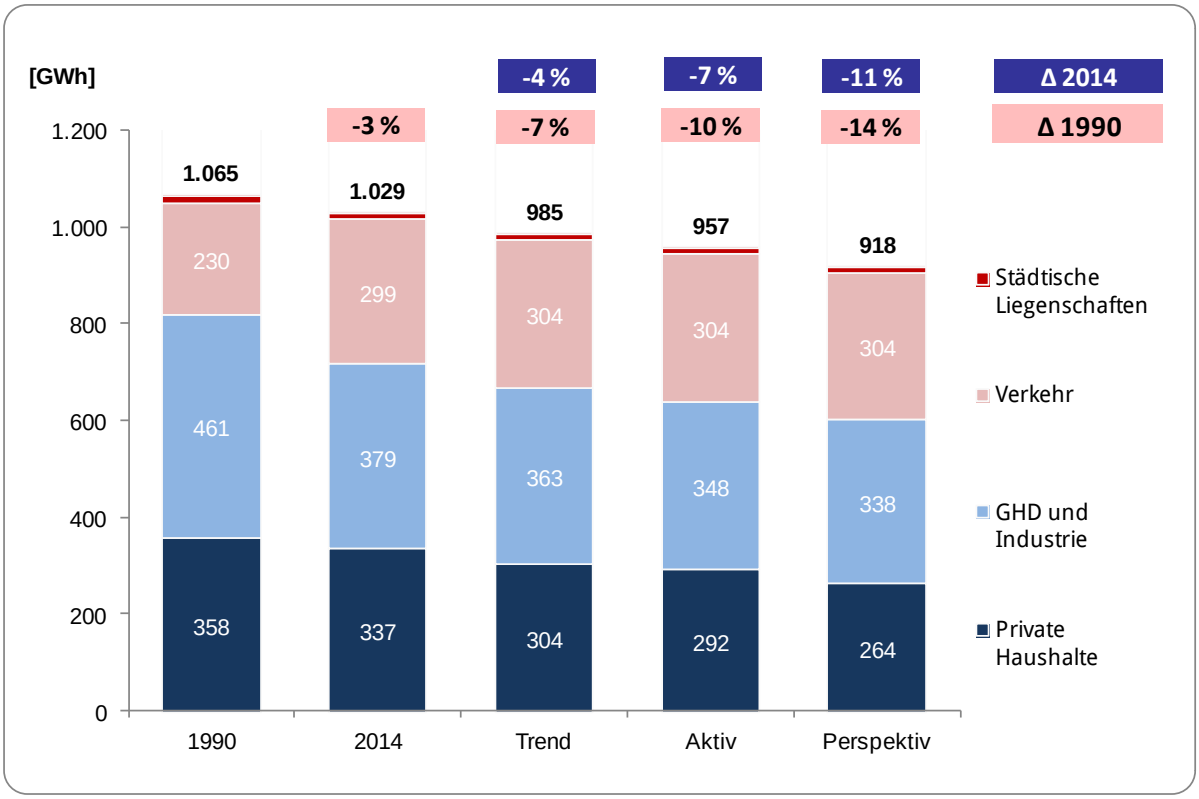


Abbildung 33 Endenergieverbrauch nach Sektoren und Szenarien in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

6.2.2 CO_2-Emissionen

Im Trend-Szenario wird davon ausgegangen, dass sich die CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2025 gegenüber dem Jahr 2014 um 10 % verringern, gegenüber dem Jahr 1990 entspricht dies einem Rückgang von 27 % (Abbildung 34). Bei Umsetzung der Maßnahmen im Aktiv-Szenario ergeben sich Einsparpotenziale von 33 % gegenüber dem Jahr 1990, im Perspektiv-Szenario können maximal 37 % eingespart werden. Je nach Umsetzungsgrad der Maßnahmen in den Szenarien können die CO_2-Emissionen je Einwohner und Jahr von aktuell 7,7 t auf bis zu 6,4 t reduziert werden

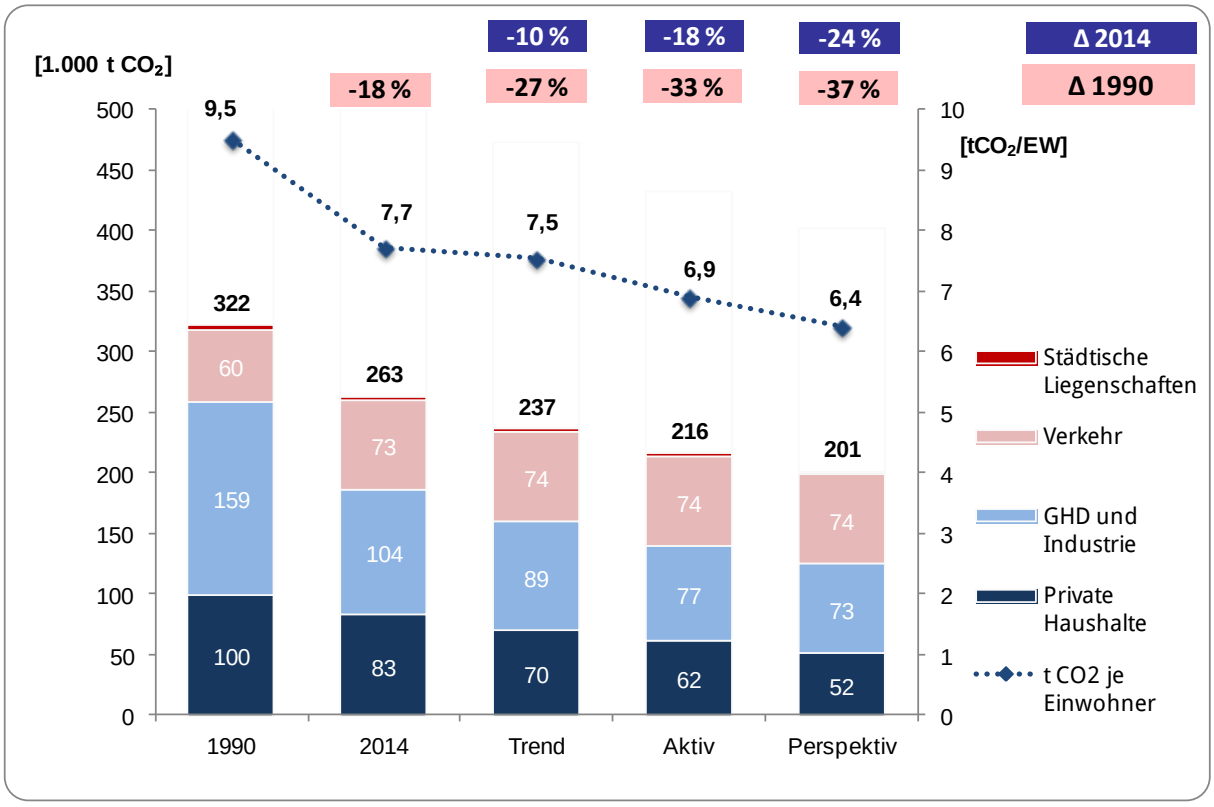


Abbildung 34 CO_2-Bilanz nach Sektoren und je Einwohner in Zweibrücken
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

6.3 Investitionsbedarf und Energiekosteneinsparung

Um die in der Studie aufgezeigten CO_2-Einsparpotenziale umzusetzen, sind Investitionen im Bereich Energieeinsparung und Ausbau erneuerbarer Energieerzeugung nötig. Dieser Investitionsbedarf der einzelnen Szenarien wurde überschlägig abgeschätzt (Abbildung 35).

Im Bereich ***Private Haushalte*** belaufen sich die Investitionskosten bis 2025 auf ca. 74 Mio. €, welche grundlegend von der Gebäudesanierung, dem Ersatz von Heizanlagen und Elektrogeräten beeinflusst werden. Bei einer Intensivierung der Maßnahmen im Aktiv-Szenario erhöht sich der Investitionsbedarf auf fast 130 Mio. €. Ein weiterer Anstieg der kumulierten Investitionen auf 210 Mio. € ist nötig, um die ambitionierten Maßnahmen im Perspektiv-Szenario umzusetzen.

Eine Abschätzung des Investitionsbedarfs im ***Bereich Industrie und GHD*** kann nicht detailliert erfolgen, da jegliche Optimierung von industriellen Prozessen geprüft werden muss. Deshalb werden für eine grobe Einschätzung verschiedene Amortisationszeiten in den jeweiligen Szenarien unterstellt. Daraus ergibt sich im Trend-Szenario eine kumulierte Investition von 35 Mio. €. Diese erhöht sich im Aktiv-Szenario auf 52 Mio. €. Der Investitionsbedarf im Perspektiv-Szenario beläuft sich auf 69 Mio. €.

Im Trend-Szenario entfallen auf die ***Strom- und Wärmeerzeugung*** 4 Mio. € Investitionskosten, welche maßgeblich von der Installation weiterer Photovoltaik-Anlagen beeinflusst werden. Im Aktiv-Szenario, d. h. bei einer aktiven Maßnahmenumsetzung, betragen die kumulierten Investitionskosten 31 Mio. €, welche zum größten Teil aus dem Bau von Windenergieanlagen sowie einem verstärkten Zubau der Photovoltaik resultieren. Im Perspektiv-Szenario liegen die Kosten bis 2025 durch den ambitionierten Ausbau der Photovoltaik und dem Bau mehrerer Windenergieanlagen bei rund 49 Mio. €.

Die Investitionskosten im Sektor der städtischen Liegenschaften schwanken in den Szenarien zwischen 1,9 Mio und 4,8 Mio €.

Um die Investitionskosten greifbar darzustellen, wurde überschlägig berechnet, welche Investitionen innerhalb der Szenarien pro Jahr und Einwohner in den Klimaschutz fließen bzw. fließen müssten.

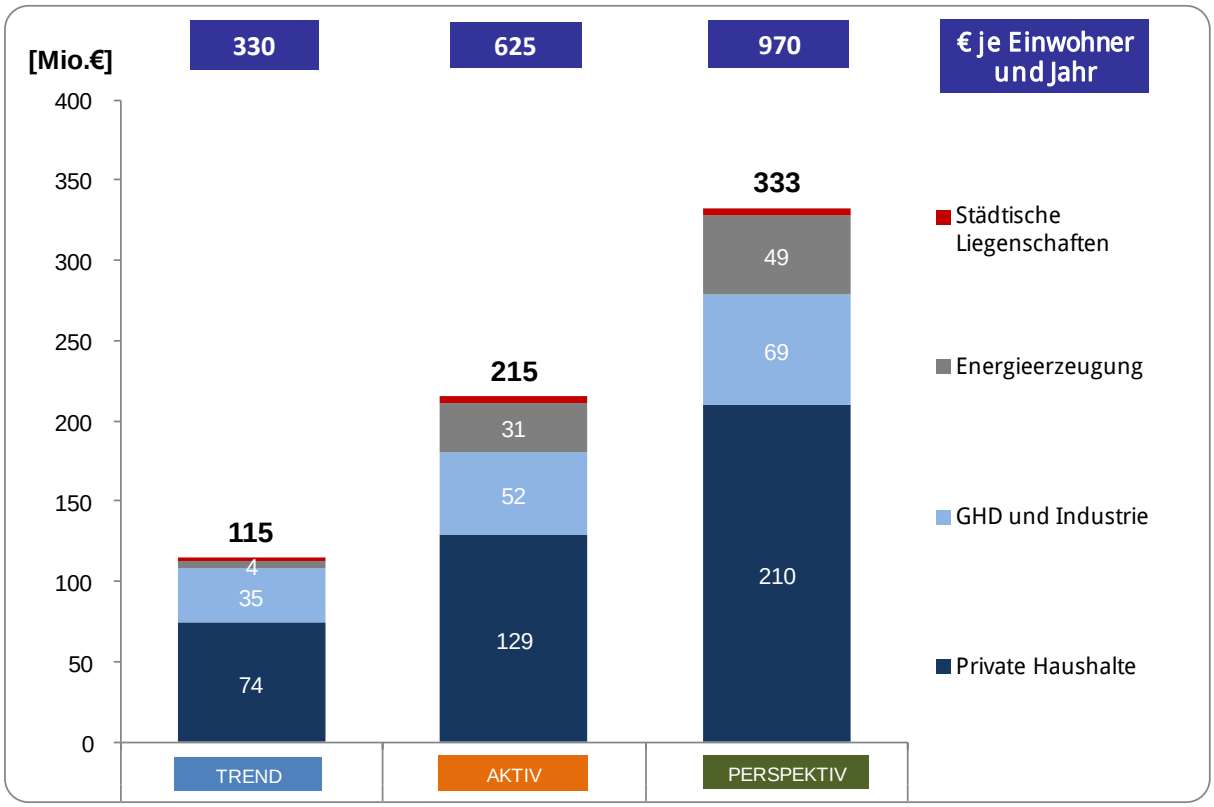


Abbildung 35 Abschätzung der Investitionskosten bis 2025 nach Sektoren
Quelle: Berechnung IE Leipzig

Insbesondere durch Effizienzsteigerungen und Energieeinsparmaßnahmen können in den **Sektoren GHD und Industrie** Energiekosteneinsparungen zur Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen führen. Des Weiteren werden durch Maßnahmen an und in Gebäuden im Bereich der Bauwirtschaft, beim Handwerk und im Handel positive **Arbeitsplatzeffekte** erwartet. Maßnahmen in der Industrie und im Gewerbe sowie im Bereich der Energieerzeugung schaffen darüber hinaus überregionale Arbeitsplätze im Anlagenbau. Die Möglichkeiten zur Einsparung von Energiekosten sind in Abbildung 36 dargestellt. Angegeben sind die Kosten, welche nach Umsetzung der Maßnahmen pro Jahr eingespart werden können. Bei Umsetzung aller Maßnahmen im Bereich der Privathaushalte im Aktiv-Szenario können im Jahr 2025 in Summe 6,9 Mio € eingespart werden. Die Amortisationszeit beträgt dabei im Bereich der Haushalte über alle Maßnahmen hinweg knapp 20 Jahre, wobei sich ein hydraulischer Abgleich beispielsweise schon nach spätestens 4 Jahren gerechnet hat, Vollsanierungen im Durchschnitt aber erst nach rund 30 Jahren. Über alle Sekto-

ren hinweg betrachtet, werden die Amortisationszeiten zum Perspektiv-Szenario hin deutlich länger (rund 15 Jahre, im Trend-Szenario etwa 9 Jahre), da in diesem Szenario auch Maßnahmen umgesetzt werden müssen, welche zum Teil deutlich höhere Rücklaufzeiten erwarten lassen.

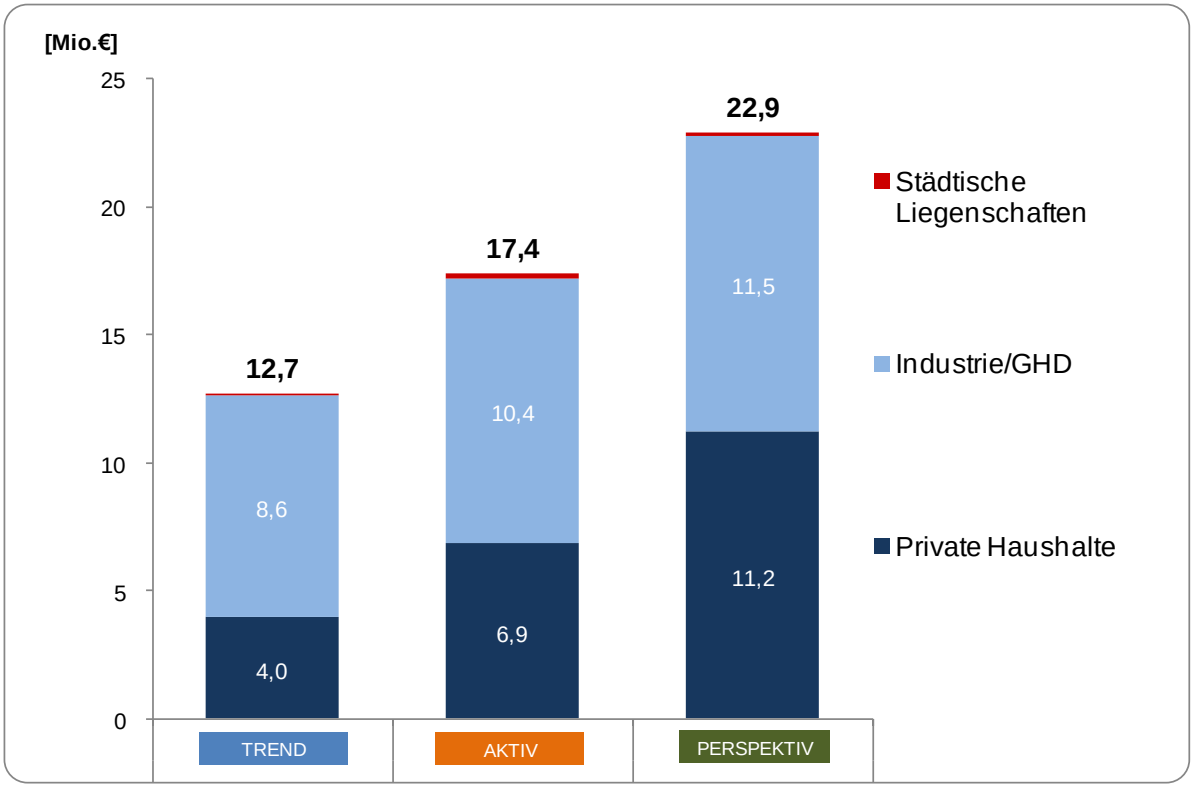


Abbildung 36 Abschätzung der Energieeinsparkosten nach Szenarien
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

6.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend können aus der Analyse der Ausgangslage und den ermittelten Optionen für künftige Entwicklungen in Zweibrücken folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden (vgl. Tabelle 16):

- Im Trend-Szenario wird bis zum Jahr 2025 ein Rückgang des Energieverbrauchs um 7 % gegenüber dem Jahr 1990 erwartet, die CO_2-Emissionen werden im gleichen Zeitraum um 27 % sinken.
- Im Aktiv-Szenario können bei Umsetzung aller Effizienzmaßnahmen in den Bereichen Privathaushalte, Industrie/GHD und Liegenschaften sowie einem verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien 10 % des Energieverbrauchs und 33 % der CO_2-Emissionen gegenüber 1990 eingespart werden.
- Durch die Umsetzung aller im Perspektiv-Szenario aufgeführten Handlungsoptionen, welche ein starkes Engagement im Bereich des Ausbaus der Windenergie sowie im Bereich der Energieeffizienz erfordern, kann eine Energieeinsparung von 14 % und gleichzeitig eine CO_2-Minderung von 38 % erreicht werden.

Tabelle 16 Wesentliche Kennzahlen des Szenarienvergleichs
Quelle: Berechnungen IE Leipzig

	1990	2014	Trend 2025	Aktiv 2025	Perspektiv 2025
Veränderung des Endenergieverbrauchs ggü. 1990		-3 %	-7 %	-10 %	-14 %
Veränderung des Endenergieverbrauchs (ohne Verkehr) ggü. 1990		-13 %	-18 %	-22 %	-26 %
Veränderung CO_2-Emissionen ggü. 1990		-18 %	-27 %	-33 %	-38 %
Veränderung CO_2-Emissionen (ohne Verkehr) ggü. 1990		-28 %	-38 %	-46 %	-52 %
Anteil des vor Ort erzeugten EE-Stroms am Stromverbrauch	0,0 %	10,4 %	12,8 %	34,5 %	49,4 %
Anteil erneuerbare Wärme am Wärmeverbrauch	2,4 %	3,2 %	3,9 %	4,5 %	5,4 %
Anteil EE am Endenergieverbrauch	1,5 %	3,4 %	4,1 %	7,8 %	10,6 %
Tonnen CO_2-Ausstoß je Einwohner und Jahr	9,5	7,7	7,5	6,9	6,4

7 Umsetzungskonzept

Im Rahmen dieses Kapitels wird aufgezeigt, wie die Umsetzungsphase des Energie- und Klimaschutzkonzeptes in den nächsten Jahren organisiert werden kann. Ein umfangreicher Instrumentenkatalog gibt Anhaltspunkte über Umsetzungshorizont, Priorität und Effektivität der einzelnen Maßnahmen.

7.1 Grundlagen des Umsetzungsprozesses

Wie durch die Szenarien aufgezeigt wurde, werden die Einspar- und Effizienzpotenziale beim Energieverbrauch, aber auch die Möglichkeiten bei der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Zweibrücken bisher nur teilweise genutzt.

Nun gilt es, die identifizierten Handlungsoptionen durch einen aktiven Umsetzungsprozess erfolgreich zu implementieren. Hierfür müssen folgende Grundlagen geschaffen werden:

- **Umsetzungsprozess verankern**
  Dies erfordert ein politisches Bekenntnis zum vorliegenden Energie- und Klimaschutzkonzept durch Beschlüsse im Stadtrat sowie die Verankerung in einem gemeinsamen Leitbild. Dieses kann z. B. durch einen Slogan unterstützt werden. Für die Gestaltung eines dazugehörigen Logos können z. B. Schulwettbewerbe genutzt werden.
- **Umsetzungsprozess organisieren**
  Die Umsetzung erfordert die Einbindung lokaler Akteure und deren Motivation zum Handeln. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde ein Maßnahmen- und Instrumentenkatalog entwickelt, dessen Umsetzung es zu organisieren gilt. Dieser Katalog kann erfolgreich umgesetzt werden, wenn dies über eine zentrale Steuerung erfolgt, denn Aktivitäten müssen (zentral) organisiert werden und brauchen Akteure, die Verantwortung übernehmen.
- **Kommunales Handeln als Vorbildfunktion**
  Die Aktivitäten im kommunalen Einflussbereich müssen gestärkt, ausgebaut und kommuniziert werden. Hierzu zählen die öffentliche Darstellung erreichter Fortschritte bei kommunalen Gebäuden in der Presse, aber auch Tage der offenen Tür, bei denen Möglichkeiten vorgestellt werden, die auch auf Bereiche außerhalb des städtischen Sektors übertragbar sind.

7.2 Organisation des Umsetzungsprozesses

Zur Koordination des Umsetzungsprozesses wird die Einrichtung einer übergeordneten und **koordinierenden Instanz** empfohlen. Ein zielgerichtetes Handeln kann gelingen, wenn alle relevanten Informationen und Entscheidungskompetenzen gebündelt werden (Abbildung 37). Neben der zentralen Steuerung bieten sich aber auch „Facharbeitsgruppen“ an, die die lokalen Akteure zu spezifischen Themenbereichen zu-

sammenführen, um ein koordiniertes Handeln abzustimmen.

Hierfür müssen personelle und finanzielle Ressourcen geschaffen und Entscheidungskompetenzen übertragen werden. Die zentrale Steuerung des Umsetzungsprozesses sollte eine kommunale Aufgabe sein.

- **Bedeutung:** Im Vordergrund stehen die kommunikative sowie operative Steuerung des Umsetzungsprozesses. Unter kommunikativer Steuerung werden besonders das Marketing sowie die Vernetzung der Aktivitäten verstanden. Die operative Steuerung (Marketing) soll sich an den Vorgaben des Energie- und Klimaschutzkonzeptes orientieren.
- **Aufgabe/Funktion:** Hauptaufgabe der zentralen Steuerung ist die Information und Aktivierung der Akteure. Es gilt, gemeinsame Aktivitäten zu organisieren und Netzwerke aufzubauen bzw. die Zusammenarbeit besser zu koordinieren. Die Umsetzung der identifizierten und notwendigen Maßnahmen im Umsetzungsprozess ist aufeinander abzustimmen. Um die Transparenz und Akzeptanz des Prozesses zu fördern, sollten zentrale Veröffentlichungen mit dauerhaft abrufbaren Informationen (z. B. Homepage) für alle Bürger zur Verfügung gestellt werden.
- **Finanzierung:** Für die Position der zentralen Steuerung wird empfohlen, zusätzlich eine Personalstelle zu schaffen. Weiterhin ist zu prüfen, inwieweit eine Förderung im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums (BMU) möglich ist.

Abbildung 37 Verankerung der zentralen Steuerung des Umsetzungsprozesses

7.3 Instrumentenkatalog

Die Umsetzung der im 5. Kapitel genannten technischen Maßnahmen kann durch verschiedene Instrumente angeregt, unterstützt oder erst ermöglicht werden. Damit sollen Rahmenbedingungen verbessert und Anreize geschaffen werden, um eine Potenzialerschließung zu initiieren.

Viele der vorgeschlagenen Instrumente sprechen verschiedene Akteurs- und Zielgruppen zu ähnlichen Themengebieten an. Um die Umsetzung der Maßnahmen möglichst effizient und effektiv zu gestalten, gilt es, die entsprechenden Instrumente zu koordinieren und aufeinander abzustimmen. Zudem gibt es eine Vielzahl von Angeboten auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene, die durch regionale und kommunale Maßnahmen sinnvoll ergänzt werden sollten. Der Instrumentenkatalog ist nach den Handlungssektoren gegliedert und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Es wird eine Auswahl verschiedener Instrumente zur Umsetzung besprochener Maßnahmen vorgestellt, die im Rahmen der Projektbearbeitung zusammengetragen wurden. Damit wird auch eine akteursspezifische Verantwortlichkeit festgelegt, die für das Monitoring genutzt werden kann.

Als Ergebnis werden konkrete Maßnahmen und Akteure benannt, die für die Realisierung der Aktivitäten über das Trend-Szenario hinaus verantwortlich sein könnten. Wobei hier die kommunale Handlungsebene und ihre wirtschaftlichen Handlungsmöglichkeiten den Rahmen bilden. Schwerpunkt der dargestellten Handlungsoptionen sind Maßnahmen, welche im kommunalen Zuständigkeitsbereich der Akteure liegen.

7.3.1 Aufbau der Instrumentenblätter

In den folgenden Teilkapiteln werden die einzelnen Instrumente in Steckbriefen beschrieben und bewertet. In einem *beschreibenden Teil* werden darin folgende Aspekte berücksichtigt:

- Wirkungsbereich: übergreifend, Ausbau erneuerbare Energien, Energieeffizienz und -einsparung, Öffentlichkeitsarbeit, Bewusstseinsbildung
- Umsetzungsstatus: neu oder vorhanden (Fortsetzung oder Anpassung)
- Kurzbeschreibung des Instrumentes: Welches Ziel soll erreicht werden?
- Handlungsschritte: Wie erfolgt die Umsetzung?
- Akteure: Wer begleitet die Umsetzung?
- Zielgruppe: Wer soll angesprochen werden?
- Erfolgskontrolle: Wie kann die Wirkung überprüft werden?

Ergänzend zu diesen Beschreibungen werden die Instrumente mit Hilfe einer *Bewertungsskala* nach folgenden Kriterien charakterisiert:

- **Umsetzungszeitraum** zwischen kurz- und langfristig: Langfristig ist bis spätestens 2025 umzusetzen, kurzfristig beginnt so schnell wie möglich nach dem Beschluss des Konzeptes.
- **Effektivität** zwischen hoch und niedrig:
  Hohe Effektivität heißt dabei, dass die Maßnahme ein gutes Verhältnis zwischen dem Aufwand an Geld und personellen Ressourcen einerseits und der

erzielbaren Energie- und Emissionseinsparung bzw. dem zusätzlichen Energieertrag aus erneuerbaren Energien andererseits aufweist. Niedrig bedeutet umgekehrt, dass mit hohem Aufwand wenig erreicht werden kann.

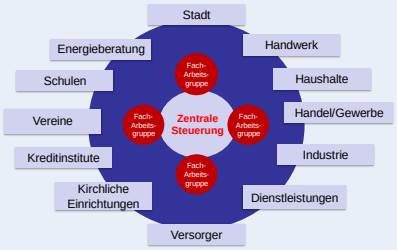
Priorität zwischen hoch und niedrig: Hohe Priorität bedeutet, dass die verantwortlichen Akteure dieses Thema vorrangig angehen müssen, um wichtige Chancen nicht zu verpassen. Niedrige Priorität haben Maßnahmen, die aufgrund ihrer Langfristigkeit oder geringeren Effektivität weniger vordringlich sind.

7.3.2 Übergreifende Instrument

1. Gründung einer zentralen Stelle zur Umsetzung des EKK

Wirkungsbereich übergreifend

Status neu



Quelle: IE Leipzig

Beschreibung Zur Koordination und Organisation des Umsetzungsprozesses ist eine übergeordnete Stelle unumgänglich (z. B. zentrale Arbeitsgruppe oder Klimaschutzmanager). Die Aufgabe der zentralen Steuerung bzw. des Klimaschutzmanagers ist eine kommunale Aufgabe. Die Aufgaben bestehen darin, immer wieder Impulse zu geben und Veranstaltungen zu organisieren. Hierbei ist auch die Unterstützung von den lokalen Akteuren in Zweibrücken notwendig.

Handlungs-schritte

- Eine Internetpräsenz zum Energie- und Klimaschutzkonzept muss gestaltet werden. Neben konkreten Projektinformationen können z. B. auch Broschüren zum Thema Energieeinsparungen oder erfolgreiche lokale Sanierungsbeispiele dargestellt werden
- Planung, Durchführung und Auswertung von Veranstaltungen
- Organisation der Maßnahmenumsetzung
- Fortbildung im Bereich der Förderprogramme

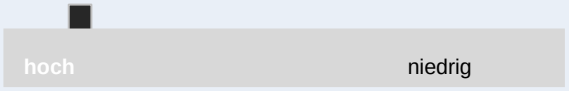
Akteure Stadt

Zielgruppe Private Haushalte, Unternehmen und Gewerbe, Stadt

Erfolgskontrolle Regelmäßige Berichterstattung über die Aktivitäten des Umsetzungsprozesses

Umsetzungs-horizont

Effektivität



Priorität

2. Gründung eines Energieteams

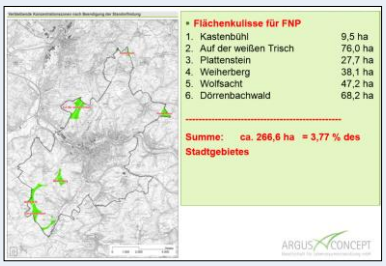
Quelle: www.pixelio.de

Wirkungsbereich	übergreifend
Status	neu
Beschreibung	Zur regelmäßigen Kontrolle der Fragen „Was ist bisher umgesetzt worden?“ und „Was sollte als nächstes getan werden?“ wird die Einrichtung einer zentralen Arbeitsgruppe „Energieteam“ empfohlen. Diese Gruppe sollte sich jährlich mindestens 2-mal treffen, neben festen Mitgliedern sollten zu bestimmten Themen auch externe Akteure hinzugezogen werden.
Handlungs-schritte	– Festlegung der ständigen Mitglieder der Arbeitsgruppe – Strukturierung der Inhalte – Mithilfe bei der Organisation der Maßnahmenumsetzung – Kontrolle der Wirksamkeit der Maßnahmen – Unterstützung der zentralen Umsetzungsstelle
Akteure	Stadt, Stadtwerke, Liegenschaftsverwaltung, Energieberater
Zielgruppe	Private Haushalte, Unternehmen und Gewerbe, Stadt
Erfolgskontrolle	Regelmäßige Berichterstattung über die Aktivitäten des Umsetzungsprozesses

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

7.3.3 Instrumente für den Sektor Energieerzeugung

3. Ausbau der Windenergie



Quelle: [ARGUS CONCEPT 2015]

Wirkungsbereich	CO_2-Einsparung, Erhöhung Anteil EE
Status	neu
Beschreibung	Im aktuellen Regionalen Raumordnungsplan sind auf der Gemarkung der Stadt Zweibrücken weder Vorranggebiete, noch Ausschlussgebiete zur Nutzung der Windenergie aufgeführt. Demnach kann die Stadt die Nutzung der Windenergie selbst steuern. Die Stadtverwaltung Zweibrücken hat daher im Jahr 2015 eine Windpotenzialstudie durch die Gesellschaft für Lebensraumentwicklung (ARGUS CONCEPT) erstellen lassen. Ergebnis dieser Studie sind 6 identifizierte, für die Stromerzeugung durch Windenergie gut geeignete, Flächen im Stadtgebiet Zweibrückens. Die Flächen haben eine Gesamtgröße von 267 ha, daraus leitet sich ein Potenzial zur installierbaren Leistung von rund 53 Megawatt ab. Ab dem Jahr 2017 werden Windenergieanlagen voraussichtlich nur noch über Ausschreibungsmodelle gefördert. Die Höhe der finanziellen Förderung dieser Anlagen wird künftig nicht mehr per Gesetz festgelegt, sondern mittels Ausschreibungen ermittelt.
Handlungs-schritte	– Aufnahme der Flächen im Flächennutzungsplan als Vorranggebiete zur Windnutzung, anschließend im Regionalen Raumordnungsplan – Schaffung von Baurecht auf den ausgewiesenen Flächen – Seitens der Kommune können potenzielle Investoren angesprochen und Projektplanungen genehmigungsrechtlich unterstützt werden
Akteure	Stadtverwaltung
Zielgruppe	Investoren, Projektentwickler
Erfolgskontrolle	Umgesetzte Projekte, Anzahl der Anlagen, installierte Leistung

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

4. Ausbau der Photovoltaik auf Dachflächen

Quelle: [Solardachkataster Südwestpfalz]

Wirkungsbereich	CO_2-Einsparung , Erhöhung Anteil EE
Status	weiterführen
Beschreibung	Bisher war der Zubau der Photovoltaik-Anlagen oft auf private Investoren zurückzuführen. Flächenpotenziale sind aber auch noch bei Industrie-, Gewerbe sowie Dächern von kommunalen Liegenschaften vorhanden. Jedoch sollten mögliche Interessenten, die kein eigenes Dach zur Verfügung haben, die Möglichkeit erhalten, Dachflächen für die PV-Nutzung zu mieten bzw. sich finanziell an Projekten zu beteiligen. Mit Hilfe einer Photovoltaik-Börse oder eines Photovoltaik-Pools kann (online) abgerufen werden, inwieweit bestimmte Dachflächen für eine Nutzung zur Verfügung stehen.
Handlungs-schritte	– Gründung weiterer Energiegenossenschaften – PV-Börse/ PV-Pool „Ersatzdach“ für Investoren ohne eigene Dächer – Integration des vorhanden Solarkatasters in Energieberatungen – Fortführung der Bereitstellung der noch verfügbaren Dächer der Liegenschaften – Beratung von Hauseigentümer zur Wirtschaftlichkeit
Akteure	Stadtverwaltung, Banken, Energieberater, Stadtwerke, Einwohner
Zielgruppe	Investoren, Projektentwickler, Bürger
Erfolgskontrolle	Installierte Leistung

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

5. Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen

Quelle: www.pixelio.de

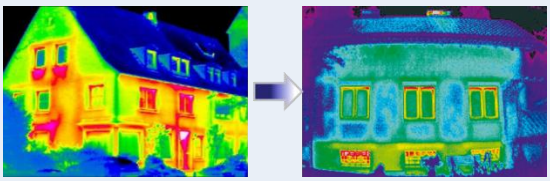
Wirkungsbereich	Ausbau Photovoltaik
Status	neu
Beschreibung	Im Rahmen des ersten Workshops zum Energie- und Klimaschutzkonzept wurden unter Teilnahme von Vertretern der Stadtverwaltung, Akteuren von Industriebetrieben und Vertretern des Projektteams 3 konkrete Freiflächen erörtert, welche für die Nutzung der Photovoltaik in Frage kommen. Zwei Flächen liegen auf dem Gelände des John-Deere-Werkes unmittelbar an der Bahnlinie. Eine weitere Fläche nördlich der Autobahn A8. Grundsätzlich sind PV-Freiflächenanlagen entlang von Bahnlinien und Autobahnen in einem Streifen von 110m förderfähig. Von der Bundesnetzagentur werden Ausschreibungen zur Ermittlung der finanziellen Förderung von PV-Freiflächen durchgeführt. Die Höhe der finanziellen Förderung dieser Anlagen wird künftig nicht mehr per Gesetz festgelegt, sondern mittels Ausschreibungen ermittelt. Im Jahr 2015 werden 500 MW, im Jahr 2016 400 MW und im Jahr 2017 300 MW Leistung gefördert. Zur Nutzung der im Workshop erörterten Flächen sind planungsrechtliche Grundlagen zu legen. So ist z. B. Baurecht für die Flächen zu schaffen.
Handlungs-schritte	– Schaffung von Baurecht auf den Flächen – Suche nach Investoren – Prüfung der Wirtschaftlichkeit – Pachtvertrag oder Flächenverkauf
Akteure	Stadtverwaltung, Stadtwerke, John-Deere
Zielgruppe	Investoren, Projektentwickler
Erfolgskontrolle	Installierte Leistung

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

7.3.4 Instrumente für den Sektor Private Haushalte

6. Beratungsangebote für Sanierungsmaßnahmen (z. B. Energiekarawane)

Wirkungsbereich	Wärmeeinsparung
Status	neu



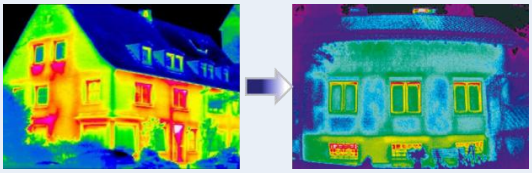
Quelle:www.energieeinsparungsberatung.com

Beschreibung	Im Rahmen der Energiekarawane werden gezielt Eigenheimbesitzer angeschrieben und ihnen eine kostengünstige energetische Erstberatung angeboten. Weiterhin werden für Sanierungsmaßnahmen günstige Finanzierungskonditionen seitens der Banken geboten. Zusätzlich wird empfohlen, weitere Akteure wie z. B. Installateure und Architekten in den Prozess einzubinden. So können gemeinsame Informationsveranstaltungen Synergieeffekte schaffen und den Erfahrungsaustausch fördern. Teil dieser Veranstaltungen können ebenfalls die Präsentationen von positiven, aber auch negativen Beispielen sein.
Handlungs-schritte	– Verteilung/ Auslegen von Broschüren oder Verlinkung der Informationsangebote mit den eigenen Internetpräsenzen – Anschreiben der Hausbesitzer – Mögliche Organisation der Veranstaltung durch zentrale Koordinierung mit Unterstützung der Stadt
Akteure	Stadt, Energieberater, IHK, Verbraucherzentrale, Handwerkskammer
Zielgruppe	Private Haushalte (Hausbesitzer), Handwerker
Erfolgskontrolle	Resonanz auf Beratungsangebote

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

7. Energieberatung

Wirkungsbereich	Wärmeeinsparung
Status	fortsetzen



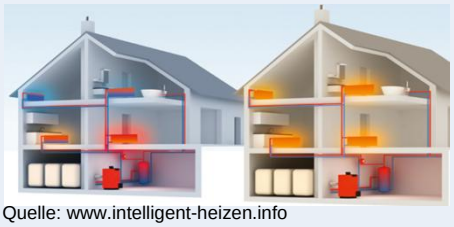
Quelle:www.energieeinsparungsberatung.com

Beschreibung	Durch die Stadtwerke und ebenso über die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz wird über Energieberater eine kostenlose Erstberatung zum Thema Energieeinsparung angeboten. Darüber hinaus können sich Eigentümer eine umfassende Energieberatung fördern lassen. Das BMWi fördert die Vor-Ort-Beratung seit dem 1. März 2015 mit noch attraktiveren Zuschüssen: Eine Vor-Ort-Beratung in Ein- bis Zweifamilienhäusern wird mit bis zu 800 Euro bezuschusst. Bei Wohngebäuden ab drei Wohneinheiten sind es maximal 1.100 Euro. In beiden Fällen werden bis zu 60 % der förderfähigen Honorarkosten übernommen. Des Weiteren werden auf der Homepage der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz wichtige Einsparmöglichkeiten für den Haushaltsbereich aufgezeigt.
Handlungs-schritte	– Vorhandene Angebote besser kommunizieren und Synergieeffekte nutzen – Informationsabende durchführen (Aufklärung darüber, was die Stadt leistet, z.B. Förderungen) – Beratungsaktionen auf engere Räume und bestimmte Baualtersgruppen konzentrieren, z. B. jährlich wechselnd in den Stadtteilen, dadurch Verbesserung der Kommunikation – Durchführung von Thermographie-Aktionen, Kopplung an andere Veranstaltungen
Akteure	Stadtwerke, Verbraucherzentrale, Stadt, Energieberater, Architekten
Zielgruppe	Private Haushalte (Hausbesitzer)
Erfolgskontrolle	Resonanz auf Beratungsangebote

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

8. Beratung bei Kesseltausch, Heizungspumpen und hydraulischem Abgleich

Wirkungsbereich	Wärmeeinsparung
Status	Intensivieren



Quelle: www.intelligent-heizen.info

Beschreibung	Die Beratung sollte vorwiegend über Heizungsinstallateure erfolgen, aber auch eine Beratung über die ansässigen Schornsteinfeger ist denkbar und sollte offensiver kommuniziert werden. Der hydraulische Abgleich ist eine effektive und kostengünstige Maßnahme. Im Bereich der privaten Haushalte ist noch ein großes Einsparpotenzial vorhanden. Die aktuelle Austauschrate der Kessel wird als gering eingeschätzt bzw. nur gesetzlich vorgeschriebene Wechsel. Ohne zusätzliche Motivation sind kaum Aktivitäten über den gesetzlichen Zyklus hinaus zu erwarten.
Handlungs-schritte	– Kooperation mit dem Heizungshandwerk und Fortbildung/ Schulung der Heizungsinstallateure z. B. durch die Stadtwerke, aber auch durch andere Institutionen wie IHK – Contracting bei Heizungssystemen (Mehrfamilienhäuser, Liegenschaften)
Akteure	Heizungsinstallateure, Schornsteinfeger, Stadtwerke
Zielgruppe	Private Haushalte (Hausbesitzer)
Erfolgskontrolle	Anzahl erneuerte Kessel und Heizungspumpen

Umsetzungs-horizont	kurzfristig … langfristig
Effektivität	hoch … niedrig
Priorität	hoch … niedrig

9. Ausbau von Solarthermie, Biomassekesseln und KWK in Haushalten

Wirkungsbereich	Private Haushalte, CO_2-Einsparung
Status	intensivieren

Quelle: IE Leipzig

Beschreibung	Durch den verstärkten Ausbau von Solarthermie und Biomassekesseln können andere Energieträger, wie beispielsweise Öl oder Gas, die zur Erzeugung von Warmwasser und Raumwärme eingesetzt werden, substituiert werden. Durch die Installation von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen können Strom und Wärme parallel erzeugt werden, durch höhere Wirkungsgrade gegenüber getrennter Erzeugung kann auch hier CO_2 eingespart werden.
Handlungs-schritte	– Beratungsangebote für alternative Heizsysteme erhöhen – Fördermöglichkeiten aufzeigen – Anreizmöglichkeiten für die Installation alternativer Systeme für Kesseltauscher schaffen (z. B Fördermittel bei Erstinstallation)
Akteure	Heizungsinstallateure, Schornsteinfeger, Energieberater, Stadtwerke, Handwerker
Zielgruppe	Private Haushalte (Hausbesitzer)
Erfolgskontrolle	Anzahl regenerativer Systeme zur Warmwasserbereitung und Raumwärmeerzeugung

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

10. Beratungsangebote für Energiespartipps (Wärmeanwendungen)

Wirkungsbereich	Wärmeeinsparung
Status	neu

Quelle: www.verbraucherzentrale-rlp.de

Beschreibung	Durch Energiespartipps Änderungen im Nutzerverhalten initiieren und bewusstes Energiesparen vermitteln. Es sollen keine neuen Informationsbroschüren oder Programme geschaffen werden, sondern das bereits vorhandene Angebot (z. B. der Verbraucherzentrale) besser genutzt und intensiver kommuniziert werden.
Handlungs-schritte	– Verteilung/ Auslegen von Broschüren oder Verlinkung der Informationsangebote mit den eigenen Internetpräsenzen – Wohnungswirtschaft und Energieversorger sollten die Angebote der Verbraucherzentrale nutzen und kommunizieren
Beispiele	Beratungen und Informationen zum Thema Hydraulischer Abgleich erhöhen dessen Bekanntheitsgrad und geben einen Überblick über die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile dieser geringinvestiven Effizienzmaßnahme.
Akteure	Lokale Wohnungswirtschaft, Stadtwerke, IHK
Zielgruppe	Private Haushalte (Hausbesitzer)
Erfolgskontrolle	Resonanz auf Beratungsangebote, Anzahl der hydraulischen Abgleich-Vorgänge

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

11. Aufklärungs- und Beratungsarbeit

Wirkungsbereich Stromeinsparung, Wärmeeinsparung
Beeinflussung des Nutzerverhaltens

Status fortsetzen

Beschreibung Durch Energiespartipps Änderungen im Nutzerverhalten initiieren und bewusstes Energiesparen vermitteln. Es sollen keine neuen Informationsbroschüren oder -programme geschaffen werden, sondern das bereits vorhandene Angebot besser genutzt und intensiver kommuniziert werden. Grundsätzlich wurde im Rahmen der Projektbearbeitung seitens der Akteure festgestellt, dass trotz eines mittlerweile vielfältigen Angebotes vielen Bürgern verschiedene Möglichkeiten zum Energiesparen nicht bekannt oder bewusst sind.

Handlungs-schritte

- Den interessierten Bürgern Zugang zu Informationen erleichtern, indem lokale Energieberater und Institutionen auf Internetportale verweisen
- Einbindung der Tagespresse
- Individuelle Wettbewerbe beim Energiesparen organisieren
- Verstärkte Hinweise auf energiesparende „weiße Ware“

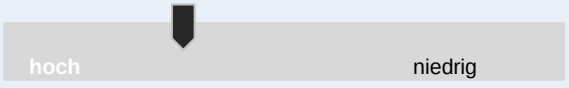
Akteure Lokale Energieberater, Stadtwerke, Installateure, Schornsteinfeger

Zielgruppe Private Haushalte (Bürgerinnen und Bürger)

Erfolgskontrolle Resonanz auf Beratungsangebote, Rückgang des Pro-Kopf-Energieverbrauchs in den Haushalten

Umsetzungs-horizont

Effektivität



Priorität

7.3.5 Instrumente für den Wirtschaftssektor (Industrie und GHD)

12. Beratungsoffensive für KMU

Quelle: www.meinestadt.de

Wirkungsbereich	Strom- und Wärmeeinsparung
Status	intensivieren
Beschreibung	Für kleine und mittlere Unternehmen bieten verschiedene Institutionen zahlreiche Förderprogramme an. Folgende Handlungs- und somit auch Beratungsschwerpunkte, neben den reinen technischen Maßnahmen, werden zur Hebung von Effizienzpotenzialen gesehen: – Einführung von Energiemanagementsystemen – Einsparpotenziale bei der Klimatisierung – Beratungen zum Nutzerverhalten
Handlungs-schritte	– Initiierung eines intensiven Erfahrungsaustausches z. B. seitens der regionalen IHK und Energieagenturen – Themenabende zu Heizungscontracting, Beleuchtung, Klimaanlagen oder die direkte Kontaktaufnahme mit den Betrieben – Einbeziehung der „Wirtschaftsjunioren Pirmasens-Zweibrücken“
Akteure	Stadtwerke, RKW, lokale Betriebe, Wirtschaftsjunioren, IHK
Zielgruppe	Lokale Industrie- und Gewerbebetriebe
Erfolgskontrolle	Anzahl von Effizienzmaßnahmen

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

13. Nutzung vorhandener Informations- und Förderprogramme

Wirkungsbereich	Strom- und Wärmeeinsparung
Status	neu

Quelle: www.kfw.de

Beschreibung	Institutionen (zum Beispiel KfW-Bankengruppe, BAFA) bieten zahlreiche Förderprogramme an. Eine erste Orientierung über lokale und regionale Förderprogramme bietet das Internetportal www.energiefoerderung.info (BINE). Die Homepage www.energieforum-rlp.de bietet die unverbindliche Erstberatung zum Thema Energieeffizienz in Gewerbebetrieben sehr kostengünstig an. Im Rahmen von vor Ort Gesprächen wird durch einen Energieberater ausführlich hinsichtlich Maßnahmen und Möglichkeiten für das Unternehmen beraten. Des Weiteren bietet auch die Verbraucherzentrale des Landes Rheinland-Pfalz zahlreiche Beratungen an.
Handlungs-schritte	– Information an lokale Industrie und GHD-Betriebe über Förderprogramme – Initiierung eines intensiven Erfahrungsaustausches z. B. seitens der regionalen IHK – Integration der Informationen in die „Beratungsoffensive für KMU“
Akteure	IHK, Energieberater, Stadtwerke, RKW, Wirtschaftsjunioren
Zielgruppe	Lokale Industrie und Gewerbebetriebe
Erfolgskontrolle	Anzahl der geförderten Maßnahmen

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

7.3.6 Instrumente für den Sektor städtische Liegenschaften

14. Energieeinsparung im Bereich Liegenschaften

Quelle: www.straßenkatalog.de

Wirkungsbereich	Energieeinsparung
Status	fortführen
Beschreibung	Im Bereich der Städtischen Liegenschaften wurden durch die Stadt bereits viele Gebäude energetisch saniert. Einige Gebäude stehen zum Teil unter Denkmalschutz, größere energetische Sanierungen werden aus Gründen der Wirtschaftlichkeit an diesen Gebäuden nicht durchgeführt. Die Untersuchungen im Rahmen des Energie- und Klimaschutzkonzeptes haben dies bestätigt. Die Energieverbräuche der einzelnen Liegenschaften wurden einem Vergleich unterzogen, im Bereich des Wärmeverbrauches hat sich gezeigt, dass ein Großteil der Gebäude als ausreichend oder gut bewertet wurde. Ein anderes Bild hat sich beim Stromverbrauch ergeben, knapp die Hälfte der untersuchten Gebäude liegt zum Teil deutlich über dem Verbrauchs-Mittelwert der Referenzgebäude.
Handlungs-schritte	– Mindestens jährliche Fortschreibung der Verbräuche – Prioritätenliste für künftige Handlungsschritte – Sensibilisierung der Mitarbeiter und Gebäudenutzer – Contracting bei Umstellung des Heizsystems – Aktualisierung des Teilkonzeptes Liegenschaften
Akteure	Stadtverwaltung, Wärmeservice Zweibrücken (WSZ) Energieberater, Stadtwerke, Gebäudenutzer
Zielgruppe	Stadtverwaltung
Erfolgskontrolle	Entwicklung des Strom- und Wärmeverbrauches in den Liegenschaften

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

15. Durchführung von Energiesparwettbewerben an Schulen/Kindertagesstätten

Wirkungsbereich	Bewusstseinsbildung bei Kindern und Jugendlichen
Status	wiederbeleben

Quelle: www.allgaeustrom.de

Beschreibung

Durch Energiesparwettbewerbe zwischen Schulen oder zwischen Kindertagesstätten kann bei Kindern und Jugendlichen das Bewusstsein für die Problematik „Stromsparen und Energieeffizienz“ geweckt werden. Gefragt sind u. a. Ideen und Erfindungen, die im Alltag das Energiesparen erleichtern sollen. Zusätzlich fördern eine umfassende Einbeziehung der Medien und öffentliche Preisverleihung die Wahrnehmung des Themas in der Bevölkerung. Weiterhin kann auch im Rahmen des Wettbewerbes die Ideenfindung für ein Logo und ein Slogan zum Umsetzungsprozess des Energie- und Klimaschutzkonzepts ausgerufen werden.

Handlungs-schritte

- Organisation und Bekanntmachung des Wettbewerbs
- Prämierung der Projekte
- öffentliche Preisverleihung

Akteure	Schulen, Stadt, Stadtwerke
Zielgruppe	Vorschüler und Schüler
Erfolgskontrolle	Teilnehmeranzahl

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

16. Aufbau eines kommunalen Energiemanagements

Quelle: www.dena.de

Wirkungsbereich	Energieeinsparung
Status	neu
Beschreibung	Ein Energiemanagement stellt eine umfassende Querschnittsaufgabe dar, die in erheblichem Maße das Zusammenwirken aller Beteiligten voraussetzt. Durch Bündelung von Zuständigkeiten können energierelevante Aufgaben untereinander koordiniert und aufeinander abgestimmt werden.
Handlungs-schritte	– Entwicklung einer Energiedatenbank zur systematischen Erfassung, Auswertung und Überwachung der Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften; Verbrauchsdaten im Rahmen eines Benchmarking vergleichen – Erstellung einer Prioritätenliste Handlungsoptionen getrennt nach Gebäudearten, Verbrauch, Einsparmöglichkeiten, Nutzerintensität sowie Auslastung der Liegenschaft – Umsetzung der ermittelten Maßnahmen zur Einsparung – Begleitende Maßnahmen: Kontinuierliche Verbesserung der Gebäudetechnik (Steckerleisten, Präsenzmelder, Schlüsselschalter, effiziente Geräte) sowie Sensibilisierung der Verbraucher
Akteure	Stadtverwaltung
Zielgruppe	Stadtverwaltung (Vorbildfunktion)
Erfolgskontrolle	Öffentlichkeitswirksame Dokumentation der Erfolge, z. B. in Form eines Energieberichts, jährliche Verbrauchsdatenerfassung und Vergleich

Umsetzungs-horizont	kurzfristig — langfristig
Effektivität	hoch — niedrig
Priorität	hoch — niedrig

17. Schrittweise Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED

Wirkungsbereich Stromeinsparung

Status fortsetzen

Quelle: www.pfaelzischer-merkur.de

Beschreibung Die Stadt Zweibrücken hat beschlossen, künftig nur noch LED-Leuchten einzusetzen. Etwa die Hälfte der Straßenlampen innerhalb der Stadt Zweibrücken sind aktuell Quecksilberdampflampen. Diese sind sehr energieintensiv, gemäß EU-Verordnung dürfen diese Lampen seit April 2015 nicht mehr im Verkauf angeboten werden. Durch die künftige schrittweise Umstellung auf LED-Lampen wird viel Strom eingespart werden.

Handlungs-schritte

- Schrittweise (straßenweise) Umrüstung im Zuge der Erneuerung
- Fokus: Zeitnahe Umrüstung veralteter, energieintensiver Quecksilberdampflampen auf LED
- Auflagen (technische Vorgaben) für Umrüstungen

Akteure Stadt, Stadtwerke

Zielgruppe Stadt

Erfolgskontrolle Anzahl umgerüsteter Leuchtpunkte

Umsetzungs-horizont

Effektivität

Priorität

7.4 Controlling-Konzept

Anhand eines fortlaufenden Energiemonitorings und -controllings muss die Effizienz der organisatorischen und investiven Maßnahmen gemessen werden, darüber hinaus liefert es Hinweise auf weitere Energieeinsparpotenziale. Gerade die organisatorischen Maßnahmen zur Energieeinsparung (beispielsweise nachdem erste Schulungen zum Nutzerverhalten durchgeführt wurden) bedürfen einer laufenden Kontrolle ihrer Wirksamkeit. Es ist überdies notwendig, die gesamten Aktivitäten in einem informationstechnischen System (Energiemanagement) abzubilden.

7.4.1 Entwicklung eines Monitoringskonzeptes

Die Berechnungen der Energie- und CO_2-Einsparpotenziale für die Stadt Zweibrücken wurde auf Basis der berechneten Energieverbräuche und Annahmen zur Wirksamkeit von organisatorischen und investiven Maßnahmen (nach Verbrauchsbereichen) durchgeführt. Mit Blick auf die untersuchten und dargestellten CO_2-Minderungspotenziale bis 2025 wird darauf hingewiesen, dass diese nur erreicht werden können, wenn weiterhin in *beiden* Bereichen – Erzeugung und Verbrauch – entsprechende Anstrengungen erbracht und die identifizierten Maßnahmen umgesetzt werden.

Dabei ist es notwendig, Detaillösungen zu erarbeiten, die auf eine breite Wirkung abzielen. Auch sind entsprechende Verantwortlichkeiten und Zielvereinbarungen im Rahmen des Umsetzungsprozesses vertieft zu konkretisieren. Wurden die bisher erreichten Einsparungen in der Regel durch reguläre Modernisierungszyklen realisiert, wird in Zukunft dieser Pfad durch verstärkte Investitionen, beispielsweise in Wärmedämmung, Energiemanagementsysteme usw., sowie den Ausbau der Energieerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung flankiert werden müssen. Wesentlich sind hierbei verlässliche politische Entscheidungen als auch eine breite Einbeziehung der privaten und gewerblichen Verbraucher durch Netzwerke und Information.

Zudem ist eine quantitative Verfolgung der künftigen Entwicklung durchzuführen, hierzu mehr im nachfolgenden Teilkapitel **(Daten-Monitoring)**. Daneben ist es zweckmäßig, das Controlling-Instrument auf diejenigen Aktivitäten zu beziehen, die im Maßnahmen- und Instrumentenkatalog festgelegt wurden und deren Umsetzung kontinuierlich nachverfolgt werden kann **(Maßnahmen-Monitoring)**.

Das Monitoring ist in einem laufenden Prozess regelmäßig, z. B. in Form von Berichten, Maßnahmenkontrollen oder Aktivitätskontrollen festzuhalten und zu veröffentlichen. Weiterhin müssen die Ergebnisse auch in einem regelmäßigen Turnus vorgestellt und diskutiert werden, um die Akzeptanz für den Umsetzungsprozess aufrecht zu halten. Vorgeschlagen wird hierfür ein Turnus von zwei Jahren.

Die lokale Verantwortung der Akteure muss fortwährend in den Vordergrund gestellt werden. Ziel der regelmäßigen Veranstaltungen ist die Erfolgskontrolle und eine fortwährende Motivation der Akteure. Deshalb ist auch allen Bürgern die Möglichkeit zu geben, an den Veranstaltungen teilzunehmen.

Die Ergebnisse sollen in Form von Vorträgen („Aktivitätsberichte“) und Ausstellungen (Projektpräsentationen), Berichte auf der Homepage (Initiierung eines Newsletters) vorgestellt und publiziert werden. Die Veranstaltungen können folgende Struktur aufweisen:

- Darstellung von Vorreitern und Vorbildern (Was machen andere?)
  Auch Akteure aus anderen Kommunen können eingeladen und Erfahrungen ausgetauscht werden. Weiterhin ist die Vorbildfunktion der Stadt bzw. der Stadtwerke in den Vordergrund zu stellen.
- Darstellung der Zwischenergebnisse (Was haben wir gemacht?)
  Dies beinhaltet die Kommunikation des bereits Erreichten, auch mit den Tagen der offenen Tür in kommunalen Gebäuden, sowie eine Fortschreibung der Energie- und CO_2-Bilanz.
- Erfahrungen austauschen (Was haben wir gut gemacht und was müssen wir besser machen?)
  Kurzberichte zu Aktivitäten, was gut gelaufen bzw. schlecht ist.
- Vorstellung der nächsten Arbeitsschritte (Was werden wir als nächstes tun?)
  Hierbei ist zu beachten, dass klare und eindeutige Etappenziele bzw. die Reihenfolge festgelegt werden. Was klar als Ziel kommuniziert wurde, wird durch die Öffentlichkeit später auch eingefordert.

7.4.2 Daten-Monitoring

Die wesentlichen Kennwerte, mit denen sich die Energiebilanz der Stadt jährlich verändert, und die daher als Summe kontinuierlich erfasst werden müssen, sind:

- Stromverbrauch aller privaten Haushalte
- Einwohnerzahl zum Jahresende
- bewohnte Wohnfläche
- Wärmeverbrauch der Haushalte (Raumwärme und Warmwasser, witterungsbereinigt)
- Anzahl der Beschäftigten in Industrie, GHD-Sektor und Verwaltung (Summe aus SV-pflichtig Beschäftigten) am Arbeitsort
- Stromverbrauch aller Unternehmen und Betriebe der Sektoren Industrie, GHD und Verwaltung
- Bedarf an Brennstoffen in den Sektoren Industrie, GHD und Verwaltung am Betriebsstandort

und aus diesen abgeleitete Indikatoren:

- Stromverbrauch pro Jahr und Einwohner
- Wärmebedarf pro Jahr und Wohnfläche
- Stromverbrauch pro Jahr und Beschäftigten in den Sektoren Industrie, GHD und Verwaltung
- Brennstoffeinsatz pro Jahr und Beschäftigten

Hinzu kommen die entsprechenden Umrechnungen dieser Energiemengen in CO_2-Emissionen. Die Erfassung weiterer Kennwerte kann sich als sinnvoll erweisen, hat jedoch geringere Bedeutung. Diese Datenerfassung erfordert allerdings auch die regelmäßige Erstellung einer Energie- und CO_2-Bilanz. Dies wird dadurch erschwert, dass auf kommunaler und regionaler Ebene die regional abgrenzbaren Energiedaten – anders als auf Landes- und Bundesebene – nicht kontinuierlich statistisch erfasst werden. Sofern die Zusammenstellung dieser Daten in ähnlicher Weise wie im Rahmen dieses Konzeptes die Möglichkeiten der Stadt überfordert, können diese Arbeiten auch extern vergeben werden, hierfür muss wiederum in regelmäßigen Abständen ein Budget eingeplant werden.

8 Fazit

Das vorliegende Energie- und Klimaschutzkonzept gibt Aufschluss über die aktuelle Situation zu Energieverbrauch und CO_2-Emissionen innerhalb der Stadt Zweibrücken. Darüber hinaus ist in Form verschiedener Szenarien dargestellt worden, wie sich die Energie- und CO_2-Bilanz bis zum Jahr 2025 entwickeln kann. Ziel der Stadt muss es nun sein, einen Weg zu beschreiten, welcher über die Trend-Entwicklung hinausgeht. Mithilfe des erarbeiteten Maßnahmen- und Instrumentenkatalogs kann ein aktiver Weg beschritten werden. Voraussetzung dafür ist die Initiierung eines Umsetzungsprozesses. Wie in den vorangehenden Kapiteln beschrieben, besteht dieser Umsetzungsprozess aus mehreren Bausteinen:

- Verankerung des Umsetzungsprozesses
- Organisation des Umsetzungsprozesses
- Begleitendes Monitoring

Zunächst gilt es, mit einem politischen Beschluss der Stadt Zweibrücken ein Bekenntnis zum Energie- und Klimaschutzkonzept abzugeben und den Umsetzungsprozess zu verankern. Zur besseren Kommunikation und Verankerung wird die Entwicklung eines Leitbildes und eines Logos empfohlen.

Wenn sich die Stadt Zweibrücken zum Energie- und Klimaschutzkonzept bekennt, sollte ein Umsetzungsprozess wie folgt organisiert werden:

- Die wichtigste Voraussetzung ist die **Schaffung einer koordinierenden Instanz** (z. B. „Klimaschutzmanager“).
  Es gilt, alle relevanten Informationen und Entscheidungskompetenzen zu bündeln, um ein zielgerichtetes Handeln zu ermöglichen. Die zentrale Steuerung des Umsetzungsprozesses soll in der kommunalen Praxis als koordinierende Querschnittsaufgabe verstanden werden, welche in viele Bereiche hineinreicht. Hierfür müssen personelle und finanzielle Ressourcen geschaffen und ggf. Entscheidungskompetenzen übertragen werden.
- **Umsetzung des vorliegenden Maßnahmen- und Instrumentenkatalogs**
  Der im Rahmen der Erstellung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes erarbeitete Katalog ist auf die kommunale Situation der Stadt Zweibrücken ausgerichtet. Als Ergebnis sind konkrete Maßnahmen und Akteure benannt, die für die Realisierung der Aktivitäten über das Trend-Szenario hinaus verantwortlich sein könnten.
  Die beschriebenen Instrumente und Maßnahmen stellen eine Auswahl möglicher Aktivitäten dar, der Anspruch auf Vollständigkeit wird nicht erhoben. Vielmehr kommt es darauf an, dass der Prozess in Gang gesetzt bzw. initiiert wird. Daraus werden weitere Instrumente und Aktivitäten entstehen, die sich aus dem Kreativpotenzial der Bürgerinnen und Bürger „automatisch“ entwickeln werden.
- **Begleitendes Monitoring**
  Im Instrumenten- und Maßnahmenkatalog sind akteursspezifische Verantwortlichkeiten festgelegt, die für das Monitoring genutzt werden können.
  Das Monitoring sollte in einem laufenden Prozess regelmäßig festgehalten und veröffentlicht werden. Weiterhin sollten die Ergebnisse auch in einem regelmäßigen Turnus vorgestellt und diskutiert werden, um die Akzeptanz für den Umwandlungsprozess aufrecht zu halten.

9 Verzeichnisse

Abkürzungsverzeichnis 95

Abbildungsverzeichnis 96

Tabellenverzeichnis 98

Literaturverzeichnis 99

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CO_2	Kohlenstoffdioxid
dena	Deutsche Energie-Agentur
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EKK	Energie- und Klimaschutzkonzept
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EZFH	Ein-/ Zweifamilienhäuser
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunden (1.000 MWh)
IE Leipzig	Leipziger Institut für Energie GmbH
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
kW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MFH	Mehrfamilienhäuser
Mio.	Millionen
MW	Megawatt (1.000 kW)
MWh	Megawattstunden (1.000 kWh)
p. a.	per annum (jährlich)
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik (Stromerzeugung aus Sonnenenergie)
SWZ	Stadtwerke Zweibrücken
t	Tonnen (1.000 kg bzw.10^6 g)
UBA	Umweltbundesamt
WE	Wohneinheiten
WSZ	Wärmeservice Zweibrücken GmbH

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren	2
Abbildung 2	Entwicklung der CO_2-Emissionen nach Verbrauchssektoren	3
Abbildung 3	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien innerhalb der Stadtgrenzen Zweibrückens	4
Abbildung 4	Endenergieverbrauch nach Sektoren und Szenarien	5
Abbildung 5	CO_2-Bilanz nach Sektoren und je Einwohner in den Szenarien	6
Abbildung 6	Abschätzung der Investitionskosten bis 2025 nach Szenarien	7
Abbildung 7	Organisationsstruktur zur Erarbeitung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für Zweibrücken	9
Abbildung 8	Alterspyramide der Stadt Zweibrücken	10
Abbildung 9	Bevölkerungsentwicklung und -prognosen	11
Abbildung 10	Ausschnitt aus dem Raumordnungsplan IV der Planungsgemeinschaft Westpfalz	15
Abbildung 11	Stromerzeugung und Stromverbrauch innerhalb der Stadtgrenzen Zweibrückens	17
Abbildung 12	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Zweibrücken	18
Abbildung 13	Baualtersstruktur der Wohngebäude in Zweibrücken	20
Abbildung 14	Energieverbrauch der Privaten Haushalte nach Anwendungsarten in Zweibrücken	21
Abbildung 15	Entwicklung der CO_2-Emissionen in Zweibrücken	22
Abbildung 16	Endenergieverbrauch im Sektor Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	24
Abbildung 17	CO_2-Emissionen im Sektor Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	25
Abbildung 18	Endenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften seit 1990 und im Trend bis 2025	26
Abbildung 19	CO_2-Emissionen städtischer Liegenschaften in Zweibrücken von 1990 bis 2025	27
Abbildung 20	Bestand der gemeldeten Kraftfahrzeuge in Zweibrücken	28
Abbildung 21	Endenergieverbrauch im Verkehrssektor in Zweibrücken	29
Abbildung 22	Entwicklung der CO_2-Emissionen des Verkehrssektors in Zweibrücken	30
Abbildung 23	Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren der Stadt Zweibrücken	31

Abbildung 24	Endenergieverbrauch nach Energieträger in Zweibrücken	32
Abbildung 25	CO_2-Emissionen nach Verbrauchssektoren in Zweibrücken	33
Abbildung 26	CO_2-Emissionen nach Energieträgern in Zweibrücken	34
Abbildung 27	Ausschnitt aus dem Solarkataster Südwestpfalz - Stadtbereich Zweibrücken	37
Abbildung 28	Im Rahmen des Workshops ermittelte, realisierbare Flächen zur Installation von PV-Freiflächenanlagen; links: Fläche westlich der John-Deere-Werke; Mitte: Fläche südlich der John-Deere-Werke; rechts: Fläche nördlich der A8 gegenüber Designer-Outlets	38
Abbildung 29	Potenzielle Flächen zur Windenergienutzung im Stadtgebiet Zweibrücken	40
Abbildung 30	Bausteine eines kommunalen Energiemanagements	59
Abbildung 31	Einordnung der Verbrauchswerte der städtischen Liegenschaften in ein Ampelsystem	60
Abbildung 32	Beitrag der erneuerbaren Energien zur Deckung des Strombedarfs nach Szenarien	63
Abbildung 33	Endenergieverbrauch nach Sektoren und Szenarien in Zweibrücken	64
Abbildung 34	CO_2-Bilanz nach Sektoren und je Einwohner in Zweibrücken	65
Abbildung 35	Abschätzung der Investitionskosten bis 2025 nach Sektoren	67
Abbildung 36	Abschätzung der Energieeinsparkosten nach Szenarien	68
Abbildung 37	Verankerung der zentralen Steuerung des Umsetzungsprozesses	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Datengrundlagen für die Wohnungsbedarfsprognose bis 2025	19
Tabelle 2	Übersicht über die Handlungsoptionen im Sektor Energieerzeugung	36
Tabelle 3	Stromerzeugung durch Photovoltaik sowie Investitionskosten nach Szenarien	38
Tabelle 4	Stromerzeugung durch Windenergieanlagen sowie Investitionskosten nach Szenarien	40
Tabelle 5	Übersicht über die Handlungsoptionen im Sektor Private Haushalte nach Szenarien für Zweibrücken	42
Tabelle 6	Kennwerte zur Gebäudesanierung in Zweibrücken nach Szenarien	43
Tabelle 7	Kennwerte zum Kesseltausch in Zweibrücken nach Szenarien	45
Tabelle 8	Kennwerte zum hydraulischen Abgleich in Zweibrücken nach Szenarien	46
Tabelle 9	Kennwerte zum Ausbau der Solarthermie in Zweibrücken nach Szenarien	48
Tabelle 10	Kennwerte zum Ausbau von Biomassekesseln und Wärmepumpen in Zweibrücken nach Szenarien	49
Tabelle 11	Kennwerte zum Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Zweibrücken nach Szenarien	50
Tabelle 12	Kennwerte zur Investitionsbereitschaft für effiziente Elektrogeräte in Zweibrücken nach Szenarien	51
Tabelle 13	Energie- und CO_2-Minderungspotenziale sowie deren Kosten im Sektor Private Haushalte	52
Tabelle 14	Energie- und CO_2-Minderungspotenziale sowie deren Kosten im Sektor Industrie/GHD	57
Tabelle 15	Energie- und CO_2-Minderungspotenziale im Sektor städtische Liegenschaften	61
Tabelle 16	Wesentliche Kennzahlen des Szenarienvergleichs	69

Literaturverzeichnis

ages 2005	Ages GmbH: Excelauswertung auf Datenträger zum Verbrauchskennwerte Bericht 2005, o.J., Münster
ages 2007	Ages GmbH: Verbrauchskennwerte 2005 – Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. Februar 2007, Münster.
AK ER 2011	Arbeitskreis Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden 2011.
Bertelsmann 2009	Bevölkerungsvorausberechnung der Bertelsmann-Stiftung für die kreisfreie Stadt Zweibrücken
Bertelsmann 2015	Bevölkerungsvorausberechnung der Bertelsmann-Stiftung für die kreisfreie Stadt Zweibrücken
ARGUS CONCEPT 2015	Windpotenzialstudie für die Stadt Zweibrücken; ARGUS CONCEPT – Gesellschaft für Lebensraumentwicklung mbH, 2015
Biomasseatlas 2015	Biomasseatlas: Anlagen mit Einsatz von Pellets, Scheitholz und Holzhackschnitzeln seit Oktober 2001. http://www.biomasseatlas.de, Zugriff 12.01.2015.
BMU 2009	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Energieeffizienz – die intelligente Energiequelle. Tipps für Industrie und Gewerbe. Berlin, Juli 2009.
Bau-Welt 2015	Marketing-Factory Digital GmbH (Hrsg.): Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage. In: Internetportal www.bau-welt.de, Zugriff am 12.05.2015.
BMWi & BMU 2010	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. München, September 2010.
dena 2015	Deutsche Energie-Agentur GmbH, Veröffentlichungen im Internet unter: http://mtest.dena.de/publikationen/stromsparpaket-energiespartipps-fuer-ihren-haushalt.html Zugriff 18.05.2015.

DIW 2009	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: Wochenberichte 50/2009, 41/2004, 51/2002. Berlin, 2009.
HWWI 2010	Hamburgisches Weltwirtschaftsinstitut. Studie zur regionalen Beschäftigungsentwicklung: Deutschland 2020-Die Arbeitsplätze der Zukunft; Regionen im Wettbewerb – Faktoren, Chancen und Szenarien.2010.
IE 2015	Leipziger Institut für Energie GmbH: Vollkostenvergleich Heizsysteme 2015 – Informationen für Verbraucher. Leipzig, 2015.
IEKP 2007	Integriertes Energie- und Klimaprogramm – Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, BMU 2007.
IWU & BEI 2010	Institut Wohnen und Umwelt; Bremer Energie Institut: Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. 180 S., Darmstadt, Dezember 2010.
KBA 2015	Kraftfahrt-Bundesamt: Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes für Zweibrücken seit 1990. Datenabfrage, Flensburg, 2015.
KfW 2010	KfW-Bankengruppe (Hrsg.): Wohngebäudesanierer-Befragung 2010 – Hintergründe und Motive zur energetischen Sanierung des Wohnungsbestandes. 46 S., Frankfurt (M.), Juli 2010.
Planungsgemeinschaft Westpfalz 2015	Regionaler Raumordnungsplan Westpfalz IV, Teilfortschreibung 2014; Entwurf zur Genehmigung und Beschluss der Regionalvertretung der Planungsgemeinschaft Westpfalz vom 16.10.2014
Solaratlas 2015	Solaratlas: Solarthermische Anlagen seit Januar 2001., Zugriff am 12.01.2015.
Sparkasse Südwestpfalz 2012	Solarkataster der Region Südwestpfalz; Zugriff im Internet unter www.gpm-kom8.de
StaLA RLP 1987	Ergebnisse der Gebäude- und Wohnungszählung 1987 des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz
StaLA RLP 2011a	Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz für die kreisfreie Stadt Zweibrücken
StaLA RLP 2011b	Ergebnisse der Gebäude- und Wohnungszählung 2011; Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2011

StaLA RLP 2015 Veröffentlichungen auf der Homepage des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz zur Entwicklung der Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahlen der kreisfreien Stadt Zweibrücken.

SWZ 2015 Datenlieferung der Stadtwerke Zweibrücken zu Energieverbräuchen von Erdgas und Strom im Stadtgebiet sowie zur Energieerzeugung mittels KWK- und EEG-Anlagen.

UBA 2010 Umweltbundesamt (Hrsg.): DIN EN 16001: Energiemanagementsysteme in der Praxis – Ein Leitfaden für Unternehmen und Organisationen. Umweltbundesamt, Dessau, Dessau-Roßlau, 2010.