

Fortschreibung Energie- und THG-Bilanzierung sowie Szenarien Landkreis Zwickau



Bearbeitungsstand: 29.09.2025



Impressum

Auftraggeber

Landratsamt Zwickau
Robert-Müller-Str. 4-8 | 08056 Zwickau

klimaschutz-energie@landkreis-zwickau.de
www.landkreis-zwickau.de/klimaschutz



Auftragnehmerin

mellon Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur
Humboldtstraße 15 | 04105 Leipzig

0341 30823620

info@mellon-gesellschaft.de
www.mellon-gesellschaft.de



Hinweis zur Förderung

Titel des Vorhabens:

Fortschreibung der Energie- und THG-Bilanz
und Szenarien des Landkreises Zwickau

Laufzeit:

12.02.2024 – 31.08.2025

Förderkennzeichen:

Förderrichtlinie Energie und Klima - FRL EuK/2023

► ► ► Bildnachweis Titelseite: © 2025 mellon Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur mbH

Inhaltsverzeichnis

1	Energie- und Treibhausgasbilanz.....	4
1.2	Grundlage der Bilanzierung.....	4
1.3	Hauptergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz.....	5
1.4	Detailbetrachtung Wärme.....	12
1.5	Detailbetrachtung Verkehr.....	14
1.6	Detailbetrachtung kreisliche Liegenschaften	16
2	Szenarienentwicklung	18
2.1	Grundlage der Betrachtung.....	18
2.2	Trend-Szenario	19
2.3	Klimaschutz-Szenario	21
Anlage 1: Anhang zur BSKO-Methodik		23
Abbildungsverzeichnis		34
Tabellenverzeichnis.....		35

1 Energie- und Treibhausgasbilanz

1.2 Grundlage der Bilanzierung

Der Landkreis Zwickau hat bereits im Zuge des Klimaschutzkonzeptes 2021 eine Bilanzierung der Jahre 2014 bis 2018 erstellt. Die Fortschreibung der Energie- und Treibhausgasbilanz im Jahr 2025 wird diese auf die Jahre 2019 bis 2022 erweitert.

Mit der Bilanzierung aus dem Jahr 2021 wurde der sogenannte BSKO-Standard, die Bilanzierungs-Systematik Kommunal, verwendet. Diese wurde unter Federführung des IFEU-Instituts Heidelberg entwickelt und stellt den deutschlandweiten Standard für Bilanzierungen von Energie und Treibhausgasen (THG) dar. Die folgende Darstellung verdeutlicht die grundlegenden Prinzipien einer BSKO-Bilanz. Bei dieser handelt es sich um eine territoriale Endenergiebilanz, also einer Erfassung aller Endenergieverbräuche innerhalb der Grenzen des Landkreises, die bestmöglich einzelnen Verbrauchssektoren zugeordnet werden. Entsprechend des zugrundeliegenden Energieträgers werden die zugehörigen Emissionen berechnet, wobei die gesamte Vorkette betrachtet wird und somit auch erneuerbaren Energieträgern gewisse, wenngleich geringe, Emissionen zugeordnet werden. Betrachtet wird dabei nicht nur CO₂, sondern die Gesamtheit der klimaschädlichen Gase in der Form von CO₂-Äquivalenten.

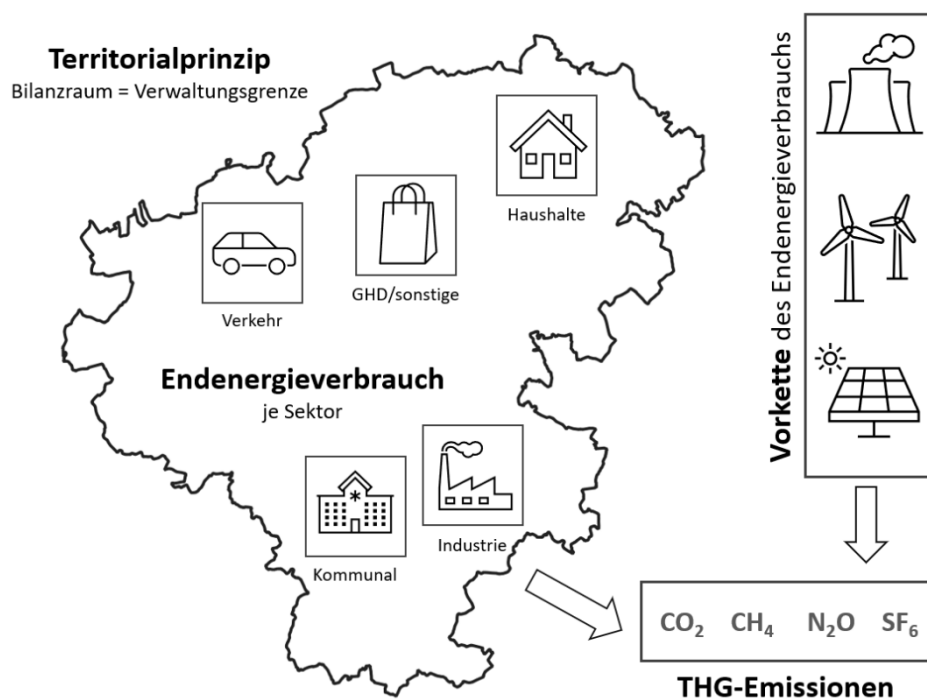


Abbildung 1 Visualisierung der Grundprinzipien des BSKO-Standards

Die Umsetzung erfolgt mit der webbasierten Software Klimaschutz-Planer (KSP). Dieses Instrument wurde im Rahmen des Projektes „Klimaschutz-Planer – Kommunalen Planungsassistent für Energie und

Klimaschutz“ der Nationalen Klimaschutzinitiative, Förderaufruf „Innovative Klimaschutzprojekte“, erarbeitet und wird aktuell durch das Klima-Bündnis vermarktet.

Die folgenden Ergebnisdarstellungen bieten einen Überblick über die wesentlichen Bestandteile der Bilanz. Als Grundlage dienen vor allem Daten der lokalen Energieversorger – insbesondere der inetz GmbH, der envia Mitteldeutsche Energie AG sowie der im Landkreis ansässigen Stadtwerke. Darüber hinaus fließen auch die Energieverbräuche der kreislichen Liegenschaften in die Betrachtung ein. Weiterhin beinhaltet der Klimaschutz-Planer bereits eine Vielzahl statistischer Daten, die übergreifend für alle Kommunen und Landkreise in Deutschland erfasst werden und somit nicht bei jeder Bilanzierung einzeln erhoben werden müssen. Entsprechend der BSKO-Methodik erfolgt keine Witterungskorrektur der Verbrauchswerte im Wärmebereich. Zudem wird der Stromverbrauch emissionsseitig komplett mit dem Bundesstrommix bewertet.

Weiterführende Angaben zu der Methodik, verwendeten Datenquellen sowie weitere detaillierte Bilanzergebnisse sind der Anlage 1 zu entnehmen.

1.3 Hauptergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz

Nachstehend sind die Hauptergebnisse der Bilanz dargestellt, welche einen Vergleich mit anderen Gebietskörperschaften zulassen. Diese betrachten sowohl den stationären Bereich der Sektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Industrie und der kreislichen Liegenschaften, als auch den Verkehr. Es erfolgt eine Darstellung des Endenergieverbrauchs sowie der Emissionen in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂-eq).

Gesamtergebnis

Der Gesamtendenergieverbrauch des Landkreises Zwickaus betrug im aktuellen Bilanzjahr 2022 etwa 6,7 Mio. MWh. Daraus hervor geht ein Gesamtausstoß an THG-Emissionen von 2,2 Mio. t CO₂-eq. Im Vergleich zum Beginn des Bilanzzeitraumes 2014 fällt dieser Wert um knapp 12 % geringer aus.

Einen Blick auf den Verlauf des Endenergieverbrauchs im gesamten Bilanzzeitraum zeigt die nachstehende Abbildung 2. Diese unterscheidet den Endenergieverbrauch nach den drei hauptsächlichen Anwendungskategorien Strom, Wärme und Kraftstoffen. Mit einem Anteil von 52 % dominiert die Wärme den Endenergieverbrauch des Jahres 2022, während Strom (17 %) und Kraftstoffe (31 %) entsprechend geringere Anteile aufweisen.

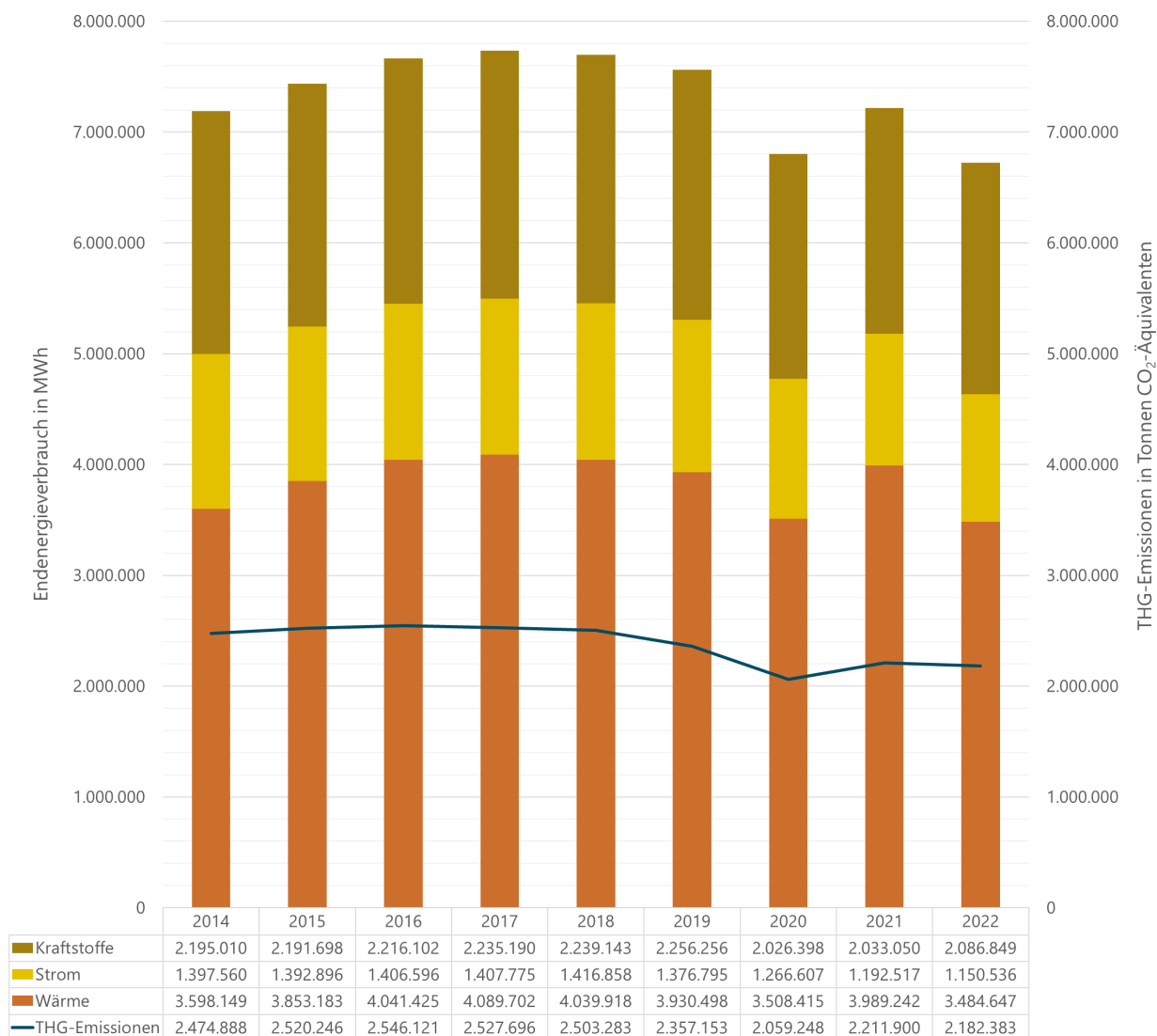


Abbildung 2 Verlauf des lokalen Energieverbrauchs; und der Summe der THG-Emissionen 2014-2022

Zwischen den Jahren 2014 und 2017 ist ein kontinuierlicher Anstieg des Energieverbrauchs zu beobachten. Ab dem Jahr 2018 setzt jedoch ein Rückgang ein. Im ersten Corona-Jahr 2020 erreicht der Verbrauch seinen bis dahin niedrigsten Stand und fällt im Vergleich zum Vorjahr um 11 %. Nach einem moderaten Anstieg im Jahr 2021 folgt 2022 erneut eine deutliche Reduktion um 7 %. Wie in Abbildung 2 dargestellt, lässt sich diese Entwicklung insbesondere auf Veränderungen im Wärmeverbrauch zurückführen.

Zur fundierten Interpretation der Verbrauchsdaten wird der Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung um eine Witterungskorrektur ergänzt. Der Fokus liegt dabei auf dem stationären Endenergieverbrauch; der Verbrauch von Kraftstoffen bleibt unberücksichtigt.

Gesamtergebnis mit Witterungskorrektur

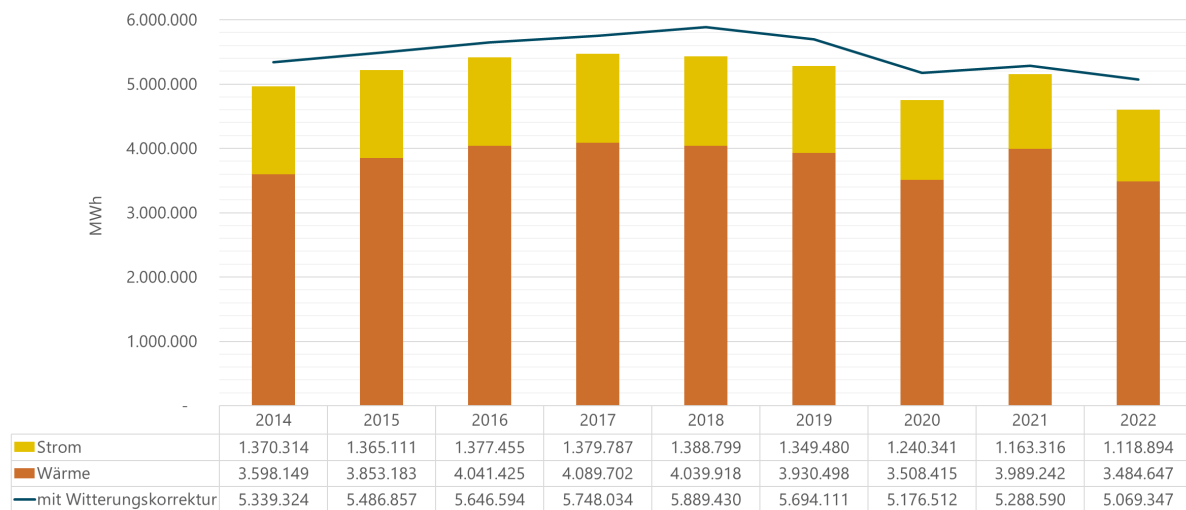


Abbildung 3 Stationärer Endenergieverbrauch zzgl. Witterungskorrektur; 2014-2022

Die Witterungskorrektur stellt den Versuch dar, den Endenergieverbrauch unterschiedlich warmer Jahre vergleichbar zu machen. Wie in Abbildung 3 ersichtlich, fällt der witterungskorrigierte Anstieg des Endenergieverbrauchs im Jahr 2021 gegenüber 2020 geringer aus als bei den tatsächlichen Verbrauchswerten. Ein Teil des Anstiegs lässt sich somit darauf zurückführen, dass im Jahr 2021 witterungsbedingt mehr geheizt wurde. Eine vollständige Erklärung für die Trendumkehr des zuvor rückläufigen Endenergieverbrauchs liefert dies jedoch noch nicht.

Ergänzend wird daher ein Bezug zur gesamtsächsischen Entwicklung hergestellt. Laut einer aktuellen Studie des Leipziger Institut für Energie wurde für Sachsen im Jahr 2021 ein deutlicher Anstieg des Endenergieverbrauchs berechnet. Als Ursachen werden eine deutlich kühlere Witterung, die wirtschaftliche Erholung nach dem Corona-Jahr 2020 sowie höhere Verbräuche im Verkehrssektor genannt¹. Auch wenn sich der erhöhte Verbrauch im Verkehrssektor im Landkreis Zwickau nicht widerspiegelt, stützt diese Prognose die Plausibilität des lokalen Anstiegs des Endenergieverbrauchs im Jahr 2021. Die milde Witterung sowie die Energiekrise im Zuge des Ukraine-Konflikts lassen die Endenergieverbräuche im gesamtsächsischen Trend für das Jahr 2022 sinken². Diese Entwicklung ist auch in den Daten des Landkreises Zwickau erkennbar.

Neben der Differenzierung nach den Hauptanwendungen wird folgend eine Unterteilung nach Sektoren vorgenommen. Dabei ist der Anteil am Endenergieverbrauch jeweils als oberer farbiger Balken dargestellt, der Anteil an den THG-Emissionen als unterer grauer Balken. Die Treibhausgasemissionen in Form von CO₂-Äquivalenten ergeben sich durch Multiplikation der Energieverbräuche je Energieträger mit dem zugehörigen Emissionsfaktor.

¹ Leipziger Institut für Energie (2023), „Prognose ausgewählter Energiedaten einschließlich der Energiebilanz. Prognose bis 2022“; S. 12

² Ebd.; S. 14

Verteilung auf die Sektoren

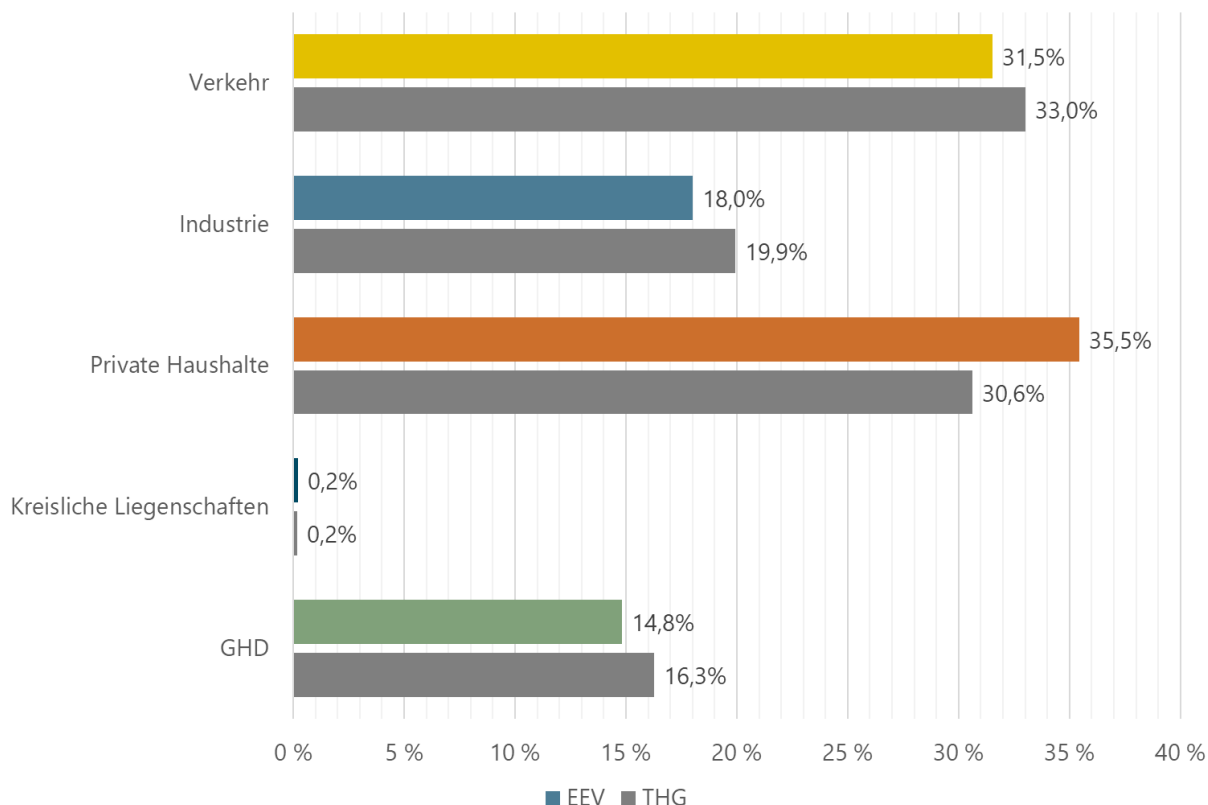


Abbildung 4 Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch und THG-Emissionen – 2022, oberer Balken: Endenergieverbrauch; unterer Balken: THG-Emissionen

In Abbildung 4 zeigt sich, dass der Verkehrssektor den größten Anteil an den Emissionen aufweist – ein Hinweis auf die hohe Bedeutung fossiler Kraftstoffe. Nahezu gleichbedeutend für die Emissionen sind die privaten Haushalte, die zugleich den mit Abstand höchsten Anteil am Endenergieverbrauch verzeichnen. Dass ihr Emissionsanteil dennoch geringer ausfällt als ihr Anteil am Endenergieverbrauch, liegt daran, dass in Haushalten die Wärmeversorgung deutlich dominanter ist als der Stromverbrauch. In den Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) hingegen ist das Verhältnis stromlastiger. Wie in Abbildung 5 dargestellt, geht der Stromverbrauch mit besonders hohen Emissionen einher. Haushalte profitieren zudem von einem vergleichsweise emissionsarmen Fernwärmeangebot.

Vor diesem Hintergrund überrascht es nicht, dass die Emissionsanteile von Industrie und GHD – wenn auch nur geringfügig – über ihren Anteilen am Endenergieverbrauch liegen. Die Abgrenzung zwischen diesen beiden Sektoren ist in der Praxis jedoch oft unscharf, weshalb es sinnvoll erscheint, sie bei Bedarf gemeinsam als Wirtschaft zu betrachten. Folgt man dieser Logik, so entfallen auf die drei Sektoren - Verkehr, Haushalte und Wirtschaft - jeweils etwa ein Drittel der Emissionen. Dies unterstreicht, dass Klimaschutz ein Querschnittsthema ist, das in allen Bereichen Beachtung finden muss.

Besonderes Augenmerk sollte auf jene Emissionen gelegt werden, die direkt durch das Handeln des Landkreises beeinflusst werden können. Einen ersten Hinweis darauf liefert der Anteil der Emissionen aus den kreislichen Liegenschaften, wie in Abbildung 4 dargestellt. Auch wenn dieser Anteil - absolut betrachtet - gering erscheint, verdient er besondere Aufmerksamkeit: Zum einen kann der Landkreis Zwickau gezielt auf die Ursachen dieser Emissionen einwirken, zum anderen kann er durch sein verantwortungsbewusstes Handeln eine Vorbildfunktion gegenüber anderen Akteuren übernehmen.

Verteilung nach Energieträgern

In Anlehnung an die sektorale Betrachtung folgt im nächsten Schritt eine Aufschlüsselung der Bilanzierungsergebnisse des Jahres 2022 nach Energieträgern. Die Darstellung unterscheidet auch hier farbige Balken für den Endenergieverbrauch und graue Balken für die Treibhausgasemissionen. Die Farbgebung – Orange für fossile, Grün für erneuerbare und Blau für gemischte Energieträger – verdeutlicht aktuelle Tendenzen im Fortschritt der Energiewende.

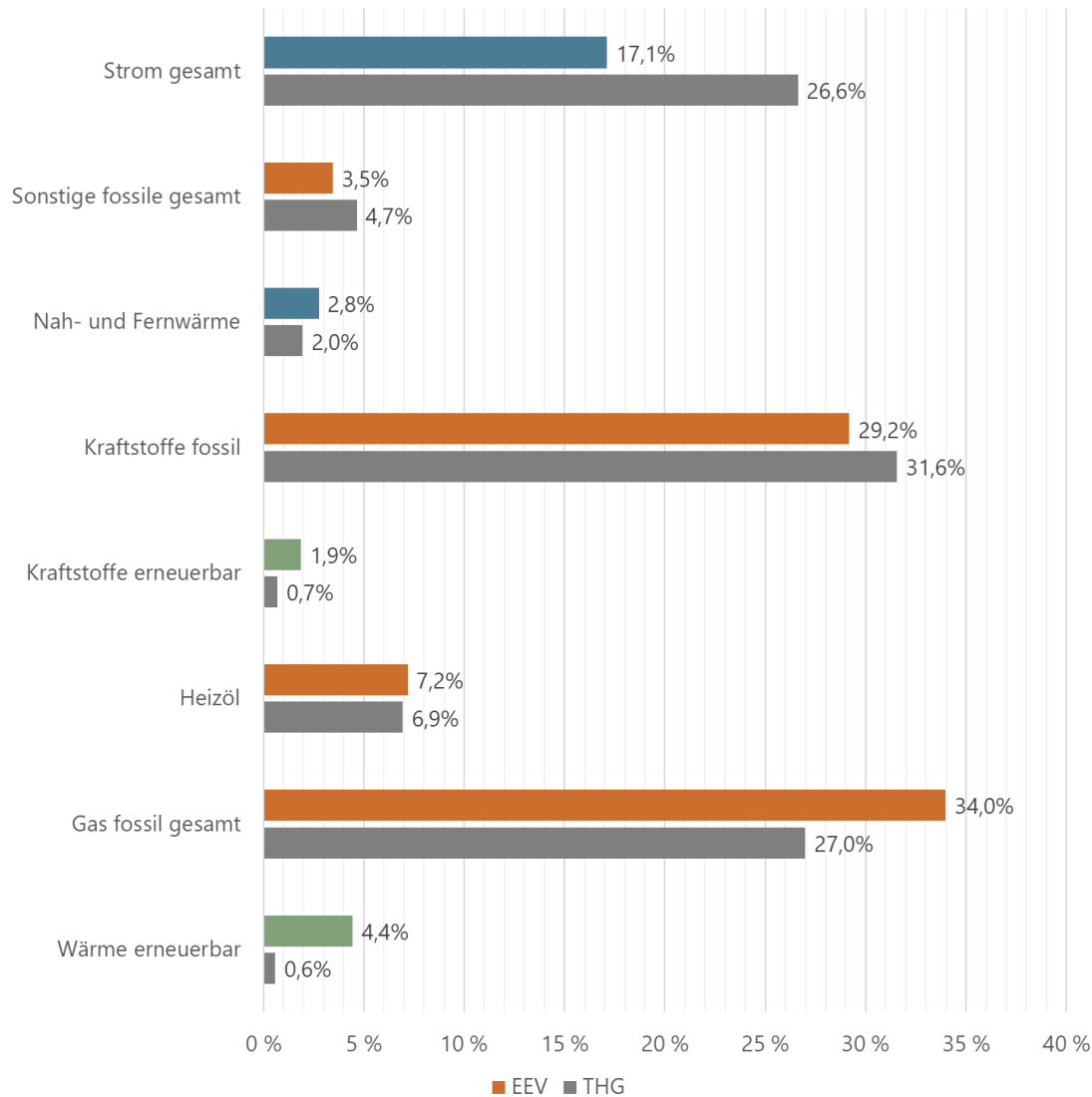


Abbildung 5 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch und THG-Emissionen – 2022 oberer Balken: Endenergieverbrauch; unterer Balken: THG-Emissionen

Wie bereits angedeutet, zeigt sich mit Blick auf die Emissionsverteilung eine andere Gewichtung als in der Endenergiebetrachtung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bereitstellung der konsumierten Endenergie aus dem jeweiligen Energieträger mit unterschiedlich hohen Energieaufwendungen in den jeweiligen Vorketten verbunden ist (Förderung, Raffination, Aufbereitung, Umwandlung, Transport etc.). Beim Energieträger Strom fällt dies besonders ins Gewicht, der entsprechend dem Bundesstrommix bewertet wird. Mit 17,1 % des Endenergieverbrauchs sowie 26,6 % der THG-Emissionen weist Strom emissionsseitig den drittgrößten Anteil auf. Für zukünftige Emissionsreduktionen ist neben generellen Einsparmaßnahmen vor allem ein möglichst hoher Anteil erneuerbarer Stromerzeugung eminent wichtig. Dies ist

besonders deshalb zu betonen, da im Rahmen der BSKO-Bilanzierung lokale Anstrengungen im Zubau erneuerbarer Stromerzeugung durch die Verwendung des Bundesstrommix nur in einem verschwindend geringen Anteil sichtbar werden. Nichtsdestotrotz sind diese für erfolgreichen Klimaschutz von höchster Bedeutung und dürfen nicht vernachlässigt werden.

Hinsichtlich der Emissionen weisen die fossilen Kraftstoffe mit 31,6 % den höchsten Anteil auf. Im Bereich des Endenergieverbrauchs liegen sie ein wenig niedriger bei ca. 29 %. Entsprechend des Territorialprinzips der BSKO-Bilanz ist hierbei auch reiner Transitverkehr durch das Verwaltungsgebiet des Landkreises enthalten. Hierin zeigt sich die geografisch günstige Lage des Landkreises in Westsachsen, die gute Anbindung an die Autobahnen A4 und A72 sowie seine Nähe zu den Städten Chemnitz, Dresden und Leipzig. Gleichzeitig ist der Landkreis Zwickau ein bedeutender Industriestandort – insbesondere im Automobilsektor – und Teil der wirtschaftlich starken Innovationsachse Sachsens, was zusätzlich verkehrsintensive Lieferketten und Logistikprozesse bedingt. Eine entsprechend detailliertere Auseinandersetzung mit den Emissionen des Verkehrssektors findet im Verlauf der weiteren Ausführungen statt.

Im Bereich der Wärmebereitstellung dominiert eindeutig die Versorgung durch fossile Energieträger. Dabei weisen die fossilen Gase mit knapp 34 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch auf. Insgesamt verzeichnen die konventionellen Energieträger Gas, Heizöl, Kohle und sonstige einen THG-Anteil von knapp 39 %, bei einem Anteil am Endenergieverbrauch von ca. 45 %.

Im Gegensatz dazu soll hier auf die Vorteilhaftigkeit der erneuerbaren Energien sowie auf die positive Wirkung der Fernwärme aufmerksam gemacht werden. Durch die effiziente zentrale Erzeugung von Strom und Wärme kann bei dieser die Wärmeerzeugung deutlich emissionsärmer erfolgen als durch fossile Einzelversorgungsanlagen. Dies zeigt sich mit Blick auf den Anteil von 2,8 % am Endenergieverbrauch der Versorgung durch Nah- und Fernwärme, dem jedoch nur 2,0 % der Emissionen gegenüberstehen. Noch deutlicher fällt dieser positive Effekt im Bereich der Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energieträger aus. Ein Anteil von 4,4 % des Endenergieverbrauchs verursacht lediglich 0,6 % der Emissionen. Da unabhängig aller Bestrebungen zur Verbrauchsreduktionen auch zukünftig immer ein Wärmebedarf bestehen wird, ist es für eine umfassende Emissionsminderung somit unabdingbar den Anteil der fossilen Brennstoffe zu minimieren. Dabei kann ein Ersatz lokaler Wärmeerzeuger durch Fernwärme bereits für deutliche Reduktion sorgen, langfristig muss aber der Anteil erneuerbarer Erzeugung maximiert werden.

Benchmarking: Vergleich mit deutschlandweiten Werten

Einer der relevantesten Vorteile einer THG-Bilanzierung nach dem BSKO-Prinzip ist die deutschlandweite Vergleichbarkeit von Bilanzen verschiedener Gebietskörperschaften. Den hauptsächlichen Indikator hierfür stellen die spezifischen THG-Emissionen je Einwohner dar. Diese ergeben sich aus der Division der gesamten Menge an THG-Emissionen eines Jahres dividiert mit der zugehörigen Einwohnerzahl. Neben der überregionalen Vergleichbarkeit dieses Wertes, finden somit auch demographische Veränderungen in der Bevölkerungszahl Beachtung. Im Betrachtungszeitraum ist die Zahl der Einwohner im Landkreis Zwickau um 4,4 % zurückgegangen.

Tabelle 1 Bevölkerungsstand, 2014-2022

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
LK Zwickau	325.137	324.534	322.099	319.988	317.531	315.002	312.033	309.621	310.838

Folgend dargestellt sind einerseits die spezifischen THG-Emissionen des Landkreises Zwickau innerhalb des Bilanzzeitraumes von 2014 bis 2022 und andererseits der deutschlandweite Vergleichswert innerhalb der Methodik des BSKO-Standards. Die Vergleichswerte werden von der Bilanzierungssoftware Klimaschutz-Planer bereitgestellt.

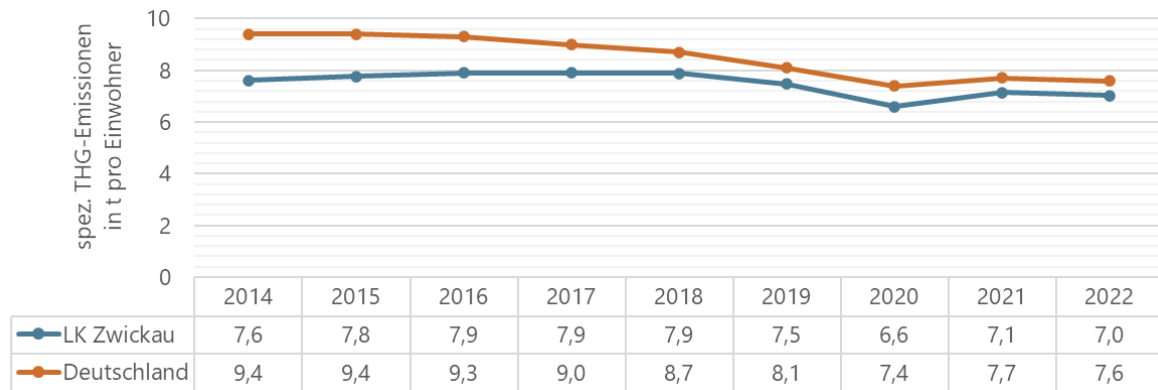


Abbildung 6 Spezifische THG-Emissionen, Landkreis Zwickau im Vergleich zum Bundesschnitt; 2014-2022

Ein Eindruck des bundesweiten Trends ergibt sich aus der orangenen Linie in Abbildung 6, die den Verlauf der spezifischen Emissionen im deutschlandweiten Durchschnitt darstellt. Für den Landkreis Zwickau zeigt sich im betrachteten Zeitraum von 2019 zu 2022 eine Reduktion der spezifischen Emissionen um 0,5 t CO₂-Äquivalente pro Einwohner und Jahr (tCO₂-eq/EW), was einer Minderung von etwa 8% entspricht.

Da sich beide Kurven nahezu parallel entwickeln, lässt sich schließen, dass diese lokale THG-Reduktion größtenteils auf bundesweite Maßnahmen zurückzuführen ist. Besonders hervorzuheben ist hierbei der sinkende Emissionsfaktor des bundesweiten Strommixes, der maßgeblich durch den Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung beeinflusst wird und als zentrale Ursache für den beobachteten Trend gilt.

Positiv ist zu erwähnen, dass die spezifischen Emissionen für den Landkreis Zwickau unter den gesamtdeutschen Durchschnittswerten liegen, wenngleich diese Differenz über den Betrachtungszeitraum hinweg geringer wird. Lagen die spezifischen Emissionen 2016 noch 1,4 tCO₂-eq/EW unter den gesamtdeutschen Wert, sind es 2022 nur noch 0,6 tCO₂-eq/EW.

Für eine abschließende Einschätzung der allgemeinen Bilanzergebnisse dient Tabelle 2 als Übersicht. Diese stellt für diverse Indikatoren das lokale Ergebnis mit den bundesdeutschen Vergleichswerten gegenüber. Auch diese Werte entsprechen den Angaben der Bilanzierungssoftware Klimaschutz-Planer.

Tabelle 2 Vergleich Werte LK Zwickau mit gesamtdeutschen Werten, 2022

Indikator	LK Zwickau (2022)	Deutschland (2022)	Einheit
THG-Emissionen gesamt	7,0	7,6	t_CO2-eq/EW
THG-Emissionen Haushalte	2,2	2,3	t_CO2-eq/EW
Endenergieverbrauch private Haushalte	7.668	8.101	kWh/EW
THG-Emissionen Wirtschaft	2,5	3,2	t_CO2-eq/EW
Energieverbrauch GHD je Beschäftigten	11.344	11.874	kWh
Anteil erneuerbare Energien: Wärme	9,8	18,2	%
Anteil Kraft-Wärme-Kopplung am Wärmeverbrauch	2,5	9,1	%
Energieverbrauch MIV	3.944	4.541	kWh/EW
Modal-Split	20,1	12,6	%

Für den Industrie-Sektor stehen explizit keine Vergleichswerte innerhalb der BSKO-Methodik zur Verfügung. Allerdings zeigt die Betrachtung der Wirtschaft, als Zusammenschluss der Sektoren Industrie, GHD und kreislicher Liegenschaften auch hier eine Harmonie mit den Durchschnittswerten für 2022.

Die Auswertung im Bereich der Wärmeversorgung zeigt deutlich niedrigere Anteile der erneuerbaren Energien sowie der Erzeugung durch Prozesse der Kraft-Wärme-Kopplung als im Bundesschnitt. Dies ist vor allem auf die besonders prägende Rolle der Erdgasversorgung zurückzuführen. Dieser hohe, fossil gedeckte Endenergieverbrauch bedingt die verhältnismäßig niedrigen Werte im Benchmark-Vergleich.

Der Endenergieverbrauch pro Einwohner im Verkehrsbereich bewegt sich im erwartbaren Rahmen und zeigt keine signifikanten Abweichungen. Der angegebene Modal-Split umfasst die summierten Verkehrsleistungsanteile von Fahrrad-, Fußverkehr, Linienbussen, dem Schienenpersonenverkehr sowie dem Stadt- und Straßenbahnverkehr. Mit einem Anteil von 20,1% liegt der Modal-Split im Landkreis Zwickau deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt. Dies unterstreicht sowohl die rege Pendleraktivität als auch die gute Anbindung an die urbanen Zentren der Region.

1.4 Detailbetrachtung Wärme

Abbildung 7 macht die zentrale Rolle der Wärmeversorgung deutlich: Im Jahr 2022 war sie für mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauchs verantwortlich und verursachte zugleich den größten Anteil der Treibhausgasemissionen in der BSKO-Bilanz. Diese Kombination zeigt, wie entscheidend die Wärmeversorgung für die Erreichung der Klimaziele ist.

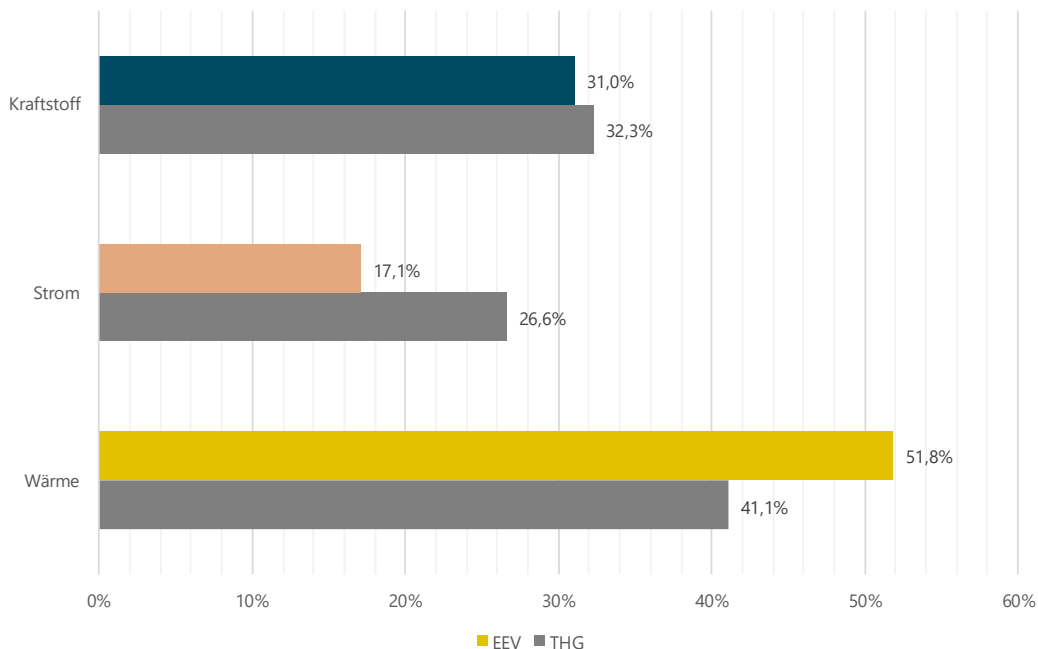


Abbildung 7 Aufteilung des Endenergieverbrauchs (bunt) und der Treibhausgasemissionen (grau) nach Verwendungszweck, 2022

Die hohe Emissionsintensität resultiert vor allem aus dem weiterhin dominanten Einsatz fossiler Energieträger. Ohne eine konsequente Transformation der Wärmeversorgung – durch den Ausbau erneuerbarer

Energien, die Steigerung der Effizienz und die Umsetzung der Wärmewende – sind die Klimaschutzziele nicht erreichbar.

Aus diesem Grund widmet sich das folgende Unterkapitel einer detaillierten Analyse der Zusammensetzung der Wärmeversorgung und ihrer Entwicklungsperspektiven.

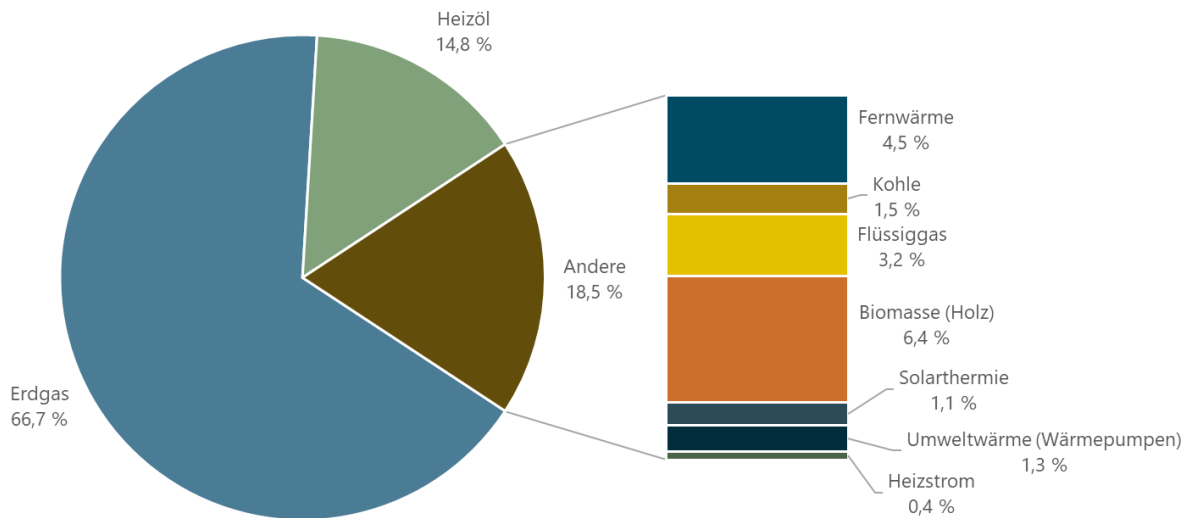


Abbildung 8 Anteile am Endenergieverbrauch im Wärmemix, 2022

Die Abbildung 8 verdeutlicht die nach wie vor starke Abhängigkeit von fossilen Energieträgern in der Wärmeversorgung. Mit einem Anteil von 67% Erdgas und 15% Heizöl decken diese beiden Quellen den überwiegenden Teil des Wärmebedarfs. Nah- und Fernwärme leisten mit knapp 5% einen vergleichsweise geringen Beitrag zur Versorgung. Bei deren Erzeugung kommen jedoch bereits anteilig erneuerbare Ressourcen wie Biogas und Biomasse zum Einsatz. Insgesamt rund 9% des Wärmebedarfs stammen aus erneuerbaren Energieträgern. Diese Zahlen machen deutlich, dass ein erheblicher Handlungsbedarf besteht, um die Wärmeversorgung nachhaltiger und klimafreundlicher zu gestalten.

Auch im Wärmemix der Haushalte, dargestellt in Abbildung 9, zeigt sich ein ähnliches Bild: Zwar ist der Anteil fossiler Energieträger hier etwas geringer, dennoch bleibt ihre Dominanz bestehen. Demgegenüber nimmt die Wärmebereitstellung durch Fernwärme sowie erneuerbare Energiequellen mit einem kombinierten Anteil von 20% eine etwas größere Rolle ein. Dies weist auf eine zunehmende Diversifizierung der Wärmequellen im Haushaltsbereich hin und unterstreicht das Potenzial für eine klimafreundlichere Versorgung.

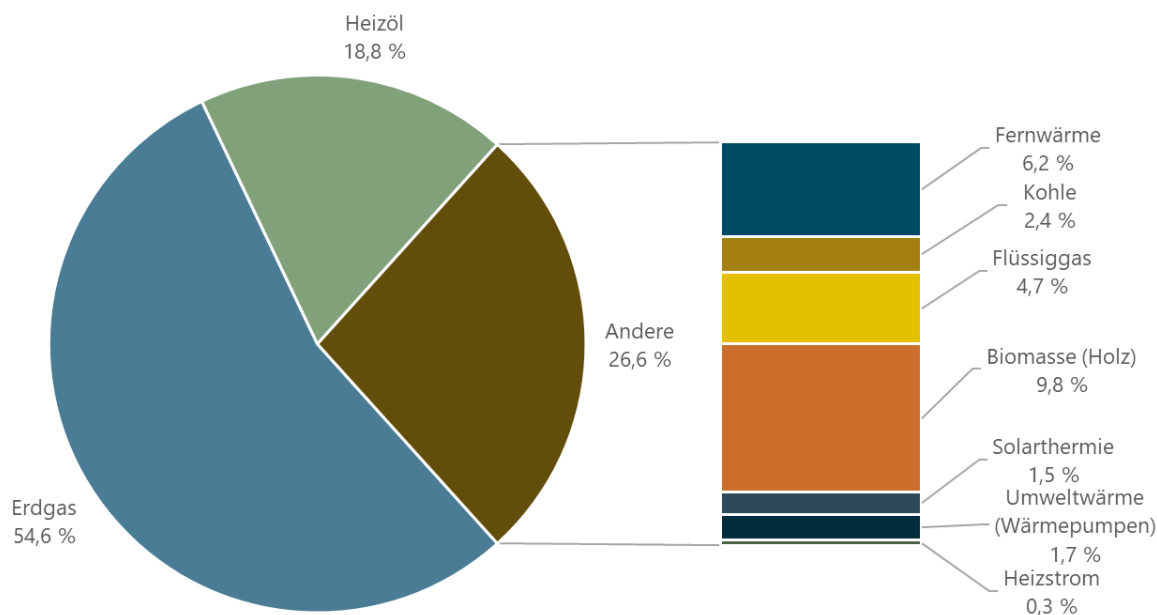


Abbildung 9 Anteile am Endenergieverbrauch im Wärmemix der Haushalte; 2022

1.5 Detailbetrachtung Verkehr

Auf den Verkehrsbereich ging im Jahr 2022 ein Endenergieverbrauch in Höhe von 2,2 Mio. MWh und THG-Emissionen von 720.508 t CO₂-equ zurück, welcher knapp 33 % der gesamten Emissionen nach BSKO ausmacht. Dies stellt nach dem Sektor private Haushalte den höchsten sektoralen Anteil an den THG-Emissionen des Landkreises Zwickaus dar. Daher folgt die detaillierte Zusammensetzung der bilanzierten THG-Emissionen des Verkehrssektors.

In Abbildung 10 ist zunächst die Verteilung auf die Verkehrsarten dargestellt. Dabei zeigt sich erwartungsgemäß die starke Rolle des Straßenverkehrs. Der Schienenverkehr nimmt mit einem Anteil von 2,1 % eine geringere Relevanz ein.

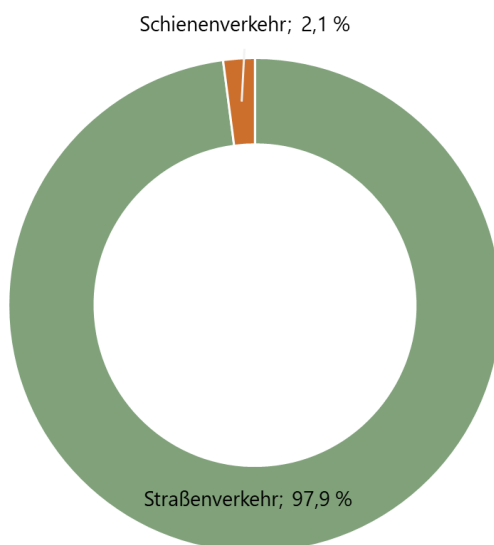


Abbildung 10 Anteil an THG-Emissionen nach Verkehrsarten; 2022

Aufschlussreichere Erkenntnisse liefert Abbildung 11. Diese bildet die Anteile der Verkehrsmittel an den THG-Emissionen im Verkehrssektor ab. Der zuvor aufgezeigte Anteil des Straßenverkehrs wird dabei detaillierter aufgeschlüsselt und zeigt, dass er überwiegend aus dem Verkehr durch PKWs, LKWs und leichten Nutzfahrzeugen stammt. Dabei zeigt sich auch hier der Einfluss der lokalen Wirtschaft sowie die Relevanz des Landkreises Zwickaus als verkehrstechnischer Knotenpunkt. Ein Augenmerk ist auch auf die geringen Emissionsanteile des ÖPNVs zu legen. Allen voran dargestellt durch die Linienbusse und den Schienenpersonennahverkehr. Obwohl der ÖPNV wichtige Verkehrswege einer Vielzahl von Personen abdeckt, weist dieser verhältnismäßig geringe Emissionen auf. Dies zeigt eindrücklich die emissionsseitige Vorteilhaftigkeit des ÖPNVs gegenüber dem motorisierten Individualverkehr.

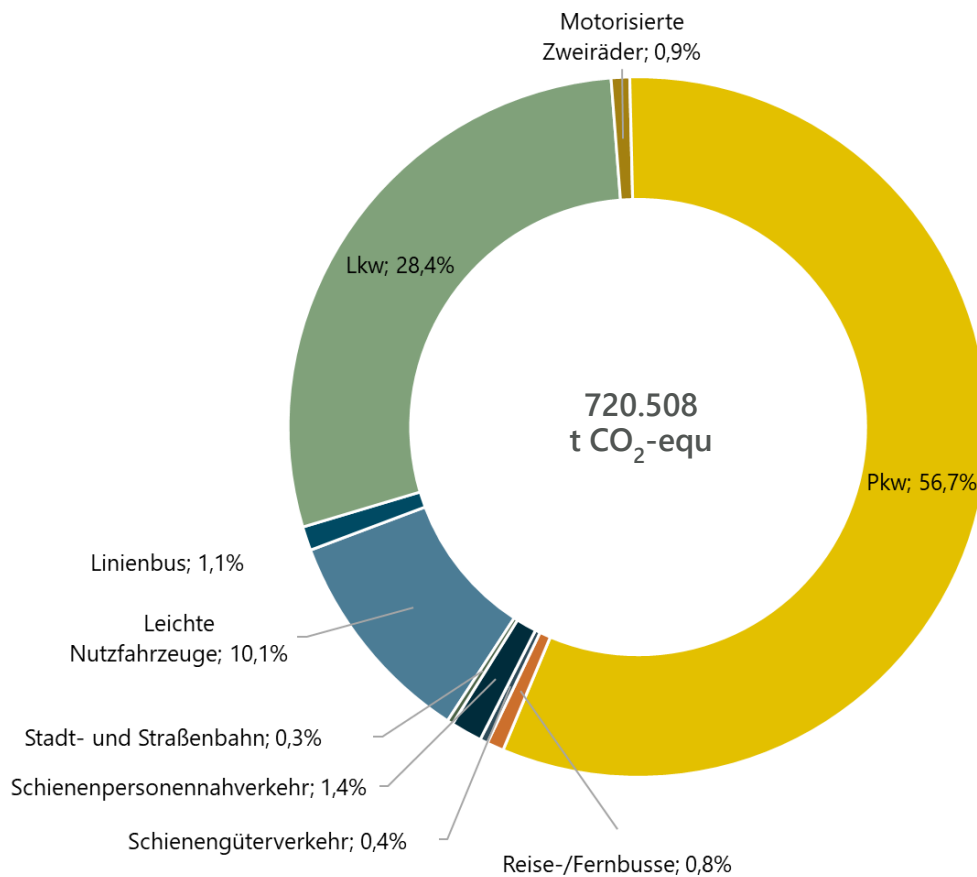


Abbildung 11 Anteil an THG-Emissionen nach Verkehrsmitteln; 2022

1.6 Detailbetrachtung kreisliche Liegenschaften

Die Erfassung des Endenergieverbrauchs der kreiseigenen Liegenschaften basiert auf einem erfassten Datenstand je versorgtem Objekt hinsichtlich der leitungsgebundenen Endenergieverbräuche aus dem Energiemanagement des Landkreises Zwickau.

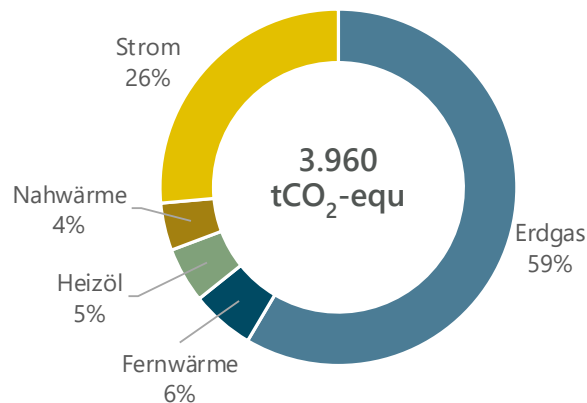


Abbildung 12 THG-Emissionen der kreislichen Liegenschaften; 2022

Im Bilanzjahr 2022 belief sich der Endenergieverbrauch der Liegenschaften auf 13.550 MWh, was THG-Emissionen in Höhe von 3.960 Tonnen verursachte. Dies entspricht einem Anteil von lediglich 0,2% an den Gesamtemissionen der BSKO-Bilanz und verdeutlicht, dass die direkt verursachten Energieverbräuche im absoluten Vergleich eine untergeordnete Rolle spielen. Dennoch verdienen sie besondere Aufmerksamkeit, da der Landkreis hier unmittelbar steuernd eingreifen kann. Durch eine konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Reduktion des eigenen Energieverbrauchs kann der Landkreis Zwickau zudem eine wichtige Vorbildfunktion übernehmen.

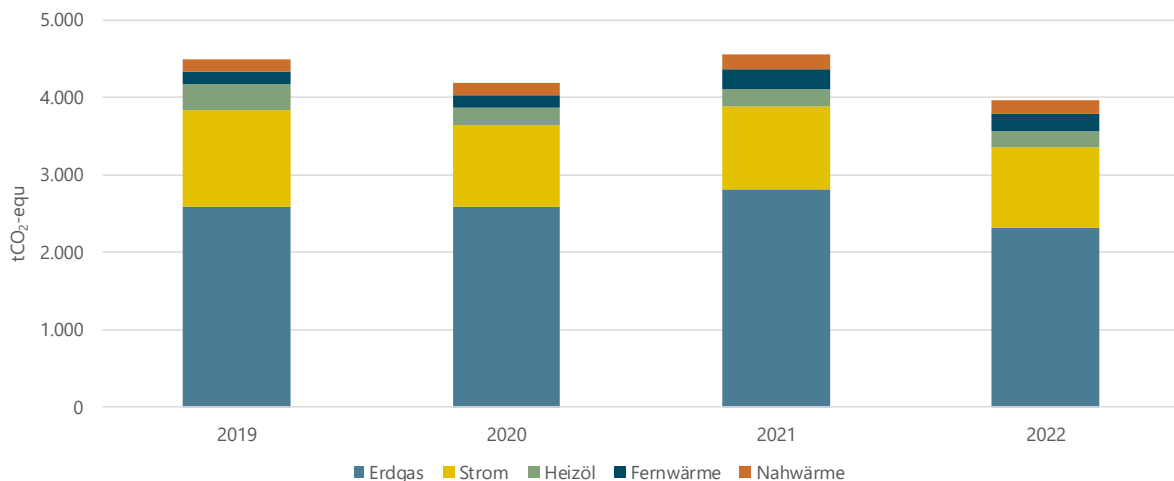


Abbildung 13 Verlauf Energieverbrauchs der kreislichen Liegenschaften; 2019-2022

Ein Blick auf den zeitlichen Verlauf des Energieverbrauchs der kreiseigenen Liegenschaften in Abbildung 13 zeigt zunächst eine trendgerechte Reduktion von 2019 auf 2020. Auch der darauffolgende Anstieg im Jahr 2021 spiegelt die Entwicklung des gesamten Endenergieverbrauchs im Landkreis Zwickau wider. Hauptursache für den Anstieg in 2021 ist ein deutlicher Anstieg des Wärmeverbrauchs im Vergleich zum

Corona-Jahr 2020. Im Jahr 2022 machen sich auch bei den kreiseigenen Gebäuden die Auswirkungen der Energiekrise bemerkbar.

Veränderungen im Wärmeverbrauch sind eng verknüpft mit der gesamten Entwicklung des Verbrauches. So entfielen im Bilanzjahr 2022 rund 85 % des Gesamtverbrauchs auf die Wärmeversorgung. Innerhalb der Wärmeversorgung dominiert der Erdgasverbrauch, gefolgt von Fernwärme und Heizöl.

Bereits in den Beschreibungen zum Hauptergebnis der BSKO-Bilanz wurde erläutert, dass der Energieträger Strom aufgrund seines hohen Emissionsfaktors deutlich höhere Anteile an den Emissionen als an den Energieverbräuchen aufweist. Dies zeigt sich eindrücklich auch beim detaillierten Blick auf die Verbräuche der kreiseigenen Liegenschaften und deren Emissionen. Fällt 15 % des Energieverbrauches im Jahr 2022 auf die Stromversorgung, so gehen gleichzeitig 26 % aller Emissionen auf den Stromverbrauch zurück. Die strombedingten Emissionen bedingen somit die gesamten Emissionen durch den Energieverbrauch der kreislichen Verwaltung.

2 Szenarienentwicklung

2.1 Grundlage der Betrachtung

Dieses Kapitel beschreibt die künftige Entwicklung der Emissionen im Landkreis Zwickau und die notwendigen Maßnahmen zur Erreichung der Treibhausgasneutralität. Grundlage sind nationale und internationale Zielsetzungen, die Berechnungen basieren auf der lokalen Energie- und Treibhausgasbilanzierung gemäß BSKO.

Ausgangspunkt ist das Pariser Klimaschutzabkommen von 2015, mit dem sich die internationale Staatengemeinschaft, einschließlich der EU und ihrer Mitgliedstaaten, verpflichtet hat, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C, zu begrenzen. Dieses Ziel erfordert eine deutliche Reduktion der klimarelevanten Treibhausgasemissionen.

Da das Pariser Abkommen ein globales Ziel formuliert, ist eine direkte Übertragung auf die lokalen Anforderungen nicht ohne weiteres möglich. Zur Annäherung wird ein Restbudgetansatz verwendet. Dieser Ansatz unterscheidet sich von klassischen Zielpfaden, die sich meist an prozentualen Reduktionen gegenüber einem Basisjahr orientieren. Seit dem Sonderbericht des Weltklimarats (IPCC) aus dem Jahr 2018 steht nicht mehr allein der Emissionswert im Zieljahr im Vordergrund, sondern die Summe aller Emissionen bis zu diesem Zeitpunkt. Bis zum Erreichen bestimmter Kippunkte steht ein festes Emissionsbudget zur Verfügung, das nicht überschritten werden darf. Eine schnelle Senkung der Emissionen verlängert die Reichweite des Budgets, während eine langsame Reduktion dessen Ausschöpfung beschleunigt. Daher ist zu analysieren, wie stark die Emissionen im Landkreis Zwickau sinken müssen, um das verbleibende Restbudget einzuhalten.

Die methodische Grundlage für die Berechnung des lokalen Restbudgets bildet eine Stellungnahme des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) aus dem Jahr 2022. Die zugrunde liegende Annahme ist, dass das globale Restbudget proportional zur Bevölkerungsverteilung aufgeteilt wird. Dem Landkreis Zwickau wird somit ein Anteil zugeordnet, der seinem Bevölkerungsanteil an der Weltbevölkerung entspricht. Der Weltklimarat veröffentlichte 2018 erstmals ein globales Restbudget für das 1,5-Grad-Ziel, das im sechsten Sachstandsbericht 2021/2022 aktualisiert wurde. Die Höhe des globalen Budgets hängt vom angestrebten Temperaturziel und der Wahrscheinlichkeit seiner Einhaltung ab. Ein ambitioniertes 1,5-Grad-Ziel mit hoher Wahrscheinlichkeit lässt deutlich weniger Restbudget zu als ein 2-Grad-Ziel mit geringerer Wahrscheinlichkeit.

Die Übertragung des globalen Budgets auf nationale und lokale Ebenen erfolgt nach der vom SRU vorgeschlagenen Methodik. Ausgangspunkt ist das vom IPCC ausgewiesene globale Budget ab 2020, das auf Basis historischer Emissionen auf das Bezugsjahr 2016, dem Jahr der Ratifizierung des Pariser Abkommens, umgerechnet wird. Aus dem Anteil der deutschen Bevölkerung an der Weltbevölkerung wird das nationale Restbudget abgeleitet. Unter Berücksichtigung der in Deutschland zwischen 2016 und 2022 bereits emittierten Mengen wird das verbleibende Restbudget ab 2023 berechnet und anschließend entsprechend dem Bevölkerungsanteil des Landkreises Zwickau heruntergebrochen. Folgende Übersichtstabelle fasst dieses Vorgehen zusammen.

Tabelle 3 Herleitung des lokalen Restbudgets auf Basis ausgewählter Zielstellungen

Zielsetzung		2,0°C 83 %	1,75°C 67 %	1,7°C 67 %	1,5°C 67 %
Begrenzung der Erderwärmung		2,0	1,75	1,7	1,5
Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung		83 %	67 %	67 %	67 %
Restbudget					
Global ab 2016	Gigatonnen	1.066	941	866	566
Global ab 2020	Gigatonnen	900	775	700	400
Deutschland ab 2016	Gigatonnen	11,8	10,4	9,6	6,2
Deutschland ab 2023	Gigatonnen	6,7	5,4	4,5	1,2
LK Zwickau ab 2023	Mio. t	27,53	22,39	19,31	6,97

Im Ergebnis können die nachfolgend erstellten Szenarien darauf untersucht werden, ob die Summe der jährlichen Emissionen bis zum Erreichen der THG-Neutralität unterhalb des Restbudgets einer noch zu spezifizierenden Zielsetzung ist. Als Beispiel, sollte somit für einen erfolgreichen Beitrag des Landkreises Zwickau zum Erreichen eines internationalen 1,75 °C-Zieles (mit 67 %-iger Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung) die Summe aller Emissionen des zu erstellenden Szenarios nicht größer als 22,39 Mio. t an Treibhausgasen sein.

2.2 Trend-Szenario

Die maßgebliche Rahmenbedingung für die Szenarienentwicklung ist das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG). Es definiert den nationalen Rechtsrahmen und gilt als Mindestanforderung. Das Gesetz ist 2019 in Kraft getreten und wurde zuletzt im Juli 2024 geändert. Es bildet das zentrale Instrument zur Umsetzung nationaler und übergeordneter Klimaziele.

Kerninhalte des KSG:

- Begrenzung der globalen Erderwärmung auf unter 2 °C, möglichst 1,5 °C
- Erreichen der Klimaneutralität bis 2045
- Rechtsverbindliche Festlegung der damit einhergehenden Treibhausgasminderungsziele
- Festgelegte maximale Jahres-Emissionsmengen für verschiedene Sektoren
- Monitoring- und Berichtspflichten sowie Maßnahmenprogramme

Zur Ableitung der Anforderungen des KSG auf die lokalen Gegebenheiten im Landkreis Zwickau wurden die sektorspezifischen Zielsetzungen auf die Verbrauchssektoren übertragen und daraus ein Pfad der notwendigen Emissionsreduktion bis 2045 hergeleitet. Dieser Referenzpfad wird in den nachfolgenden

Darstellungen ergänzt und dient jeweils dem Abgleich, inwiefern die Mindestanforderungen des KSG im jeweiligen Szenario erreicht werden.

Darüber hinaus finden in der aktuellen Berechnung auch die Zielstellungen aus dem Klimaschutzkonzept des Landkreises Zwickau aus dem Jahr 2021 Anwendung:

- Reduzierung des Wärmebedarfs der kreislichen Liegenschaften jährlich um 2 %
- Kontinuierliche Umstellung der Wärme- und Stromversorgung auf erneuerbare Energien
- Klimaneutralität für die direkt durch den Landkreis beeinflussbaren Sektorenbereiche

Der erste Schritt bei der Erstellung eines Klimaschutz-Szenarios ist die Aufstellung eines Trend-Szenarios. Ausgehend von der Entwicklung in der Energie- und Treibhausgasbilanz wird darin ein möglicher Verlauf der Emissionen bis 2045 prognostiziert – ohne verstärkte Maßnahmen zur Effizienzsteigerung oder zur Dekarbonisierung der Energieversorgung. In die Szenarienerstellung sind die Bevölkerungsprognose auf Basis der 8. Regionalisierten Bevölkerungsentwicklung sowie die zukünftigen Emissionsfaktoren gemäß dem Technikatalog zur kommunalen Wärmeplanung des Kompetenzzentrums Wärmewende in Halle eingeflossen.

Die BSKO-Bilanz zeigt für den Zeitraum 2019 bis 2022 keine eindeutigen Veränderungen der Strom- bzw. Wärmeverbräuche im Landkreis Zwickau. Folglich wird im Trend-Szenario von weitgehend konstanten Energieverbräuchen ausgegangen. Eine Dekarbonisierung der lokalen Wärmeversorgung wird grundsätzlich unterstellt, jedoch in einem Tempo, das bis 2045 noch nicht zum Abschluss führt. Darüber hinaus wird – entsprechend den aktuellen Zielstellungen der Bundesregierung – eine deutliche Dekarbonisierung des Bundesstrommixes angenommen, die auch ohne lokale Zusatzanstrengungen künftig deutlich sinkende Emissionen bewirkt. Im Verkehrssektor wird von konstanten Energieverbräuchen bei zunehmender Elektrifizierung ausgegangen.

Das Ergebnis des Trend-Szenarios wird als einwohnerspezifische THG-Emissionen in der nachfolgenden Abbildung als blaue Trendlinie dargestellt. Ergänzend ist das Minimalziel – die lokale Umsetzung des Bundes-Klimaschutzgesetzes – als Referenz abgebildet. Die Flächen unterhalb der Trendfortschreibung visualisieren den Abgleich mit den jeweiligen Restbudgets der unterschiedlichen Zielpfade.

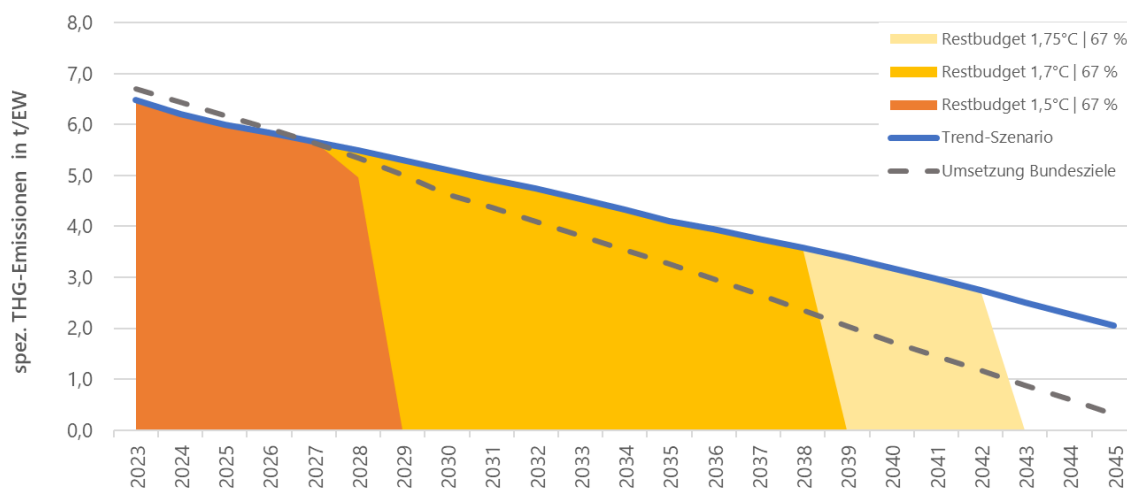


Abbildung 14 Trend-Szenario der spez. THG-Emissionen im Landkreis Zwickau im Vergleich zur Umsetzung des Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Verfügung stehender THG-Restbudgets

Im Trend-Szenario ist ein deutlicher Rückgang der Emissionen bis 2045 erkennbar. Hauptursachen sind die Dekarbonisierung der Stromversorgung sowie die teilweise umgesetzte Wärmewende. In den ersten Jahren führt dies zu einem besseren Ergebnis als die Bundeszielsetzung vorgibt. Ab etwa 2027 jedoch

sinken die spezifischen Emissionen nicht mehr ausreichend, um die Bundesziele zu erreichen. Es wird hier deutlich, dass ambitioniertere Maßnahmen in den Bereichen Energieeffizienz und Dekarbonisierung erforderlich sind, um den Vorgaben des Bundes gerecht zu werden.

Der Vergleich mit den verfügbaren Restbudgets (Flächen unterhalb des Trendgraphen) zeigt, dass das Trend-Szenario insbesondere für den ambitionierteren Zielpfad – 1,5°C mit 67 % Zielerreichung - nicht ausreicht. So ist das Restbudget für dieses Ziel bereits in 2029 aufgebraucht.

2.3 Klimaschutz-Szenario

Um die Zielstellung der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen, wurden in der Szenarienerstellung mehrere Stellschrauben angepasst. Dazu zählen:

- Spürbare Energieeinsparungen in allen Sektoren (z.B. Stromverbrauchsreduktion um 1 % pro Jahr, Sanierungsquote privater Haushalte von 5 % pro Jahr, steigende Effizienzgewinne im Wärmeverbrauch von Industrie und Wirtschaft)
- Dekarbonisierung der Stromversorgung gemäß Bundeszielen
- Vollständige Umsetzung der lokalen Wärmewende bis 2045
- Verkehrswende: Verlagerung von Teilen des motorisierten Individualverkehrs auf Schiene und Bus sowie Abkehr von fossilen Kraftstoffen

Das daraus resultierende Szenario wird im Folgenden als Klimaschutz-Szenario bezeichnet. Es beschreibt die notwendige Entwicklung der spezifischen THG-Emissionen im Landkreis Zwickau, um mindestens die Bundeszielstellung zu erreichen. Analog zum Trend-Szenario ist das Klimaschutz-Szenario in der nachstehenden Abbildung 15 dargestellt – ergänzt um die Anforderungen des Bundes-Klimaschutzgesetzes sowie den Abgleich mit den Restbudgets.

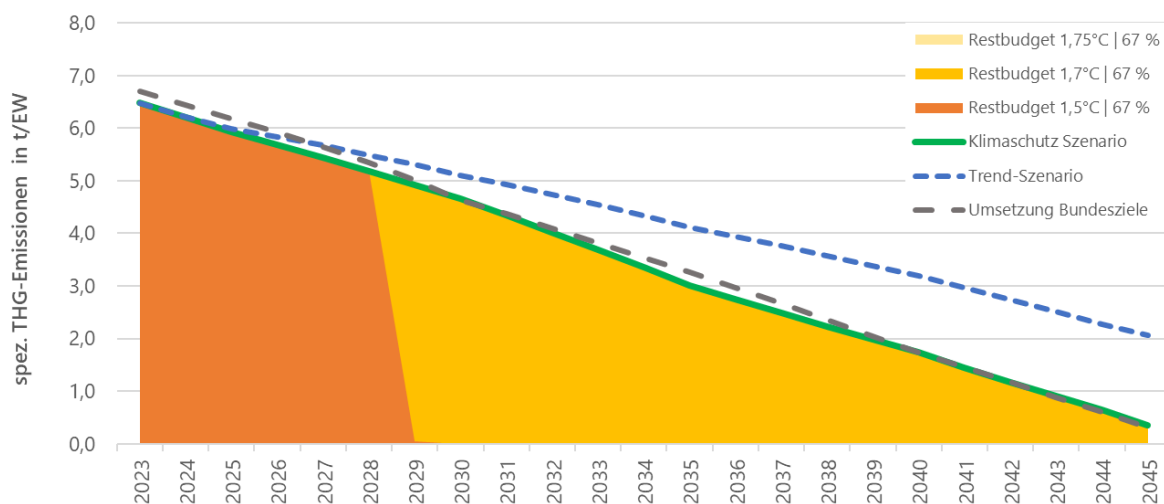


Abbildung 15 Klimaschutz-Szenario der spez. THG-Emissionen im Landkreis Zwickau im Vergleich zur Umsetzung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, das zur Verfügung stehende THG-Restbudget und dem Trend-Szenario

Das entwickelte Szenario skizziert einen Emissionspfad, der die bundesweiten Zielvorgaben weitgehend abbildet und insbesondere ab 2028 deutlich unter den spezifischen Emissionen des Trend-Szenarios liegt. Damit erscheint das Einhalten des verbleibenden Emissionsbudgets im Einklang mit dem 1,75-°C-Ziel bei einer Zielerreichungswahrscheinlichkeit von 67 % grundsätzlich möglich. Gleichwohl ist ein Blick über

einen Zeitraum von mehr als zwei Jahrzehnten naturgemäß mit Unsicherheiten verbunden. Das Szenario bietet dennoch einen tragfähigen Orientierungsrahmen für die erforderliche Emissionsminderung im Landkreis Zwickau und bildet die Grundlage für ein systematisches, fortlaufendes Monitoring. Die zugrunde liegenden Annahmen sind regelmäßig mit den realen Entwicklungen abzugleichen und bei Bedarf zu aktualisieren, sodass das Szenario in iterativen Schritten an Validität gewinnt.

Für die Zielerreichung kommt den Klimaschutzmaßnahmen des Landkreises eine zentrale Rolle zu. Der Landkreis setzt entscheidende Rahmenbedingungen durch strategische Steuerung und Koordination, Raum- und Verkehrsplanung, die Dekarbonisierung eigener Liegenschaften, klimaneutrale Beschaffung, die Moderation zwischen Kommunen und relevanten Akteursgruppen sowie das Management von Fördermitteln. Frühzeitige Entscheidungen zu Infrastruktur – etwa Wärmenetze, erneuerbare Erzeugung und Speicher, Ladeinfrastruktur sowie der Aus- und Umbau von ÖPNV und Radverkehrsangeboten prägen Pfade für Jahrzehnte. Konsequentes, gut abgestimmtes Handeln auf Landkreisebene hebt sektorübergreifende Synergien, verhindert Lock-in-Effekte und stabilisiert den angestrebten Emissionspfad.

Zugleich entfalten viele Maßnahmen ihre volle Emissionswirkung zeitverzögert. Planungs- und Genehmigungszeiten, Investitions- und Sanierungszyklen (insbesondere im Gebäudebestand), Diffusionsprozesse bei Technologien (z. B. Wärmepumpen, Netzausbau) sowie benötigte Verhaltensänderungen führen zu Wirkungslatenzen. Hinzu kommt die Trägheit des Klimasystems. Selbst bei sinkenden Emissionen stabilisieren sich Temperatur und weitere Klimawirkungen erst mit Verzögerung.

Auf Basis des Klimaschutz-Szenarios können mehrere Indikatoren für ein zielführendes Monitoring der lokalen Emissionsreduktionen abgeleitet werden. In nachfolgender Tabelle ist eine Auswahl dieser in fünf Jahresschritten bis zum Jahr 2045 zusammengefasst.

Tabelle 4 Entwicklung von Indikatoren im Klimaschutz-Szenario bis 2045

Indikator im Klimaschutz-Szenario	Einheit	2025	2030	2035	2040	2045
THG-Emissionen (gesamt)	t	1.800.231	1.346.609	877.479	447.647	73.301
Spez. THG-Emissionen (gesamt)	t/EW	6,2	4,6	3,2	1,7	0,4
Endenergieverbrauch (gesamt)	MWh	6.710.386	6.276.690	6.206.364	4.934.458	4.244.840
Emissionsfaktor Wärmemix	t/MWh	0,250	0,211	0,133	0,085	0,022

Anlage 1: Anhang zur BSKO-Methodik

Allgemeine Beschreibung der Methodik

Die methodische Basis der Bilanzierung stellt die Bilanzierungs-Systematik Kommunal, der BSKO-Standard, dar. Dieser wurde federführend durch das ifeu-Institut Heidelberg entwickelt und hat sich als die deutschlandweit anerkannte Methodik für das Erstellen kommunaler Energie- und Treibhausgasbilanzen etabliert. Im Erstellungsprozess wurde ein besonderes Augenmerk auf einen Mittelweg zwischen einer möglichst hohen Aussagekraft und einem vertretbaren Aufwand in der Datenerhebung gelegt. Dabei empfiehlt es sich die Bilanzierung unter Zuhilfenahme einer dafür entwickelten Softwarelösung vorzunehmen. Hier wurde dafür der Klimaschutz-Planer verwendet, der vom Klima-Bündnis e.V. betrieben wird.

Die Grundprinzipien des BSKO-Standards sind in der folgenden Darstellung visualisiert. Grundlegend wird ein Territorialprinzip verwendet. Dementsprechend ist der Bilanzraum identisch zu den Verwaltungsgrenzen des Landkreises und es werden folgend nur die Endenergieverbräuche und Emissionen innerhalb dieser erfasst. Damit stellt die BSKO-Methodik einen grundlegend anderen Ansatz dar als beispielsweise personen- oder unternehmensbezogene Bilanzierungen (Verursacherbilanzen), bei der das Erfassen von Energieverbräuchen unabhängig von deren Ort ist.

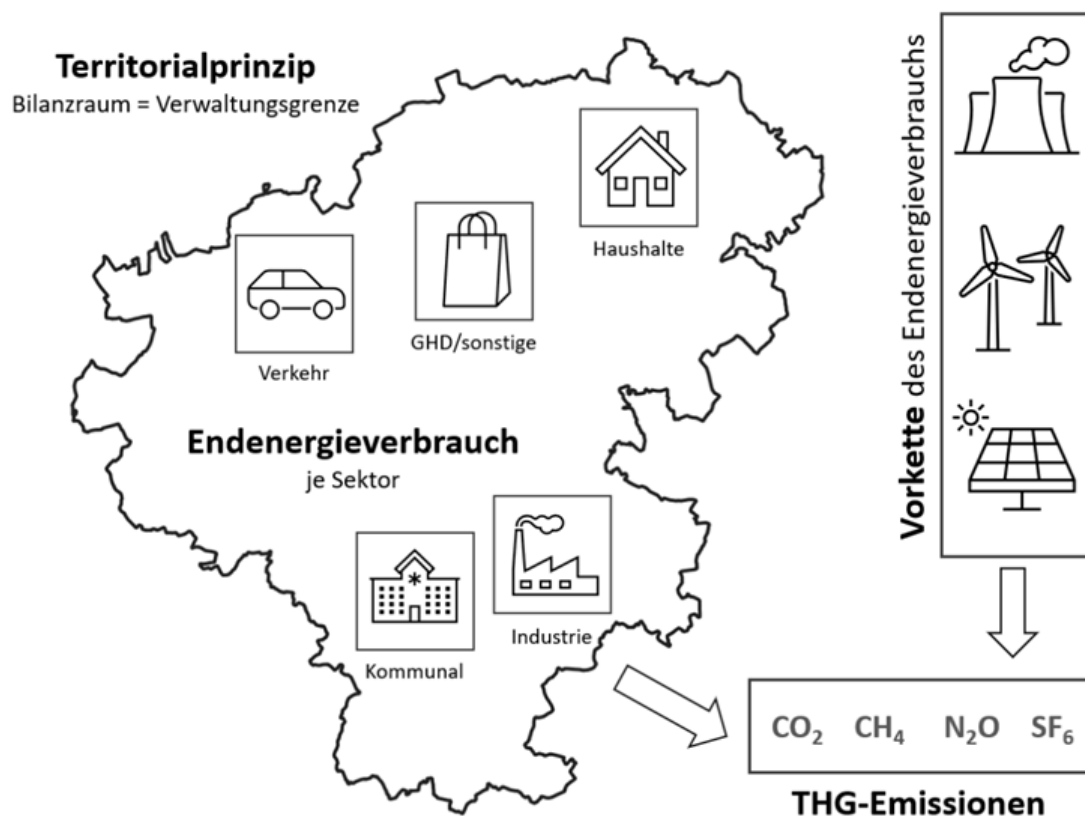


Abbildung 16 Visualisierung der Grundprinzipien des BSKO-Standards

Innerhalb der Verwaltungsgrenzen werden alle Energieverbräuche auf Ebene der Endenergie erfasst. Dies ist genau jene Energie, die vor Ort zur Verfügung steht und zum Beispiel als Stromverbrauch genutzt und an einem Zähler erfasst wird. In der Erfassung des Endenergieverbrauchs findet demnach noch keine Bewertung über die Aufwände für die Bereitstellung der Endenergie statt. In Vorbereitung für diese

Bewertung wird jedoch bei der Erfassung der Endenergieverbräuche möglichst genau zwischen den Energieträgern differenziert. Die folgende Auflistung zeigt all jene Energieträger, nach denen in der BSKO-Methodik unterschieden wird. Für eine übersichtlichere Darstellung bietet sich bei Bedarf eine Gruppierung der einzelnen Energieträger an. Diese ist auf Basis der vom Klimaschutz-Planer vorgenommenen Unterteilung ebenso enthalten.

Tabelle 5 Energieträger in der BSKO-Methodik

Gruppierung	Energieträger
Strom gesamt	Strom, Heizstrom
Gas fossil gesamt	Erdgas, Flüssiggas
Heizöl	Heizöl
Sonstige Fossile gesamt	Braunkohle, Steinkohle, sonstige Konventionelle
Nah- und Fernwärme	Nahwärme, Fernwärme
Energieträger erneuerbar	Biogas, Biomasse, Solarthermie, sonstige Erneuerbare, Umweltwärme (Wärmepumpen & Abwärme)
Kraftstoffe fossil	Benzin fossil, Diesel fossil, Erdgas, Flüssiggas
Kraftstoffe erneuerbar	Biobenzin, Diesel biogen, Biogas

Im Rahmen der Erfassung der Endenergieverbräuche findet weiterhin eine Zuweisung nach den zugrundeliegenden Verbrauchssektoren statt. Dabei wird wie folgt differenziert.

Private Haushalte

Verbräuche der privaten Haushalte für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser sowie den Betrieb elektrischer Geräte

Industrie

Verbräuche des verarbeitenden Gewerbes (Industrie und verarbeitendes Handwerk) durch Unternehmen des produzierenden Gewerbes mit 20 und mehr Beschäftigten

Kreisliche Liegenschaften

Verbräuche durch öffentliche Einrichtungen des Landkreises (z.B. Verwaltung, Schulen, Kindertagesstätten, Feuerwehren etc.)

Gewerbe, Handel, Dienstleistungen/Sonstiges (GHD)

Verbräuche aller bisher nicht erfasster wirtschaftlicher Betriebe

Verkehr

Verbräuche durch Motorisierten Individualverkehr (MIV), Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), Güterverkehr

Diese Zuweisung nach Verbrauchssektoren erfüllt den Zweck einer erhöhten Aussagekraft hinsichtlich des Zustandekommens der lokalen Energieverbräuche. Auch können somit konkretere Aussagen zu einzelnen Trends innerhalb der Bilanz getroffen werden und auf Basis dieser sowohl zukünftige Entwicklungen prognostiziert als auch Maßnahmen entwickelt werden. In Abhängigkeit der lokalen Datenlage kann unter Umständen nicht zwischen den Sektoren Industrie und Gewerbe unterschieden werden. In diesem Fall bietet sich eine zusammenfassende Darstellung unter der Bezeichnung Wirtschaft an.

Häufig wird weiterhin der Begriff „stationäre“ Energieverbräuche verwendet. Innerhalb der BSKO-Logik beschreibt dies die Summe aller Verbräuche der Sektoren Private Haushalte, Industrie, Kreisliche

Liegenschaften sowie GHD. Als zweiter Teilbereich steht dem also lediglich noch der „Verkehr“ beziehungsweise die Mobilität gegenüber. Vor der Einführung des BSKO-Standards wurde dieser Sektor häufig nach dem Verursacherprinzip bilanziert. Aus diesem Grund stellt die folgende Darstellung noch einmal gesondert die Anwendung des BSKO-Prinzips im Verkehrssektor dar. Darin wird deutlich, dass all jene zurückgelegten Wege des Transit-, Ziel- und Quellverkehrs, die innerhalb der Verwaltungsgrenzen stattfinden, in die Bilanz eingehen. Nicht erfasst sind jedoch beispielsweise Flugreisen, die von der Bevölkerung der Kommune unternommen werden und auch nicht innerhalb der Verwaltungsgrenzen starten oder enden (würden).

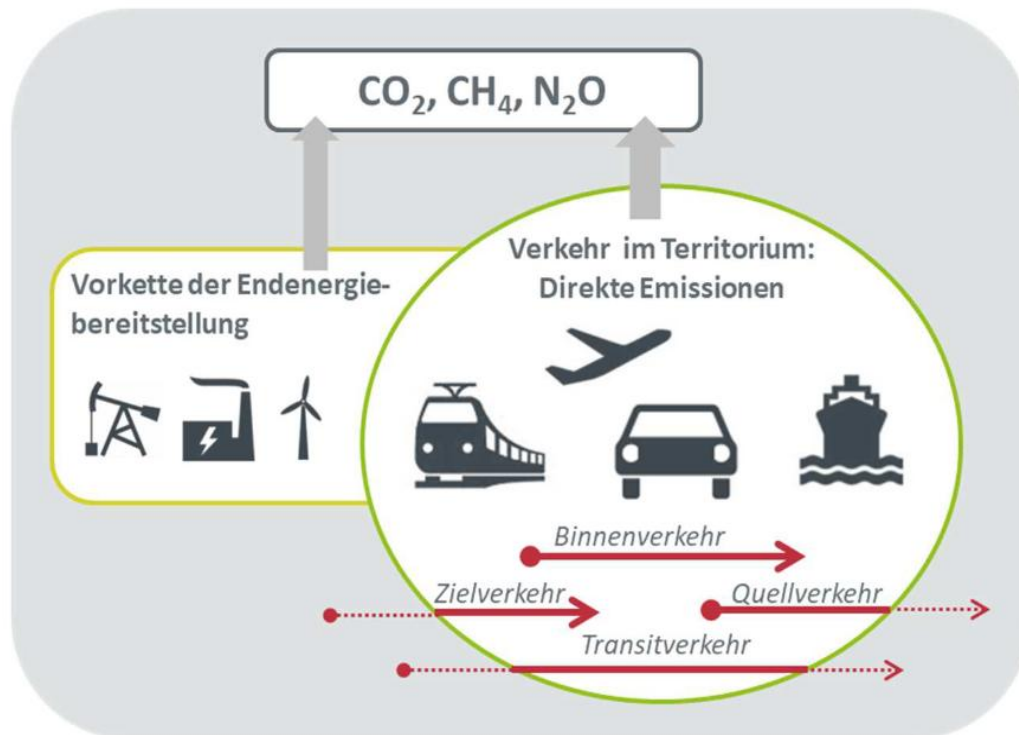


Abbildung 17 BSKO-Prinzip im Sektor Verkehr, Quelle: ifeu 2019

Nachdem alle Endenergieverbräuche im Bilanzraum erfasst wurden, findet die Berechnung der davon ausgehenden Emissionen statt. Wie in beiden vorherigen Abbildungen dargestellt, wird hierbei die Vorkette der Endenergiebereitstellung beachtet. Zu dieser gehören unter anderem die Förderung, der Transport oder die Bereitstellung der Anlagentechnik, die zum Bereitstellen der Endenergie notwendig ist.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt durch eine Multiplikation des Endenergieverbrauchs je Energieträger mit dessen entsprechenden Emissionsfaktor. Diese Emissionsfaktoren sind in der BSKO-Methodik vereinheitlicht und werden durch den Klimaschutz-Planer zur Verfügung gestellt (originäre Quelle: GEMIS). Sie bilden je Energieträger den Einfluss der Vorkette ab und unterscheiden sich somit maßgeblich, je nachdem wie effizient und emissionsarm die Versorgung je Energieträger erfolgt. Fossile Energien weisen somit tendenziell höhere, erneuerbare Energien deutlich niedrigere, Emissionsfaktoren auf. Nachfolgend sind die relevanten Emissionsfaktoren für den Bereich der Wärmeversorgung aufgeführt.

Tabelle 6 Emissionsfaktoren der Wärmeversorgung lt. BSKO, 2022

Energieträger	Emissionsfaktor [tCO ₂ -eq / MWh]	Prozessbezeichnung
Steinkohle	0,433	Kohle Brikett Heizung DE (Endenergie)
Braunkohle	0,445	Braunkohle Brikett Heizung DE (Lausitz/Rhein)
Heizöl	0,306	Öl-Heizung DE (Endenergie)
Flüssiggas	0,276	Flüssiggasheizung-DE (Endenergie)
Erdgas	0,257	Gas Heizung Brennwert DE (Endenergie)
Umweltwärme	0,158	Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen mit einer angenommenen Leistungszahl von 3,2 und damit direkt gekoppelt mit dem Emissionsfaktor des Bundesstrommix
Solarthermie	0,023	Solarkollektor Flach DE
Biomasse	0,022	Holz Pellet Holzwirt. Heizung 10 kW (Endenergie)

Mit Blick auf die erneuerbaren Energieträger ist auffallend, dass sie nicht einen Emissionsfaktor von Null aufweisen. Dies ist dadurch zu begründen, dass auch zunächst Energie aufgewandt werden muss, um beispielsweise einen Solarthermie-Kollektor herzustellen, zu installieren und zu betreiben. Infolgedessen ist der Emissionsfaktor der Solarthermie größer als Null, jedoch noch immer deutlich geringer als bei einer fossilen Wärmeversorgung.

In der vorherigen Tabelle nicht dargestellt ist die Wärmeversorgung durch Wärmenetze. Hierfür existiert zwar ein generell anwendbarer Emissionsfaktor, es bietet sich jedoch an, diesen durch lokal erhobene Daten zu spezifizieren. Dafür wird neben dem Wärmeabsatz (Endenergieverbrauch) des Netzes auch die Art und Weise der Wärmebereitstellung untersucht. Dabei gehen Faktoren wie geringe Netzverluste, die Verwendung erneuerbarer statt fossiler Energieträger, sowie effiziente Erzeugungsanlagen positiv ein. Im Falle einer parallelen Strom- und Wärmeerzeugung in einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage findet die Berechnung des Emissionsfaktors anhand der Carnot-Methode statt.

Im Bereich der Stromversorgung wird im BSKO-Standard mit einem bundesweit einheitlichen Emissionsfaktor bilanziert, dem Bundesstrommix. Methodisch begründet sich dies damit, dass in Deutschland die Wahl des Stromversorgers freigestellt ist. Somit kann diesbezüglich pauschal kein direkter Bezug zwischen lokalen Stromverbräuchen und -erzeugungsanlagen vorgenommen werden. Der lokale Strommix wird lediglich als eine Zusatzinformation zum Bundesstrommix dargestellt, findet in der BSKO-Bilanz aber keine weitere Beachtung. Dies hat zu Teilen auch Einfluss auf den Wärmebereich, da hier die Energieträger Heizstrom und Umweltwärme (Wärmepumpen) maßgeblich vom Emissionsfaktor des Stromes abhängig sind.

Nachfolgend ist die Entwicklung des Bundesstrommix dargestellt.

Tabelle 7 Emissionsfaktoren der Stromversorgung lt. BSKO (Bundesstrommix)

Jahr	Emissionsfaktor [tCO ₂ -equ / MWh]	Jahr	Emissionsfaktor [tCO ₂ -equ / MWh]
1990	0,872	2017	0,554
1995	0,791	2018	0,544
2000	0,709	2019	0,478
2005	0,702	2020	0,429
2010	0,614	2021	0,472
2015	0,600	2022	0,499
2016	0,581		

Essenziell für die Emissionsberechnung nach BSKO ist, dass nicht nur die Emissionen von CO₂ Beachtung finden, sondern alle Treibhausgase (THG) entsprechend des Kyoto-Protokolls in der Bilanz erfasst werden. Somit sind beispielsweise auch die klimarelevanten Gase CH₄ (Methan) als auch N₂O (Lachgas) enthalten. Für eine Vereinheitlichung werden alle diese Gase entsprechend ihres Treibhauspotenzials gewichtet und zusammengefasst in der Form von CO₂-Äquivalenten dargestellt. Infolgedessen spricht man bei einer BSKO-Bilanz von einer Treibhausgas-Bilanzierung.

Da die BSKO-Methodik eine endenergiebasierte Bilanz darstellt, sind der Vollständigkeit halber folgend jene Emissionen zu nennen, die nicht in dieser enthalten sind. Dies sind einerseits rein nicht-energetische Emissionen, die sich beispielsweise in der Landwirtschaft oder auch in Industrieprozessen ergeben, und andererseits sogenannte graue Emissionen. Jene finden sich beispielsweise im Baugewerbe oder bei dem Konsumieren von Gütern.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass im Rahmen der BSKO-Bilanzierung keine Korrekturfaktoren angewendet werden. Das Korrigieren um Effekte wie Wirtschaftswachstum oder Witterungseinflüsse ist innerhalb der Methodik nicht möglich. Besonders im Bereich der Wärmeversorgung fand vor Einführung des BSKO-Standards häufig eine Witterungskorrektur des Endenergieverbrauchs statt, um den Einfluss unterschiedlich warmer Jahre zu berücksichtigen. Wenngleich dies mit Blick auf einzelne Gebäude beispielsweise weiterhin sinnvoll erscheint, bezieht sich die BSKO-Bilanz auf die real gemessenen Energieverbräuche und setzt keinen theoretischen Witterungskorrekturfaktor an. Im Rahmen der Interpretation der Ergebnisse kann dennoch die Witterungskorrektur zu Rate gezogen werden.

Das abschließende Ergebnis der BSKO-Bilanz stellt die spezifischen THG-Emissionen dar. Für diese werden die ermittelten Emissionen auf die Bevölkerung in den Verwaltungsgrenzen bezogen, sodass ein Vergleich mit überregionalen Durchschnittswerten und somit eine Einordnung des Bilanzergebnisses möglich wird. Bei Vergleichen ist jedoch stets auf die zugrundeliegende Bilanzierungsmethodik zu achten. So sind beispielsweise die Ergebnisse des CO₂-Rechners des Umweltbundesamtes nicht direkt mit den Ergebnissen einer BSKO-Bilanz vergleichbar.

Datengrundlage der Bilanzierung

Die Entwicklung der BSKO-Methodik fand unter der Vorgabe statt, den Aufwand in der lokalen Datenerhebung möglichst gering zu halten. Infolgedessen wurden als Basis der BSKO-Bilanz möglichst viele Daten etabliert, die bundesweit verfügbar sind. Diese werden direkt durch die Bilanzierungs-Software Klimaschutz-Planer zur Verfügung gestellt und stellen vor allem für den Verkehrssektor die maßgebliche Datengrundlage dar. Folgend sind diese kommunenspezifischen Vorgabedaten aufgeführt.

Tabelle 8 Spezifische Vorgabedaten des Landkreises im Klimaschutz-Planer

Bezeichnung	Datenquelle
Bevölkerungsstand	Statistisches Landesamt
SV-pflichtige Beschäftigte (Kommune)	Agentur für Arbeit
SV-pflichtige Beschäftigte (Landkreis)	Agentur für Arbeit
Haushaltsgrößen	Zensus 2011
Gebäude nach Baujahr und Heizungsart	Zensus 2011
Wohnflächen	Zensus 2011
Endenergieverbräuche des verarbeitenden Gewerbes auf Kreisebene	Statistisches Landesamt
Gradtagszahl des Bilanzjahres	DWD; IWU
Gradtagszahl des langjährigen Mittels	DWD; IWU
Fahrleistungen des Straßenverkehrs (Pkw, Lkw, LNF, Busse, MZR)	Umweltbundesamt (UBA), TREMOD
Endenergieverbräuche des Schienenverkehrs (SPFV, SGV, SPNV)	Deutsche Bahn, TREMOD
Endenergieverbrauch Binnenschifffahrt	TREMOD
Endenergieverbrauch Flugverkehr	TREMOD

Mit Fokus auf den Verkehrsbereich zeigt sich, dass das Verkehrsmodell TREMOD (Transport Emission Modell) die dominierende Quelle für die Bilanzierung nach BSKO darstellt. Dieses wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes durch das ifeu-Institut entwickelt und wird regelmäßig fortgeschrieben. Es bildet den Energieverbrauch des motorisierten Verkehrs in Deutschland ab und stellt gleichzeitig Emissionsfaktoren für alle Verkehrsmittel zur Verfügung.

Da das TREMOD Verkehrsmodell lokal aufgelöst ist, können aus diesem spezifischen Daten des Landkreises entnommen werden. Auf dieser Basis sind bereits zu Beginn des Prozesses der Bilanzierung nahezu alle im Verkehrsbereich benötigten Daten vorhanden. Einen Überblick über die in der BSKO-Bilanz zu erfassenden Verkehrsmittel stellt die nachfolgende Tabelle dar.

Tabelle 9 Spezifische Vorgabedaten des Verkehrs des Landkreises im Klimaschutz-Planer

Verkehrsmittel	Herkunft der Datengrundlage
Straßenverkehrsmittel	automatisch hinterlegt
Linienbus	automatisch hinterlegt
Schienenverkehr	automatisch hinterlegt
Stadt-, Straßen- und U-Bahn	automatisch hinterlegt
Binnenschifffahrt	automatisch hinterlegt (ohne Relevanz im Bilanzgebiet)
Flugverkehr	automatisch hinterlegt (ohne Relevanz im Bilanzgebiet)

Als Zusammenfassung und Verdeutlichung der Datenverarbeitung im Sektor Verkehr dient die nachfolgende Tabelle. Diese verdeutlicht, wie trotz der Verwendung einer bundesweit verfügbaren Datenquelle wie dem TREMOD Modell eine kommunenspezifische Bilanzierung im Verkehrssektor möglich ist.

Tabelle 10 Übersicht der Bilanzierungsgrundlagen im Sektor Verkehr

Verkehrsmittel	Datensatz	Lokaler Bezug	Datenquelle
Alle	THG-Emissionsfaktoren der Kraftstoffe	Nationale Werte	TREMOD
Straßenverkehr	Fahrleistungen	Landkreisspezifisch	UBA, TREMOD, ÖPNV, Kommune
	fahrleistungsspezifische Endenergieverbräuche	Nationale Werte	TREMOD
Schienenverkehr	Endenergieverbräuche	Landkreisspezifisch	Deutsche Bahn, ÖPNV
Binnenschifffahrt	Endenergieverbräuche	Landkreisspezifisch	TREMOD
Flugverkehr	Endenergieverbräuche	Landkreisspezifisch	TREMOD

Besonders mit Blick auf die Auswertung und anschließende Interpretation der Bilanz ist ein Verständnis für die Kategorien und zugehörigen Typen des Straßenverkehrs notwendig.

Tabelle 11 Kategorien des Straßenverkehrs im TREMOD-Modell

Kategorie	Straßentyp	Anmerkung
Innerorts	Innerortsstraßen	inkl. Ortsdurchfahrten
Außerorts	Bundesstraßen	z.B. B93, B173, K9310
	Landesstraßen, Kreisstraßen	
	Gemeinde-/sonstige Straßen	
Autobahn	Bundesautobahnen	A4, A72

Die Datenerfassung im stationären Bereich gestaltet sich entgegen dem Verkehrssektor als aufwändiger. Zwar sind auch in diesem einige Vorgabedaten bereits im Klimaschutz-Planer enthalten, der Großteil an Daten ist jedoch lokal zu erheben. Dabei gilt es grundsätzlich möglichst direkt, lokal gemessene Endenergieverbräuche, so wie sie beispielsweise Netzbetreiber erfassen, zu verwenden. Für den Fall, dass diese Daten nicht vorhanden sind, müssen Lücken durch Annahmen für die fehlenden realen Endenergieverbräuche anhand passend gewählter Herleitungen getroffen werden. Hierbei sind die lokalen Begebenheiten möglichst genau abzubilden.

Um diese Thematik in Form von Zahlen fassen zu können, wird in dem BSKO-Standard die Datengüte als Faktor eingeführt. Diese kann Werte in einer Skala von 1 (höchste Datengüte) bis 0 (geringste Datengüte) annehmen und muss jedem erhobenen Endenergieverbrauch zugewiesen werden. Die nachstehende Tabelle listet die möglichen Werte der Datengüte. Eine Einschätzung über die Aussagekraft der gesamten Bilanz ist anhand des nach dem Endenergieverbrauch gewichteten Mittelwerts aus den jeweiligen Multiplikationen von Endenergieverbrauch und zugeordneter Datengüte möglich.

Tabelle 12 Definition der Datengüte im BSKO-Standard

Datengüte	Beschreibung	Wert
A	regionale Primärdaten	1
B	Hochrechnung regionaler Primärdaten	0,5
C	regionale Kennwerte und Statistiken	0,25
D	bundesweite Kennzahlen	0

Die leitungsgebundenen Energieträger Erdgas, Strom und Nah-/Fernwärme bilden die Basis für die Bilanzierung des stationären Bereiches. Für diese wurden eine Reihe von Informationen bei lokalen und regionalen Datenlieferanten abgefragt. Hierzu zählen beispielsweise die Stadtwerke von Meerane, Glauchau

und Zwickau, die regionalen Netzbetreiber für Gas und Strom sowie die Stadtverwaltung direkt, um Details zu den Energieverbräuchen der kreislichen Liegenschaften zu erhalten.

Eine typische Datenquelle für den Bereich der nicht-leitungsgebundenen Energieträger zur Wärmeversorgung stellen die Informationen der Schornsteinfeger dar. Im Rahmen dieser Bilanzierung lagen diese Informationen in Form von zwei Datensätzen für die Jahre 2015 und 2021 dar. In diesen ist eine detaillierte Aufschlüsselung der lokalen Feuerstätten nach Energieträgern und in diversen Leistungsklassen aufgeführt, anhand welcher der Endenergieverbrauch prognostiziert wird. Die Wärmeerzeugung durch Solarthermie wird anhand der über das Marktanreizprogramm der BAFA geförderten Kollektorfläche angenähert.

Eine vollständige Übersicht der für die Bilanz verwendeten Datenquellen, die über die Vorgabedaten des Klimaschutz-Planers hinaus gehen, zeigt nachfolgende Tabelle.

Tabelle 13 Im Rahmen der Bilanzierung erhobene Daten und deren Datengüte

Datenquelle	Inhalt	Datengüte
Stadtwerke Meerane, Glauchau, Werdau, Zwickau, Crimmitschau	Strom- und Gasabsatz nach Sektoren, Stromverbrauch Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen, abgesetzte Wärmemenge und Daten zu Wärmeerzeugern im Wärmenetz,	1,0
envia Mitteldeutsche Energie AG	Stromabsatz nach Konzessionsklassen, Stromverbrauch Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen	1,0
inetz	Gasabsatz nach Konzessionsklassen	1,0
Danpower	Abgesetzte Wärmemenge und Daten zu Wärmeerzeugern im Wärmenetz,	1,0
Landkreisverwaltung	Strom- und Wärmeverbrauch nach Energieträgern der kreislichen Gebäude	1,0
Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Schornsteinfegerdaten)	Anzahl der Feuerungsstätten nach Energieträger und Leistungsklassen; 2015 und 2021	0,5
Marktanreizprogramm der BAFA	Geförderte Fläche an Solarthermiekollektoren	0,5

Im Ergebnis besitzt die erstellte BSKO-Bilanz für den Landkreis Zwickau eine Datengüte von 0,8. Dies ist ein außerordentlich hoher Wert und weist auf die hohe Aussagekraft der erarbeiteten Inhalte hin. Eine Begründung für diese hohe Datengüte findet sich darin, dass mehr als die Hälfte des erfassten Endenergieverbrauchs auf leitungsgebundene Energieträger zurückzuführen ist. Diese wurden alle anhand regionaler Primärdaten mit der Datengüte 1,0 bewertet und sind damit ursächlich für die gesamtbilanziell hohe Datengüte.

Mit etwa 17 % des Endenergieverbrauchs geht auf dezentrale Anlagen zurück, die anhand einer Hochrechnung regionaler Primärdaten prognostiziert wurden und somit eine Datengüte von 0,5 aufweisen. Die verbliebenen 32 % sind die Endenergieverbräuche des Verkehrssektors. Diese ergeben sich aus den Fahrleistungen entsprechend dem TREMOD-Verkehrsmodell, welche auf hochgerechnete regionale Daten beruhen und demnach ebenso mit der Datengüte 0,5 bewertet sind.

Ergebnisse im Detail

In Ergänzung zu den Ausführungen des hauptsächlichen Bilanzkapitels sind folgende, ausgewählte Ergebnisse im Detail dargestellt. Dabei sind zunächst die Endenergieverbräuche nach Energieträger und Sektoren aufgeführt, gefolgt von Details zum Energieverbrauch im Sektor Verkehr.

Tabelle 14 Verlauf des Endenergieverbrauchs in MWh nach Energieträgern, 2019-2022

Energieträger	2019	2020	2021	2022
Energieträger erneuerbar	275.290	281.386	294.810	298.692
Gas fossil gesamt	2.583.602	2.259.832	2.636.879	2.283.326
Heizöl	523.958	512.036	565.553	483.049
Kraftstoffe erneuerbar	112.491	133.764	119.370	125.827
Kraftstoffe fossil	2.143.765	1.892.634	1.913.679	1.961.022
Nah- und Fernwärme	269.455	193.269	217.313	185.830
Sonstige fossile gesamt	278.193	261.892	274.688	233.749
Strom gesamt	1.376.795	1.266.607	1.192.517	1.150.536
Summe Endenergieverbrauch	7.563.549	6.801.419	7.214.809	6.722.031

Tabelle 15 Verlauf des Endenergieverbrauchs in MWh nach Sektoren, 2019-2022

Sektor	2019	2020	2021	2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1.222.694	1.031.396	1.092.014	995.180
Industrie	1.684.356	1.303.614	1.342.319	1.211.405
Kreisliche Liegenschaften	15.671	15.139	16.395	13.550
Private Haushalte	2.357.256	2.398.607	2.701.830	2.383.406
Verkehr	2.283.572	2.052.663	2.062.251	2.118.491
Summe Endenergieverbrauch	7.563.549	6.801.419	7.214.809	6.722.031

Tabelle 16 Verlauf des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor in MWh nach Verkehrsmitteln, 2019-2022

Verkehrsmittel	2019	2020	2021	2022
Leichte Nutzfahrzeuge	199.682	195.093	208.344	214.593
Linienbus	16.141	19.862	21.051	23.492
Lkw	607.995	585.588	597.043	604.700
Motorisierte Zweiräder	18.715	18.594	16.530	18.337
Pkw	1.375.290	1.181.177	1.168.612	1.207.529
Reise-/Fernbusse	28.308	18.112	16.041	16.598
Schienengüterverkehr	5.754	4.980	5.220	6.567
Schienenpersonenfernverkehr	1.388	1.223	1.228	4
Schienenpersonennahverkehr	21.863	20.708	22.171	22.860
Stadt-, Straßen- und U-Bahn	8.436	7.327	6.012	3.812
Summe Endenergieverbrauch Verkehr	2.283.572	2.052.663	2.062.251	2.118.491

Tabelle 17 Verlauf des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor in MWh nach Energieträger, 2019-2022

Energieträger	2019	2020	2021	2022
Benzin	697.502	616.125	606.010	634.589
Biobenzin	30.083	28.129	28.830	29.411
CNG bio	1.276	1.197	1.118	5.592
CNG fossil	3.375	4.467	6.575	4.565
Diesel	1.428.476	1.260.290	1.290.200	1.311.373
Diesel biogen	81.132	104.438	89.422	90.824
LPG	14.411	11.751	10.894	10.495
Strom	27.316	26.265	29.201	31.642
Summe Endenergieverbrauch	2.283.572	2.052.663	2.062.251	2.118.491

Nachstehend finden sich detaillierte Ergebnisse für die berechneten THG-Emissionen. Als Basis für die abschließenden Darstellungen der spezifischen THG-Emissionen dient die folgende Bevölkerungsentwicklung.

Tabelle 18 Bevölkerungsentwicklung Landkreis Zwickau, 2019-2022

	2019	2020	2021	2022
Bevölkerungsstand	315.002	312.033	309.621	310.838

Tabelle 19 Verlauf der THG-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten nach Energieträgern, 2019-2022

Energieträger	2019	2020	2021	2022
Energieträger erneuerbar	10.876	10.241	12.446	12.521
Gas fossil gesamt	638.150	558.179	653.896	588.792
Heizöl	166.619	162.827	179.846	151.194
Kraftstoffe erneuerbar	13.149	14.790	12.833	15.542
Kraftstoffe fossil	696.088	614.860	621.784	688.987
Nah- und Fernwärme	54.490	42.189	48.967	42.720
Sonstige fossile gesamt	119.672	112.787	119.260	101.606
Strom gesamt	658.108	543.374	562.868	581.021
Summe THG-Emissionen	2.357.153	2.059.248	2.211.900	2.182.383

Tabelle 20 Verlauf der THG-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten nach Sektoren, 2019-2022

Sektor	2019	2020	2021	2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	407.337	334.132	365.342	355.082
Industrie	575.329	438.736	459.263	434.919
Kreisliche Liegenschaften	4.496	4.186	4.561	3.960
Private Haushalte	647.697	641.276	734.333	667.914

Verkehr	722.295	640.918	648.400	720.508
Summe THG-Emissionen	296.279	278.273	253.829	279.585

Tabelle 21 Verlauf spez. THG-Emissionen in Tonnen CO₂-Äquivalenten/Einwohner nach Sektoren, 2019-2022

Sektor	2019	2020	2021	2022
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1,29	1,07	1,18	1,14
Industrie	1,83	1,41	1,48	1,40
Kreisliche Liegenschaften	0,01	0,01	0,01	0,01
Private Haushalte	2,1	2,1	2,4	2,1
Verkehr	2,29	2,05	2,09	2,32
Summe spez. THG-Emissionen	7,5	6,6	7,1	7,0

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Visualisierung der Grundprinzipien des BSKO-Standards.....	4
Abbildung 2	Verlauf des lokalen Energieverbrauchs; und der Summe der THG-Emissionen 2014-2022	6
Abbildung 3	Stationärer Endenergieverbrauch zzgl. Witterungskorrektur; 2014-2022	7
Abbildung 4	Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch und THG-Emissionen – 2022, oberer Balken: Endenergieverbrauch; unterer Balken: THG-Emissionen	8
Abbildung 5	Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch und THG-Emissionen – 2022 oberer Balken: Endenergieverbrauch; unterer Balken: THG-Emissionen	9
Abbildung 6	Spezifische THG-Emissionen, Landkreis Zwickau im Vergleich zum Bundesschnitt; 2014- 2022.....	11
Abbildung 7	Aufteilung des Endenergieverbrauchs (bunt) und der Treibhausgasemissionen (grau) nach Verwendungszweck, 2022.....	12
Abbildung 8	Anteile am Endenergieverbrauch im Wärmemix, 2022	13
Abbildung 9	Anteile am Endenergieverbrauch im Wärmemix der Haushalte; 2022	14
Abbildung 10	Anteil an THG-Emissionen nach Verkehrsarten; 2022.....	14
Abbildung 11	Anteil an THG-Emissionen nach Verkehrsmitteln; 2022.....	15
Abbildung 12	THG-Emissionen der kreislichen Liegenschaften; 2022.....	16
Abbildung 13	Verlauf Energieverbrauchs der kreislichen Liegenschaften; 2019-2022	16
Abbildung 14	Trend-Szenario der spez. THG-Emissionen im Landkreis Zwickau im Vergleich zur Umsetzung des Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Verfügung stehender THG- Restbudgets	20
Abbildung 15	Klimaschutz-Szenario der spez. THG-Emissionen im Landkreis Zwickau im Vergleich zur Umsetzung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, das zur Verfügung stehende THG-Restbudget und dem Trend-Szenario	21
Abbildung 16	Visualisierung der Grundprinzipien des BSKO-Standards.....	23
Abbildung 17	BSKO-Prinzip im Sektor Verkehr, Quelle: ifeu 2019	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Bevölkerungsstand, 2014-2022	10
Tabelle 2	Vergleich Werte LK Zwickau mit gesamtdeutschen Werten, 2022	11
Tabelle 3	Herleitung des lokalen Restbudgets auf Basis ausgewählter Zielstellungen	19
Tabelle 4	Entwicklung von Indikatoren im Klimaschutz-Szenario bis 2045.....	22
Tabelle 5	Energieträger in der BSKO-Methodik.....	24
Tabelle 6	Emissionsfaktoren der Wärmeversorgung lt. BSKO, 2022.....	26
Tabelle 7	Emissionsfaktoren der Stromversorgung lt. BSKO (Bundesstrommix).....	27
Tabelle 8	Spezifische Vorgabedaten des Landkreises im Klimaschutz-Planer.....	28
Tabelle 9	Spezifische Vorgabedaten des Verkehrs des Landkreises im Klimaschutz-Planer	28
Tabelle 10	Übersicht der Bilanzierungsgrundlagen im Sektor Verkehr	29
Tabelle 11	Kategorien des Straßenverkehrs im TREMOD-Modell.....	29
Tabelle 12	Definition der Datengüte im BSKO-Standard.....	29
Tabelle 13	Im Rahmen der Bilanzierung erhobene Daten und deren Datengüte.....	30
Tabelle 14	Verlauf des Endenergieverbrauchs in MWh nach Energieträgern, 2019-2022.....	31
Tabelle 15	Verlauf des Endenergieverbrauchs in MWh nach Sektoren, 2019-2022	31
Tabelle 16	Verlauf des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor in MWh nach Verkehrsmitteln, 2019-2022.....	31
Tabelle 17	Verlauf des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor in MWh nach Energieträger, 2019-2022.....	32
Tabelle 18	Bevölkerungsentwicklung Landkreis Zwickau, 2019-2022.....	32
Tabelle 19	Verlauf der THG-Emissionen in Tonnen CO ₂ -Äquivalenten nach Energieträgern, 2019-2022.....	32
Tabelle 20	Verlauf der THG-Emissionen in Tonnen CO ₂ -Äquivalenten nach Sektoren, 2019-2022.....	32
Tabelle 21	Verlauf spez. THG-Emissionen in Tonnen CO ₂ -Äquivalenten/Einwohner nach Sektoren, 2019-2022.....	33