

## Endenergie- und Treibhausgas-Bilanz

# Landkreis Kulmbach



Gefördert durch das



Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



**Februar 2023**

**Diese Studie wurde erstellt von:**

Wolfgang Seitz

**ENERGIEAGENTUR** nordbayern GmbH

Fürther Str. 244a | 90429 Nürnberg | Fon: 0911/ 99 43 96-0 | E-Mail: seitz@ea-nb.de



**Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger,**

zur Reduktion der Treibhausgasemissionen ist der Einsatz erneuerbarer Energien eine wesentliche Maßnahme. Um die Entwicklung der erneuerbaren Energien im Blick zu haben und um zu beurteilen, ob die Emissionen bei uns im Landkreis Kulmbach rückläufig sind, ist eine Fortschreibung der Treibhausgasbilanz unerlässlich.

Wir haben eine gute Datengrundlage, bereits 2010 wurde im Rahmen unseres integrierten Klimaschutzkonzeptes eine Endenergie und CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Jahre 1990, 2000 und 2007 erstellt. Ab 2012 wurden im Rahmen eines Monitorings Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen erfasst und jährlich anhand eines Exceltools fortgeschrieben.

Unsere aktuelle Bilanz wurde nun im BSKO (Bilanzierungs-Systematik kommunal) - Standard fortgeschrieben. Zum Einsatz kam der Klimaschutzplaner, der von den Projektpartnern Klima-Bündnis e.V., ifeu – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg und dem Institut dezentrale Energietechnologien (IdE) entwickelt sowie vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) gefördert wurde.

Der Landkreis Kulmbach erhält für die Erstellung seiner aktualisierten Treibhausgasbilanz durch die Energieagentur Nordbayern eine Förderung durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz in Höhe von 90%.

Der Anteil der erneuerbaren Energien war im Landkreis Kulmbach schon immer überdurchschnittlich hoch, zum Beispiel haben sich die erneuerbaren Energien im Wärmebereich seit 1990 mehr als versechsfacht. Auch der Ausbau der Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien im Landkreis liegt weit über dem Bundesdurchschnitt. Der Landkreis Kulmbach mit all seinen Gemeinden hat einen Anteil von 70 % erneuerbaren Strom am Gesamtstromverbrauch, Tendenz steigend.

Herzlichen Dank allen Bürgerinnen und Bürgern, den Gemeinden sowie den Unternehmen, die den erneuerbaren Energien sehr positiv gegenübersteht und auch unsere Projekte im Bereich Energie und Klimaschutz zukunftsweisend unterstützt.

Herzliche Grüße  
Ihr

Klaus Peter Söllner  
Landrat des Landkreises Kulmbach

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ENDENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZEN LK KULMBACH</b> .....	<b>7</b>
2.1	ENDENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ 2010 .....	7
2.2	FORTSCHREIBUNG ENDENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ 2012 .....	8
<b>3</b>	<b>BILANZIERUNGSSYSTEMATIK LANDKREIS KULMBACH</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>FORTSCHREIBUNG ENDENERGIE- UND TREIBHAUSGASBILANZ 1990 -2020</b> .....	<b>11</b>
4.1	ENERGIE- UND THG-BILANZ.....	11
4.2	SEKTOR PRIVATE HAUSHALTE (HH) .....	13
4.3	SEKTOR GEWERBE, HANDEL, DIENSTLEISTUNG UND INDUSTRIE (GHDI) .....	13
4.4	SEKTOR VERKEHR (VE) .....	16
<b>5</b>	<b>ERNEUERBARE ENERGIEN</b> .....	<b>18</b>
5.1	ERNEUERBARE ENERGIEN WÄRME .....	18
5.2	ERNEUERBARE ENERGIEN STROM .....	19
5.3	REGIONALER EMISSIONSFAKTOR STROM .....	20
<b>6</b>	<b>SPEZIFISCHE KENNWERTE</b> .....	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>SZENARIEN KLIMANEUTRALITÄT 2040</b> .....	<b>22</b>
7.1	KLIMANEUTRALITÄT 2040 HAUSHALTE.....	23
7.2	KLIMANEUTRALITÄT 2040 GHDI .....	24
7.3	KLIMANEUTRALITÄT 2040 VERKEHR .....	25
<b>8</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>27</b>
8.1	ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	27
8.2	TABELLEN ENDENERGIE- UND THG-BILANZ .....	28
8.3	TABELLEN SZENARIO KLIMANEUTRALITÄT 2040 .....	31

## 1 Zusammenfassung

Die Bilanzierung von Endenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen, Betrachtung der erneuerbaren Energien sowie die Entwicklung von Szenarien haben in der Zusammenfassung folgende wesentliche Ergebnisse geliefert.

- **Endenergie- und Treibhausgas-Bilanz**

Der Endenergieverbrauch im Landkreis ist seit 1990 um 8 % gestiegen, während die THG-Emissionen um 25 % zurückgegangen sind. Der Energieverbrauch betrug bei den Sektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie sowie Verkehr 2.477.970 MWh (witterungsbereinigt). Die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen betragen 705.100 t CO<sub>2</sub>eq.

Der Pro-Kopf-Verbrauch im Landkreis liegt mit 34,7 MWh/ Einwohner über den bundesdeutschen Werten von 27,9 MWh/ EW. Ebenso liegen die Emissionen im Landkreis mit 9,9 t CO<sub>2</sub>eq/EW etwas über den deutschen Vergleichswerten von 8,5 t CO<sub>2</sub>eq /EW.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch beträgt im Jahr 2020 30 % (Deutschland: 15 %), der Anteil des im Landkreis ins Stromnetz eingespeisten erneuerbaren Strom beträgt 68 % (Deutschland: (50 %).

- **Sektor Haushalte**

Der Sektor Haushalte hat einen Anteil von 29 % am Energieverbrauch des Landkreises und einen Anteil von 23 % an den Emissionen. Der wichtigste Energieträger sind Erneuerbare Energien (zum allergrößte Teil feste Biomasse) mit einem Anteil von 27 %.

- **Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie**

Der Sektor GHDI hat einen Anteil von 30 % am Energieverbrauch und einen Anteil von 32 % an den Emissionen. Der wichtigste Energieträger ist Erdgas mit einem Anteil von 43 %, erneuerbare Energien haben einen Anteil von 10 %.

- **Sektor Verkehr**

Der Sektor Verkehr hat einen Anteil von 42 % am Energieverbrauch und einen Anteil von 46 % an den Emissionen. Die wichtigsten Energieträger sind fossile Treibstoffe mit einem Anteil von 95 %, erneuerbare Energien haben einen Anteil von knapp 5 % und sind überwiegend als biogener Anteil bei Benzin und Diesel enthalten. Strom spielt noch keine nennenswerte Rolle. 99 % des Energieverbrauchs gehen zu Lasten des Straßenverkehrs und lediglich 1 % zu Lasten des Schienenverkehrs. Der Personenverkehr hat einen Anteil von 63 % am Energieverbrauch und der Güterverkehr von 37 %. Beim Personenverkehr werden 83 % der Strecken mit dem Pkw (und Motorrad) zurückgelegt, 13 % mit dem ÖPNV und 4 % zu Fuß oder mit dem Fahrrad.

- **Erneuerbarer Energien Wärme**

Erneuerbare Energien haben 2020 einen Anteil von 30 % am Wärmeverbrauch, dies ist deutlich mehr als der bundesdeutsche Durchschnitt von 15 %. Der wichtigste erneuerbare Energieträger für die Wärmebereitstellung ist Biomasse (überwiegend Holz) mit 75 %, gefolgt von erneuerbarer Nahwärme und Umweltwärme (Wärmepumpen) mit 11 % bzw. 10 %. Solarthermie hat einen Anteil von 4 %.

- **Erneuerbare Energien Strom**

Im Jahr 2020 wurden im Landkreis 243.170 MWh erneuerbarer Strom in das Stromnetz eingespeist. Dies entspricht einem Anteil von 66 % des gesamten Stromverbrauchs. Im Bundesdurchschnitt lag der Anteil erneuerbarer Strom bei lediglich 50 %. Den größten Anteil an der Erzeugung hat die Windkraft mit 54 %, vor Photovoltaik mit 37 % und Biomasse mit 7 %. Wasserkraft spielt eine nachrangige Rolle.

Bei Berücksichtigung des regionalen Stromfaktors verringern sich die Emissionen für den Strom im Landkreis im Jahr 2020 um 65 %. Bezogen auf die Gesamtemissionen des Landkreises aus den Sektoren Haushalte, GHDI und Verkehr bewirkt der regionale Emissionsfaktor eine Verringerung der THG-Emissionen um 14 %.

- **Szenarien**

Die Szenarien stellen keine Prognosen dar, sondern definieren Parameter, mit denen die Zielvorgaben Klimaneutralität bis 2040 (KN 40) erreicht werden können. Die Energieversorgung wird in Zukunft überwiegend Strombasiert sein. Dem Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und dem sich daraus ergebenden Emissionsfaktor für Strom kommt eine entscheidende Rolle zu. Für die Entwicklung des Faktors wurden die Ausbauziele für erneuerbaren Strom der Bundesregierung bis 2030 berücksichtigt. Für 2040 wurde eine Stromerzeugung zu 100 % aus erneuerbaren Energien angesetzt.

- **Szenario KN 40 Sektor Haushalte**

Im Sektor Haushalte sind massive Anstrengungen notwendig, um Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen. Die Sanierungsquote muss auf maximal 2 % der vorhandenen Wohnfläche im Jahr steigen und die Sanierungseffizienz zunehmen. 2040 können keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt werden. Heizungserneuerungen sollten daher nur noch auf Basis erneuerbarer Energien erfolgen. Der Energiebedarf sinkt bis 2040 um 23 % bezogen auf 2020 und die Emissionen um 89 %.

- **Szenario KN 40 Sektor GHDI**

Im Sektor GHDI sind jährliche Effizienzsteigerungen und die Reduktion des Energieverbrauchs um bis zu 3 % notwendig. Die Energieversorgung muss bis 2040 komplett auf erneuerbarer Energien und Strom umgestellt werden. Für industrielle Hochtemperaturanwendungen ist ein Anteil von 12 % grüner Wasserstoff vorgesehen. Der Energiebedarf sinkt bis 2040 um 48 % bezogen auf 2020 und die Emissionen um 93 %.

- **Szenario KN 45 Sektor Verkehr**

Das Szenario für den Sektor Verkehr wurde getrennt für den Güterverkehr und den Personenverkehr simuliert. Sowohl beim Güterverkehr als auch beim Personenverkehr ist ein Rückgang der Transportleistung bzw. Verkehrsleistung hinterlegt. Im Sektor Verkehr sind in allen relevanten Bereichen massive Effizienzsteigerungen notwendig. Der Anteil des Schienengüterverkehrs erhöht sich massiv, ebenso wie der Anteil des ÖPNV sowie des Fahrrad- und Fußverkehrs. Fahrzeugeffizienz und Fahrzeugauslastung steigen kontinuierlich. Im Jahr 2040 sind keine fossilen Treibstoffe mehr im Einsatz. Die Mobilität erfolgt weitestgehend elektrisch. Für einzelne Anwendung sind noch biogene Treibstoffe vorgesehen, für einen Teil des Schwerlastverkehrs und des Busverkehrs auch Wasserstoff. Der Energiebedarf sinkt bis 2045 um 74 % bezogen auf 2020 und die Emissionen um 94 %.

## 2 Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen LK Kulmbach

Für den Landkreis Kulmbach wurde bereits 2010 im Rahmen eines integrierten Klimaschutzkonzeptes eine Endenergie und CO<sub>2</sub>-Bilanz für die Jahre 1990, 2000 und 2007 erstellt. Ab 2012 wurden im Rahmen eines Monitorings Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen erfasst und jährlich fortgeschrieben.

### 2.1 Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz 2010

Die Bilanzierung für 1990, 2000 und 2007 erfolgte auf Basis einer auf den Landkreis ausgerichteten Systematik unter Verwendung von speziellen Exceltools. Die einzelnen Energieverbrauchswerte wurden in ihren witterungsabhängigen Bestandteilen witterungsbereinigt, um in einer Zeitachse Mehr- und Minderverbräuche, unabhängig von den jährlichen Witterungseinflüssen ablesen zu können. Die Bilanzierung des Verkehrs wurde mit dem Modell DIVAN des Verkehrsverbunds Großraum Nürnberg GmbH in Zusammenarbeit mit der Autobahndirektion Nordbayern berechnet. Dabei wurde der Binnenverkehr zu 100 %, Ziel- und Quellverkehr zu je 50 % berücksichtigt. Diese Methode basiert auf regionalen Daten und nicht wie bei vielen Bilanzen auf Deutschlandzahlen, die anhand von angemeldeten Fahrzeugen auf das Betrachtungsgebiet heruntergerechnet wurden. Aufgrund der speziellen Methode, ist beim Sektor Verkehr ein Vergleich mit anderen Regionen jedoch sehr schwierig.

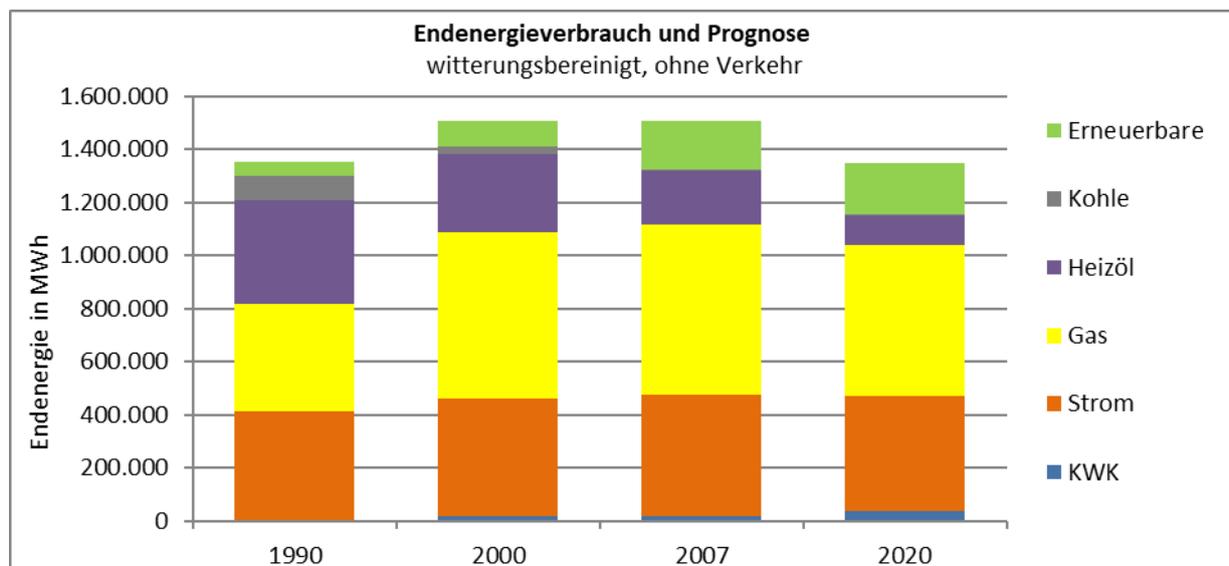


Abbildung 1 Endenergieverbrauch und Prognose, 1990-2007; 2020

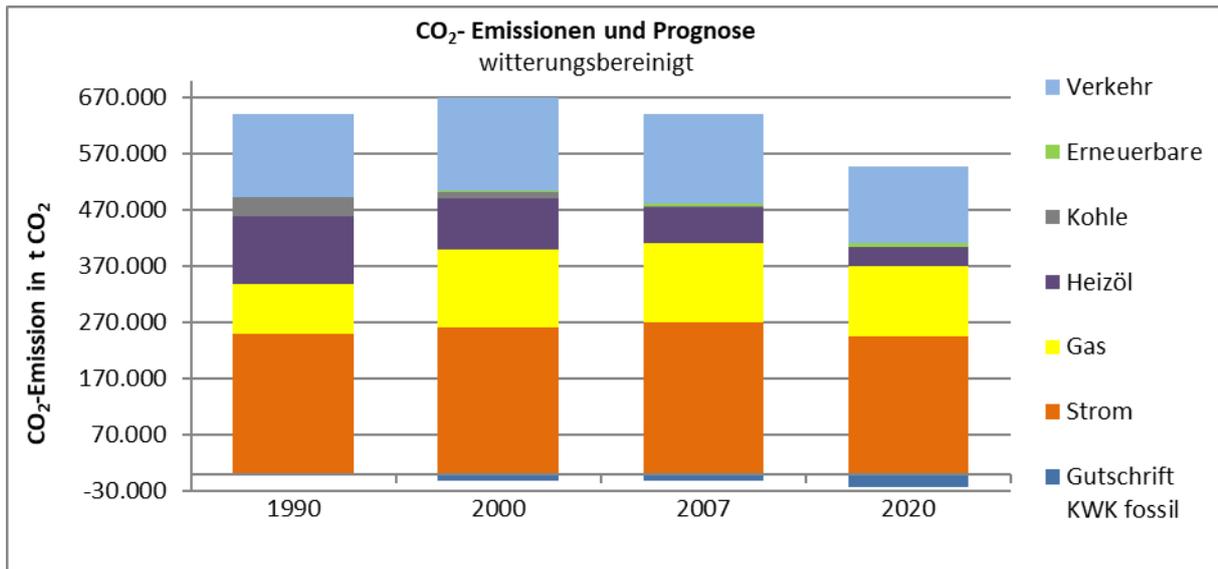


Abbildung 2 CO<sub>2</sub>-Emissionen und Prognose, 1990-2007; 2020

## 2.2 Fortschreibung Endenergie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz 2012

Ab 2012 wurden mithilfe eines Monitoringsystem Energieverbräuche und CO<sub>2</sub> Emissionen jährlich fortgeschrieben. Dabei wurden statistische Kenngrößen und leitungsgebundene Energieträger abgefragt und in ein Berechnungstool übertragen. Für die nichtleitungsgebundenen Energieträger war ein Absenkpfad hinterlegt. Die Verbrauchswerte wurden witterungsbereinigt und dann die resultierenden CO<sub>2</sub> Emissionen berechnet. Für eine einfache Datenerhebung und Berechnung wurden Abstriche in der Belastbarkeit der Ergebnisse in Kauf genommen. In bestimmten zeitlichen Abständen sollten die hinterlegten Absenkpfade überprüft und neu justiert werden.

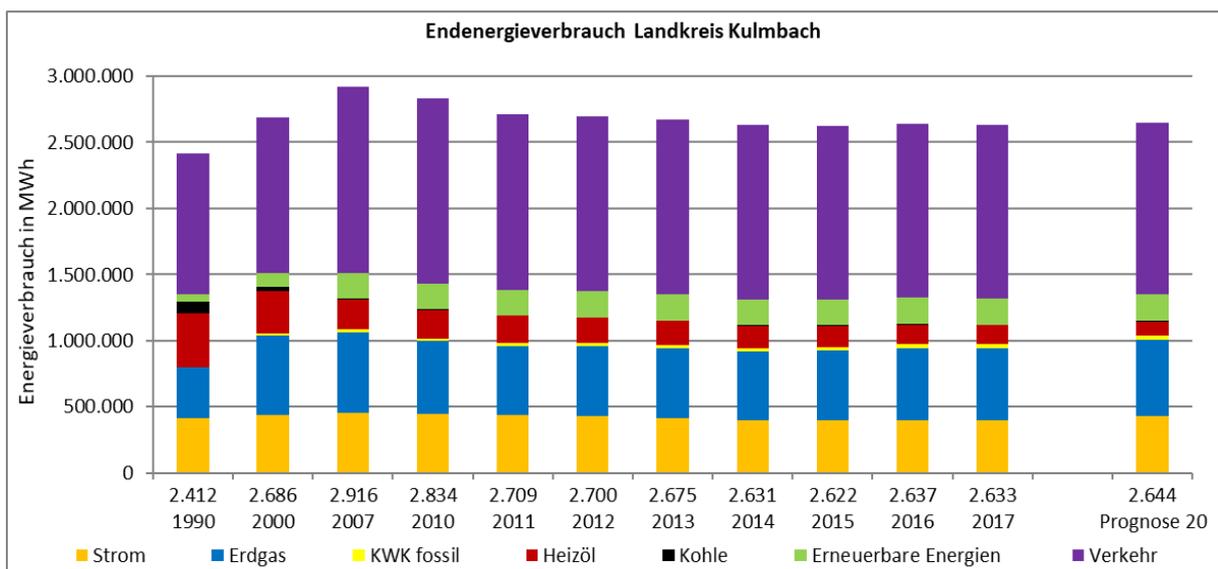
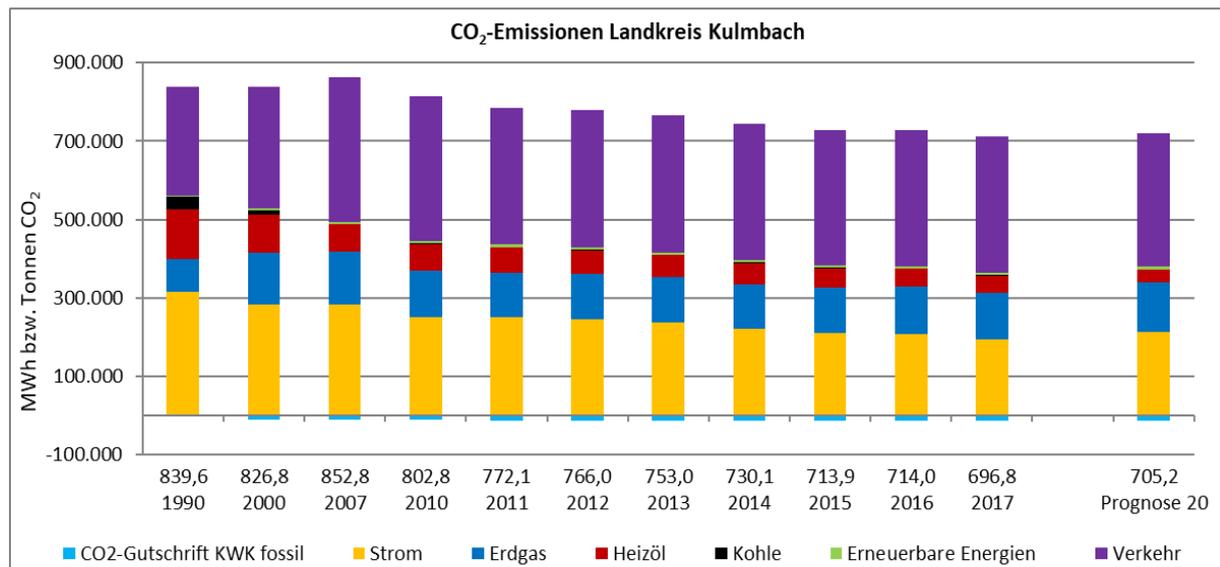


Abbildung 3 Monitoring Endenergieverbrauch, 1990 – 2017; 2020

Abbildung 4 Monitoring CO<sub>2</sub>-Emissionen, 1990 – 2017; 2020

### 3 Bilanzierungssystematik Landkreis Kulmbach

Die erste Bilanzierung erfolgte als territoriale Endenergiebilanz auf Basis einer speziell auf den Landkreis ausgerichteten Systematik. Der Verkehr wurde als Quell, Ziel und Binnenverkehr erfasst. Die nachfolgenden jährlichen Fortschreibungen im Monitoringsystem wurden auf einer vereinfachten Datenbasis und Berechnungssystematik durchgeführt. Für die Jahre 2016-2020 soll die Bilanz im allgemein üblichen BSKO-Standard „Bilanzierungs-Systematik kommunal“ fortgeschrieben werden und auch die vorhandenen Bilanzierungen in die neue Systematik integriert werden. Dadurch können sich bei den einzelnen Sektoren Verschiebungen ergeben. Speziell die Bilanzierung des Sektors Verkehr erfolgt auf einer komplett neuen Datenbasis. Für die Bilanzierung wird der Klimaschutzplaner verwendet. Der Klimaschutzplaner wurde von den Projektpartnern Klima-Bündnis e.V., ifeu – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg und dem Institut dezentrale Energietechnologien (IdE) entwickelt und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) gefördert. Der Klimaschutzplaner ist das vom Klimabündnis für seine Mitgliedkommunen empfohlene Bilanzierungswerkzeug.

Der BSKO-Standard wurde im Auftrag des Bundesumweltministeriums im Rahmen der Klimaschutzinitiative durch das ifeu-Institut, das Klima-Bündnis und das Institut dezentrale Energietechnologien (IdE) als ein standardisierter Instrumentenansatz zur Bilanzierung, Potenzialermittlung und Szenarienentwicklung für Gebietskörperschaften erarbeitet. Die Verwendung einer einheitlichen Methode, der gleichen Emissionsfaktoren sowie die Berücksichtigung der jeweiligen Datengüte der Ausgangsdaten soll vergleichbare Bilanzen in den jeweiligen Gebietskörperschaften mit einem vergleichbaren hohen Qualitätsstandard gewährleisten und eine Aggregation auf Länder- und Bundesebene vereinfachen.

Die Bilanzierung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen mit der Bilanzierungssoftware „Klimaschutzplaner“ beinhaltet im Wesentlichen nachfolgende Kriterien.

- Der Energieverbrauch wurde getrennt für die Sektoren private Haushalte (HH), Industrie (I), Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und den Sektor Verkehr (Ve) bilanziert.
- Die Verbräuche der privaten Haushalte wurden über die vorhandenen Wohnflächen, ihre Altersstruktur und angesetzte Sanierungsraten unter der Berücksichtigung spezifischer Kennzahlen von der

Bilanzierungssoftware simuliert. Nach Eingabe der leitungsgebundenen Energieträger (Abfrage bei den Energieversorgern) wurden die restlichen Energieträger entsprechend angepasst.

- Die Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD) und Industrie wurden getrennt bilanziert. Bei den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern (Kohle, Heizöl, erneuerbare Wärme) wurden die Vorgaben vom „Klimaschutzplaner“ an die lokalen Gegebenheiten angepasst bzw. die Werte auf Basis von Angaben im Energieatlas (Biomasse) bzw. Förderdaten des BAfA (Solarthermie, feste Biomasse) überschrieben.
- Der Verkehr wurde nach dem Trimode-Modell des ifeu-Instituts bilanziert. Dabei wird nur der im Betrachtungsgebiet anfallende Verkehr, unabhängig vom Verursacher berücksichtigt. Die einzelnen Verkehrsarten wie Ziel-, Quell- und Transitverkehr werden nicht unterschieden. Anrechenbaren Flugverkehr und Schiffsverkehr gibt es im Landkreis nicht, in der Analyse wurde somit aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur Straßenverkehr und Schienenverkehr bilanziert.
- Beim BSKO-Standard wird bei der Eingabe in die Bilanzierungssoftware allen Werten eine spezifische Datengüte zugeordnet, um Angaben über die Aussagekraft der Ergebnisse treffen zu können. Primärdaten des Energieversorgers oder abgelesene Verbrauchsdaten haben eine hohe Datengüte, abgeleitete Werte aus regionalen Daten oder Deutschlandwerte eine entsprechend niedrige. Die Datengüte bei den leitungsgebundenen Energieträgern ist hoch, weil hier Primärdaten von den Energieversorgern zur Verfügung standen. Bei den nichtleitungsgebundenen Daten ist die Datengüte und die Belastbarkeit der Ergebnisse entsprechend geringer. Die leitungsgebundenen Energieträger haben einen Anteil von ca. 60 % an Energieverbrauch der stationären Verbraucher (gesamter Energieverbrauch ohne Verkehr).

Die Erzeugung von erneuerbarem Strom wird im BSKO-Standard nicht berücksichtigt. Der verwendete Emissionsfaktor für Strom entspricht dem Deutschlandmix, bei dem die erneuerbare Stromerzeugung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bereits enthalten ist.

Der Einkauf von Ökostrom bzw. Zertifikaten wird im BSKO-Standard nicht berücksichtigt. Dabei wird nicht unterschieden, ob es sich um ein reines Bilanzierungsmodell handelt, bei dem die Verbesserung des Emissionsfaktors in einem Bereich eine Verschlechterung in einem anderen Bereich bewirkt oder ob der Zertifikathandel den Neubau von Erzeugungsanlagen für regenerativen Strom befördert.

- Die Erzeugung von erneuerbarem Strom wird außerhalb der BSKO-Standards dargestellt.

## 4 Fortschreibung Endenergie- und Treibhausgasbilanz 1990 -2020

Der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) im Landkreis Kulmbach werden maßgeblich beeinflusst von der Entwicklung der Bevölkerung, der Wohnfläche und der Erwerbstätigen, aber vor allem auch von der Entwicklung im Verkehr. Die Einwohnerzahl ging von 1990 bis 2020 um 5 % zurück, dennoch nahm die Wohnfläche um 34 % zu und die Erwerbstätigen ab 2010 um 10 %. Die Entwicklung im Sektor Verkehr spielt eine wichtige Rolle im Landkreis. Hier wirkt sich die Bundesdeutschen Entwicklung von einer massiven Zunahme der Verkehrsleistung und Transportleistung aus.

Der Rückgang des Energieverbrauch und der THG-Emissionen von 2019 auf 2020 sind immer auch vor dem Hintergrund der Corona-Pandemie zu sehen und ist kein Indikator für eine Steigerung der Energieeffizienz oder Einsparerfolge.

### 4.1 Energie- und THG-Bilanz

Der Endenergieverbrauch im Landkreis hat in den Jahren von 1990 bis 2020 um insgesamt 8 % zugenommen. Im gleichen Zeitraum sind die Treibhausgas-Emissionen um 25 % zurückgegangen.

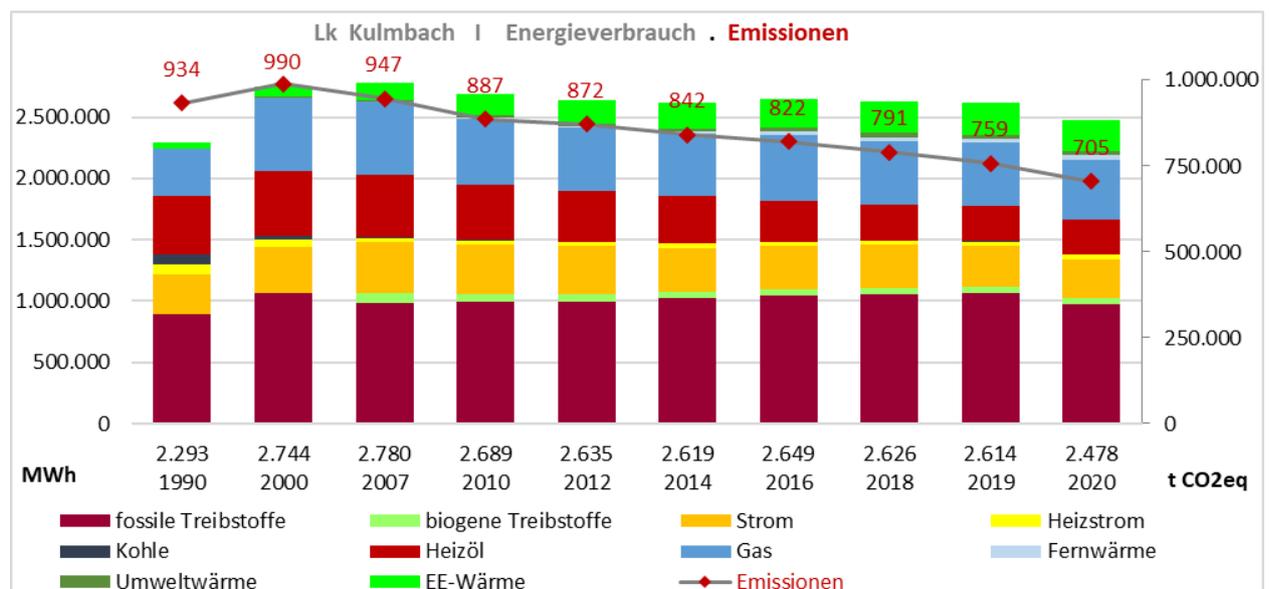


Abbildung 5 Energieverbrauch, Emissionen Energieträger, 1990 – 2020

Der Rückgang der Emissionen bei zeitgleicher Zunahme des Energieverbrauchs ergibt sich vor allem durch die Verdrängung von Heizöl und dem Zuwachs der erneuerbaren Energien, sowie beim Stromverbrauch durch die geringeren Emissionen aufgrund dem massiv gestiegenen Anteil regenerativer Stromerzeugung. Seit 2000 gehen die THG-Emissionen und seit 2007 auch der Energieverbrauch kontinuierlich zurück. Der deutliche Rückgang von 2019 auf 2020 ist der geringeren Wirtschaftsleistung und Mobilität aufgrund von Einschränkungen während der Pandemie geschuldet.

Der wichtigste Energieträger sind die fossilen Treibstoffe mit 39 % (1990) und 41 % (2020). Der Anteil von Heizöl verringert sich von 21 % (1990) auf 11 % (2020), der von Erdgas steigt von 17 % (1990) auf 20 % (2020). Die erneuerbaren Wärmeenergien hatten 1990 einen Anteil von lediglich 2 %, dieser steigt bis 2020 auf 10 %. Bezogen nur auf den Wärmeverbrauch (ohne Strom) ergibt dies einen Anteil von 23 %. Dies ist deutlich mehr als der

Bundesdurchschnitt von 15 %<sup>1</sup>.

Da die Einwohnerzahl des Landkreises seit 1990 kontinuierlich zurückgeht, liegt der Zuwachs bei den spezifischen Verbrauchswerten über den absoluten Verbrauchswerten und der Rückgang der spezifischen THG- Emissionswerte pro Einwohner unter den absoluten Werten. Der spezifische Energieverbrauch steigt von 30,4 MWh pro Einwohner (EW) 1990 um 14 % auf 34,7 MWh im Jahr 2020. Die Treibhausgas (THG)-Emissionen reduzierten sich von 12,4 t CO<sub>2</sub>eq pro Einwohner um 20 % auf 9,9 t CO<sub>2</sub>eq. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Einwohner im Jahr 2020 in Deutschland beträgt 27,9 MWh und die durchschnittlichen energiebedingten THG-Emissionen pro Einwohner betragen 8,5 t CO<sub>2</sub>eq. Beim spezifischen Energieverbrauch und bei den THG-Emissionen liegt der Landkreis Kulmbach über dem Bundesdurchschnitt. Ein wesentlicher Faktor hierfür ist der überdurchschnittliche Anteil des Sektors Verkehr am Energieverbrauch und den Emissionen.

	1990	2000	2010	2019	2020
Einwohner (EW)	75.326	78.825	74.491	71.566	71.428
Energieverbrauch MWh/ EW	30,4	34,9	36,1	36,5	34,7
THG-Emissionen t CO <sub>2</sub> eq/EW	12,4	12,6	11,9	10,6	9,9

Abbildung 6 Energieverbrauch, Emissionen pro EW witterungsbereinigt; 1990– 2020

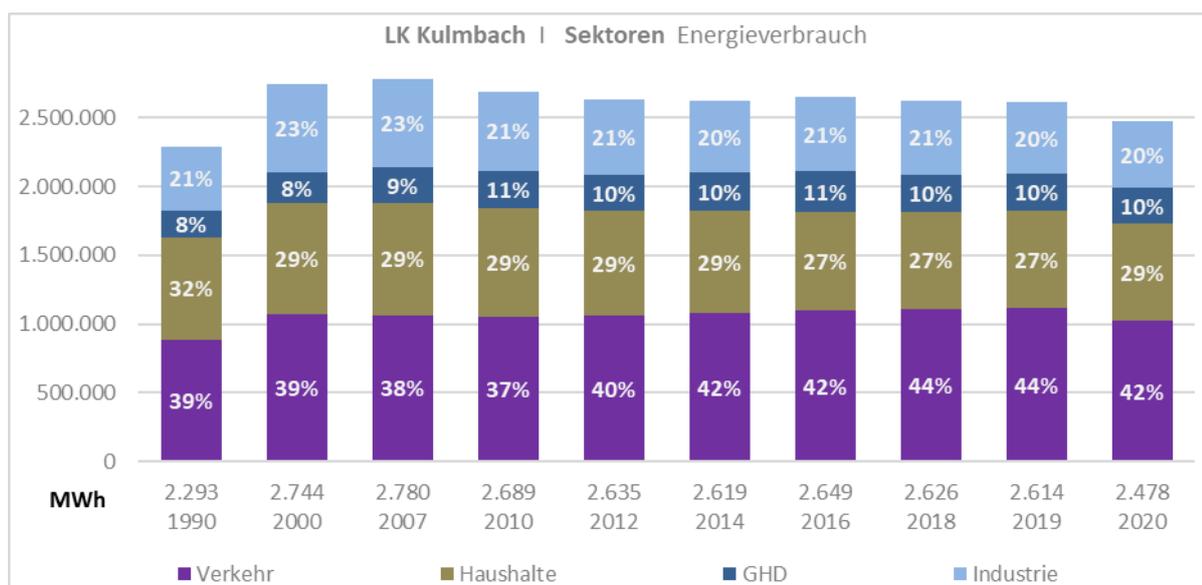


Abbildung 7 Energieverbrauch Sektoren Anteile; 1990 – 2020

Die Anteile der einzelnen Sektoren verändern sich nicht wesentlich. Der Anteil des Sektors GHDI bleibt relativ konstant, Verkehr nimmt etwas zu und die Haushalte gehen in gleichem Maße zurück.

Der dominierende Sektor im Landkreis ist der Verkehr mit einem Anteil von 42 % (2020) bzw. 44 % (2019) am Energieverbrauch. Im Bundesdurchschnitt liegt der Anteil bei 27,5 % (2020) bzw. 30% (2019)<sup>2</sup>. Der Sektor Haushalte entspricht mit 29 % dem Bundesdurchschnitt, und der Sektor GHDI liegt mit 30 % deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von 43 %<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); Stand: Februar 2022

<sup>2</sup> Endenergieverbrauch in Deutschland nach Sektoren 2020; Anwendungstabellen, AG Energiebilanzen

<sup>3</sup> ebda

Der deutliche Unterschied zu den bundesdeutschen Vergleichswerten beim Verkehr beruht auf dem Territorialprinzip der Bilanzierung gemäß dem BSKO-Standard. So liegt beim territorialen Ansatz der Anteil des Verkehrs in Großstädten (hoher Energieverbrauch, geringe Fläche=kurze Wege, höherer Anteil ÖPNV, Fuß- und Fahrradverkehr) in der Regel unter dem Bundesdurchschnitt und in ländlich geprägten Gebietskörperschaften (geringerer Energieverbrauch, große Fläche=lange Wege, geringerer Anteil ÖPNV, Fuß- und Fahrradverkehr) über dem Bundesdurchschnitt.

#### 4.2 Sektor private Haushalte (HH)

Im Betrachtungszeitraum 1990-2020 geht der Energieverbrauch der privaten Haushalte um 5 % und der THG-Ausstoß um 51 % zurück. Der Sektor private Haushalte war 1990 für 32 % des Energieverbrauchs und 35 % der THG-Emissionen im Landkreis verantwortlich. Diese Anteile verändern verringern sich bis 2020. Im Jahr 2020 beträgt der Anteil am Energieverbrauch 29 % und an den THG-Emissionen 23 %.

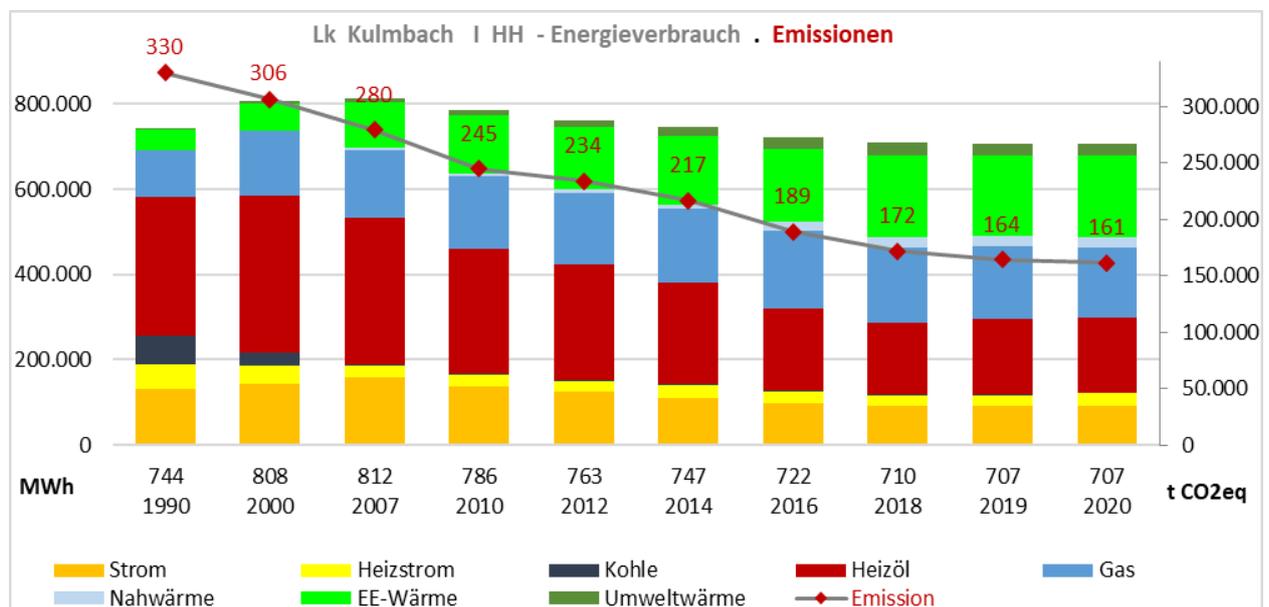


Abbildung 8 private Haushalte; Energieverbrauch, Emissionen Energieträger, 1990 - 2020

Die Entwicklung des Energieverbrauchs im Sektor private Haushalte ist geprägt von einem deutlichem Zuwachs bei erneuerbarer Wärme (+303 %), überwiegend Biomasse und einem Rückgang der fossilen Energieträger Heizöl (-45 %) und Kohle (spielt 2020 keine Rolle mehr), sowie Heizstrom (-52 %). Für den starken Rückgang der THG-Emissionen (-51 %) ist neben dem geringeren Anteil an Heizöl, Kohle und Heizstrom auch die Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom relevant.

Der wichtigste Energieträger sind die erneuerbaren Energien (6 % 1990 bzw. 27 % 2020) gefolgt von Heizöl (44 % 1990 bzw. 25 % 2020) und Erdgas (15 % 1990 bzw. 23 % 2020). Der Anteil von Strom mit Heizstrom sinkt von zusammen 25 % (1990) auf 17 % (2020).

#### 4.3 Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHDI)

Eine Zuordnung von Energieverbrauch und THG-Emissionen zu den beiden Sektoren Gewerbe, Handel Dienstleistung und dem Sektor Industrie ist nicht immer eindeutig zu treffen. Deshalb werden beide Sektoren auch gemeinsam als GHDI dargestellt.

Seit 1990 ist der Energieverbrauch des Sektors GHDI um 13 % gestiegen und die THG-Emissionen sind um 30 % zurückgegangen. Dies ist im deutlichen Zuwachs der erneuerbaren Energien in den Wärmeanwendungen im Landkreis, vor allem aber im massiven Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung im Bundesmix begründet.

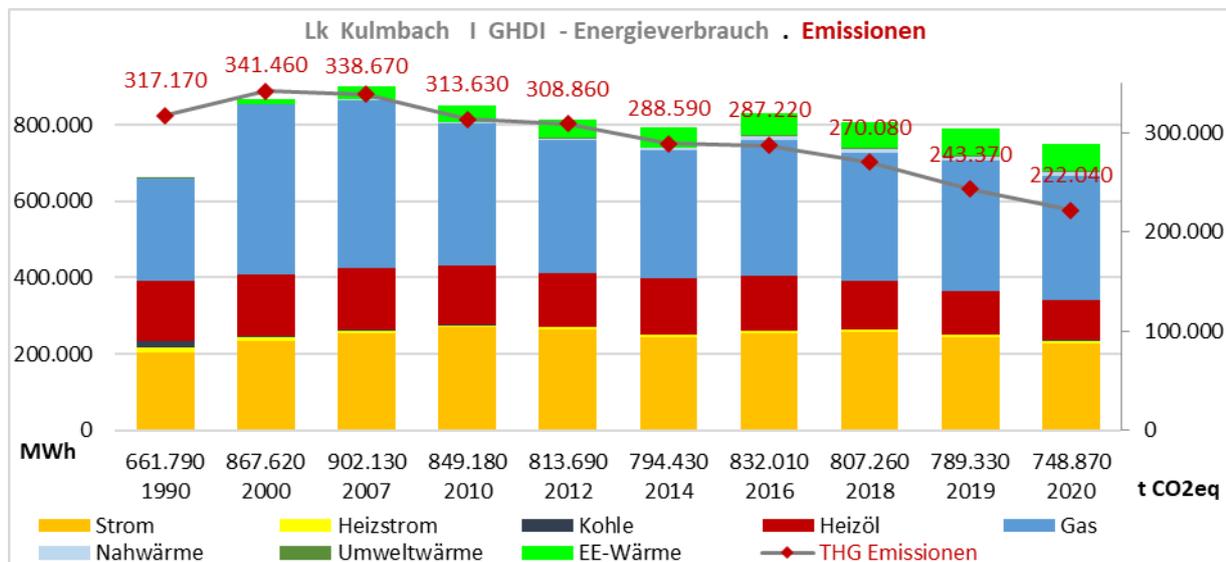


Abbildung 9 GHDI; Energieverbrauch, Emissionen; 1990 – 2020

	1990	2010	2015	2019	2020
Erwerbstätige (Erwerbst.)		25.417	26.342	26.342	28.010
Energieverbrauch MWh/ Erwerbst.		33,4	31,0	28,0	26,7
THG-Emissionen t CO2eq/ Erwerbst.		12,3	11,0	8,6	7,9

Abbildung 10 Energieverbrauch, Emissionen pro EW witterungsbereinigt; 1990– 2020

Der spezifische Energieverbrauch pro Erwerbstätigen reduziert sich von 2010 bis 2020 um 20 % und die THG-Emissionen um 36 %.

### Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung (GHD)

Im Betrachtungszeitraum 1990-2020 ist der Energieverbrauch des Sektors GHD um 35 % gestiegen, während der THG-Ausstoß um 22 % zurückging. Der Sektor GHD war 1990 für 8 % des Energieverbrauchs und 9 % der THG-Emissionen verantwortlich. Diese Anteile blieben bis 2020 annähernd gleich. Im Jahr 2020 betrug der Anteil am Energieverbrauch und an den THG-Emissionen 10 %.

Die wichtigsten Energieträger sind Erdgas und Heizöl (Anteil 1990: 24 % und 47 %, Anteil 2020: 32 % und 27 %). Der Anteil von Strom und Heizstrom sinkt von 26 % (1990) auf 19 % (2020), der Anteil der erneuerbaren Energien steigt von knapp 1 % (1990) auf 16 % (2020). Die Entwicklung des Energieverbrauchs im Sektor GHD ist geprägt von einem deutlichen Zuwachs bei der erneuerbaren Wärmeerzeugung und beim Erdgas (+81 %) und einem Rückgang beim Heizöl (-21 %). Für den starken Rückgang der THG-Emissionen ist die Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom relevant.

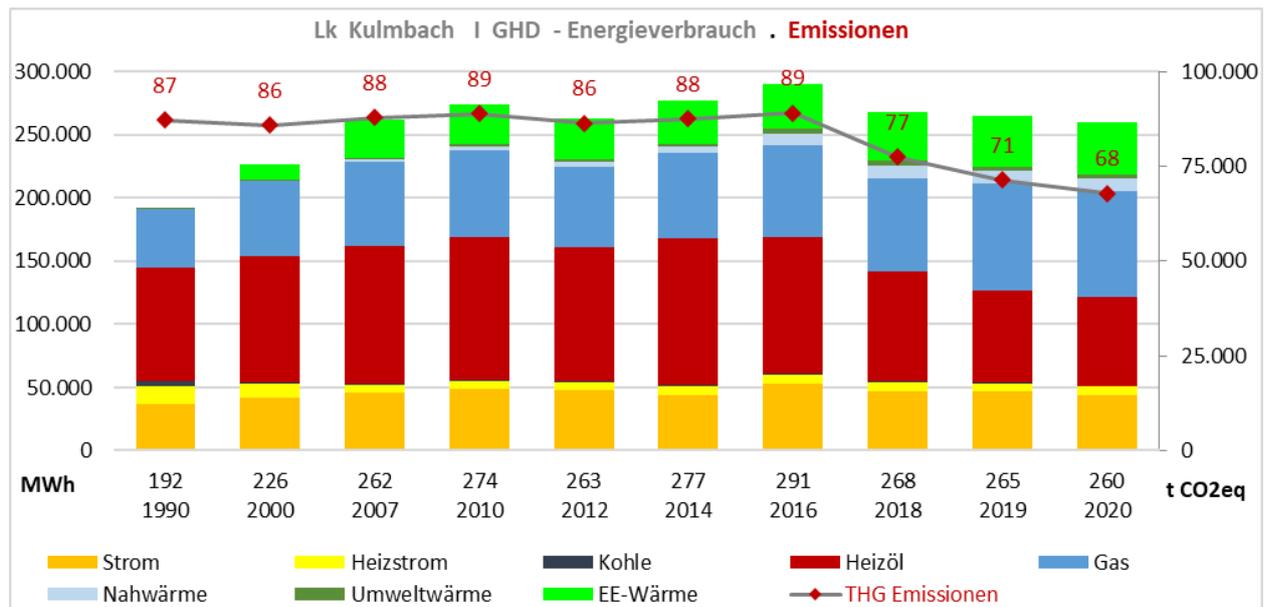


Abbildung 11 GHD; Energieverbrauch, Emissionen Energieträger; 1990 – 2020

Seit 1990 ist der Anteil von Erdgas von 24 % auf 32 % gestiegen und der Anteil von Heizöl von 47 % auf 27 % gefallen. Erneuerbare Wärme spielt 1990 keine nennenswerte Rolle, 2020 beträgt ihr Anteil am Energieverbrauch des Sektors 16 %. Der Anteil von Strom blieb mit 19 % bzw. 17 % relativ konstant.

### Sektor Industrie

Zwischen 1990 und 2020 ist der Energieverbrauch des Sektors Industrie um 4 % gestiegen, während der THG-Ausstoß um 33 % zurückging. Der Sektor Industrie war 1990 für 21 % des Energieverbrauchs und 25 % der THG-Emissionen verantwortlich. Der Anteil am Energieverbrauch hat sich 2020 um 1% auf 20% verringert und der Anteil an den THG-Emissionen um 3% auf 22 %.

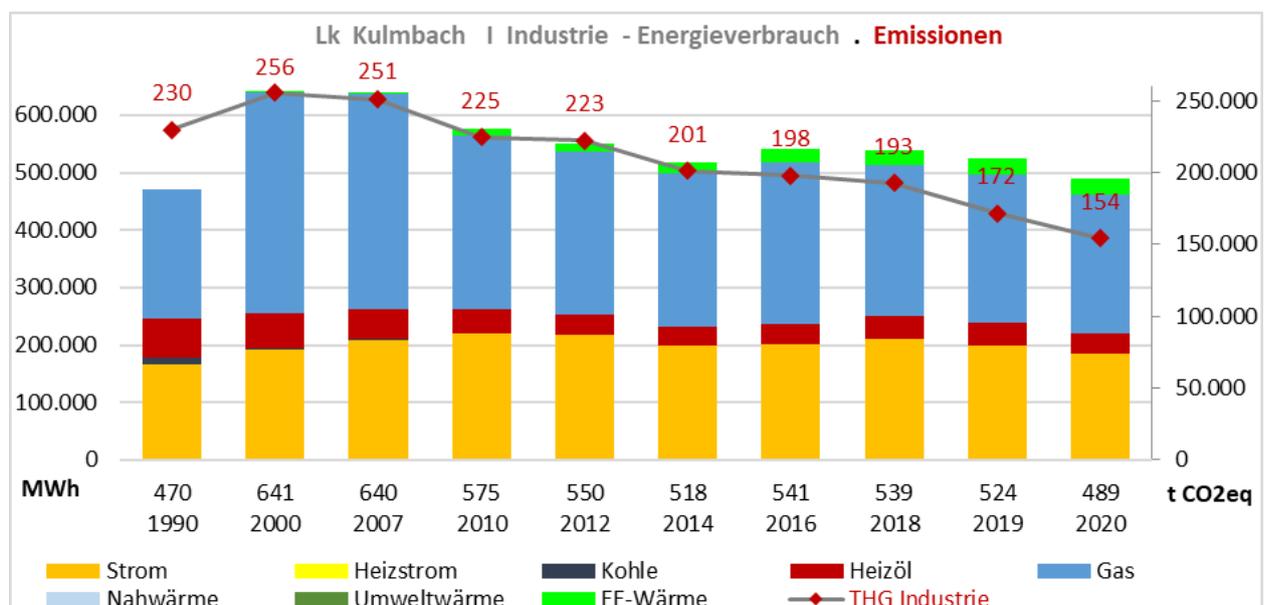


Abbildung 12 Industrie; Energieverbrauch Energieträger, Emissionen; 1990 – 2020

Erdgas und Strom sind die beiden prägenden Energieträger des Sektors Industrie. Zusammen machen sie 83 % (1990) bzw. 87 % (2020) des Energieverbrauchs aus. Die Entwicklung des Energieverbrauchs im Sektor Industrie ist geprägt von einem Zuwachs beim Strom (+10 %), während die anderen Energieträger in Summe annähernd gleichblieben. Heizöl ging zu Gunsten von erneuerbarer Wärme und Erdgas deutlich zurück. Andere Energieträger spielen keine Rolle. Für die günstigere Entwicklung der Emissionen im Vergleich zum Energieverbrauch ist der Rückgang von Heizöl und der Zuwachs von erneuerbarer Wärmeerzeugung aber vor allem die Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom relevant.

#### 4.4 Sektor Verkehr (VE)

Der Sektor Verkehr ist der einzige Sektor, der bis 2019 einen Zuwachs des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen zu verzeichnen hat. Der Rückgang von 2019 auf 2020 erfolgte auf Grund der eingeschränkten Mobilität während der Coronapandemie.

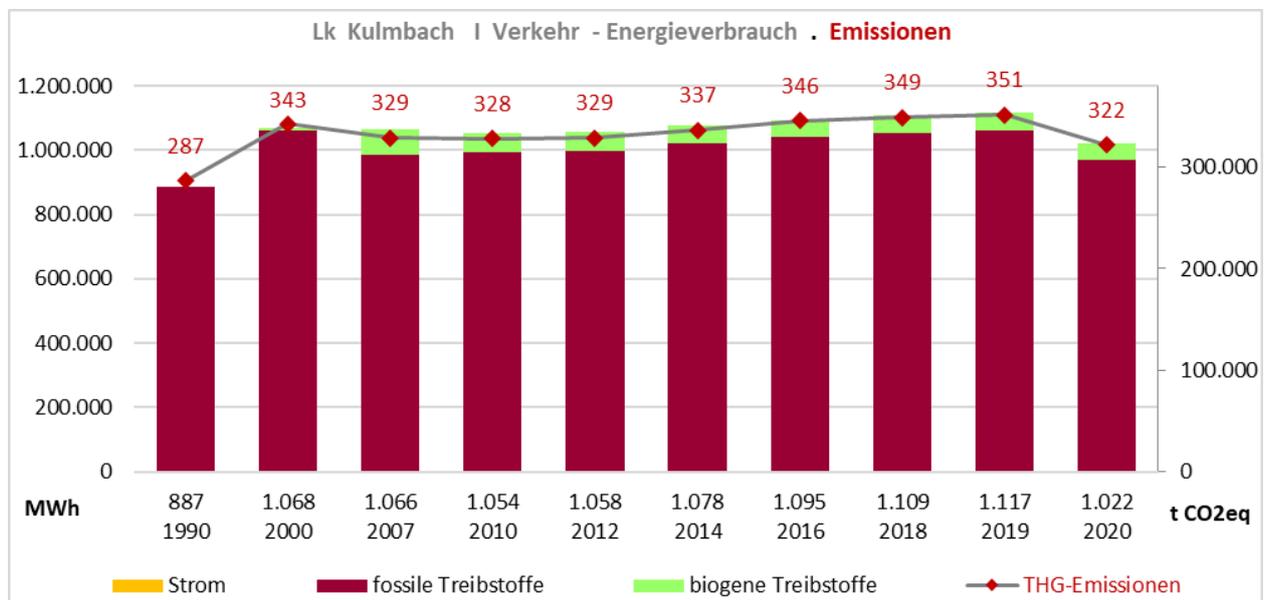


Abbildung 13 Verkehr (VE); Energieverbrauch, Emissionen Energieträger; 1990 – 2020

Zwischen 1990 und-2019 ist der Energieverbrauch des Sektors Verkehr um 26 % und die THG-Emissionen um 23 % gestiegen. Von 2019 auf 2020 sanken der Energieverbrauch und die THG-Emissionen um 8 %. Fossile Treibstoffe haben 2020 einen Anteil 95 % am Energiemix des Verkehrs. Biogene Treibstoffen tauchen fast nur als Zumischung bei den fossilen Treibstoffen auf. Elektromobilität spielt noch keine relevante Rolle.

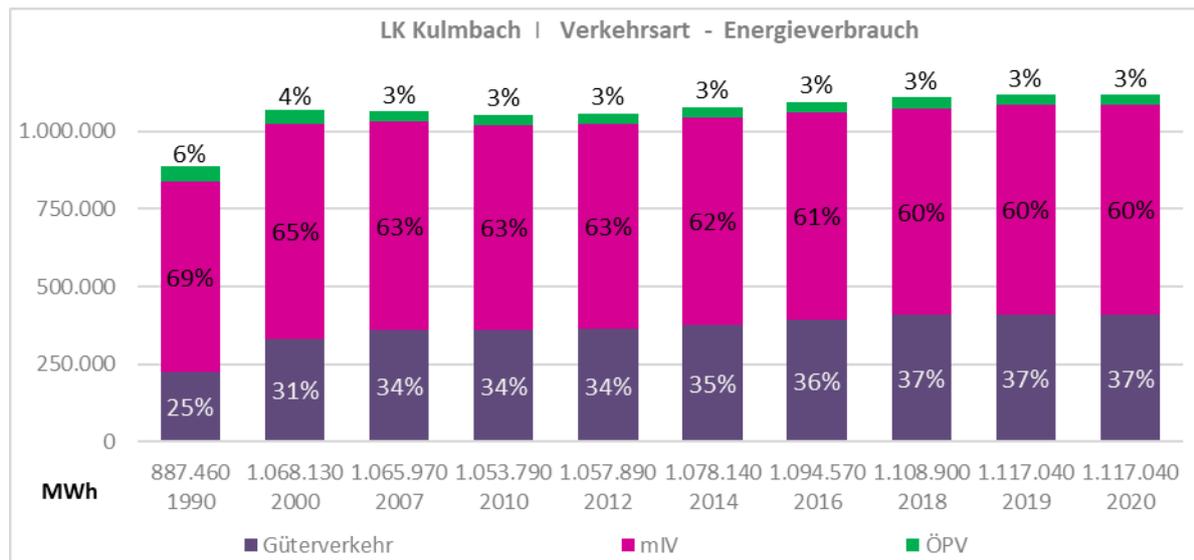


Abbildung 14 Verkehr (VE); Energieverbrauch, Verkehrsarten; 1990 – 2020

Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs verringert sich von 1990 bis 2020 von 69 % auf 60 %, der Anteil des Güterverkehrs steigt von 25 % auf 37 %. Der ÖPV spielt mit 6 % (1990) bzw. 3 % (2020) nur eine geringe Rolle.

Die Verbrauchswerte für den Verkehr für das Jahr 2020 konnten nicht mit der Berechnungssoftware ermittelt werden, da die notwendigen Faktoren zum Zeitpunkt der Bilanzierung noch nicht vorlagen. Deshalb wurden die Veränderung zu 2019 aus den Deutschlandzahlen für den Verkehr abgeleitet. Der Energieverbrauch für den Sektor Verkehr in Deutschland ist von 2019 auf 2020 Corona bedingt um 16 % zurückgegangen. Für den Sektor Verkehr im Landkreis wurde eine verminderte Reduktion von 8 % im Vergleich zu 2019 angesetzt. Wenn die relevanten Parameter und Faktoren für eine Berechnung mit dem Klimaschutzplaner vorliegen, können die aktuell ermittelten Werte überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

## 5 Erneuerbare Energien

Der Einsatz erneuerbarer Energien ist eine wesentliche Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen. Während bei der Bilanzierung im Bisko-Standard die erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung berücksichtigt werden, fließt die regionale Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nicht in die Bilanz mit ein, da die Emissionen des Stroms durch den Deutschlandmix abgebildet werden. Die erneuerbare Stromerzeugung im Landkreis Kulmbach wird deshalb außerhalb der Bisko-Systematik dargestellt.

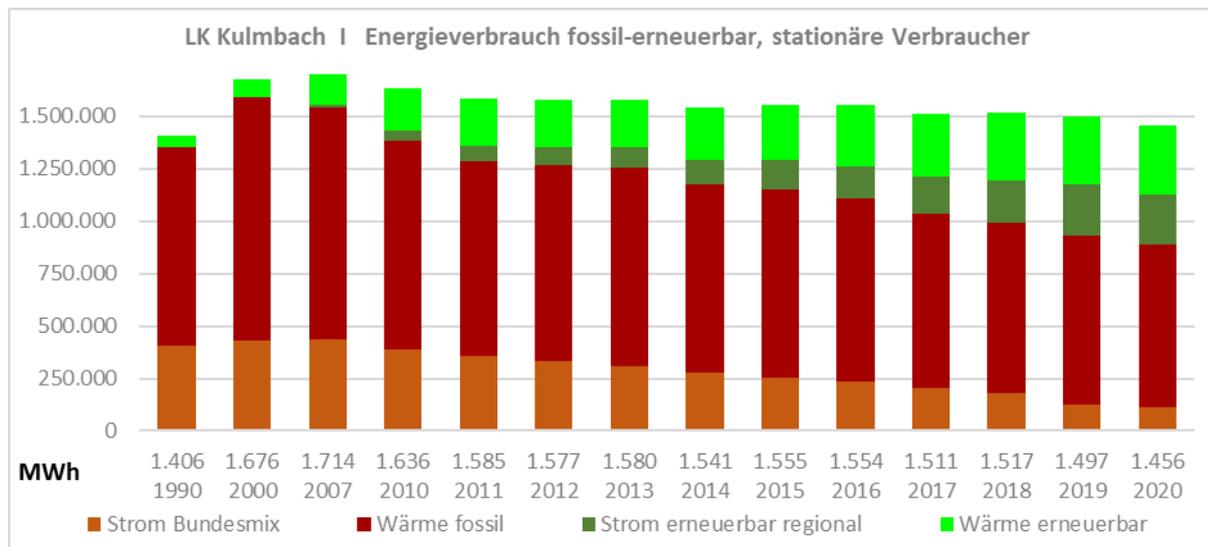


Abbildung 15 Energieverbrauch fossil und erneuerbar, stationäre Verbraucher , 1990 – 2020

Der Anteil der erneuerbaren Energien am stationären Energieverbrauch steigt von 4 % 1990 auf 39 % im Jahr 2020. Der Anteil der erneuerbaren Energien bei den Wärmeanwendungen steigt von 5 % (1990) auf 30 % (2020), der Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung am Stromverbrauch von unter 1 % (1990) auf 68 % (2020). Hierbei ist nur die nach dem EEG geförderte Stromerzeugung berücksichtigt. Beide Anteile liegen weit über den bundesdeutschen Anteilen erneuerbarer Energieversorgung im Jahr 2020 (Wärme 15 %, Strom 50 %).

### 5.1 Erneuerbare Energien Wärme

Die erneuerbaren Energien im Wärmebereich haben sich seit 1990 mehr als versechsfacht. Der Anteil der erneuerbaren Energien war im Landkreis Kulmbach schon immer überdurchschnittlich ausgeprägt. Zum überwiegendem Anteil kommt feste Biomasse zum Einsatz. In den letzten Jahren steigt auch der Anteil von Nahwärme, in der Regel auf Basis von Biomasse (Hackschnitzel bzw. Biogas) und der Anteil von Umweltwärme. Solarthermie spielt eine untergeordnete Rolle. 2020 verteilten sich die erneuerbaren Wärmeenergien auf Biomasse 75 %, Nahwärme 11 %, Umweltwärme 10 % und Solarthermie 4 %. Bei der Umweltwärme ist der notwendige Antriebsstrom der Wärmepumpe enthalten und wird im Emissionsfaktor berücksichtigt.

Durch den Einsatz der erneuerbaren Energieträger wurden im Vergleich zu Erdgas 2020 knapp 70.000 t CO<sub>2eq</sub> eingespart. Dies entspricht einen Anteil von 18 % der Emissionen der Sektoren GHD, Industrie und Haushalte.

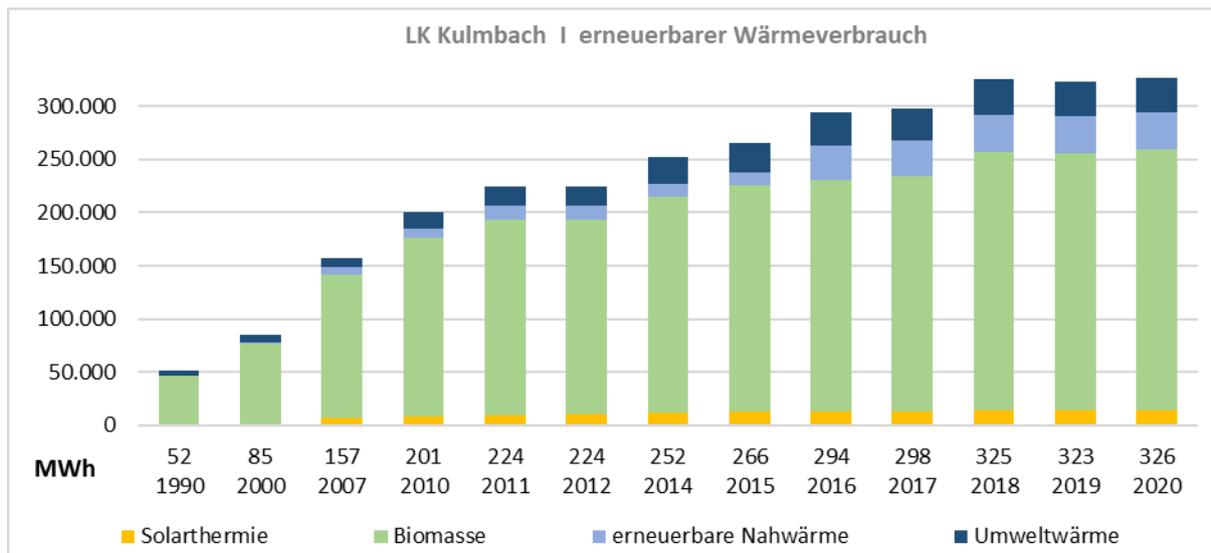


Abbildung 16 erneuerbare Energien Wärme, 1990-2020

## 5.2 Erneuerbare Energien Strom

Der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung im Landkreis liegt weit über dem Bundesdurchschnitt. Dabei sind nur die Anlagen erfasst, die nach dem EEG vergütet werden und im Landkreisgebiet ins Stromnetz einspeisen. Anlagen, die im Landkreis situiert sind, deren Einspeisepunkt jedoch außerhalb liegt, sind in den Werten nicht enthalten. Der Landkreis Kulmbach hat einen Anteil von 68 % erneuerbaren Strom am Stromverbrauch. Im Bundesdurchschnitt waren es 2020 lediglich 50 %. Den größten Anteil an der Erzeugung hat die Windkraft, die sich seit 2015 mehr als verzehnfacht hat. Photovoltaik war 2011 die wichtigste Technologie und hat die Stromerzeugung bis 2020 in etwa verdoppelt. Die Stromerzeugung durch Biogas blieb seit 2011 relativ konstant. Wasserkraft spielt nur eine sehr nachrangige Rolle. Insgesamt hat sich die Stromerzeugung seit 2010 fast verfünffacht. Windkraft hatte 2020 einen Anteil von 54 %, Photovoltaik von 37 %, Biogas von 9 % und Wasserkraft von 2 %.

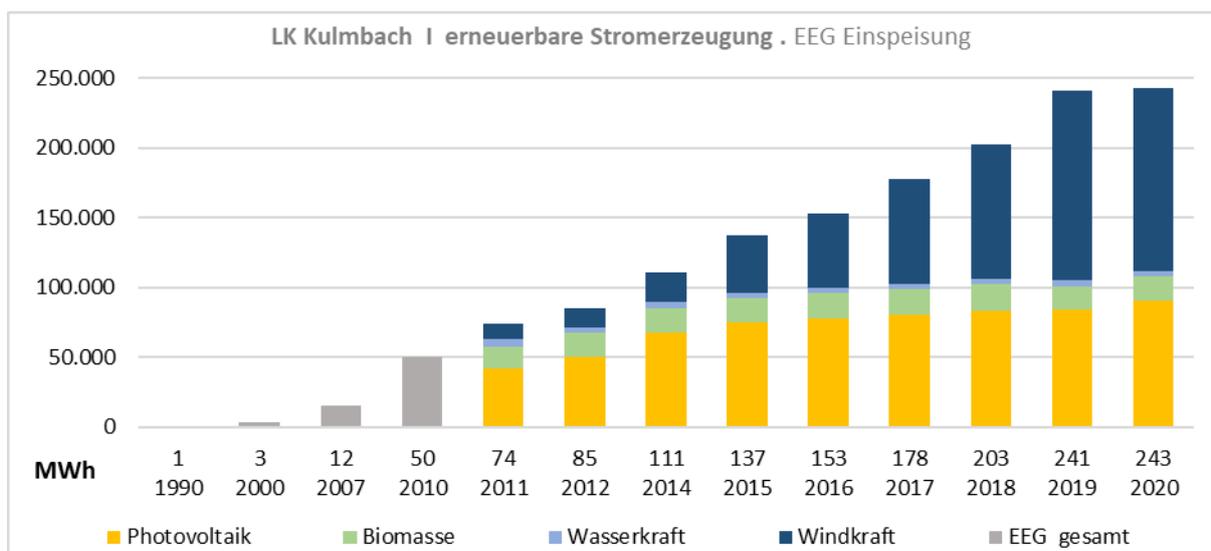


Abbildung 17 erneuerbare Energien Strom, 1990-2020

### 5.3 Regionaler Emissionsfaktor Strom

Bei der Berechnung der Emissionen für den Strom wird entsprechend dem BSKO-Standard der Emissionsfaktor für den Bundesdeutschen Strommix angesetzt. Die regionale Stromerzeugung bleibt dabei jedoch unberücksichtigt. Der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung ist jedoch entscheidend für die Umsetzung der Bundesdeutschen Klimaziele. Die Anstrengungen und Erfolge bei der regenerativen Stromerzeugung auf lokaler und regionaler Ebene nicht darzustellen wird der großen Bedeutung nicht gerecht. Deshalb wurden in einer Nebenrechnung ein regionaler Emissionsfaktor für den im Landkreis Kulmbach regenerativ erzeugten Strom berechnet.

t CO <sub>2</sub> eq	Bundesmix - regionaler Strommix					
	2012	2014	2016	2018	2019	2020
Strom Bundesmix	271.550	239.616	223.339	206.267	174.876	152.608
Strom regionaler Mix	220.178	175.590	138.471	100.696	65.061	53.342
Einsparung lokaler Mix	<i>51.372</i>	<i>64.026</i>	<i>84.868</i>	<i>105.570</i>	<i>109.815</i>	<i>99.266</i>

Abbildung 18 Emissionen Strom Bundesmix – Strom regionaler Mix; 2012-2020

Bei Berücksichtigung der regionalen Stromerzeugung verringern sich die Emissionen für den Strom im Landkreis im Jahr 2020 um 65 % auf 53.342 t CO<sub>2</sub>eq. Bezogen auf die Gesamtemissionen des Landkreises aus den Sektoren Haushalte, GHD und Verkehr bewirkt der regionale Emissionsfaktor einen Rückgang der THG-Emissionen um 14 % (2020).

## 6 Spezifische Kennwerte

Energieverbrauch und Emissionen einer Kommune werden maßgeblich bestimmt von den Bezugsgrößen wie Bevölkerung, Erwerbstätige oder der Wohnfläche. Veränderungen bei diesen Parametern wirken sich in der Regel direkt auf den Energieverbrauch und die THG-Emissionen aus. Deshalb werden Energieverbrauch und THG-Emissionen auch als spezifische Angaben pro Bezugseinheit angegeben. Neben dem Vergleich der absoluten Werte bietet die Analyse der spezifischen Verbrauchswerte und Emissionen eine Möglichkeit zur Bewertung von Effizienzgewinnen und der Wirksamkeit von Maßnahmen. Darüber hinaus können die Verbrauchswerte und Emissionen mit den spezifischen Verbräuchen des Bundesdurchschnitts verglichen werden.

		Landkreis Kulmbach witterungsbereinigt						LK Kulmbach	Deutschland
		1990	2000	2010	2018	2019	2020	nicht wb 2020	
<b>gesamt</b>	MWh/ Einwohner	30,4	34,8	36,1	36,6	36,5	34,7	34,0	27,9
	t CO <sub>2</sub> eq/ Einwohner	12,4	12,6	11,9	11,0	10,6	9,9	9,7	8,5
<b>Haushalte</b>	MWh/ Einwohner	9,9	10,3	10,6	9,9	9,9	9,9	9,4	8,1
	t CO <sub>2</sub> eq/ Einwohner	4,4	3,9	3,3	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1
	kWh/ m <sup>2</sup> Wohnfläche	265,1	243,0	220,7	190,7	189,0	187,4	178,6	170,1
	kg CO <sub>2</sub> eq/ m <sup>2</sup> Wohnfl.	117,7	92,1	68,8	46,2	43,9	42,7	41,0	45,2
<b>GHDI</b>	MWh/ Erwerbstätige			33,4	29,1	28,0	26,7	26,3	22,5
	t CO <sub>2</sub> eq/ Erwerbstät.			12,3	9,7	8,6	7,9	7,8	7,5
<b>Verkehr</b>	MWh/ Einwohner	11,8	13,6	14,1	15,4	15,6	14,3	14,3	7,7
	t CO <sub>2</sub> eq/ Einwohner	3,8	4,3	4,4	4,9	4,9	4,5	4,5	2,4
<b>mIV</b>	MWh/ Einwohner	8,1	8,8	8,9	9,3	9,4	8,6		
	t CO <sub>2</sub> eq/ Einwohner	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	2,7		

mIV = motorisierter Individualverkehr

Abbildung 19 spezifische Verbrauchswerte und Emissionen 1990 - 2020

Der spezifische Energieverbrauch pro Einwohner hat sich seit 1990 um 14 % erhöht und die THG Emissionen sind um 20 % zurückgegangen. Beide Werte liegen jedoch deutlich über den bundesdeutschen Werten. Dies liegt vor allem im überdurchschnittlich starken Verkehr (auch Transitverkehr) begründet. Hier sind die Werte fast doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt. Der spezifische Energieverbrauch der Haushalte ist seit 1990 gleichgeblieben und die THG-Emissionen sind um 49 % zurückgegangen. Auch hier ist der spezifische Verbrauch höher als im deutschen Durchschnitt. Die THG-Emissionen liegen nur geringfügig höher, obwohl die Wohnfläche pro Einwohner im Landkreis um 42 % zugenommen hat und 14 % über dem Bundesdurchschnitt liegt. Die spezifischen Emissionen pro m<sup>2</sup> Wohnfläche sind im Landkreis deutlich niedriger als in Deutschland. Der spezifischen Verbrauch für den Sektor GHDI hat seit 2010 um 20 % abgenommen und die THG-Emissionen um 36 %. Beides liegt jedoch über dem Bundesdurchschnitt, wenn auch die THG-Emissionen nur knapp.

Die spezifischen Verbräuche im Sektor Verkehr haben seit 1990 um 21 % und die THG-Emissionen um 18% zugenommen. Beide Werte liegen fast 90 % über den bundesdeutschen Durchschnitt. Aufgrund der rein territorialen Betrachtung im Bisko-Standard hat der Verkehr im ländlich geprägten Räumen einen wesentlich höheren Anteil als in urbanen Gebieten. Der Bezug auf Einwohner verstärkt diese Tendenz nochmals.

## 7 Szenarien Klimaneutralität 2040

In einer Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes im Frühjahr 2021 wurde die Bundesregierung verpflichtet, die Klimaziele Deutschlands an die verbindlichen Beschlüsse des Klimagipfels von Paris anzupassen und vor allem den Reduktionspfad so zu definieren, dass der jüngeren Generation in Zukunft nicht die überwiegende Reduktionslast aufgebürdet wird. Die Zielmarke der Klimaneutralität wurde von 2050 auf 2045 vorverlegt und der Weg dahin mit Zwischenzielen konkretisiert. Die Klimaziele der Bundesregierung orientieren sich an einem Basiswert von 1990. Zu diesem Ausgangsemissionen wurden Reduktionsziele definiert. Die Klimaneutralität wird für eine Reduktion auf 5 % des Ausgangswertes von 1990 angesetzt.

Die bayrische Landesregierung hat ihrerseits die Klimaneutralität für Bayern für das Jahr 2040 postuliert. Entscheidend für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen ist der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung. Strom wird in der Zukunft zum dominierenden Energieträger. Der für die Szenarien angesetzte Emissionsfaktor für Strom orientiert sich an den Zielen der Bundesregierung, bis 2030 den Anteil erneuerbarer Energien beim Strom auf 80 % zu steigern und bis 2035 auf knapp 90 %. Für eine Klimaneutralität ist eine Stromerzeugung zu 100% aus erneuerbaren Energien Voraussetzung. Dies impliziert einen massiven Ausbau der Erzeugungsleistung, der Verteil- und Übertragungsnetze sowie der Speicherkapazität. Bei einer Klimaneutralität bis 2040 müssen diese Voraussetzungen bereits 5 Jahre früher gegeben sein als bei den Bundesdeutschen Ziel Klimaneutralität bis 2045. Bei der Simulation der Szenarien für den Landkreis Kulmbach wird dies vorausgesetzt. Die Szenarien werden für die Sektoren getrennt simuliert und dargestellt sowie als Summengrafik für den Landkreis.

Auf dem Weg zur Klimaneutralität ist weniger das Zieljahr, sei es 2040 oder auch 2045 entscheidend als vielmehr der Weg dahin. Die hohen aktuellen Emissionswerte müssen möglichst schnell verringert werden, um nicht allen Handlungsspielraum für die Zukunft zu verspielen. In Szenario Klimaneutralität 2040 sind die Emissionen im Jahr 2040 geringer als die aktuellen monatlichen Emissionen. Um eine Reduktion der THG-Emissionen zu erreichen, wie sie im Szenario KN 2040 hinterlegt ist, sind Maßnahmen notwendig, die deutlich über alle bisher getätigten Klimaschutzanstrengungen hinaus gehen.

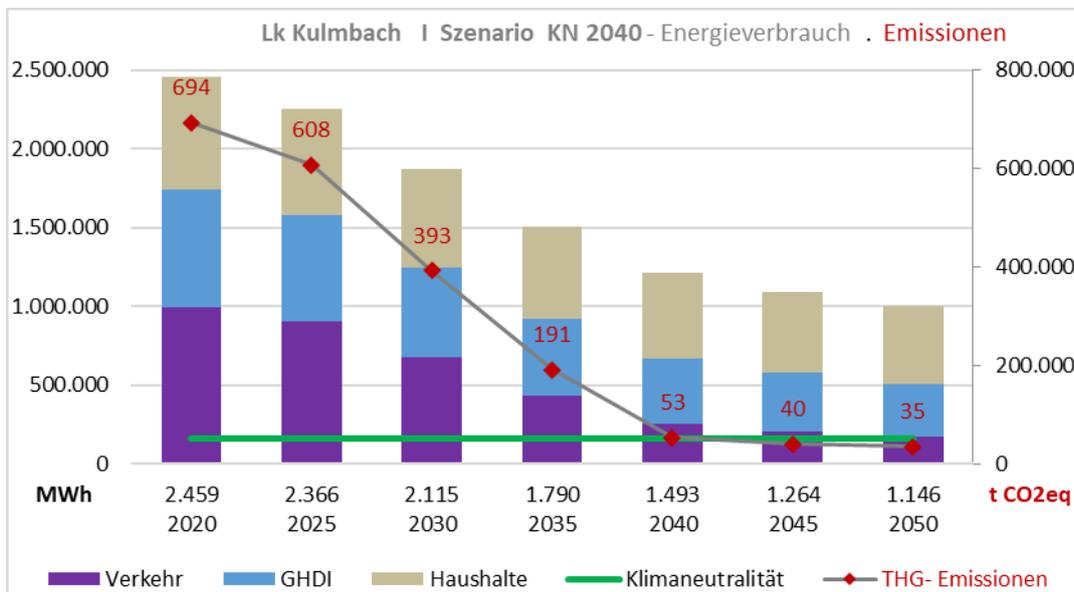


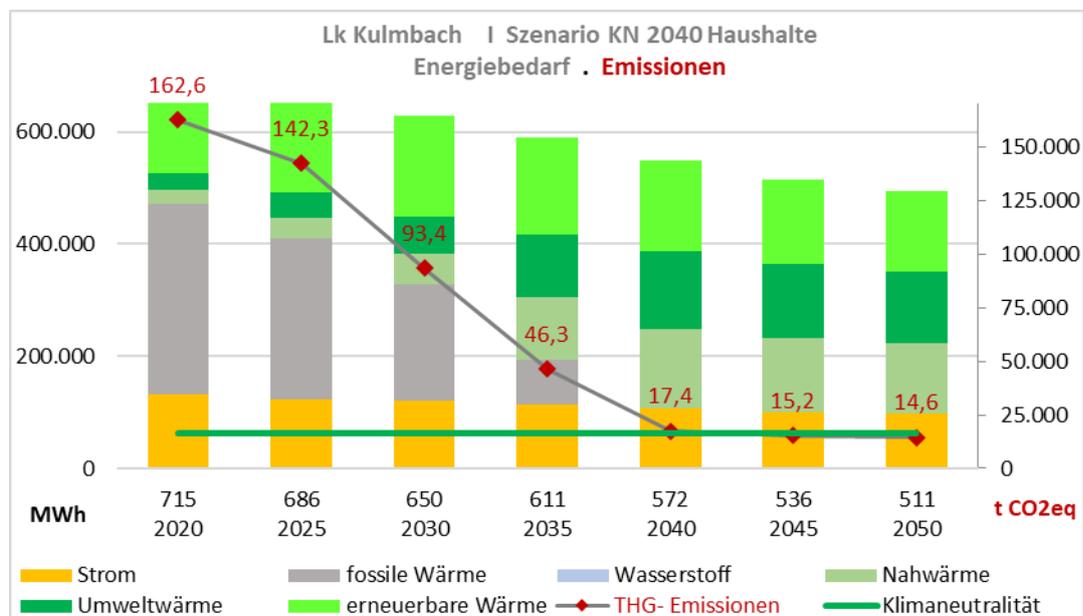
Abbildung 20 Szenario KN 2040 LK Kulmbach; 2020-2050

## 7.1 Klimaneutralität 2040 Haushalte

Das Szenario beinhaltet einen Rückgang des Energieverbrauchs bis 2030 um 12 % und bis 2040 um 33 % sowie eine Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 um 43 % und bis 2040 um 89 % jeweils bezogen auf 2020. Die Energieversorgung erfolgt 2040 zu 100 % auf Basis erneuerbarer Energien. Die Klimaneutralität wird 2042 erreicht. In den Jahren 2040 und 2041 entsteht eine geringfügige THG-Schuld, die bis 2044 wieder abgebaut wird.

Das Szenario KN 2040 ist geprägt von einem massiven Anstieg der Sanierungsrate von aktuell 1 % auf 2 % ab 2030. Die Bautätigkeit muss sich auf die Gebäudesanierung konzentrieren. Gegebenenfalls müssen zusätzliche Kapazitäten im Bauhandwerk aufgebaut werden. Trotz Rückgang der Bevölkerung wird es einen weiteren, allerdings deutlich gebremsten Anstieg der Wohnfläche geben. Entscheidend für die zukünftige Entwicklung ist neben dem massiven Ausbau der regenerativen Stromerzeugung der kontinuierliche Umstieg bei der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Energien. Geht man von einer Nutzungsdauer der Heizungsanlagen von 25 Jahren aus (in Realität teilweise länger) bedeutet das, dass jährlich 4 % der Heizanlagen erneuert werden. Im Szenario KN 2040 wird von einer durchschnittlichen jährlichen Umstiegsrate von 3 % der Heizungsanlagen von fossil auf erneuerbare Energien ausgegangen. Das bedeutet, dass in Zukunft nur noch Heizungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien eingebaut werden sollten. Ansonsten müssten neu eingebaute fossile Heizungsanlage noch vor Ende ihrer Betriebsdauer durch eine Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energieträger ersetzt werden, um die Klimaziele zu erreichen.

Im Jahr 2020 lag der Anteil der erneuerbaren Energien/ Nahwärme bei 32 % und der fossilen Energieträger bei 48 %, die restlichen 20 % entfielen auf Strom. In Szenario steigt der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2030 auf 44 % und bis 2040 auf 70 %. Der Anteil an fossilen Energieträgern sinkt auf 23 % (2030). 2040 werden keine fossilen Energieträger eingesetzt. Der Stromanteil steigt leicht auf 24 % (2030) und 30 % (2040). Der Zuwachs beim Strom resultiert aus dem vermehrten Einsatz von Wärmepumpen, der Zuwachs bei den erneuerbaren Energien erfolgt überwiegend bei der Nahwärme und Umweltwärme. Der Einsatz von Biomasse bleibt auf dem Niveau von 2020, Biomasse kommt in Zukunft aber auch vermehrt in der Nahwärme zum Einsatz, der dezentrale Einsatz reduziert sich dementsprechend.



Die nachfolgenden Parameter sind im Szenario hinterlegt:

• Rückgang der Einwohner um	6 % (2030)	10 % (2040)
• Anstieg Wohnfläche um	1,2 % (2030)	1,6 % (2040)
• Jährliche Sanierungsrate	Ø 1,9%, max. 2,0 %	
• Rückgang spez. Stromverbrauch/EW	-10 % (2030)	-16 % (2040)
• Anteil erneuerbare Energien:	44 % (2030)	70 % (2045)
• Anteil fossile Energien:	33 % (2030)	0 % (2045)
• Anteil Strom:	23 % (2030)	30 % (2045)

## 7.2 Klimaneutralität 2040 GHDI

Für den Sektor GHDI wurden die Szenarien getrennt für die Sektoren GHD und Industrie entwickelt und gemeinsam als GHDI dargestellt.

Das Szenario beinhaltet einen Rückgang des Energieverbrauchs bis 2030 um 27 % und bis 2040 um 30 % sowie eine Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 um 46 % und bis 2040 um 95 % jeweils bezogen auf 2020. Die Klimaneutralität wird 2042 erreicht. In den Jahren 2040 und 2041 entsteht eine geringfügige THG-Schuld, die bis 2043 wieder abgebaut wird.

Entscheidend für die Entwicklung des Szenarios ist neben dem massiven Ausbau der regenerativen Stromerzeugung auch die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff. Während die Entwicklungspfade zum Ausbau der regenerativen Stromerzeugung definiert wurden und auch die Umsetzung realistisch und wirtschaftlich dargestellt werden kann, liegen Szenarien in der entsprechenden Detailschärfe für die Versorgung mit grünem Wasserstoff noch kaum vor. Effizienzgewinne in den Produktionsprozessen und eine teilweise Verlagerung der Beschäftigung in den Sektor GHD reduzieren zwar den Energiebedarf, dennoch ist für die Klimaziele im Sektor Industrie die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff von essenzieller Bedeutung.

Im Jahr 2020 lag der Anteil der erneuerbaren Energien /Nahwärme bei 11 % und der fossilen Energieträger bei 57 %, die restlichen 32 % entfielen auf Strom. Im Szenario steigt der Anteil der erneuerbaren Energien bis 2030 auf 22 % und bis 2040 auf 53 %, hierin ist der Anteil von grünem Wasserstoff von 12 % enthalten. Der Anteil an fossilen Energieträgern sinkt von 57 % (2020) auf 41 % (2030). 2045 werden keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt. Der Stromanteil steigt von 32 % auf 37 % (2030) und 47 % (2040). Gleichzeitig sind fortwährende Effizienzsteigerungen von mindestens 2 % jährlich, von 2025 bis 2040 sogar von 3 % notwendig, um die angesetzte Reduktion des Energieverbrauchs zu erreichen.

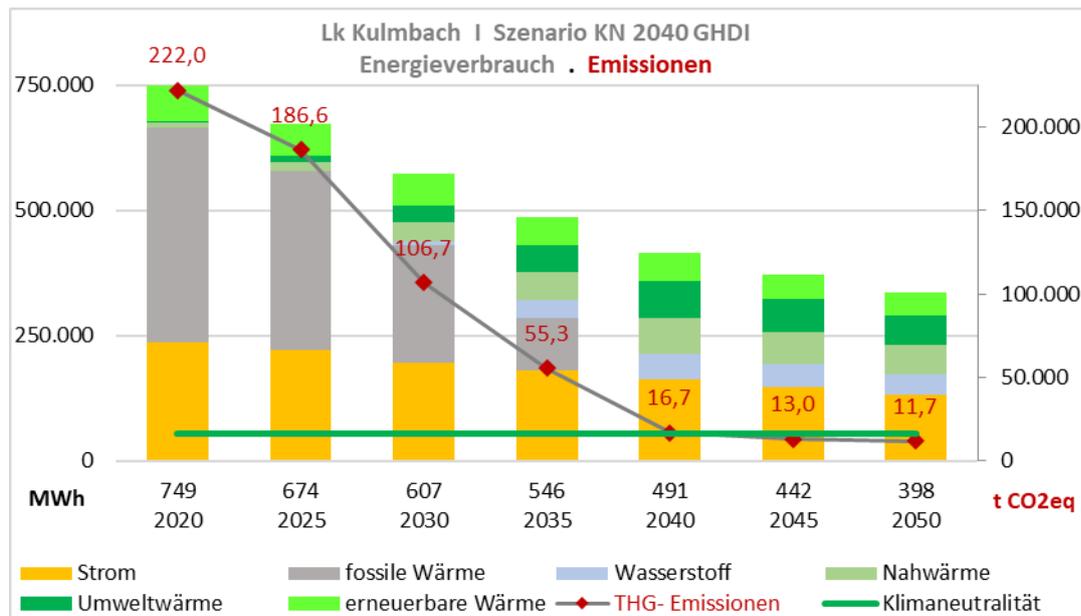


Abbildung 22 Szenario KN 2040 GHDI; 2020-2050

Die nachfolgenden Parameter sind im Szenario hinterlegt:

- Effizienzsteigerung /Jahr:  $\emptyset$  2,5%, max. 3,0 %
- Anteil erneuerbare Energien: 22 % (2030) 53 % (2040)
- Anteil fossile Energien: 41 % (2030) 0 % (2040)
- Anteil Strom: 37 % (2030) 47 % (2040)

### 7.3 Klimaneutralität 2040 Verkehr

Das Szenario für den Verkehr ergibt sich aus den getrennt entwickelten Szenarien für den Personenverkehr und den Güterverkehr.

Beim Personenverkehr sinkt der Energieverbrauch bis 2030 um 34 % und bis 2040 um 75 %. Die Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 beträgt 39 % und bis 2040 um 94 % jeweils bezogen auf 2020. Beim Güterverkehr sinkt der Energieverbrauch bis 2030 um 29 % und bis 2040 um 73 %. Die Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 beträgt 35 % und bis 2040 um 94 %. Insgesamt reduziert sich der Energieverbrauch bis 2030 um 32 % und bis 2040 um 74 %, die THG-Emissionen reduzieren sich um 37 % bis 2030 und 94 % bis 2040.

Der Personen- und Güterverkehr im Landkreis Kulmbach wird dominiert vom Straßenverkehr. Für den Schienenverkehr ist im Szenario zwar eine deutliche Zunahme angesetzt, er wird aber auch in Zukunft eine nachrangige Rolle spielen. Um im Sektor Verkehr die Klimaneutralität bis 2040 zu erreichen, müssen alle relevanten Parameter optimiert werden. Speziell im Sektor Verkehr nimmt das Jahr 2020 mit dem starken Rückgang auf Grund der Corona-Pandemie eine Sonderstellung ein. Als Referenzjahr für die zukünftige Entwicklung wird daher das Jahr 2019 angesetzt. Im Szenario KN 2040 wird die Verkehrsleistung (Personenverkehr) reduziert und auch die Transportleistung (Güterverkehr) nimmt, entgegen der Entwicklung der letzten Jahre (nicht 2019), ab. Die Anteile des motorisierten Individualverkehrs gehen zugunsten vom Fuß- und Fahrradverkehr sowie Bus- und Bahnverkehr deutlich zurück. Durch eine Erhöhung der Fahrzeugauslastung werden bei gleicher Verkehrs- bzw. Transportleistung weniger Fahrten nötig. Bis 2040 werden keine fossilen Energieträger im Sektor Verkehr eingesetzt. Der schnelle und unverzügliche Umstieg auf Elektromobilität ist einer der wesentlichen Bausteine für eine Klimaneutralität bis 2040. Durch den besseren Wirkungsgrad der Elektromotoren ergibt sich eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs. Der relativ hohe Anteil von biogenen Treibstoffen spiegelt den

Energieverbrauch und nicht die Verkehrsleistung wider. Aufgrund des wesentlich schlechteren Wirkungsgrads ist der Anteil biogener Treibstoffe an der Verkehrsleistung deutlich niedriger. Zusätzlich werden für die Antriebstechnik weitere Effizienzgewinne angenommen. Dies impliziert auch kleinere und leichtere Fahrzeugtypen. Die aktuelle Tendenz zu immer größeren und schweren Fahrzeugen steht der Erreichung der Klimaziele entgegen.

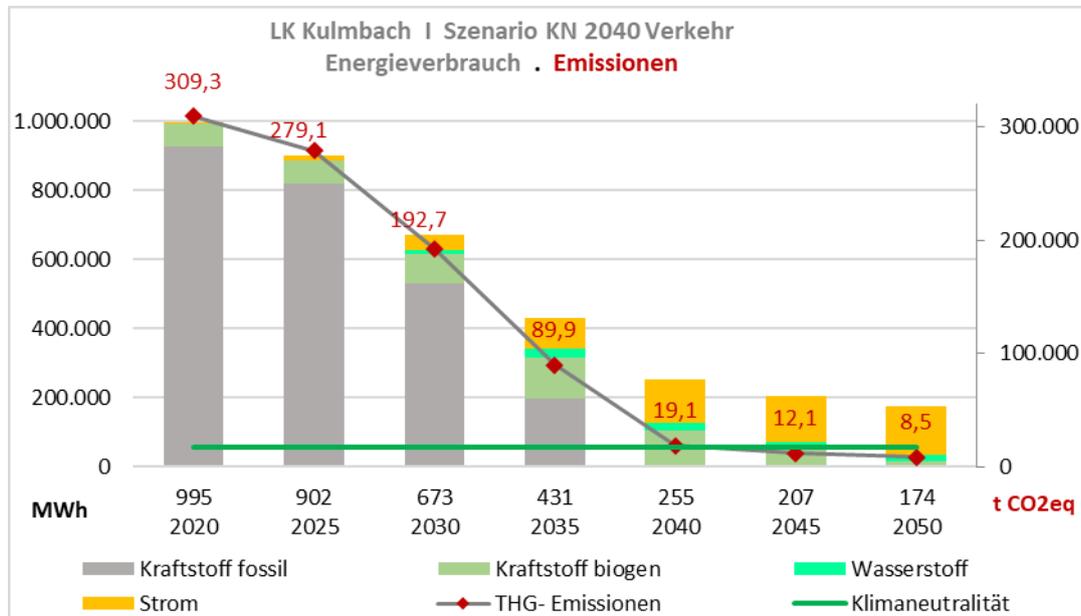


Abbildung 23 Szenario KN 2040 Verkehr; 2020-2050

Die nachfolgenden Parameter sind im Szenario Güterverkehr hinterlegt:

- Transportleistung bezogen auf 2019: 89 % (2030) 83 % (2040)
- Anteil Schienenverkehr: 4 % (2030) 10 % (2045)
- Anteil fossile Energien: 63 % (2030) 0 % (2045)
- Anteil EE/ H<sub>2</sub>: 22 % (2030) 35 % (2045)
- Anteil Strom: 15 % (2030) 65 % (2045)
- Steigerung der Auslastung und Energieeffizienz

Die nachfolgenden Parameter sind im Szenario Personenverkehr hinterlegt:

- Verkehrsleistung bezogen auf 2019: 76 % (2030) 63 % (2040)
- Anteil Fuß- und Radverkehr: 8 % (2030) 12 % (2040)
- Anteil ÖPNV: 22 % (2030) 34 % (2040)
- Anteil mIV: 70 % (2030) 54 % (2040)
- Anteil fossile Energien: 80 % (2030) 0 % (2040)
- Anteil EE/ H<sub>2</sub>: 12 % (2030) 48 % (2040)
- Anteil Strom: 7 % (2030) 52 % (2040)
- Steigerung der Auslastung und Energieeffizienz aller Verkehrsarten

## 8 Anhang

### 8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Endenergieverbrauch und Prognose, 1990-2007; 2020 .....	7
Abbildung 2 CO <sub>2</sub> -Emissionen und Prognose, 1990-2007; 2020 .....	8
Abbildung 3 Monitoring Endenergieverbrauch, 1990 – 2017; 2020.....	8
Abbildung 4 Monitoring CO <sub>2</sub> -Emissionen, 1990 – 2017; 2020.....	9
Abbildung 5 Energieverbrauch, Emissionen Energieträger, 1990 – 2020.....	11
Abbildung 6 Energieverbrauch, Emissionen pro EW witterungsbereinigt; 1990– 2020 .....	12
Abbildung 7 Energieverbrauch Sektoren Anteile; 1990 – 2020 .....	12
Abbildung 8 private Haushalte; Energieverbrauch, Emissionen Energieträger, 1990 - 2020 .....	13
Abbildung 9 GHDI; Energieverbrauch, Emissionen; 1990 – 2020 .....	14
Abbildung 10 Energieverbrauch, Emissionen pro EW witterungsbereinigt; 1990– 2020 .....	14
Abbildung 11 GHD; Energieverbrauch, Emissionen Energieträger; 1990 – 2020.....	15
Abbildung 12 Industrie; Energieverbrauch Energieträger, Emissionen; 1990 – 2020.....	15
Abbildung 13 Verkehr (VE); Energieverbrauch, Emissionen Energieträger; 1990 – 2020.....	16
Abbildung 14 Verkehr (VE); Energieverbrauch, Verkehrsarten; 1990 – 2020.....	17
Abbildung 15 Energieverbrauch fossil und erneuerbar, stationäre Verbraucher , 1990 – 2020 .....	18
Abbildung 16 erneuerbare Energien Wärme, 1990-2020 .....	19
Abbildung 17 erneuerbare Energien Strom, 1990-2020 .....	19
Abbildung 18 Emissionen Strom Bundesmix – Strom regionaler Mix; 2012-2020 .....	20
Abbildung 19 spezifische Verbrauchswerte und Emissionen 1990 - 2020.....	21
Abbildung 20 Szenario KN 2040 LK Kulmbach; 2020-2050 .....	22
Abbildung 21 Szenario KN 2040 Haushalte; 2020-2050.....	23
Abbildung 22 Szenario KN 2040 GHDI; 2020-2050 .....	25
Abbildung 23 Szenario KN 2040 Verkehr; 2020-2050 .....	26

## 8.2 Tabellen Endenergie- und THG-Bilanz

Haushalte, Endenergieverbrauch witterungsbereinigt											
MWh	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	47.032	64.478	135.126	146.903	161.515	168.826	170.152	172.023	191.282	187.952	189.311
Umweltwärme	4.323	6.440	13.862	16.130	22.071	24.599	27.763	27.437	30.330	29.127	28.980
Nahwärme	0	360	5.535	7.849	8.001	8.002	23.002	23.001	24.502	24.502	24.502
Gas	111.605	152.899	172.026	168.240	173.358	174.226	181.718	179.690	175.734	170.620	164.285
Heizöl	323.210	367.479	292.635	271.008	238.978	229.311	192.903	191.532	167.862	176.659	176.719
Kohle	68.253	30.200	3.447	3.692	3.688	3.298	3.055	2.758	2.777	2.397	2.131
Heizstrom	58.847	42.924	25.643	25.370	27.995	25.728	24.952	24.491	26.127	24.832	28.361
Strom	130.532	143.442	138.044	123.971	111.243	105.340	98.896	94.389	91.200	91.122	92.720
	<b>743.802</b>	<b>808.222</b>	<b>786.316</b>	<b>763.163</b>	<b>746.850</b>	<b>739.331</b>	<b>722.442</b>	<b>715.321</b>	<b>709.815</b>	<b>707.210</b>	<b>707.009</b>

Haushalte, THG-Emissionen witterungsbereinigt											
t CO <sub>2</sub> eq	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	1.677	2.309	3.591	3.903	4.310	4.487	3.773	3.815	4.240	4.167	4.198
Umweltwärme	1.178	1.427	2.660	3.251	4.276	4.612	5.041	4.750	5.156	4.369	4.057
Fernwärme	0	69	200	283	289	289	835	831	890	890	890
Gas	28.682	39.295	43.006	42.060	43.339	43.557	44.884	44.383	43.406	42.143	40.578
Heizöl	103.427	117.593	93.643	86.723	76.473	73.380	61.343	60.907	53.380	56.177	56.197
Kohle	30.168	13.348	1.513	1.621	1.619	1.448	1.256	1.134	1.141	985	876
Heizstrom	51.315	30.433	15.745	16.364	17.357	15.437	14.497	13.568	14.213	11.870	12.763
Strom	113.824	101.700	84.759	79.961	68.971	63.204	57.459	52.292	49.613	43.556	41.724
	<b>330.271</b>	<b>306.175</b>	<b>245.117</b>	<b>234.166</b>	<b>216.634</b>	<b>206.413</b>	<b>189.088</b>	<b>181.679</b>	<b>172.039</b>	<b>164.157</b>	<b>161.282</b>

GHD, Endenergieverbrauch witterungsbereinigt											
MWh	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	0	12.159	31.333	32.566	33.996	34.990	36.164	37.500	38.973	40.315	41.305
Umweltwärme	480	716	1.607	1.806	2.401	2.711	3.070	3.046	3.279	3.183	3.166
Nahwärme	0	0	3.011	4.863	4.985	4.985	10.025	10.026	10.025	10.025	10.021
Gas	45.831	59.829	68.683	63.460	67.725	69.194	72.196	61.794	74.079	85.323	82.963
Heizöl	89.906	99.527	113.446	105.739	116.106	117.076	108.539	99.890	87.145	72.418	70.711
Kohle	4.000	1.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	107
Heizstrom	14.712	10.731	6.411	6.343	6.998	6.432	6.238	6.122	6.532	6.208	7.090
Strom	36.724	42.029	48.457	47.579	43.714	45.020	53.340	49.866	47.222	46.545	44.173
	<b>191.653</b>	<b>226.491</b>	<b>273.948</b>	<b>263.356</b>	<b>276.924</b>	<b>281.408</b>	<b>290.572</b>	<b>269.243</b>	<b>268.255</b>	<b>265.018</b>	<b>259.536</b>

GHD, THG-Emissionen witterungsbereinigt											
t CO <sub>2</sub> eq	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	0	434	836	869	907	933	796	826	858	888	916
Umweltwärme	131	159	308	364	465	508	557	527	557	477	443
Fernwärme	0	0	109	176	180	180	364	362	391	364	364
Gas	11.779	15.376	17.171	15.865	16.931	17.299	17.832	15.263	18.298	21.075	20.492
Heizöl	28.770	31.849	36.303	33.837	37.154	37.464	34.516	31.765	27.712	23.029	22.486
Kohle	1.768	663	439	439	439	439	411	411	411	411	44
Heizstrom	12.829	7.608	3.936	4.091	4.339	3.859	3.624	3.392	3.553	2.968	3.191
Strom	32.023	29.799	29.753	30.688	27.103	27.012	30.991	27.626	25.689	22.249	19.878
	<b>87.300</b>	<b>85.887</b>	<b>88.854</b>	<b>86.328</b>	<b>87.518</b>	<b>87.694</b>	<b>89.092</b>	<b>80.172</b>	<b>77.469</b>	<b>71.460</b>	<b>67.813</b>

## Industrie, Endenergieverbrauch witterungsbereinigt

MWh	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	0	500	10.401	14.200	19.001	21.401	23.801	25.200	26.601	28.001	29.045
Umweltwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nahwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas	224.488	385.564	302.186	283.597	267.104	271.571	281.216	257.933	261.843	257.506	241.301
Heizöl	68.357	60.597	41.900	35.795	32.263	35.814	35.079	35.482	39.678	40.456	34.596
Kohle	10.000	3.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heizstrom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strom	167.296	191.464	220.749	216.747	199.142	205.091	201.342	208.122	210.879	198.346	184.390
	<b>470.141</b>	<b>641.125</b>	<b>575.236</b>	<b>550.339</b>	<b>517.510</b>	<b>533.878</b>	<b>541.438</b>	<b>526.736</b>	<b>539.002</b>	<b>524.308</b>	<b>489.333</b>

## Industrie, THG-Emissionen witterungsbereinigt

t CO <sub>2</sub> eq	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	0	18	277	377	503	567	532	564	596	628	644
Umweltwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fernwärme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas	57.693	99.090	75.547	70.899	66.776	67.893	69.460	63.709	64.675	63.604	59.601
Heizöl	21.874	19.391	13.408	11.455	10.324	11.461	11.155	11.283	12.618	12.865	11.002
Kohle	4.420	1.326	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heizstrom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strom	145.882	135.748	135.540	139.802	123.468	123.055	116.980	115.300	114.718	94.809	82.976
	<b>229.870</b>	<b>255.573</b>	<b>224.771</b>	<b>222.532</b>	<b>201.072</b>	<b>202.975</b>	<b>198.127</b>	<b>190.856</b>	<b>192.607</b>	<b>171.906</b>	<b>154.223</b>

## GHDI, Endenergieverbrauch witterungsbereinigt

MWh	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	0	12.659	41.734	46.766	52.997	56.391	59.965	62.700	65.575	68.316	70.350
Umweltwärme	480	716	1.607	1.806	2.401	2.711	3.070	3.046	3.279	3.183	3.166
Nahwärme	0	0	3.011	4.863	4.985	4.985	10.025	10.026	10.025	10.025	10.021
Gas	270.319	445.393	370.869	347.057	334.829	340.766	353.412	319.726	335.922	342.829	324.264
Heizöl	158.263	160.124	155.347	141.535	148.369	152.890	143.619	135.372	126.823	112.874	105.307
Kohle	14.000	4.500	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	107
Heizstrom	14.712	10.731	6.411	6.343	6.998	6.432	6.238	6.122	6.532	6.208	7.090
Strom	204.020	233.493	269.206	264.326	242.856	250.111	254.682	257.988	258.101	244.891	228.563
	<b>661.794</b>	<b>867.616</b>	<b>849.184</b>	<b>813.695</b>	<b>794.435</b>	<b>815.285</b>	<b>832.010</b>	<b>795.980</b>	<b>807.257</b>	<b>789.326</b>	<b>748.868</b>

## GHDI, THG-Emissionen witterungsbereinigt

t CO <sub>2</sub> eq	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	0	452	1.113	1.245	1.410	1.500	1.328	1.390	1.454	1.516	1.560
Umweltwärme	131	159	308	364	465	508	557	527	557	477	443
Fernwärme	0	0	109	176	180	180	364	362	391	364	364
Gas	69.472	114.466	92.717	86.764	83.707	85.191	87.293	78.972	82.973	84.679	80.093
Heizöl	50.644	51.240	49.711	45.291	47.478	48.925	45.671	43.048	40.330	35.894	33.488
Kohle	6.188	1.989	439	439	439	439	411	411	411	411	44
Heizstrom	12.829	7.608	3.936	4.091	4.339	3.859	3.624	3.392	3.553	2.968	3.191
Strom	177.905	165.547	165.292	170.490	150.571	150.067	147.970	142.925	140.407	117.058	102.853
THG Emissionen	<b>317.169</b>	<b>341.460</b>	<b>313.626</b>	<b>308.861</b>	<b>288.589</b>	<b>290.669</b>	<b>287.219</b>	<b>271.028</b>	<b>270.076</b>	<b>243.366</b>	<b>222.036</b>

## Verkehr Energieträger, Endenergieverbrauch

MWh	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
biogene Treibst.	0	6.129	60.356	59.904	55.853	51.891	51.635	52.102	56.312	55.821	50.594
fossile Treibst.	887.456	1.061.998	993.431	997.917	1.022.168	1.030.465	1.042.729	1.052.036	1.052.130	1.060.516	970.475
Strom	0	0	0	68	116	154	203	303	462	703	1.022
	<b>887.456</b>	<b>1.068.127</b>	<b>1.053.788</b>	<b>1.057.889</b>	<b>1.078.138</b>	<b>1.082.510</b>	<b>1.094.566</b>	<b>1.104.442</b>	<b>1.108.903</b>	<b>1.117.039</b>	<b>1.022.091</b>

## Verkehr Energieträger, THG-Emissionen

t CO2eq	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
biogene Treibst.	0	972	10.497	9.120	8.362	8.204	7.306	7.413	7.307	6.528	5.919
fossile Treibst.	286.576	341.768	317.898	319.885	328.275	334.031	338.278	341.565	341.468	344.418	315.405
Strom	0	0	0	44	72	92	118	168	251	336	460
	<b>286.576</b>	<b>342.739</b>	<b>328.395</b>	<b>329.049</b>	<b>336.708</b>	<b>342.328</b>	<b>345.702</b>	<b>349.146</b>	<b>349.026</b>	<b>351.282</b>	<b>321.784</b>

## Energieträger, Endenergieverbrauch witterungsbereinigt

MWh	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	47.032	77.137	176.859	193.669	214.512	225.217	230.117	234.723	256.857	256.268	259.661
Umweltwärme	4.803	7.155	15.468	17.937	24.472	27.310	30.832	30.483	33.609	32.309	32.146
Fernwärme	0	360	8.546	12.712	12.986	12.986	33.027	33.027	34.527	34.527	34.523
Gas	381.924	598.292	542.894	515.296	508.187	514.992	535.130	499.416	511.657	513.449	488.549
Heizöl	481.473	527.603	447.981	412.543	387.347	382.201	336.522	326.903	294.685	289.533	282.026
Kohle	82.253	34.700	4.447	4.691	4.688	4.298	4.056	3.758	3.776	3.398	2.237
Heizstrom	73.559	53.655	32.054	31.713	34.993	32.160	31.190	30.613	32.659	31.040	35.452
Strom	334.552	376.935	407.250	388.365	354.215	355.605	353.781	352.680	349.763	336.716	322.305
biogen Treibst.	0	6.129	60.356	59.904	55.853	51.891	51.635	52.102	56.312	55.821	50.594
fossile Treibst.	887.456	1.061.998	993.431	997.917	1.022.168	1.030.465	1.042.729	1.052.036	1.052.130	1.060.516	970.475
	<b>2.293.053</b>	<b>2.743.965</b>	<b>2.689.288</b>	<b>2.634.747</b>	<b>2.619.422</b>	<b>2.637.126</b>	<b>2.649.018</b>	<b>2.615.742</b>	<b>2.625.975</b>	<b>2.613.576</b>	<b>2.477.968</b>

## Energieträger, THG-Emissionen witterungsbereinigt

t CO2eq	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EE-Wärme	1.677	2.760	4.703	5.149	5.720	5.987	5.102	5.205	5.694	5.682	5.758
Umweltwärme	1.309	1.585	2.968	3.615	4.741	5.121	5.598	5.277	5.714	4.846	4.500
Fernwärme	0	69	309	459	469	469	1.199	1.193	1.281	1.254	1.254
Gas	98.154	153.761	135.724	128.824	127.047	128.748	132.177	123.356	126.379	126.822	120.672
Heizöl	154.071	168.833	143.354	132.014	123.951	122.304	107.014	103.955	93.710	92.071	89.684
Kohle	36.356	15.337	1.952	2.060	2.058	1.887	1.667	1.545	1.552	1.396	920
Heizstrom	64.143	38.041	19.681	20.455	21.696	19.296	18.121	16.960	17.767	14.837	15.953
Strom	291.729	267.247	250.052	250.496	219.613	213.363	205.547	195.385	190.271	160.950	145.037
biogen Treibst.	0	972	10.497	9.120	8.362	8.204	7.306	7.413	7.307	6.528	5.919
fossile Treibst.	286.576	341.768	317.898	319.885	328.275	334.031	338.278	341.565	341.468	344.418	315.405
Emissionen	<b>934.016</b>	<b>990.374</b>	<b>887.138</b>	<b>872.076</b>	<b>841.931</b>	<b>839.410</b>	<b>822.009</b>	<b>801.853</b>	<b>791.142</b>	<b>758.806</b>	<b>705.102</b>

## Sektoren, Endenergieverbrauch witterungsbereinigt

MWh	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Haushalte	743.802	808.222	786.316	763.163	746.850	739.331	722.442	715.321	709.815	707.210	707.009
GHD	191.653	226.491	273.948	263.356	276.924	281.408	290.572	269.243	268.255	265.018	259.536
Industrie	470.141	641.125	575.236	550.339	517.510	533.878	541.438	526.736	539.002	524.308	489.333
Verkehr	887.456	1.068.127	1.053.788	1.057.889	1.078.138	1.082.510	1.094.566	1.104.442	1.108.903	1.117.039	1.022.091
	<b>2.293.053</b>	<b>2.743.965</b>	<b>2.689.288</b>	<b>2.634.747</b>	<b>2.619.422</b>	<b>2.637.126</b>	<b>2.649.018</b>	<b>2.615.742</b>	<b>2.625.975</b>	<b>2.613.576</b>	<b>2.477.968</b>

## Sektoren, THG-Emissionen witterungsbereinigt

t CO2eq	1990	2000	2010	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Haushalte	330.271	306.175	245.117	234.166	216.634	206.413	189.088	181.679	172.039	164.157	161.282
GHD	87.300	85.887	88.854	86.328	87.518	87.694	89.092	80.172	77.469	71.460	67.813
Industrie	229.870	255.573	224.771	222.532	201.072	202.975	198.127	190.856	192.607	171.906	154.223
Verkehr	286.576	342.739	328.395	329.049	336.708	342.328	345.702	349.146	349.026	351.282	321.784
Emissionen	<b>934.016</b>	<b>990.374</b>	<b>887.138</b>	<b>872.076</b>	<b>841.931</b>	<b>839.410</b>	<b>822.009</b>	<b>801.853</b>	<b>791.142</b>	<b>758.806</b>	<b>705.102</b>

## 8.3 Tabellen Szenario Klimaneutralität 2040

Haushalte, Energiebedarf, THG-Emissionen Szenario KN 2040

MWh	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
erneuerbare Wärme	189.305	187.114	179.811	172.285	159.595	149.636	143.476
Umweltwärme	28.979	46.778	65.386	111.479	140.819	132.031	126.596
Nahwärme	24.501	35.084	54.488	111.479	140.819	132.031	126.596
Wasserstoff	0	0	0	0	0	0	0
fossile Wärme	340.995	286.518	207.055	81.075	0	0	0
Strom	131.248	123.888	121.198	113.325	106.702	100.902	96.871
	<b>715.028</b>	<b>679.383</b>	<b>627.938</b>	<b>589.643</b>	<b>547.935</b>	<b>514.601</b>	<b>493.540</b>
t CO <sub>2</sub> eq	<b>162.577</b>	<b>142.311</b>	<b>93.380</b>	<b>46.296</b>	<b>17.381</b>	<b>15.171</b>	<b>14.551</b>

GHDI, Energiebedarf, THG-Emissionen Szenario KN 2040

MWh	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
erneuerbare Wärme	70.350	63.797	61.942	55.832	55.736	50.162	45.146
Umweltwärme	3.166	13.480	34.373	55.446	72.292	65.063	58.557
Nahwärme	10.021	18.151	38.344	55.446	72.292	65.063	58.557
Wasserstoff	0	0	7.487	35.194	50.446	45.401	40.861
fossile Wärme	429.677	357.745	235.338	104.334	0	0	0
Strom	235.653	220.808	195.401	180.700	163.143	146.829	132.146
	<b>748.868</b>	<b>673.982</b>	<b>572.884</b>	<b>486.952</b>	<b>413.909</b>	<b>372.518</b>	<b>335.266</b>
t CO <sub>2</sub> eq	<b>222.036</b>	<b>186.562</b>	<b>106.741</b>	<b>55.294</b>	<b>16.676</b>	<b>13.041</b>	<b>11.737</b>

Verkehr, Energiebedarf, THG-Emissionen Szenario KN 2040

MWh	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Kraftstoff fossil	927.728	820.489	532.045	199.696	0	0	0
Kraftstoff biogen	65.972	65.155	83.454	118.239	105.705	50.948	18.398
Wasserstoff	0	0	12.510	22.778	20.566	19.519	18.552
Strom	1.172	15.931	44.636	90.513	128.425	136.338	137.345
	<b>994.872</b>	<b>901.575</b>	<b>672.644</b>	<b>431.226</b>	<b>254.695</b>	<b>206.805</b>	<b>174.295</b>
t CO <sub>2</sub> eq	<b>309.256</b>	<b>279.098</b>	<b>192.692</b>	<b>89.902</b>	<b>19.058</b>	<b>12.136</b>	<b>8.482</b>