# Weiterentwicklung der $CO_2$-Bilanz 2021

der Mitgliedsunternehmen des Verbands Thüringer Wohnungs- und Immobilienwirtschaft e.V.

Die Wohnungswirtschaft Thüringen

vtw

# Inhalt


## 1. Einleitung ..... 3

1.1. Erfordernisse für den Klimaschutz ..... 3
1.2. Strategiewechsel ..... 3
1.3. Komfortgewinn ..... 4
1.4. Leerstand ..... 4

## 2. $CO_2$-Emissionen im Wohnungssektor ..... 5

2.1. Gebäudebestand des vtw ..... 5
2.2. Grundlagen $CO_2$-Monitoring des vtw ..... 6
2.2.1. Methodik ..... 6
2.2.2. Raumheizung ..... 8
2.2.3. Trinkwarmwasser ..... 10
2.3. Ergebnisse des $CO_2$-Monitorings ..... 11
2.3.1. Gesamtreduktion im Gebäudebestand ..... 11
2.3.2. Zusammenfassung ..... 12
2.4. $CO_2$-Kostenaufteilungsgesetz ..... 13

## 3. $CO_2$-Reduktionspotentiale ..... 14

3.1. Energieträgerumstellung ..... 15
3.1.1. Dekarbonisierungspläne ..... 15
3.1.2. Wärmepläne ..... 16
3.2. Energieverbrauchssenkende Maßnahmen am Gebäude ..... 17
3.3. Neubau ..... 18
3.4 Nutzerverhalten ..... 18

## 4. Schlusswort ..... 19

## 5. Anhang ..... 20

5.1. Datenbasis ..... 20
5.2. Verwendete Emissionsfaktoren ..... 22
5.3. Ergebnis ..... 22

## 6. Verzeichnisse ..... 23

6.1. Abbildungsverzeichnis ..... 23
6.2. Tabellenverzeichnis ..... 23
6.3. Abkürzungsverzeichnis/Glossar ..... 24
6.4. Quellenverzeichnis ..... 25

# 1. Einleitung

Im aktuellen Monitoring für das Bezugsjahr 2021/2022 wollen wir wie gewohnt auf der guten Basis vergangener $CO_2$-Monitorings des Verbandes der Thüringer Wohnungs- und Immobilienwirtschaft aufbauen. Dies wird aber weniger auf den Blick zurückbezogen, sondern vornehmlich auf die zukünftigen Ziele der Klimaneutralität 2045 erfolgen. Mit dem Bezugsjahr der übergreifenden Heizperiode befinden sich hauptsächlich Abrechnungen aus dem Jahr 2021 in den statistischen Daten, wir betrachten also einen Zeitraum inmitten der Pandemie und vor dem Ukrainekrieg. Die hier dargestellten Berechnungen hat wieder das Institut für Bauphysikalische Qualitätssicherung (IBQS) an der FH Erfurt durchgeführt.

## 1.1. Erfordernisse für den Klimaschutz

Die Klimaschutz-Ziele bis zum Jahr 2045/50 sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst dargestellt. Zudem gibt es kommunale Planungen, die noch frühere Zielerreichung der Treibhausgasneutralität anstreben.

**Tabelle 1 Vergleich der Klimaschutzziele von Thüringen, Deutschland und Europa**

| | Thüringen | Deutschland | Europäische Union |
|---|---|---|---|
| Basisjahr/Zieljahr | Klimagesetz (ThürKlimaG) 2018 | Klimaschutzgesetz (KSG) 2021 | Klimagesetz 2021 |
| 1990/2020 | k. A. | -40 % | -20 % |
| 1990/2030 | -60...70 % | -65 % | -55 % |
| 1990/2040 | -80 % | -88 % | k. A. |
| 1990/2045 | k. A. | Netto-THG-neutral | k. A. |
| 1990/2050 | -80...95 % | | Netto-Null |

Auf Bundes- und Europaebene wurde 2021 die Systematik verändert und die Ziele extrem verschärft. Während vorher galt, dass eine Treibhausgasneutralität nicht zu erreichen sei, ist diese nun als Ziel festgelegt inkl. $CO_2$-Kompensation.

Das Vorhaben eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes ist in Thüringen bis zum Jahr 2050 verankert und muss noch an die Bundesgesetzgebung angeglichen werden. Bestandteil des ThürKlimaG war bereits die Erstellung von Dekarbonisierungsplänen durch Wärmeversorger bis zum 31.12.2022, die inzwischen öffentlich zur Verfügung stehen müssen.

## 1.2. Strategiewechsel

Die Folge des aufgezeigten Strategiewechsels soll an folgender Formel erläutert werden:

$$\textbf{Emissionsmenge EM} = \textbf{Endenergieverbrauch } Q_E * \textbf{Emissionsfaktor } f_E$$

Wenn die Emissionsmenge des Gebäudesektors zukünftig 0 betragen soll, bedeutet dies einer der Faktoren muss 0 sein. Da der Energieverbrauch für das Wohnen in bestehenden und bewohnten Mehrfamilienhäusern auf begrenzten Grundstücken schwerlich bis 2045 auf 0 gesenkt werden kann, können die Ziele nur erreicht werden, wenn der Emissionsfaktor des Energieträgers auf 0 gesenkt werden kann, was seinerseits eine Mammutaufgabe ist. Die Wohnungen müssen also vornehmlich mit grüner Fernwärme, grünen Gasen oder grünem Strom beheizt werden.

Ihrerseits hat die Wohnungswirtschaft – neben den weiterlaufenden Strangsanierungen – ihrer Bestände weiter energetisch zu ertüchtigen, um niedrigere Heiztemperaturen und/oder größere Temperaturspreizungen abnehmen zu können. Der Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V. (GdW) hat daher den Begriff Niedertemperatur-Ready eingeführt als Ziel, das mit Anstrengungen im sekundären Heiznetz bis in jede Wohnung verbunden ist.

## 1.3. Komfortgewinn

Während auf der einen Seite ein neuer nachhaltigerer Umgang mit Ressourcen wie Öl, Gas, Kohle aber auch Sand zur Betonherstellung immer mehr in den Fokus rückt, steigt der Komfortgewinn in Deutschland weiter. Dies betrifft zum einen die „Wohlfühltemperatur", auf die die Wohnungen beheizt werden, als auch die Wohnfläche, die zum Wohnen genutzt wird und beheizt werden muss.

In Deutschland werden immer größere Wohnungen gebaut, die beanspruchte Wohnfläche pro Person steigt in der Tendenz seit Jahrzehnten. Gründe liegen neben dem Komfort in der zunehmenden Zahl der Single-Haushalte und dem Anstieg der Wohnfläche mit zunehmendem Alter. Die Wohnfläche pro Einwohner nahm in Deutschland zwischen 2011 und 2021 von 46,1 auf 47,4 m²/Ew zu. [UBA 2023] Auch wenn in Thüringen die Basis von kleineren Wohnungen nach der Wende größer war, entstehen nun mit seinem Mietermarkt größere Wohnungen bspw. durch Zusammenlegung. Außerdem werden viele Wohnungen aufgrund der demografischen Entwicklung nur noch von einem Rentenbeziehenden bewohnt.

Besonders stark ist die Wohnfläche von neu genehmigten Wohnungen in Mehrfamilienhäusern gestiegen. Während es im Jahr 2008 im Schnitt noch 64,8 m²/WE waren, betrug der Wert 2017 schon 78,1 m²/WE, ein Plus von über 20 %. Von dem Wohnungsbestand, der in den Jahren 1991 – 2000 errichtet wurde, hatte dagegen noch jede fünfte Wohnung eine Wohnfläche von weniger als 60 m²/WE. In der Folge des Neubaus immer größerer Wohnungen steigt die Wohnfläche je Einwohner weiter an. Diese lag 2017 bei 45,0 m²/Ew, einem Plus von knapp vier Prozent seit 2011. [2. Wohnungsmarktbericht Thüringen]

Im Verbandsgebiet des vtw betrug 2021 die durchschnittliche Wohnungsgröße 57,7 m²/WE.

Die Heiztemperaturen sind analog zum energetischen Zustand der Gebäude gestiegen. Die Ergebnisse zeigen, dass die mittlere Raumtemperatur während des Betriebs der Heizkörper 20,4°C und außerhalb des Betriebs der Heizkörper 17,9°C beträgt. Die eingestellte bzw. erreichte Raumtemperatur während der Heizperiode ist, wie auch der Luftwechsel, eine wichtige Einflussgröße auf den Raumheizwärmeverbrauch. [techem Energiekennwerte für Mehrfamilienhäuser 2019] Mediane und Mittelwerte der Raumtemperaturen in winterlichen Mehrfamilienhäusern sind im Zuge von Modernisierungen um 4 K angestiegen, von 18°C in der Baualtersklasse vor 1978 bis hin zu etwa 22°C in Passivhäusern. [Bauphysik 40 (2018)]

Beide Effekte führen dazu, dass pro Wohnung bzw. Wohneinheit (WE) oder auch pro Mietenden mehr Heizenergie benötigt wird als in der Vergangenheit. Dies konterkariert Einsparungsbemühungen.

## 1.4. Leerstand

Leerstand beeinflusst den Energieverbrauch und damit die $CO_2$-Emissionen. Leerstand verzerrt insbesondere flächenbezogene Werte. Ein Beispiel: 20 % Leerstand ergeben einen deutlich zu hohen spezifischen Verbrauch, wenn man die Flächen der leeren Wohnungen vollständig rausrechnet und deutlich zu niedrige, wenn man die Gesamtfläche aller WE heranzieht.

Bereits ab 1996 war eine Zunahme des Leerstandes im vtw zu verzeichnen, sodass die Neubautätigkeit stagnierte bzw. zurückging.

Allerdings besteht kein praktikables Verfahren für eine jährliche Leerstandsbereinigung. In Energieausweisen erfolgt zwar eine Leerstandsbereinigung nach einer vorgegebenen Methodik, diese ist jedoch nicht auf ein jährliches Monitoring übertragbar. Deshalb findet im Rahmen des $CO_2$-Monitorings keine Leerstandsbereinigung statt. Die Verbrauchswerte und Emissionen werden auf die Gesamtfläche aller WE bezogen.

Die Höhe des Leerstandes sollte jährlich ausgewiesen werden. Der Leerstand im vtw betrug 2021 9 %.

# 2. $CO_2$-Emissionen im Wohnungssektor

## 2.1. Gebäudebestand des vtw

Der vtw vertrat 177 (Stand 2021) mehrheitlich genossenschaftliche sowie kommunale Wohnungsunternehmen, insgesamt 220 Mitglieder. Nach den energetischen Sanierungen in den 1990er und Anfang der 2000er Jahren sind Investitionen heute auf die veränderten Bedürfnisse der Mieter*innen gerichtet. Neben den Themen Energie und Klimaschutz stehen dabei die Schaffung von barrierearmem Wohnraum und die Stadt- und Quartiersentwicklung bei weiterhin sozialverträglichen Mieten im Vordergrund. Die Sanierungsbemühungen der Gebäude als Teil- oder Vollsanierung beliefen sich zu Spitzenzeiten 1995 im Verbandsgebiet auf rund 1 Milliarde Euro jährlich. Dabei gingen geschätzt 2/3 des Investments auf energetische Sanierungen zurück.

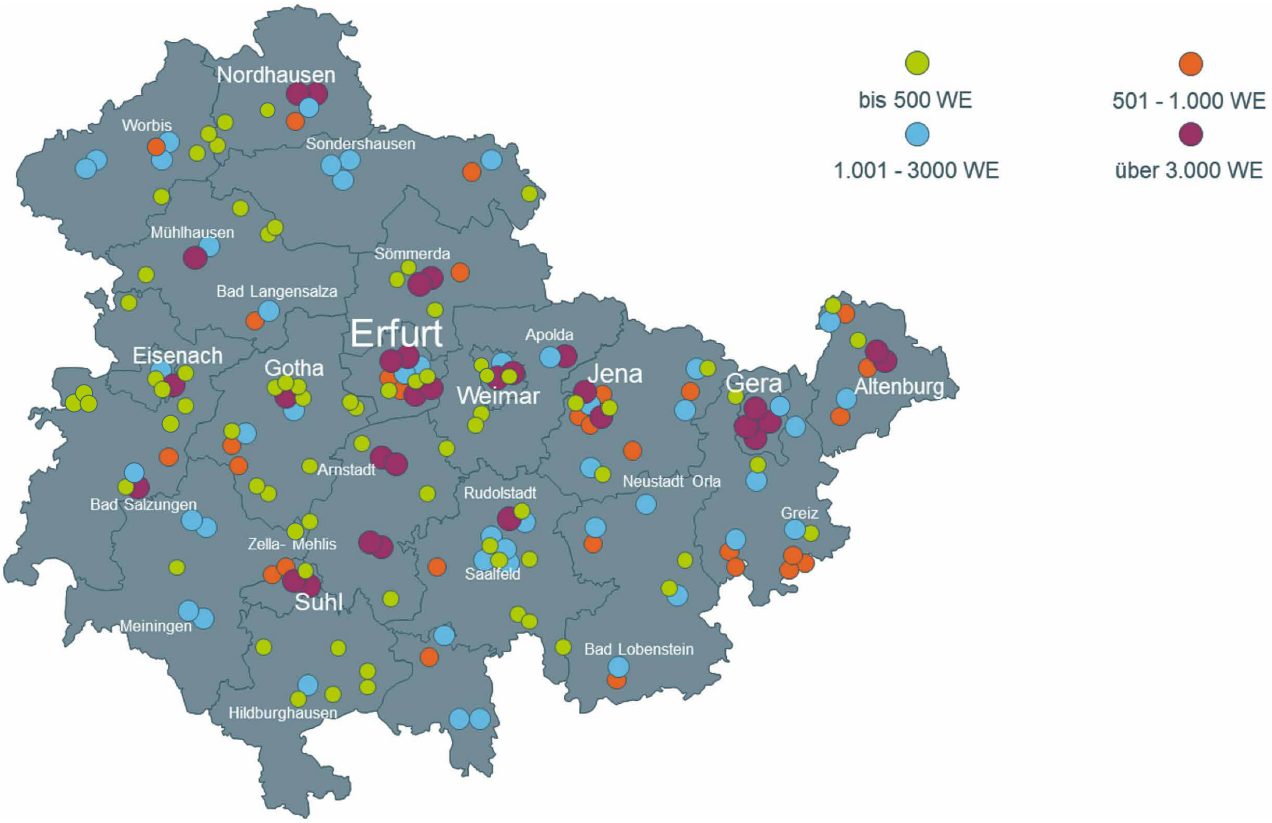



**Abbildung 1** **Verteilung der 220 vtw-Mitgliedsunternehmen in Thüringen, Stand 2021**

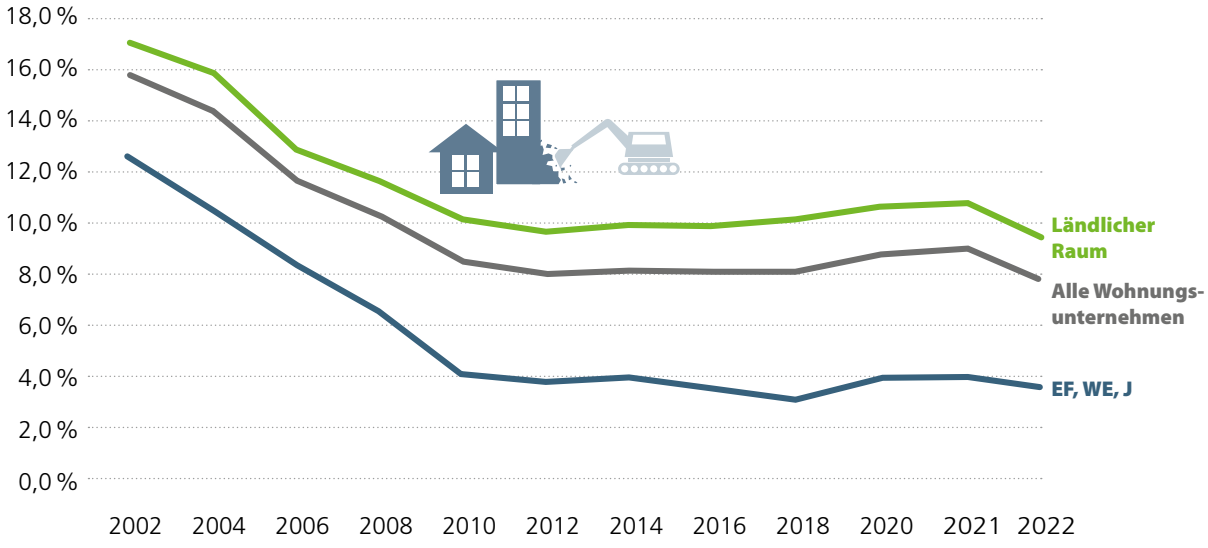



**Abbildung 2** **Leerstandsentwicklung der vtw-Mitgliedsunternehmen von 2002 bis 2022**

Durch die sehr hohe Repräsentanz der Mitgliedsunternehmen auf dem Sektor der Mehrfamilienhäuser können bei den Entwicklungen der Energie- und $CO_2$-Verbräuche der einzelnen Unternehmen nicht nur statistisch gesicherte Aussagen für den vtw gesamt getroffen werden, sondern diese sind auch weitestgehend übertragbar auf den Mehrfamilienhaus-Sektor von Thüringen insgesamt.

## 2.2. Grundlagen $CO_2$-Monitoring des vtw

### 2.2.1. Methodik

Die Wohnflächen und Beheizungssysteme der Mitgliedsunternehmen des vtw in den Jahren 2007 bis 2021 sind in Tabelle 8 dargestellt. Die Datenbasis sind kontinuierliche Abfragen der Mitgliedsunternehmen durch den Verband. Dies betrifft die Anzahl der Wohnungen, die Wohnflächen, die Baujahre sowie die Angaben zu den eingesetzten Heizungssystemen und den Systemen der Trinkwassererwärmung einschließlich der dazu verwendeten Energieträger. Des Weiteren lagen ab 2007 alle 2 Jahre zusätzliche Abfrageergebnisse der Mitgliedsunternehmen zur abgerechneten Endenergie für die Raumheizung und die Trinkwassererwärmung für fernwärmeversorgte, erdgasversorgte und ölbeheizte Wohnungen vor (siehe Tabelle 5). Deren Auswertung ermöglicht eine Ermittlung der spezifischen Endenergiewerte in Kilowattstunden pro m² Wohnfläche im jeweiligen Betrachtungsjahr [kWh/($m^2_{Wfl.}$*a)] für die Raumheizung.

Die Akzeptanz der Befragung ist mit durchschnittlich 64 % konstant hoch. Dies ist für die Berechnungen außerordentlich positiv zu bewerten, da sie die statistische Belastbarkeit der zugrunde liegenden Daten weiter stärkt. Im Jahr 2021 haben sich 99 Wohnungsunternehmen aus 56 Kommunen mit einer Gesamtwohnfläche von mit 194.443 eigenen Wohnungen (Fläche 11.222.268 m²). $m^2_{Wfl.}$ beteiligt.

Aus den spezifischen, klimabereinigten Endenergiewerten für Raumheizung und den spezifischen nichtklimabereinigten Endenergiewerten für die Trinkwassererwärmung (Bedarfs- bzw. Verbrauchswerte) und den dazugehörigen Wohnflächen wurden dann die Gesamtendenergiekennwerte in kWh/a für die eingesetzten Energieträger ermittelt.

Emissionen werden in drei Kategorien der internationalen Treibhausgasberichterstattung, sog. Scopes, gruppiert, um ein einheitliches Herangehen und eine Kompatibilität mit dem internationalen Greenhouse Gas-Protokoll herzustellen. Folgende Emissionskategorien gibt es:

| | | |
|---|---|---|
| **Scope 1: KSG** | Direkte Emissionen im Unternehmen, also Energieträger die vor Ort genutzt werden, z. B. Wärmeerzeugung mit Erdgas, Benzin/Diesel für Fuhrpark, Kühlmittel, usw. | **direkte Verbrennung** |
| **Scope 2:** | Indirekte Emissionen durch die eingekaufte Energie, wie z.B. die Produktion von Strom, Fernwärme oder -kälte, Wasserdampf, usw. | **Netzenergie** |
| **Scope 3: CSRD-Pflicht** | Indirekte Emissionen aus vor- und nachgelagerten Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette des Unternehmens, z.B. eingekaufte Produkte/Dienstleistungen, Nutzung und Entsorgung des verkauften Produktes, usw. | **Vorketten** |

Im vorliegenden Bericht sind die Verbräuche und Emissionen der vermieteten Bestände unserer Mitgliedsunternehmen aggregiert. Dementsprechend werden direkte Emissionen der vor Ort genutzten Energieträger sowie indirekte Emissionen für Fernwärme und strombasierte Heizsysteme für Heizung und Warmwasser berücksichtigt.

Jedem eingesetzten Energieträger ist für den Berechnungszeitraum ein spezifischer Faktor [kg $CO_2$/$MWh_{Endenergie}$] zugeordnet worden entsprechend der GdW-Default-Werte mit Vorkette aus GdW-Arbeitshilfe 95 „$CO_2$-Monitoring“. Damit entstand ein Bruch in der Systematik der vorher regelmäßig aktualisierten GEMIS-Faktoren, aber die Vergleichbarkeit wohnungswirtschaftlicher Daten ist damit deutschlandweit hergestellt.

**Übersicht relevanter Emissionsfaktoren für verschiedene Energieträger [$g_{CO2eq}$/kWh]**

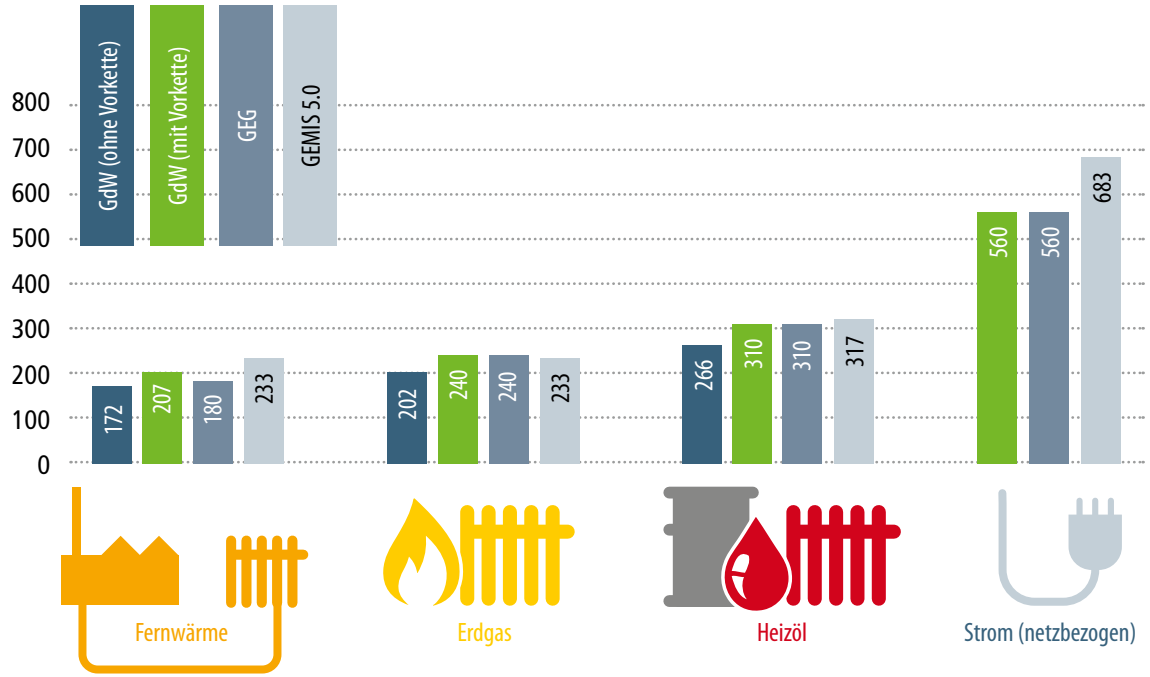



**Abbildung 3 Emissionsfaktoren für relevante Energieträger im Vergleich (Standortbasiert)**

Zudem hat das IBQS für unser fernwärmedominiertes Verbandsgebiet individuelle Werte zusammengetragen, die prinzipiell den Default-Werten vorzuziehen wären. Diese sind allerdings weder vollständig für die Thüringer Fernwärmenetze verfügbar – trotz rechtlicher Verpflichtung, noch wurden sie alle mit der gleichen Methodik berechnet. In Abbildung 4 ist zu sehen, dass vor Ort die Werte über- als auch unterschritten werden. Mit der Annahme der Default-Werte liegt das $CO_2$-Monitoring im sicheren Bereich der Berechnung.

**Emissionsfaktoren Thüringer Fernwärmeerzeugung [$g_{CO2äq}$/kWh]**

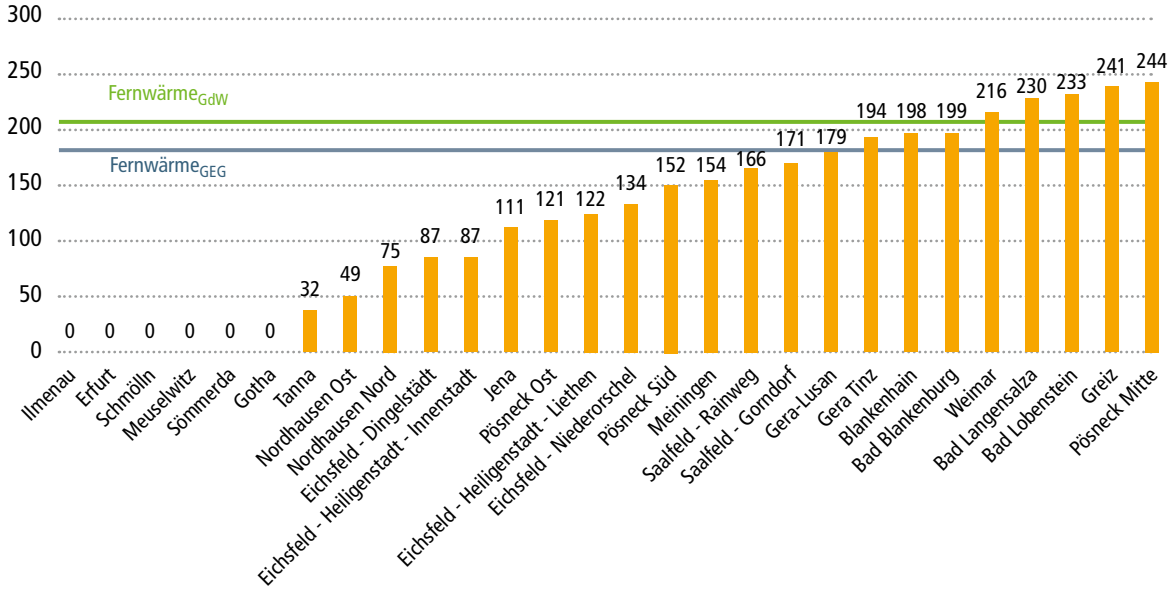



**Abbildung 4 Emissionsfaktoren Thüringer Fernwärmeerzeuger (Marktbasiert; Berechnungsmethodik kann variieren, teilweise Mischwert mehrerer Netze, teilweise Einbeziehung Emissionshandel) [IBQS 2024]**

## 2.2.2. Raumheizung

Die detailierte Beheizungsstruktur der Wohnungen wird im vtw alle fünf Jahre abgefragt. Die letzten Jahre zeigen nur geringe Veränderungen, siehe Tabelle 6. Die Abfrage von 2022 stand für das aktuelle Monitoring noch nicht zur Verfügung.

Die Dominanz des Energieträgers Fernwärme mit 78 % an der Wohnfläche ist klar ersichtlich, gefolgt von Erdgas.

Die Auswertung der Befragung inklusive Verbrauchsdaten des Jahres 2021 zeigt einen weiteren Rückgang der Einzelöfen auf der Basis fester Brennstoffe. Die Wärmeerzeugung auf der Basis regenerativer Energieträger ist noch gering.

Aus Daten von Tabelle 8 wurde die zusammengefasste Beheizungsstruktur für die Berechnungen erstellt, siehe Abbildung 4.

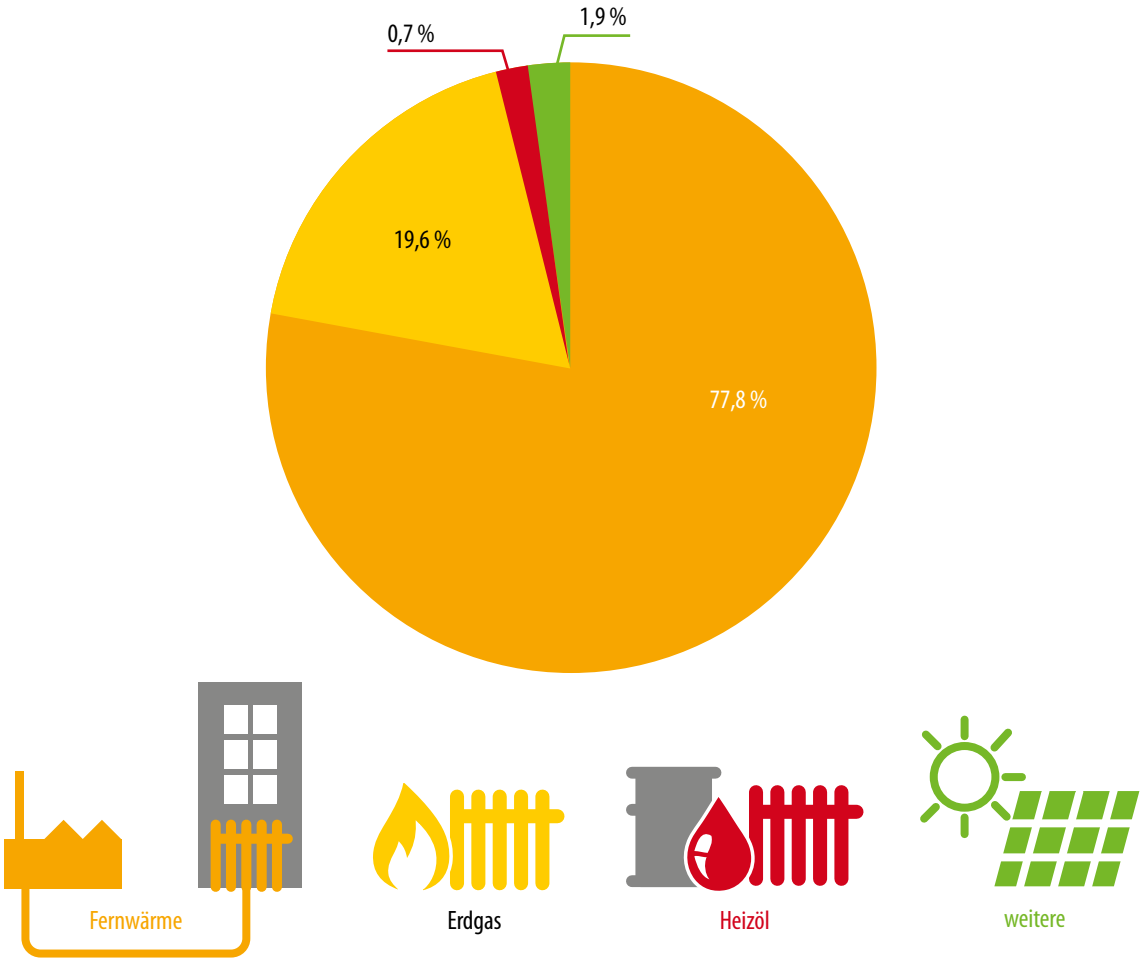



**Abbildung 5 Zusammengefasste Beheizungsstruktur von Wohnungen der vtw-Mitgliedsunternehmen 2021[1]**

Da die Umstellung der Beheizungssysteme und der Energieträger auf Gas im Wesentlichen abgeschlossen ist, sind in dieser Struktur seit 2012 nur geringfügige Veränderungen aufgrund statistischer Abweichungen zu verzeichnen.

[1] Im Anteil der Einzelfeuerstätten sind Elektroheizungen, elektrisch betriebene Wärmepumpen sowie sonstige Beheizungssysteme enthalten, da spezifische $CO_2$-Emissionsfaktoren sehr ähnlich sind. Bei Nah- und Fernwärme wurden BHKWs, zentrale Biomassewärmeerzeuger sowie andere sonstige Beheizungssysteme zugeordnet.

**Entwicklung der spezifischen Endenergieverbräuche für Heizung und Trinkwarmwasser im Vergleich zu den letzten Bilanzierungen [kWh/(m²*a)]**

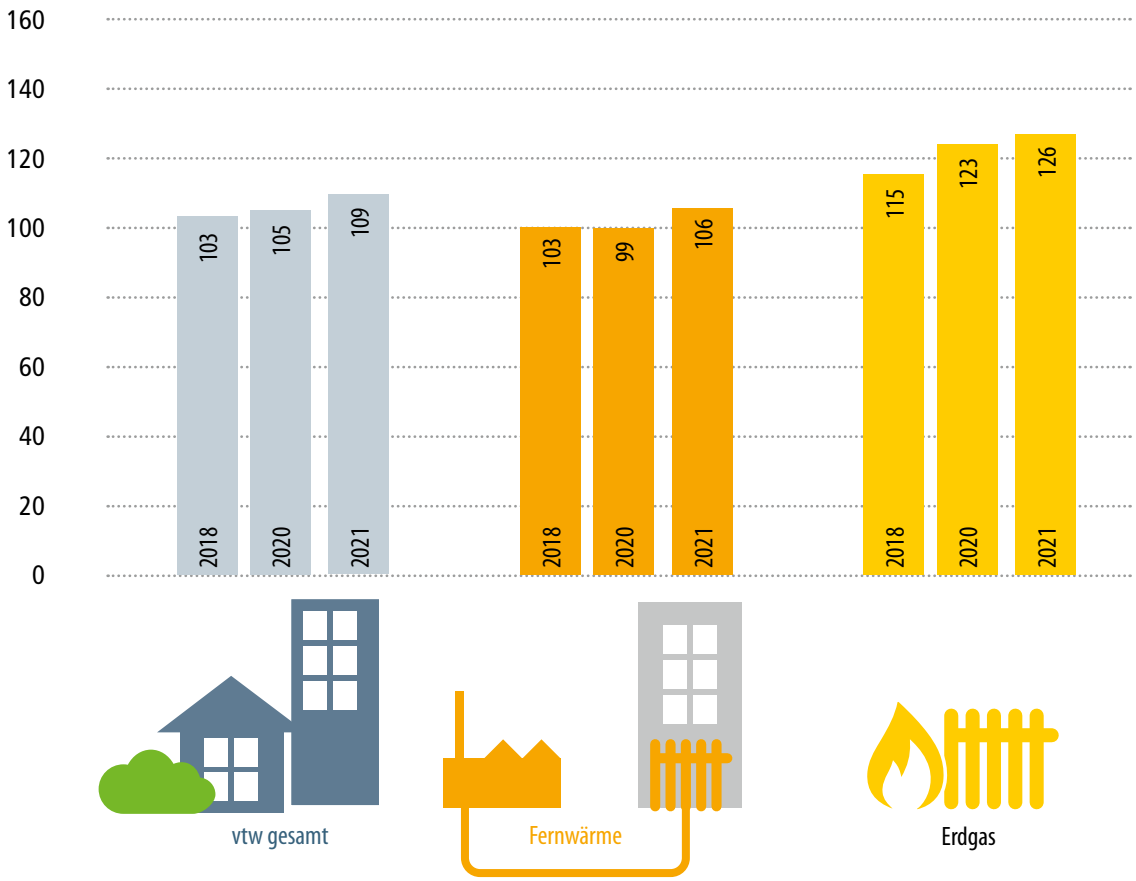



**Abbildung 6** **Entwicklung der spezifischen Endenergieverbräuche der vtw-Mitgliedsunternehmen**

In Tabelle 5 des Anhangs 5.1 sind die zur Berechnung herangezogenen spezifischen Endenergiewerte nur für die Raumheizung zusammengestellt.

Die Verbrauchswerte sind zunächst stark gesunken und seit 2009 auf niedrigem Niveau weiter gesunken. Im Vergleich zum letzten Monitoring sind nun die Verbräuche leicht gestiegen auf 106 kWh/m²a für Fernwärme und 126 KWh/m²a für Erdgas. Der leichte Anstieg kann mit dem längeren Aufenthalt in den Wohnungen durch die Coronapandemie begründet werden.

Aktuell ist der zweite Sanierungszyklus erforderlich, da die bereits durchgeführten Maßnahmen des letzten Sanierungszyklus 20–25 Jahre zurückliegen. Dies betrifft vorrangig Strangsanierungen, hierbei wurde bspw. die Lebensdauer der Trinkwarmwasserleitungen durch die Legionellenschaltung verkürzt. Durch den Fachkräftemangel, einen Materialmangel und damit einhergehende Preissteigerungen wird die aktuelle Sanierungstätigkeit der Wohnungsunternehmen ausgebremst. So liegt das geplante Investitionsvolumen für Sanierungen seit Jahren über den umsetzbaren Maßnahmen.

## 2.2.3. Trinkwarmwasser

In die $CO_2$-Emissionsberechnungen ist auch die Trinkwassererwärmung (TWE) mit einzubeziehen. Die energetischen Unterschiede liegen hier in den spezifischen Endenergiewerten für die zentrale und dezentrale Trinkwassererwärmung sowie in den $CO_2$-Emissionsfaktoren der Energieträger, die für die Erzeugung eingesetzt werden. Die Anteile sind in Tabelle 7 ersichtlich.

**Anteil zentraler und dezentraler Warmwassererzeugung nach Energieträger**

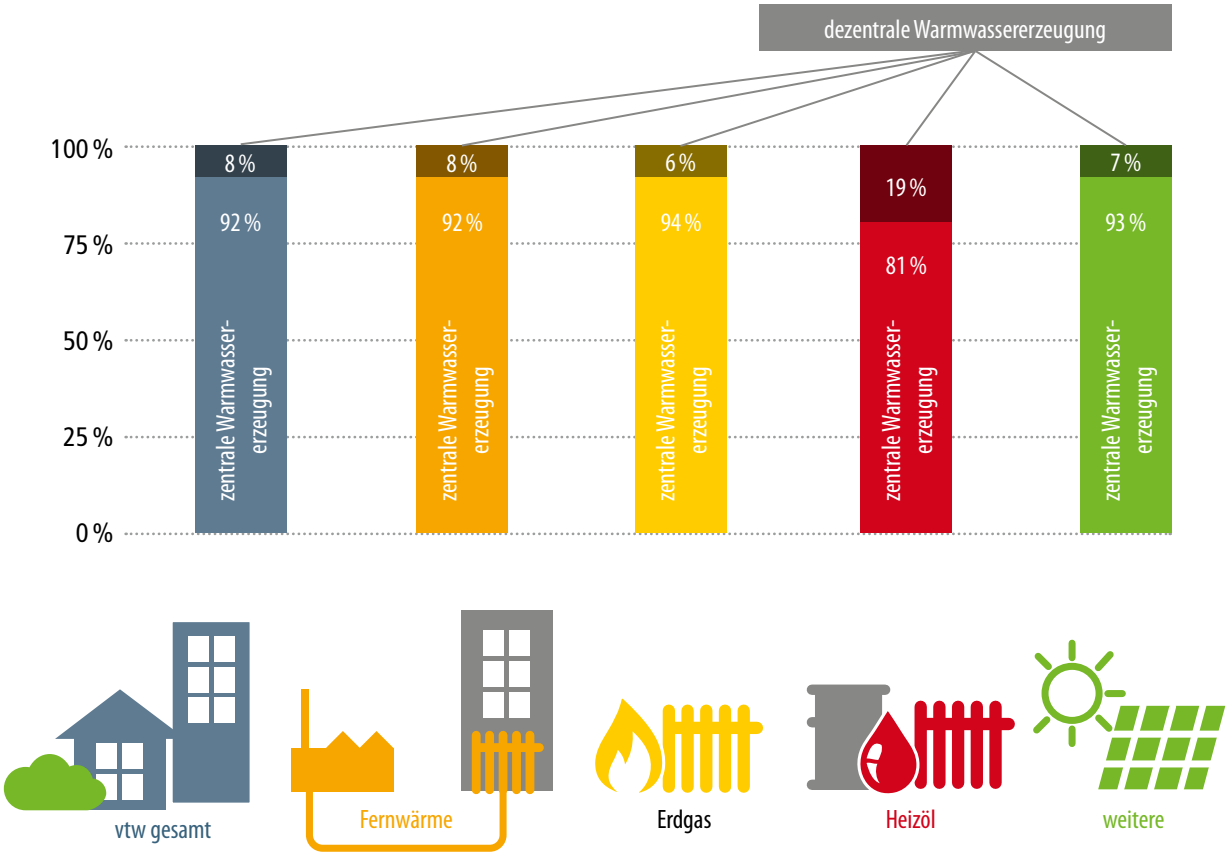



**Abbildung 7 Struktur der Trinkwassererwärmung der vtw-Mitgliedsunternehmen 2021**

Am Anfang des Betrachtungszeitraums 1990 lag die zentrale Erzeugung bei gut 50 % und korrespondierte damit mit dem Anteil an Sammelheizungen, insbesondere mit der Fernwärme. In den meisten Fällen werden das Trinkwarmwasser und die Raumwärme gemeinsam mithilfe eines Energieträgers gewonnen. Bis zum Jahr 2007 war ein Anstieg bei dieser Art der Trinkwassererwärmung auf ca. 90 % zu verzeichnen, was wiederum mit dem Anstieg an Sammelheizungen zusammenhängt. Der aktuelle Wert 2021 über alle Energieträger beträgt 92 % zentrale Trinkwarmwassererwärmung.

Bei der dezentralen Trinkwarmwasserbereitung wird generell eine elektrische Erzeugung zugrunde gelegt. Mit dieser Annahme liegt man bei der Emissionsberechnung auf der sicheren Seite, da die Elektroenergieerzeugung aktuell höhere $CO_2$-Emissionen verursacht als die Erzeugung von Wärme auf der Basis von Erdgas.

Aus Gründen der Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit werden für die Berechnungen die in Tabelle 2 verwendeten Werte genutzt.

**Tabelle 2** **Spezifische Endenergiewerte für die Trinkwassererwärmung im Zeitraum von 1990 bis 2018**

| | Spezifischer Endenergiebedarf/-verbrauch Trinkwassererwärmung [kWh/(m²*a)] | |
|---|---|---|
| Jahr | zentrale Versorgung | dezentrale Versorgung |
| 1990 [IBQS-Messungen] | 49,3 | 35,3 |
| 2007 – 2021 [GdW-Untersuchung] | 35,0 | 18,0 |

## 2.3. Ergebnisse des $CO_2$-Monitorings

### 2.3.1. Gesamtreduktion im Gebäudebestand

Die Ermittlung der $CO_2$-Emissionen erfolgte auf der Grundlage der spezifischen Endenergiewerte für Raumheizung und Trinkwassererwärmung, der dazugehörigen Wohnflächen sowie der spezifischen Emissionswerte. Die Ergebnisse für den Betrachtungszeitraum sind in der Tabelle 10 zusammengestellt.

Nach den durchgeführten Berechnungen haben sich die $CO_2$-Emissionen der Mitgliedsunternehmen des vtw aus Raumheizung und Trinkwassererwärmung von Wohnungen im Zeitraum 1990 bis 2021 im Durchschnitt um ca. 85,2 % reduziert. Für das aktuelle Monitoring 2021 ist ein leichter Anstieg der Emissionen zu verzeichnen; dies kann mit der Corona-Pandemie von 2020 bis 2022 begründet werden. Dieser gesellschaftliche Ausnahmezustand führte neben Lock-Downs zu Arbeitsplatzverlust, Kurzarbeit und der Verbreitung von Home-Office, was den Energieverbrauch der Haushalte ansteigen ließ.

Die Wohnfläche der eigenen Mietwohnungen der Mitgliedsunternehmen hat sich seit 1990 um ca. ein Drittel reduziert, wodurch sich die zu verbrauchende Energiemenge absolut verringert hat. Die Bilanzgrenze für die Berechnungen ist immer der aktuelle Wohnungsbestand der Mitgliedsunternehmen des vtw.

Die Verbrauchswerte für die Wohngebäude in kWh/(m²*a) haben sich seit 1990 durch energieverbrauchssenkende Maßnahmen an der baulichen Hülle (nachträgliche Dämmung der Außenbauteile, Austausch von Fenstern etc.) und den Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung (Einbau von Regelventilen an den Heizkörpern, Einzelraumregelung, intermittierender Heizbetrieb, Nachtabsenkung, Vorlauftemperatur-Absenkung, nachträgliche Dämmung von Rohrleitungen, Austausch von Zirkulationspumpen u. a.) sowie durch die Einführung der verbrauchsabhängigen Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (Einbau von Messgeräten) um mehr als 50 % reduziert.

Die Thüringer Fernwärmeerzeugung erfolgt aktuell vornehmlich aus Erdgas bei gleichzeitiger Erzeugung von Elektroenergie und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung, BHKW), welche einen erheblich höheren Wirkungsgrad aufweist. In den 1990er Jahren erfolgte ein Energieträgerwechsel weg von der Braunkohle. Der direkte Einsatz des Energieträgers Erdgas erfolgt bereits lange hauptsächlich durch Brennwerttechnologie.

Bei der dezentralen Trinkwassererwärmung wurde als Energieträger Elektroenergie für die Berechnungen angenommen, der Anteil regenerativer Energieträger an der Erzeugung lag 2021 bei 1,9 %.

Die erheblichen Einsparungen für das Treibhausgas $CO_2$ resultieren aus einem Bündel von Maßnahmen, das seit der Wiedervereinigung durch die vtw-Mitgliedsunternehmen und die Energieversorgungsunternehmen kontinuierlich umgesetzt worden ist und mit hohen Investitionen verbunden war. Das neue Ziel der Unabhängigkeit von Gasimporten hin zu möglichst lokaler erneuerbarer Energie erfordert einen erneuten Energieträgerwechsel.

## 2.3.2. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen eindrucksvoll die Anstrengungen der Mitgliedsunternehmen des vtw zur energetischen Sanierung der Gebäudesubstanz:

*85,2 % Reduzierung der $CO_2$-Emissionen von 1990 zu 2021 mit Maßnahmen der Gebäude- und Energiewirtschaft.*

Auf dem nachfolgenden Bild ist der Index der $CO_2$-Emissionen der Bundesrepublik und der Mitgliedsunternehmen des vtw für das Jahr 2021 dargestellt. Für die vtw-Mitgliedsunternehmen wurden zwei unterschiedliche Berechnungen durchgeführt. Die orange Linie zeigt die Reduzierung, die aufgrund aller durchgeführten Maßnahmen erzielt werden konnte, auch derer, die von den Energieversorgungsunternehmen vorgenommen worden sind. Die blaue Linie zeigt explizit die Reduktionen, die durch Energieverbrauchssenkende Maßnahmen am Gebäude (z. B. bautechnischer Wärmeschutz, Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung, Regelung, verbrauchsabhängige Bezahlung der bezogenen Wärme nach der Heizkostenverordnung).

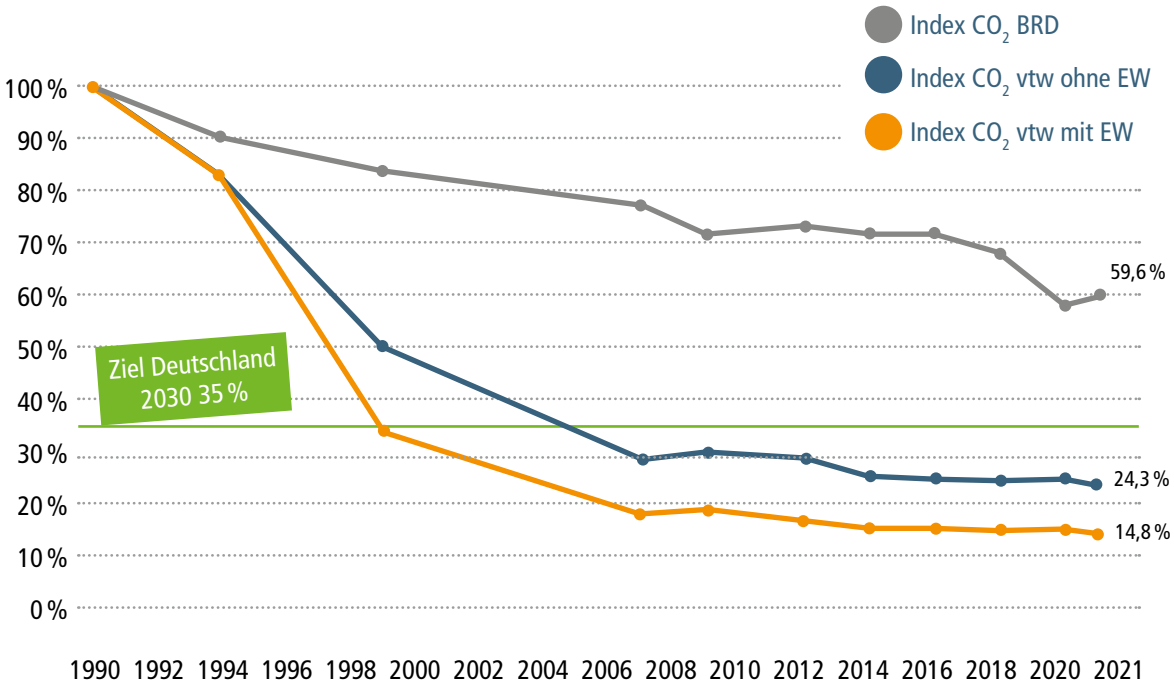



**Abbildung 8 Index der $CO_2$-Emissionen BRD [UBA] – vtw [IBQS] von 1990 – 2021**

Es wird deutlich sichtbar, dass die größte Reduzierung in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts erfolgt ist. Für diesen Zeitraum liegen jedoch keine Verbrauchswerte vor, es erfolgten Annahmen.
Der Kurvenverlauf der vtw-Graphen ist unterschiedlich, da die Maßnahmen der Energieversorgungsunternehmen unmittelbar nach 1990 mit Energieträgerumstellungen von Braunkohle zu emissionsärmeren Energieträgern begannen. Im Zeitraum danach wurden hauptsächlich Effizienzverbesserungen vorgenommen.

Die Maßnahmen an den Gebäuden erforderten eine längere Vorbereitung und begannen zum überwiegenden Teil erst Mitte der 90er Jahre bis ca. 2010. Sie erfolgen laufend, da noch ein kleiner Teil der Gebäude bautechnisch nicht oder nur teilweise saniert wurde. Die haustechnischen Anlagen haben einen deutlich kürzeren Lebenszyklus als die Bautechnik und unterliegen deshalb auch kürzeren Austauschzeiten (2. Sanierungszyklus).

Rund 75 % der Emissionseinsparungen sind Maßnahmen, die an den Gebäuden vorgenommen wurden, zuzuordnen.

Direkt vergleichbar ist vtw mit EW und die BRD, die ebenfalls alle Maßnahmen umfasst. Sehr anschaulich wird hier sichtbar, welche Anstrengungen die Mitgliedsunternehmen des vtw in den zurückliegenden Jahren seit 1990 unternommen haben, um die $CO_2$-Emissionen ihrer Gebäude zu senken.

## 2.4. $CO_2$-Kostenaufteilungsgesetz

Die Ergebnisse des $CO_2$-Monitorings sind aufgrund von Vorgaben des Gesetzgebers nicht übertragbar auf die Berechnung der nicht umlegbaren Kosten des $CO_2$-Kostenaufteilungsgesetzes ($CO_2$KostAufG) – Grund dafür sind unterschiedliche Emissionsfaktoren für KWK-Anlagen und keine Klimabereinigung. Für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gibt es verschiedene Allokationsmethoden der $CO_2$-Emissionen auf den Strom- und Wärmebereich. Laut VDI gibt es keine richtige Methode, alle haben ihre Berechtigung in Abhängigkeit des Anwendungsbereiches.

Um die verschiedenen relevanten Allokationsmethoden zu verstehen und vergleichen zu können, werden diese in folgender Tabelle gegenübergestellt. Alle drei Aufteilungsmethoden wurden durch den Gesetzgeber festgelegt für verschiedene Anwendungsfälle und müssen vom Wärmeversorger mit KWK-Erzeugung ermittelt werden. Im Fall der finnischen Methode sind Anfang 2024 Fernwärmeversorgungsunternehmen größtenteils noch mit der Berechnung beschäftigt und es liegen nur wenige Beispiele vor. Fest steht, dass sie die Wärmeerzeugung ggü. der Stromerzeugung schlechter stellt, indem sie hier mehr Emissionen zuordnet. Beispiele sind in Tabelle 4 genannt.

**Tabelle 3** **Vergleich ausgewählter Allokationsmethoden für KWK-Anlagen der Fernwärmeerzeugung und deren Anwendungsbereich**

| Allokations-methoden | Carnot Methode | Finnische Methode | Stromgutschrift-methode |
|---|---|---|---|
| Erläuterung [nach BDEW] | Kern der Bewertung ist die theoretische Stromerzeugungsfähigkeit der ausgekoppelten Nutzwärme. Über ein thermodynamisches Prozessmodell wird, in Abhängigkeit von Vor- und Rücklauftemperatur sowie der Umgebungstemperatur, ein theoretischer Stromverlust ermittelt. | Vergleicht die gekoppelte Erzeugung mit 2 Referenzsystemen. Die Brennstoffaufteilung des KWK-Prozesses wird maßgeblich durch diese Referenzwerte bestimmt. Die Methodik liefert kein Abbild realer Prozesse, sondern stellt einen Vergleich dar. Physikalische Gesetzmäßigkeiten finden keinen Eingang. | Über die Multiplikation der erzeugten Strommenge mit einem Referenzwert (PEF-Strom) und der Differenzbildung zur eingesetzten Brennstoffmenge ergibt sich der Brennstoffanteil für die Wärmeerzeugung. $BSE = \left(1 - \frac{1}{\frac{\eta_{th,KWK}}{\eta_{th,Ref}} + \frac{\eta_{el,KWK}}{\eta_{el,Ref}}}\right) \cdot 100\,\%$ |
| Berechnung | AGFW FW 309 Teil 6 | Zuteilungs-verordnung 2020 | DIN V 4701-10<br>DIN V 18599-1<br>AGFW FW 309 Teil 1 |
| GEG | | | X<br>Bauantrag & Energieausweise |
| FFVAV | Informationspflicht FVU<br>Keine wohnungswirtschaftliche Anwendung | | |
| $CO_2$KostAufG | | X<br>Einteilung Stufenmodell | |

Tabelle 4 **Beispielhafte Emissionsfaktoren von Fernwärme mit KWK mit verschiedenen Berechnungsmethoden [Angaben gemäß Webseiten der Fernwärme-Versorger]**

| $f_E$ [g/kWh] | Energieträger | Carnot | Finnisch | Strom-gutschrift |
|---|---|---|---|---|
| Stadtwerke Erfurt | 96 % Erdgas, 4 % Abfallverbrennung, Sonstige | 108 | 212 | 0 |
| Eins Energie Chemnitz | 93 % Braunkohle, 7 % Erdgas | 361 | 483 | k.A. |
| EVH Halle | 99 % Erdgas, 0,4 % Erneuerbar | k.A. | 203 | 180 |
| Drewag Dresden | 94 % Erdgas, 5 % Sonstige, 1 % Erneuerbar | 129 | 220 | 0 |

# 3. $CO_2$-Reduktionspotentiale

Die künftigen weiteren Reduktionsmöglichkeiten leiten sich aus den Berechnungsfaktoren ab, die hier nochmals detailliert dargestellt sind:

Handlungsfeld 1: Endenergieverbrauch  Handlungsfeld 2: Energieträger

$$gwp_{vtw} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left((Endenergieverbrauch_{Hzg,i} + Endenergieverbrauch_{WW,i}) \times GWPFaktor_i\right)}{Gesamtwohnfläche_{vtw}} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \times \text{a}}\right)$$

Abbildung 9 **Handlungsfelder zur Reduktion der THG-Emissionen [IBQS]**

Innerhalb der beiden Handlungsfelder Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser sowie der Emissionen der Energieträger hat das IBQS folgende mögliche Maßnahmen evaluiert:

| Handlungsfeld | | Maßnahme | Einfluss auf Treibhaus-potenzial des vtw |
|---|---|---|---|
| Endenergieverbrauch | **M1** | Optimierung der Warmwasserverteilung | gering |
| | **M2** | Energetische Optimierung der Bau-konstruktion bereits sanierter Gebäude | gering |
| | **M3** | Energetische Optimierung der Bau-konstruktion bislang unsanierter Gebäude | hoch (in einzelnen Objekten) |
| | **M4** | Energetisch optimierter Neubau | gering |
| | **M5** | Sparsames Nutzerverhalten | mittel |
| Energieträger | **M1** | Klimafreundliche Fernwärme | sehr hoch |
| | **M2** | Substitution fossiler Energieträger | hoch |
| | **M3** | Gebäudenahe Stromerzeugung | mittel |

Abbildung 10 **Übersicht der Reduktionspotentiale im vtw-Bestand [IBQS]**

Erkennbar ist der sinnvolle Fokus auf die Energieträgerumstellung durch klimafreundliche Fernwärme und den Ersatz fossiler Energieträger auf erneuerbare Energien oder Abwärme. Grüne Fernwärme hat durch den hohen Anschlussgrad im Verband die größte Hebelwirkung in der Dekarbonisierung der Bestände. Die energetische Optimierung der Gebäude ist hingegen nur beim geringen Anteil unsanierter Objekte wirksam. Das Potential von energieverbrauchssenkenden Dämmmaßnahmen ist nur noch für weniger als 10 % der Wohngebäude vorhanden.

## 3.1. Energieträgerumstellung

Im Bezug zum Basisjahr hatte sich hinsichtlich der verwendeten Energie ein großer Wandel vollzogen. Im Jahr 2018 betrug der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bei der Fernwärmeerzeugung weit über 90 %. Die Umstellung fossiler Energieträger auf Erdgas war abgeschlossen.

Für die Zukunft wird nun eine weitere Energieträgerumstellung in diesem kurzen Zeitabschnitt gefordert, mit der kompletten Substitution der Energieträger durch den Einsatz regenerativer Systeme. Diese Herausforderung ist im Klimagesetz und Gebäudeenergiegesetz festgeschrieben. Die Umstellung auf „grüne Fernwärme" ist eine Mammutaufgabe, die es bis zum Jahr 2045 zu bewältigen gilt.

### 3.1.1. Dekarbonisierungspläne

Laut Thüringer Klimagesetz mussten Dekarbonisierungspläne für die Fernwärmenetze bis zum 31.12.2022 aufgestellt werden. Im Jahr 2020 basierte die Fernwärme zu ¾ auf fossilem Erdgas. Nun wollen die Thüringer Fernwärmeversorger künftig auf folgendes Portfolio zurückgreifen:

- gasbasiert auf alleinig „grüne Gase" (Biomethan, Wasserstoff)
- strombasierte Lösungen
- Umweltenergie
- Biomasse
- unvermeidbare Abwärme

Voraussetzung dafür ist die Bereitstellung gesicherter elektrischer Leistung für eine zuverlässige und klimaneutrale Wärmeversorgung sowie eine hohe Akzeptanz in der Bevölkerung, den Weg der Dekarbonisierung gemeinsam zu beschreiten. Es bedarf also eines intensiven Stromnetzausbaus und transparenter Kampagnen und Beteiligung der Öffentlichkeit auf kommunaler Ebene.

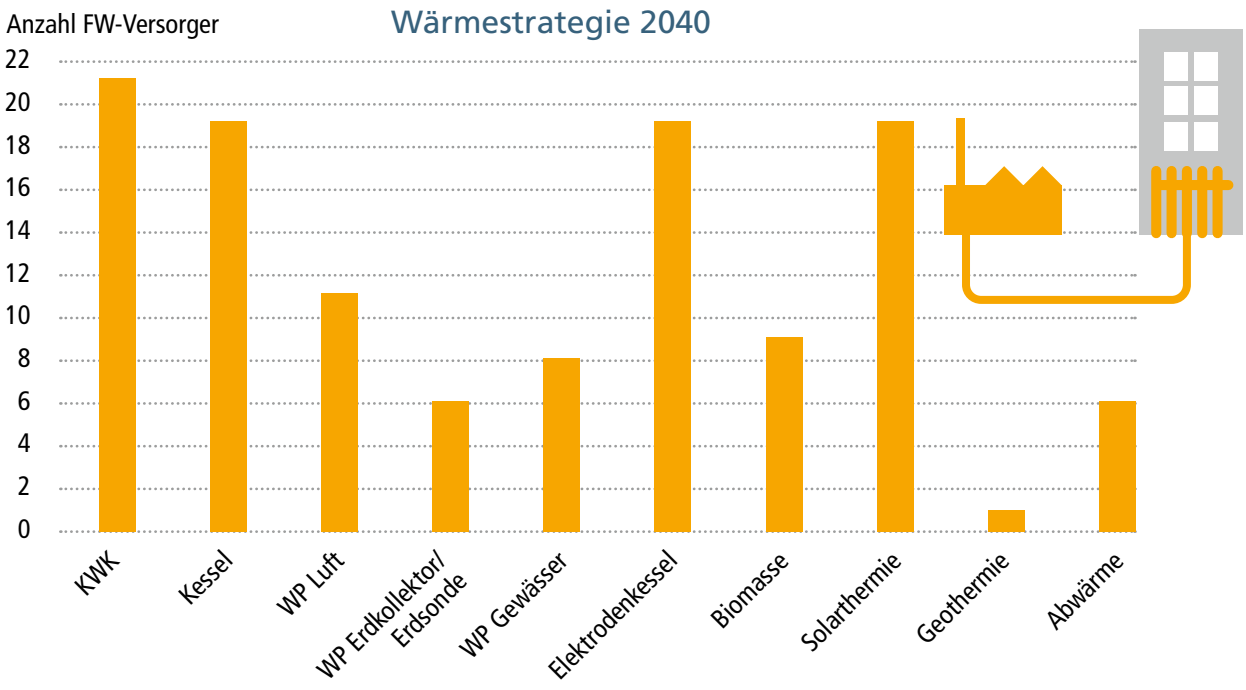



**Abbildung 11 Aufführung der ausgewählten Wärmelösungen der Thüringer Fernwärmeversorger n = 32 [Vortrag TWS Baufachtagung 2022]**

Die ausgewählten künftigen Wärmelösungen sind grundsätzlich immer Kombination der eingesetzten Technologien. Dieser Einsatz variiert je nach Standort aus Grundlastbereitstellung und Spitzenlastdeckung, es besteht also eine hohe Standortabhängigkeit der Wärmekonzeption.

Die Fernwärme kann für die Immobilienwirtschaft die Lösung für eine zukunftssichere Dekarbonisierung werden. Hierfür ist ein Zusammenspiel der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und der individuellen Sanierung erforderlich. Die grüne Wärme erfordert i.d.R. eine Temperaturabsenkung im System, das sekundäre Heiznetz muss also ertüchtigt oder umgestellt werden.

### 3.1.2. Wärmepläne

Am 01.01.2024 ist das Wärmeplanungsgesetz (WPG) zeitgleich mit dem novellierten Gebäudeenergiegesetz in Kraft getreten. Ziel dieses WPG ist es, einen wesentlichen Beitrag zur Umstellung der Erzeugung von sowie der Versorgung mit Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auf erneuerbare Energien, unvermeidbare Abwärme oder einer Kombination hieraus zu leisten, zu einer kosteneffizienten, nachhaltigen, sparsamen, bezahlbaren, resilienten sowie treibhausgasneutralen Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2045 beizutragen und Endenergieeinsparungen zu erbringen.

Mit dem WPG werden die Länder verpflichtet, dass auf ihrem Hoheitsgebiet Wärmepläne nach Maßgabe des WPG und spätestens bis zu folgenden Zeitpunkten erstellt werden:

- bis 30.06.2026 für alle bestehenden Gemeindegebiete > 100.000 Einwohner
- bis 30.06.2028 für alle bestehenden Gemeindegebiete ≤ 100.000 Einwohner

Während die Erstellung der Wärmepläne verbindlich ist, ist die „Wärmeplanung“ (und damit auch der Wärmeplan als ihr Ergebnis) eine rechtlich unverbindliche, strategische Fachplanung.

Wesentliches Ergebnis der Wärmeplanung wird die Einteilung des beplanten Gebiets in die voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete:

- Wärmenetzgebiet (Nah- und Fernwärme),
- Wasserstoffnetzgebiet ($H_2$),
- Gebiet für die dezentrale Wärmeversorgung (bspw. Wärmepumpen) oder
- „Prüfgebiet“

Um diese komplexe Planung auf kommunaler Ebene aufstellen zu können, ist eine Einbindung aller relevanten Akteure nötig, hierzu gehören neben der Energie- auch die Wohnungswirtschaft:

**Abbildung 12 Verdrillung der Akteure der kommunalen Wärmeplanung [Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung, AGFW]**

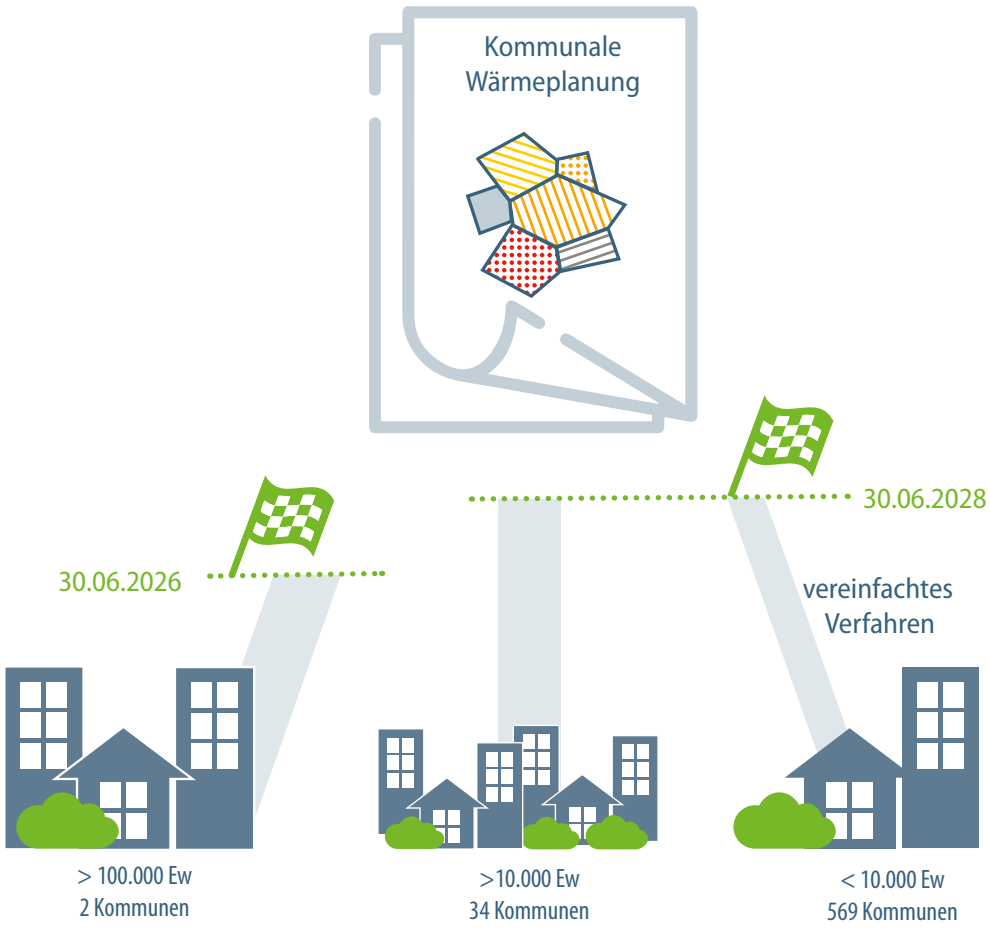



**Abbildung 13 Fristen für Wärmepläne mit Anzahl betroffener Kommunen in Thüringen**

## 3.2. Energieverbrauchssenkende Maßnahmen am Gebäude

Über 90 % des Wohnungsbestands der vtw-Mitgliedsunternehmen ist durch Einzel- oder Paketmaßnahmen in unterschiedlicher Weise seit 1990 energetisch verbessert worden. Das Potenzial an Gebäuden, die noch nicht oder nur geringfügig verbessert wurden, ist mit ca. 10 % gering. Der laufende Sanierungszyklus beschäftigt sich mit den haustechnischen Anlagen und dem Wohnkomfort im Zuge des demografischen Wandels (Grundrissänderungen, Barrierefreiheit).

Zu weiteren Maßnahmen zählen die Regelung der Heizungsanlagen durch Thermostatventile, die Erfassung und Abrechnung der Energiemengen für die Raumheizung und Trinkwassererwärmung, der Einsatz von Hocheffizienzpumpen sowie der hydraulische Abgleich. Es gibt weitere Reserven durch die Optimierung von anlagentechnischen Parametern im laufenden Betrieb. Maßnahmen am Rohrleitungssystem (Dämmung) und an den Zirkulationsleitungen verstärken diesen Effekt, sie sind Teil des zweiten Sanierungszyklus. Untersuchungen gehen nach wie vor von erheblichen Verlusten über die Zirkulationsleitungen aus.

## 3.3. Neubau

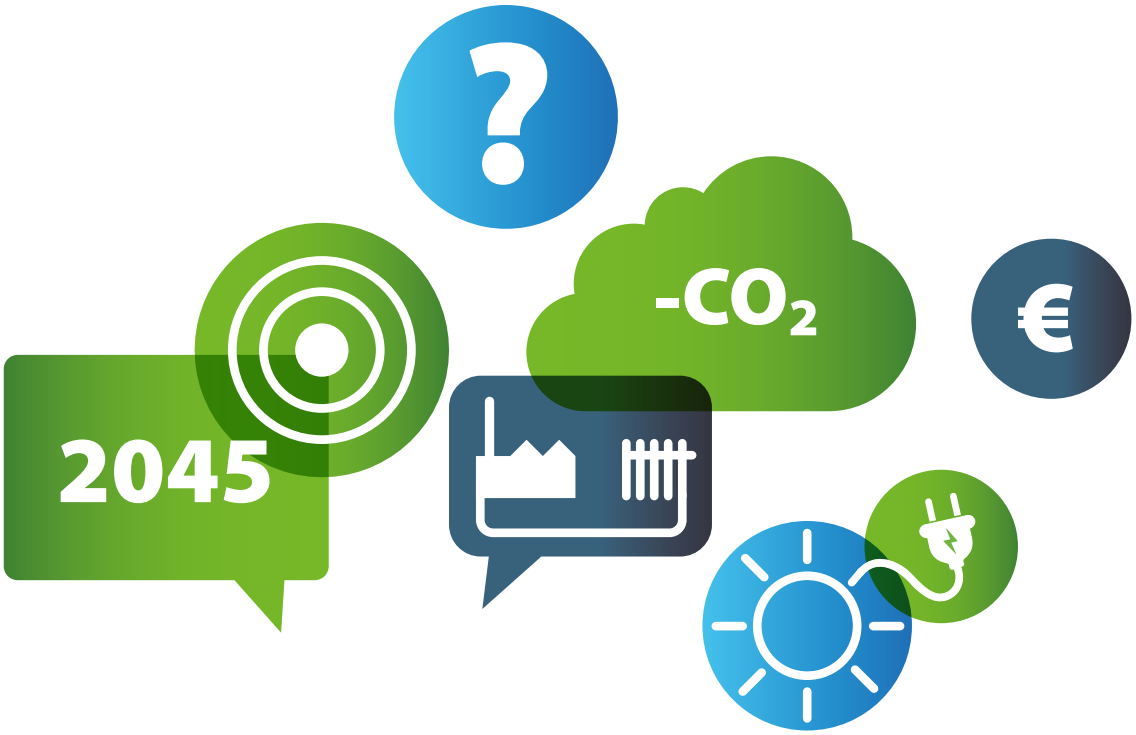
Nach der vtw-Statistik sind seit 1991 weniger als 3 % des gegenwärtigen Wohnungsbestands der Mitgliedsunternehmen neu errichtet worden, sodass Emissionsreduzierungen aus diesem Bereich nur in geringem Maße wirksam werden. Es geht im Neubau aus der Sicht der Wohnungsunternehmen nicht nur um ökonomische und ökologische Aspekte, sondern auch um Sozialverträglichkeit.

Durch weiter ansteigende Temperaturen im Sommer sind innovative Lösungen in Entwurf und Ausführung von Wohngebäuden in Bezug auf künftig einzusetzende Kühlmöglichkeiten zu suchen. Erste Forschungsbeteiligungen zum Thema fanden bereits bei vtw-Mitgliedern statt.

## 3.4. Nutzerverhalten

Das Nutzerverhalten hat einen entscheidenden Einfluss auf die gemessenen Heizenergieverbrauchswerte in Wohnungen. Bei gleicher wärmetechnischer Ausstattung können sie um den Faktor 2 bis 9 differieren. Einen besonderen Einflussfaktor des Nutzerverhaltens auf den Endenergieverbrauch von Wohneinheiten stellen mögliche Rebound-Effekte dar. Hierunter versteht man die Mehrnutzung einer Ressource nach einer vorangegangenen Modernisierungsmaßnahme. Aufgrund der erhöhten Energieeffizienz verringert sich unter Umständen dann die Achtsamkeit der Mieter für die eigenen Verbräuche, wodurch es sogar zu einer Steigerung der Endenergieverbräuche und den daraus resultierenden $CO_2$-Emissionen kommen kann. Dieses Phänomen ist auch bei Mitgliedsunternehmen des vtw zu beobachten.

Zudem muss man beachten, dass der allgemeinen Rechtsprechung nach in einer Mietwohnung tagsüber mindestens 20 bis 22°Celsius herrschen müssen. Bei Nacht, also zwischen 23 Uhr und 6 Uhr, sollen in der Regel mindestens 18° ausreichend sein. Darunter liegende Temperaturen werden als Sachmangel der Wohnung angesehen. Ein Sachmangel berechtigt den Mieter, eine Mietminderung geltend zu machen. Eine energieeffiziente Nachtabsenkung zum Zwecke der Emissionsersparnis ist daher nur sehr begrenzt vom Vermieter umsetzbar.




# 4. Schlusswort

Das aktuelle Monitoring zeigt eine Konstanz in den Verbräuchen und Emissionen auf. Das resultiert aus dem guten energetischen Sanierungsgrad der Gebäude im vtw-Mitgliedsbereich, konstanter Erzeugungsstruktur der fernwärmegeprägten Bestände und einem leichten Anstieg der Emissionen durch das Nutzerverhalten während der Coronapandemie. Die bereits seit Ende 2021 steigenden Energiepreise explodierten 2022 und sorgten damit für hektische und in Teilen panische politische Reaktionen; diese erhöhten den Handlungsdruck bei Erzeugern, Vermietern, Verbrauchern und wiederum der Politik extrem. Deutlich steigende Warmmieten als Hauptanreiz zur Reduzierung der Treibhausgasemission führt zur Anstrengung aller Beteiligten, aber bringt auch soziale Spannungen und die absehbare Unbezahlbarkeit des Wohnens für einzelne Mietergruppen mit sich.

Hinzu kommt die aktuelle Unsicherheit in den politischen und investiven Rahmenbedingungen für die Wohnungsunternehmen. Ohne zeitnahe und stabile kommunale Wärmeplanungen, einen verlässlichen rechtlichen Rahmen und ausreichende dauerhafte staatliche Förderung für Vermieter und Mieter kann und wird es keine langfristig wirtschaftliche Investition in die angestrebte Klimaneutralität unseres Gebäudebestandes geben.

Die letzten 20 %-Punkte der Strecke zur „Nullemission“ werden die anstrengendsten und teuersten werden. Darum gilt es, besonders auf diesem Stück des notwendigen Weges die klügsten Kombinationen aller Maßnahmen zu finden. Der finale Maßstab muss die Bezahlbarkeit für die Mieter bzw. Verbraucher bleiben. Eine Wärmeerzeugung vollständig aus erneuerbaren Energien zum Wucherpreis für hoch energieeffiziente Gebäude führt zu nicht leistbaren Warmmieten und führt uns als Gesellschaft nicht zum gewünschten Ziel.

# 5. Anhang

## 5.1. Datenbasis

**Tabelle 5** **Entwicklung der spezifischen Endenergiewerte für die Raumheizung im Zeitraum 1990 bis 2021**

| Jahr | Einzelöfen | Fernwärme | SH Erdgas | SH Heizöl |
|---|---|---|---|---|
| | | [kWh/(m²*a)] | | |
| 1990 | 222,5 | 176,0 | 202,0 | k. A. |
| 2007 | 222,5 | 65,4 | 95,8 | 123,1 |
| 2009 | 222,5 | 77,0 | 89,4 | 130,9 |
| 2012 | 222,5 | 77,9 | 90,8 | 127,1 |
| 2014 | 222,5 | 69,1 | 84,0 | 100,5 |
| 2016 | 222,5 | 65,7 | 85,9 | 99,5 |
| 2018 | 222,5 | 65,7 | 80,9 | 100,4 |
| 2021 | 222,5 | 65,8 | 88,8 | 113,9 |
| Ø 2007 – 2021 | 222,5 | 69,5 | 87,9 | 113,6 |

**Tabelle 6** **Entwicklung der Beheizungsstruktur der vtw-Mitgliedsunternehmen 2007 – 2022**

| Beheizungsart | 2007 | | 2012 | | 2018 | | 2022 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [WE] | [%] | [WE] | [%] | [WE] | [%] | [WE] | [%] |
| Fernwärme | 188.007 | 72,8 | 154.026 | 69,6 | 151.095 | 72,8 | 154.443 | 70,2 |
| Nahwärme | 3.974 | 1,8 | 4.600 | 2,2 | 6.433 | 2,9 | 6.433 | 2,9 |
| Blockheizkraftwerk (KWK) | 2.670 | 1,0 | 2.155 | 1,0 | 444 | 0,2 | 495 | 0,2 |
| Gaskessel zentral | 38.960 | 15,1 | 36.943 | 16,7 | 33.001 | 15,7 | 43.291 | 19,7 |
| Gasetagenheizung | 16.603 | 6,4 | 12.004 | 5,4 | 12.246 | 5,9 | 11.915 | 5,4 |
| Wärmepumpe – Gas | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 20 | 0,2 | 8 | 0,0 |
| Elektroheizung | 1.262 | 0,5 | 1.395 | 0,6 | 960 | 0,5 | 846 | 0,4 |
| Wärmepumpe – Strom | 60 | 0,0 | 247 | 0,1 | 165 | 0,1 | 181 | 0,1 |
| Ölkessel zentral | 2.020 | 0,8 | 1.306 | 0,6 | 1.118 | 0,5 | 864 | 0,4 |
| Ofenheizung (Einzelöfen) | 7.856 | 3,0 | 3.158 | 1,4 | 737 | 0,4 | 553 | 0,3 |
| Biomasseheizung zentral | 692 | 0,3 | 4.057 | 1,8 | 186 | 0,1 | 225 | 0,1 |
| Sonstige Energieträger | 0 | 0,0 | 2.023 | 0,9 | 2.873 | 1,4 | 661 | 0,3 |
| Summe gemeldete WE | 258.130 | 100 | 221.288 | 100 | 207.445 | 100 | 219.915 | 100 |

**Tabelle 7** **Struktur der Trinkwassererwärmung der vtw-Mitgliedsunternehmen im Zeitraum von 1990 bis 2021**

| Jahr | Zentrale TWE [%] | Dezentrale TWE [%] |
|---|---|---|
| **1990**[1)] | 53,00 | 47,00 |
| **2007** | 90,00 | 10,00 |
| **2009** | 92,31 | 7,69 |
| **2012** | 90,00 | 10,00 |
| **2014** | 88,10 | 11,9 |
| **2016** | 86,50 | 13,50 |
| **2018** | 93,80 | 6,20 |
| **2021** | 92,34 | 7,66 |

[1)] Werte des Jahres 1990 sind geschätzte Werte

**Tabelle 8** **Erfassung von Wohnflächen und Heizungssystemen im Rahmen der Befragungen der vtw-Mitgliedsunternehmen im Zeitraum 2007 bis 2021**

| Jahr | Wohnfläche gesamt [m²] | Erfasst [%] | Fernwärme [m²] | Erdgas [m²] | Heizöl [m²] | Weitere [m²] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2007** | 15.928.049 | 58,1 | 11.802.239 | 3.440.329 | 127.420 | k.A. |
| **2009** | 15.490.027 | 59,6 | 11.367.401 | 3.313.574 | 122.725 | k.A. |
| **2012** | 15.139.691 | 67,5 | 11.384.250 | 3.345.637 | 90.832 | k.A. |
| **2014** | 14.282.326 | 65,3 | 10.740.309 | 3.156.394 | 85.694 | k.A. |
| **2016** | 14.419.770 | 65,0 | 10.843.667 | 3.186.769 | 86.519 | k.A. |
| **2018** | 14.336.989 | 64,6 | 10.910.449 | 3.125.464 | 71.685 | k.A. |
| **2021** | 14.342.467 | 71,0 | 11.159.870 | 2.806.869 | 106.794 | 268.933 |

Es wird deutlich, dass die Akzeptanz der Befragung insgesamt unverändert hoch ist. Diese Entwicklung ist für die Berechnungen außerordentlich positiv zu bewerten, da sie die statistische Belastbarkeit der zugrunde liegenden Daten weiter stärkt.

## 5.2. Verwendete Emissionsfaktoren

**Tabelle 9** **Vergleich der bisherigen Emissionsfaktoren (GEMIS) mit den aktuell verwendeten des GdW**

| Energieträger | GEMIS [kg $CO_2$/$MWh_{Endenergie}$] | GEG [kg $CO_{2eq}$/MWh] | GdW mit Vorkette | GdW ohne Vorkette |
|---|---|---|---|---|
| Heizöl | 317 | 310 | 310 | 266 |
| Erdgas | 233 | 240 | 240 | 201,6 |
| Fern- und Nahwärme aus KWK | 233 | 180 | 207 | 172 |
| Elektroenergie (netzbezogen) | 683 | 560 | 560 | 0 |
| Holz, Pellets | | 20 | 20 | 0 |

## 5.3. Ergebnis

**Tabelle 10** **Entwicklung der $CO_2$-Emission für Raumheizung und Trinkwassererwärmung von vtw-Mitgliedsunternehmen im Zeitraum 1990 bis 2021 [IBQS]**

| | Index vtw (ohne EW) | Index vtw (mit EW) | Index vtw (ohne EW, ohne Flächenreduktion) | BRD [UBA] |
|---|---|---|---|---|
| **1990** | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |
| **1994** | 83,0 % | 83,0 % | 95,6 % | 90,1 % |
| **1999** | 50,0 % | 33,9 % | 62,6 % | 83,4 % |
| **2007** | 28,5 % | 18,1 % | 40,9 % | 77,1 % |
| **2009** | 30,3 % | 19,1 % | 44,7 % | 71,8 % |
| **2012** | 29,1 % | 17,1 % | 43,9 % | 73,0 % |
| **2014** | 25,6 % | 15,7 % | 41,0 % | 71,4 % |
| **2016** | 25,2 % | 15,7 % | 40,0 % | 71,8 % |
| **2018** | 24,8 % | 15,1 % | 39,5 % | 67,6 % |
| **2020** | 25,1 % | 15,3 % | 40,1 % | 58,7 % |
| **2021** | 24,3 % | 14,8 % | 38,8 % | 59,6 % |

# 6. Verzeichnisse

## 6.1. Abbildungsverzeichnis


| | | |
|---|---|---|
| Abbildung 1 | Verteilung der 220 vtw-Mitgliedsunternehmen in Thüringen, Stand Ende 2021 | 5 |
| Abbildung 2 | Leerstandsentwicklung der vtw-Mitgliedsunternehmen von 2002 bis 2022 | 5 |
| Abbildung 3 | Emissionsfaktoren für relevante Energieträger im Vergleich (Standortbasiert) | 7 |
| Abbildung 4 | Emissionsfaktoren Thüringer Fernwärmeerzeuger (marktbasiert; Berechnungsmethodik kann variieren, teilweise Mischwert mehrerer Netze, teilweise Einbeziehung Emissionshandel) [IBQS 2024] | 7 |
| Abbildung 5 | Zusammengefasste Beheizungsstruktur von Wohnungen der vtw-Mitgliedsunternehmen 2021 | 8 |
| Abbildung 6 | Entwicklung der spezifischen Endenergieverbräuche der vtw-Mitgliedsunternehmen [nach IBQS] | 9 |
| Abbildung 7 | Struktur der Trinkwassererwärmung der vtw-Mitgliedsunternehmen 2021 | 10 |
| Abbildung 8 | Index der $CO_2$-Emissionen BRD [UBA] – vtw [IBQS] von 1990 bis 2021 | 12 |
| Abbildung 9 | Handlungsfelder zur Reduktion der THG-Emissionen [IBQS] | 14 |
| Abbildung 10 | Übersicht der Reduktionspotentiale im vtw-Bestand [IBQS] | 14 |
| Abbildung 11 | Aufführung der ausgewählten Wärmelösungen der Thüringer Fernwärmeversorger n=32 [Vortrag TWS auf der 62. Baufachtagung 2022] | 15 |
| Abbildung 12 | Verdrillung der Akteure der kommunalen Wärmeplanung [Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung, AGFW] | 16 |
| Abbildung 13 | Fristen für Wärmepläne mit Anzahl betroffener Kommunen in Thüringen [nach WPG] | 17 |


## 6.2. Tabellenverzeichnis


| | | |
|---|---|---|
| Tabelle 1 | Vergleich der Klimaschutzziele von Thüringen, Deutschland und Europa | 3 |
| Tabelle 2 | Spezifische Endenergiewerte für die Trinkwassererwärmung im Zeitraum von 1990 bis 2018 | 11 |
| Tabelle 3 | Vergleich ausgewählter Allokationsmethoden für KWK-Anlagen der Fernwärmeerzeugung | 13 |
| Tabelle 4 | Beispielhafte Emissionsfaktoren von Fernwärme mit KWK mit verschiedenen Berechnungsmethoden [Angaben gemäß Webseiten der Fernwärme-Versorger] | 14 |
| Tabelle 5 | Entwicklung der spezifischen Endenergiewerte für die Raumheizung im Zeitraum 1990 bis 2021 | 20 |
| Tabelle 6 | Entwicklung der Beheizungsstruktur der vtw-Mitgliedsunternehmen 2007 – 2022 | 20 |
| Tabelle 7 | Struktur der Trinkwassererwärmung der vtw-Mitgliedsunternehmen im Zeitraum von 1990 bis 2021 | 21 |
| Tabelle 8 | Erfassung von Wohnflächen und Heizungssystemen im Rahmen der Befragungen der vtw-Mitgliedsunternehmen im Zeitraum 2007 bis 2021 | 21 |
| Tabelle 9 | Vergleich der bisherigen Emissionsfaktoren (GEMIS) mit den aktuell verwendeten des GdW | 22 |
| Tabelle 10 | Entwicklung der $CO_2$-Emission für Raumheizung und Trinkwassererwärmung von vtw-Mitgliedsunternehmen im Zeitraum 1990 bis 2021 [IBQS] | 22 |

## 6.3. Abkürzungsverzeichnis / Glossar

| | |
|---|---|
| a | Jahr |
| AGFW | Arbeitsgemeinschaft Fernwärme, Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. |
| Allokation | Zuteilung von Emissions- und Energiebeiträgen zu Strom- und Wärmeanteil bei KWK-Anlagen |
| BHKW | Blockheizkraftwerk, Anlage zur Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme durch die Nutzung des Prinzips der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) |
| $CO_2$ | Kohlendioxid. Klimaschädliches Treibhausgas |
| $CO_2$eq | Kohlendioxid-Äquivalente, Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung unterschiedliche Treibhausgase. Neben $CO_2$ beispielsweise Methan oder Lachgas |
| $CO_2$KostAufG | Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz, Stufeneinteilung nicht umlegbarer Betriebskosten des $CO_2$-Kostenanteils des nationalen und europäischen Emissionshandels *https://www.gesetze-im-internet.de/co2kostaufg/* |
| DVGW | Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. |
| DWD | Deutscher Wetterdienst. Sammelt Wetterdaten seit 1952 und stellt u.a. Postleitzahlbezogene Klimafaktoren zur Verfügung *https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html* |
| EFH | Einfamilienhaus |
| EG | Erdgas. Die Nutzung von Erdgas beträgt im vtw 21 %. |
| EÖ | Einzelöfen: Einzelfeuerstätten mit festen Brennstoffen |
| Ew | Einwohner |
| EW | Energiewirtschaft |
| FFVAV | Fernwärme-, Fernkälte-Verbrauchserfassung- und Abrechnungsverordnung |
| FW | Fernwärme. Der Anschlussgrad an Nah- und Fernwärmenetze beträgt im vtw 78 %. |
| FVU | Fernwärmeversorgungsunternehmen |
| GEG | Gebäudeenergiegesetz. Das GEG fasst die Energieeinsparverordnung, das Erneuerbare Energiegesetz und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz zusammen *https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf* |
| GdW | Gesamtverband der deutschen Wohnungswirtschaft |
| GEMIS | Globales Emissions-Modell integrierter Systeme. Frei verfügbares Computermodell, u.a. nutzbar für den $CO_2$-Fußabdruck für Energie-, Stoff- und Verkehrssysteme. |
| GWP | Global Warming Potential |
| IBQS | Institut für Bauphysikalische Qualitätssicherung an der FH Erfurt |
| K | Kelvin, Einheit zur Angabe der Temperaturdifferenz |
| kWh | Kilowattstunden. Die Menge an Energie, die eine Heizungsanlage oder Trinkwassererwärmung innerhalb einer Stunde verbraucht |
| KWK | Kraft-Wärme-Kopplung, Gewinnung von elektrischem Strom und nutzbarer Wärme in einem gemeinsamen thermodynamischen Prozess. Vorteil ist ein verringerter Brennstoffbedarf, wodurch die Schadstoffemissionen star reduziert werden. |
| $m^2$ | Quadratmeter. |
| MFH | Mehrfamilienhaus. Im vtw-Bestand sind nur Mehrfamilienhäuser. |

| | |
|---|---|
| η | Wirkungsgrad |
| t | Tonnen. Das Volumen einer Tonne $CO_2$ beträgt ca. 500 Kubikmeter. |
| THG | Treibhausgasemissionen. Das stärkste Treibhausgas ist $CO_2$. |
| ThürKlmaG | Thüringer Klimagesetz, legt seit 2019 $CO_2$-Reduktionspfade für Thüringen fest |
| TWE | Trinkwassererwärmung. In der Heizungstechnik wird Wasser mit einer Temperatur von maximal 90 °C als Trinkwarmwasser bezeichnet. Zur Verringerung der Legionellengefahr sind im Speicher mindestens 60 °C erforderlich. |
| UBA | Umweltbundesamt |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure e.V. |
| vtw | Verband der Thüringer Wohnungs- und Immobilienwirtschaft e. V. |
| WE | Wohneinheit. Im vtw ist die Wohneinheit durchschnittlich 57,7 m² groß. |
| Wfl. | Wohnfläche |
| WPG | Wärmeplanungsgesetz, was kommunale Wärmepläne fordert *https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/WPG.pdf* |
| ZWH | Zweifamilienhaus |

## 6.4. Quellenverzeichnis


AGFW und DVGW. (2022). *Praxisleitfaden „Kommunale Wärmeplanung"*. Frankfurt aM, Bonn.

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. . (2022). *Fakten und Argumente: Grundlagenpapier Primärenergiefaktoren (Zusammenhänge von Primärenergie und Endenergie in der energetischen Bewertung).* Berlin.

BMWK. (2022). *Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz ($CO_2$KostAufG).* Berlin.

BMWK. (2023). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz GEG).* Berlin.

BMWSB. (2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz WPG).* Berlin.

GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. . (2020). *GdW Arbeitshilfe 85 „$CO_2$ Monitoring" (Erhebung und Verarbeitung von Energieverbrauchswerten, Aggregation, Monitoring und Berichterstattung über $CO_2$-und Treibhausgasemissionen).* Berlin.

GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. . (2024). *Arbeitshilfe 92 „Umsetzung des Gesetzes zur Aufteilung der Kohlendioxidkosten"*. Berlin.

IBQS Institut für Bauphysikalische Qualitätssicherung . (2024). *$CO_2$-Bilanz der Mitgliedsunternehmen des Verbandes des Thüringer Wohnungs- und Immobilioenwirtschaft e.V. Erfurt.*

IW.2050 Initiative Wohnen 2050 . (2023). *Praxisbericht 2023/2024.* Frankfurt a.M.

Schröder et al. (Bauphysik. Sonderdruck 2018). Statistische Energiekennzahlen für Deutschland: Heizenergieverbrauchsentwicklung im Wohnungsbestand seit 2004.

techem. (2020). *Energiekennwerte 2019.* Eschborn.

TMIL. (2018). *2. Wohnungsmarktbericht Thüringen.* Erfurt.

TMUEN. (2018). T*hüringer Klimagesetz ThürKlimaG.* Erfurt.

UBA Umweltbundesamt . (17. 11 2023). *Wohnfläche.* Von www.umweltbundesamt.de abgerufen

vtw-Baufachtagung . (30. 11 2022). *Thüringer Wärmeservice TWS.* Dekarbonisierung der Thüringer Fernwärmeversorgung, Erfurt.

## Impressum

### Herausgeber
Verband Thüringer Wohnungs- und
Immobilienwirtschaft e.V. (vtw)
Regierungsstraße 58
99084 Erfurt

### Redaktionsschluss
April 2024

### Layout
Werbeagentur Kleine Arche GmbH

### Druck
Printzipia

gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier
$CO_2$-neutral gedruckt



### Copyright
Der Nachdruck oder die Vervielfältigung und Verbreitung sind nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.