

Forschungsprojekt Wärmewende in Thüringen



Erfurt, 23.04.2025

Angela Clinkscales
Eileen Willomeit
Jonathan Wenzel
Helge Grüter-Birgaoanu

Forschungsgruppe

**Bauhaus-Universität
Weimar**

 **Ernst-Abbe-Hochschule Jena**
University of Applied Sciences

 **HOCHSCHULE NORDHAUSEN**
University of Applied Sciences

Förderung

 **Kofinanziert von der
Europäischen Union**

Freistaat
Thüringen 

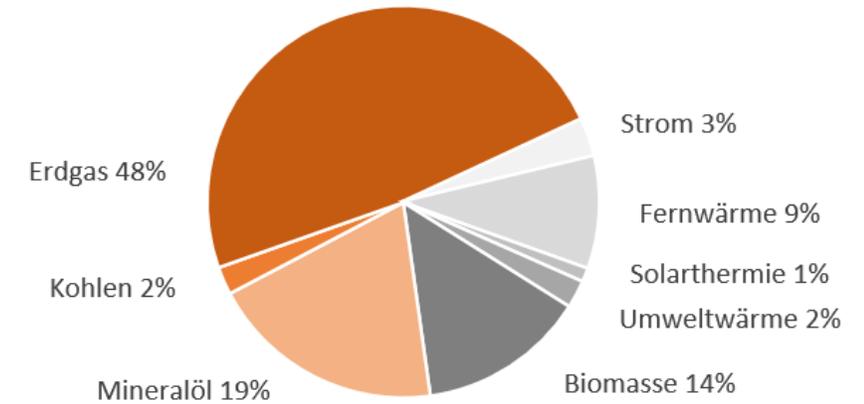
1. Forschungsprojekt: Wärmewende in Thüringen

Anlass und Projektziele

Für **Raumwärme und Warmwasser in Wohngebäuden** werden in Thüringen jährlich ca. **14 TWh Endenergie** verbraucht (ca. 24 % des Gesamtverbrauches aller Sektoren in Thüringen). (in.RET 2023)

Die **Klimaschutzziele** sehen eine **treibhausgasneutrale Wärmeversorgung** bis 2045 vor.

Ziel des Forschungsvorhabens ist das Aufzeigen und die Analyse der **möglichen Transformationspfade zur Dekarbonisierung** der Wärmeversorgung des Wohngebäudebestandes in Thüringen.



Verteilung Endenergie Raumwärme und Warmwasser in Thüringen nach Energieträgern
(Abbildung auf Datengrundlage: in.RET 2023)

1. Forschungsprojekt: Wärmewende in Thüringen

Anlass und Projektziele

1 Bestandsanalyse:
Wohngebäude- und
Heizungstypologie

2 Lösungsansätze für die
möglichst klimaneutrale
Wärmeversorgung

3 Gebäudetypbezogene
Klimaschutzfahrpläne
mit Empfehlungen

4 Szenarioanalyse und
Hochrechnungen zum
Klimaschutzbeitrag



2. Wohngebäudebestand

Methodik der empirischen Erhebung

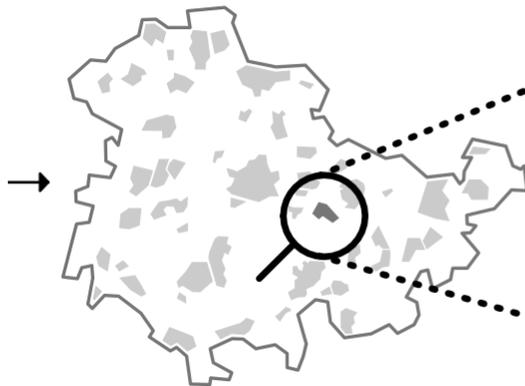
1. Analyse

Quantitative Analyse des Wohngebäudebestands

	EFH 1	EFH 2	MFH 1	MFH 2	MFH 3
A	10.7%	5.9%	6.2%	2.7%	0.4%
B	7.4%	4.9%	3.7%	1.8%	0.2%
C	6.2%	2.6%	2.7%	9.4%	1.1%
D	4.5%	1.8%	0.4%	4.5%	1.4%
E	9.0%	3.7%	1.9%	2.4%	1.0%
F	1.9%	0.9%	0.2%	0.3%	0.1%

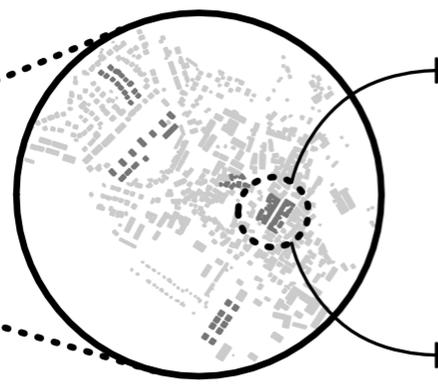
2. Gemeinde

Auswahl Gemeinden zur Durchführung Stichproben



3. Gebäudegruppen

Auswahl typischer Gebäudestrukturen



4. Datenaufnahme

Modus A: Aufnahme Sanierungsniveaus

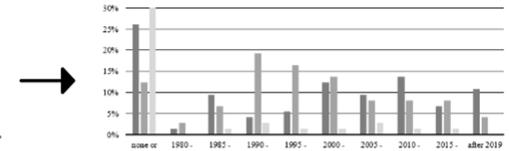


Modus B: Aufnahme Gebäudedaten im Detail

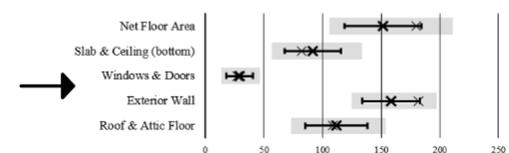


5. Aggregation

Verteilung Sanierungsniveaus der Bauteile



Typische Charakteristika je Wohngbautyp



2. Wohngebäudebestand

Struktur des Wohngebäudebestandes nach Gebäudetypen

Thüringen	EFH 1 (freist.)	EFH 2 (nicht freist.)	MFH 1 (3-6 Whg.)	MFH 2 (7-12 Whg.)	MFH 3 (13+ Whg.)	Wohnfläche (Summe m ²)
Baualtersklasse A (vor 1919)	12,5%	4,8%	6,1%	2,5%	0,5%	25.943.000
Baualtersklasse B (1919-1948)	8,1%	4,2%	3,3%	1,4%	0,2%	16.951.000
Baualtersklasse C (1949-1978)	6,8%	1,8%	3,2%	7,3%	1,9%	20.691.000
Baualtersklasse D (1979-1990)	4,7%	1,2%	0,5%	3,9%	1,8%	11.837.000
Baualtersklasse E (1991-2022)	13,7%	2,8%	2,5%	2,7%	1,5%	22.820.000
Wohnfläche (Summe m ²)	45.071.000	14.503.000	15.279.000	17.506.000	5.882.000	98.242.000



Beispiel
EFH1-A



Beispiel
MFH2-C

Verteilung Gebäudetypen nach Wohnfläche in Thüringen

Abbildung auf Datengrundlage Zensus 2022

2. Wohngebäudebestand – Auszug der Ergebnisse

EFH1-A

Ein-/Zweifamilienhaus, freistehend, vor 1919



Verteilung	Thüringen Gesamt	Gemeinden ab 100.000	Gemeinden 100.000-10.000	Gemeinden 10.000-1.000	Gemeinden bis 1.000
Wohnfläche	12.244.000	378.000	2.959.000	6.802.000	2.104.000
Anteil %	12,5%	2,9%	7,5%	18,1%	26,1%

MFH2-C

Mehrfamilienhaus, 7-12 Whg., 1949 - 1978

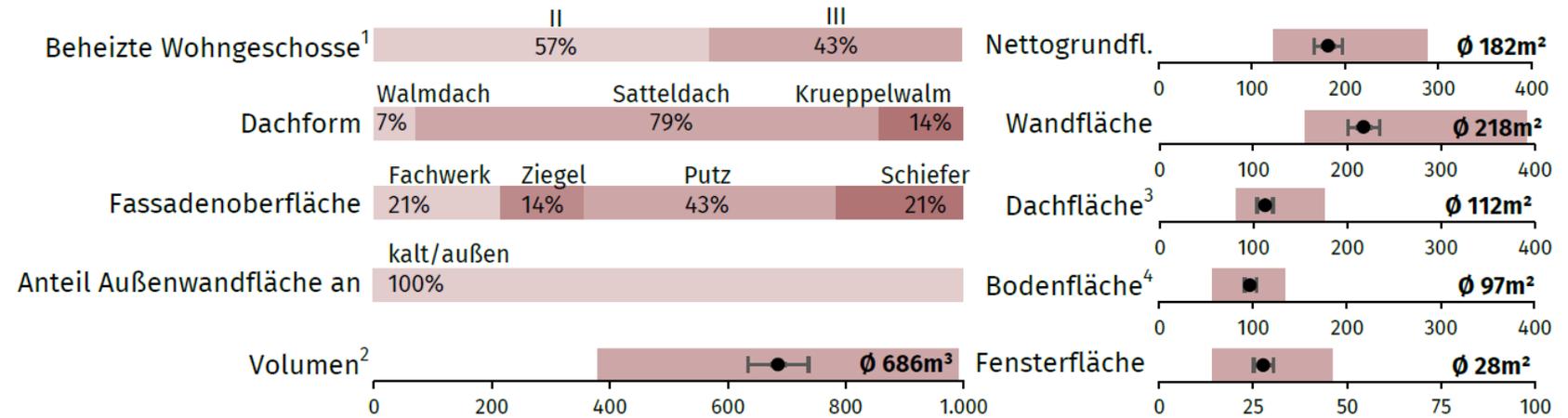


Verteilung	Thüringen Gesamt	Gemeinden ab 100.000	Gemeinden 100.000-10.000	Gemeinden 10.000-1.000	Gemeinden bis 1.000
Wohnfläche	7.185.000	1.331.000	4.390.000	1.399.000	65.000
Anteil %	7,3%	10,0%	11,1%	3,7%	0,8%

2. Wohngebäudebestand – Auszug der Ergebnisse

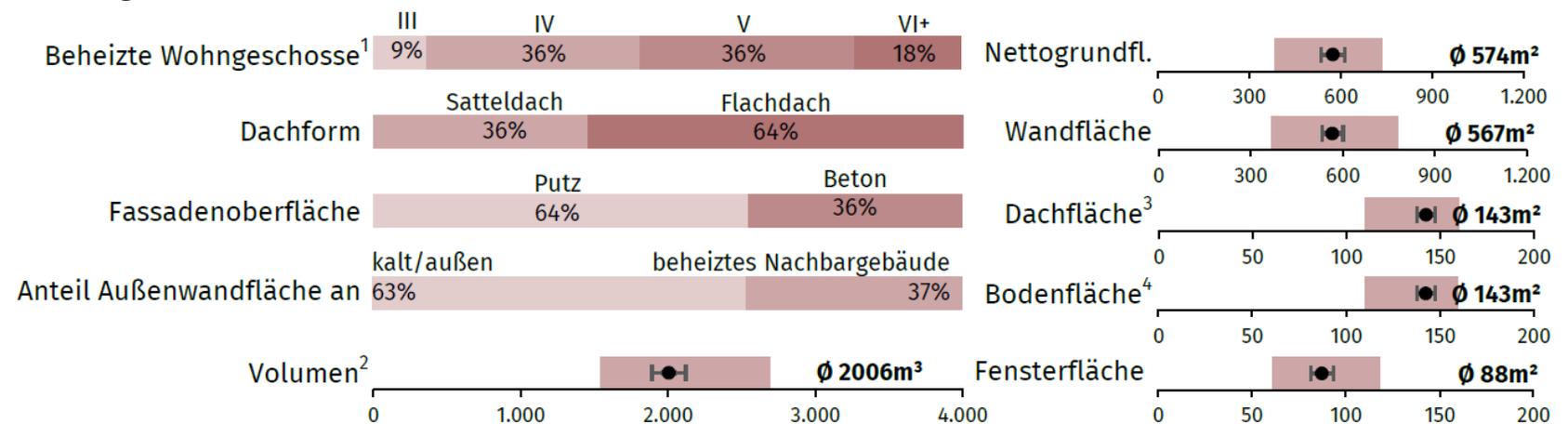
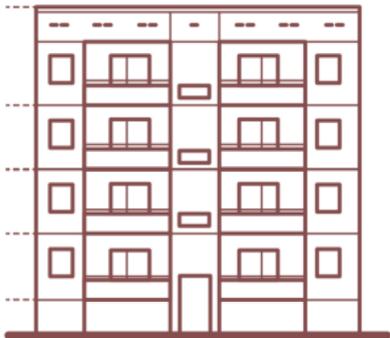
EFH1-A

Ein-/Zweifamilienhaus, freistehend, vor 1919



MFH2-C

Mehrfamilienhaus, 7-12 Whg., 1949 - 1978



2. Wohngebäudebestand – Auszug der Ergebnisse

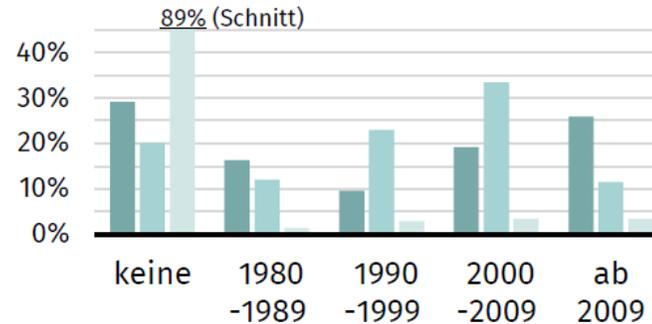
EFH1-A

Ein-/Zweifamilienhaus, freistehend, vor 1919

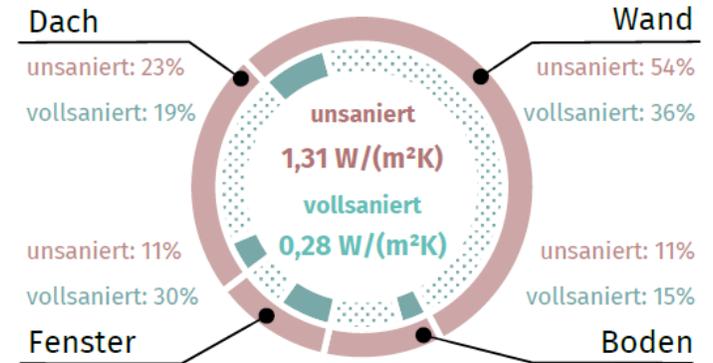
Sanierungsniveau



- Letzte energetische Sanierung des Daches
- Letzte energetische Sanierung der Fenster
- Letzte energetische Sanierung der Außenwand



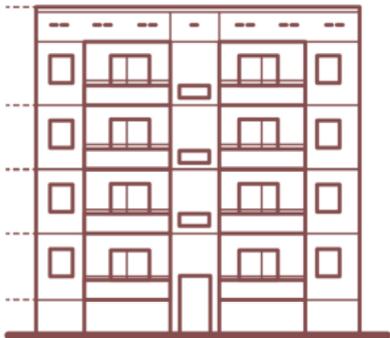
Transmission H_T'



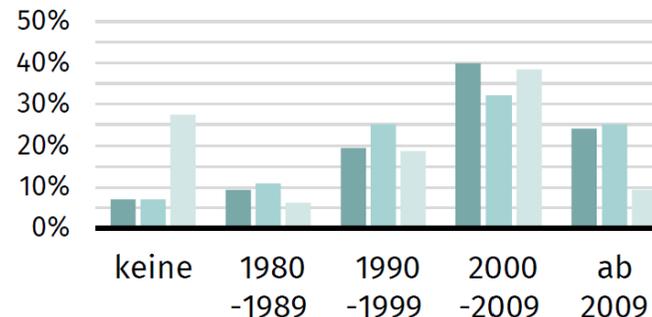
MFH2-C

Mehrfamilienhaus, 7-12 Whg., 1949 - 1978

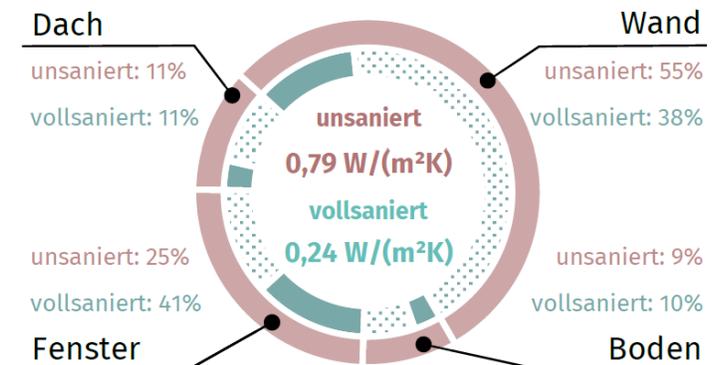
Sanierungsniveau



- Letzte energetische Sanierung des Daches
- Letzte energetische Sanierung der Fenster
- Letzte energetische Sanierung der Außenwand



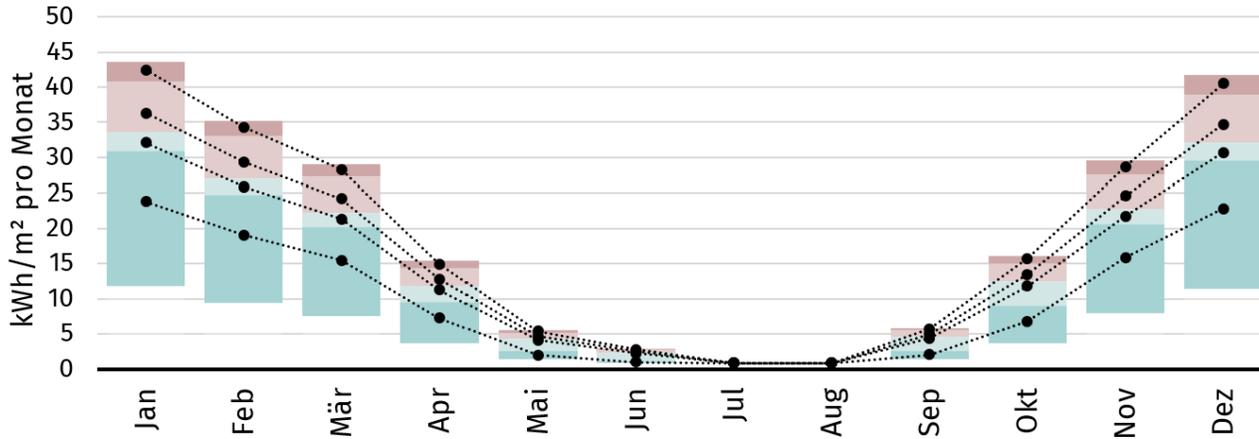
Transmission H_T'



2. Wohngebäudebestand – Auszug der Ergebnisse

EFH1-A

Ein-/Zweifamilienhaus, freistehend, vor 1919

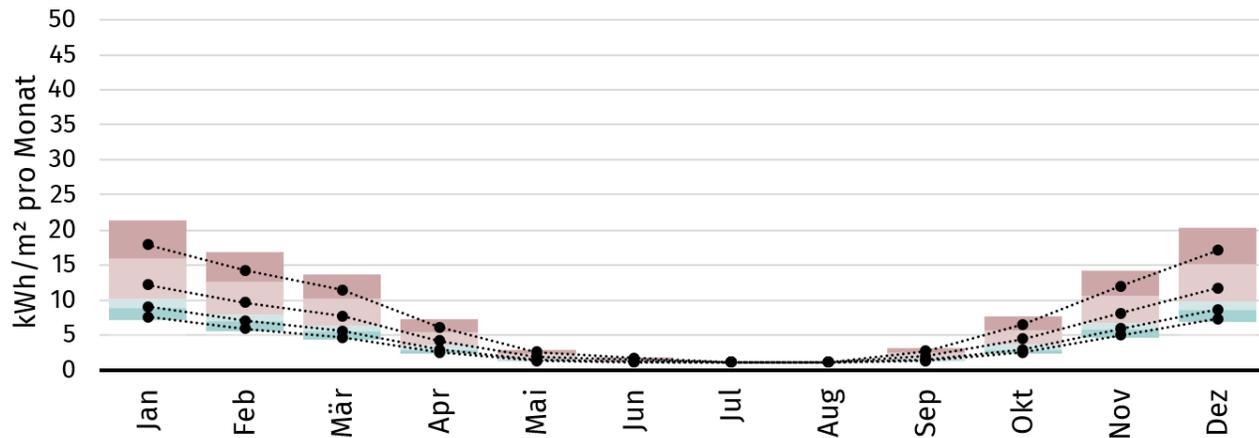


Nutzenergie $Q_H + Q_{WB}$

- 25% der Gebäude
212-227 kWh/m²a
Ø 221 kWh/m²a
- 25% der Gebäude
175-212 kWh/m²a
Ø 189 kWh/m²a
- 25% der Gebäude
153-175 kWh/m²a
Ø 167 kWh/m²a
- 25% der Gebäude
61-153 kWh/m²a
Ø 118 kWh/m²a

MFH2-C

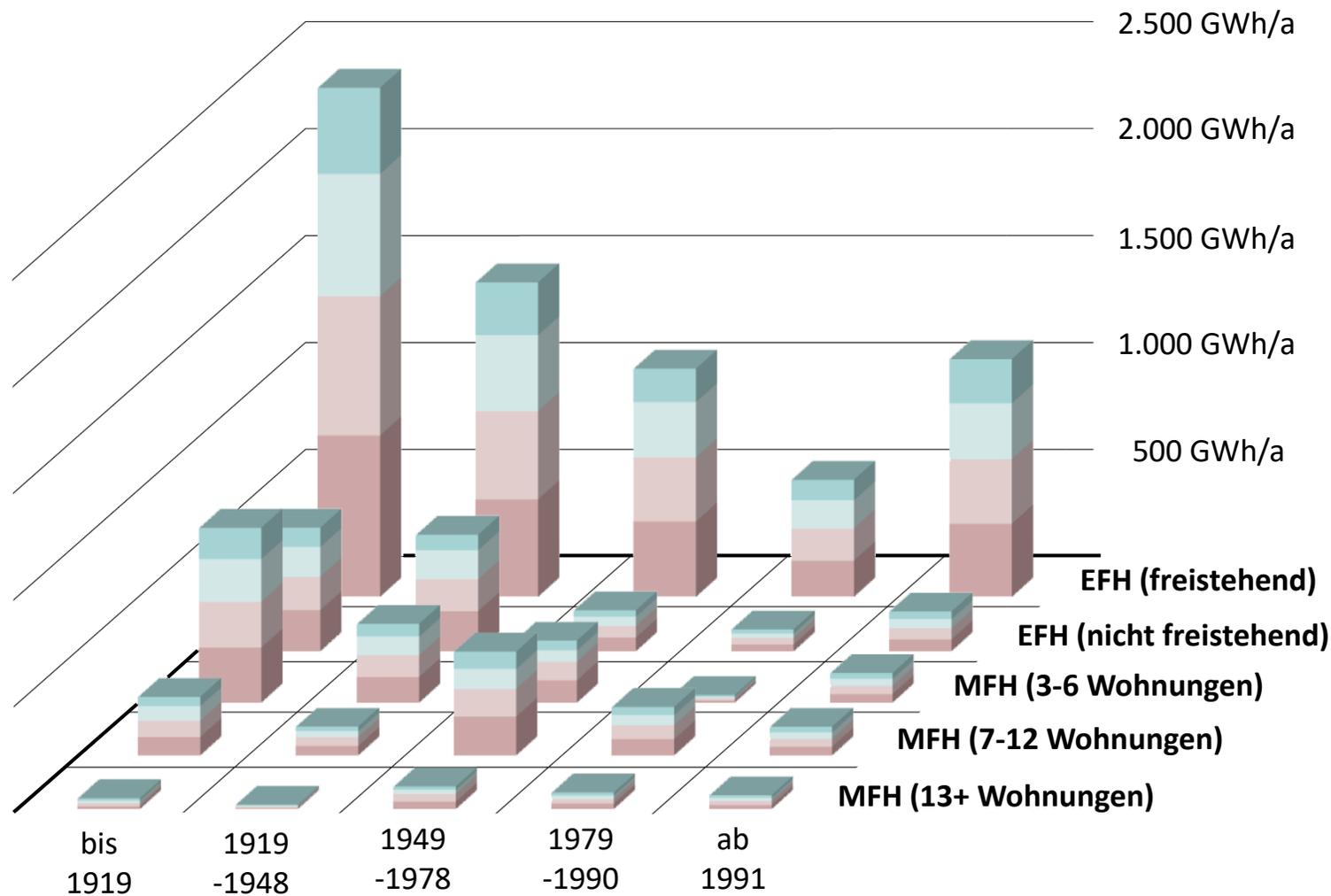
Mehrfamilienhaus, 7-12 Whg., 1949 - 1978



Nutzenergie $Q_H + Q_{WB}$

- 25% der Gebäude
84-112 kWh/m²a
Ø 95 kWh/m²a
- 25% der Gebäude
56-84 kWh/m²a
Ø 66 kWh/m²a
- 25% der Gebäude
48-56 kWh/m²a
Ø 49 kWh/m²a
- 25% der Gebäude
40-48 kWh/m²a
Ø 42 kWh/m²a

2. Wohngebäudebestand – Auszug der Ergebnisse



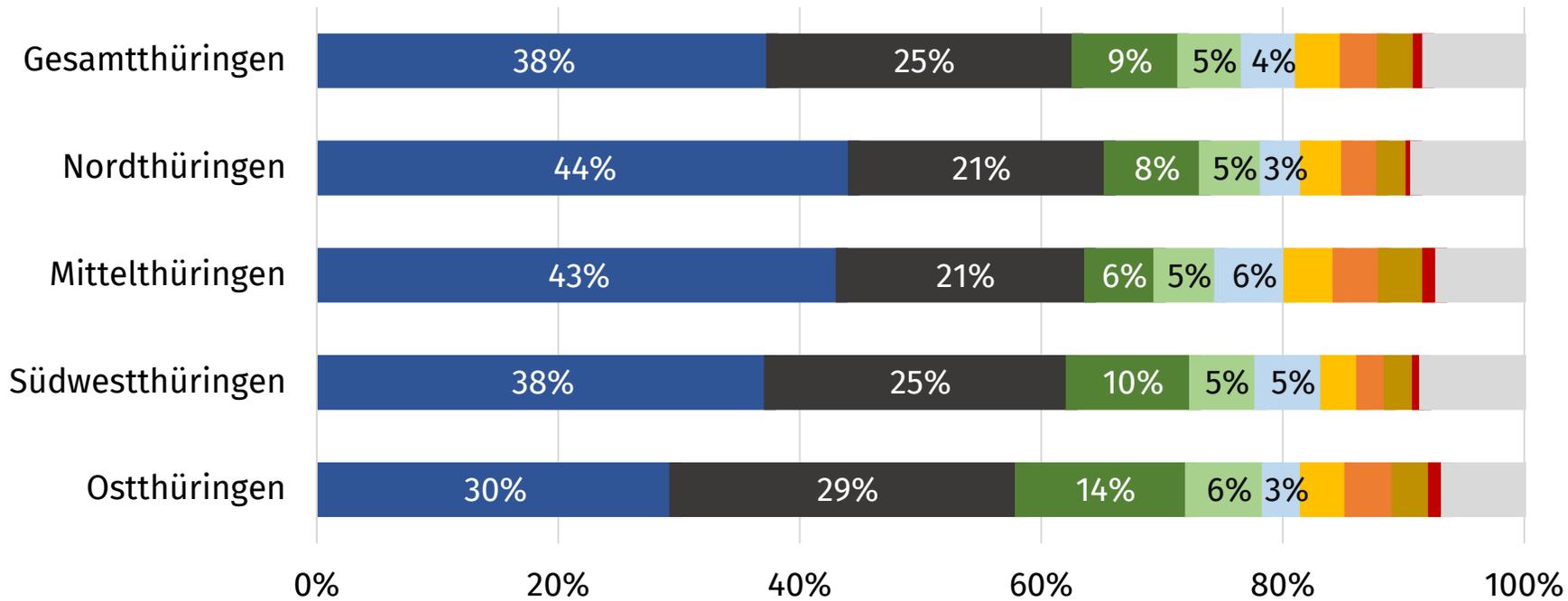
Summe der Jahresnutzenergie für Heizung und Warmwasser je Gebäudetyp unterteilt in:

- 25% der Gebäude (bester Sanierungsgrad)
- 25% der Gebäude (überdurchschn. Sanierungsgrad)
- 25% der Gebäude (unterdurchschn. Sanierungsgrad)
- 25% der Gebäude (schlechtester Sanierungsgrad)

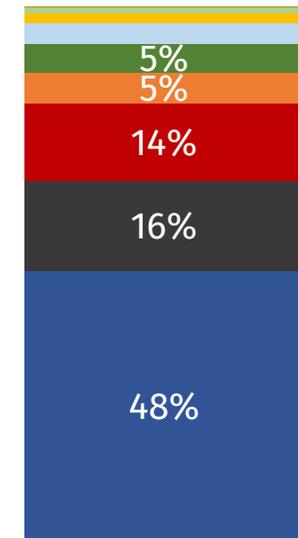
(auf Grundlage Zensus 2022, eigener Erhebung, eigener Berechnung DIN 18599-2)

3. Heizungsbestand

Heizungstypen nach Region



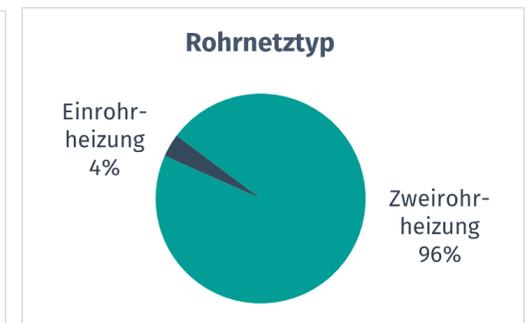
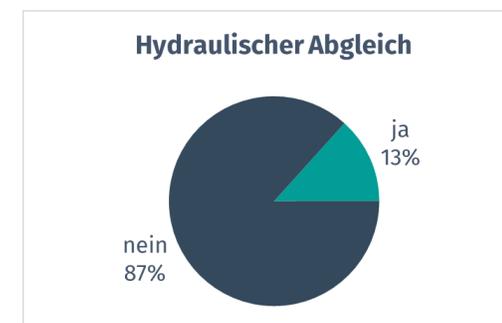
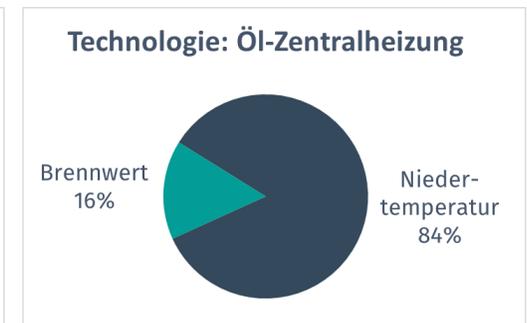
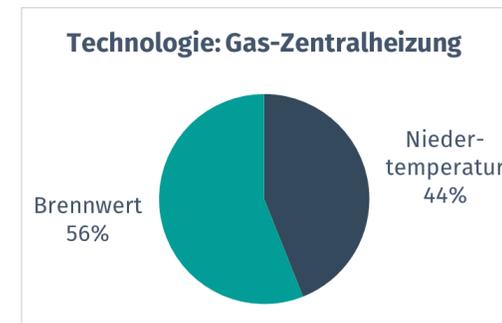
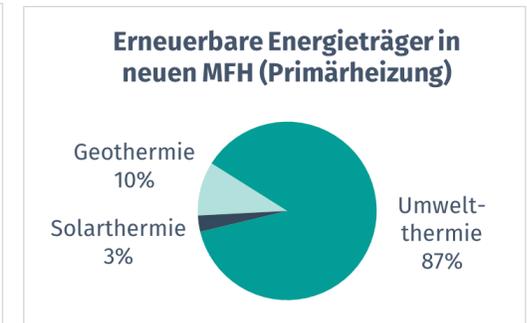
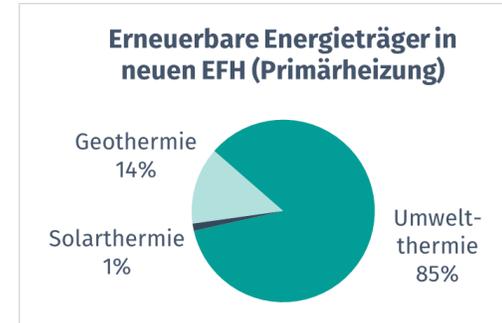
Heizungstypen im EFH1-E (ab 1991)



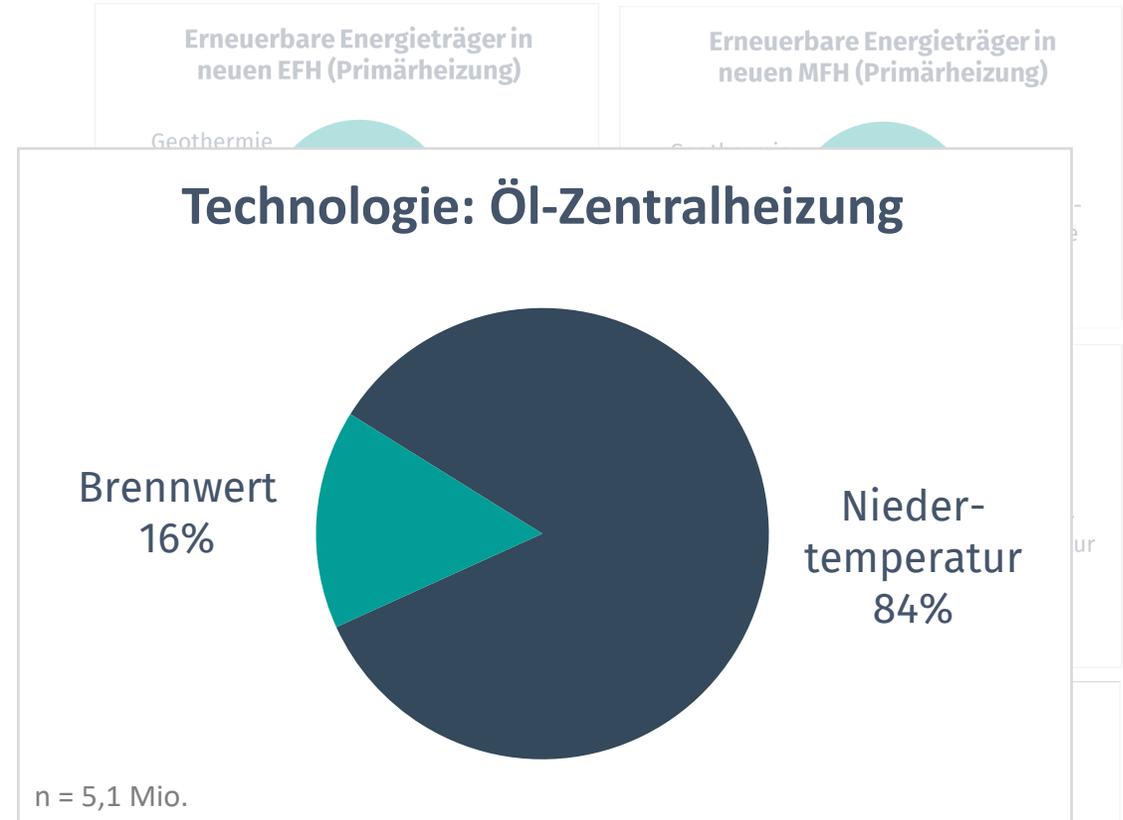
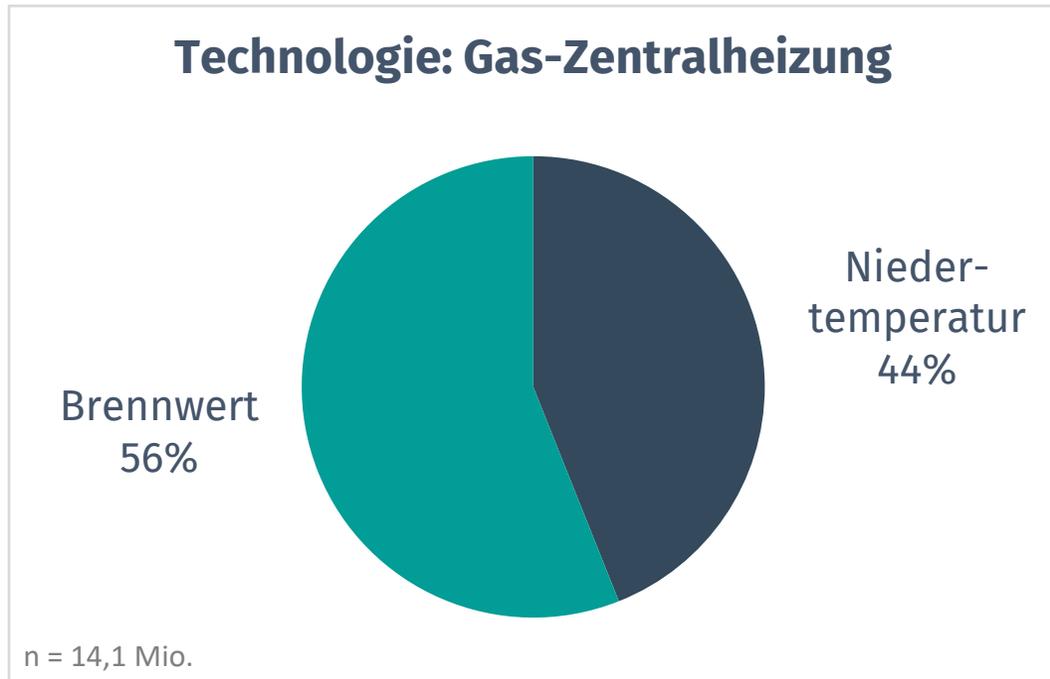
- Gas-Zentralheizung
- Öl-Zentralheizung
- Holz-/Pellet-Zentralheizung
- Holz-/Pellet-Ofen
- Gas-Etagenheizung
- Elektroheizung
- Wärmenetzanschluss
- Kohle-Ofen
- Wärmepumpe/Solarthermie
- Sonstige

eigene Darstellung, EAH Jena, Daten: Thüringer Landesamt für Statistik, 2024

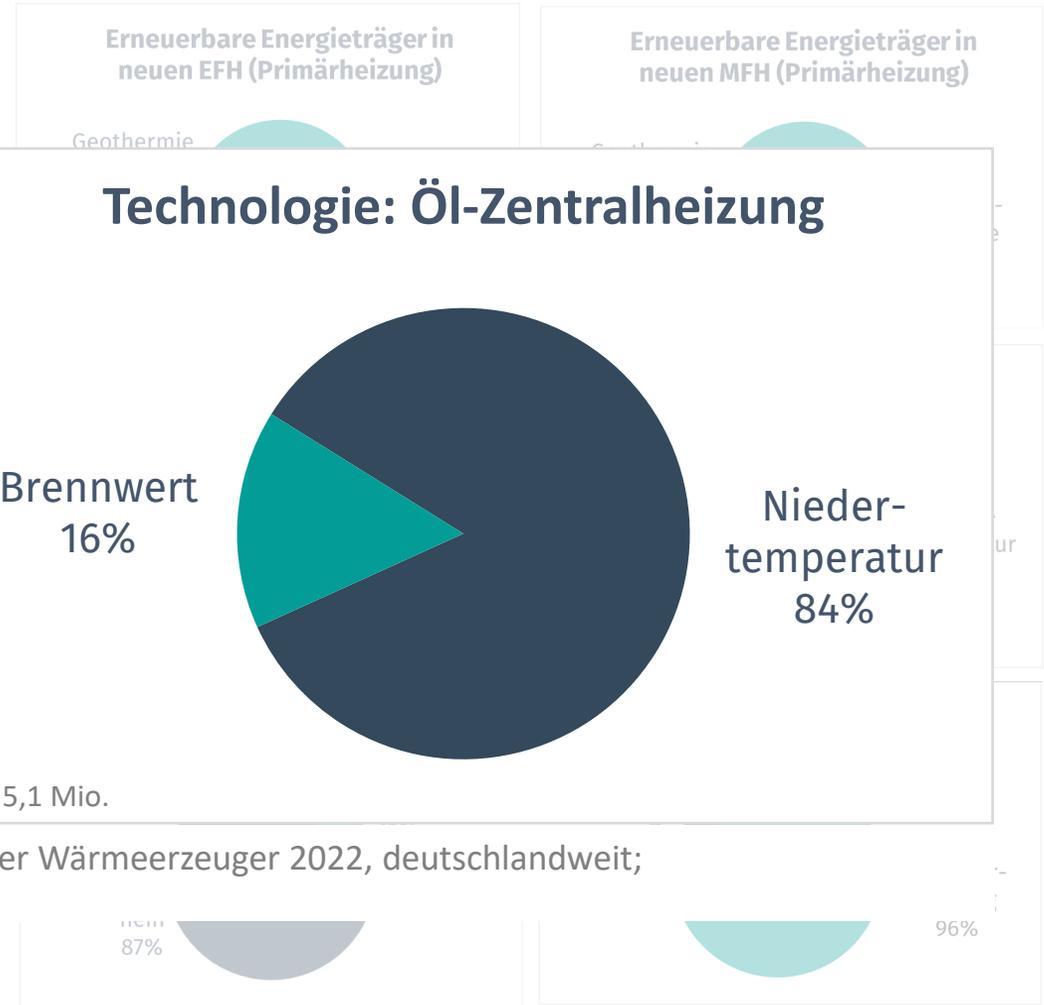
3. Heizungsbestand



3. Heizungsbestand



Anteil der Niedertemperatur- und Brennwertheizungen im Bestand zentraler Wärmeerzeuger 2022, deutschlandweit;
eigene Darstellung, EAH Jena, Daten: Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie, 2023



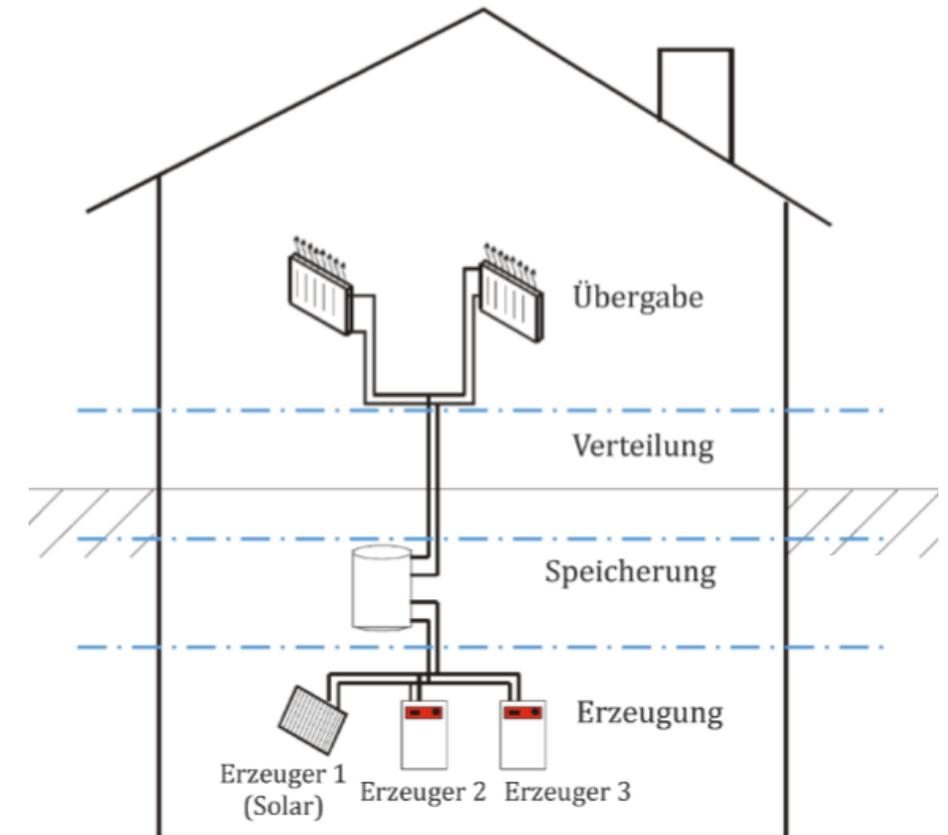
3. Heizungsbestand - Endenergiebedarf

Ziel:

Berechnung der Verluste einzelner Komponenten der Heizungssysteme zur Bestimmung des Endenergiebedarfes in stündlicher Auflösung

Methodik:

- Simulation von Wärmebereitstellungssystemen (MATLAB SIMULINK)
- Vorgehensweise angelehnt an DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden
- Eingangsdaten:
 - **Gebäudetypspezifische Merkmale**
 - **Heizungstypspezifische Merkmale**
 - **Nutzwärmebedarf** je Gebäudetyp (4 x)
 - **Trinkwarmwasserbedarf** je Gebäudetyp
 - **Außentemperaturverlauf** nach Planungsregion

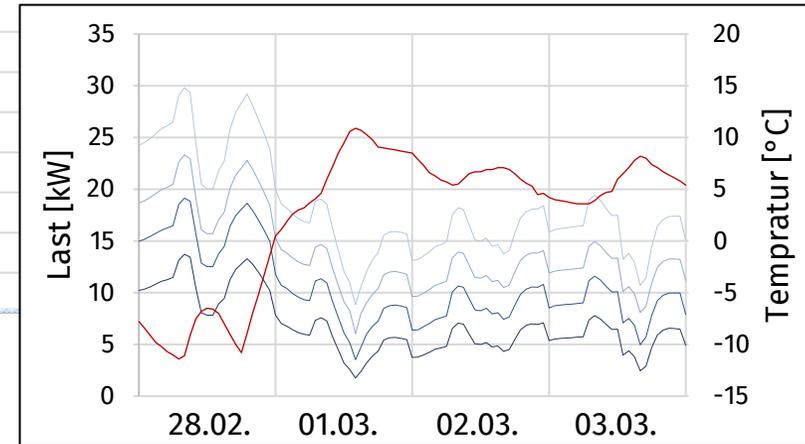
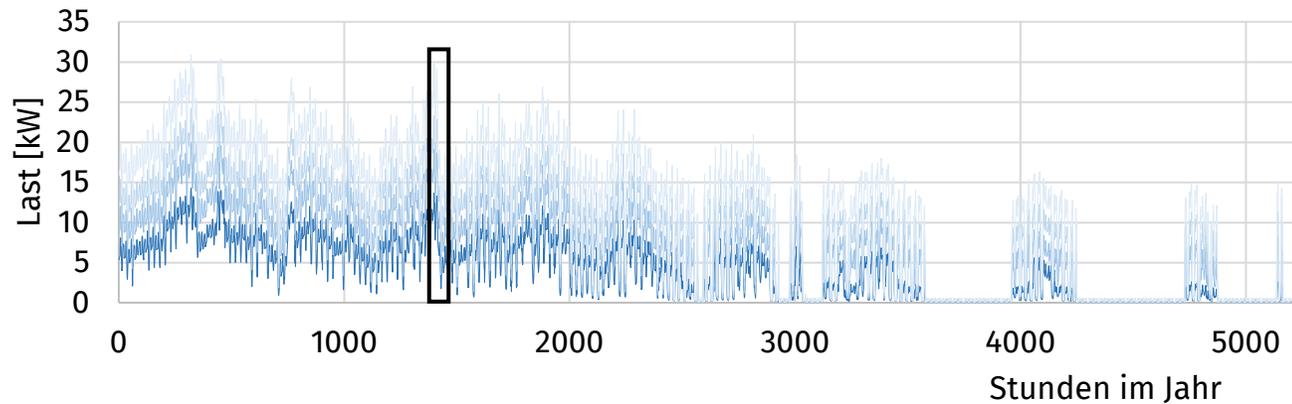


Wärmeverluste im Heizsystem
(DIN/TS 18599-12:2021-04)

3. Heizungsbestand - Endenergiebedarf

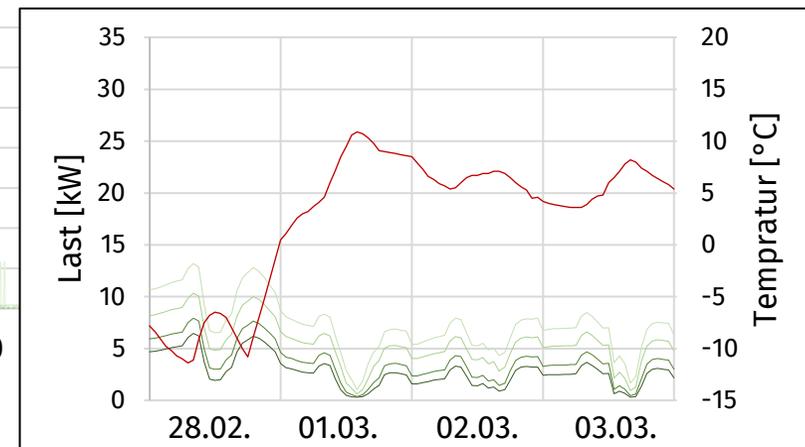
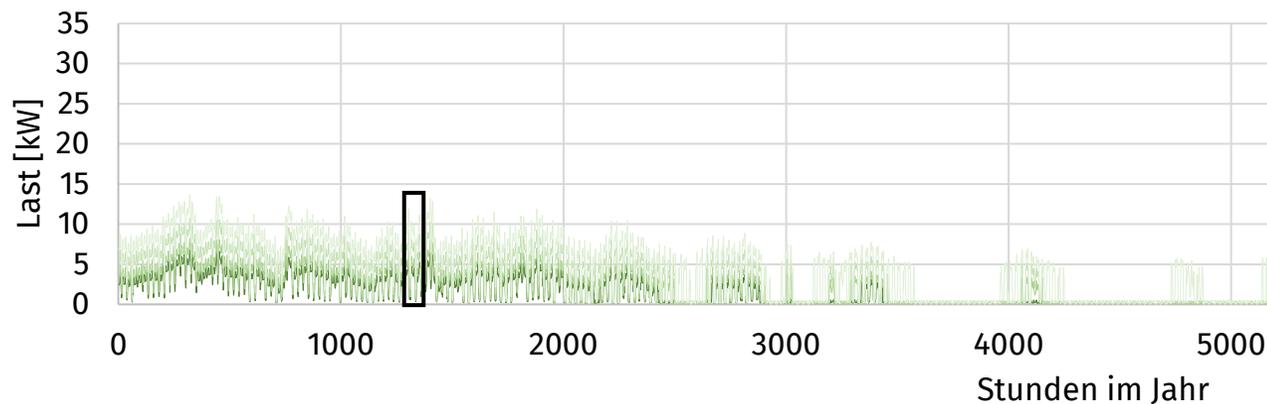
Ergebnisse

EFH1-A-B1 (freist. EFH vor 1919 mit Gas-Zentralheizung) - Jahreslastgang Endenergiebedarf



- m1
- m2
- m3
- m4
- Temperatur

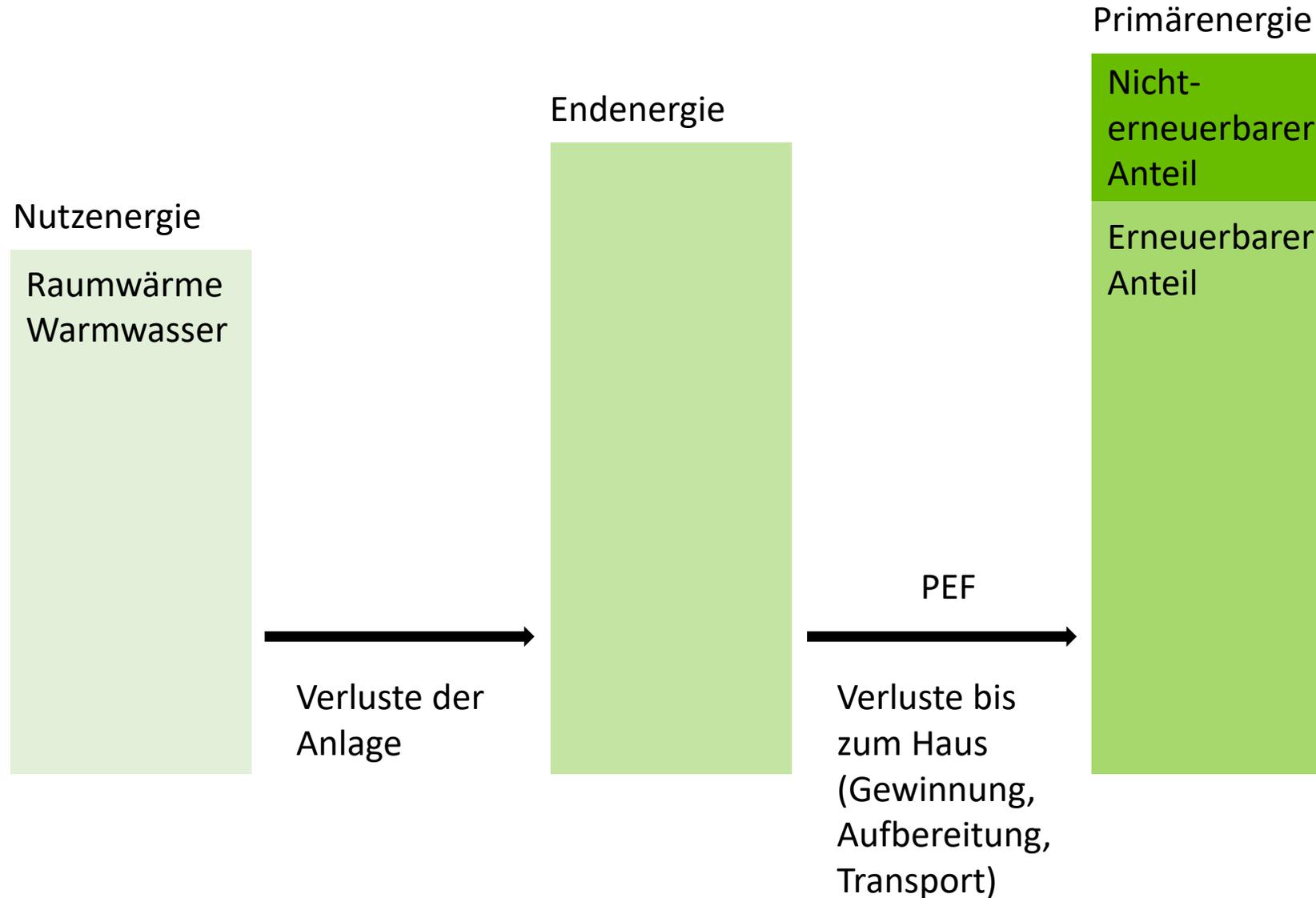
EFH1-E-B1 (freist. EFH ab 1991 mit Gas-Zentralheizung) - Jahreslastgang Endenergiebedarf



- m1
- m2
- m3
- m4
- Temperatur

4 Primärenergie und CO₂-Emissionen

Definition



4 Primärenergie und CO₂-Emissionen

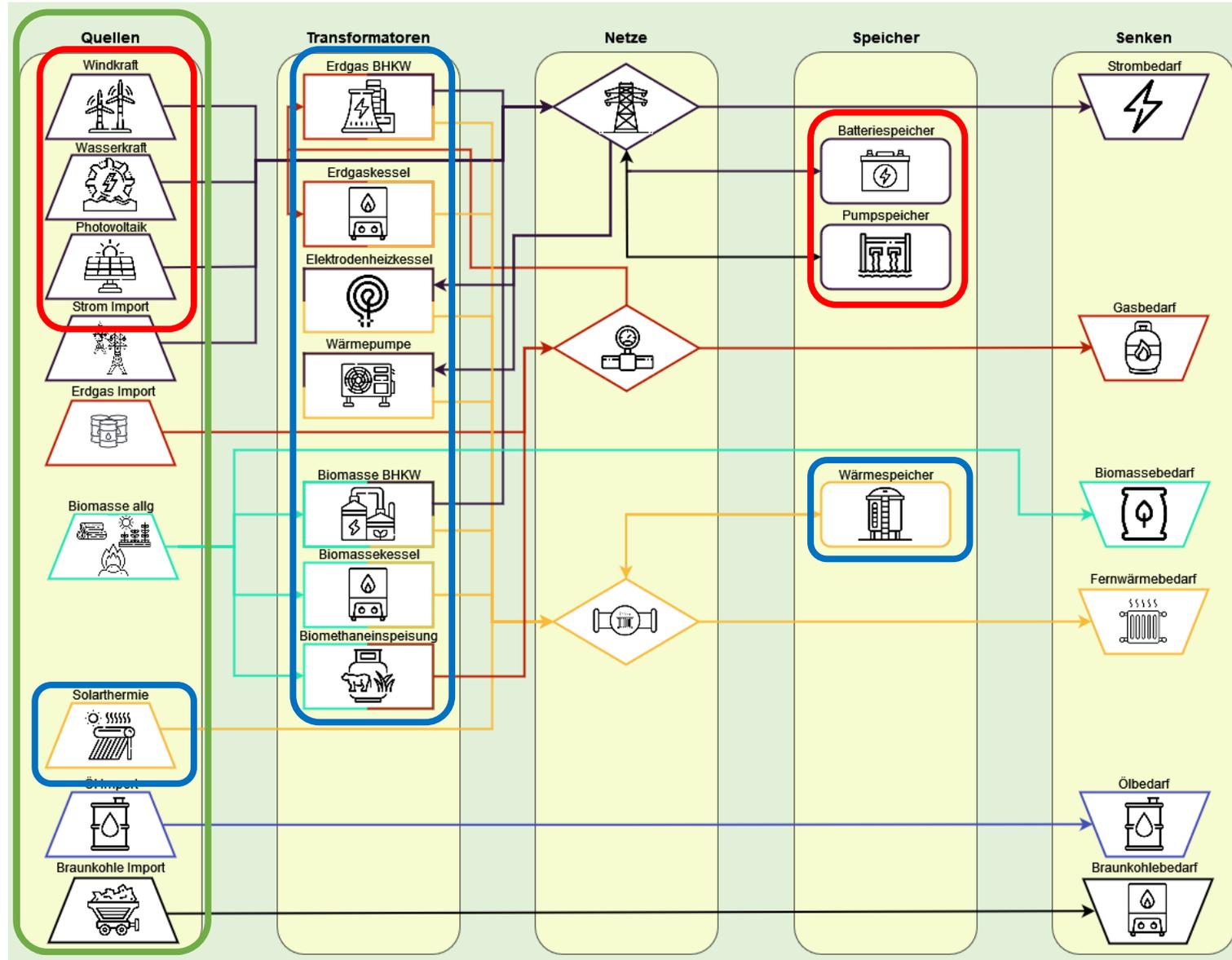
Energiesystemmodell

Oemof.solph (open energy
modelling framework)

Marktstammdatenregister

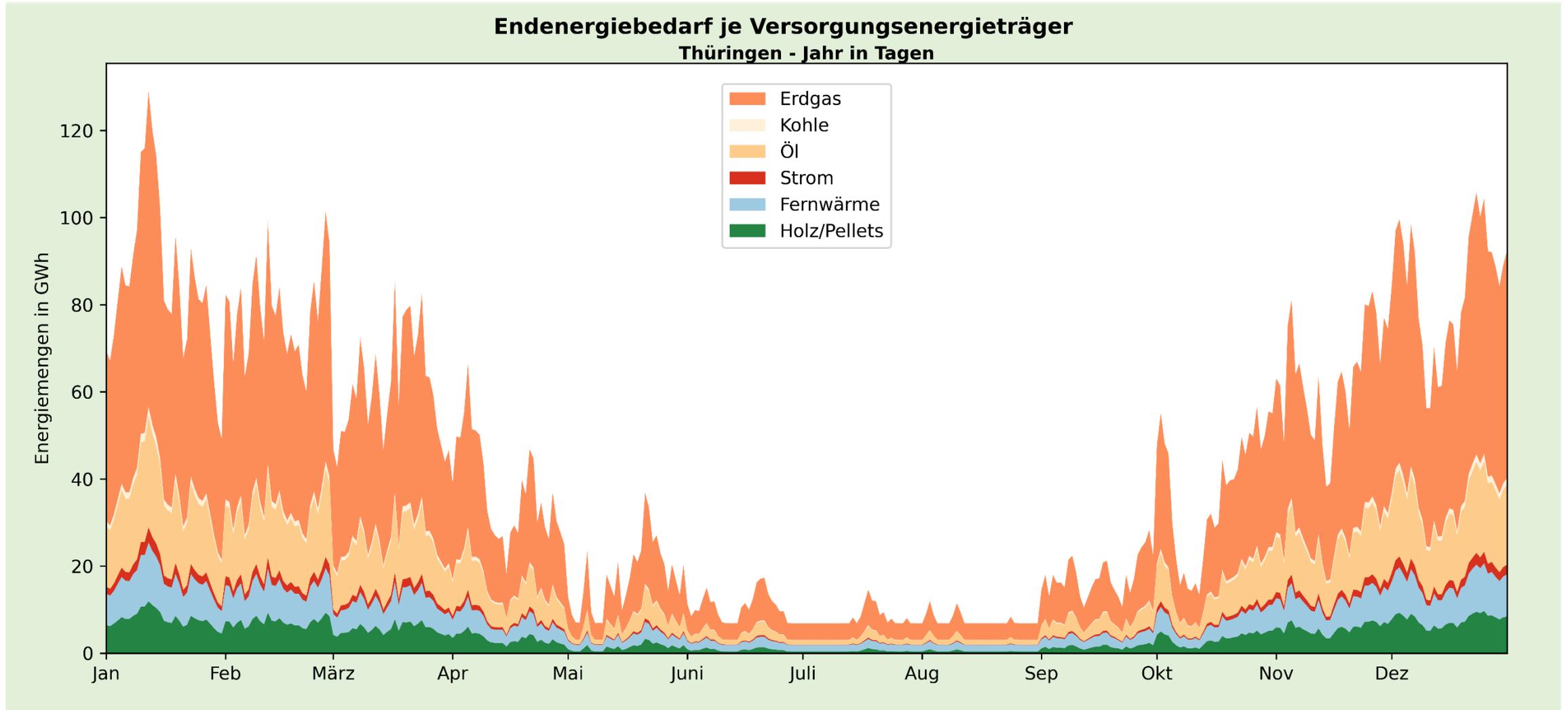
- Umfrage Fernwärme-
unternehmen
- Daten ThEGA
- Marktstammdaten-
register

Primärenergieberechnung:
 $PE_{ET} = Q_{ET} \cdot PEF_{ET}$



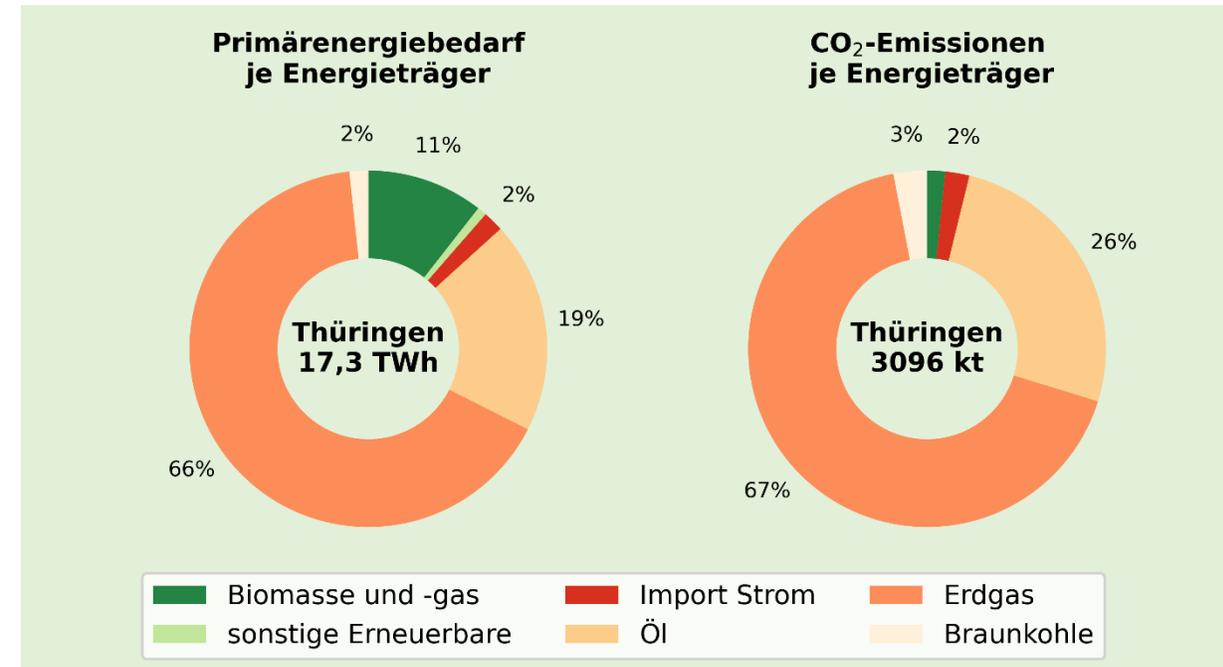
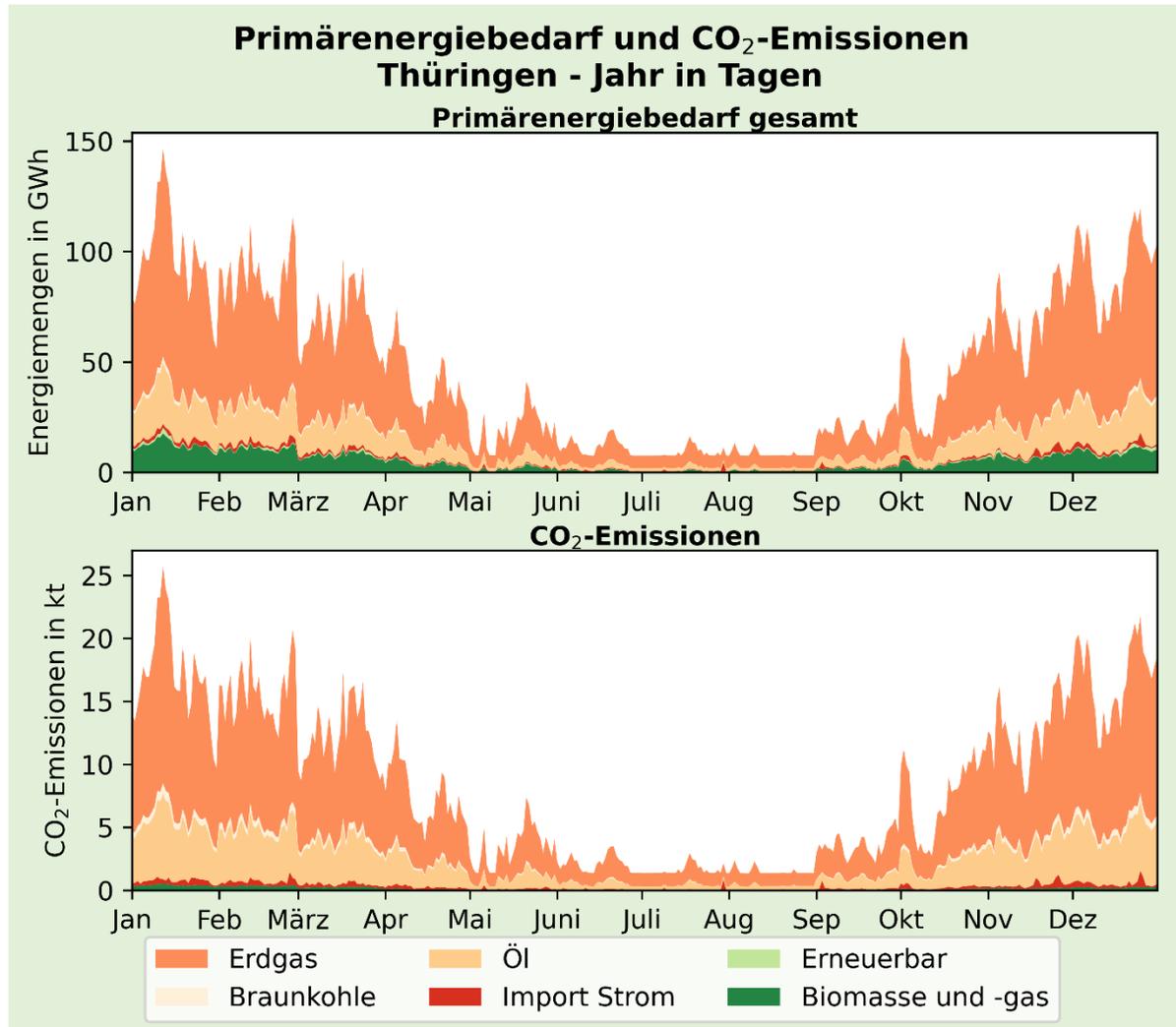
4 Primärenergie und CO₂-Emissionen

Ergebnisse



4 Primärenergie und CO₂-Emissionen

Ergebnisse



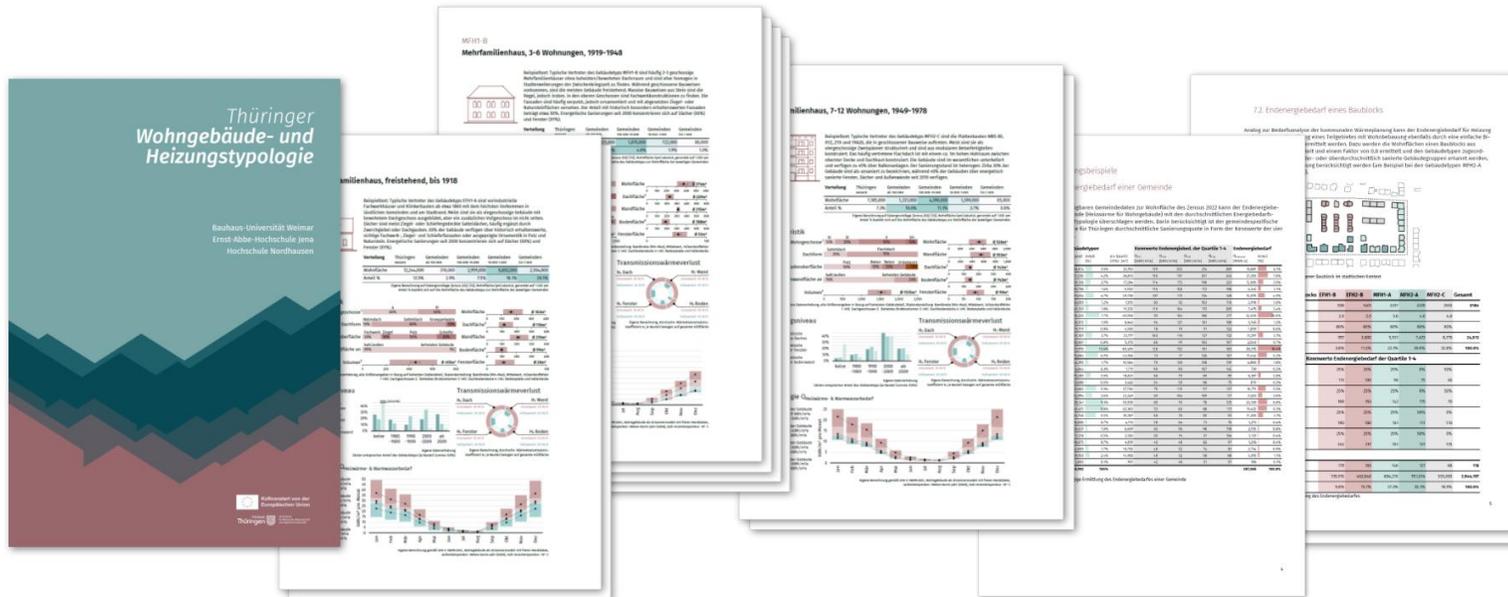
5. Ausblick

1 Bestandsanalyse:
Wohngebäude- und
Heizungstypologie

2 Lösungsansätze für die
möglichst klimaneutrale
Wärmeversorgung

3 Gebäudetypbezogene
Klimaschutzfahrpläne
mit Empfehlungen

4 Szenarioanalyse und
Hochrechnungen zum
Klimaschutzbeitrag



>>> Veröffentlichung der Bestandsanalyse Ende 2. Quartal 2025