

# Big Picture Klima und die Rolle des Bauens

## Big Picture Klima:

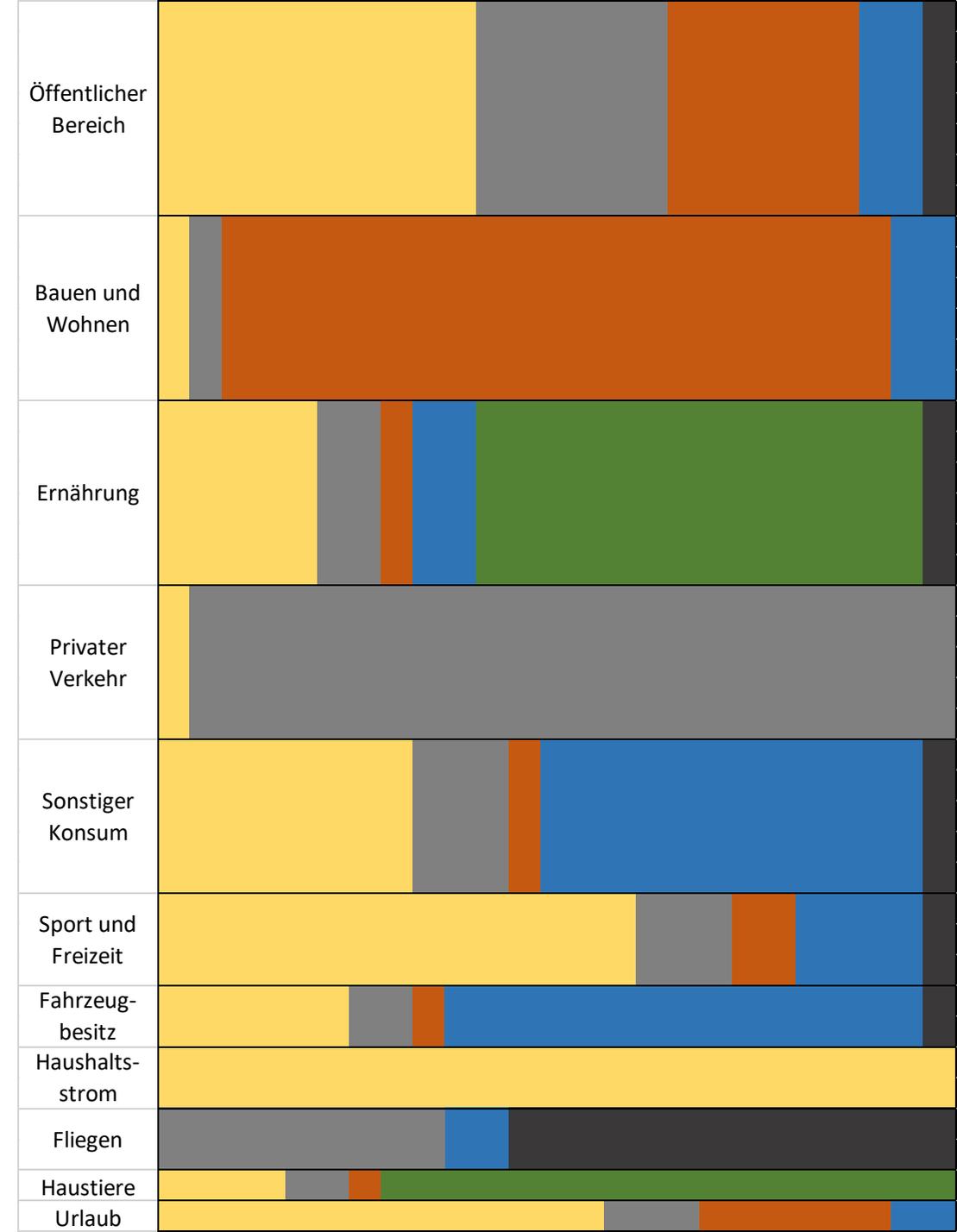
Wo sind wir und wo wollen wir hin?

Von 12 auf 1 in 20 Jahren: Tonnen  
CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Kopf und Jahr

Wie managen wir die 90-prozentige  
Reduktion der Treibhausgase?

Öffentlicher Bereich Verwaltung, Versicherungen und Banken, Gesundheitswesen, ... 1,9 Tonnen
Bauen und Wohnen Errichtung der Gebäude, Heizen, Warmwasser 1,9 Tonnen
Ernährung 1,8 Tonnen
Mobilität, privat Autofahren, Öffis 1,5 Tonnen
Sonstiger Konsum Wohnungseinrichtung, Elektrogeräte, Bekleidung und Schuhe... 1,5 Tonnen
Sport und Freizeit - 0,9 Tonnen
Fahrzeugbesitz - 0,6 Tonnen
Haushaltsstrom - 0,6 Tonnen
Fliegen, privat - 0,6 Tonnen
Haustiere - 0,4 Tonnen
Urlaub (Nächtigungen) - 0,3 Tonnen

# Aufteilung nach Verbrauchs- / Emissionssektoren (Schnitt Mitteleuropa, exemplarische Darstellung)



## Die Kaya-Identität (1997):

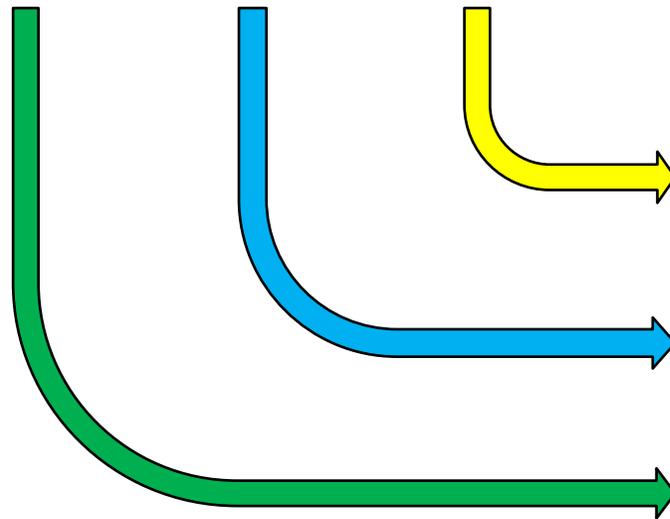
$$CO_2 \equiv B \times \frac{BIP}{B} \times \frac{E}{BIP} \times \frac{CO_2}{E}$$

B	Bevölkerung
BIP	Bruttoinlandsprodukt (€)
E	Energieeinsatz (kWh)
CO <sub>2</sub>	Emission (kg)

## Die Kaya-Identität (1997):

$$\text{CO}_2 \equiv B \times \frac{\text{BIP}}{B} \times \frac{E}{\text{BIP}} \times \frac{\text{CO}_2}{E}$$

B Bevölkerung  
BIP Bruttoinlandsprodukt (€)  
E Energieeinsatz (kWh)  
CO<sub>2</sub> Emission (kg)



Erneuerbare Energien

Effizienz

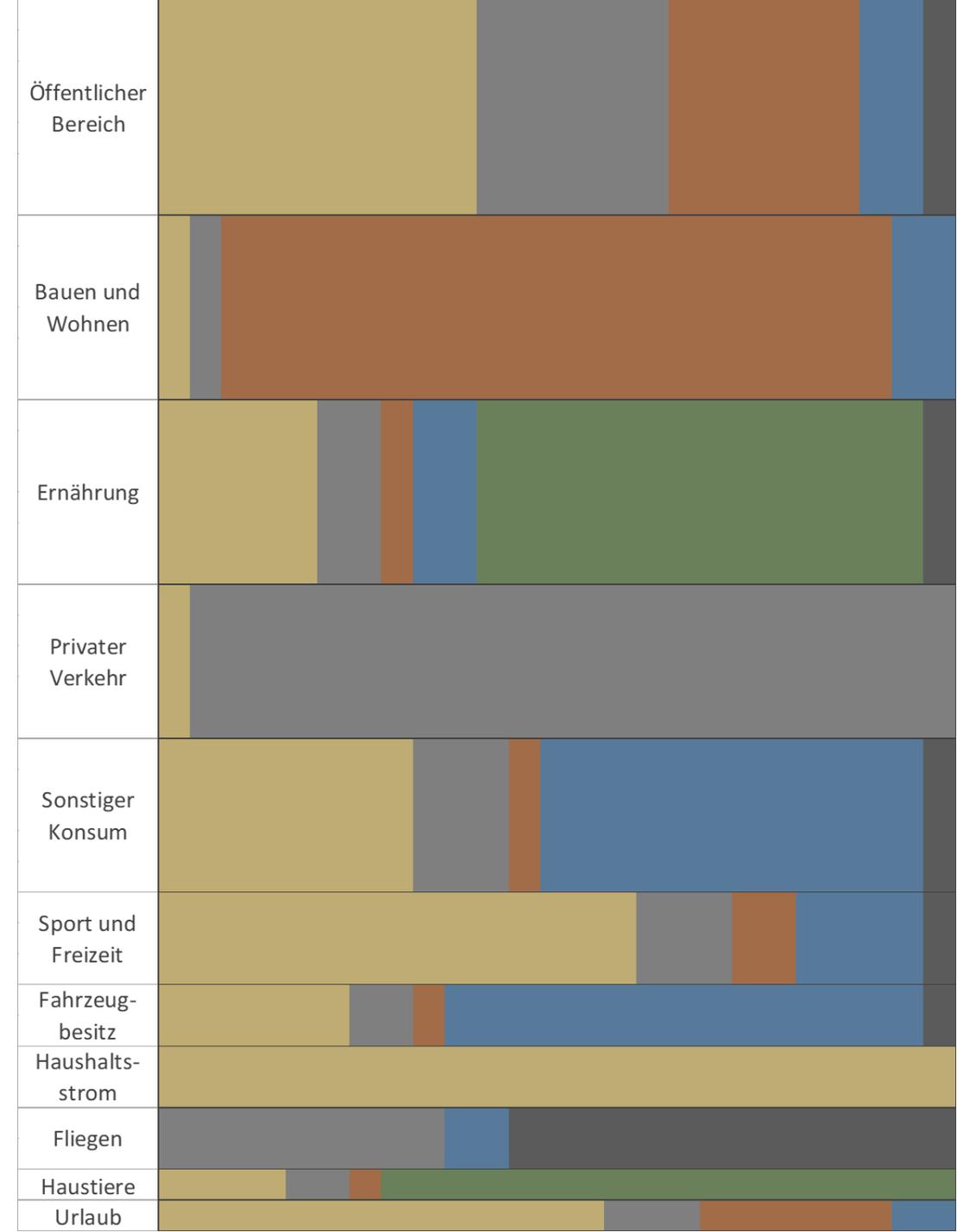
Suffizienz (Lebensstil)

Strategien:

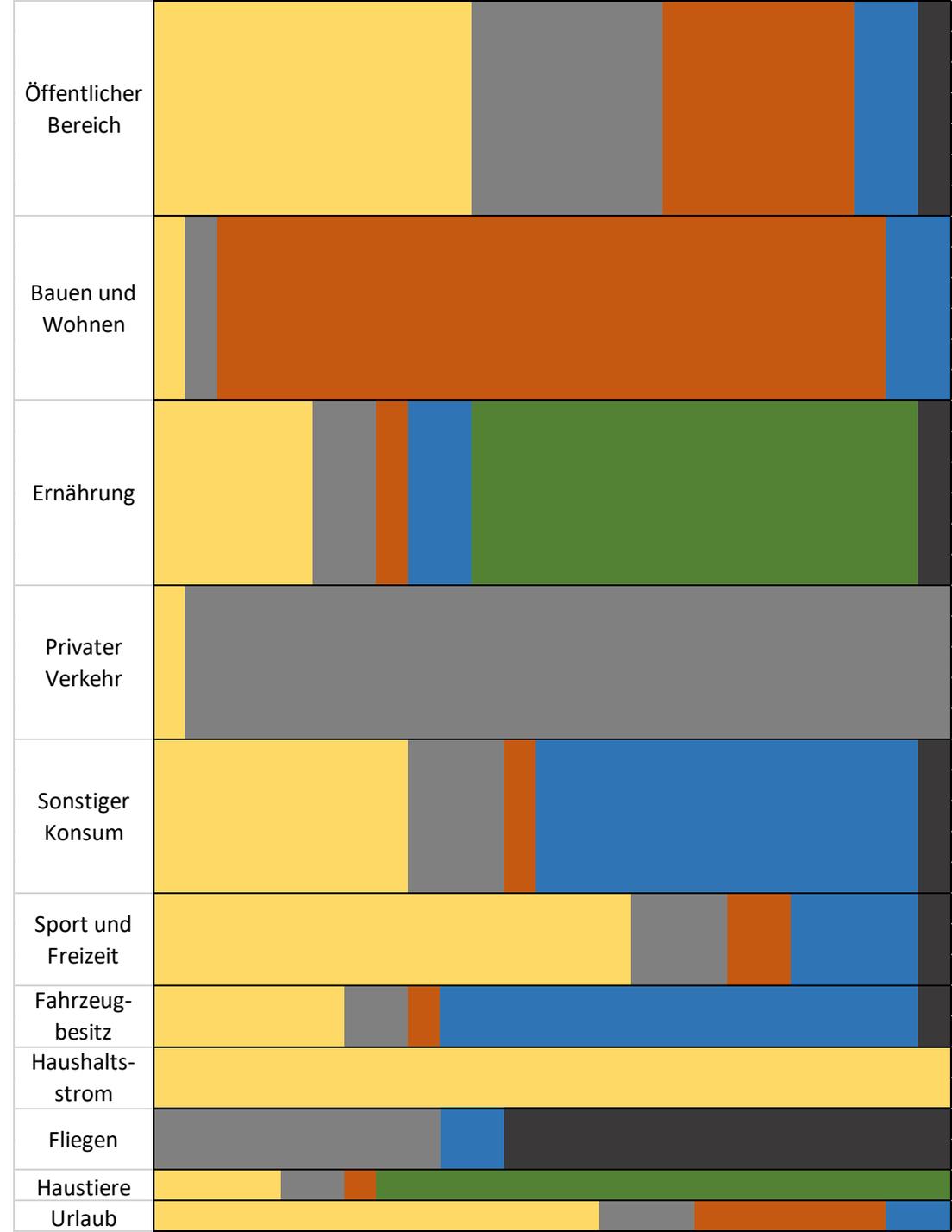
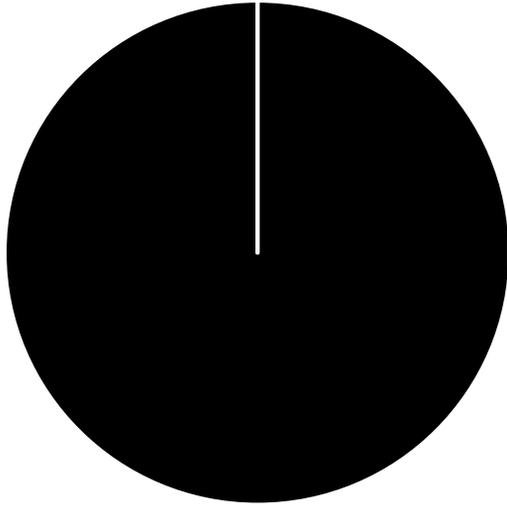
Erneuerbare Energien

Effizienz

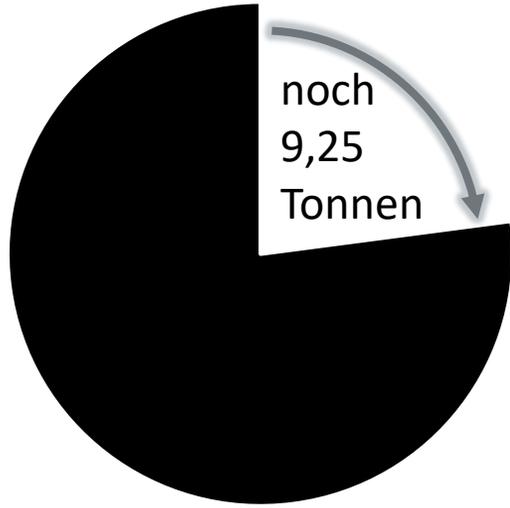
Suffizienz (Lebensstil)



Wir starten also bei 12 Tonnen – und müssen etwa 90% reduzieren

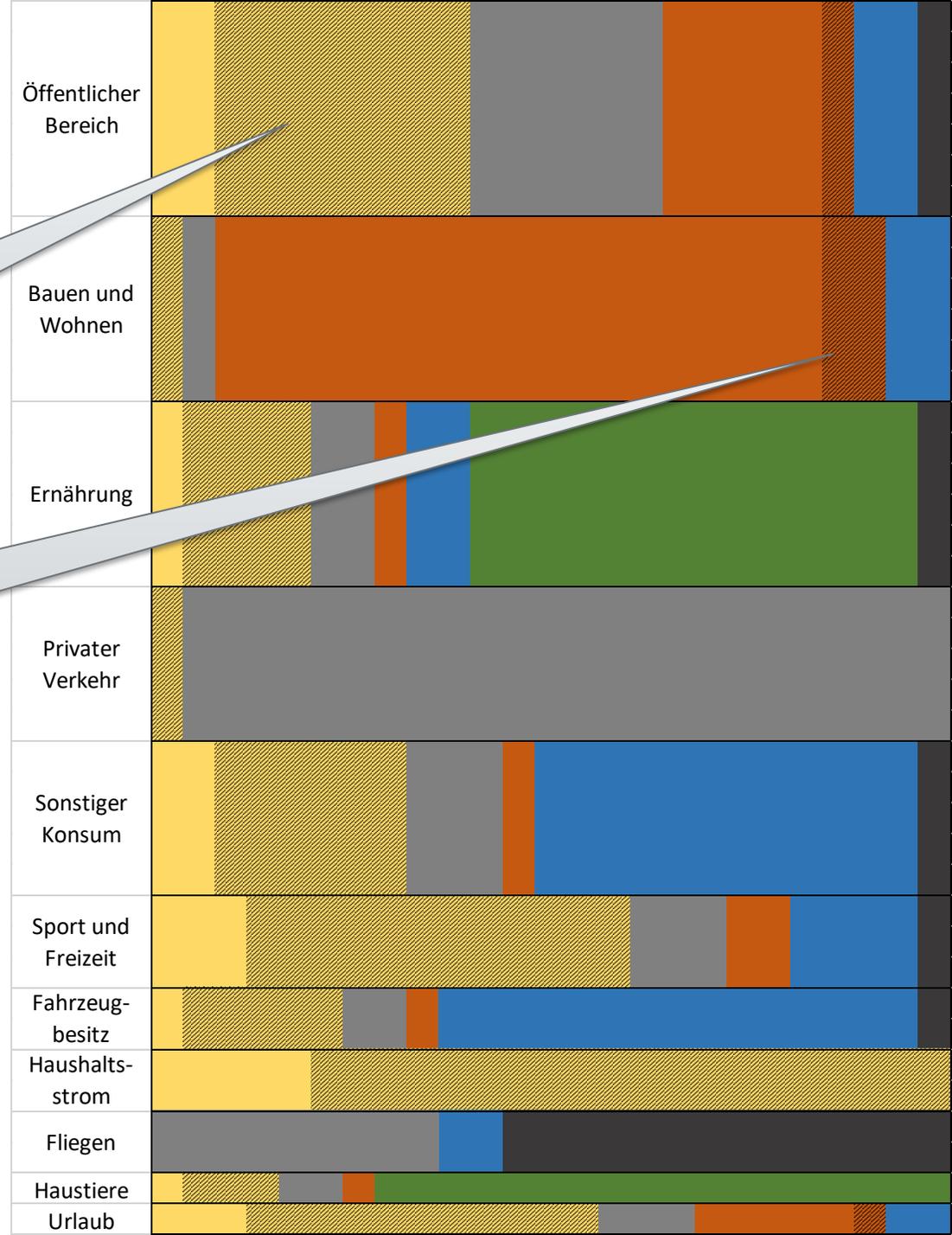


# Das ist Vorarlberg.



Stromversorgung mit  
deutlich mehr  
Erneuerbaren

Überdurchschnittlich  
guter Gebäudestandard  
(Vorreiterregion)

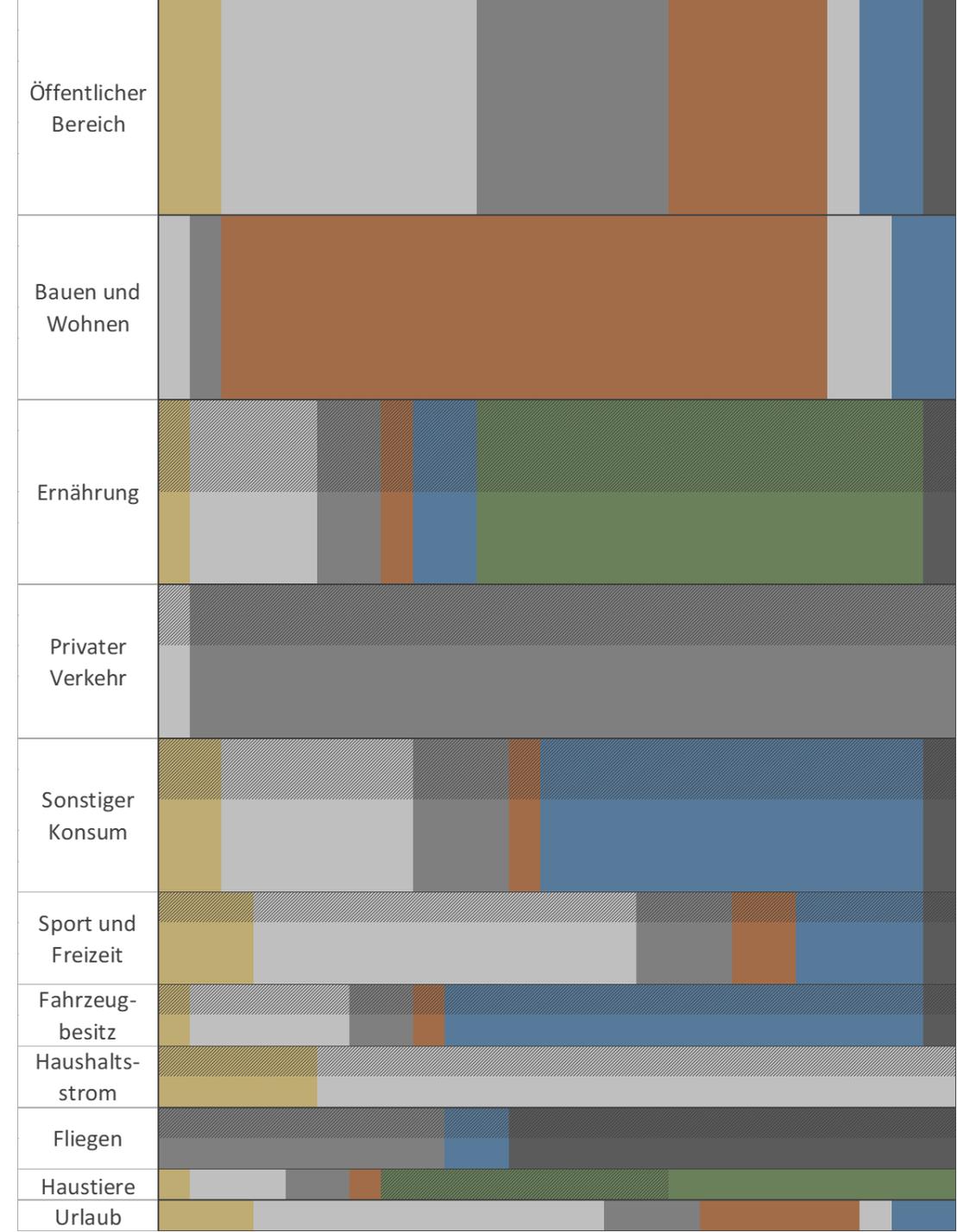


## Potenzial Lebensstil im Bereich der Ernährung:

Durchschnittliche Ernährung 1,8 to/a

Vorwiegend tierisch 2,4 to/a

Gesund – einmal pro Woche Fleisch, wenig Milchprodukte, bio, regional, saisonal  
0,8 to/a



## Potenzial Lebensstil im Bereich der Ernährung:

Durchschnittliche Ernährung 1,8 to/a

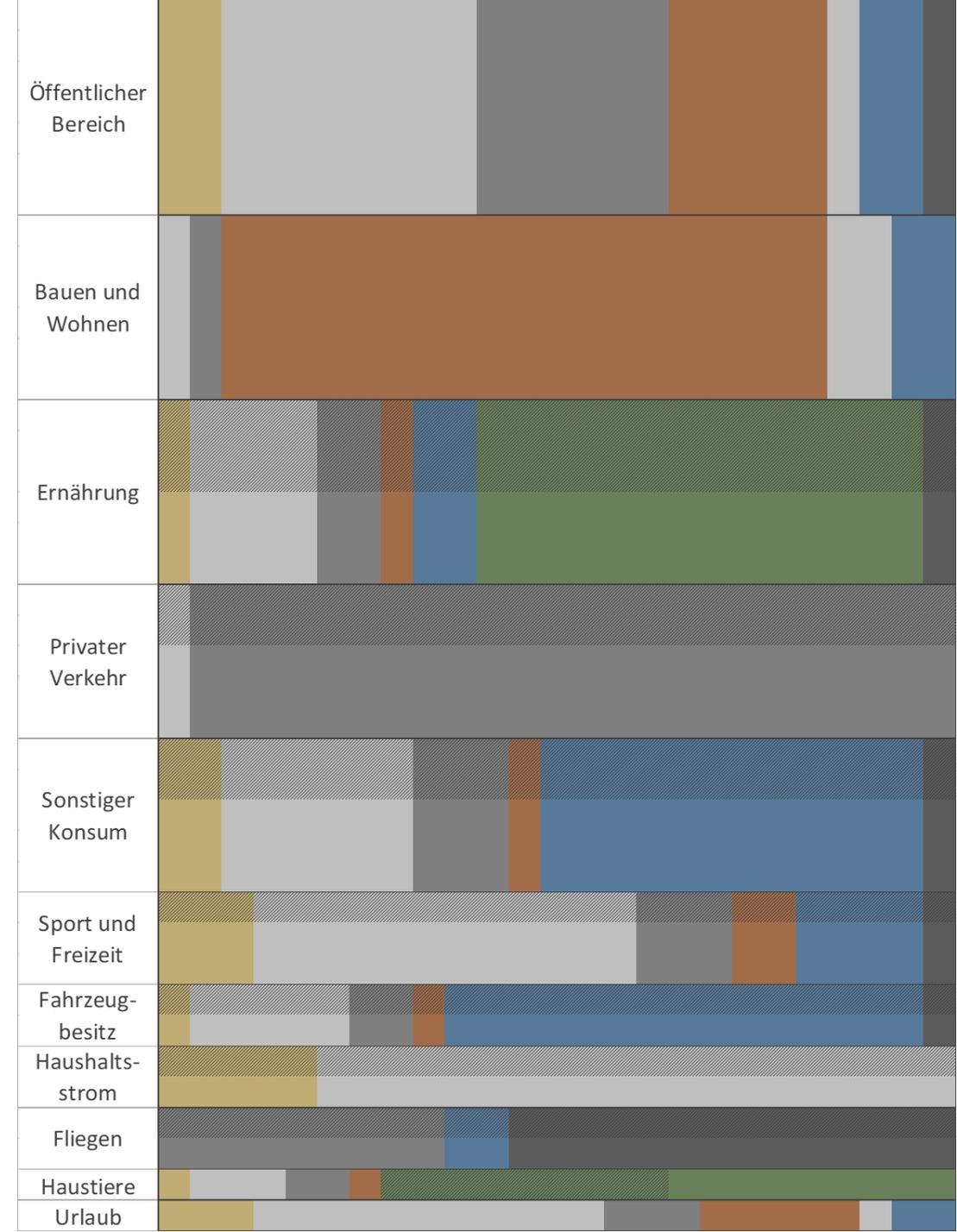
Vorwiegend tierisch 2,4 to/a

Gesund – einmal pro Woche Fleisch, wenig Milchprodukte, bio, regional, saisonal

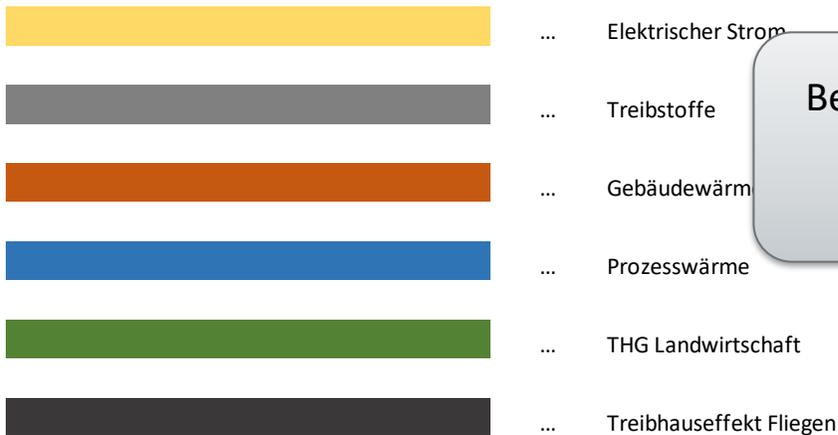
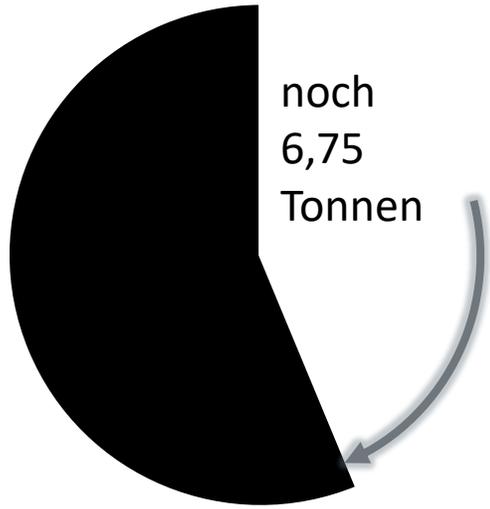
-55% 0,8 to/a

Vegan und enthaltsam (kein Kaffee, kein Alkohol)

-78% 0,4 to/a



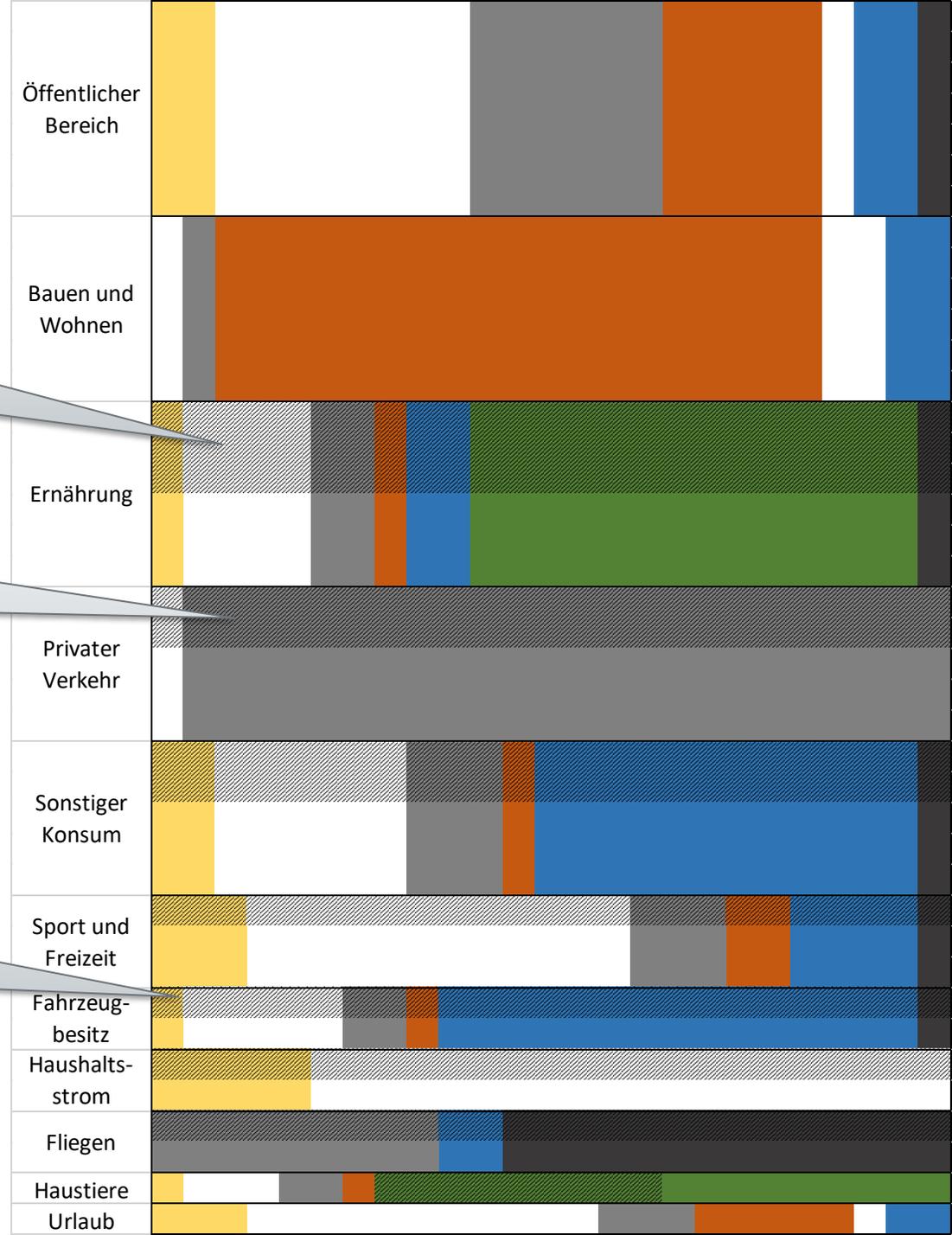
# Strategie 1: Lebensstil



Beispiel 1: Wir ernähren uns gesünder.

Beispiel 2: Wir fahren mehr Rad und bauen den ÖPNV stark aus.

Beispiel 3: Carsharing statt Zweit- und Drittauto

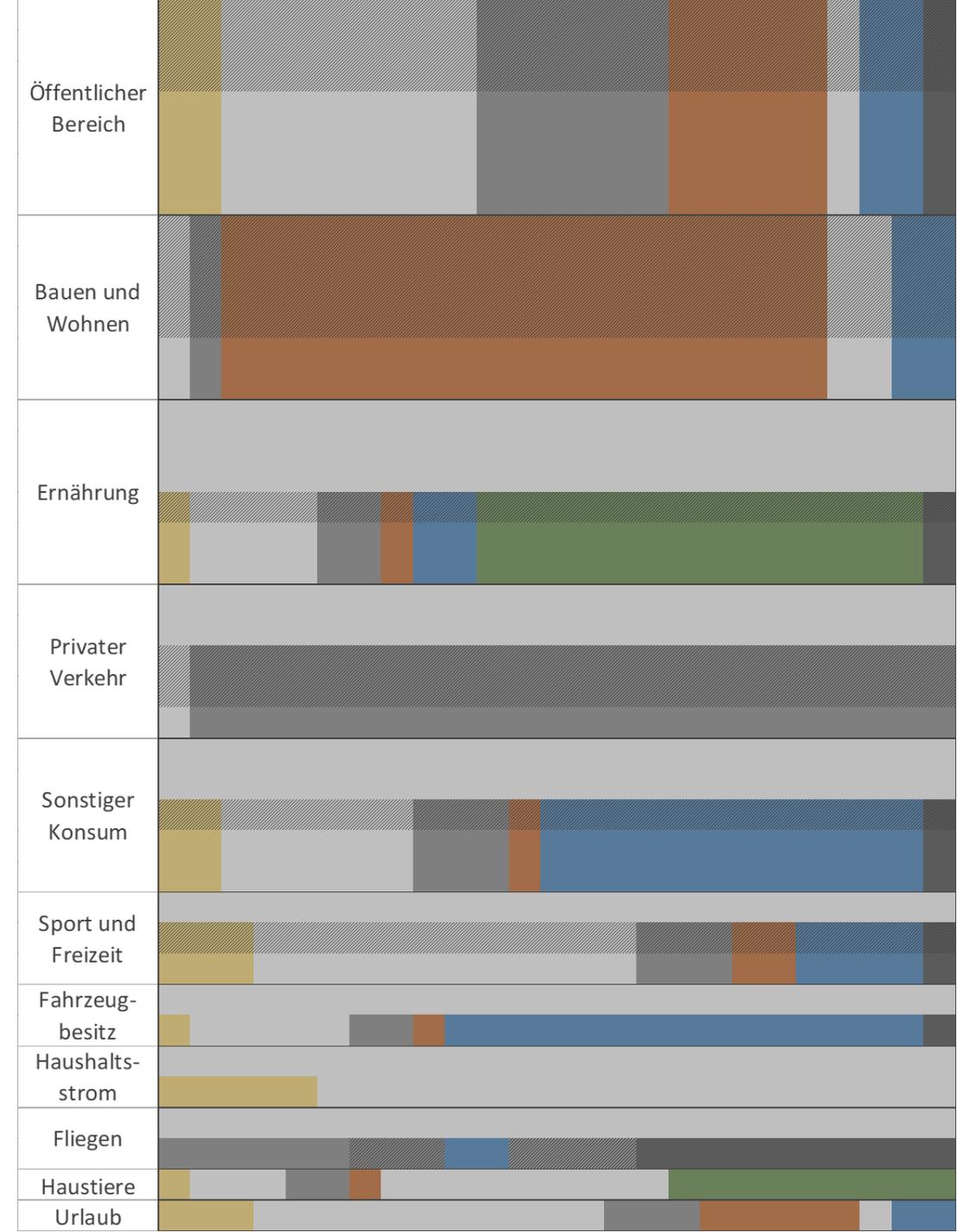


# Potenzial Effizienz anhand der Elektro-Mobilität:

Status quo – privater Verkehr 1,5 to/a

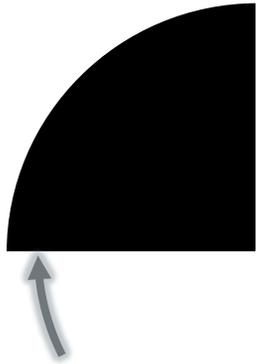
Elektro- statt Verbrennungsmotor 0,6 to/a

-60%





# Sektorkopplung



noch 3  
Tonnen

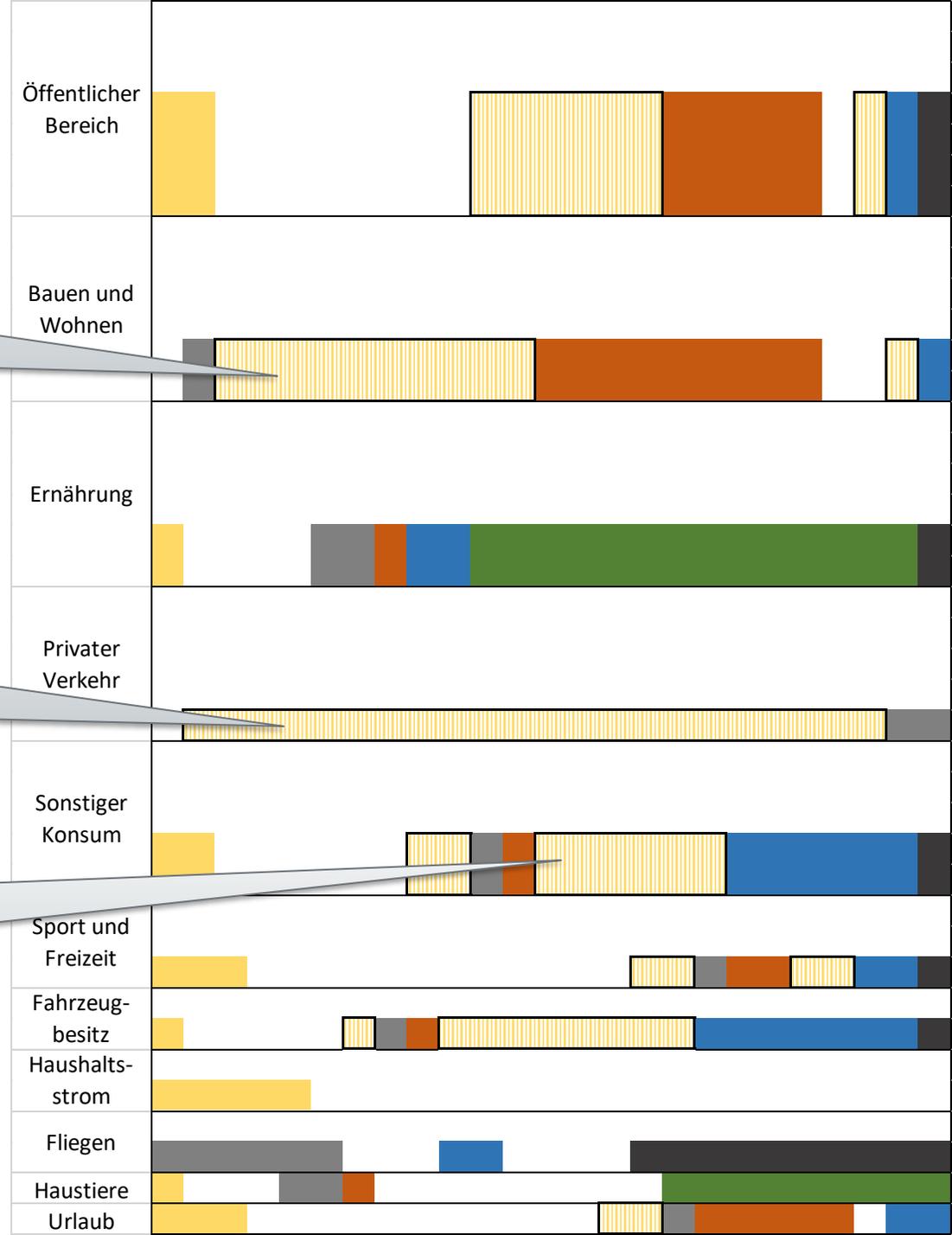


- ... Elektrischer Strom
- ... Treibstoffe
- ... Gebäudewärme
- ... Prozesswärme
- ... THG Landwirtschaft
- ... Treibhauseffekt Fliegen

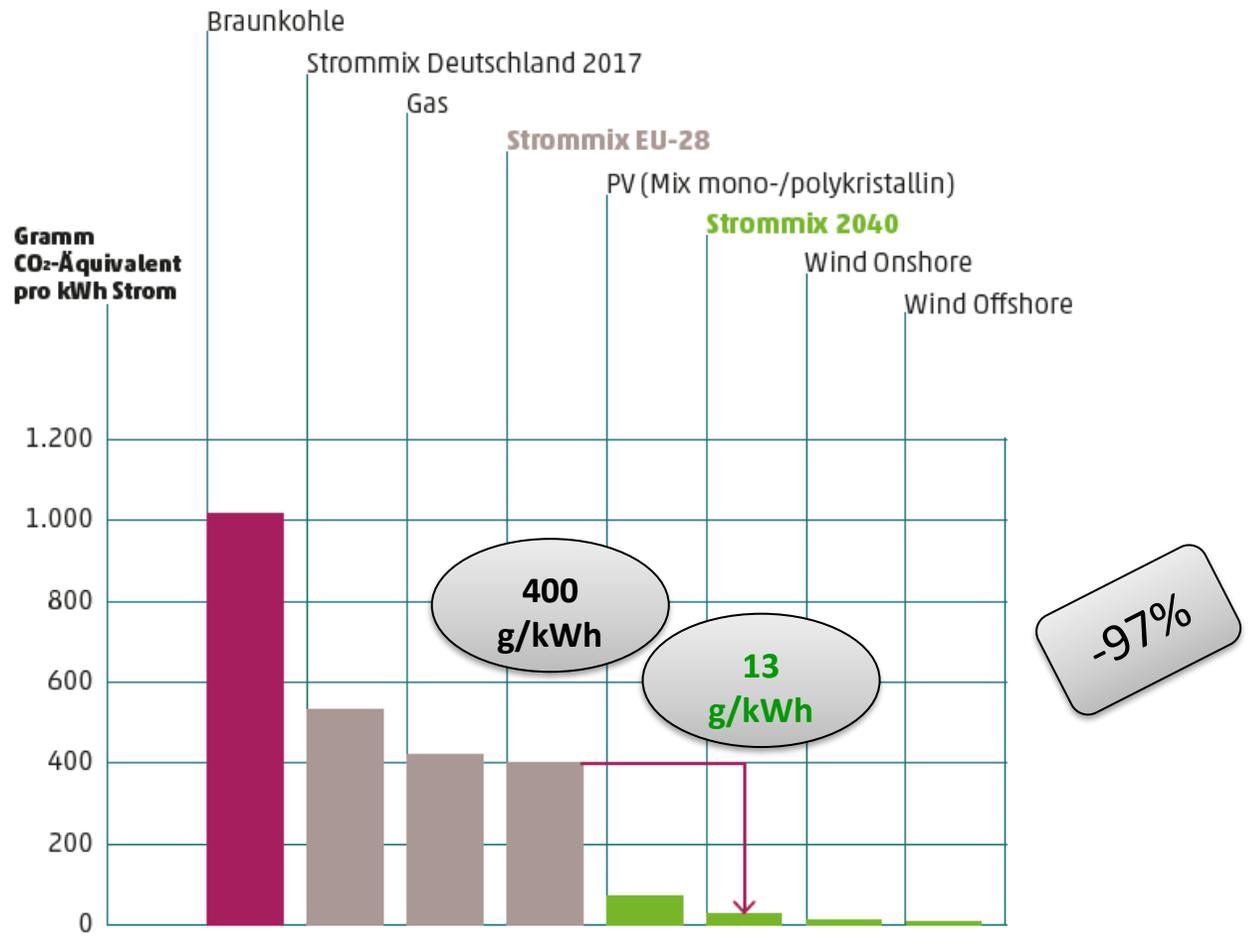
Beispiel 1:  
Elektrisch betriebene  
Wärmepumpen statt Öl  
und Gas

Beispiel 2:  
Elektro-Fahrzeuge statt  
fossiler Treibstoffe

Beispiel 3:  
EE-Gas für  
Prozesswärme



Auch die Stromproduktion mit Erneuerbaren verursacht CO<sub>2</sub>.  
Aber der Mix kann sich sehen lassen.

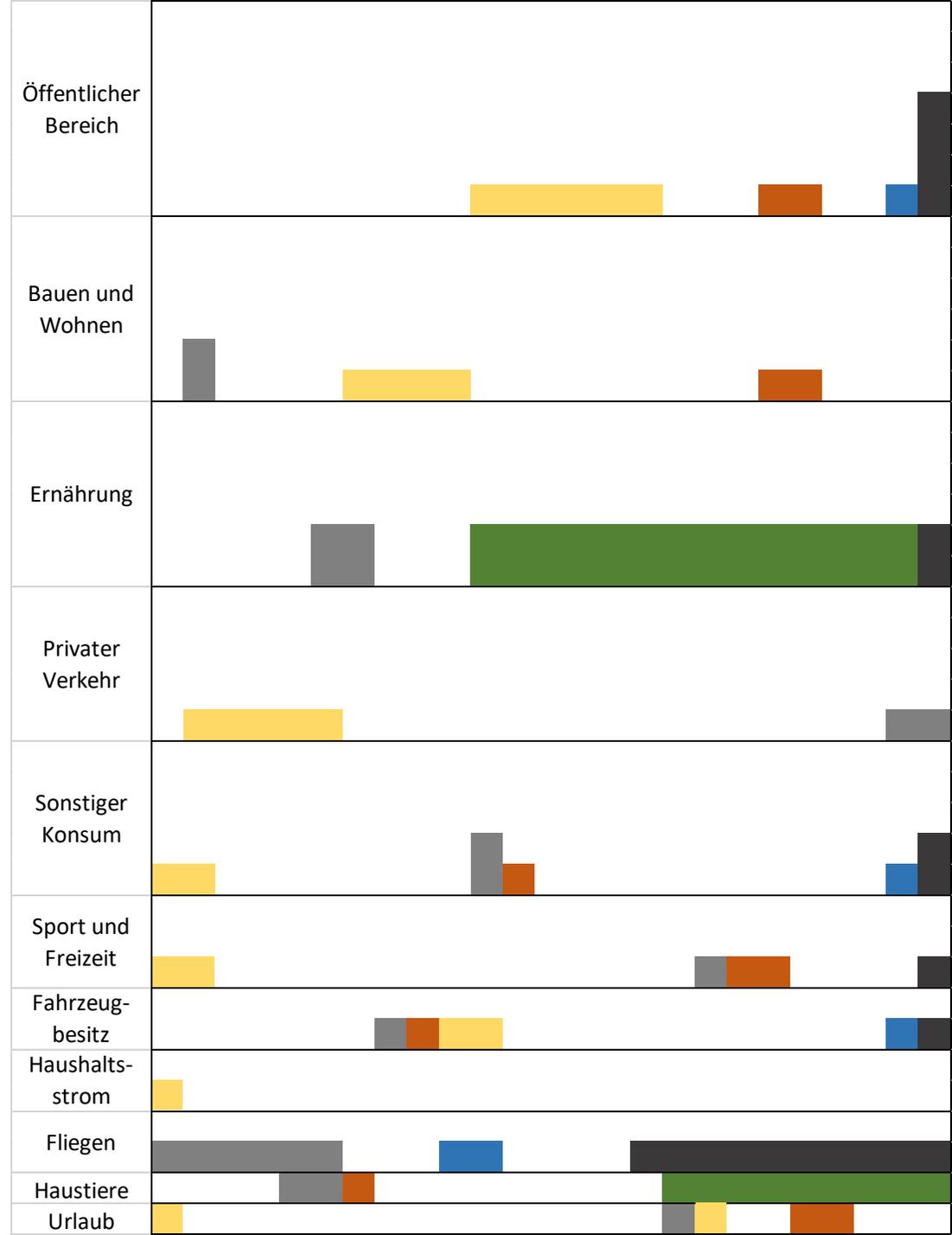
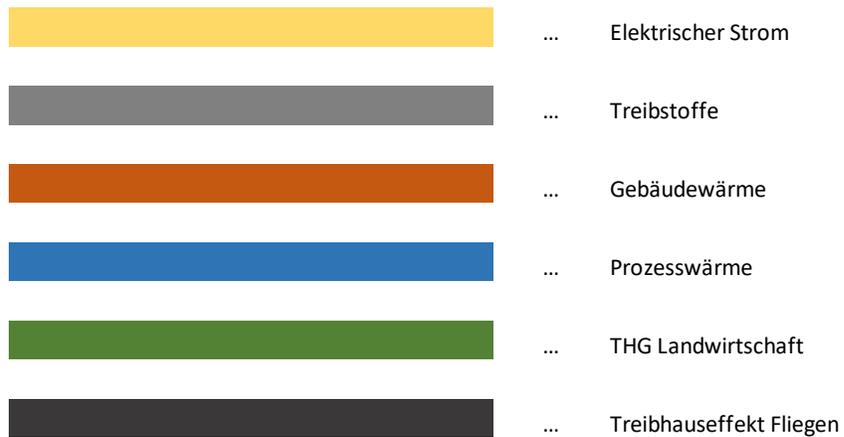




# Was übrig bleibt:

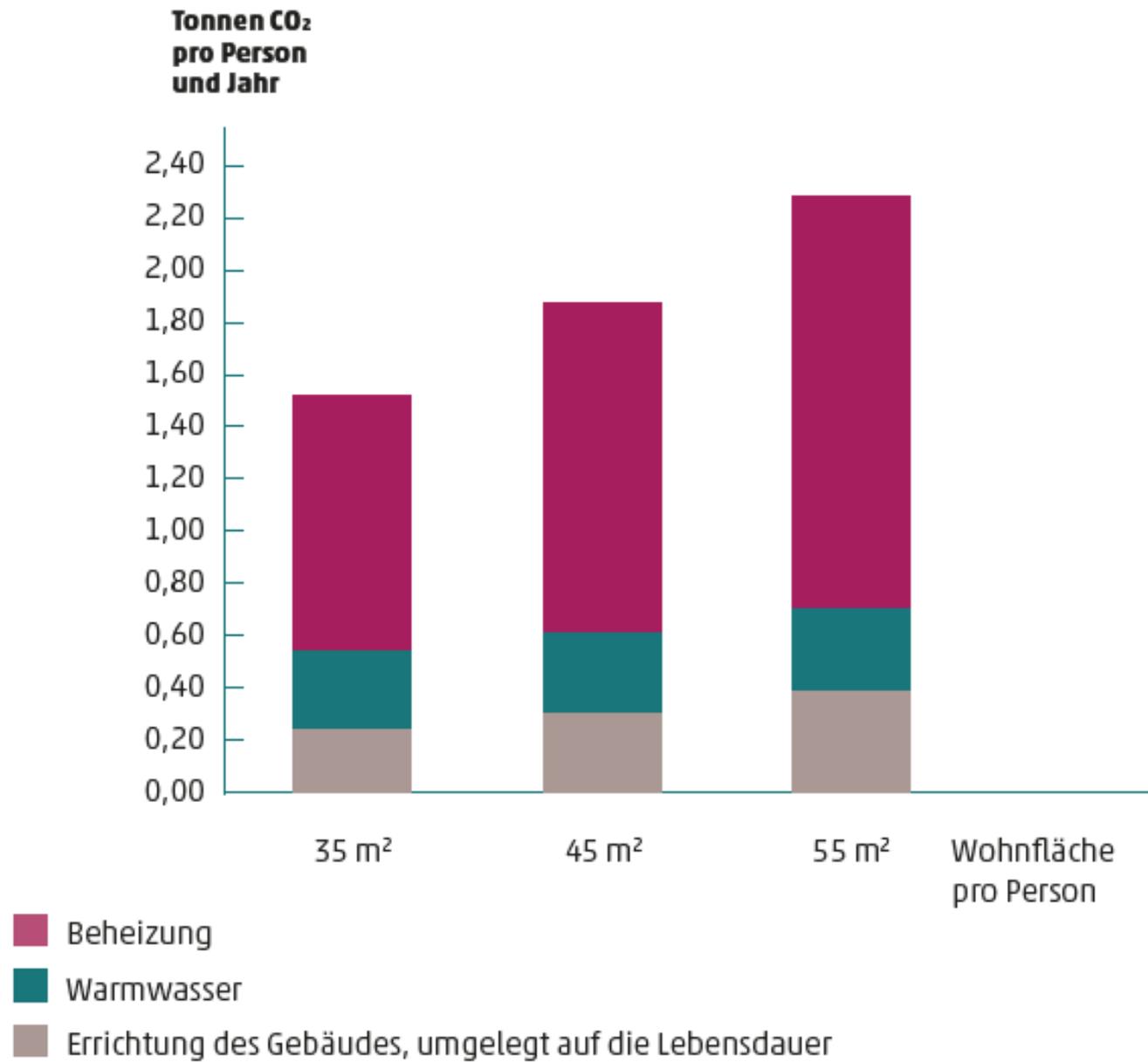


Eine Tonne

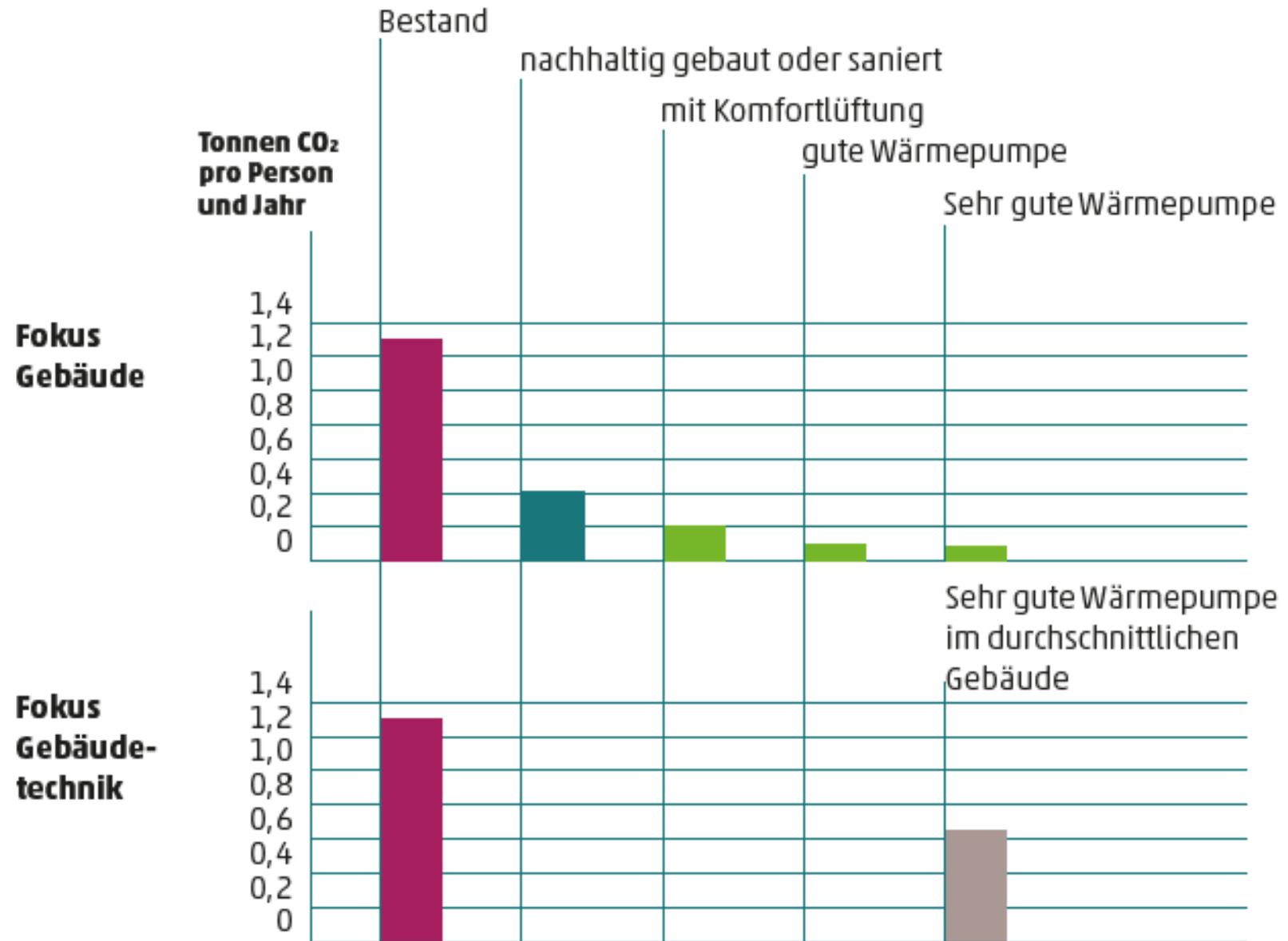


Detail Bauen und Wohnen:

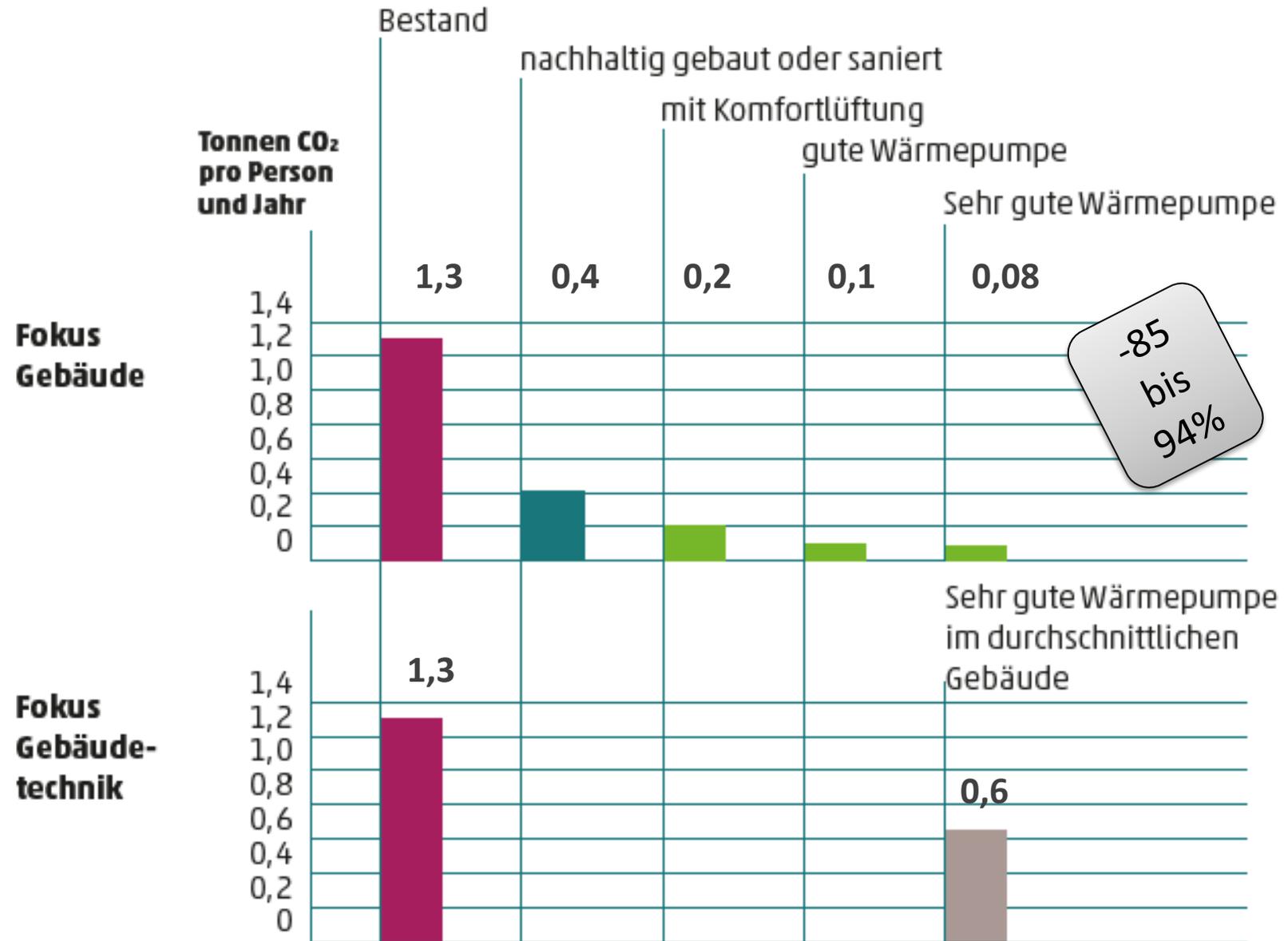
Lebensstil, Gebäude, Gebäudetechnik



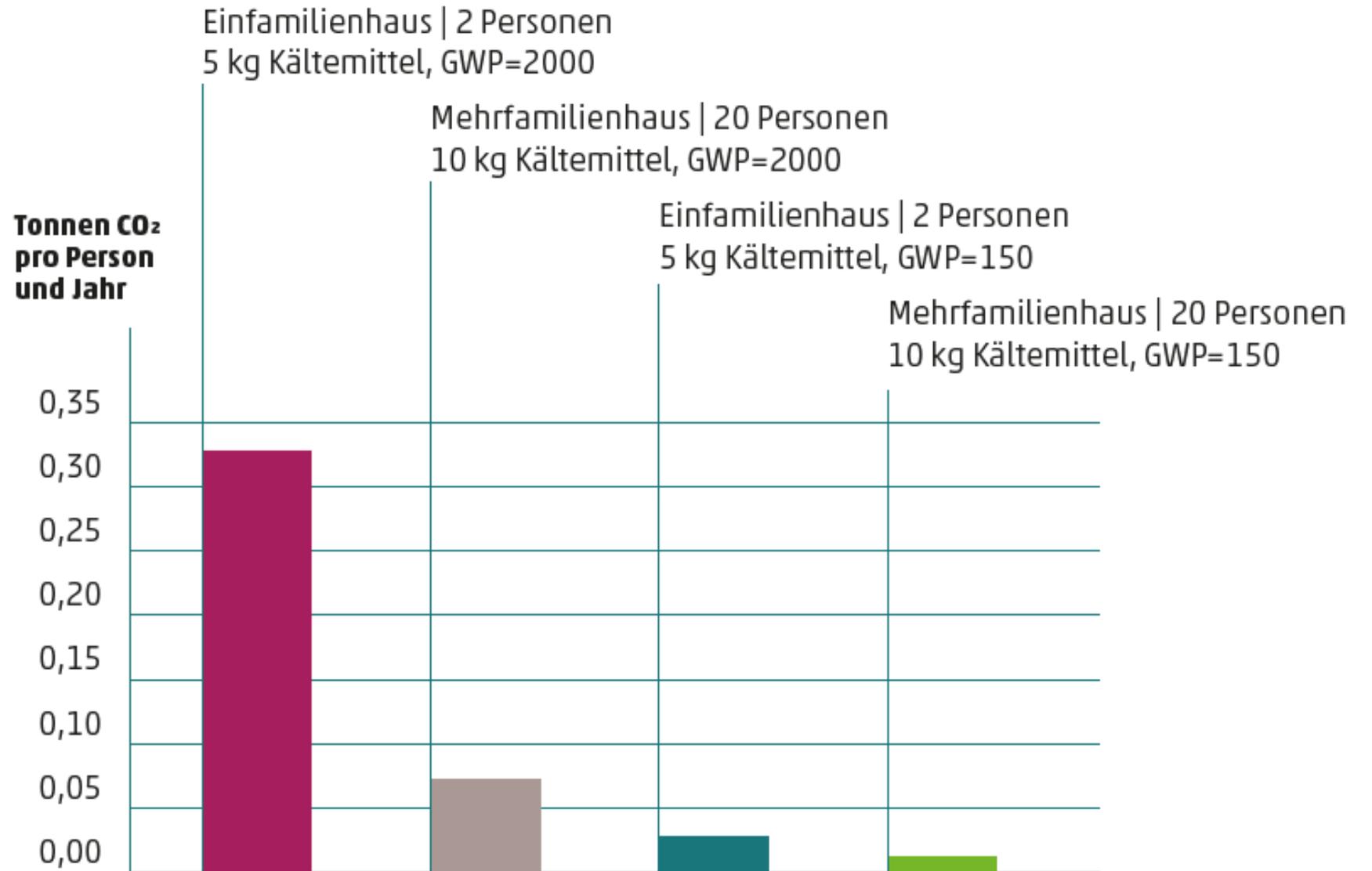
# Privates Heizen



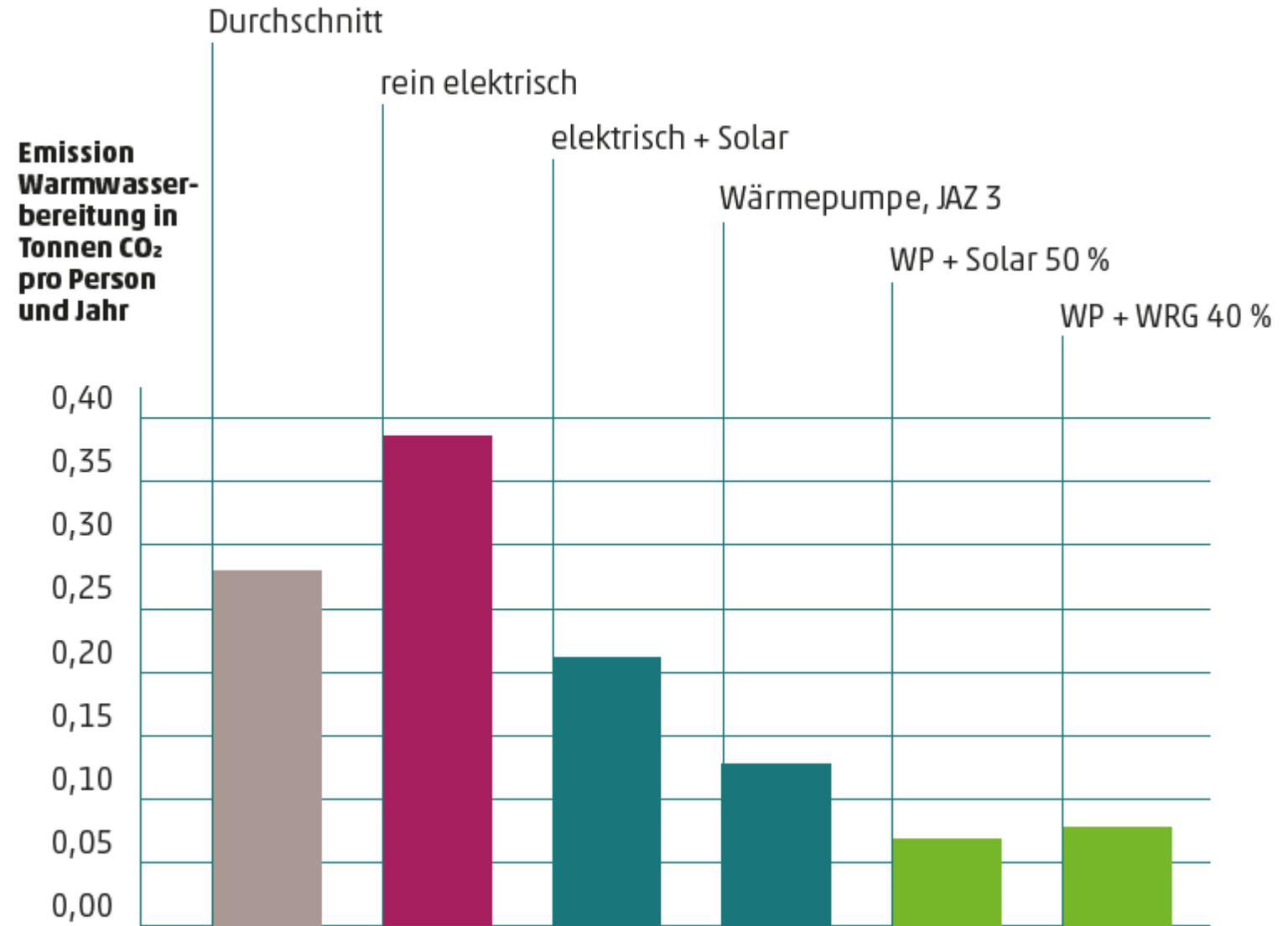
# Privates Heizen



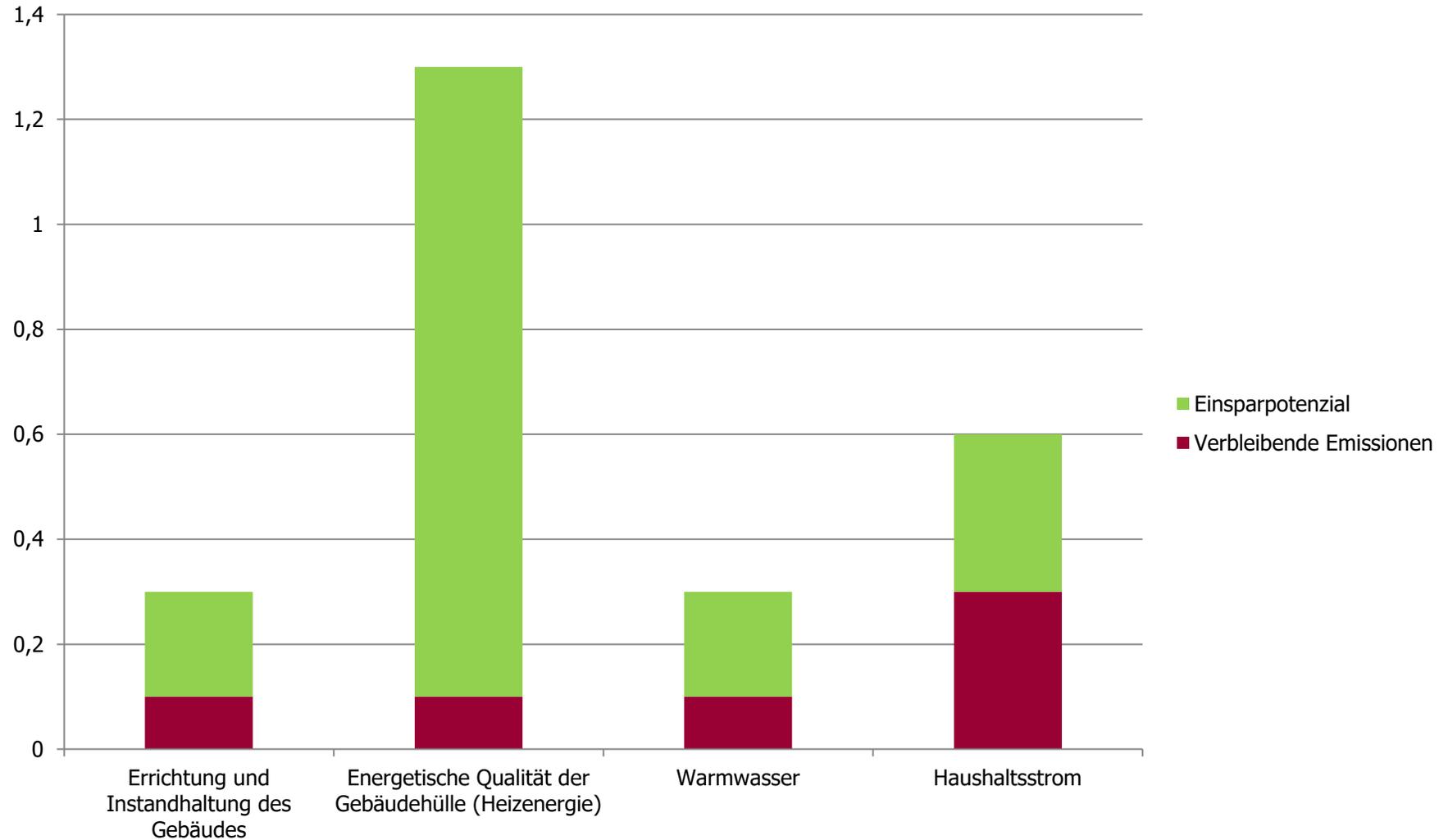
# Treibhausgase Wärmepumpen



# Emissionen Warmwasser

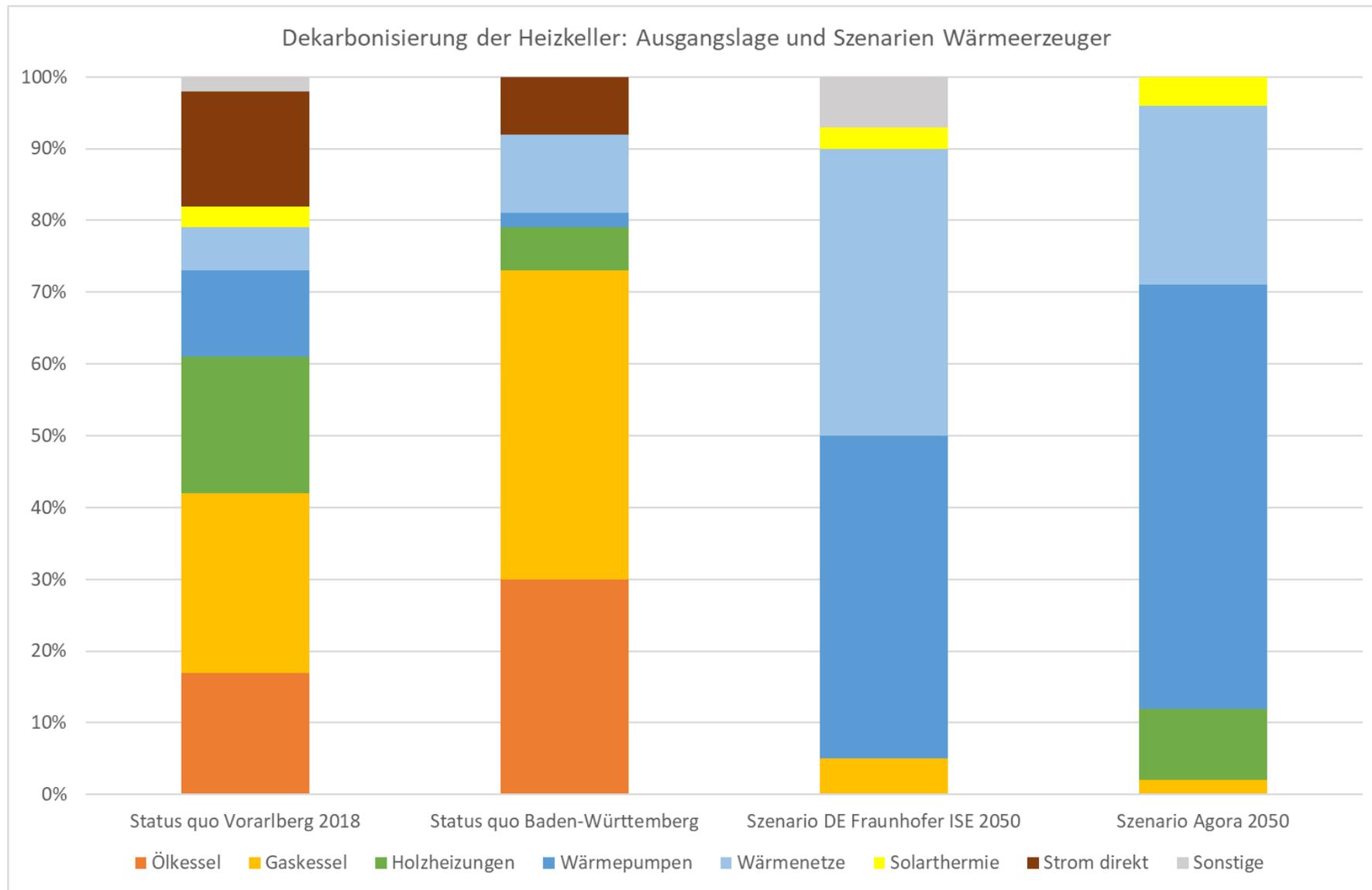


## Effizienzpotenziale beim Bauen und Wohnen (Treibhausgasemission in Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Person und Jahr)



# Wärmeerzeuger und Energieversorgung im Bestand

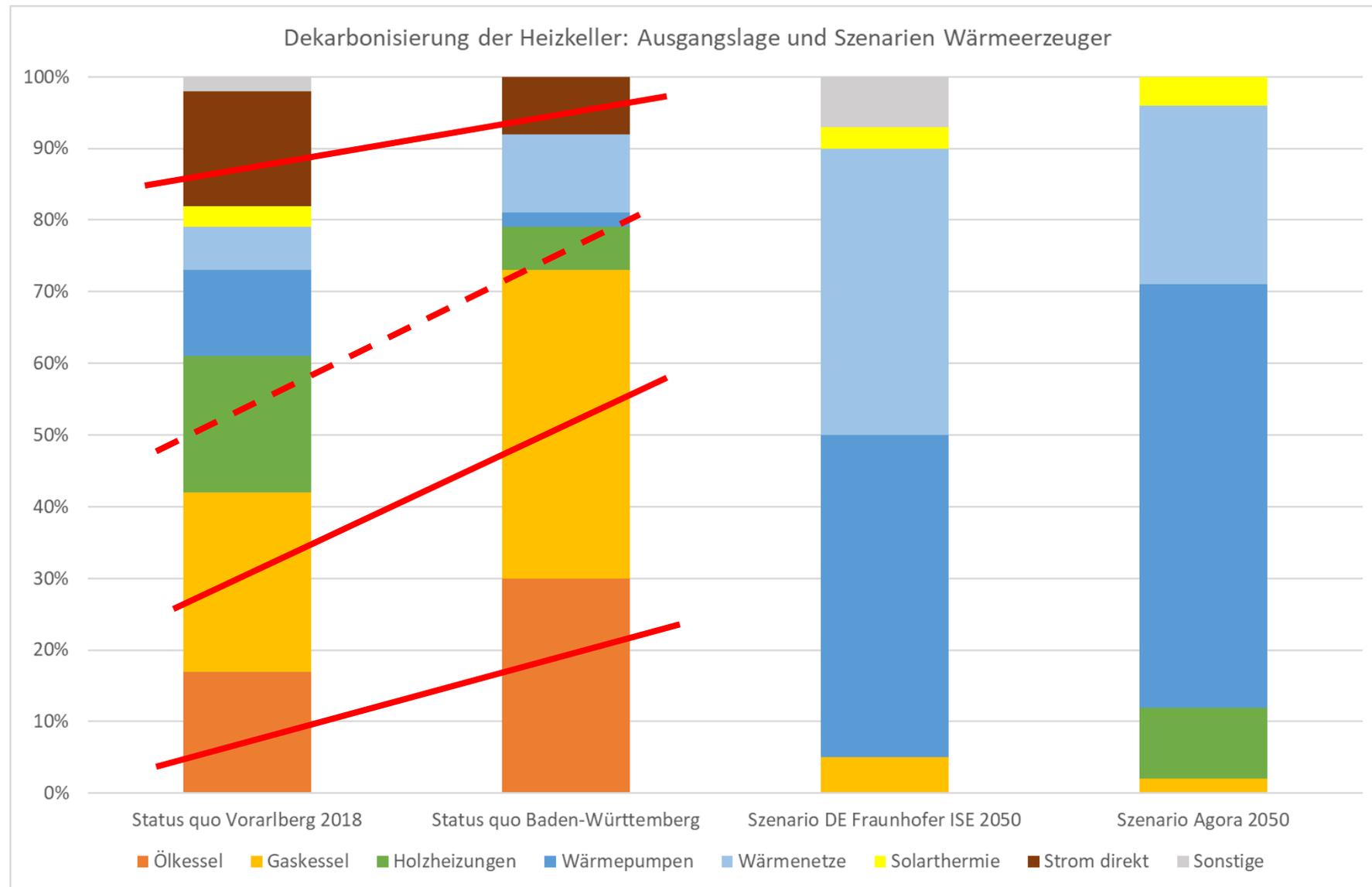
# Ausgangslage



*Ploß, Roßkopf, Drexel: Strukturwandel in Heizkellern, Dornbirn 2020*

# Ausgangslage

Voraussetzung für die erfolgreiche Dekarbonisierung: Fokus auf niedrigen Bedarf → Gebäudehülle



*Ploß, Roßkopf, Drexel: Strukturwandel in Heizkellern, Dornbirn 2020*

# Zum Verheizen zu schade I: Biomasse

## Bedarf für wichtige andere Anwendungen

- Das Potenzial an Biomasse ist endlich
- Wirtschaftlichste Dekarbonisierungsoption für Mittel-Temperatur-Prozesswärme (100 bis 500°C)
- Wichtiger Beitrag für die elektrische Energieversorgung: einzige erneuerbare Quelle, die bereits gespeichert vorliegt → Winterstrom
- Biomasse-KWK liefert aber wertvolle Wärme für Netze
- Ausschließliche Verwendung für Raumwärme nur in Ausnahmefällen (nicht sanierbare Gebäude / Denkmalschutz, außerhalb von Wärmenetzen)

# Zum Verheizen zu schade II: Grünes Gas

Weder technisch noch wirtschaftlich konkurrenzfähig

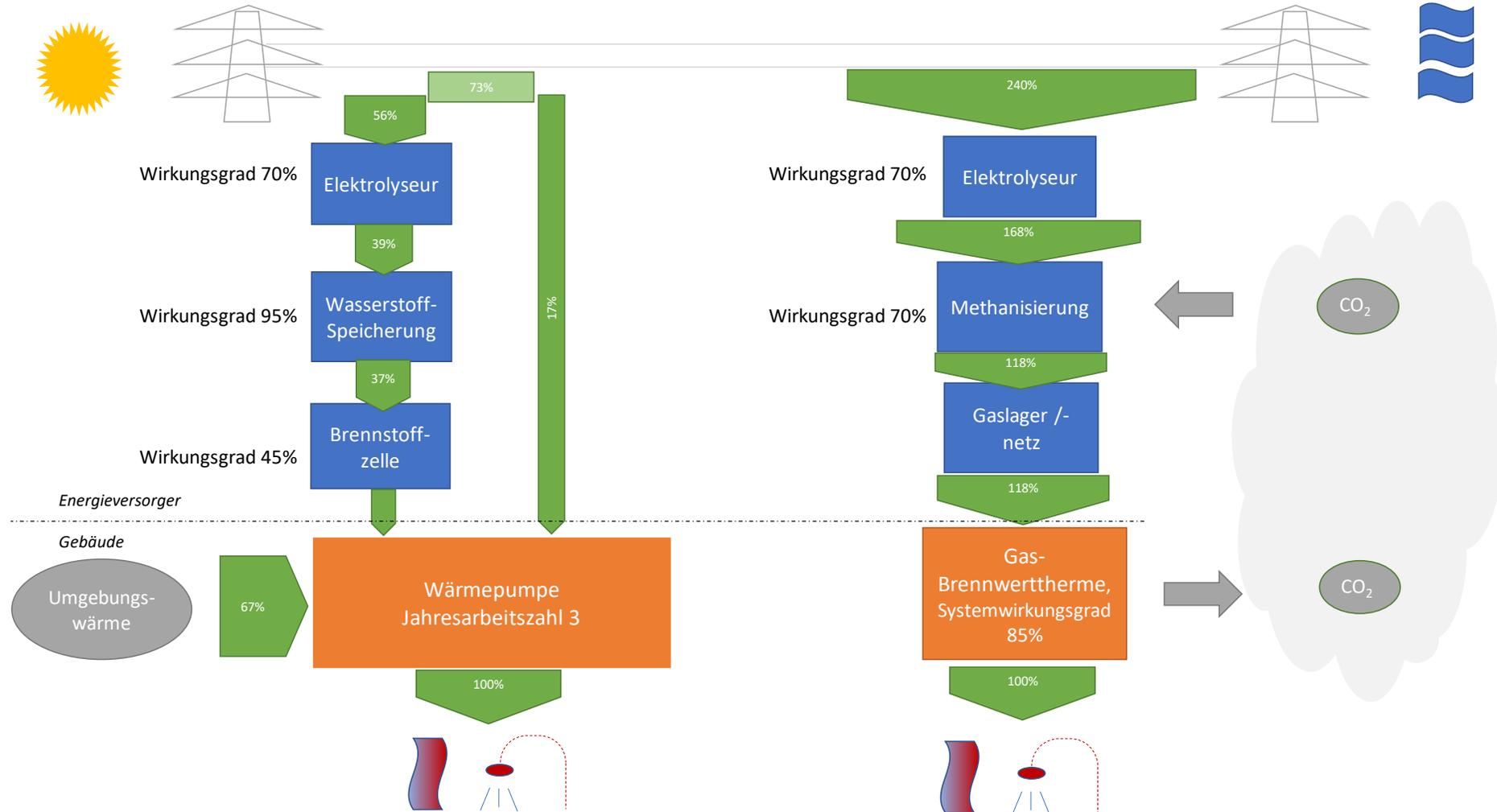
- Biogas I – Abfälle aus Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion
  - geringes Potenzial
- Biogas II – Energiepflanzen
  - Monokulturen; relevante Emissionen durch Düngung, etc; Flächenkonkurrenz Lebensmittel
- Power-to-Gas: grüner Wasserstoff (Elektrolyse / EE-Strom), direkte Verwendung oder methanisiert ( $4 \text{ H}_2 + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}$ ):
  - hochpreisig; die Produktion von relevanten Mengen erfordert Vervielfachung der EE-Produktion

# Zum Verheizen zu schade II: Grünes Gas

Weder technisch noch wirtschaftlich konkurrenzfähig

- Einzige Dekarbonisierungsoption für Hoch-Temperatur-Prozesswärme (>500°C)
- Auch andere Sektoren brauchen grünen Wasserstoff
  - Stahl- und Chemieindustrie
  - Luft- und Meeresschifffahrt
  - Saisonale Speicherung elektrischer Energie

# Synthetisches Gas benötigt ein Vielfaches der Primärenergie



# Direktelektrische Wärme: Nie als Hauptheizsystem.

Auch nicht für's Warmwasser.

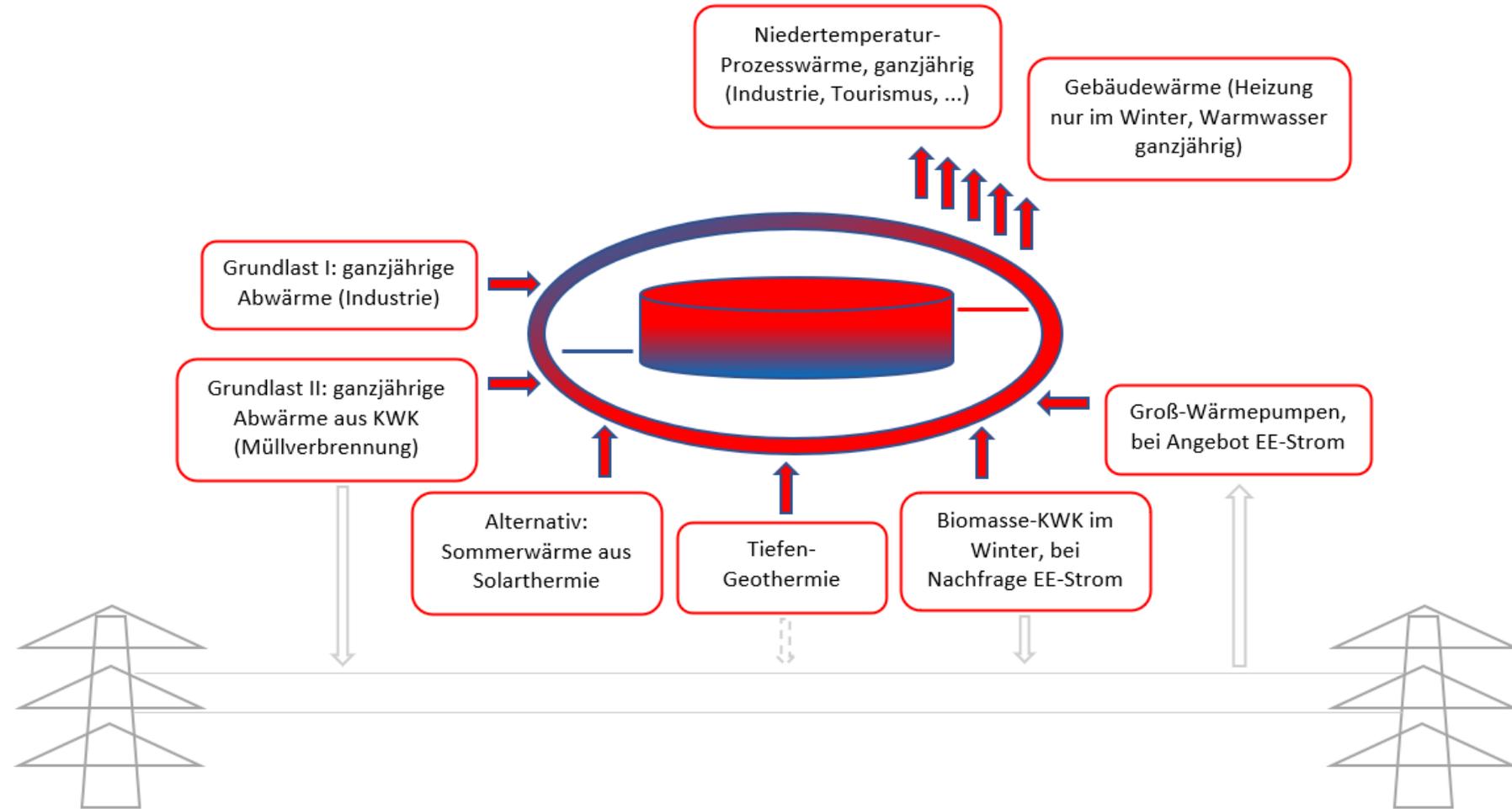
- Wärmepumpen wirtschaftlicher (in DE sogar deutlich)
- Sparsamer Umgang mit Winterstrom trotz massivem Ausbau der Erneuerbaren
- Mögliche Anwendung: Spitzenlastabdeckung im Passivhaus
  - in Kombination mit Mini-Wärmepumpe für Grundlast und Warmwasser
  - ermöglicht extrem schlanke Haustechnik
  - Gesamteffizienz dennoch nur unter Einhaltung diverser Randbedingung vertretbar (Regelung, Raumtemperatur, etc.)

# Dekarbonisierte Wärmenetze

## gewinnen an Bedeutung

- kostengünstig, bei ausreichender Wärmedichte
- um (Ab-)Wärmepotenziale zu nutzen
- Biomasse-KWK
- Industrie, Müllverbrennung
- Power-to-Gas-to-Power
- Tiefengeothermie
- Groß-Wärmepumpen
- sommerliche Wärme in Verbindung mit Groß-Wärmespeichern

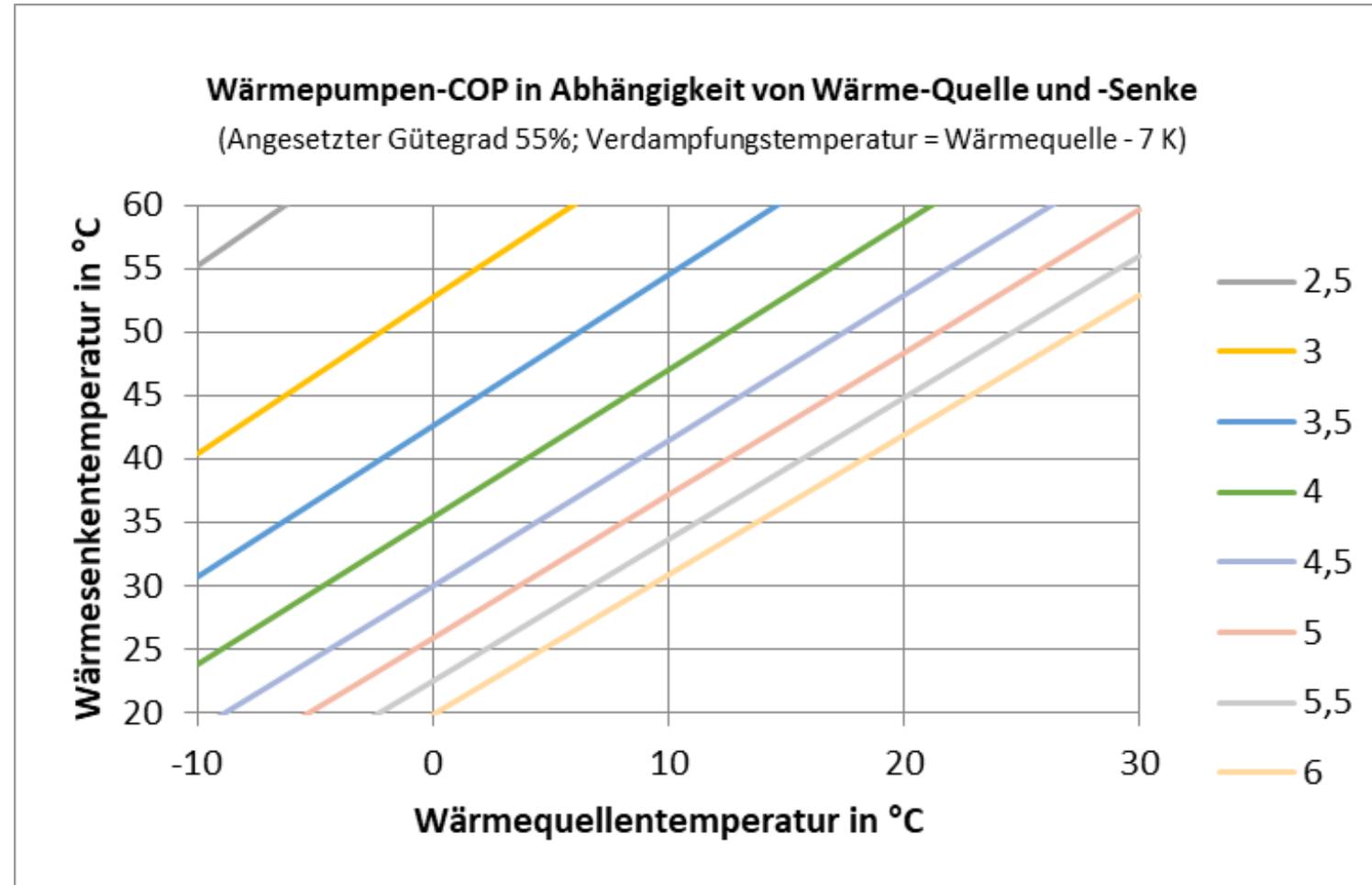
# Dekarbonisierte Wärmenetze sind multi-modal



# Wärmepumpen

## Die wichtigste Technologie

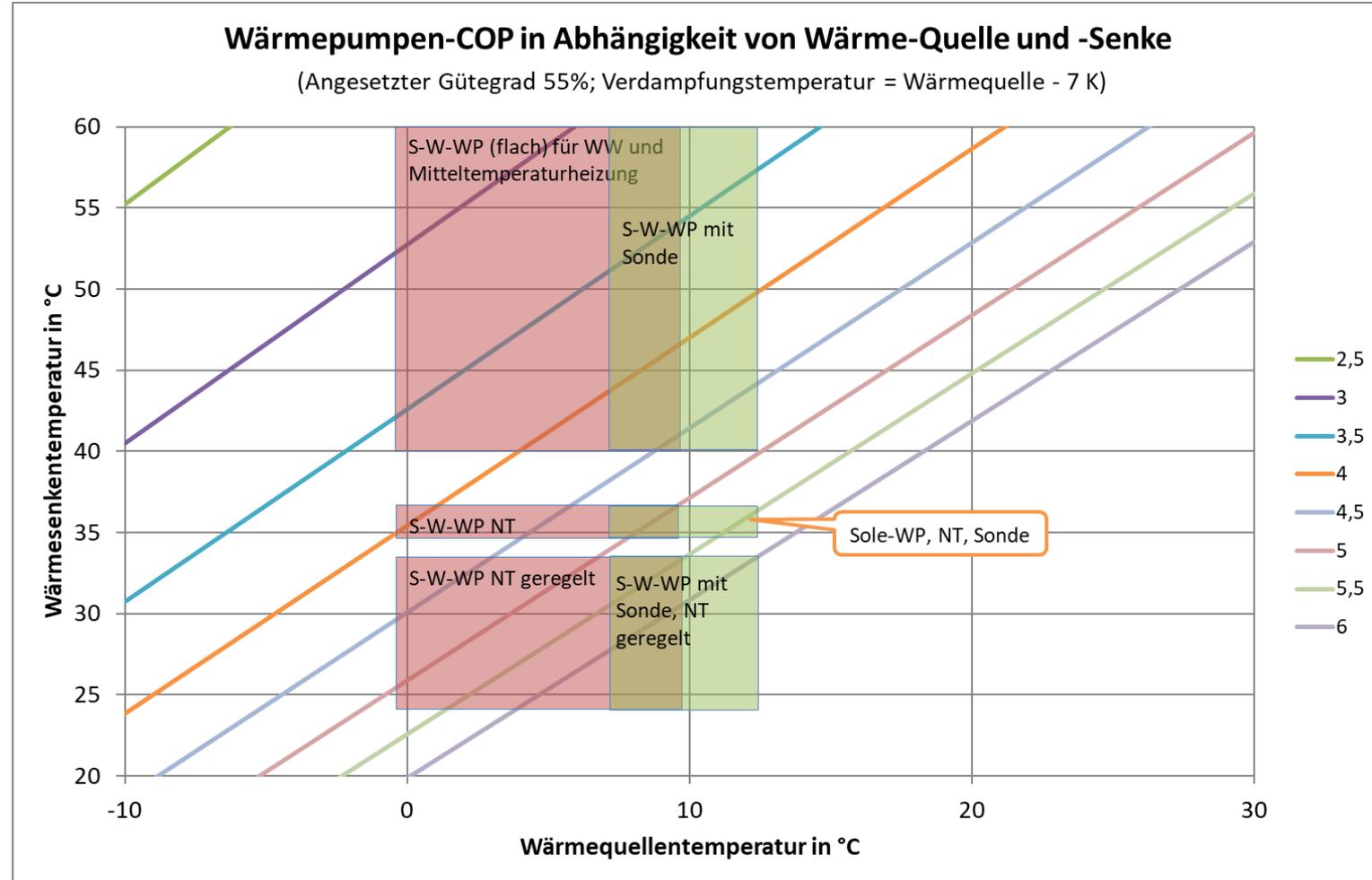
- Nutzung von Umgebungswärme (Luft, Erdreich)
- Niedrige THG-Emissionen
- heute rund 100 g\_CO2/kWh\_th
- potenziell vollständig dekarbonisierbar
- Zentral: Niedertemperatur-Wärmeverteilung
- Wärmequelle in Abhängigkeit der Gebäudehülle wählen



# Sole-Wärmepumpen

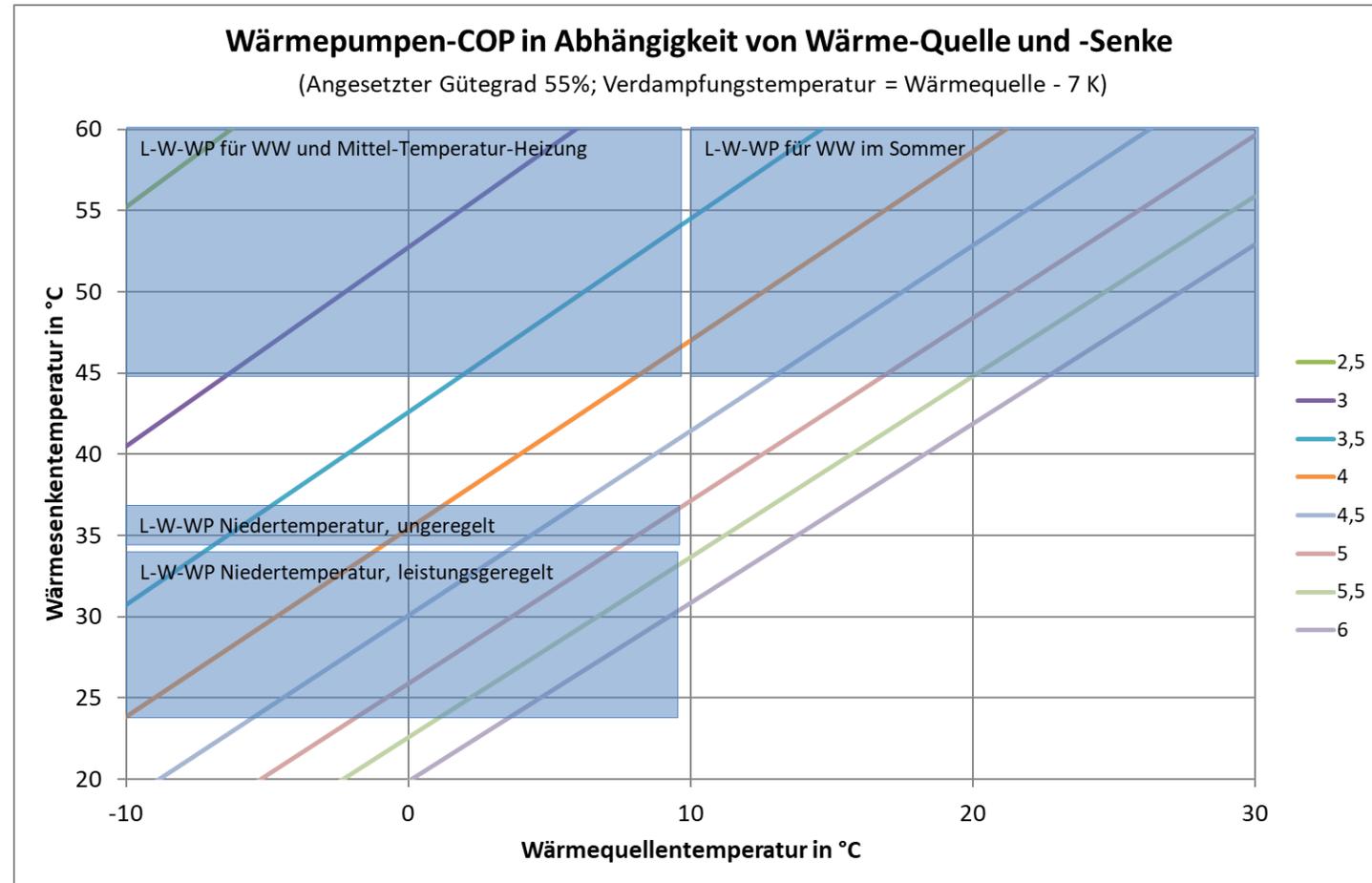
für hohe Effizienz

- niedrige Energiekosten, höhere Investition (Erschließung Wärmequelle)
- Passive Kühlung möglich
- Einsatz bei „mittelmäßiger“ Gebäudehülle: Effizienz maximieren

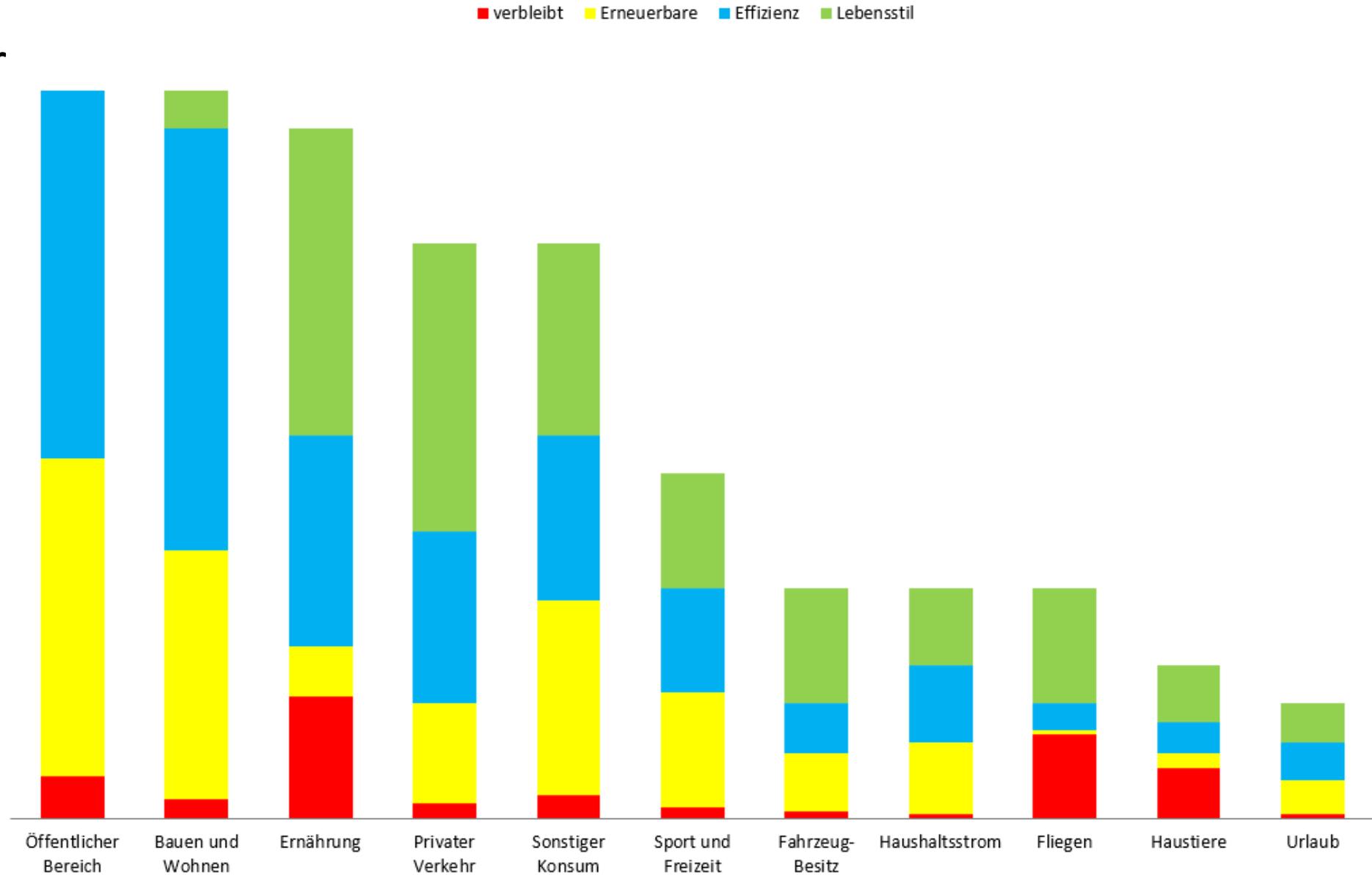


# Luft-Wärmepumpen bei guter Gebäudehülle

- Kostengünstig
- geringere Effizienz, höhere Energiekosten
- Kühlung nur aktiv möglich → (geringe) Energiekostenerhöhung
- Akustik beachten



# Wo kommen wir denn da hin?



Vielen Dank.

[www.zwei-grad-eine-tonne.at](http://www.zwei-grad-eine-tonne.at)

[www.drexelreduziert.at](http://www.drexelreduziert.at)

[www.klimavor.at](http://www.klimavor.at)

[www.powernewz.ch](http://www.powernewz.ch)

**drexel**reduziert.

Denkwerkstatt für weniger:  
Emissionen, Energie- und Ressourcenverbrauch



**KlimaVOR!**

Verein zur Förderung der  
Klimaneutralität Vorarlbergs.



Christof Drexel

Zwei Grad.  
Eine Tonne.

Wie wir das Klimaziel erreichen  
und damit die Welt verändern.

