TEC Technik

Hochschule Reutlingen

Kofinanziert von der Europäischen Union

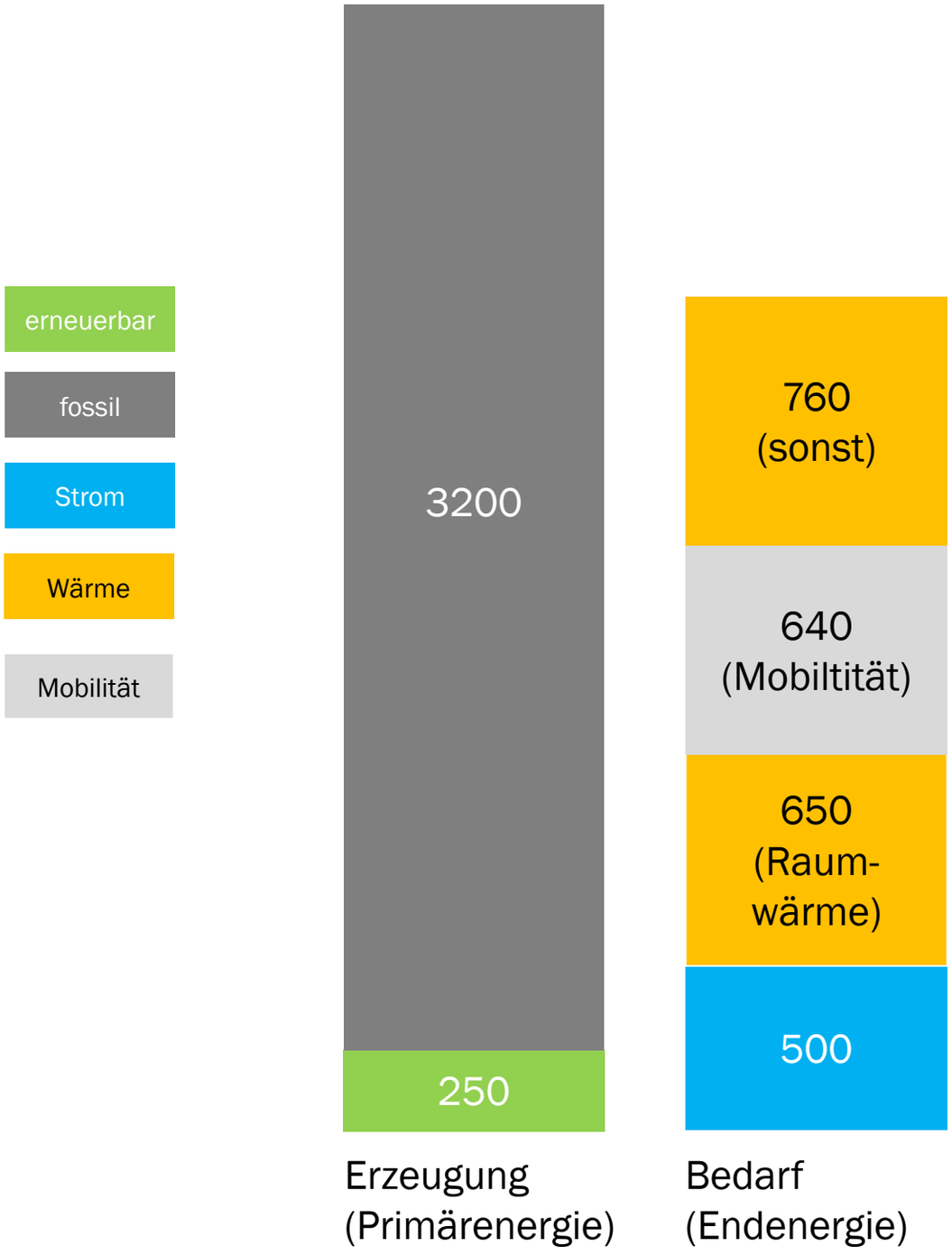
Baden-Württemberg

Wasserstoff

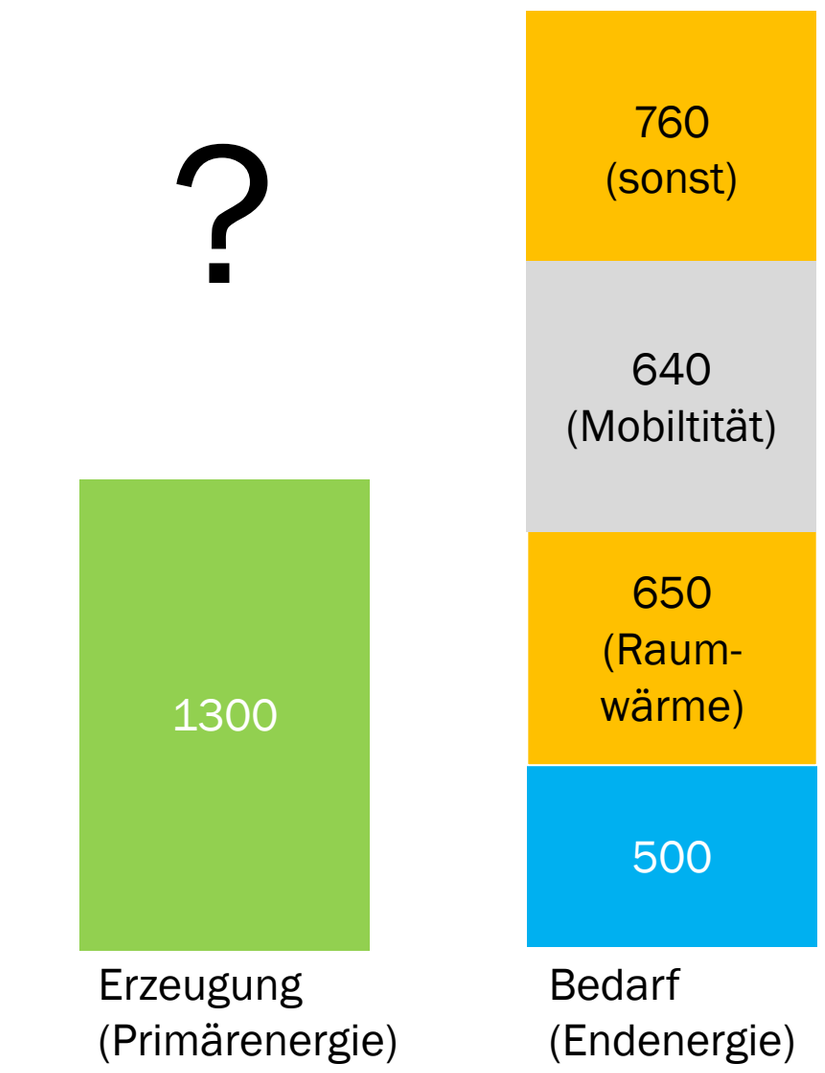
Ein Schlüsselelement der Energiewende

Thorsten Zenner

Wieviel Energie(TWh) brauchen wir?

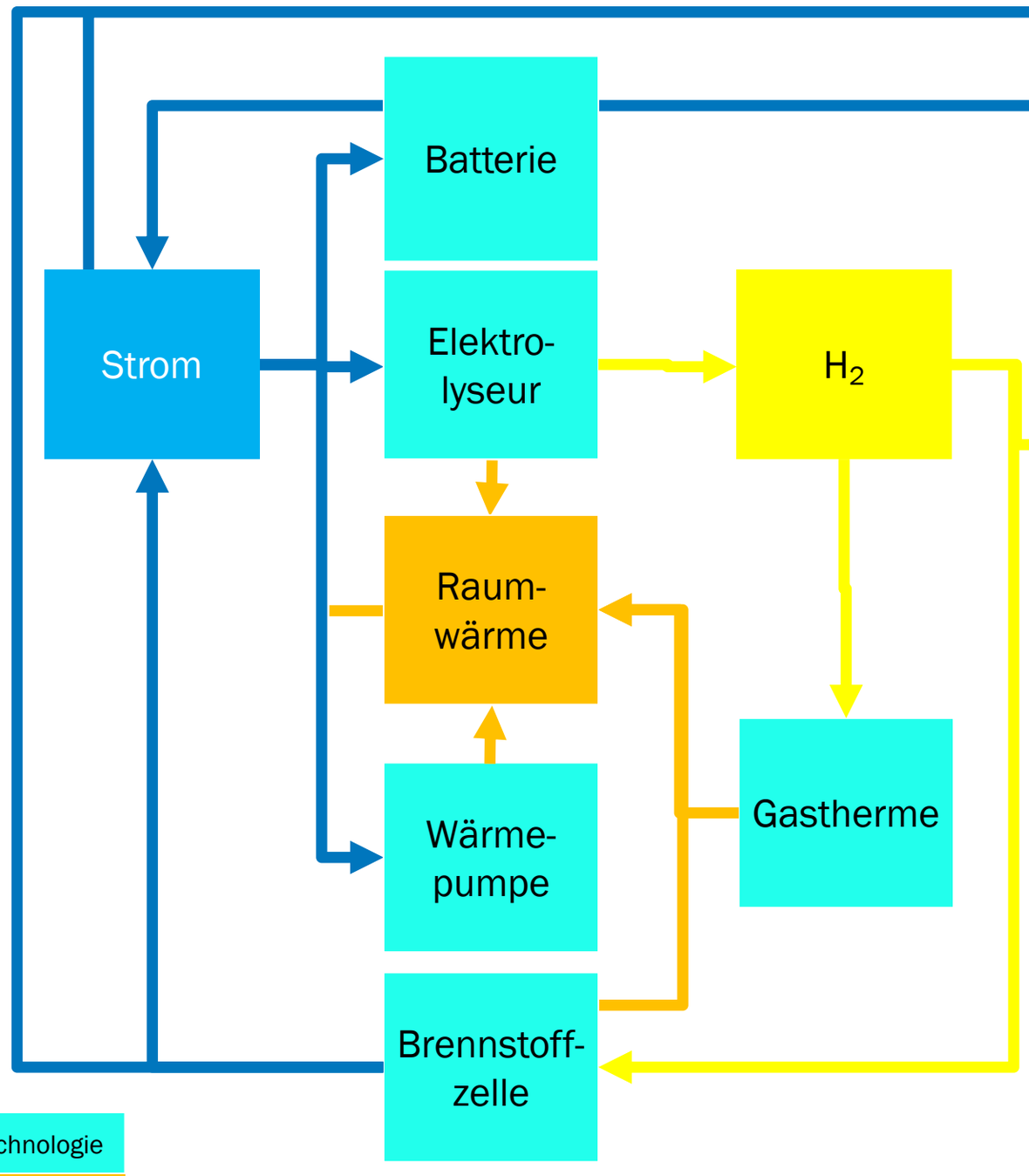


2045 Zenner Prognose Best Case



Versorgungslücke → Import→ Transport → **Wasserstoff**, Amoniak, Methan,…

Umwandlungspfad



Umwandlungspfade

→ komplex

→ teuer

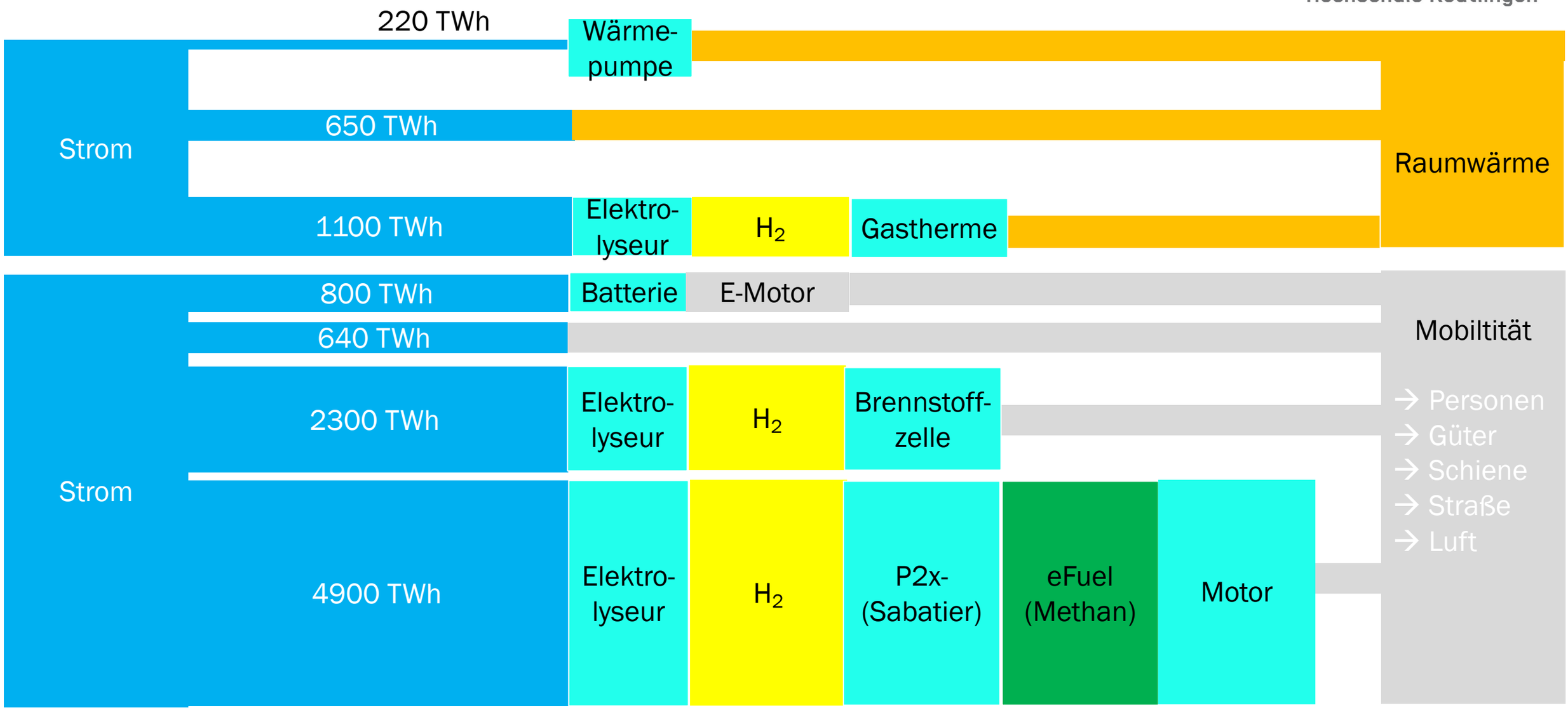
Sektoren

→ **neu**

→ gekoppelt

→ Konkurrierend

Umwandlungseffizienz

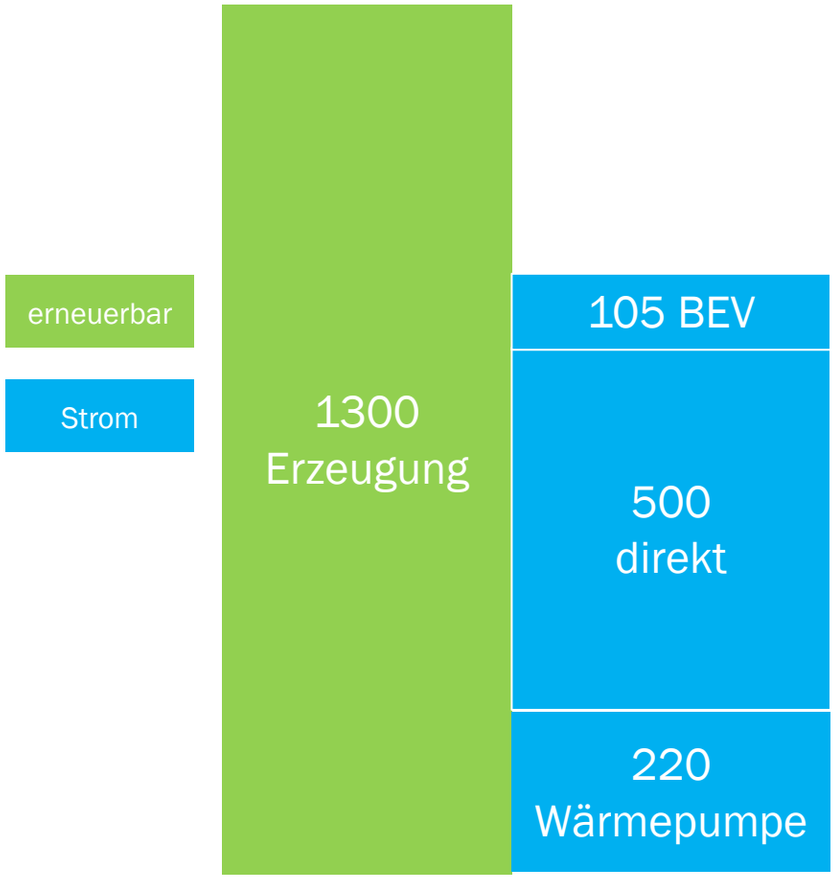


Technologie
Wärme
Wasserstoff
Strom

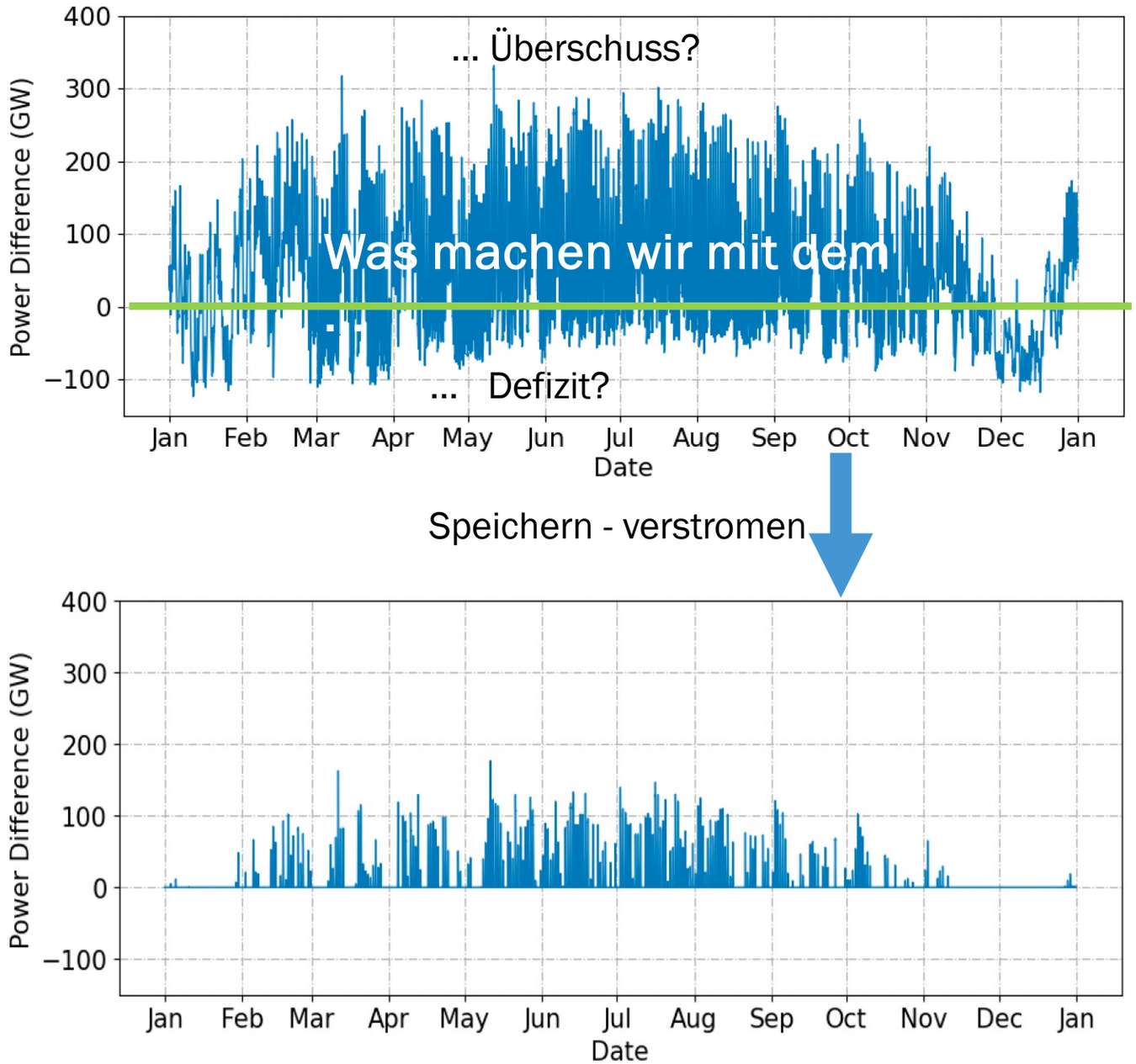
Umwandlungseffizienz

→ hohe Varianz
→ viele Technologien
→ Angemessenheit
→ Verfügbarkeit
→ Transport-/Speicherfähigkeit

Verfügbarkeit



2045



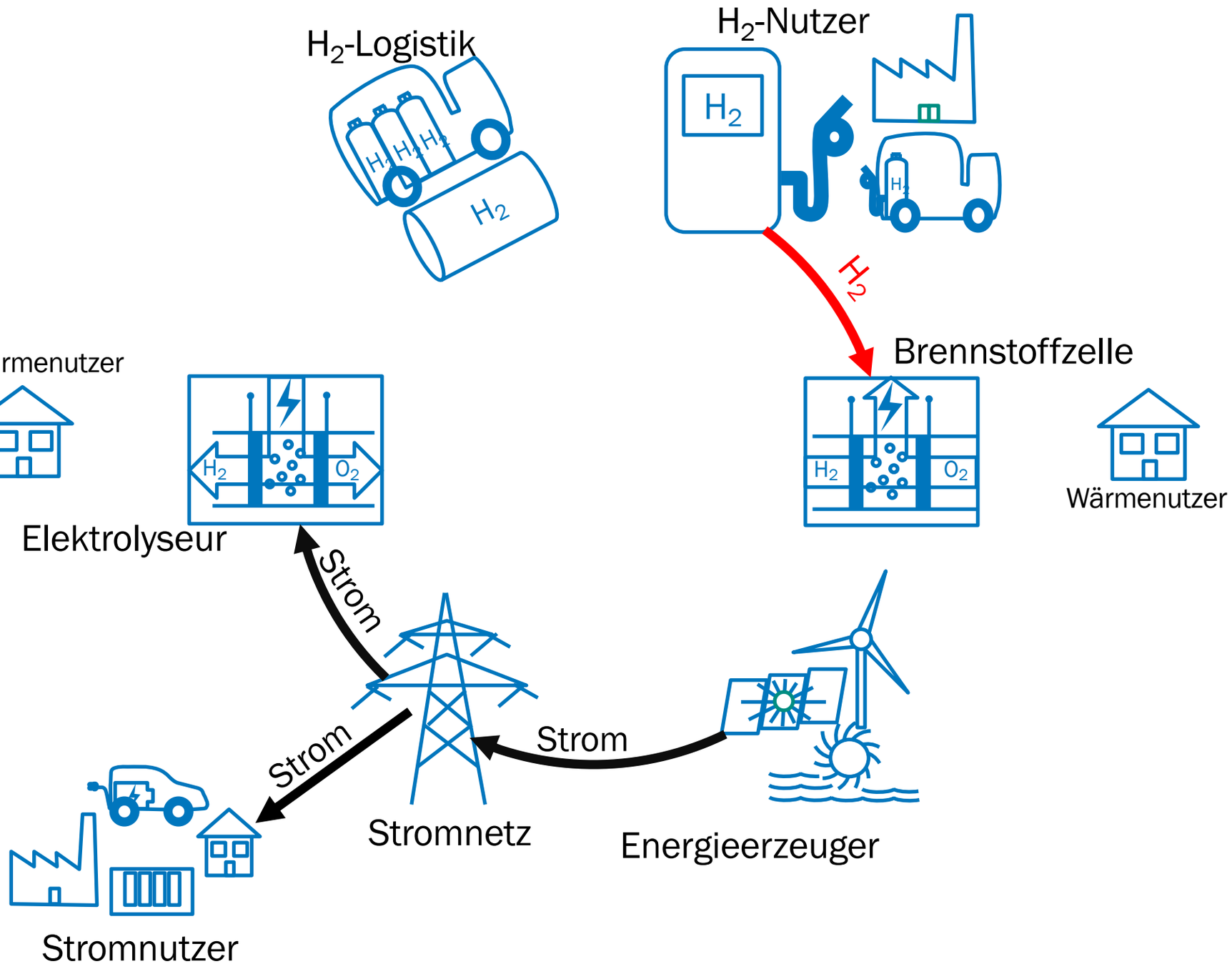
Überschuss → Lasten zuschalten → speichern

Defizit → Lasten abschalten → Speicher nutzen

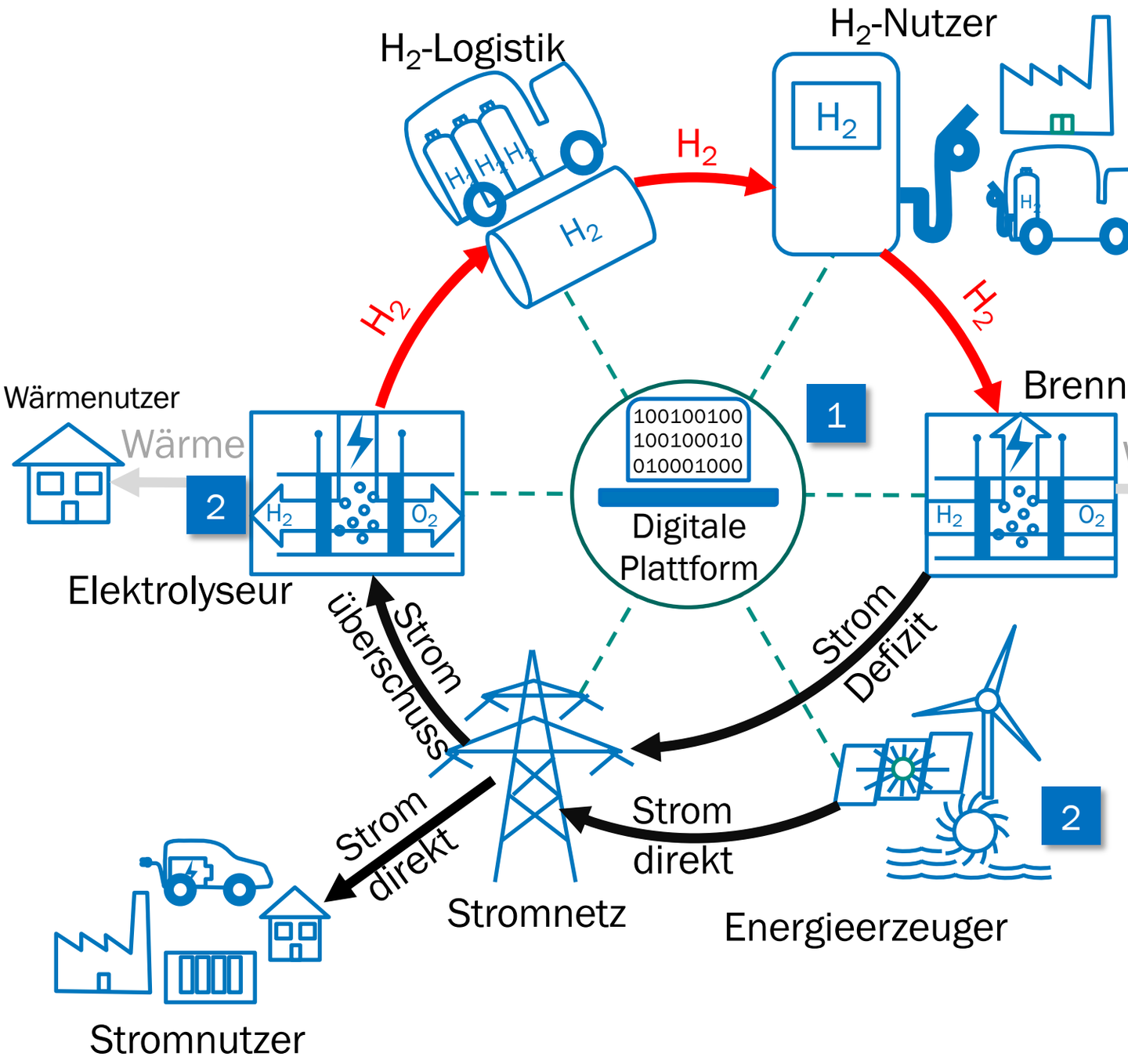
Fazit

- Primärenergie wird erneuerbarer Strom
- Energiebedarf national nicht zu decken
    - Energieimport notwendig
    - Energietransport
        - Wasserstoff, Methan, Amoniak
- Umwandlung für verschiedene Sektoren
    - Effizienz (Energie und Resourcen)
    - Investitionen
    - Sektorkopplung / Sektorkonkurrenz
- Energieverfügbarkeit
    - Elektrische Energie möglichst direkt nutzen
    - Lasten verschieben → Demandmanagement
        - Batterien, Elektrolyseure, Brennstoffzellen, Wärmespeicher
    - Überschuss sektorübergreifend speichern
        - Batterie, Elektrolyseur
    - Defizit sektorübergreifend ausgleichen
        - Batterie, Brennstoffzelle

Was machen wir Projekt H2-Grid?



Was machen wir Projekt H2-Grid?



1 Vernetzen
Handeln
Bilanzieren

2 Steuern
Regeln
Vernetzen

Sektoren vernetzen - Stromnetz stabilisieren

Dezentrale oder zentrale Wasserstoffwirtschaft?

Kleinanlagen (< 1 MW)

+ gute Anbindung an dezentrale Energieerzeuger
+ gute Anbindung an das Wärmenetz
+ geringere Netzlast
+ niedrige Logistikosten, einfachere Logistik
+ geringer Eingriff in Landschaft
+ hohe Akzeptanz der Bevölkerung → Regionalität
+ regionale Wertschöpfung
+ niederschwelliger Einstieg → private Akteure
- Kostennachteil durch fehlende Skalierung
- technologisch offene Systeme nötig
- Interoperabilität

Großanlagen (> 100 MW)

- größere Entfernung zu erneuerbare Energieerzeuger
- größere Entfernung zum Wärmenetz
- Hohe Netzlast
- hohe Logistikkosten, komplexe Logistik (LOHC, Cryogen)
- großer Eingriff in Landschaft
- geringe Akzeptanz der Bevölkerung
- Investitionsrisiko
- hohe Einstiegshürde
+ Kostenvorteil durch Skalierung
+ technologisch geschlossene System möglich

Komplementäre Ansätze → Beides tun!

Was passiert in meiner Region?

Hochschule Reutlingen

H2-Wandel

H_2-Factory
- 2 MW-Elektrolyse
- Wasserkraft

H_2-ToGo
- Mobilität LKW
- Flottentest

H_2-Grid
- 8 Partner
- 9 Elektrolyseure<1MW
- 1 Tankstelle
- Vernetzung
- Strom – Wärme – H_2

H_2-Aspen
- 10 MW-Elektrolyse Industriepark autark
- Industrienutzung

GIP Green Innovation Park

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Hochschule für Angewandte Wissenschaften

SWR Stadtwerke Rottenburg am Neckar

FairEnergie

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University
my campus

FairNetz

THU Technische Hochschule Ulm

STADTWERKE MÖSSINGEN

swt Stadtwerke Tübingen

Was sollte man sich merken?

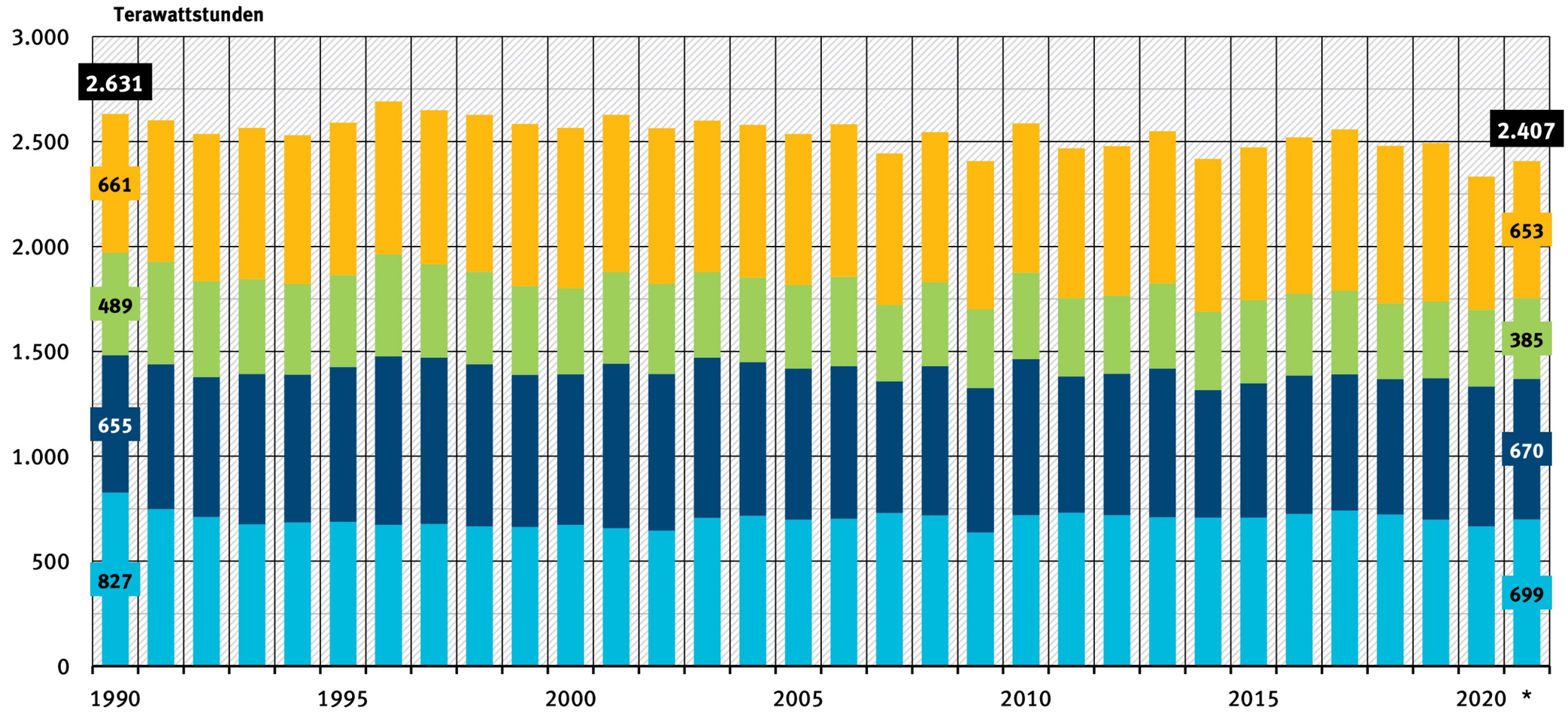
- Energie ist mehr als Strom
  → **Wärme**, Mobilität, Elektrizität
- Erneuerbare Energieproduktion ist schlecht anpassbar
  → Bedarf anpassen → Demandmanagemnt
- Strombedarf kann schlecht an das Angebot angepasst werden
  → Sektorkopplung, Speicher, Wasserstoff
- Strom wird primäre Energiequelle
- Bedarf, Effizienz und Verfügbarkeit müssen berücksichtigt werden
- Wasserstoff
  - Kann bei Überschuss produziert werden (Elektrolyseur)
  - Kann Defizite im Stromnetz ausgleichen (Brennstoffzelle)
  - Kann als (Langzeit-)Energiespeicher genutzt werden
  - Kann als Kraftstoff für die Mobilität genutzt werden
  - Kann als Grundstoff für die Industrie genutzt werden

TEC Technik
Hochschule Reutlingen

Vielen Dank!

Faktencheck

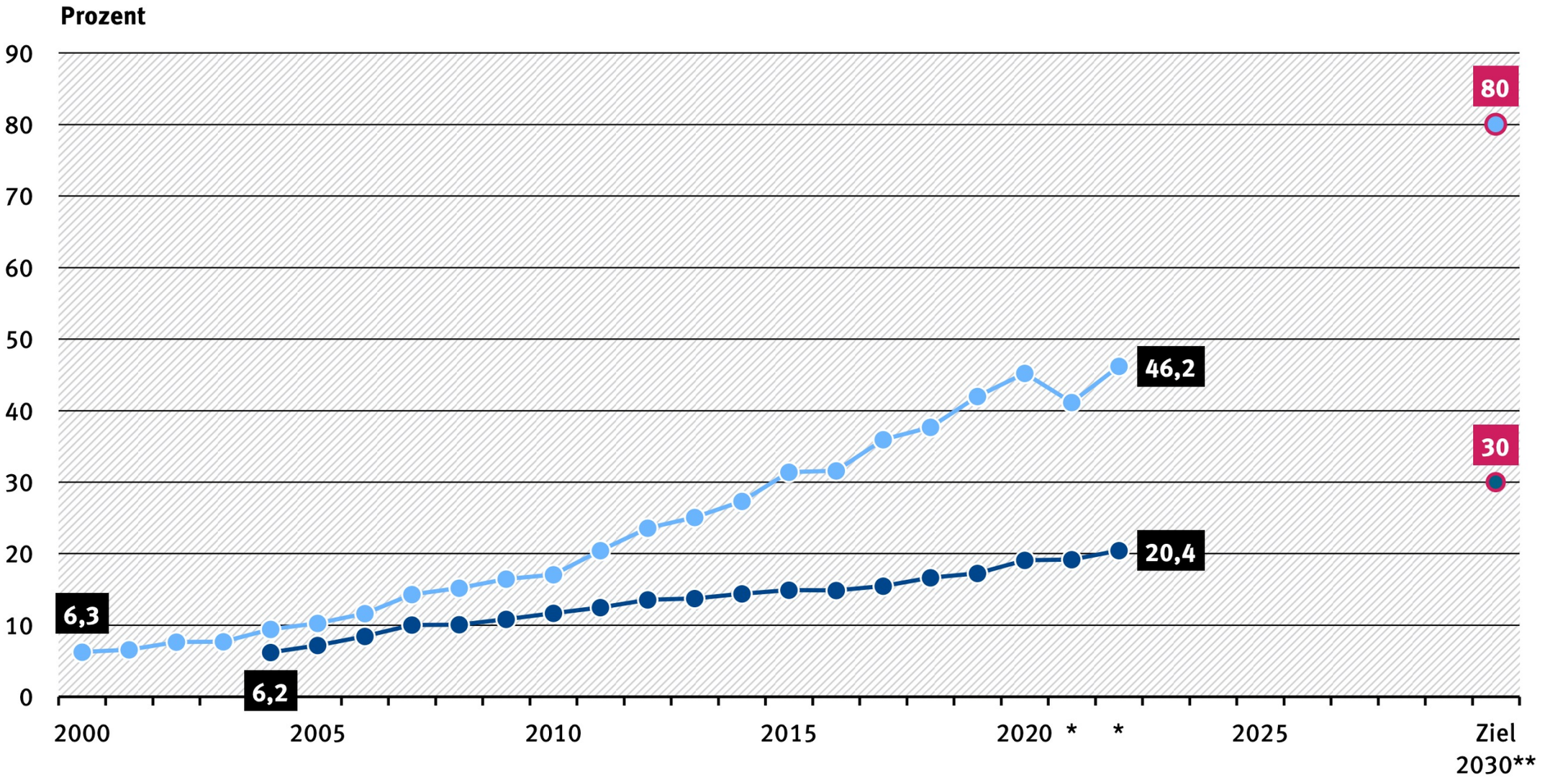
Endenergieverbrauch nach Sektoren



* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland, Stand 09/2022

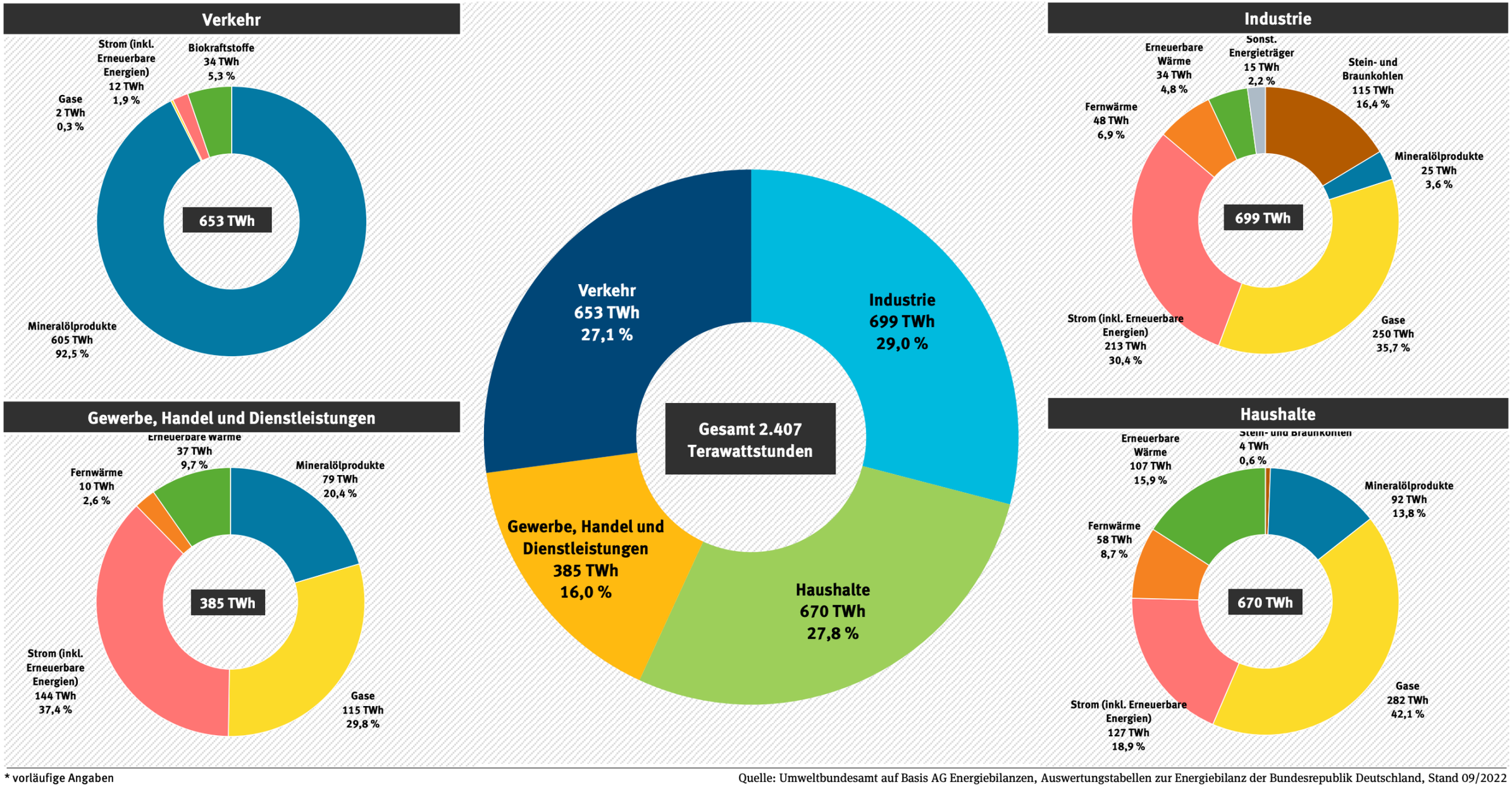
Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch



* vorläufige Angaben
** Quellen Zielwerte 2030: Anteil am Bruttoendenergieverbrauch: Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) 2023; Anteil am Bruttostromverbrauch 2030: Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan
*** Anteil am Bruttoendenergieverbrauch berechnet nach Berechnungsregeln gemäß EU-Richtline 2009/28/EG

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Stand 03/2023

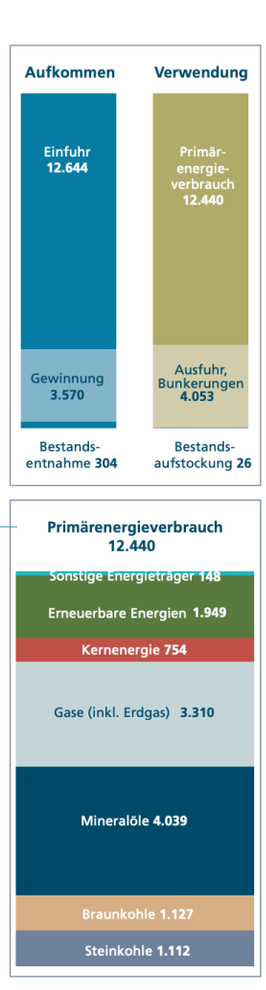
Endenergieverbrauch 2021 nach Sektoren und Energieträgern*

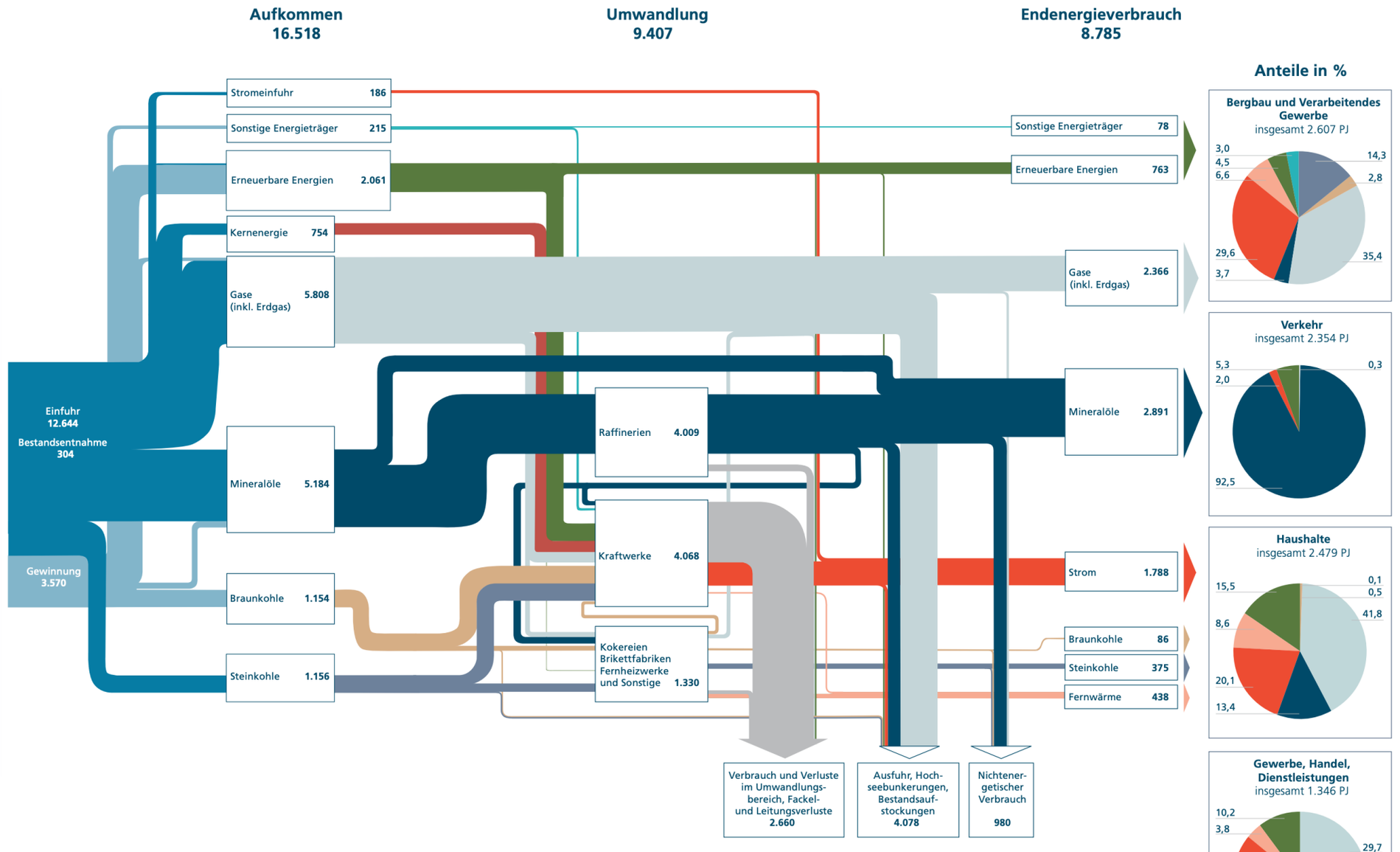


* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland, Stand 09/2022

Energieflussbild der Bundesrepublik Deutschland 2021
Energieeinheit Petajoule (PJ)*

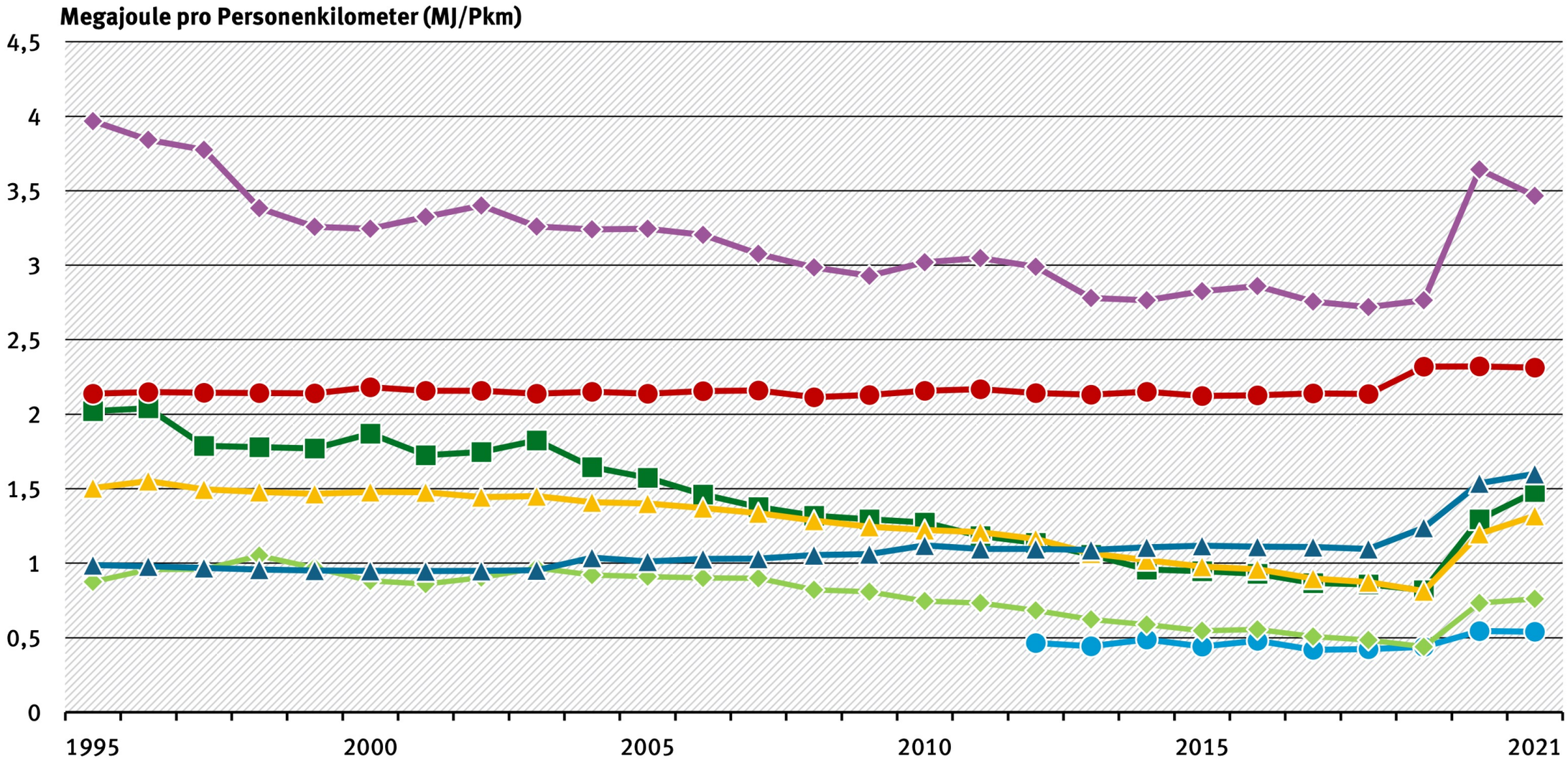




*) 1 Mio. t SKE = 29,308 Petajoule (PJ)
Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.
Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt insgesamt bei 15,7 %.
Zur Umrechnung von Energieeinheiten: https://ag-energiebilanzen.de/energieeinheitenumrechner/

AGEB
AG Energiebilanzen e.V.

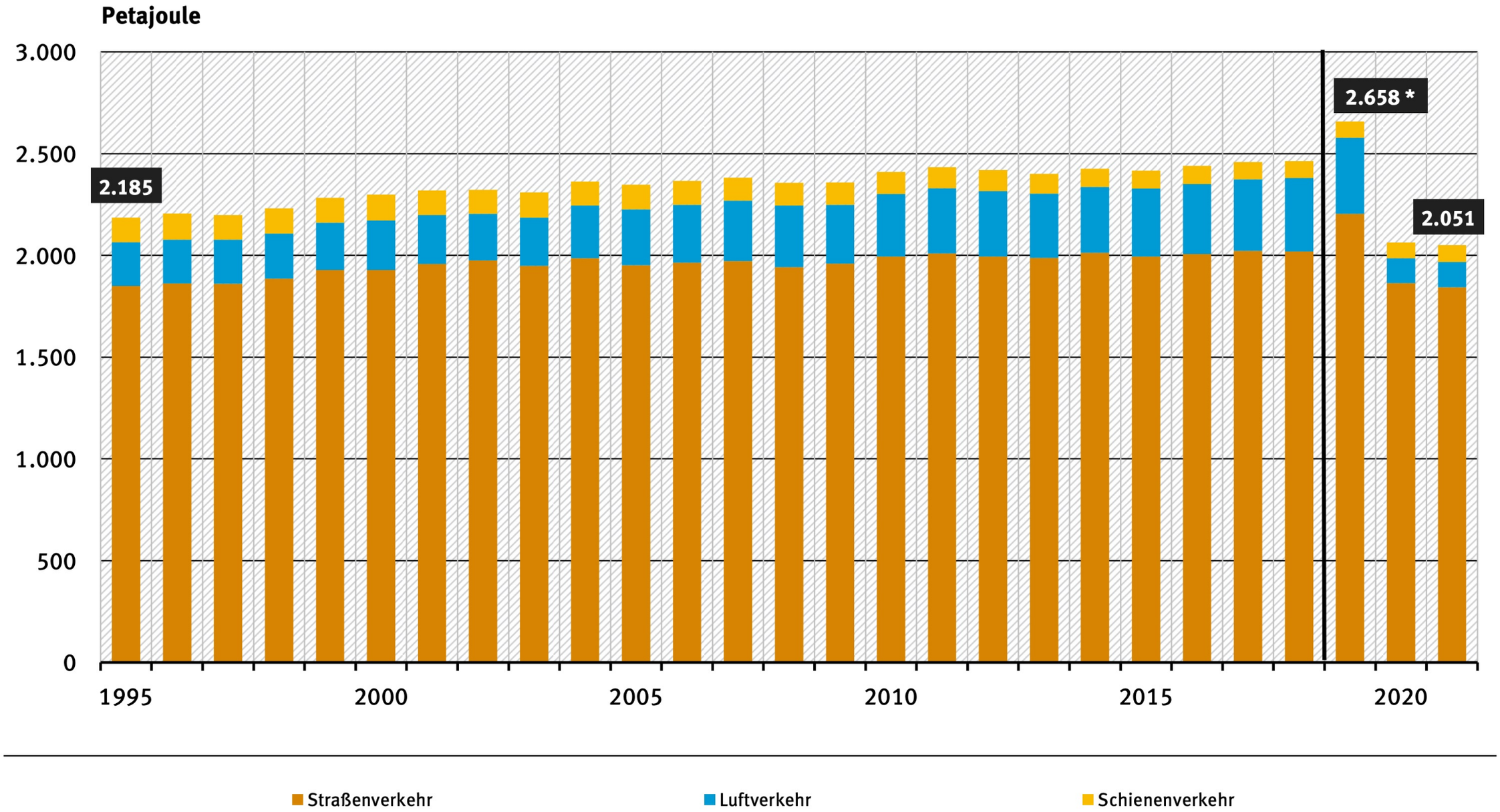
Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs im Personenverkehr * (inkl. Vorkette)



*inkl. Emissionen aus Bereitstellung & Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel, Flüssig- & Erdgas sowie Kerosin
**ab 2019 Methodenwechsel in der Vorkettenmodellierung, Werte ab 2019 daher nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar
***ausgewählte Flughäfen in Deutschland, nur Kerosin

Quelle: Umweltbundesamt, Daten und Rechenmodell
TREMOD, Version 6.42

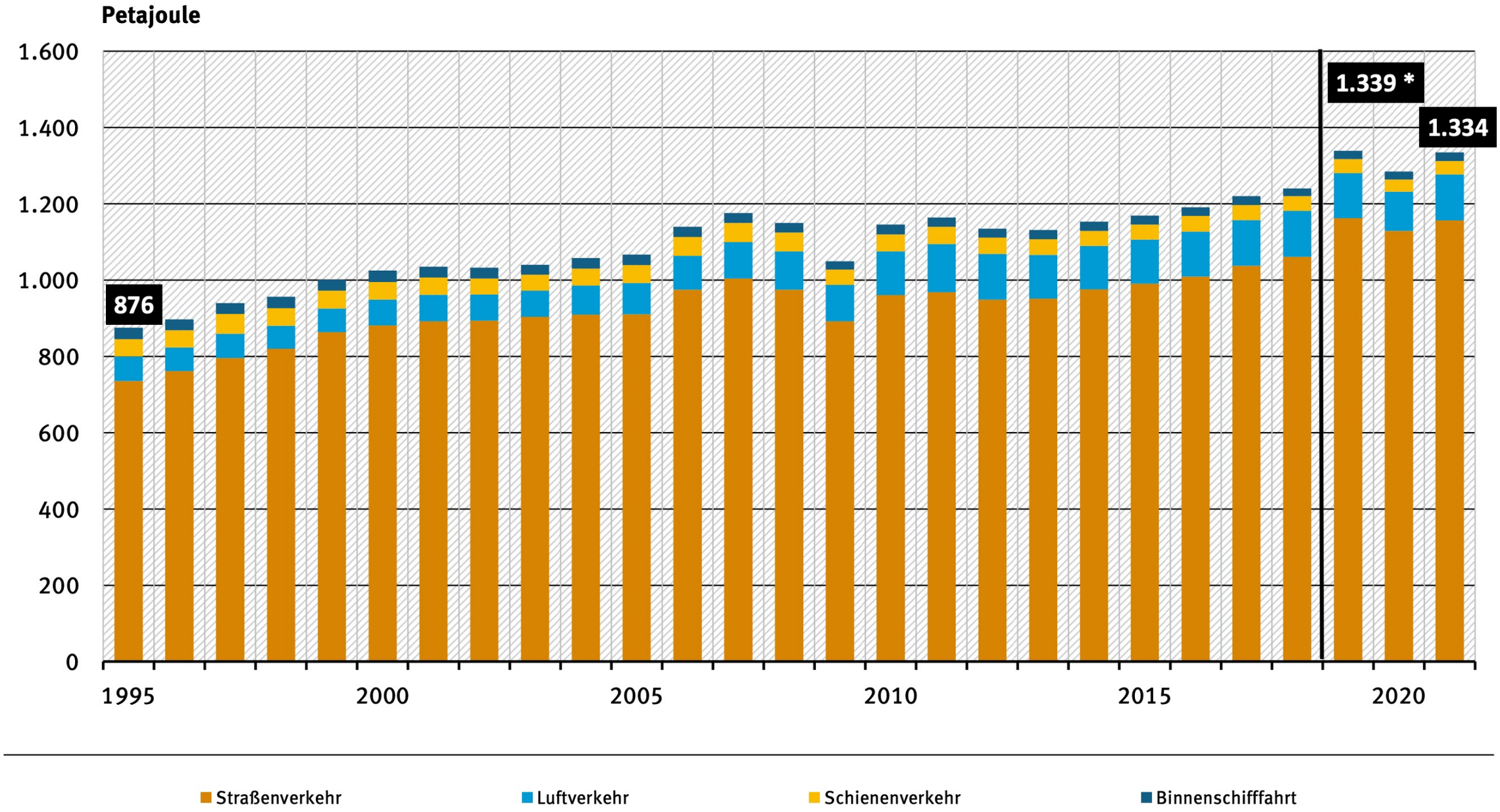
Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im Personenverkehr in Deutschland



* Methodenwechsel in der Vorkettenmodellierung, Werte ab 2019 sind daher nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar

Quelle: Umweltbundesamt, Daten und Rechenmodell TREMOD, Version 6.42 (12/2022)

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im Güterverkehr



* Methodenwechsel in der Vorkettenmodellierung, Werte ab 2019 sind daher nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar

Quelle: Umweltbundesamt, Daten und Rechenmodell TREMOD, Version 6.42 (12/2022)