

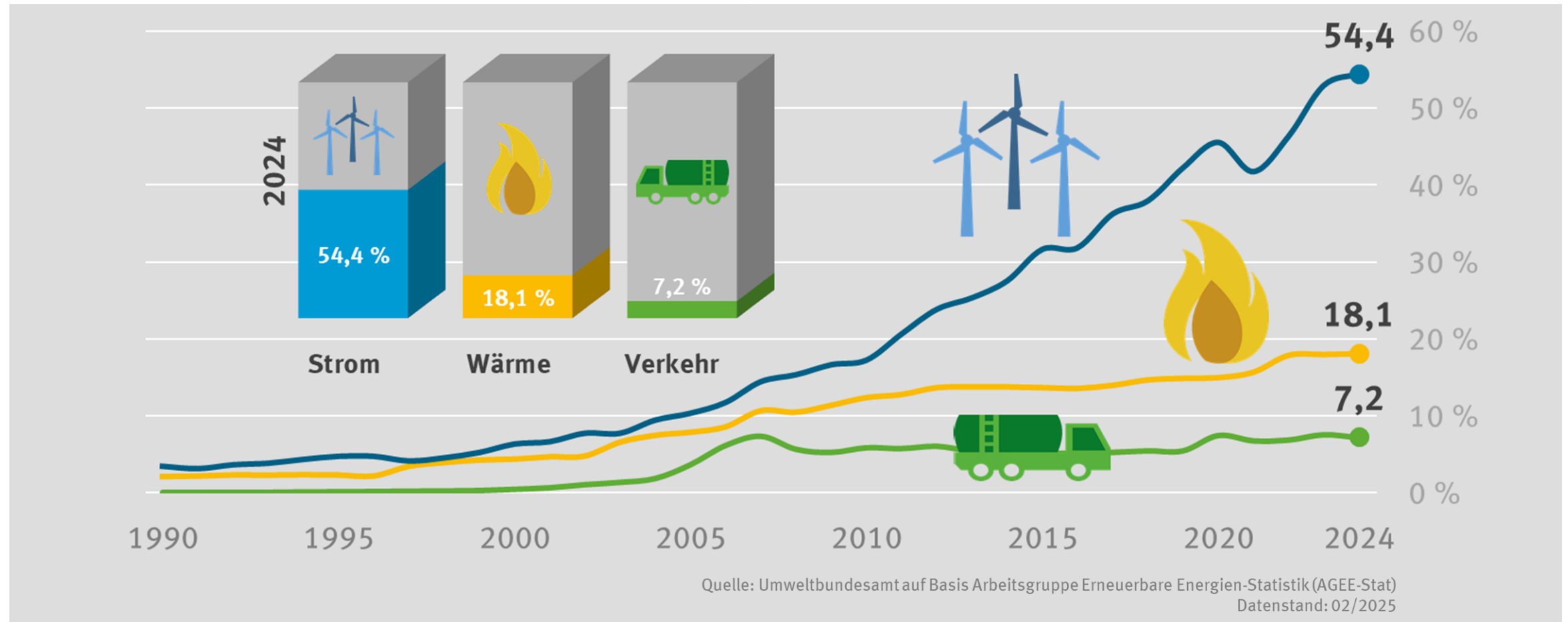
Energien der Zukunft – ein Überblick

Geonetzwerk Münsterland | Thementag 2025 „Raum für Energie: Geodaten als Schlüssel zur Energiewende“ | 21.03.2025 | Prof. Dr. Michael Rath

Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geotechnologien IEG
Hochschule Bochum – Bochum University of Applied Sciences

Erneuerbare Energien in Deutschland

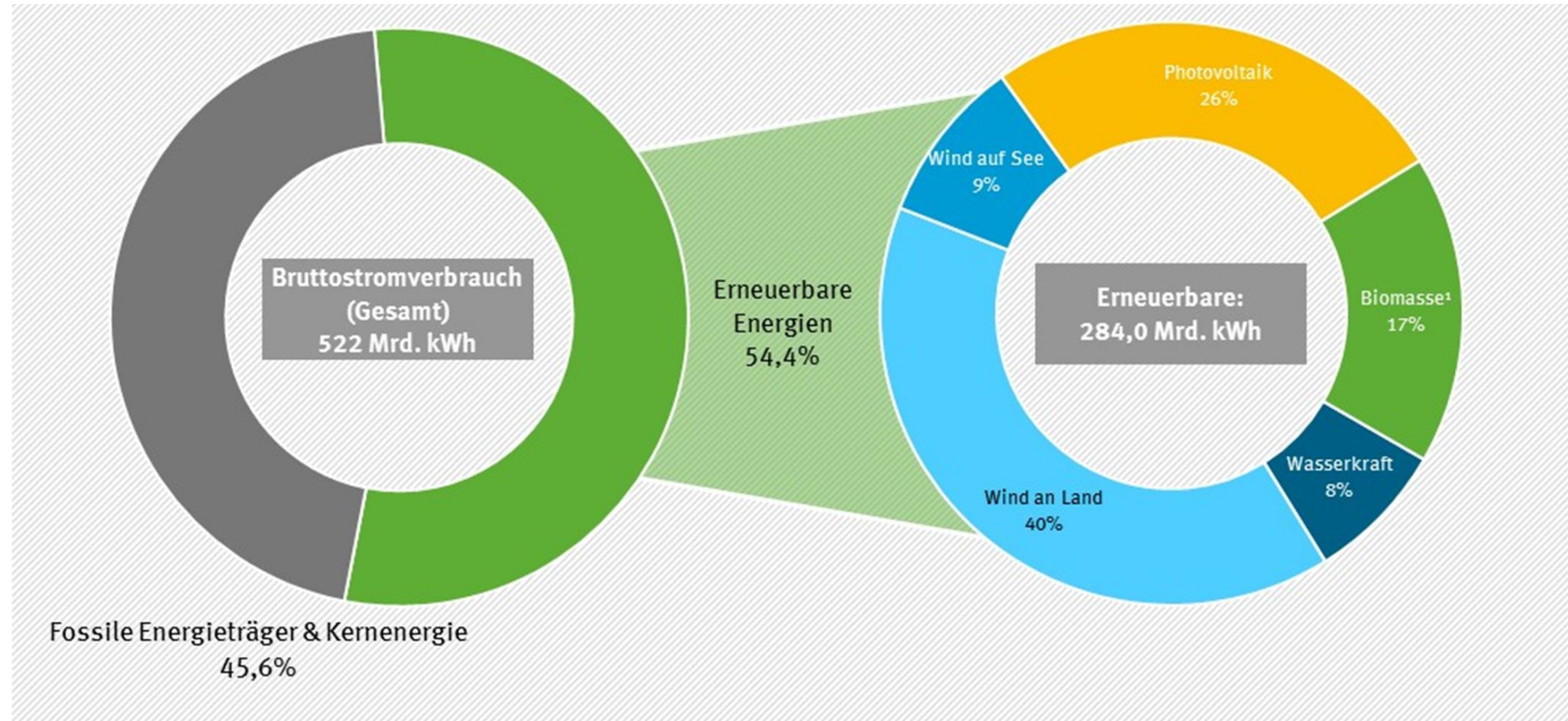
Anteile in den Sektoren Strom, Wärme & Verkehr bis 2024



<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>

Die Stromwende schreitet erfolgreicher voran als vorhergesagt

1. Phase Energiewende sichtbar an Aufteilung des Bruttostromverbrauchs 2024



Stromerzeugung aus Geothermie aufgrund geringer Mengen nicht dargestellt (0,2 TWh)

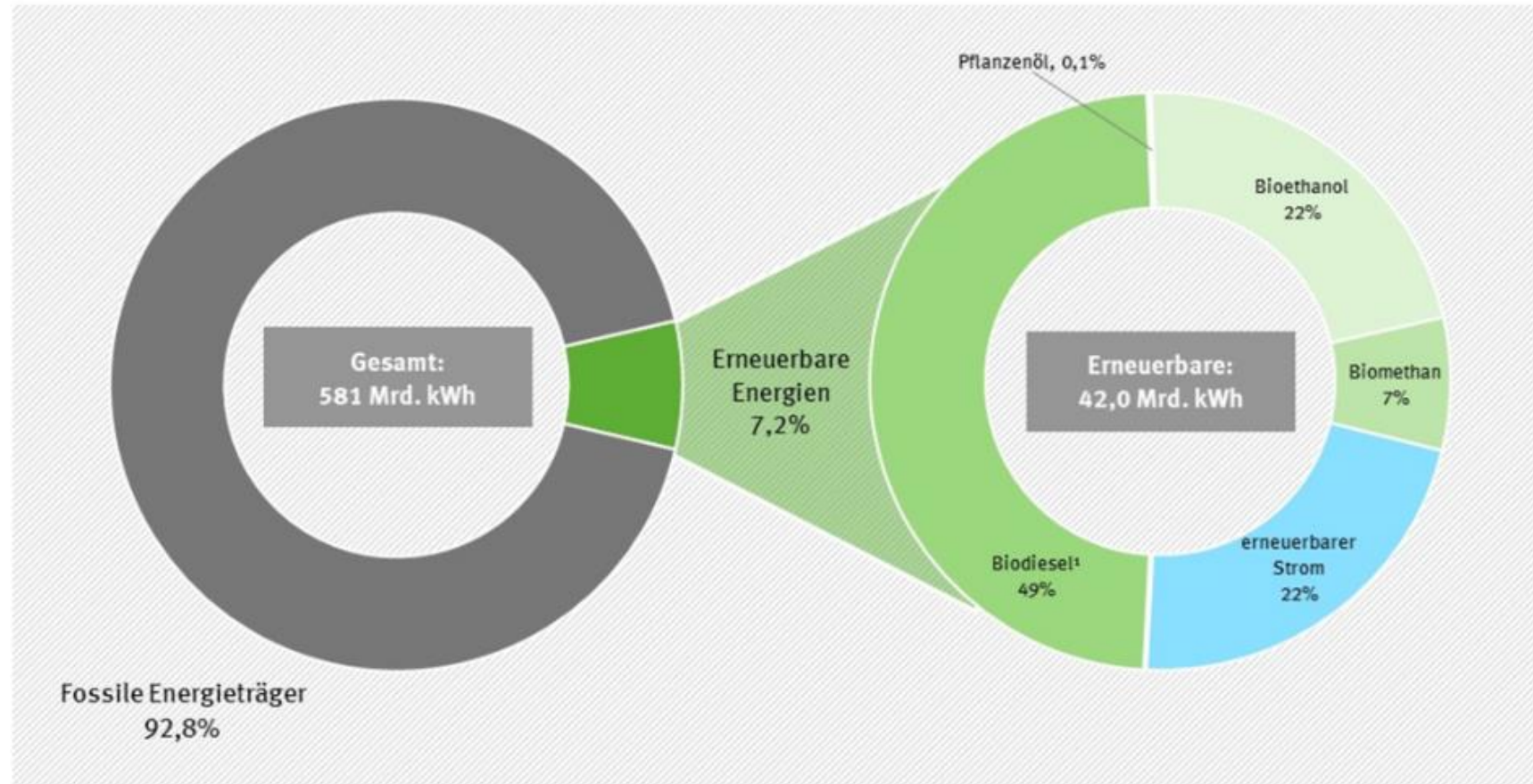
¹ gasförmige, flüssige und feste Biomasse inkl. biogenem Abfall

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat

Stand 02/2025

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien Verkehrssektor 2024

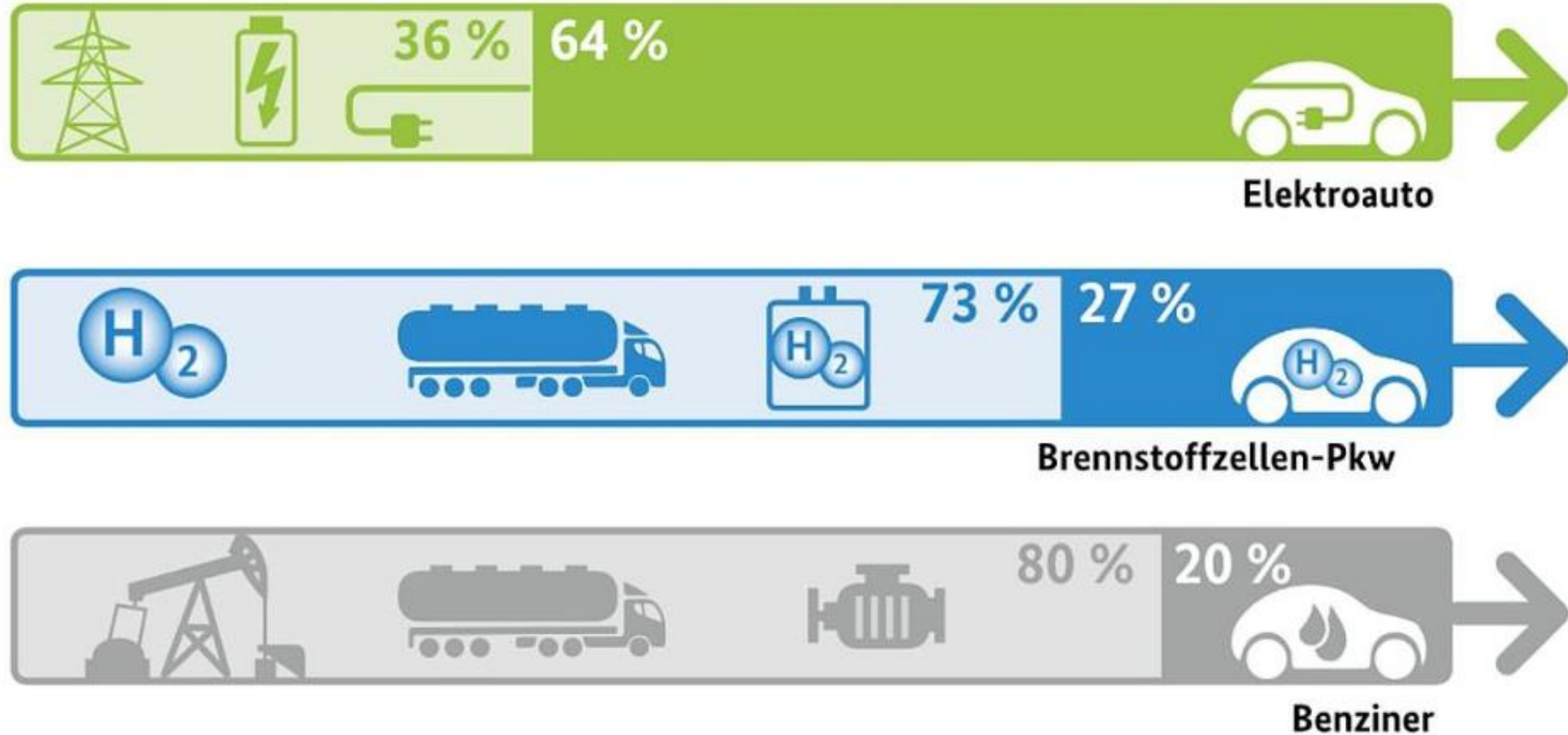
Gesamtenergiebereitstellung 517 TWh



¹ Verbrauch von Biodiesel (inklusive HVO) im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär)

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 02/2025

Sektorkopplung in der Mobilität

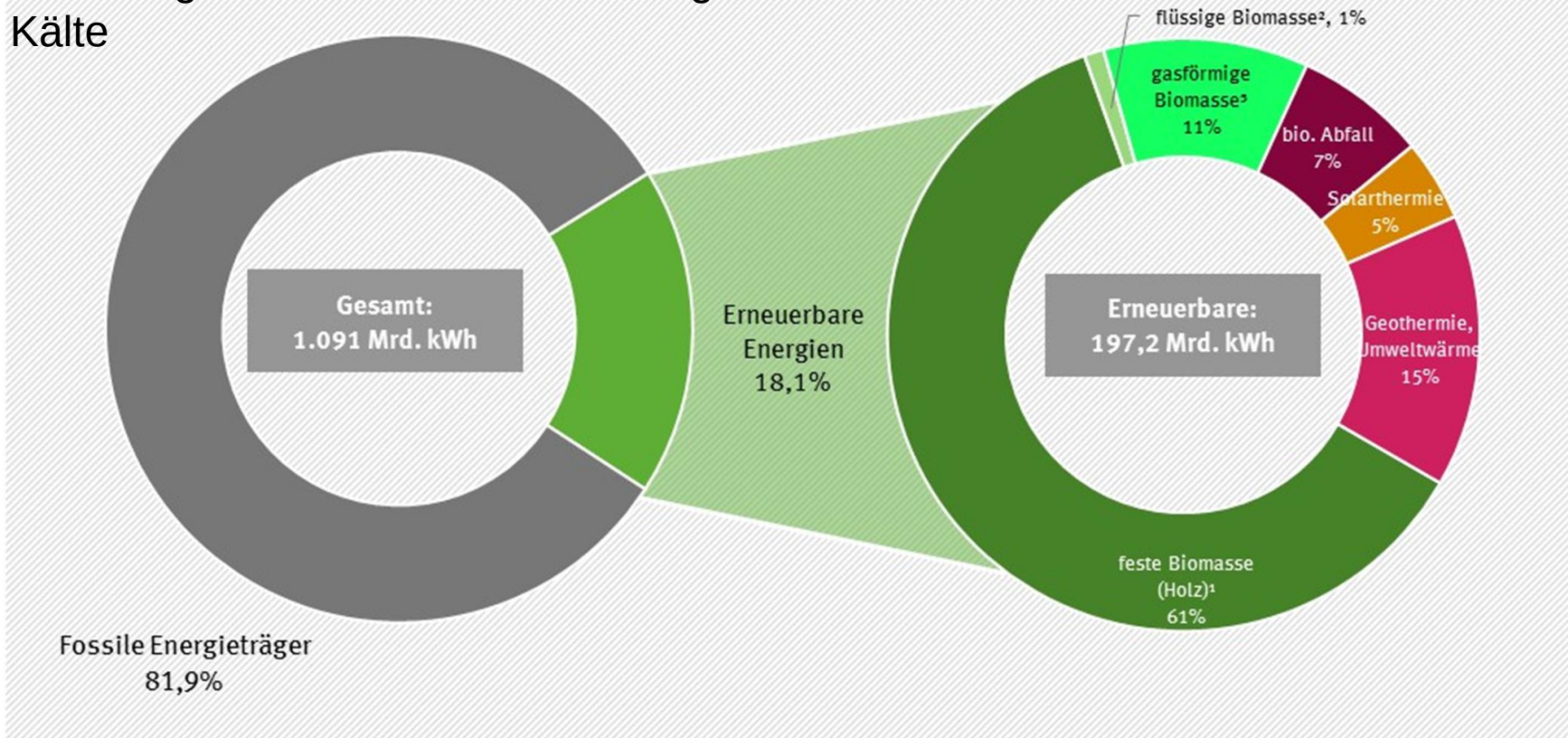


Zahlen von Agora Verkehrswende und Öko-Institut, 2017

Herausforderung Wärmewende

Verkehrs- und Wärmewende werden die Prüfsteine in der 2. Phase der Energiewende

Endenergie aus erneuerbaren Energien für Wärme und Kälte



¹ inkl. Klärschlamm und Holzkohle

² inklusive Biodiesel für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

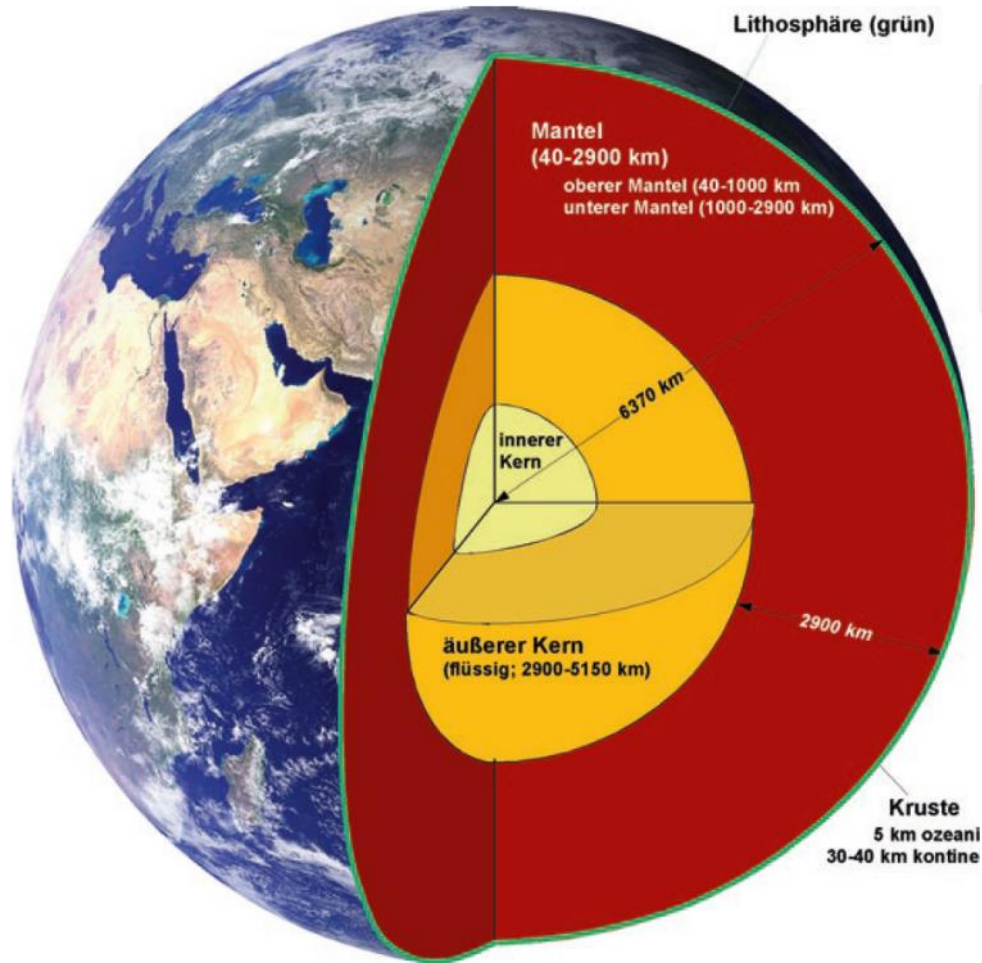
³ Biogas, Biomethan, Klärgas, Deponiegas

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat

Stand 02/2025

Geothermie als Lösungsbaustein

Wo kommt die Wärme her?



(Bildquelle: Stober & Bucher, 2012)

- Erdkruste 0 - ca. 40 km Tiefe
- Erdmantel ca. 40 km – ca. 2900 km Tiefe
- Erdkern ca. 2900 km – ca. 6371 km Tiefe

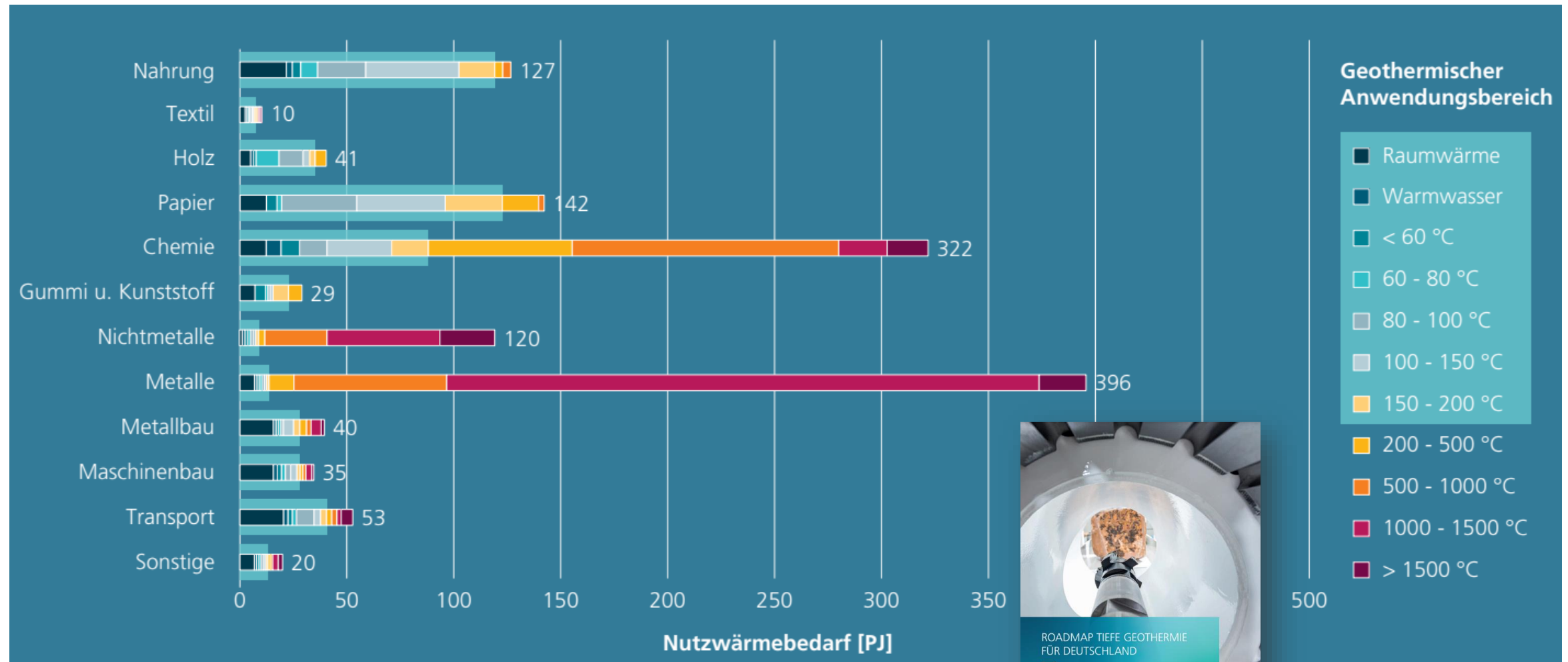
Oberfläche: ~ 10 °C in NRW



> 6000 °C im Erdkern

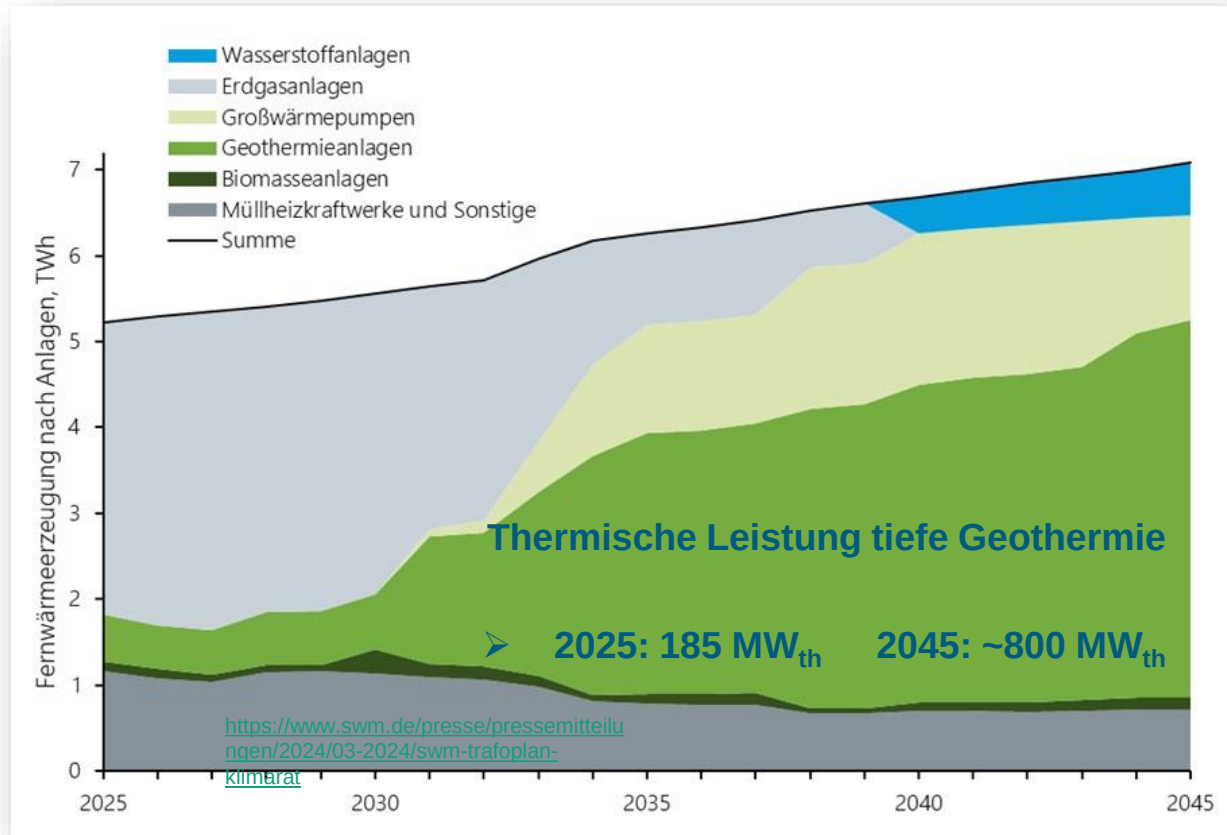
- 0,1 % des Erdvolumens kälter als 100 °C
- 99 % wärmer als 1000 °C
- Technisch relevant: nur äußere Erdkruste
 - Dort **Zunahme von 3 °C pro 100 m Tiefe**
 - **3 km Tiefe ~ 100 °C**

Nutzwärmebedarf branchenspezifisch nach Anwendung und Temperaturniveau



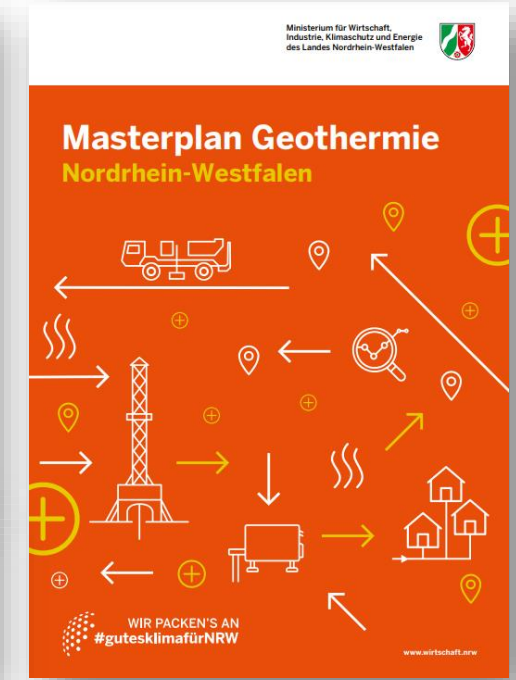
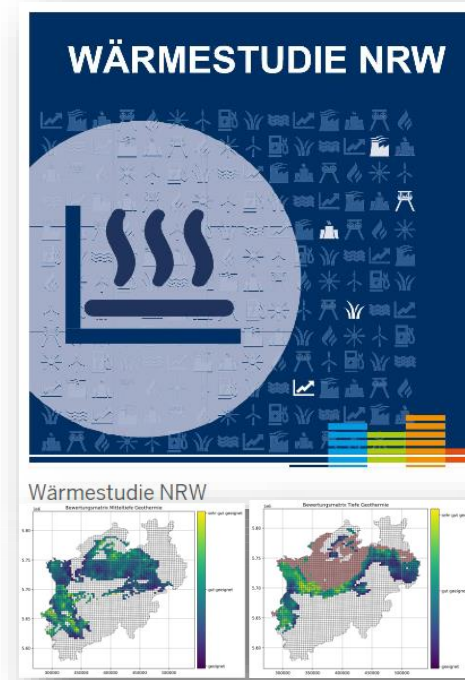
Tiefengeothermie-Hauptstadt München zeigt, dass es möglich ist für 3ct/kWh*

Anteile der verschiedenen Energieträger für die Münchner Fernwärmeerzeugung bis 2045



➤ **Und NRW? Macht sich auf den Weg!**

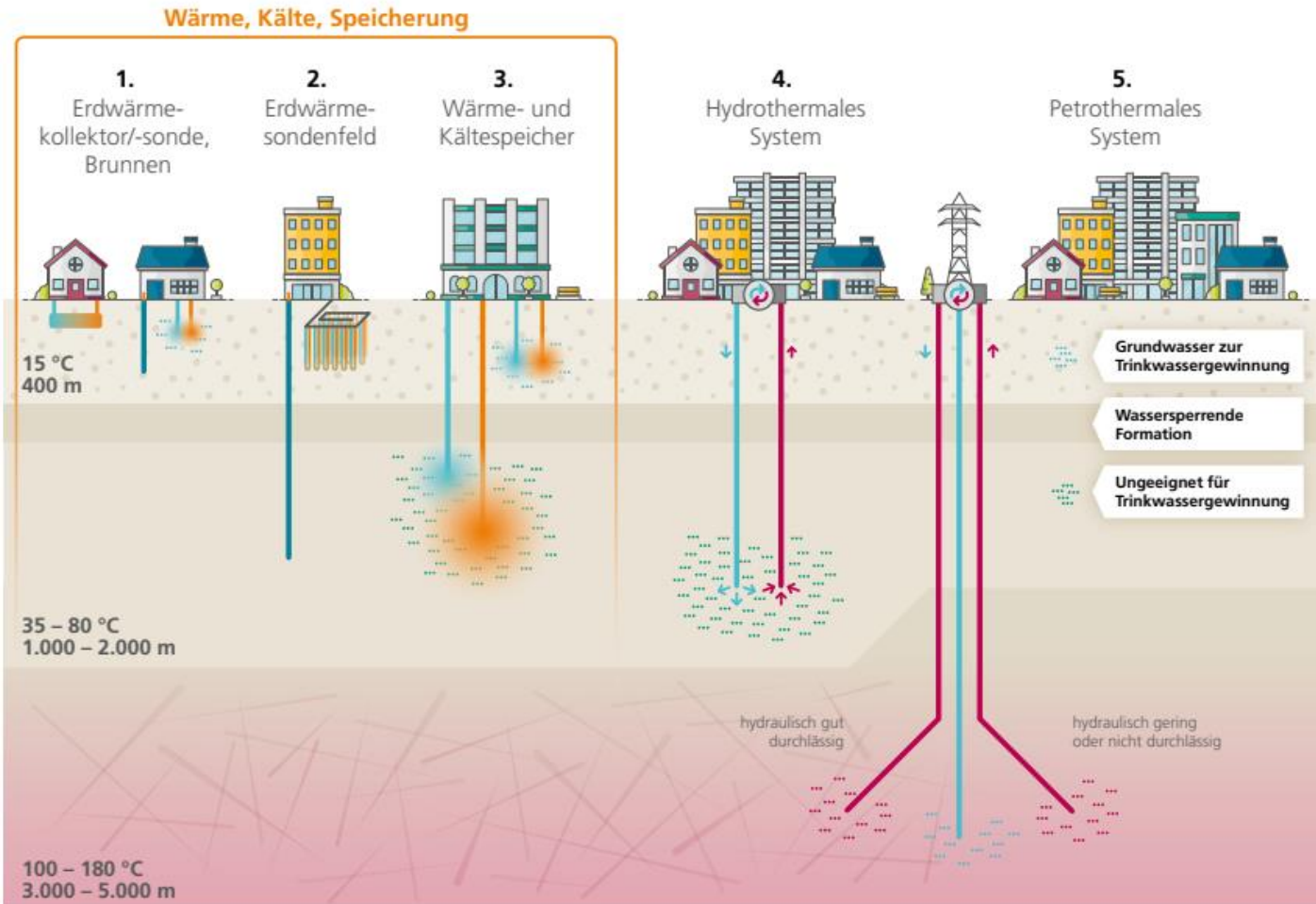
- ✓ Zentrales Hemmnis Fündigkeitsrisiko: muss abgesichert werden – in Pilotierung
- ✓ Geplantes Explorationsprogramm bietet große Chance



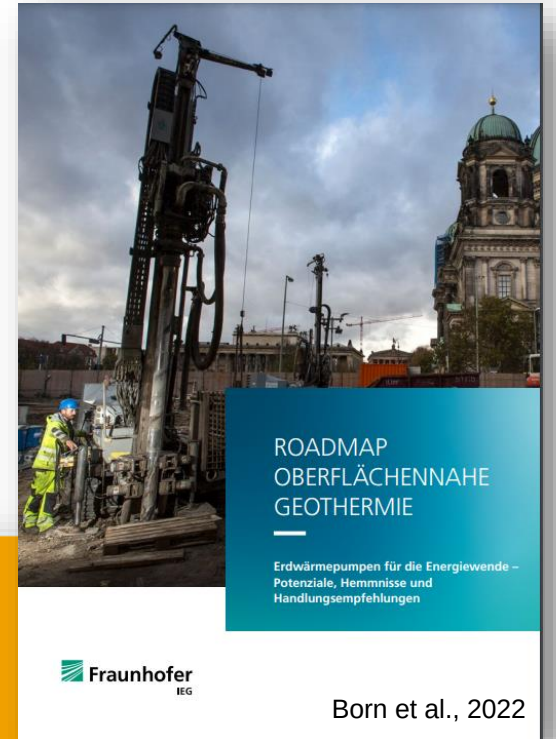
*Bracke et al., 2022

Geothermische Systeme

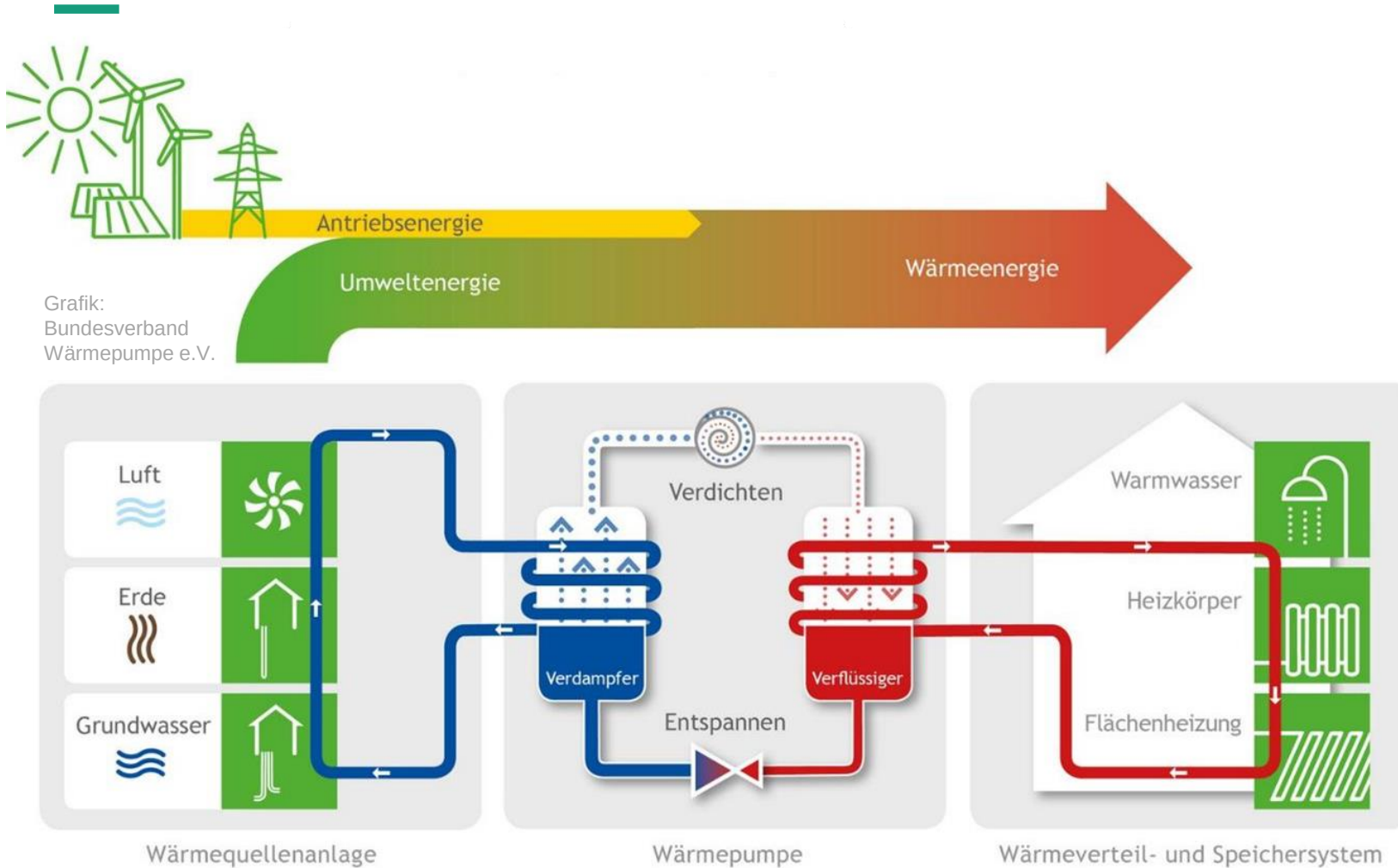
Speicherung und Bereitstellung von Wärme, Kälte (& Strom)



Erdwärmepumpen bieten
das Potenzial, bis zu 75
Prozent des Raumwärme-
und Warmwasserbedarfs
Deutschlands zu decken.«



Funktionsprinzip Wärmepumpe

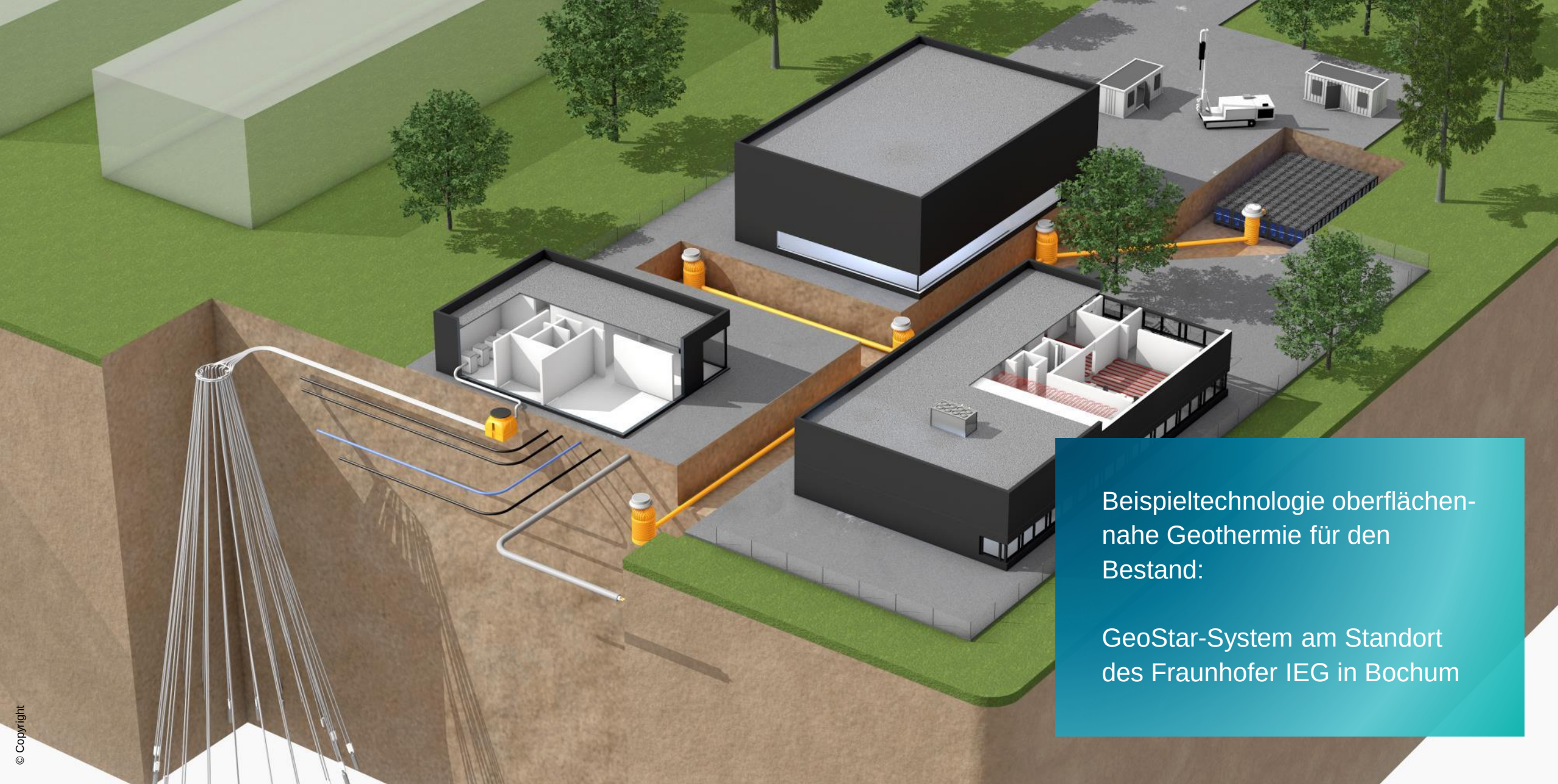


Jahresarbeitszahl (JAZ):

- Gibt an, wieviel Heizenergie je eingesetzte elektrischer Energie erzeugt wird

Typische Werte:

- Luft-Wärmepumpen: 3-4
- Erdwärmepumpen: 4-5



Beispieltechnologie oberflächen-
nahe Geothermie für den
Bestand:

GeoStar-System am Standort
des Fraunhofer IEG in Bochum

Integration geothermischer Anlagen in die Gebäudetechnik

Der Weg zum konkreten Energiekonzept

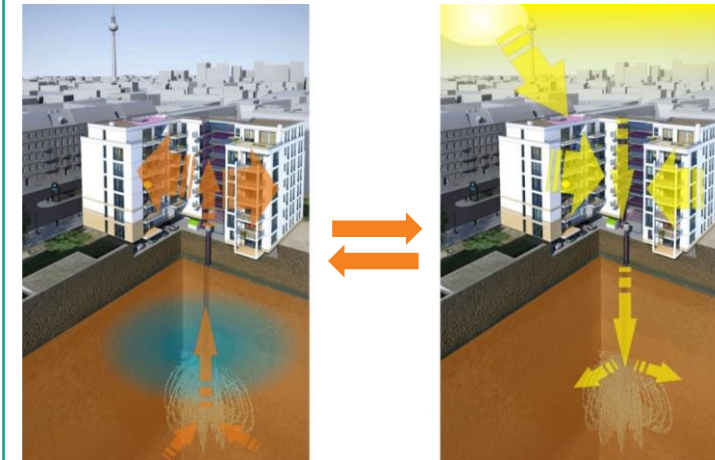
•Bedarfsermittlung & Rahmenbedingungen

•Erstellung Versorgungsszenarien

- **Ermittlung Potential volatiler regenerativer Energien**
 - geothermisches Potential, solares Potential
 - Verwendung von Biomasse, Biomethan, Holzpellets, ggf. Einbezug Wind- & Wasserkraft
 - **Nutzung Synergiepotentiale** aus Abluft, Abwasserwärme, Abwärme (z.B. Rechenzentrum) oder aus Prozesswärme
- **Gleichzeitiger Bedarf von Wärme und Kälte ist immer vorteilhaft**
- **Kombination und Simulation verschiedener technischer Systeme**

Wirtschaftliche und ökologische Variantenbewertung

Winter- und Sommerbetrieb Brunnensystem



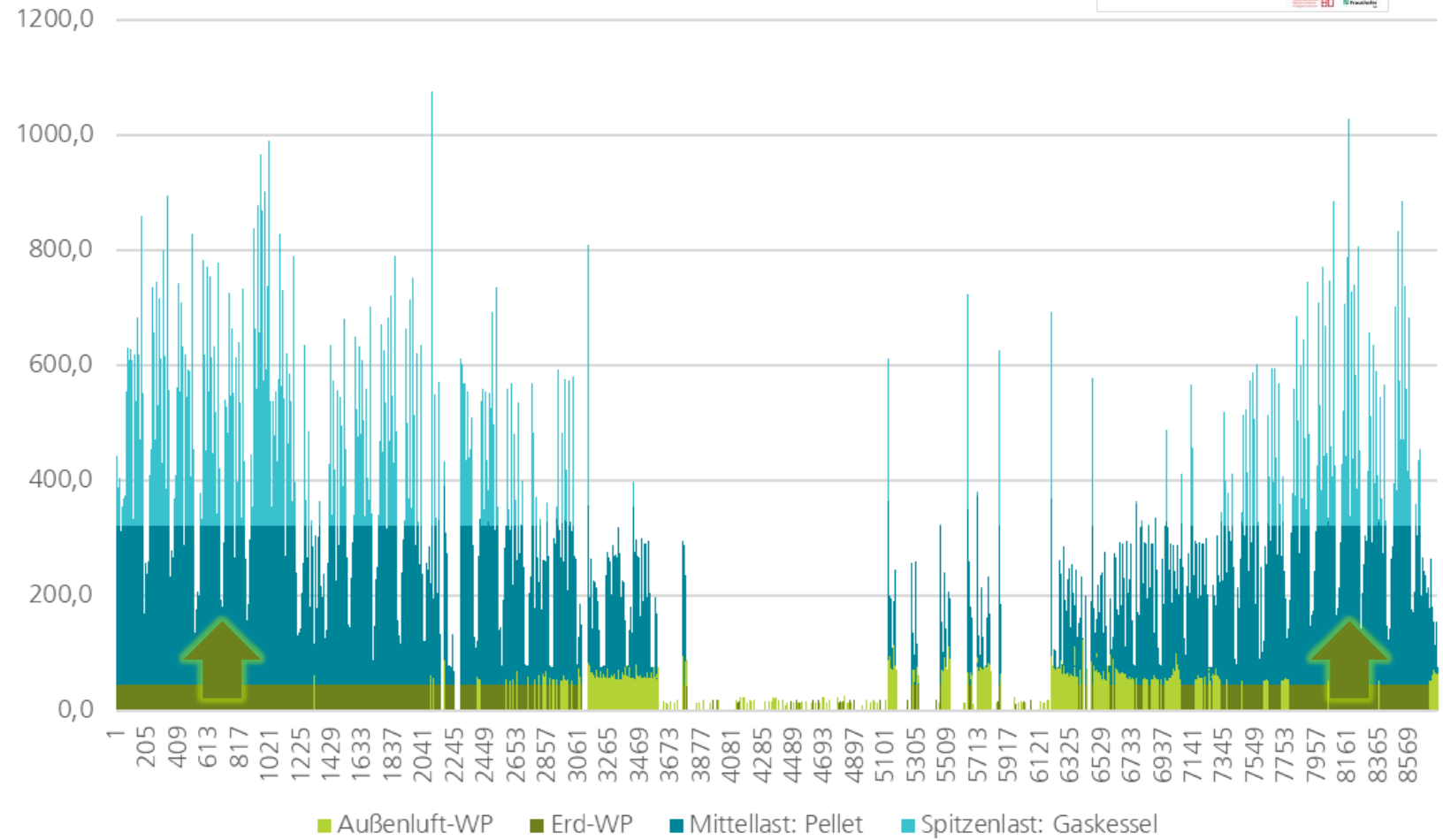
(„Fernwärme 2.0“, Viernickel, Rath, 2016)

Integration geothermischer Anlagen in die Gebäudetechnik

Erd-/Luft-WP, Pelletkessel und Gas-Spitzenlastkessel



- **Innovatives Anlagenkonzept für den Bestand**
- Wärmepumpe läuft trotz Anno-1900-Altbau mit Jahresarbeitszahl von **4,2**
- Begrenztes geothermisches Potential und fehlende Regeneration ermöglicht nur die Auswahl einer kleinen Wärmepumpe
- Nutzung von Luftwärme in der Übergangszeit zusammen mit PV-Überschüssen im Sommer & an Wochenenden zur Regeneration des Untergrundes -> Einsparung geothermisches Budget
- -> **ggf. weitere Substitution von Gas durch Nachrüstung einer weiteren Wärmepumpe denkbar**



Gebäudeenergiekonzepte im Quartier

Der Weg zum konkreten Energiekonzept

•Bedarfsermittlung & Rahmenbedingungen

•Erstellung Versorgungsszenarien

Wirtschaftliche und ökologische Variantenbewertung

- Investitions-, Betriebs- und Lebenszykluskosten (z.B. nach VDI 2067)
- Primärenergiebedarf, CO₂-Emissionen
- Sensitivitätsanalyse (Preisschwankungen)
- Autarkiegrad

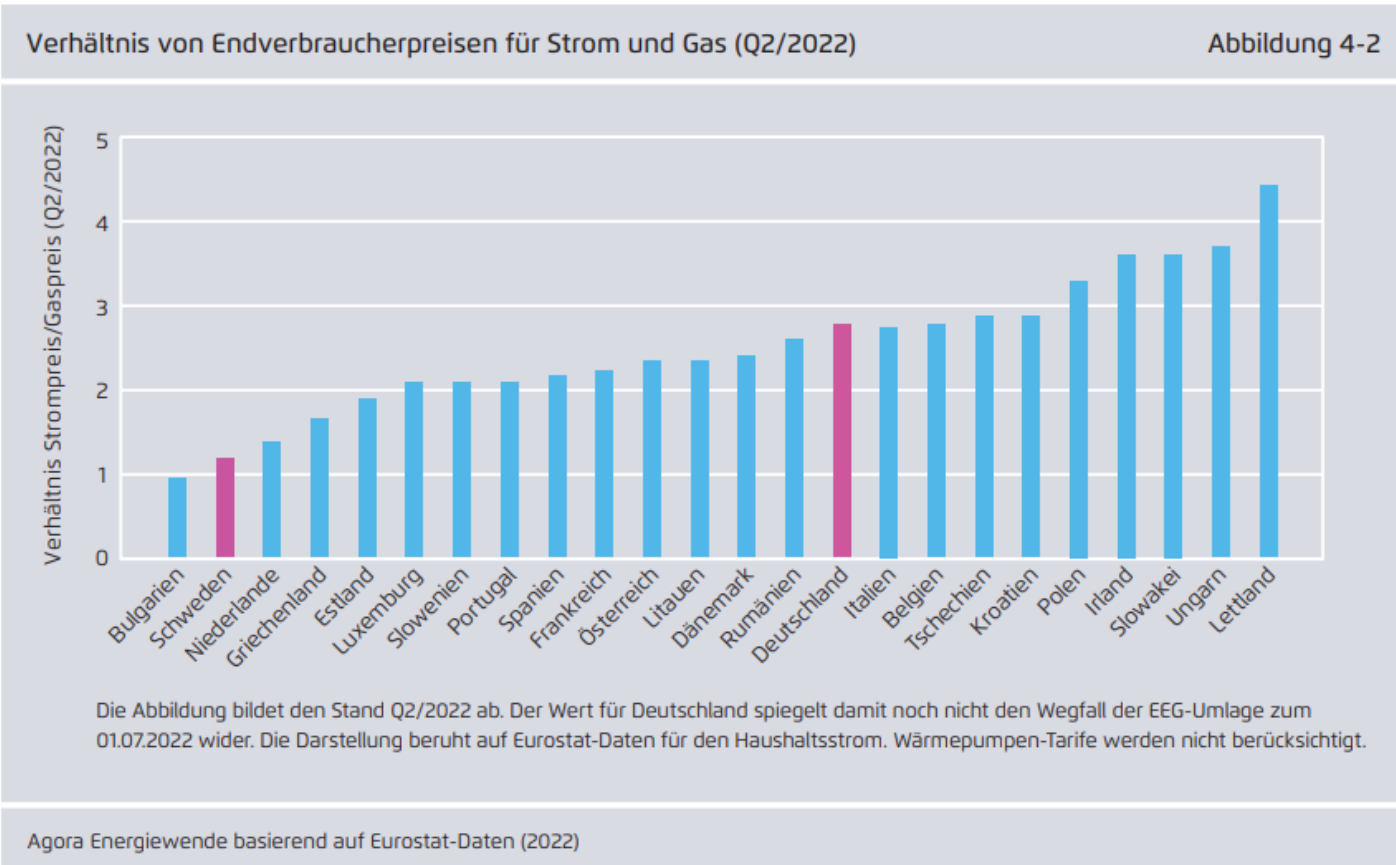
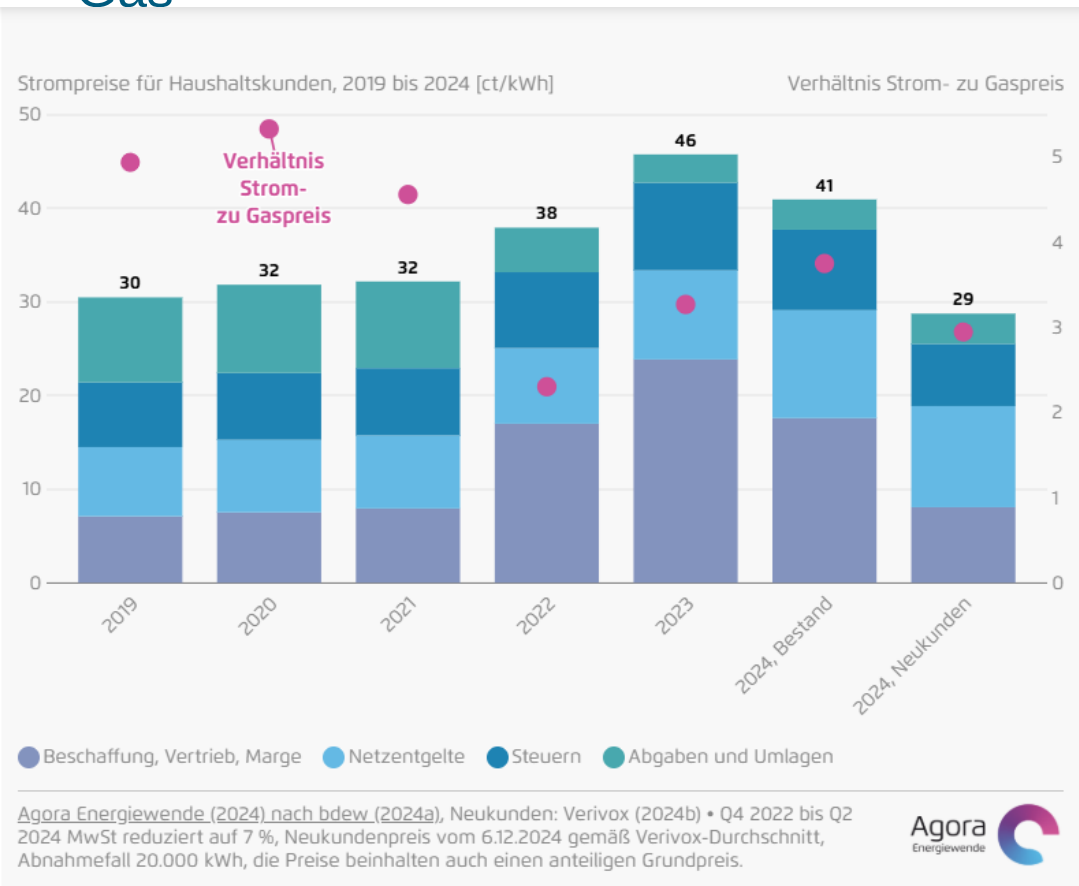


Auswahl Energiekonzept für Ausführungsplanung



Wärmepumpen-Wirtschaftlichkeit abhängig von Strom/Gaspreisverhältnis

Anders als in anderen Ländern: Hohe Steuern und Abgaben auf Strom in Deutschland, wenig bei Gas



Zusammenfassung: Wärmewende braucht klare Strategien

➤✔ Geothermie als Schlüsseltechnologie

- ⑩ Garant für Versorgungssicherheit und stabile Energiepreise
- ⑩ Hohe Potenziale – aber Investitionssicherheit erforderlich

➤✔ Geodaten als Planungsgrundlage

- ⑩ Präzise Standortanalysen für Erschließung und Nutzung geothermischer Potenziale
- ⑩ Optimierung von Energiekonzepten durch Kombination verschiedener Erneuerbarer

➤✔ Rahmenbedingungen müssen verbessert werden

- ⑩ Strom-Gaspreisverhältnis stabilisieren
- ⑩ Bürokratische Hürden abbauen, Genehmigungsprozesse beschleunigen

➤✔ Fachkräfte & Ausbildung entscheidend

- ⑩ Mehr Weiterbildung im Handwerk und akademischen Bereich
- ⑩ Genehmigungsbehörden stärken für schnellere Umsetzung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Prof. Dr. Michael Rath

**Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und
Geotechnologien IEG**

Integrierte Gebäudeenergietechnik

Am Hochschulcampus 1 IEG | 44801 Bochum | Germany

T. +49 234 3210 217

michael.rath@ieg.fraunhofer.de

www.ieg.fraunhofer.de