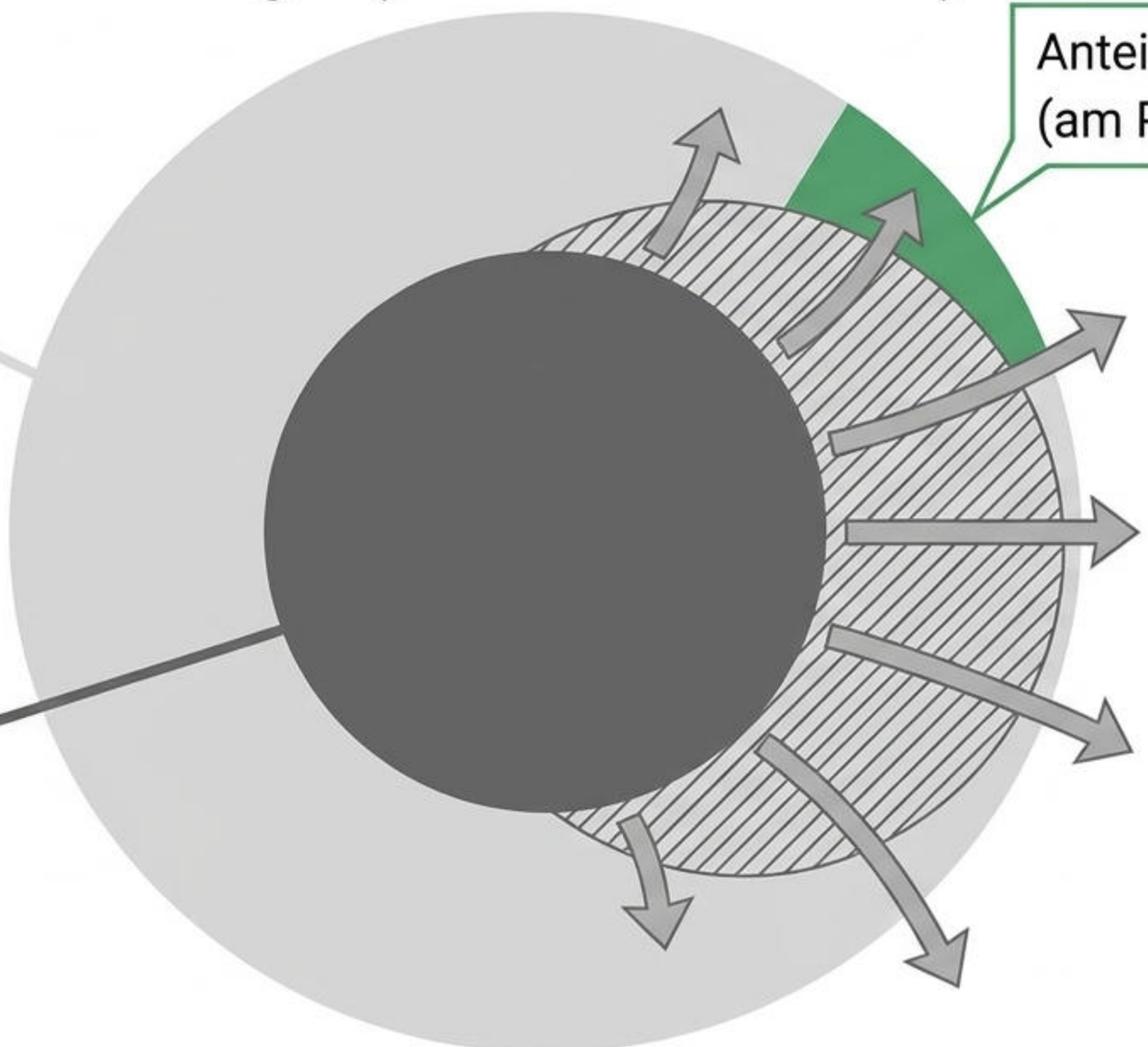
Die Anatomie der Energieversorgung

Sektoren, Ressourcen und die potenziellen Zukünfte der Erneuerbaren Energien.



Gemini Notebook

Das energetische Gesamtbild: Primärenergie vs. Endenergie (Deutschland 2019)



Anteil Erneuerbare Energien (am PEV): 15 %

Primärenergieverbrauch (PEV): **12.779 PJ**

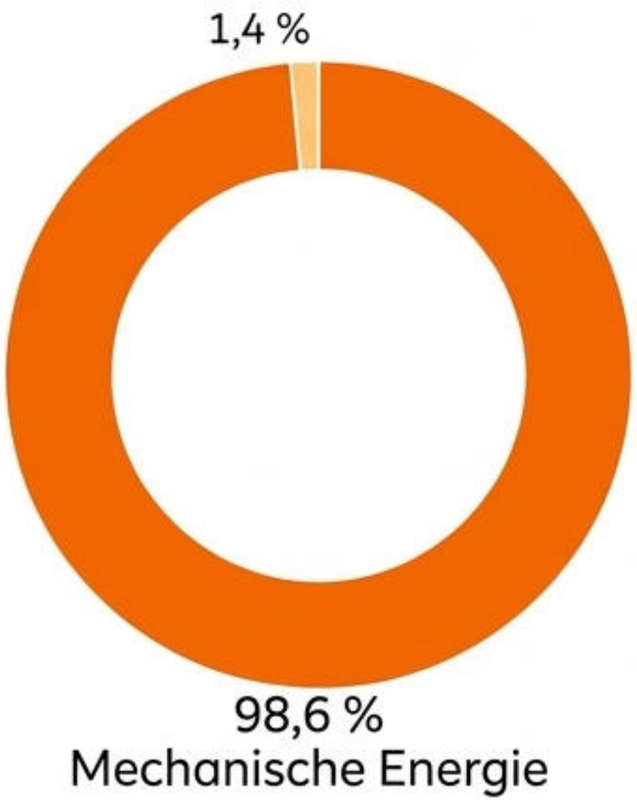
Endenergieverbrauch (EEV): **9.056 PJ**

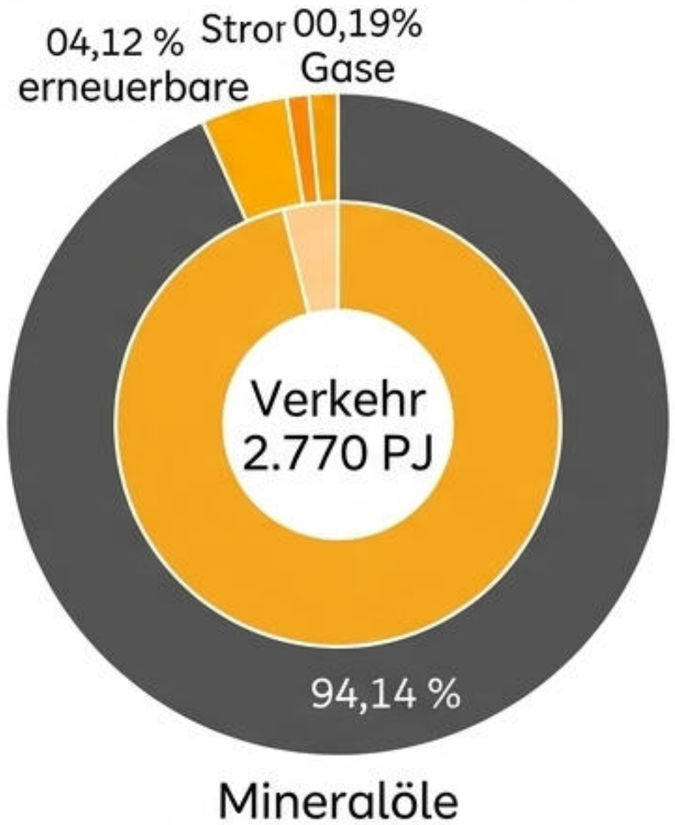
Über **3.700 Petajoule** gehen als Wandlungsverluste verloren

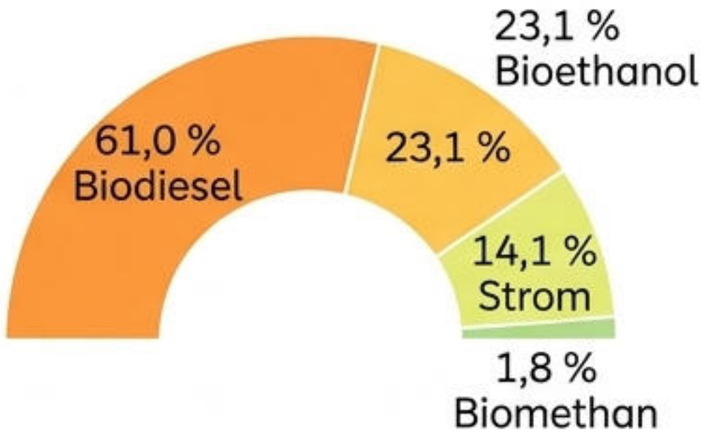
Gemini Notebook

Sektor Verkehr: Die mechanische Domäne

Totaler Endenergieverbrauch:	Nutzungsart:	Energieträger-Dominanz:	Erneuerbare Energien:
2.770 PJ	**98,6 %**	**94,14 %**	**4,12 %**
(Größter Verbrauchssektor)	Mechanische Energie	Mineralöle	



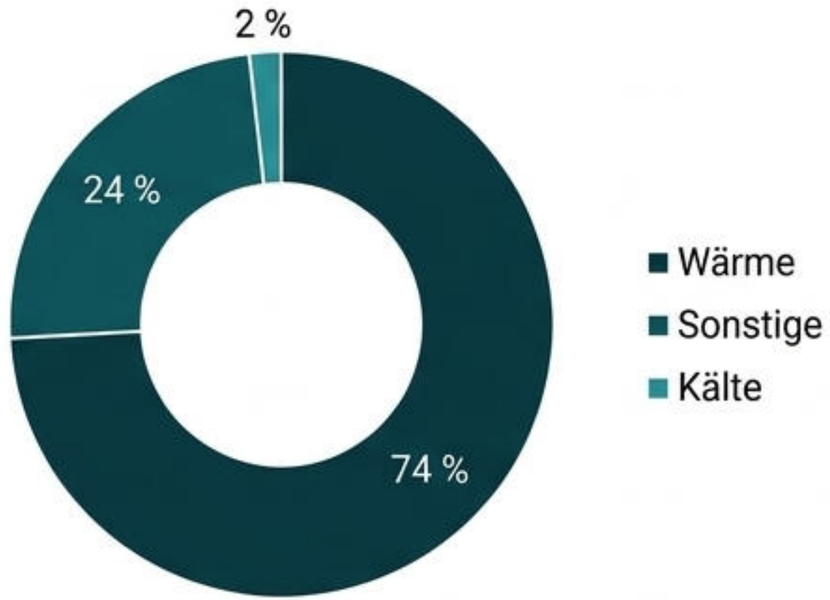


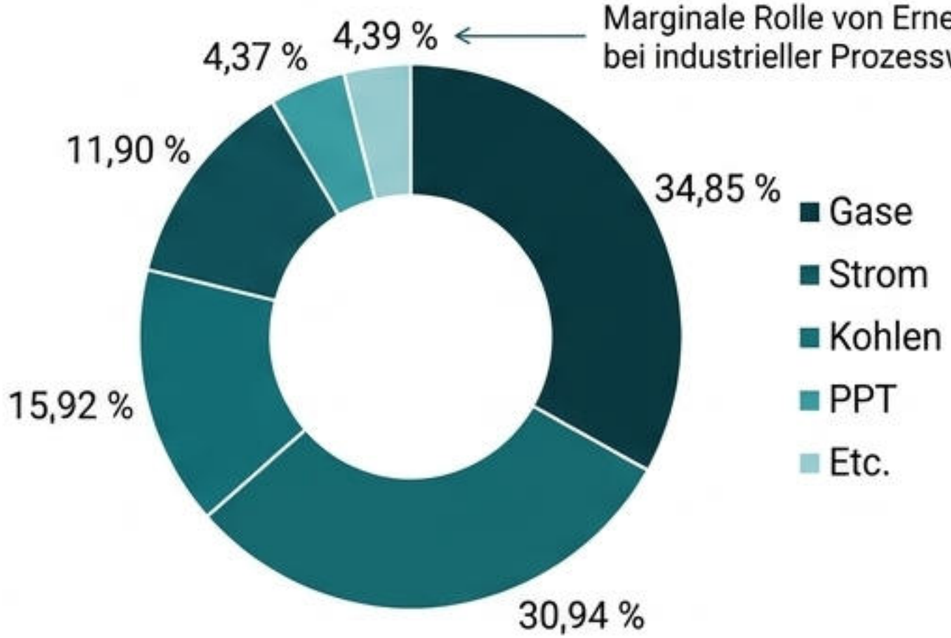


Gemini Notebook

Sektor Industrie: Das Wärmeproblem

Totaler Endenergieverbrauch:	Nutzungsart:	Diversifizierter Mix:	Erneuerbare Energien:
2.536 PJ	**74,0 % Wärme** (v.a. Prozesswärme) | **24,0 % Sonstige** | **2,0 % Kälte**	**34,85 % Gase, 30,94 % Strom, 15,92 % Kohlen**	**4,39 %**





Gemini Notebook

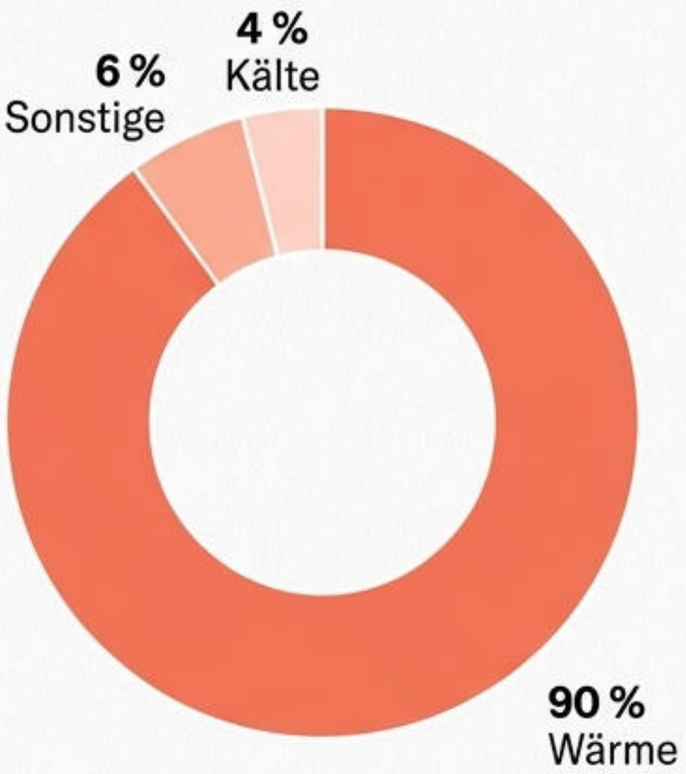
Sektor Haushalte: Der Raumwärme-Faktor

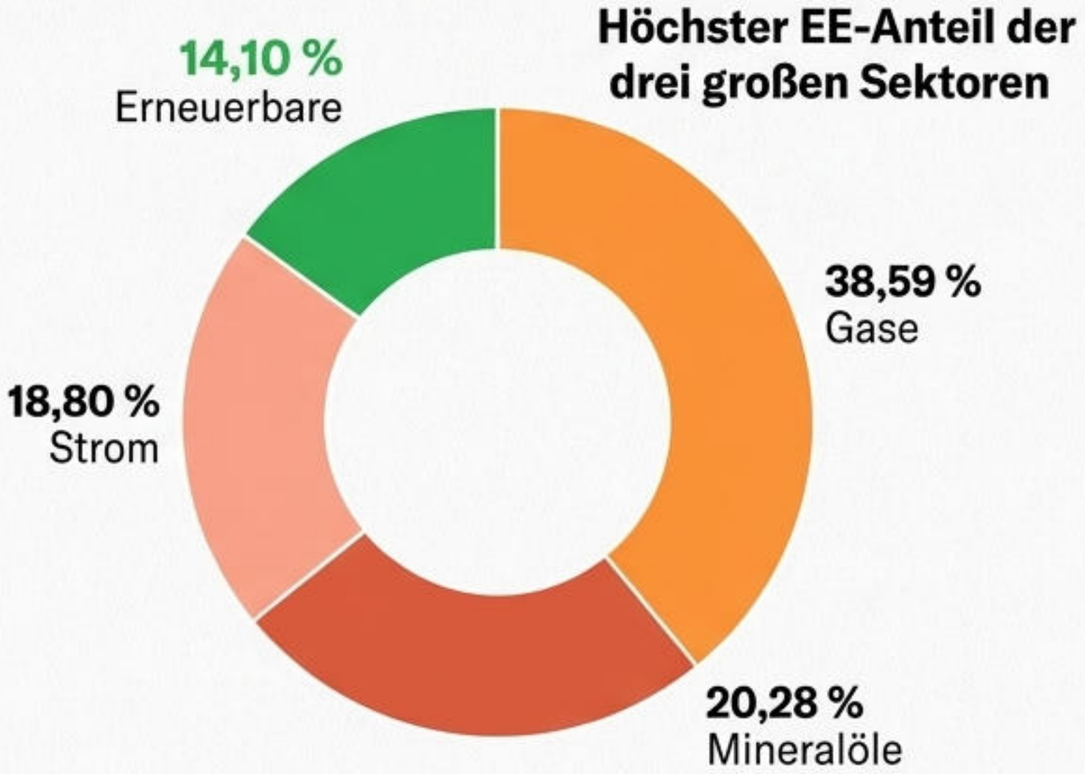
Totaler Endenergieverbrauch:
2.408 PJ

Nutzungsart:
90,0 % Wärme
(davon 68,2 % Raumwärme) |
6,0 % Sonstige | **4,0 %** Kälte

Energieträger:
38,59 % Gase
20,28 % Mineralöle
18,80 % Strom

Erneuerbare Energien:
14,10 %





Gemini Notebook

Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistung)

Totaler Endenergieverbrauch:
1.342 PJ
(Kleinster Sektor)

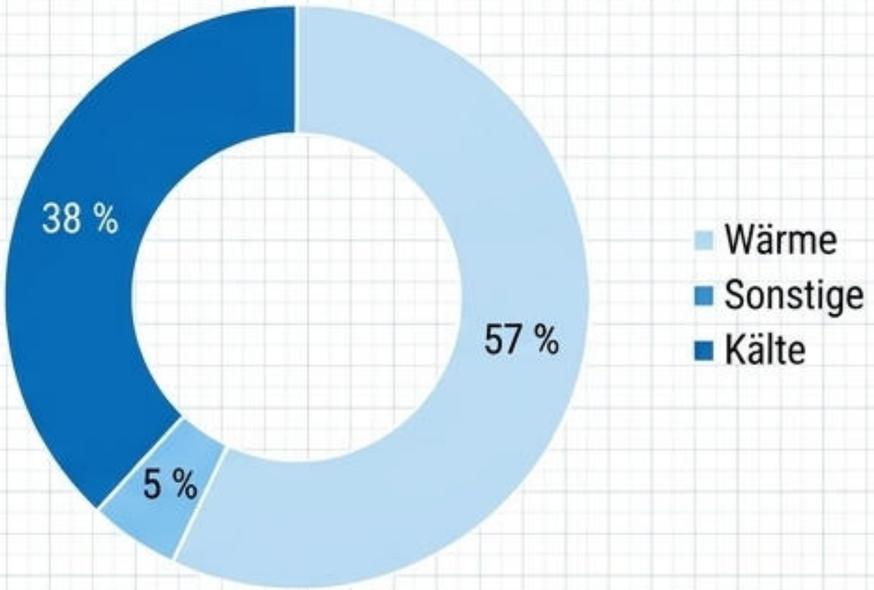
Nutzungsart:
57,0 % Wärme | 38,0 % Sonstige (Mechanik, Beleuchtung, IKT) | 5,0 % Kälte

Energieträger:
39,25 % Strom, 27,40 % Gase, 22,51 % Mineralöle

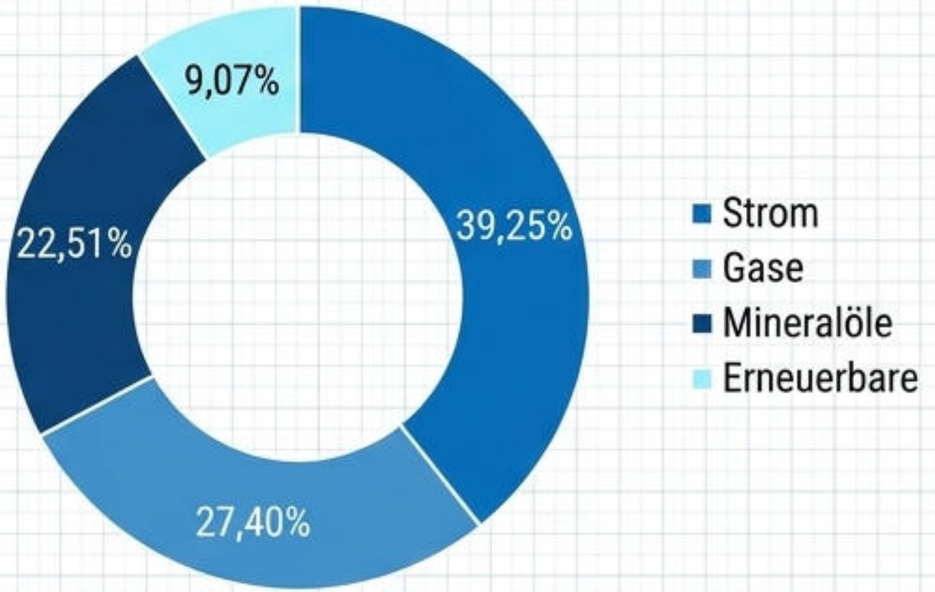
Erneuerbare Energien:
9,07 %

Nutzungsart

Auffällig hoher Strombedarf für Beleuchtung und IT in Büros und Supermärkten.

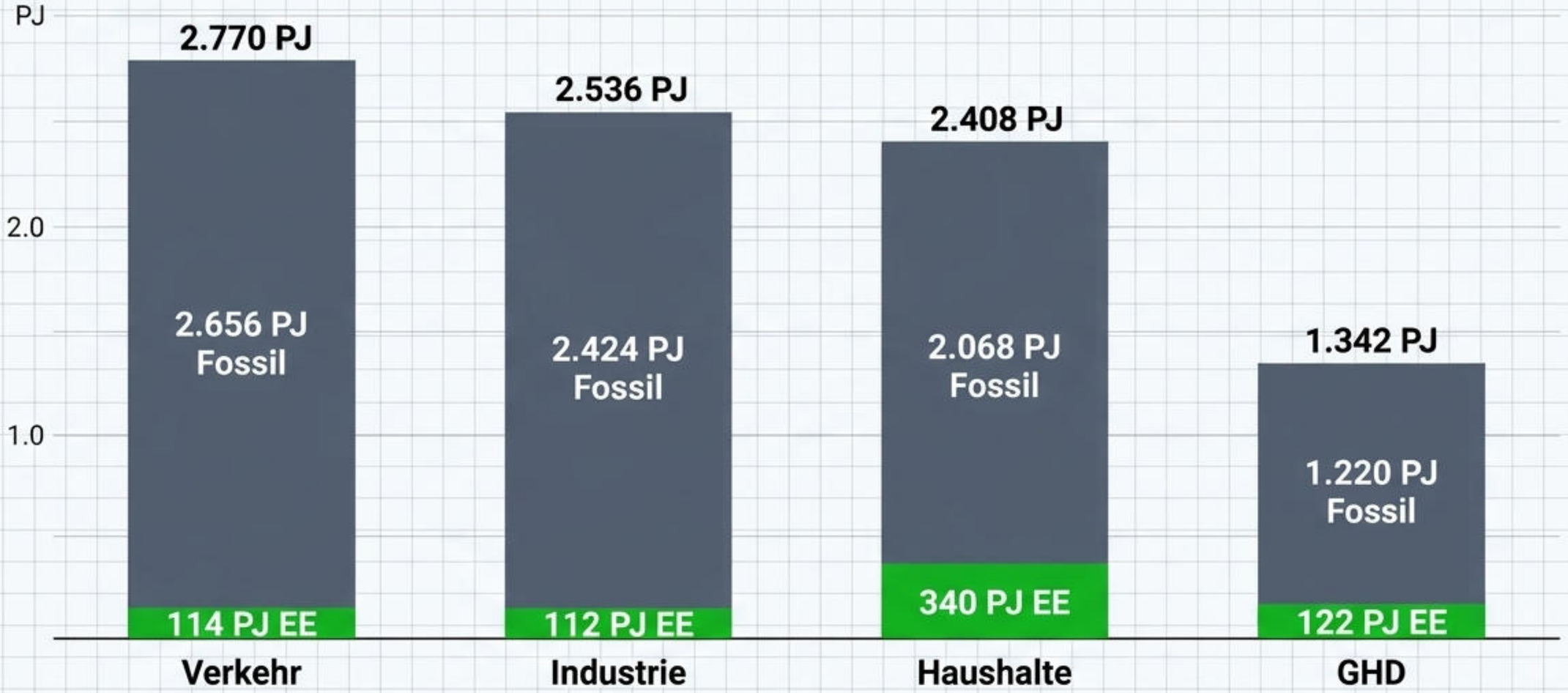


Energieträger



Gemini Notebook

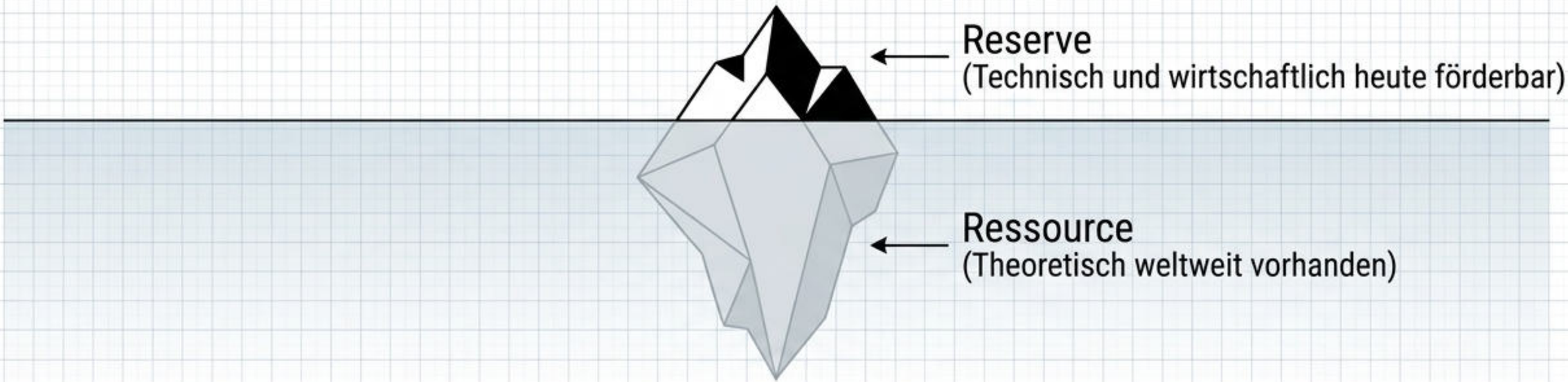
Synthese der Nachfrage: Das gigantische Ersatzpotenzial



Fazit: Von insgesamt 9.056 PJ Endenergie müssen theoretisch 8.368 PJ fossile Energie ersetzt oder eingespart werden.

Gemini Notebook

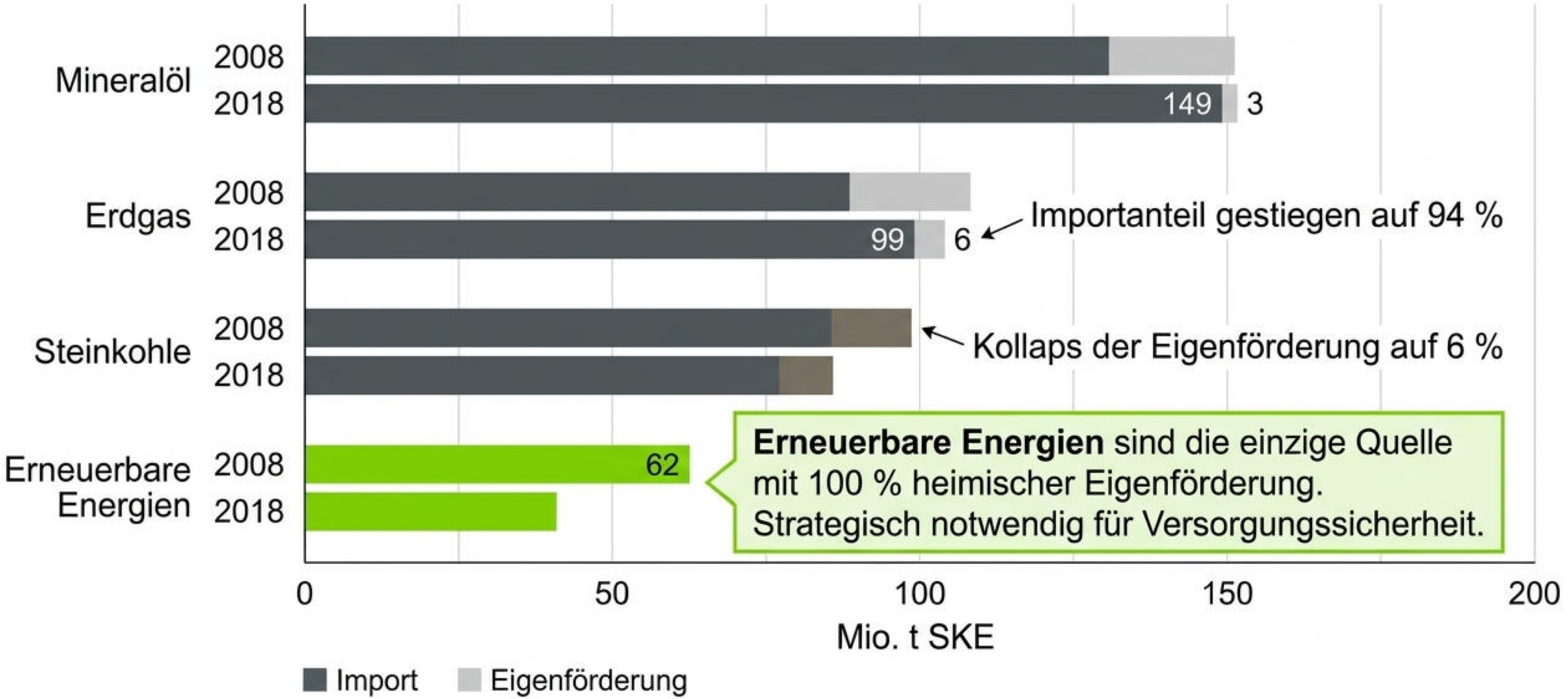
Die Begrenzung der Tiefe: Ressourcen vs. Reserven



Energieträger	Reserve (EJ)	CO2-Potenzial (Gt)	Ressource (EJ)
Erdöl	10.208 EJ	**844 Gt CO2**	20.988 EJ
Erdgas	7.891 EJ	**443 Gt CO2**	31.868 EJ
Kohle	22.400 EJ	**2.143 Gt CO2**	442.825 EJ
Uran	633 EJ	**0 Gt CO2**	9.524 EJ

Gemini Notebook

Die geopolitische Schwachstelle: Deutschlands Importabhängigkeit



Gemini Notebook

Der physikalische Paradigmenwechsel: Fossile vs. Erneuerbare Systeme

Erneuerbare Energieträger

- Kein unwiederbringlicher Verbrauch.
- Unbegrenzt verfügbar (wachsen nach / Strahlungsenergie).
- CO2-freundlich / CO2-neutral (keine massive Freisetzung aus Erdspeichern).
- Geringes Gefährdungspotenzial bei Abfallstoffen und Umweltrisiken.

Fossile Energieträger

- Unwiederbringlicher Verbrauch.
- Begrenzte Kapazität (Statische Reichweite).
- Massive CO2-Freisetzung bei direkter Verbrennung.
- Erhöhtes Gefährdungspotenzial der Abfallstoffe (nukleares Endlager) und hohes Risiko für Naturkatastrophen.

Gemini Notebook

Realitätscheck Transformation: SWOT-Analyse Bioenergie

S

- Erfahrung im Pflanzenbau und in der Tierzucht.
- Maschinen- und Lagerverfügbarkeit der Landwirte.

W

- Erfahrungsdefizit bzgl. Energietechnik und Behörden.
- Strikt begrenzte Anbauflächen (Flächenkonkurrenz).
- Restriktionen bei der Fruchtfolge.

O

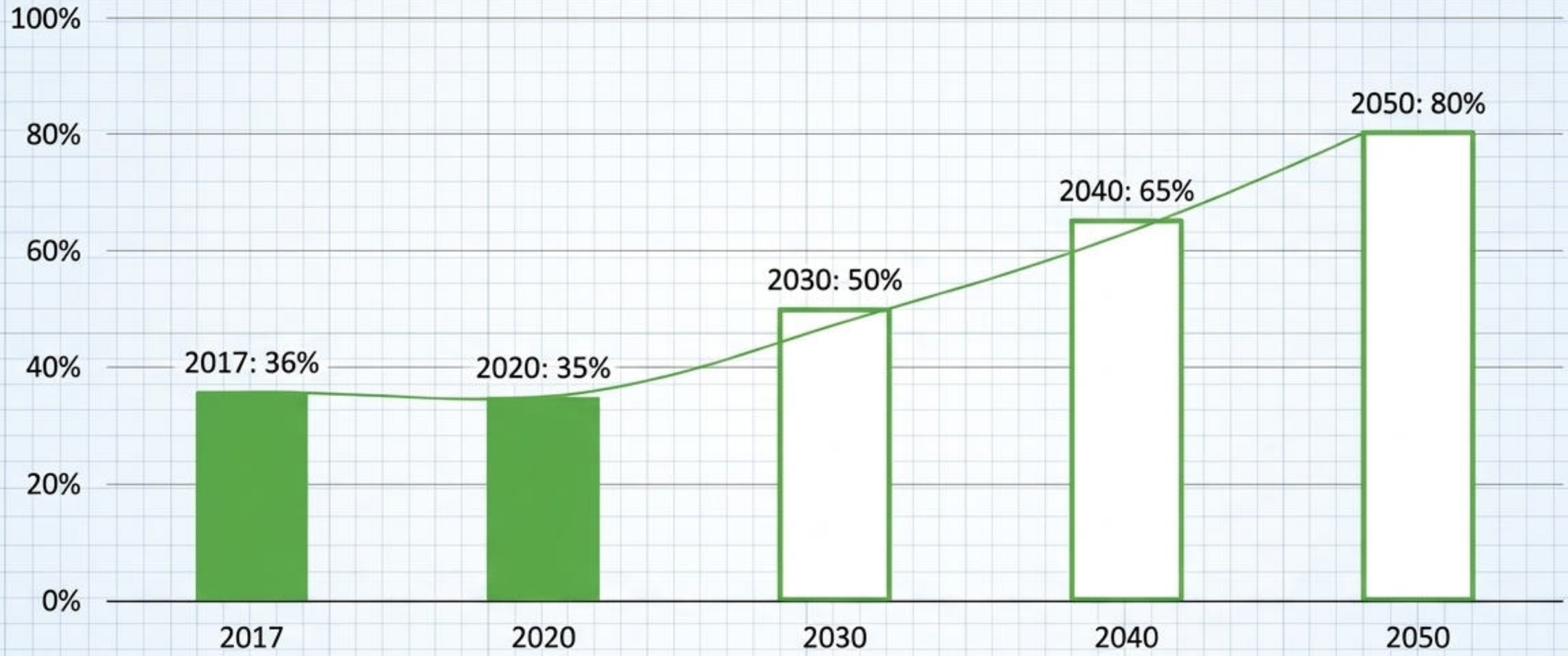
- Wachsende Nachfrage nach grüner Energie.
- Preise und Förderungen, positiver rechtlicher Rahmen.

T

- Hoher Aufwand bei Genehmigungen.
- Subventionsabbau (politisches Risiko).
- Akzeptanzprobleme (Tank-Teller-Diskussion, Geruchsbelästigung).

Gemini Notebook

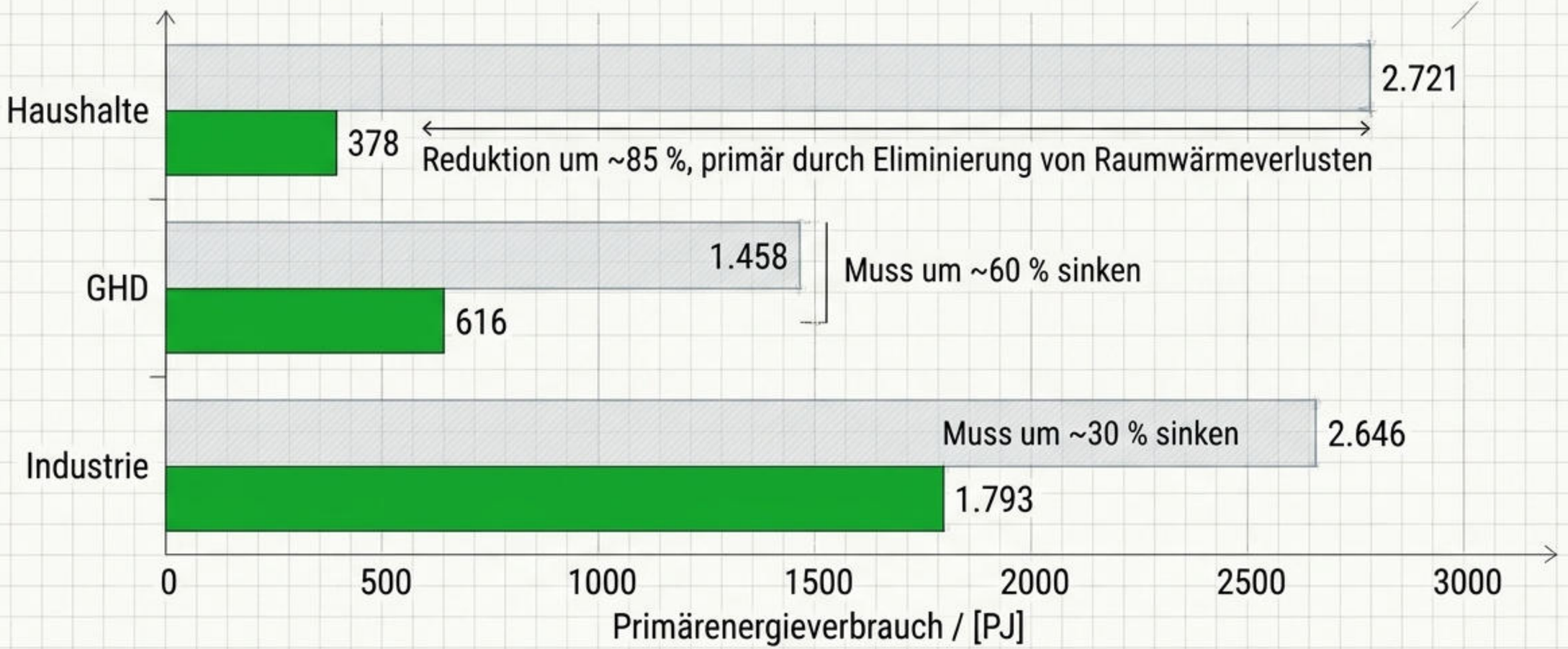
Die Zukunftsbrücke: Stromziele bis 2050 (Erneuerbare-Energien-Gesetz)



Achtung: Diese Ziele umfassen isoliert den Stromsektor. Das gesamte Wärme- und Verkehrsproblem ist hierin nicht gelöst.

Gemini Notebook

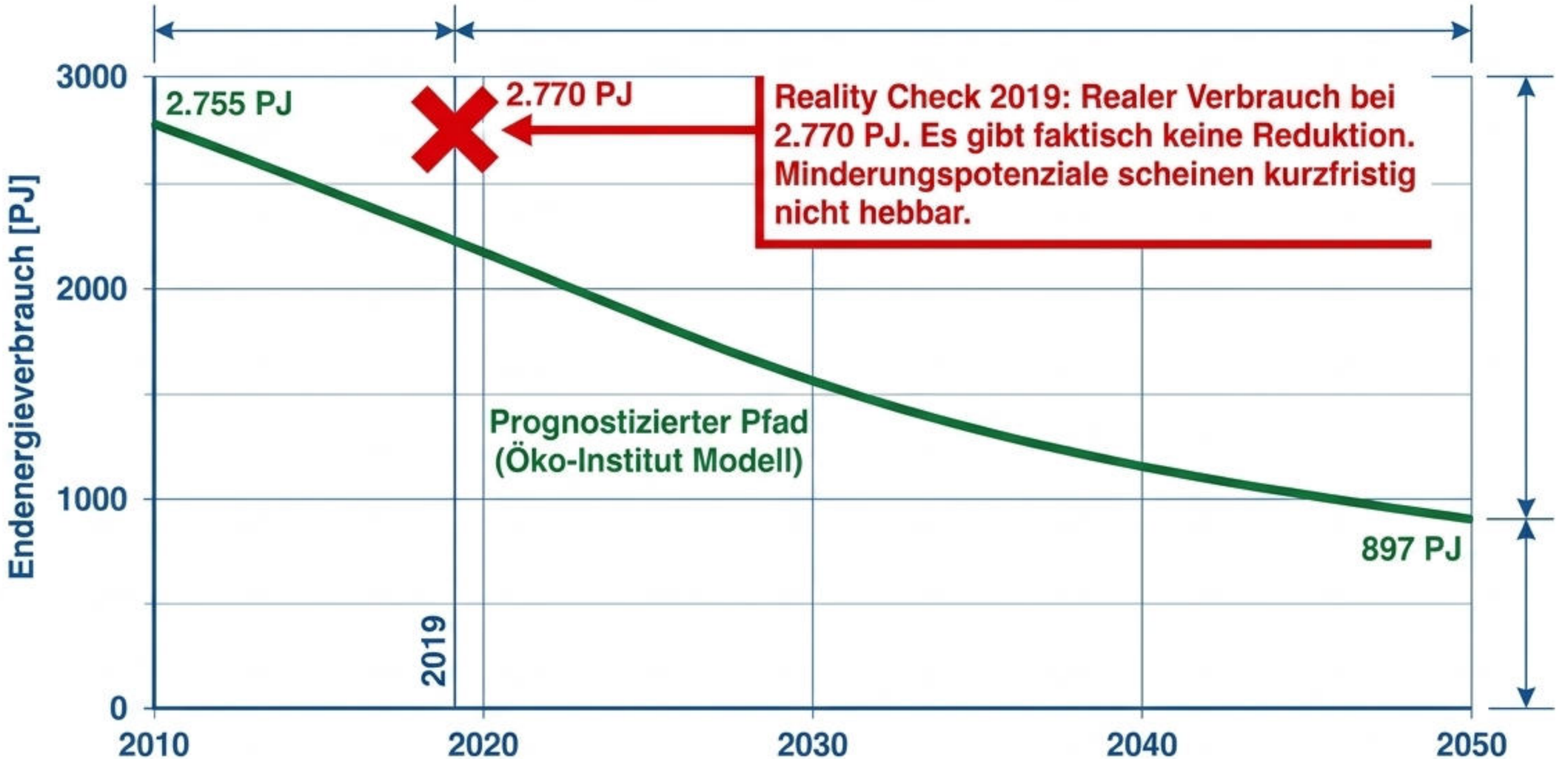
Der Zwang zur Effizienz: Reduktionspotenziale bis 2050



Fazit: Ohne radikale Steigerung der Energieeffizienz (Dämmung, Wärmepumpen) ist die Energiewende durch Zubau von Erneuerbaren allein nicht zu bewältigen.

Gemini Notebook

Der Problemfall Verkehr: Prognosemodelle vs. Realität



Gemini Notebook

Globale Perspektive: Das 2-Grad-Ziel (IRENA-Szenarien)

Das absolute globale Limit: Reduktion auf 9,7 Gt CO_2 pro Jahr.

Emissionen senken auf

3,2 Gt

(von 7,7 Gt CO_2)

58 %

Erneuerbare Energien

(Erdöl von 94 % auf 33 % senken)

Emissionen senken auf

5,1 Gt

(von 9,5 Gt CO_2)

63 %

Erneuerbare Energien

(trotz absolutem Wirtschaftswachstum)

Strom-Emissionen senken auf

1,9 Gt

(von 12,4 Gt CO_2)

85 %

Erneuerbare Energien

im Stromsektor

Abschlussgedanke: Globale Effizienzsteigerung + massiver Ausbau der Erneuerbaren + radikale Elektrifizierung sind zwingend erforderlich. Koexistenz der Systeme als Brücke.

Gemini Notebook