

DIE WÄRMEWENDE



ohne Erdgas, nur mit Strom?

Gedankengang

1. Die Energiewende impliziert eine vollständige Umstellung der Energieversorgung auf direkt gewonnenen Strom als Primärenergie.
2. Die vollständige Umstellung der Energieversorgung auf Strom als Primärenergie ist ohne eine effiziente subsidiäre Brennstoff- bzw. Gasstrategie nicht möglich.
3. Eine subsidiäre Brennstoff- bzw. Gasstrategie ist umso effizienter, je vollständiger der Niedertemperatur-Wärmemarkt auf Strom als Endenergie umgestellt wird.

Windkraft	konv. Windkraftanlagen, Fallwind-, Aufwindkraftwerke, Drachen-Kraftwerke
Wasserkraft	Speicherwasser-, Laufwasserkraftwerke, Gezeiten-, Meeresströmungs-, Wellen-, Osmosekraftwerke, (Pumpspeicherkraftwerke)
Solarenergie	Aktive u. passive Solarthermie, solarthermische Kraftwerke, Photovoltaik, Thermikkraftwerke
Geothermie	Tiefengeothermie, oberflächennahe Geothermie, (Umweltwärme), Hydrothermie
Bioenergie	Holz, Stroh, Pflanzenöle, Biokraftstoffe, Biogase, weitere NaWaRo, organische Abfälle, Brennstoffe aus Algen

Windkraft	Wind Aufw
Wasserkraft	Speic Geze Osmo
Solarenergie	Aktiv Kraft
Geothermie	Tiefe (Umw
Bioenergie	Holz, Bioga Brenn

WÄRME

biogene

BRENNSTOFFE

STROM

erke
ke, l-, aftwerke)
hermische aftwerke
ieothermie,
ffe, e Abfälle,

Primärenergie ist_{def.}

aus natürlich vorkommenden Energiequellen verfügbar gemachte handel- und wandelbare Energie.

Zu unterscheiden sind die chemisch in fossilen oder biogenen Brennstoffen gebundene Energie und die Kernbindungsenergie von Kernbrennstoffen (zusammengefasst als: Primärbrennstoffe) einerseits sowie andererseits die elektrische Energie, die direkt aus der Solarstrahlung, aus Wind- oder Wasserkraft gewonnen wird (zusammengefasst als: Primärstrom).

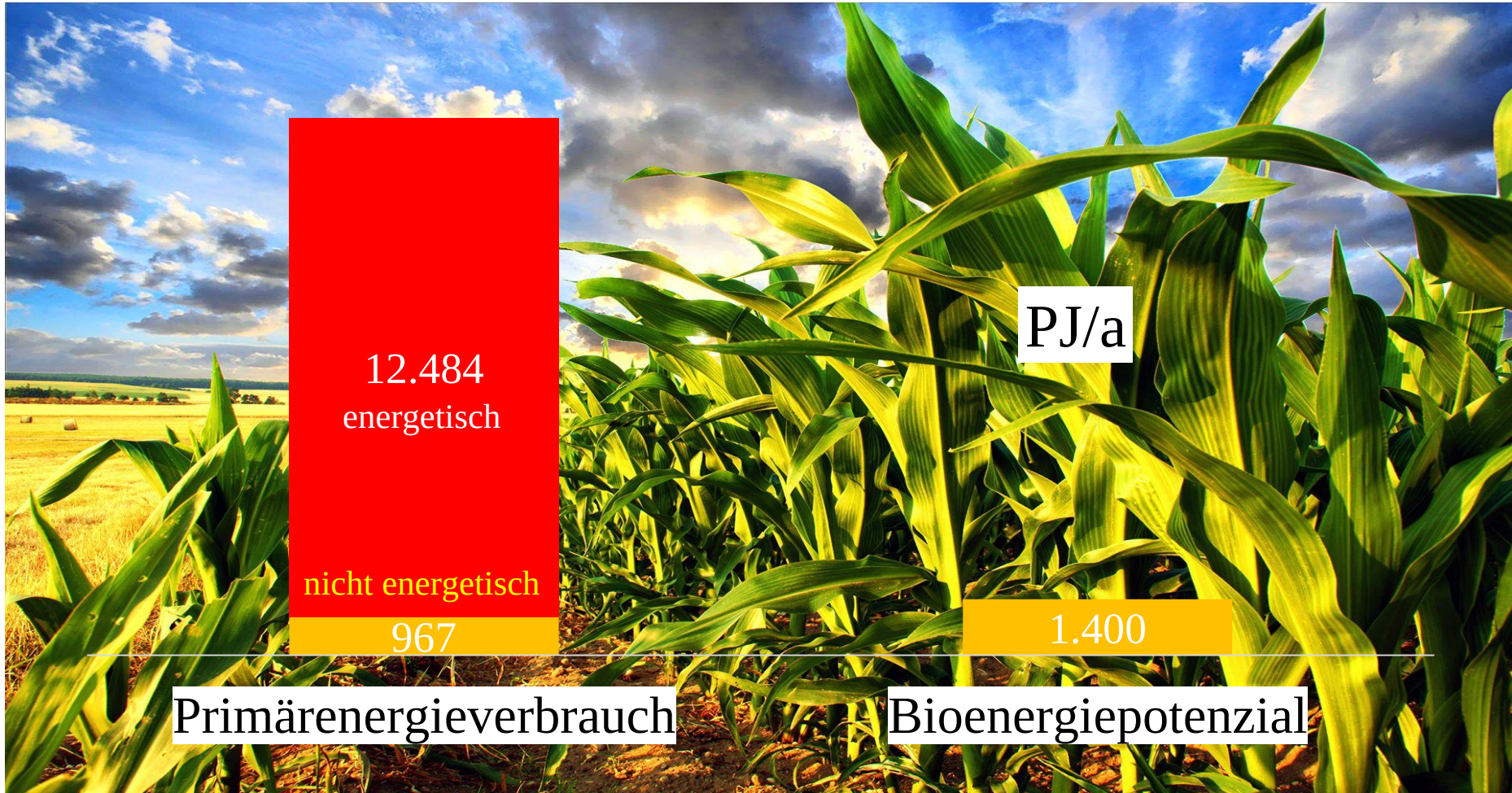
Die Rolle der biogenen Brennstoffe

Bioenergiepotenzial in Deutschland

86.335.595 Tonnen Trockensubstanz [tTS] enthalten etwa 43.000.000 Tonnen Kohlenstoff.

Bei einem Heizwert von 16,2 MJ/kg ergibt sich ein technisches Biomassepotenzial von 1.400 PJ/a = 390 TWh/a

Die Rolle der biogenen Brennstoffe



Die Rolle der biogenen Brennstoffe

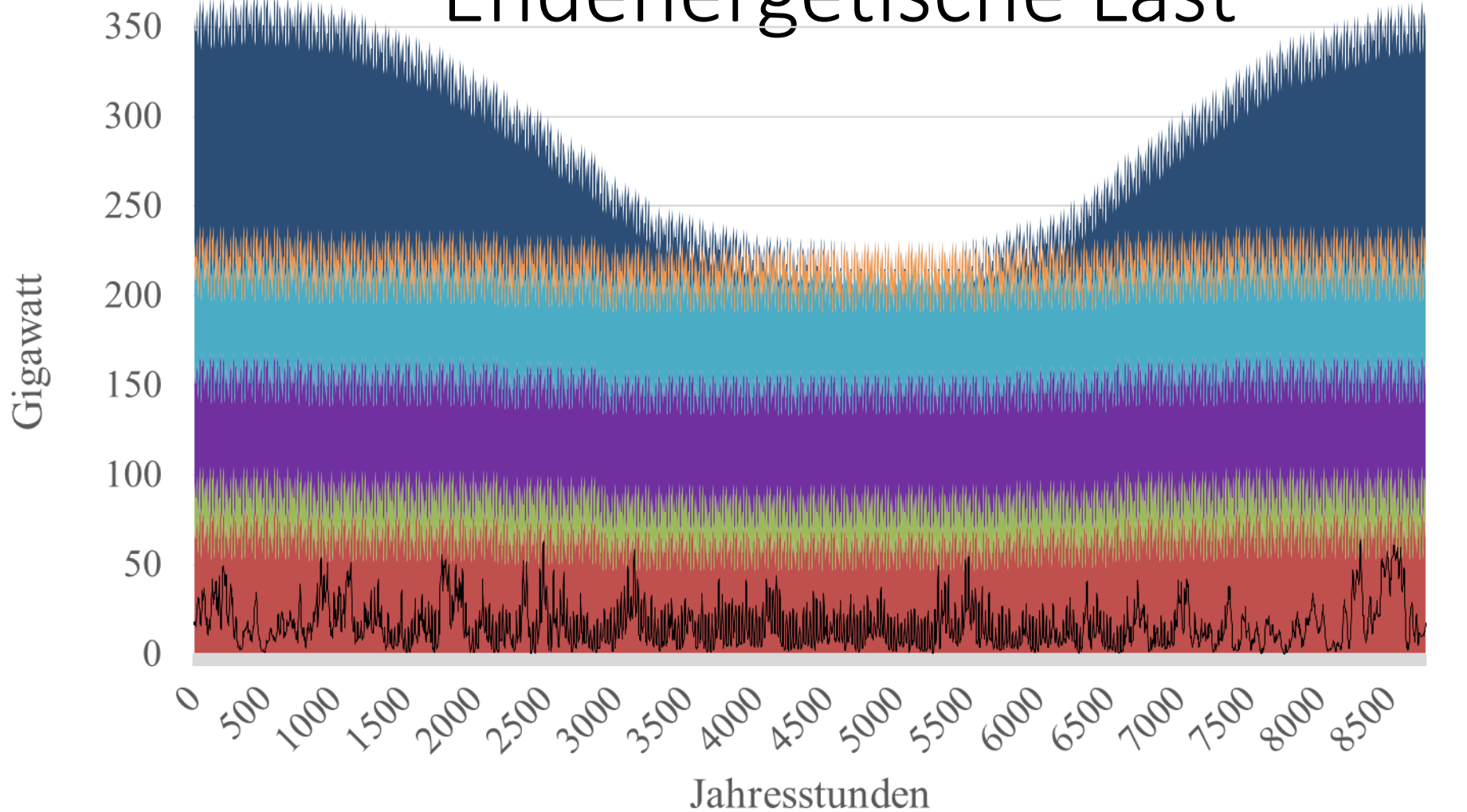


CCU

CCS

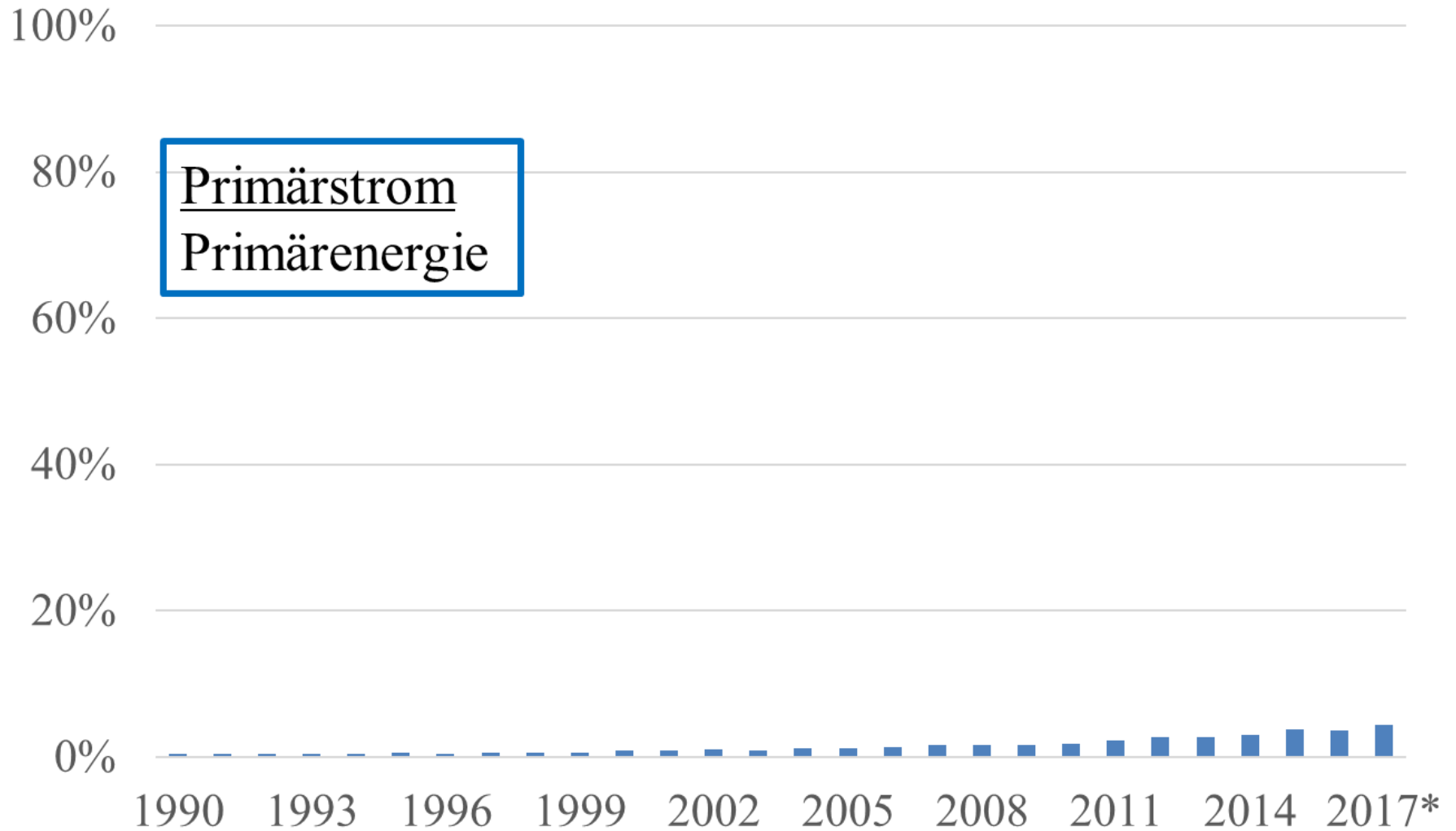
C-FUELS

Endenergetische Last



Strom Sonstiges Mobilität Prozesswärme
Warmwasser Raumwärme — Primärstrom

Fortschritt der Transformation



Endenergetische Last

Gigawatt

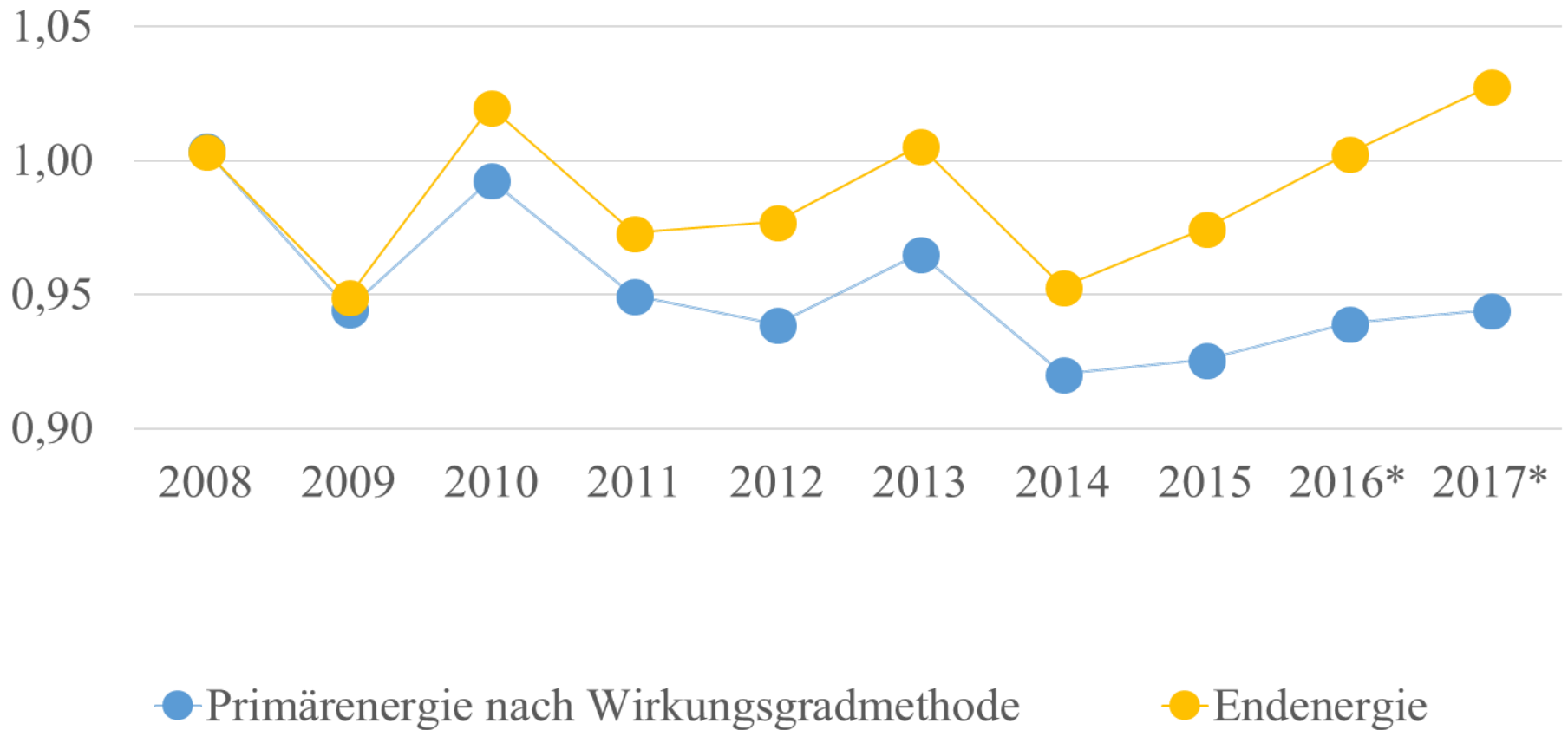
350
300
250
200
150
100
50
0

0 500 1.000 1.500 2.000 2.500 3.000 3.500 4.000 4.500 5.000 5.500 6.000 6.500 7.000 7.500 8.000 8.500

Jahresstunden



Entwicklung des Energieverbrauchs (normiert auf das Jahr 1992)

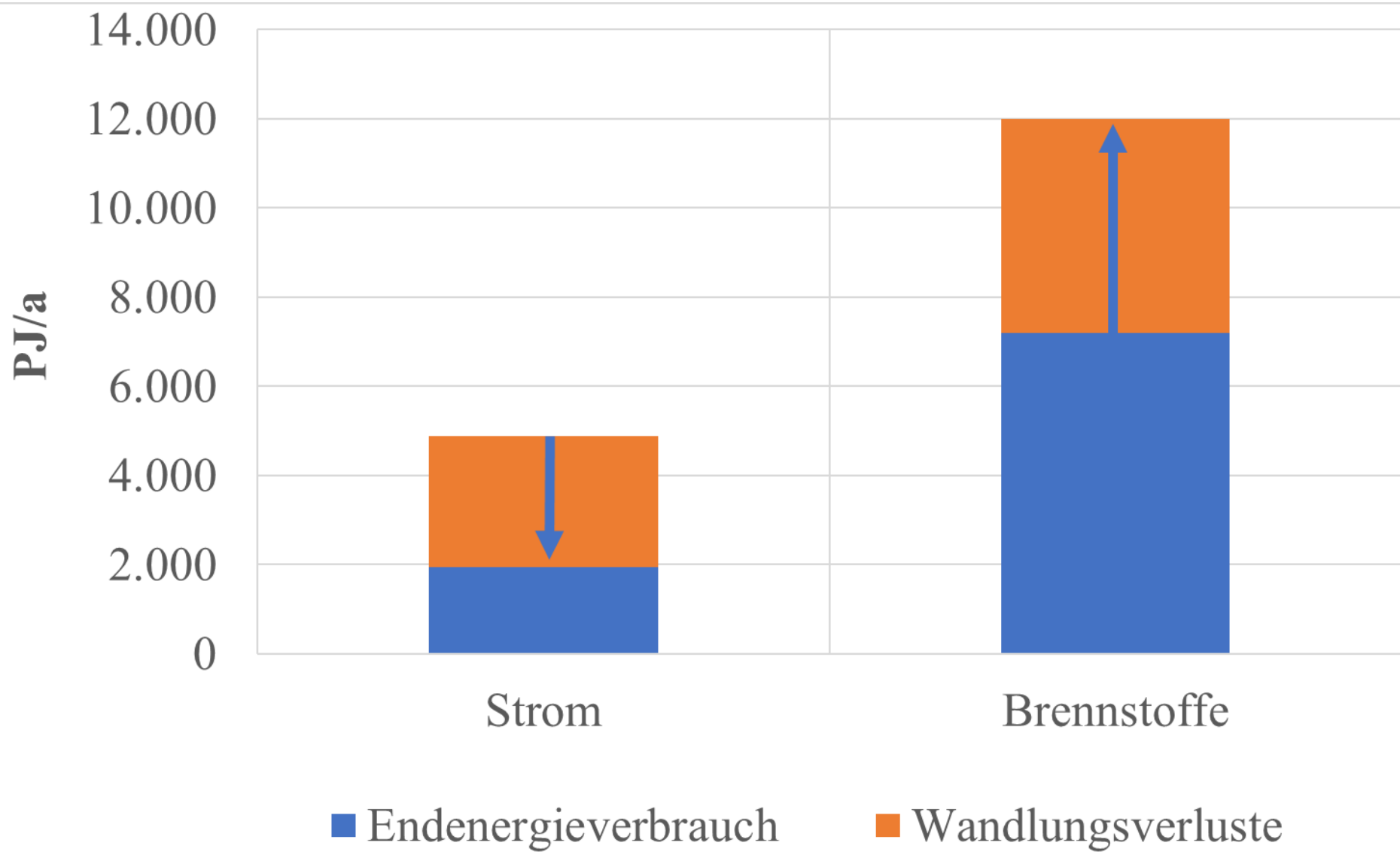


* Eigene Berechnung, vorläufig

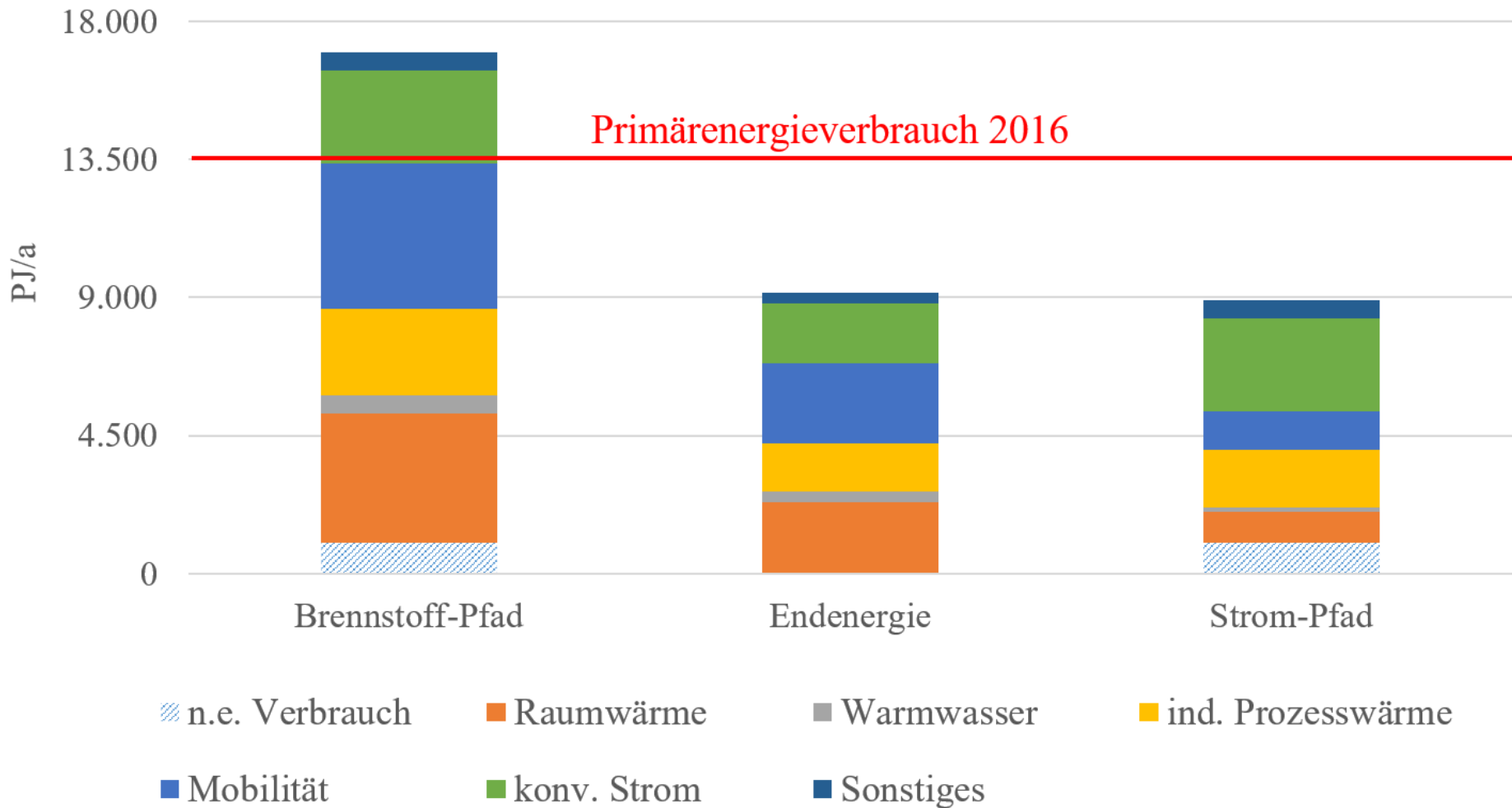
Rollentausch zwischen Brennstoffen und Strom

	fossile Energieversorgung	regenerative Energieversorgung
Primärenergie	(Primär-) Brennstoff 	Primärstrom 
Sekundärenergie	(Sekundär-) Strom	Sekundärbrennstoff

Auswirkungen der Energiewende auf die Vorkettenverluste



Pfadabhängiger Primärenergieverbrauch



Vorrang für Effizienz

Efficiency first: *„Eine Energieeinheit, die eingespart werden kann, muss nicht erzeugt, gespeichert und transportiert werden“* (BMWI-Grünbuch).

Dieser Grundsatz ist bedenklich, insofern er die Möglichkeit eines Aufschubs des Ausbaus der Wind- und Solarstromkapazitäten nahelegt.

Er ist irreführend, da er unterschlägt, dass die Steigerung der Energieeffizienz oft nicht mit Energieeinsparungen einhergeht.

Er ist unzureichend, da er an der fossilen dominierten Energieträgerstruktur orientiert ist.

Vorrang für Effizienz

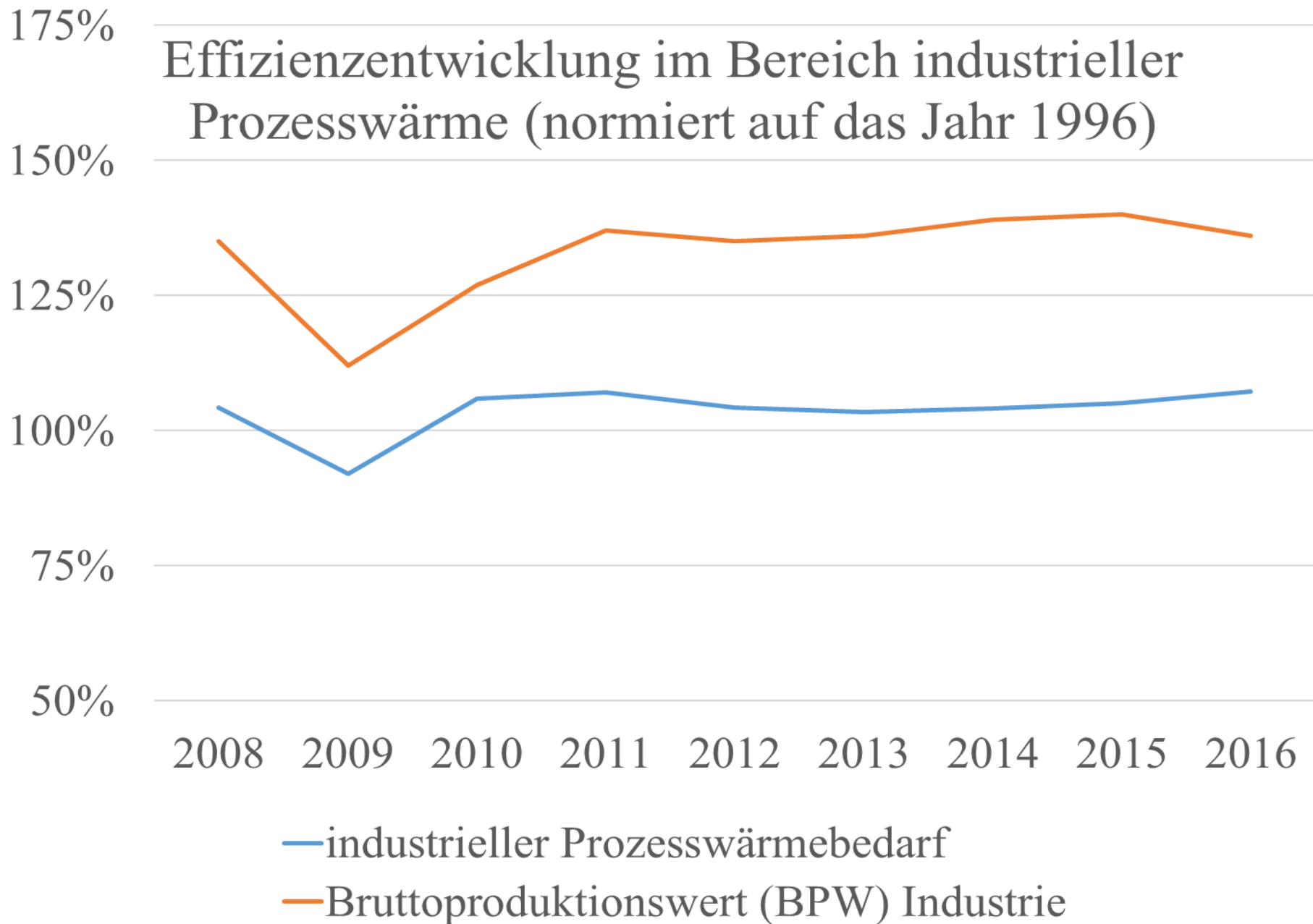
Die entscheidende Effizienzsteigerung ergibt sich durch den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung in Verbindung mit der Ausrichtung der Energieversorgung auf den Primärenergieträger Strom gemäß der Leitfrage:

Wie lässt sich die Versorgungsaufgabe in allen Sektoren mit minimalem Einsatz von Primärstrom als zukünftig einzig verbleibender Primärenergie leisten?

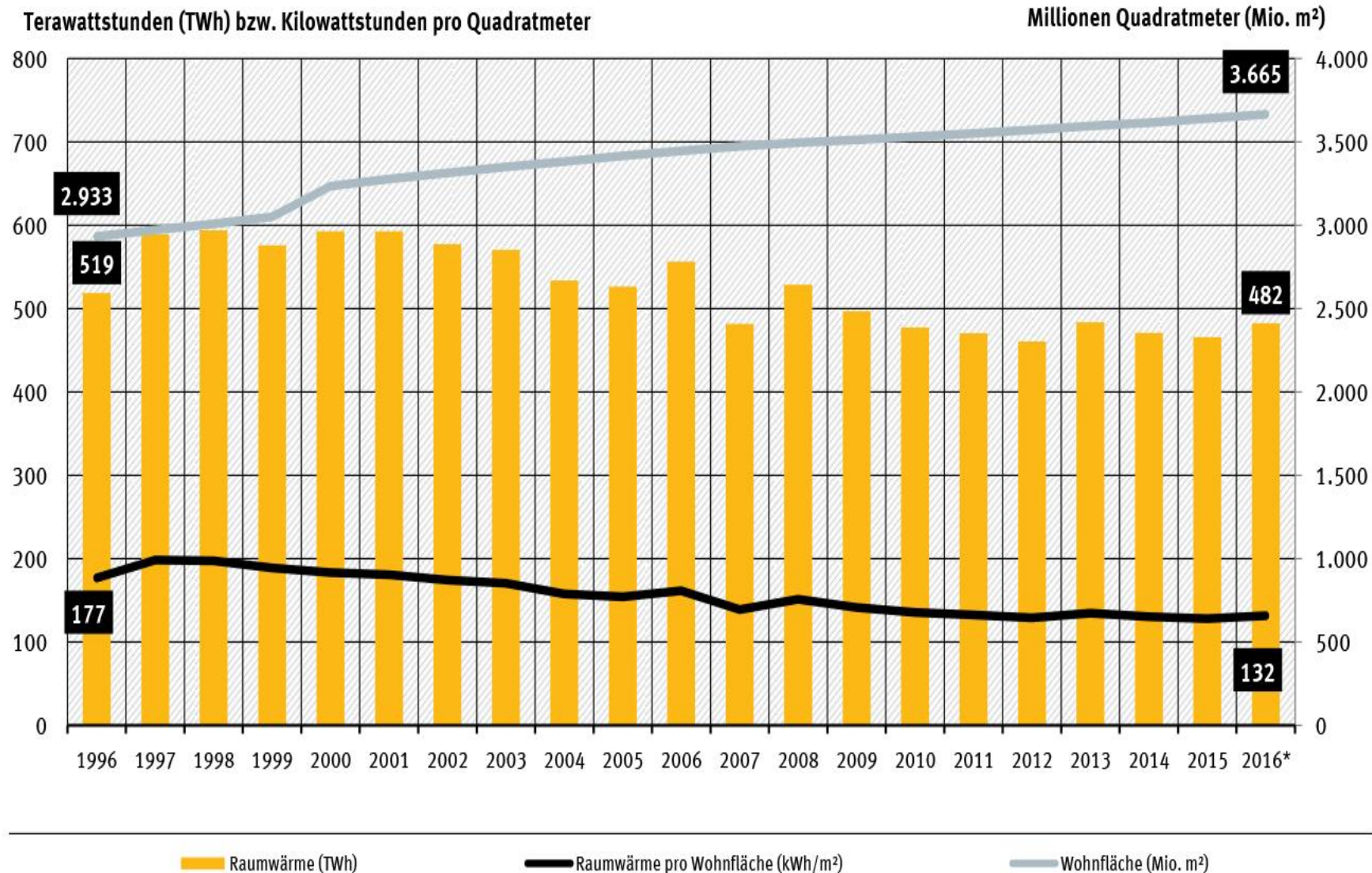
Der Wärmemarkt - ein schlafender Riese?

Anteil der NT-Wärme an der Endenergie		Anteil der industriellen Prozesswärme
Raumwärme	Trinkwarmwasser	ca. 19 %.
ca. 26 %	ca. 4,5 %	
Gasverbrauch 2016: 1042 PJ (ca. 50%)		Brennstoffverbrauch 2016: 1569 PJ
		Gasverbrauch 2016: 775,6 PJ

Effizienzentwicklung im Bereich industrieller Prozesswärme (normiert auf das Jahr 1996)



Endenergieverbrauch und -intensität für Raumwärme - Private Haushalte (witterungsbereinigt)

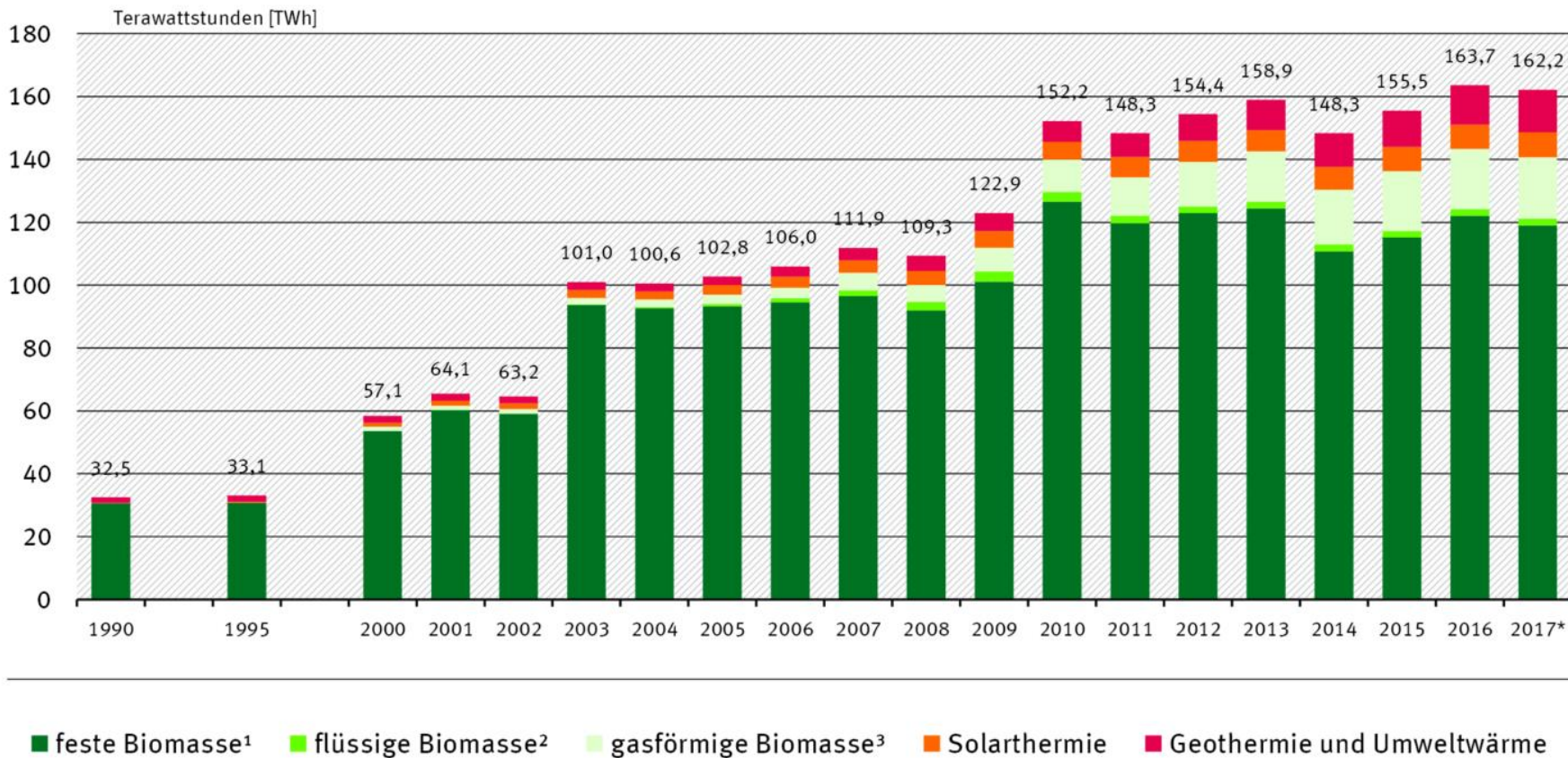


* vorläufige Angaben

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (eigene Berechnung für Temperaturbereinigung Raumwärme), Stand 11/2017

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in Deutschland

Entwicklung von 1990 bis 2017



* vorläufige Werte

¹ inkl. biogenem Anteil des Abfalls, ab 2010 inkl. Klärschlamm, seit 2015

Angaben für GHD für die Jahre ab 2003 verfügbar

² inkl. Biodieselvebrauch in der Landwirtschaft

³ Biogas inkl. Biomethan, Klär- und Deponiegas

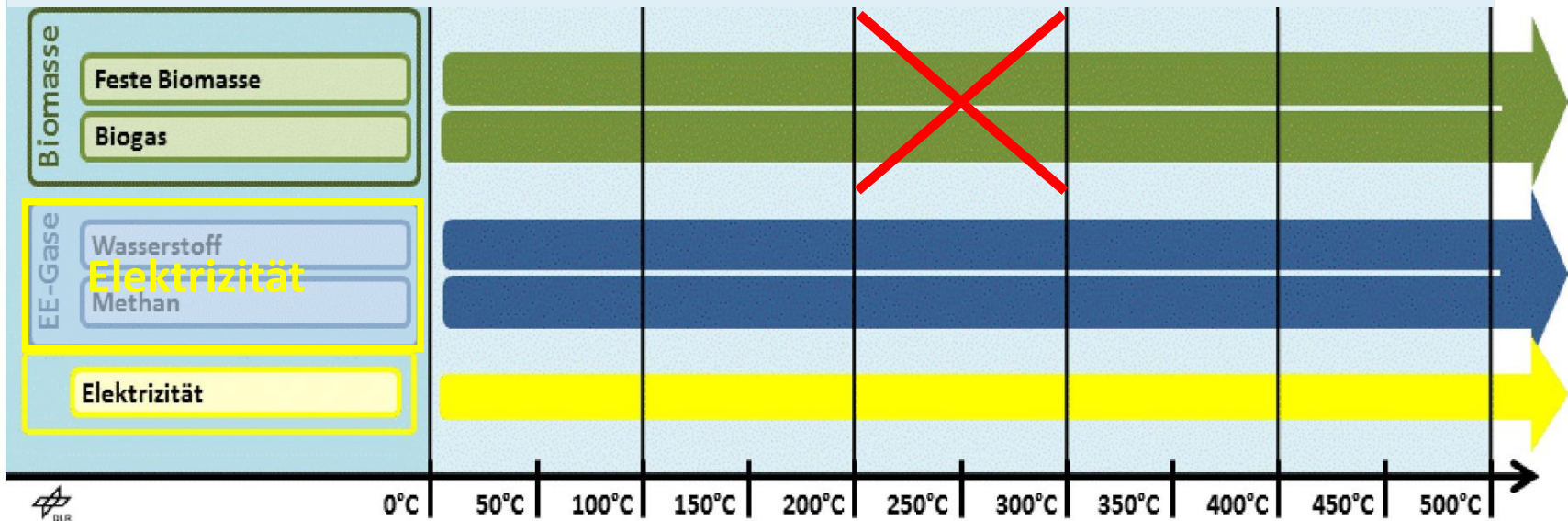
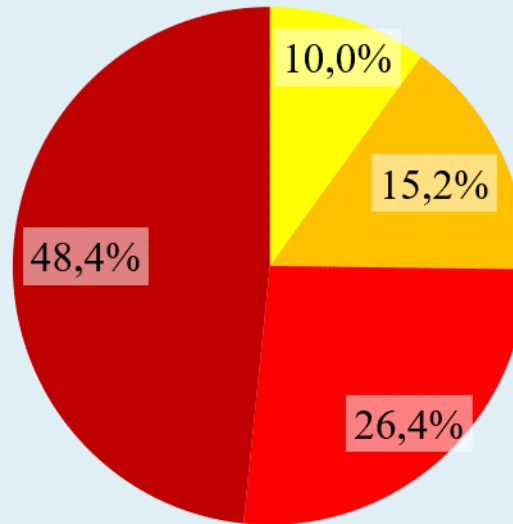
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat

Stand 02/2018

Wie lässt sich die Wärmeversorgung mit minimalem Primärstromeinsatz leisten?

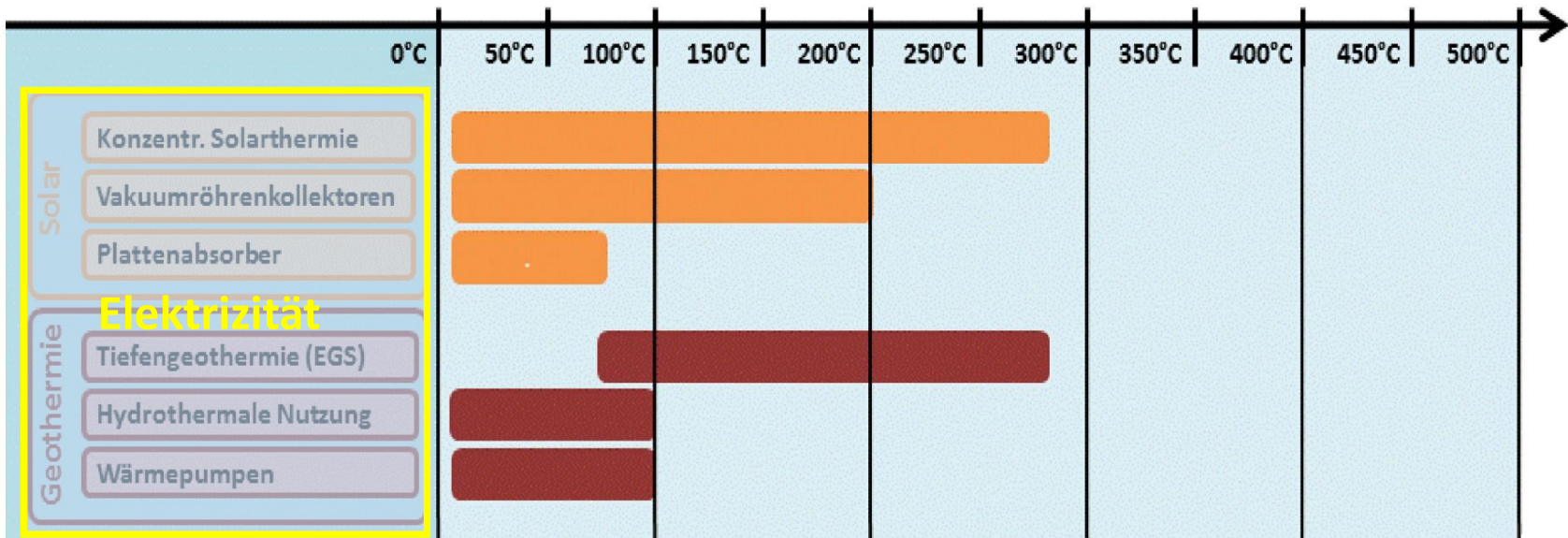
Die verfügbaren technischen Mittel, Gebäude-dämmung, gute Fensterqualitäten, Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, Wärmeerzeuger, Kraftwerkstechnologien, Wärmenetze, Einbindung von LowEx-Wärme (Abwärme, Umweltwärme, Solarwärme) etc. sind so miteinander zu kombinieren, aber auch gegeneinander abzuwägen, dass die Versorgungsaufgabe mit einem Minimum an Primärstromeinsatz erfüllt werden kann.

- < 100 °C
- 100 - 500 °C
- 500 - 1000 °C
- > 1000 °C



Quelle: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR

Temperatur



geringer Stromeinsatz

hoher Wärmeertrag und Endenergieeinsparung:

- Solarthermieranlagen (1 : 20 bis 75)
- Lüftungsanlagen mit WRG (1 : 10 bis 30)
- Wärmepumpen (1 : 2,5 bis 5,5)

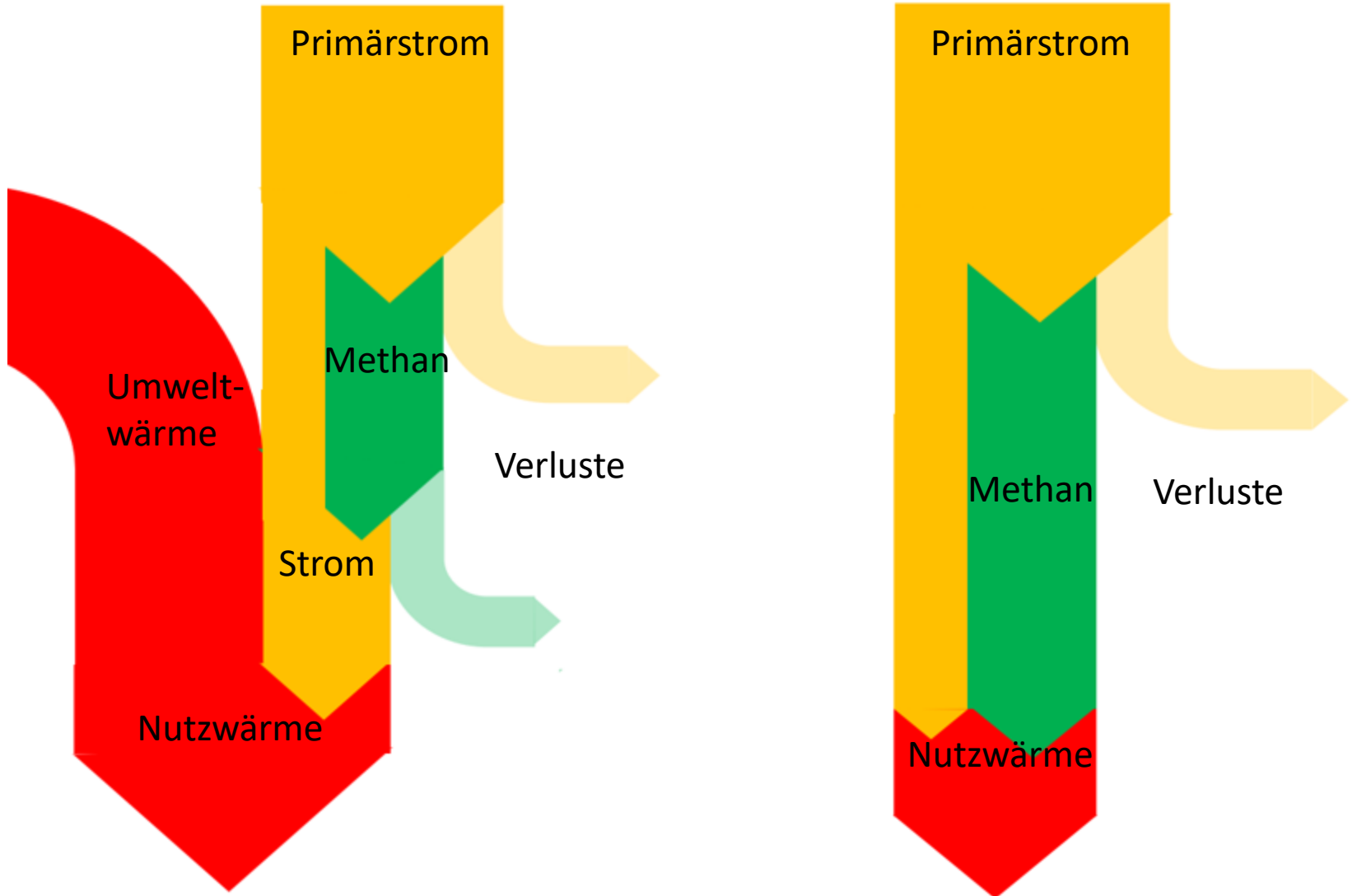


0°C | 50°C | 100°C | 150°C | 200°C | 250°C | 300°C | 350°C | 400°C | 450°C | 500°C

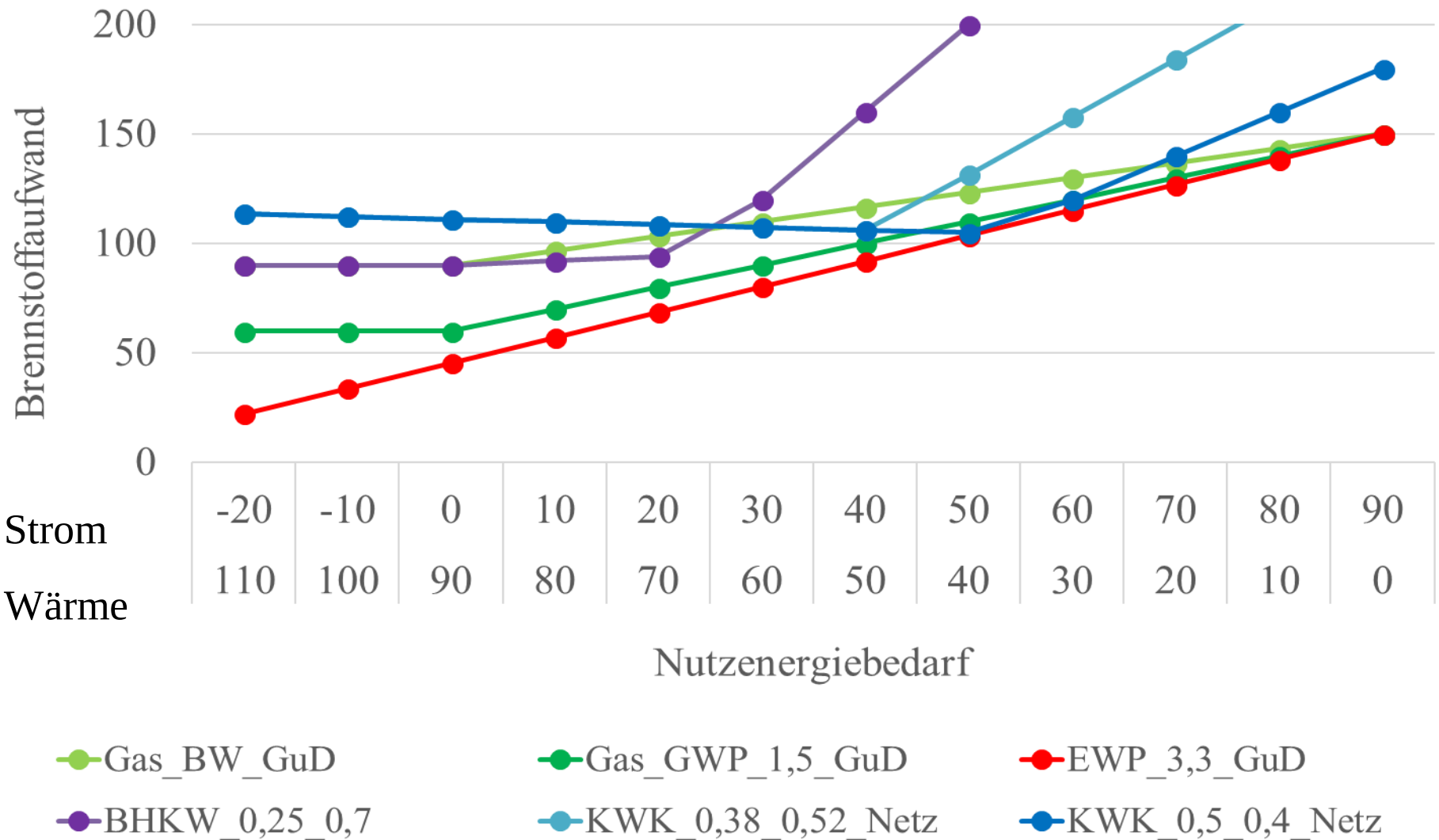
Temperatur

Quelle: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR

Monovalente vs. bivalente Elektrifizierung



Die Rolle der KWK als Instrument der Niedertemperatur-Wärmewende



Versorgungsstruktur auf Basis erneuerbarer Energien

