

Ohne Wasserstoff keine Energiewende!

Unser Energiesystem heute und morgen

MSEwasserstoff

29.01.20206

Werner Tillmetz

e2connect.org

Unsere Energieversorgung heute

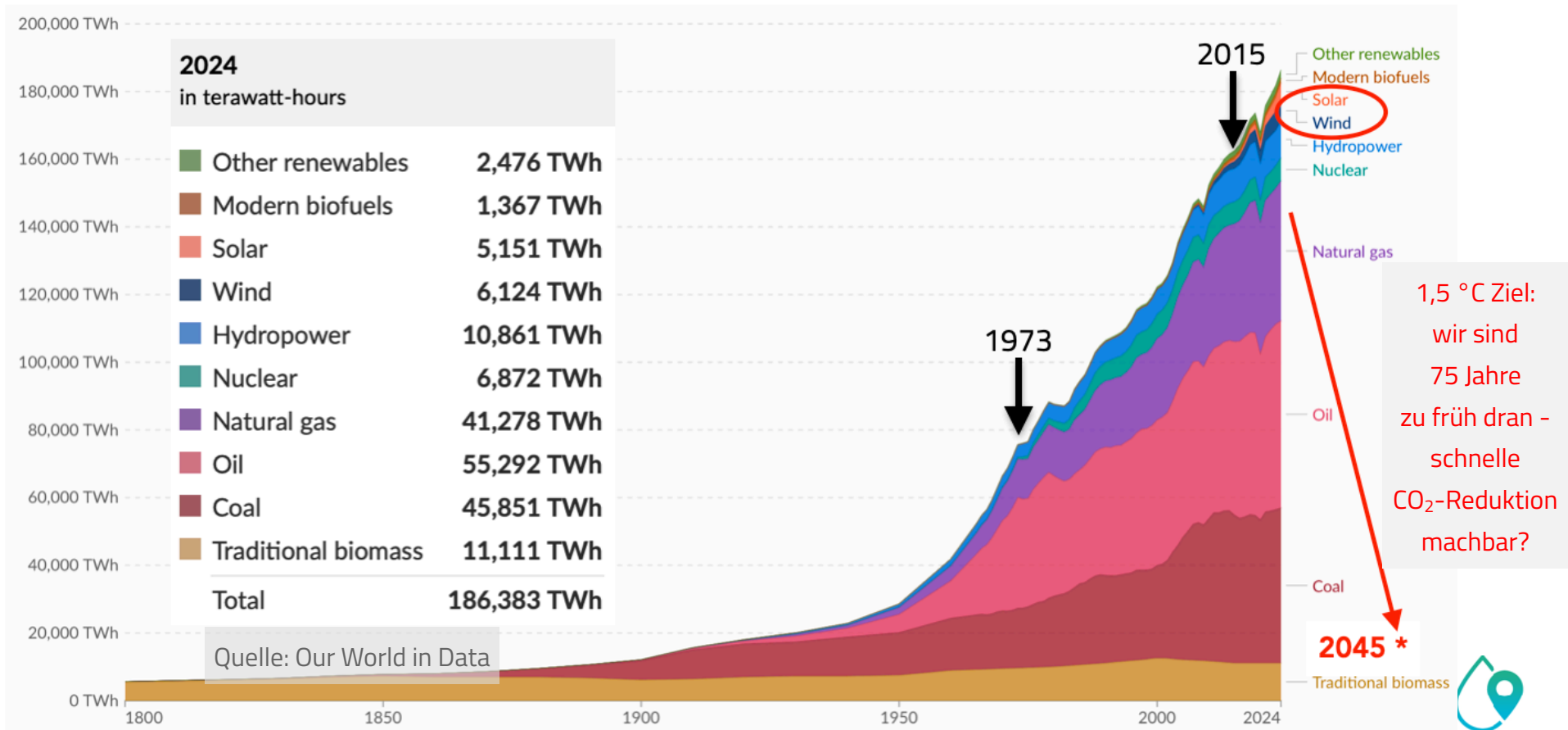
Der Strom kommt aus der Steckdose,
und das Benzin von der Tankstelle -
zu jeder Tages- und Jahreszeit und so viel wir brauchen.

Daran haben wir uns seit Generationen gewöhnt,
unsere Gesellschaft ist damit sehr zufrieden!

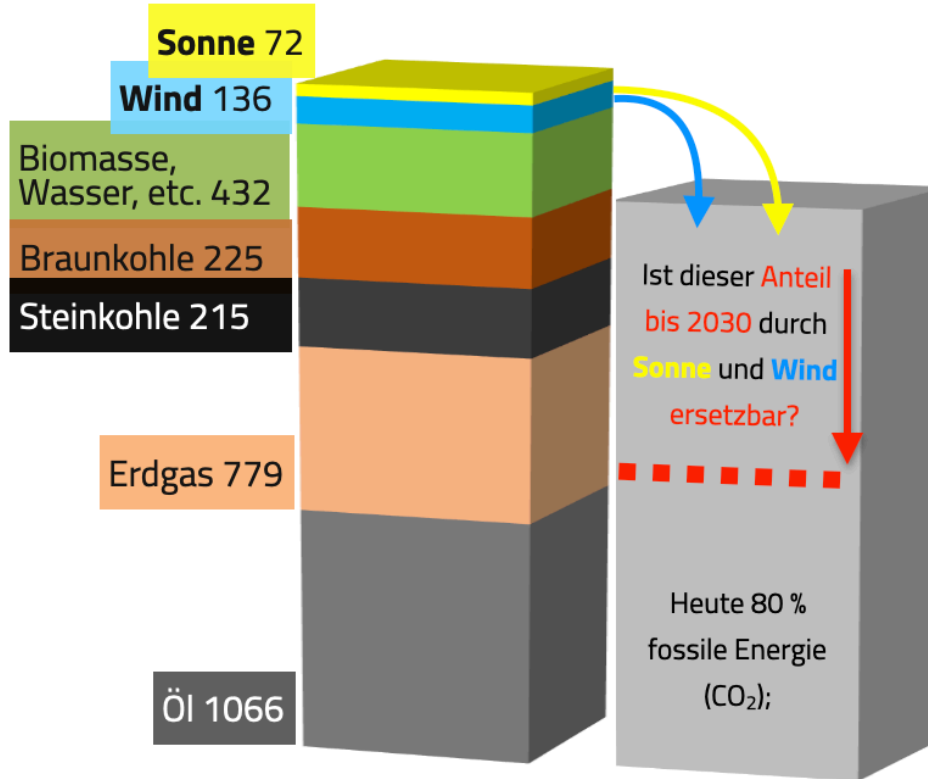
Einige Fakten und einfache Analysen zur Energieversorgung von
heute und morgen:



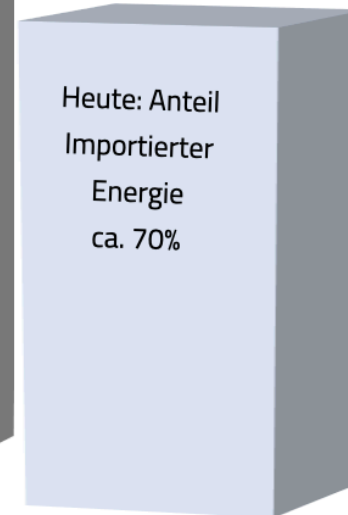
Unsere Energieversorgung heute - weltweit



Unsere Energieversorgung heute - Deutschland 2024



Strom aus Sonne und Wind tragen heute nur zu 7% zu unserer Primärenergieversorgung bei!
Wie können wir 2.285 TWh fossile Energien ersetzen?



Primärenergieverbrauch
Quelle: UBA



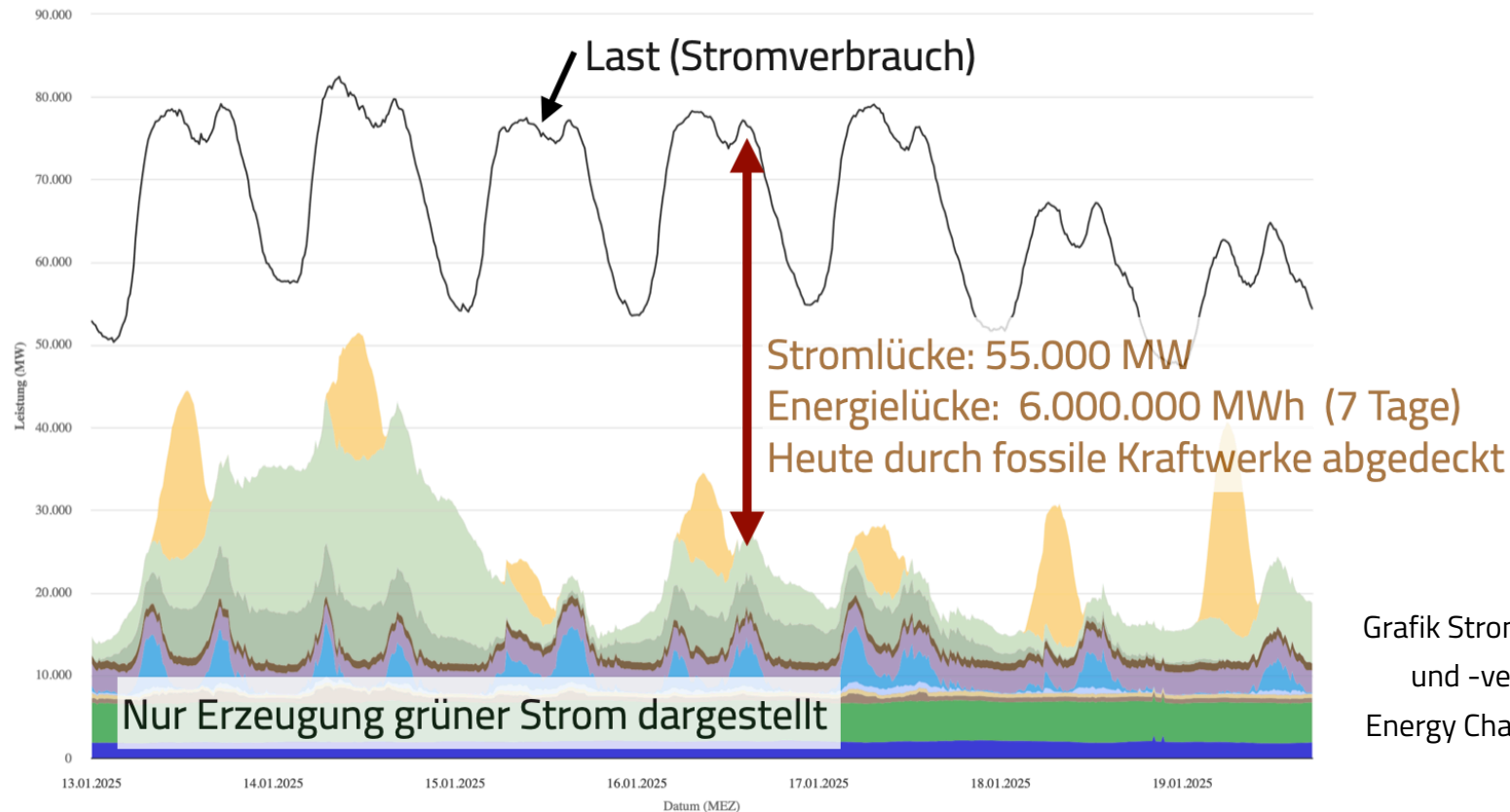
Unsere Energieversorgung heute und morgen

Die Herausforderungen für den Ersatz der fossilen Energieträger
sind enorm und erfordern eine ganzheitliche Strategie!

Geht das mit Strom aus Sonne und Wind in Deutschland?



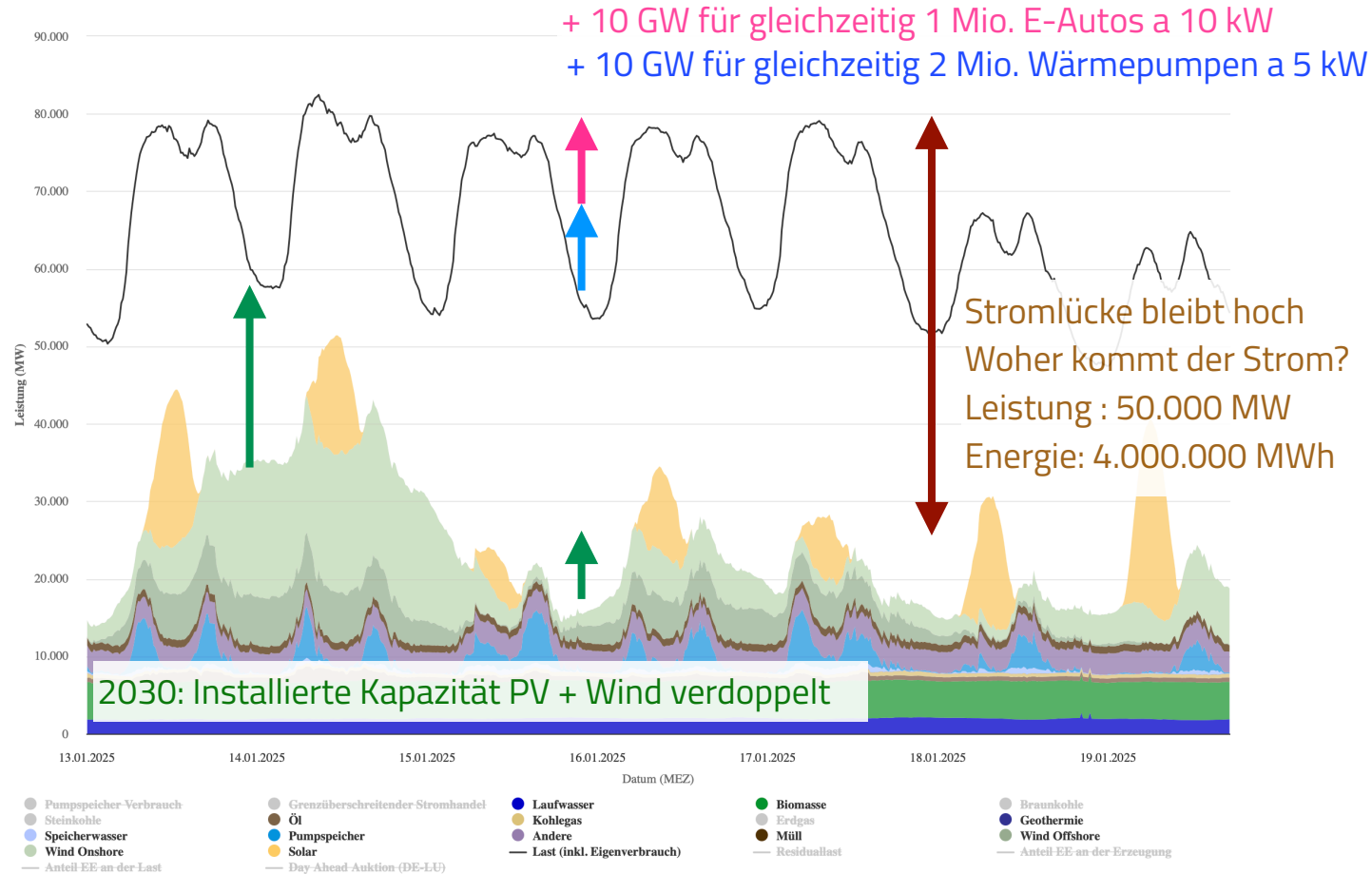
Verfügbarkeit von grünem Strom (Winter, KW 3/25)



Grafik Stromerzeugung
und -verbrauch:
Energy Charts, FhG ISE



Verfügbarkeit von grünem Strom im Winter 2030



Herausforderung Energiewende

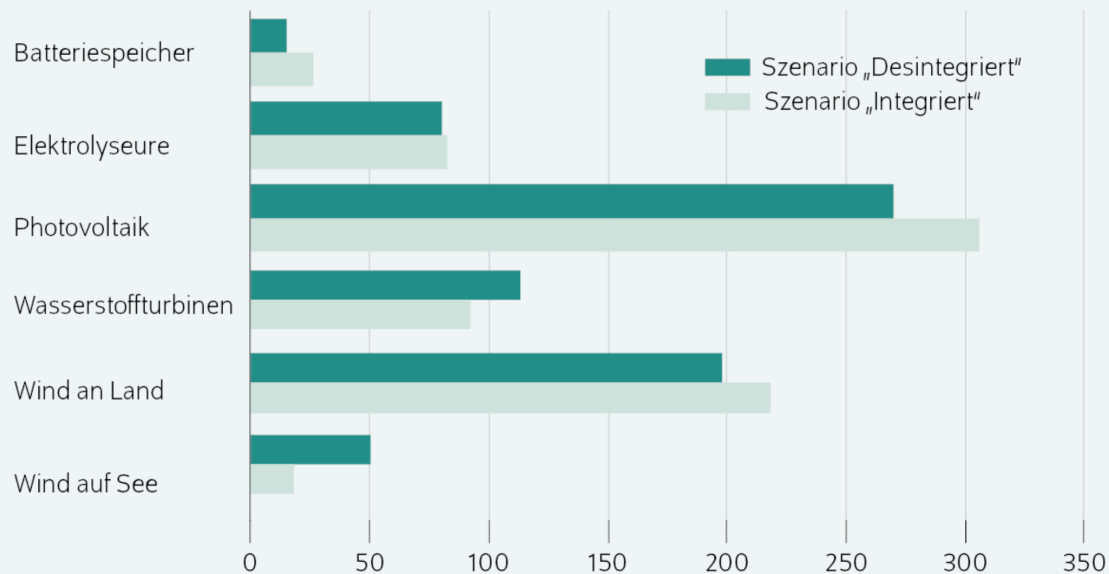
- Die Sonne scheint in Deutschland nur an etwa 130 Tagen oder 1.800 Stunden im Jahr (in den Wüsten sind es 360 Tage).
- Der Wind lässt sich oft für Tage oder Wochen nicht blicken.
- Batteriespeicher sind wichtig, helfen aber nur für wenige Stunden und brauchen dann wieder grünen Strom, um geladen werden zu können.
- Einfach speicherbarer Wasserstoff, erzeugt aus temporär überschüssigem Strom oder aus sonnen- und windreichen Regionen importiert, ist essentiell für die Energieversorgung der Zukunft.



100% Erneuerbare Energien aus Deutschland sinnvoll?

Ausbau von Erzeugungstechnologien und Speicheroptionen im Vergleich der beiden Szenarien

In Gigawatt



- Analyse des DIW 2021
DIW Wochenbericht 29/30 / 2021, S. 507-513
- Regionale Versorgung reduziert Kosten für den Ausbau des Stromnetzes
- 100 GW H₂-Kraftwerke!
- Import von H₂ aus dem Sonnengürtel und direkte Nutzung für Verkehr/Wärme nicht betrachtet - würde Kosten deutlich reduzieren



Auch künftig werden wir Energie importieren



Winter in Deutschland
und in Namibia



SOMMER

Madrid: $\emptyset 6.76 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

Rom: $\emptyset 6.29 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

Budapest: $\emptyset 5.34 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

Paris: $\emptyset 4.96 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

Berlin: $\emptyset 4.63 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

London: $\emptyset 4.40 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

Durschnitt: $\emptyset 5.39 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

WINTER

Madrid: $\emptyset 2.71 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

Rom: $\emptyset 2.42 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

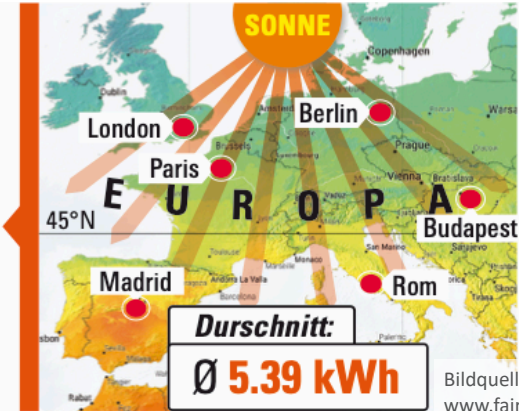
Budapest: $\emptyset 1.65 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

Paris: $\emptyset 1.30 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

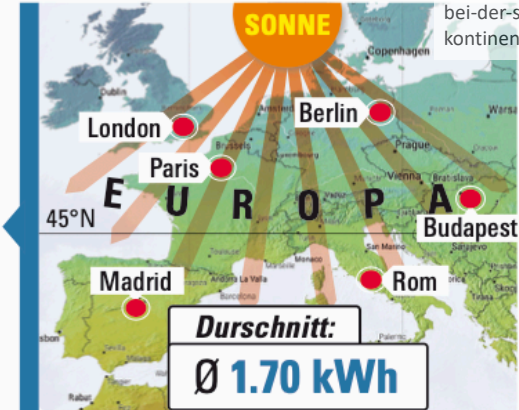
Berlin: $\emptyset 1.07 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

London: $\emptyset 1.06 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$

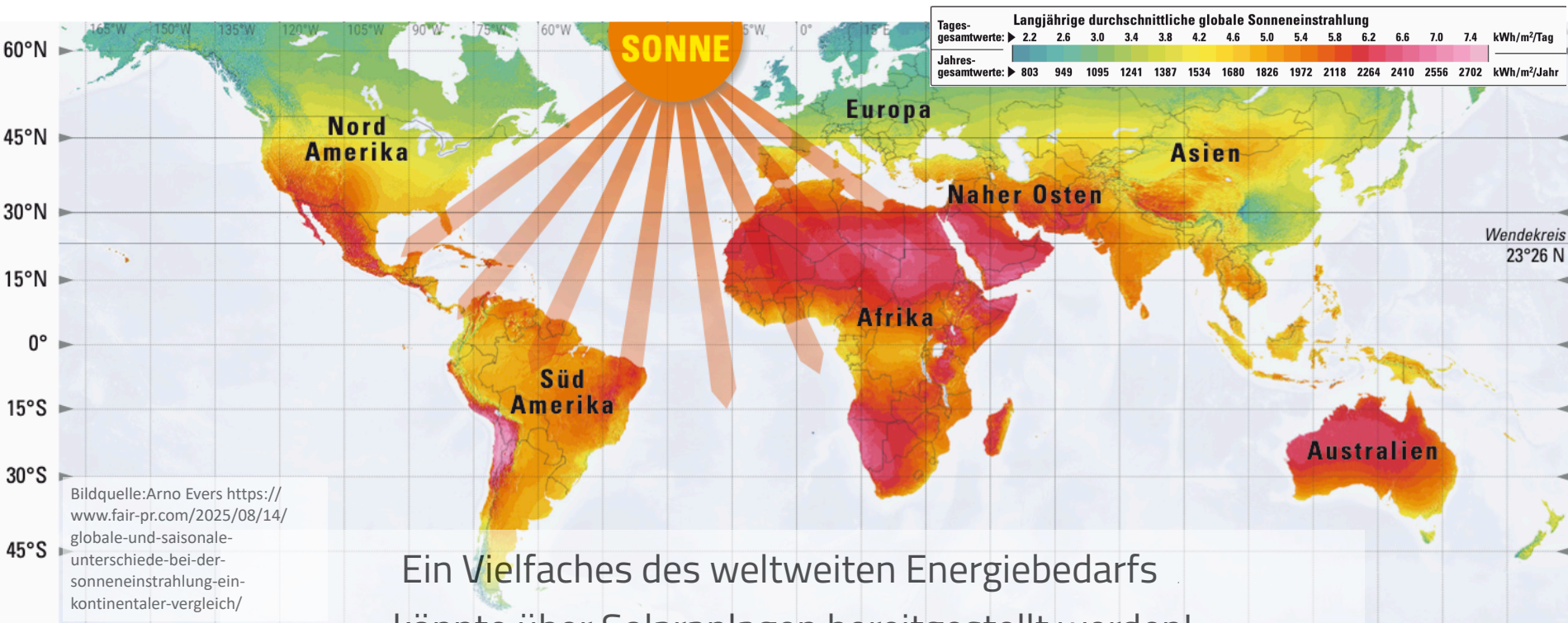
Durschnitt: $\emptyset 1.70 \text{ kWh} / \text{m}^2 / \text{Tag}$



Bildquelle: Arno Evers <https://www.fair-pr.com/2025/08/14/globale-und-saisonale-unterschiede-bei-der-sonneneinstrahlung-ein-kontinentaler-vergleich/>



Sehr hohe Sonneneinstrahlung im Sonnengürtel

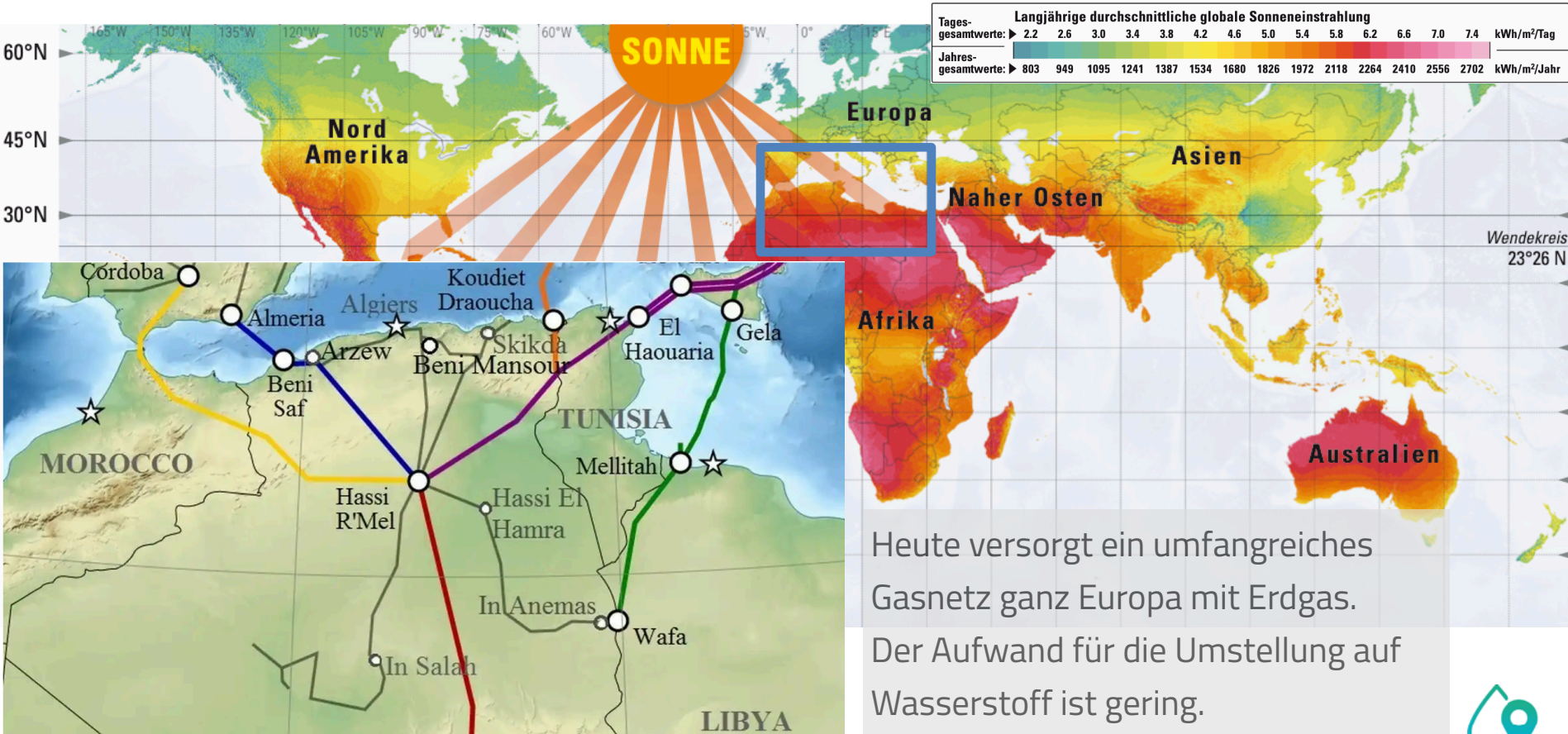


Ein Vielfaches des weltweiten Energiebedarfs
könnte über Solaranlagen bereitgestellt werden!

In sonnenreichen Regionen kann bis zu dreimal mehr Strom aus
dem gleichen Solarmodul geerntet werden als in Deutschland.



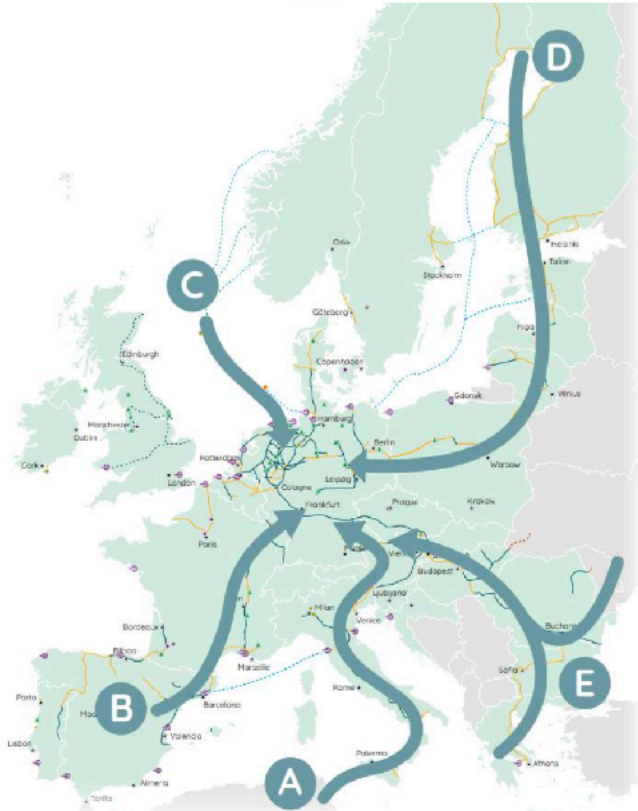
Beispiel Wasserstoffimport aus der Wüste Algeriens



Heute versorgt ein umfangreiches Gasnetz ganz Europa mit Erdgas. Der Aufwand für die Umstellung auf Wasserstoff ist gering.



Wasserstoff über das vorhanden Gasnetz importieren



Quelle: European Hydrogen Backbone

- Täglicher Import und einfache Speicherung
- Sehr viel kostengünstiger als der Ausbau der Stromnetze, die keine Speicherfunktion haben (Europa und Afrika liegen in der gleichen Zeitzone)
- Kostengünstige H₂-Produktion in sonnen- und windreichen Regionen
- H₂ direkt nutzen und Bau neuer Kraftwerke vermeiden
- Schlüssel für die Umsetzung der Energiewende, auch im Verkehr

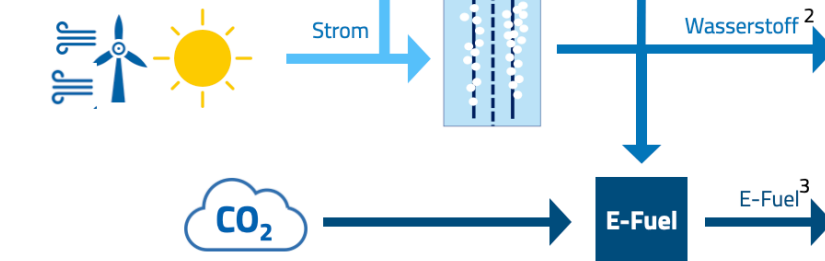


Die CO₂-freie Mobilität ganzheitlich betrachtet

Ausreichend grüner Strom zum Laden aus regionalen Quellen⁵



Überschüssiger Strom, regional oder aus sehr sonnen- und windreichen Regionen



1: Wirkungsgrad Spitzenlastkraftwerk (offene Gasturbine): 40%; 2: Wasserstoff über Pipeline oder regionale Erzeugung;
3: Importierte E-Fuel und Range Extender E-Fahrzeuge; 4: Energieverbrauch Fahrzeug nach WLTP in kWh: BEV 17; FCEV/Plug-in 25; EREV 24; 5:
In Deutschland weniger als 20% der Zeit eines Jahres; 6: Dieser Pfad dominiert in Deutschland die Gesamtbilanz für batterieelektrische Fahrzeuge

Primärenergieverbrauch⁴
Pkw in kWh/100 km
(Stromerzeugung bis Rad)

Kosten

20 ++

24 +

100 - -

58 0

69 0

Zum Vergleich Verbrenner
(Rohölförderung bis Rad)

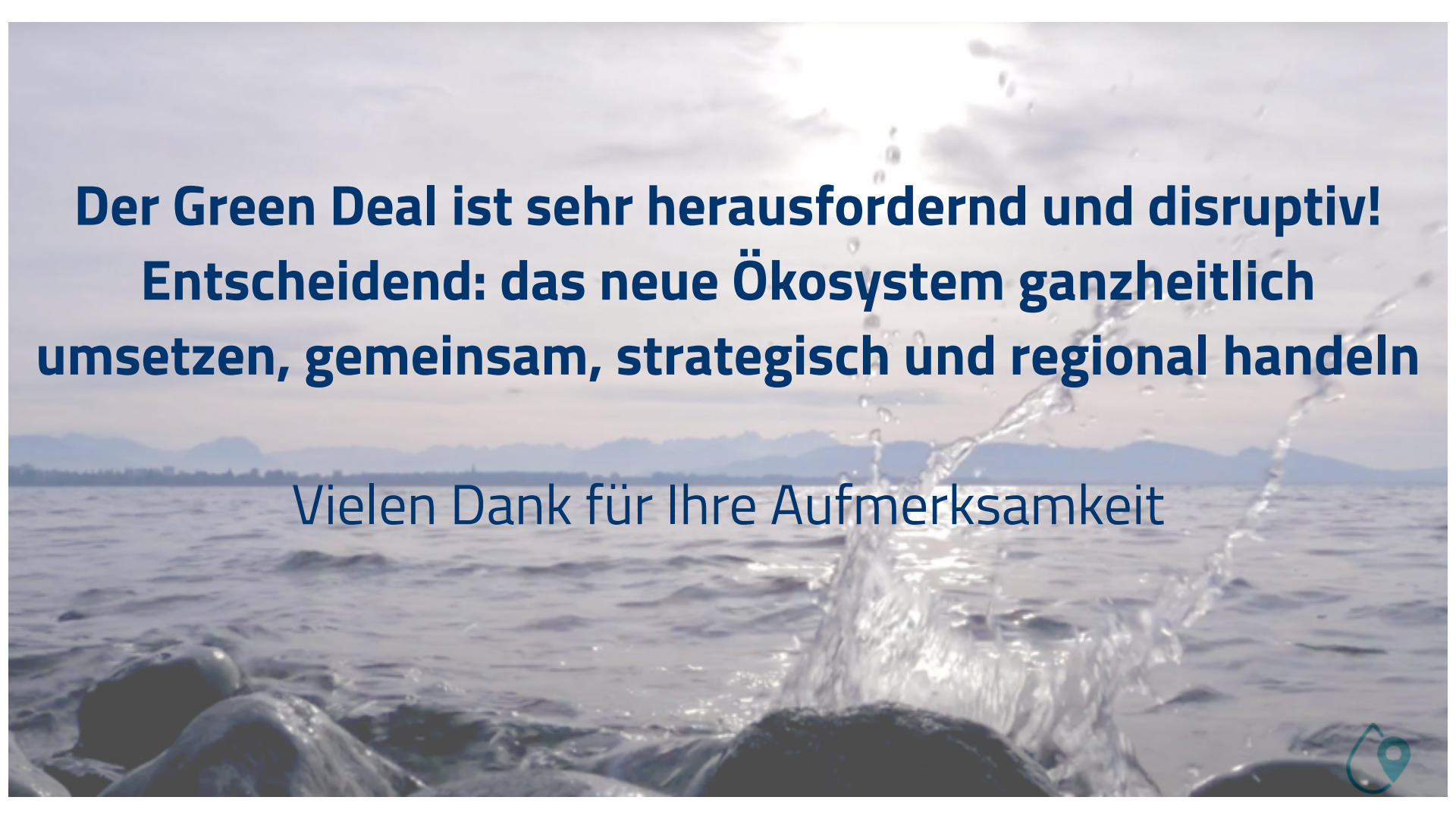
78 0



Die irreführende Diskussion zu den Wirkungsgraden

- Die effiziente, direkte und bedarfsgerechte Verfügbarkeit von grünem Strom zum Laden von Batterien, wie auch für den Betrieb von Wärmepumpen, ist in Deutschland begrenzt.
- Entscheidend sind die **künftigen** Kosten der grünen Energieträger und -wandler.
- Aus regionalen Überschussstrom (negative Strompreise) und aus sonnen-/windreichen Regionen (Stromgestehungskosten 1 Cent/kWh) Wasserstoff und seine Derivate (E-Fuel) erzeugen.
- Vorhandene Infrastrukturen (Gasnetze, flüssige Kraftstoffe) zu nutzen, spart sehr viel Geld.
- Strom aus dem Spitzenlastkraftwerk: mindestens 3-mal teurer als Gas - Wasserstoff auch direkt für den Verkehr und die Wärme nutzen.





**Der Green Deal ist sehr herausfordernd und disruptiv!
Entscheidend: das neue Ökosystem ganzheitlich
umsetzen, gemeinsam, strategisch und regional handeln**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

