

Energie & Mobilität der Zukunft

Sind wir auf dem richtigen Weg?

Lindau, 21.07.2023

Werner Tillmetz



Prolog

Zuerst sollten wir das Energiesystem der Zukunft verstehen,
bevor wir über den
Kraftstoff oder die Technologien der Zukunft entscheiden!



Unser heutiges Energiesystem

- Strom kommt aus der Steckdose, Benzin von der Tankstelle und Erdgas aus der Leitung
- Daran haben wir uns seit Generationen gewöhnt
- Fossile Kraftstoffe werden importiert, sind einfach zu speichern und können bedarfsgerecht genutzt werden
- Die vorhandene Infrastruktur (Strom, Sprit, Gas) ist zuverlässig und gut - nur die fossilen Energieträger die falschen!



In einer „post-fossilen“ Energie-Welt spielt stark fluktuierender Strom aus Wind und Sonne eine prägende Rolle



Was können wir von heute für morgen lernen?

- Heutige **Stromversorgung** Deutschland: **46% grüner Strom**; Ziel 2030: 80%
- Bei einem großen Anteil an stark fluktuierendem Strom aus Wind und Sonne (heute 33%) ist ein **Jahres-Durchschnittswert sehr irreführend!**
- Die zeitaufgelöste Analyse (15 Minuten-Takt) führt zu interessanten Erkenntnissen —> im Folgenden einige Beispiele

Detail-Informationen:

Installierte Erzeugungskapazitäten 2022: Strom aus Wind 66 GW und aus PV 66 GW;

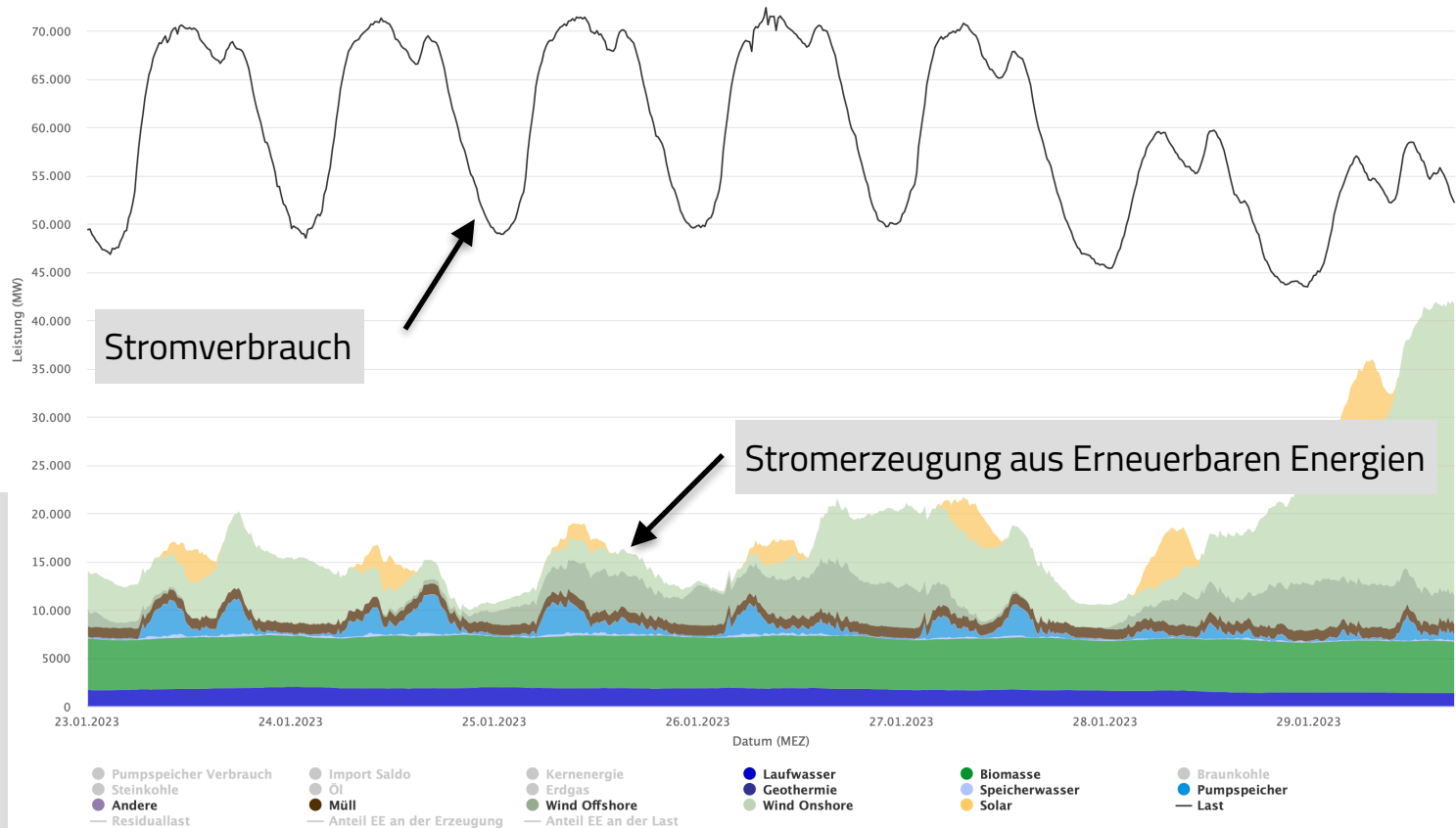
Geplante Erzeugungskapazitäten 2030: Strom aus Wind 145 GW und aus PV 200 GW,

um eine 50% Reduktion der CO₂-Emissionen (= fossile Energie) bis 2030 zu erreichen



Stromerzeugung und -verbrauch

(KW4/23)



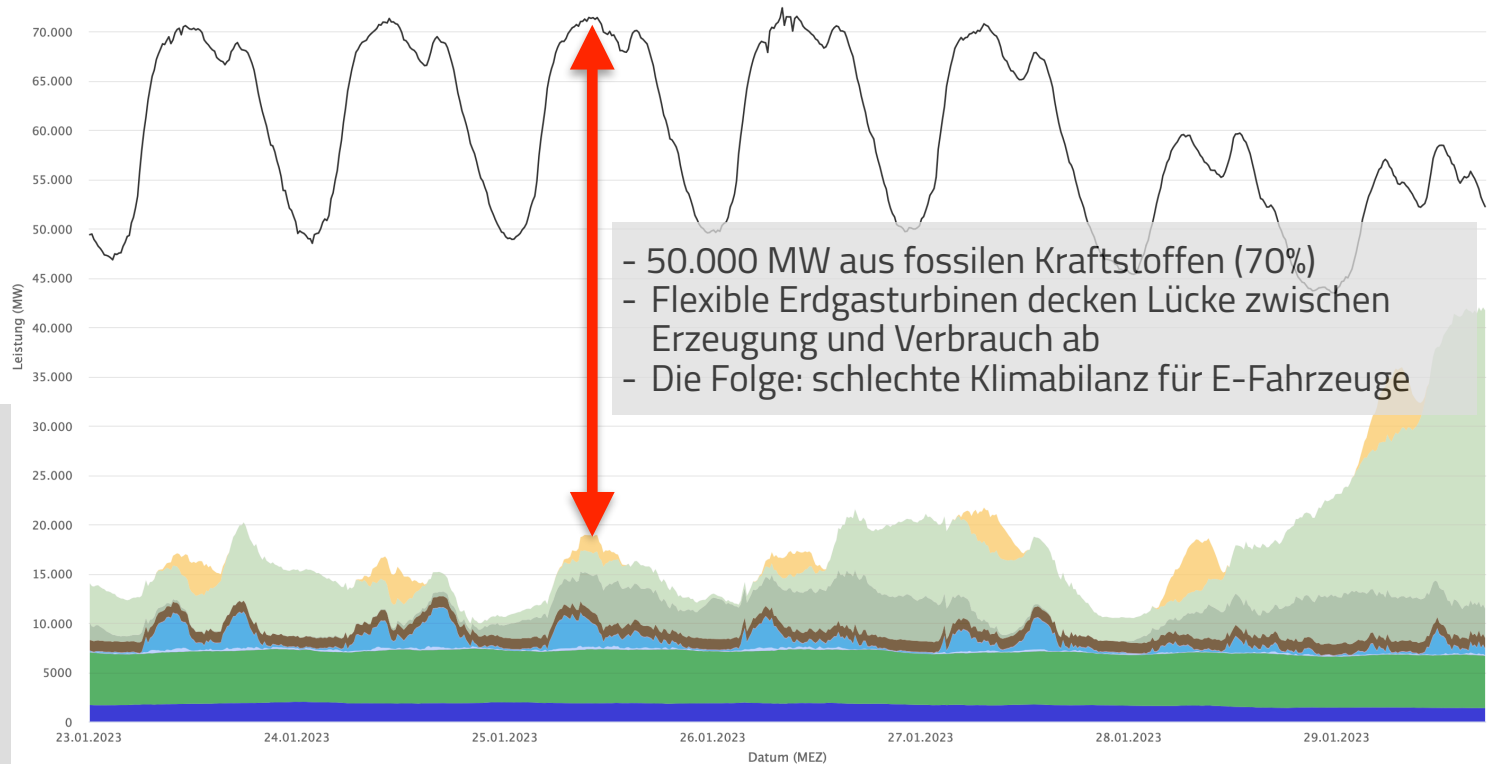
Quelle:
<https://www.energy-charts.info/index.html?l=de&c=DE>

Nur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien dargestellt



Stromerzeugung und -verbrauch

(KW4/23)



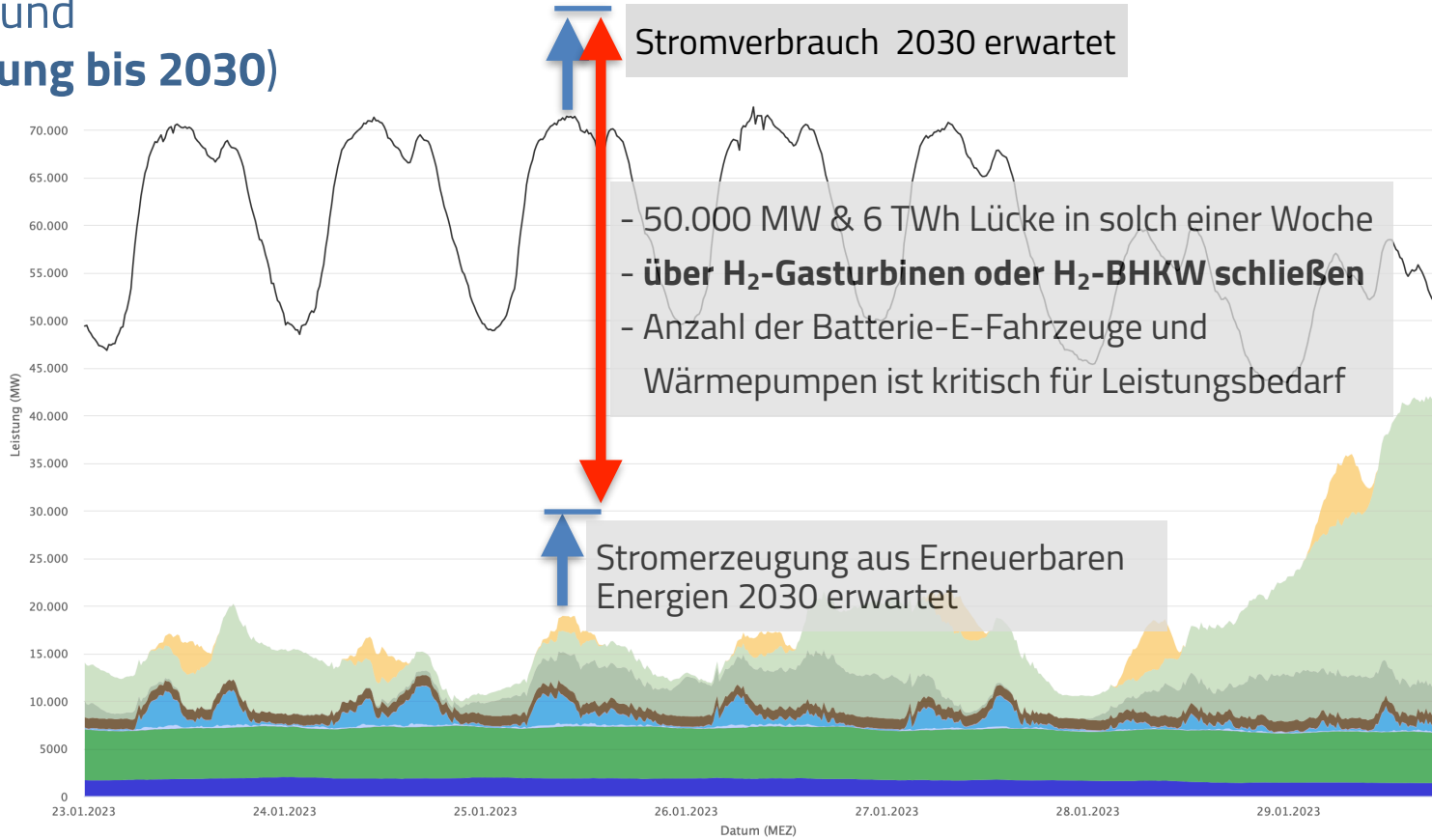
Deutscher Wetterdienst:
Von November bis Januar scheint zu 95% der Zeit keine Sonne - im ganzen Jahr sind es 80%

https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2023/1/14.html



Stromerzeugung und -verbrauch

(KW4/23 und
Veränderung bis 2030)



● Pumpspeicher Verbrauch
● Steinkohle
● Andere

● Import Saldo
● Öl
● Müll
— Anteil EE an der Erzeugung

● Kernenergie
● Erdgas
● Wind Offshore
— Anteil EE an der Last

● Laufwasser
● Geothermie
● Wind Onshore

● Biomasse
● Speicherwasser
● Solar

● Braunkohle
● Pumpspeicher
— Last

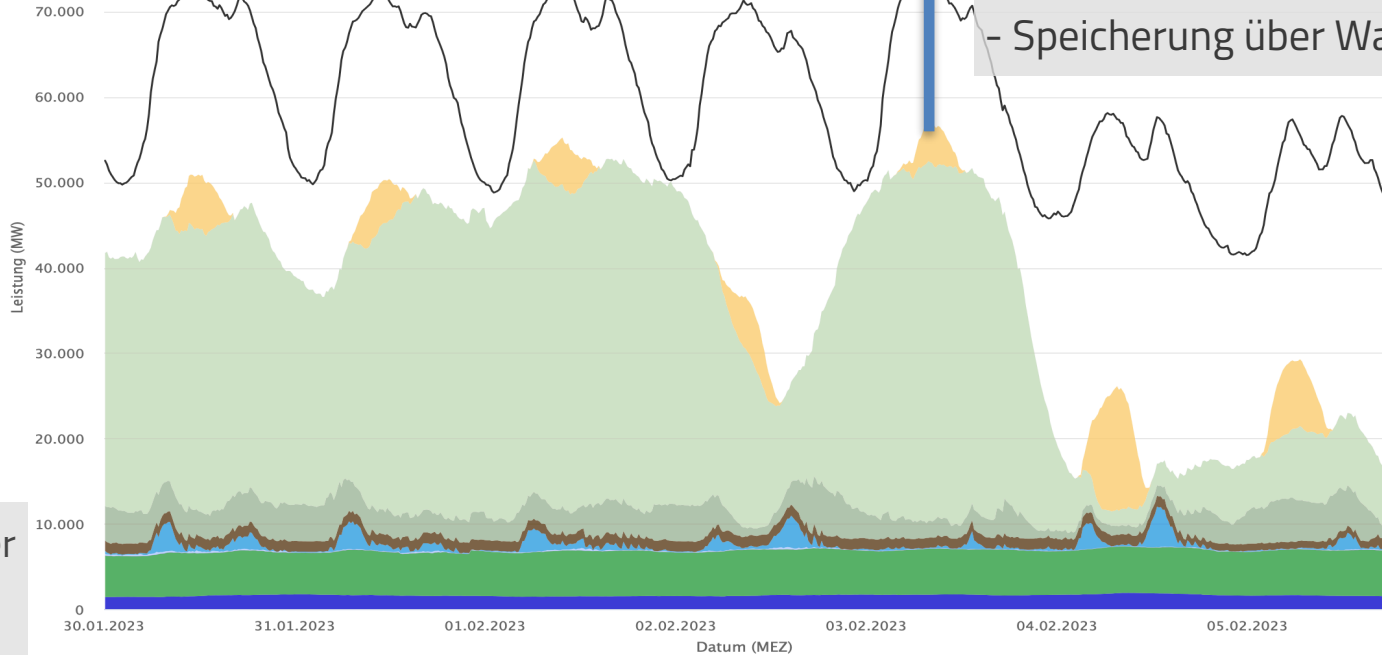


Stromerzeugung und -verbrauch

(die windreiche KW5/23 und
Veränderung bis 2030)

2030

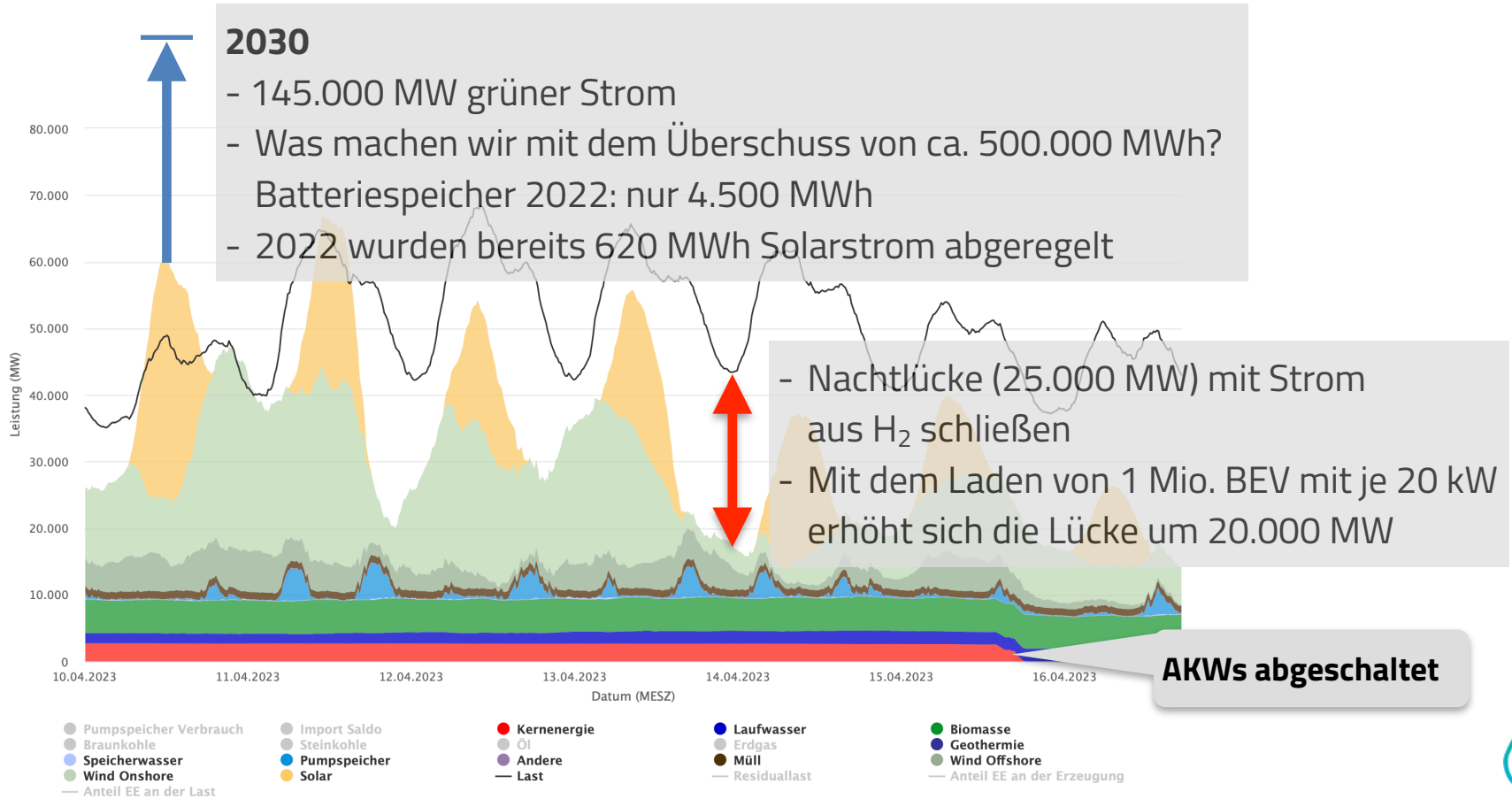
- viel zu viel Strom aus Erneuerbaren Energien (110.000 MW / 5 TWh)
- Speicherung über Wasserstoff



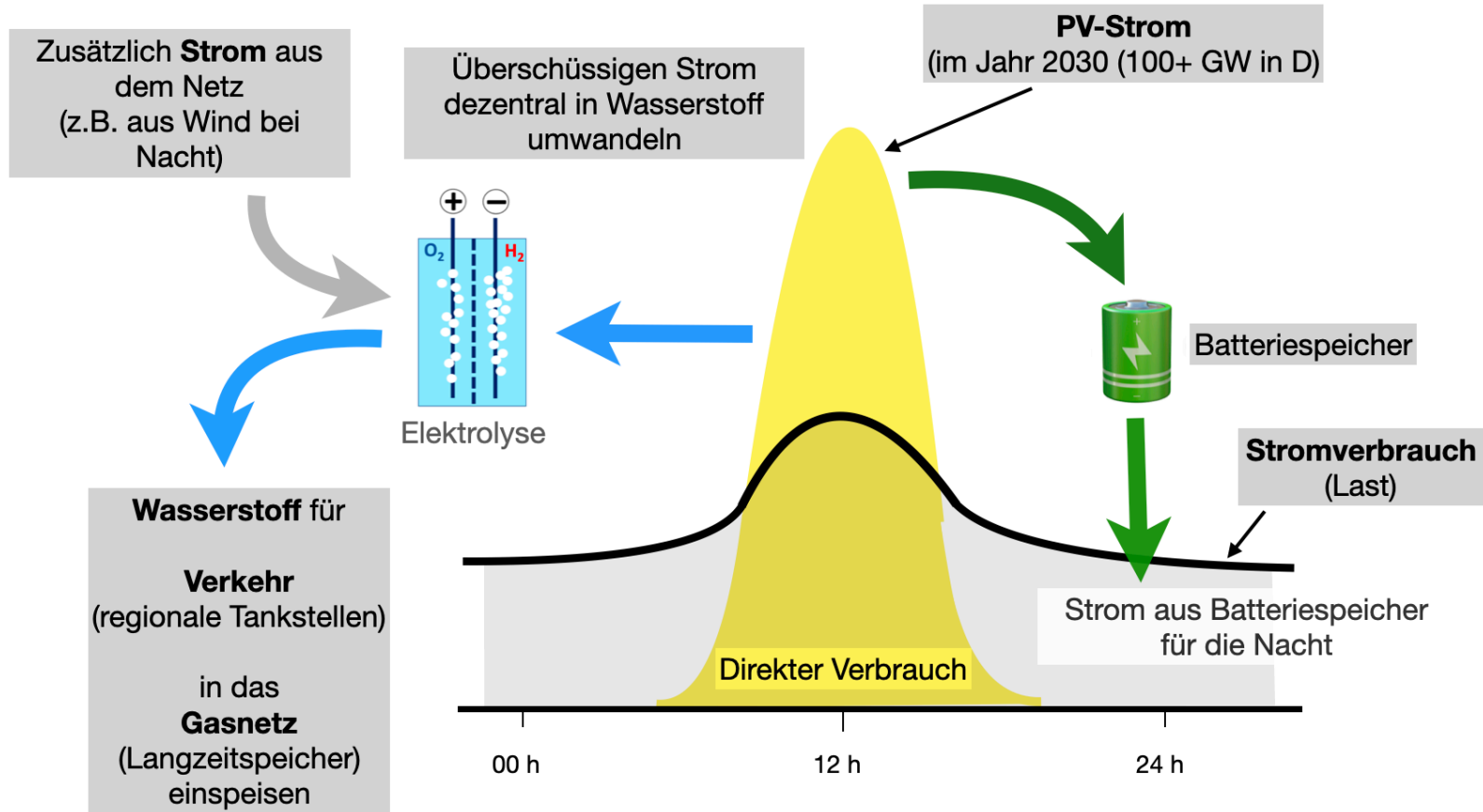
2022: 8 TWh grüner Strom abgeregelt; reicht um 16.000 Busse p.a. mit H₂ zu versorgen



Grüner Strom im April 2023 und 2030



Regionale, intelligente Speicher werden essentiell



Import von Energie (Kraftstoffe, Gas)

Heute importieren wir kontinuierlich 70% unseres Energiebedarfs -
für den Wärme und Transport-Sektor sind es fast 100%!

Der Anteil an Sonnen- und Windenergie liegt heute bei 5,1%

Und in Zukunft?

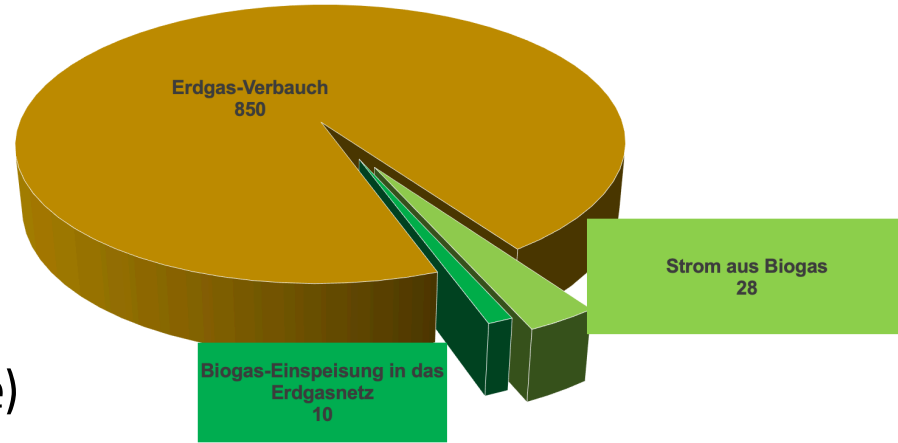


Dezember in Deutschland und Afrika



Erdgas, Biogas oder Wasserstoff?

- **Erdgas-Import D 2022: 850 TWh***
- Produktion **Strom aus Biogas: 28 TWh**
- Einspeisung Biogas: **10 TWh**
- 2,3 Mio. ha Ackerland in D für den Anbau von Energiepflanzen (Mais, Raps, Getreide)
- Würde man auf dieser Fläche Photovoltaik installieren und aus dem Strom **Wasserstoff** erzeugen, dann könnte man damit das importierte **Erdgas komplett ersetzen****
- Attraktiv für Landwirte: hohe Einnahmen, keine Kunstdünger, keine Pestizide, wenig Wasser und viel Biodiversität



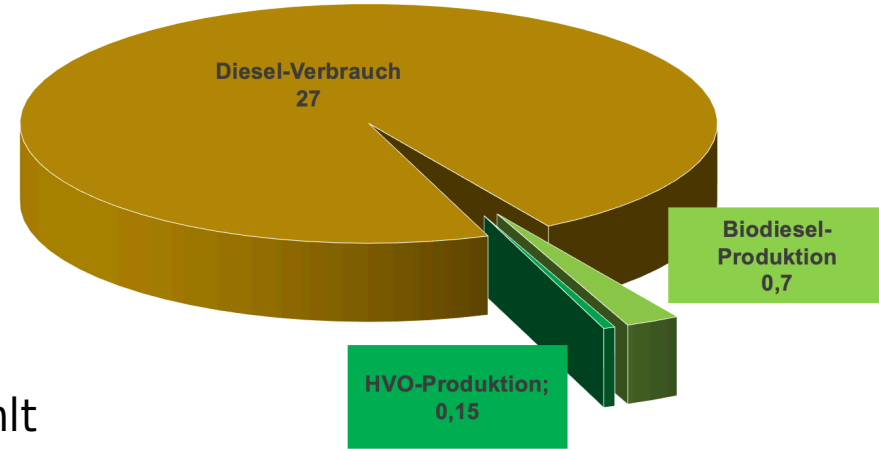
* um diese Energie als Strom zu erzeugen, bräuchte man 100 Atomkraftwerke

** Hintergrund: PV bringt 30-mal mehr Ertrag pro Fläche als Biomasse

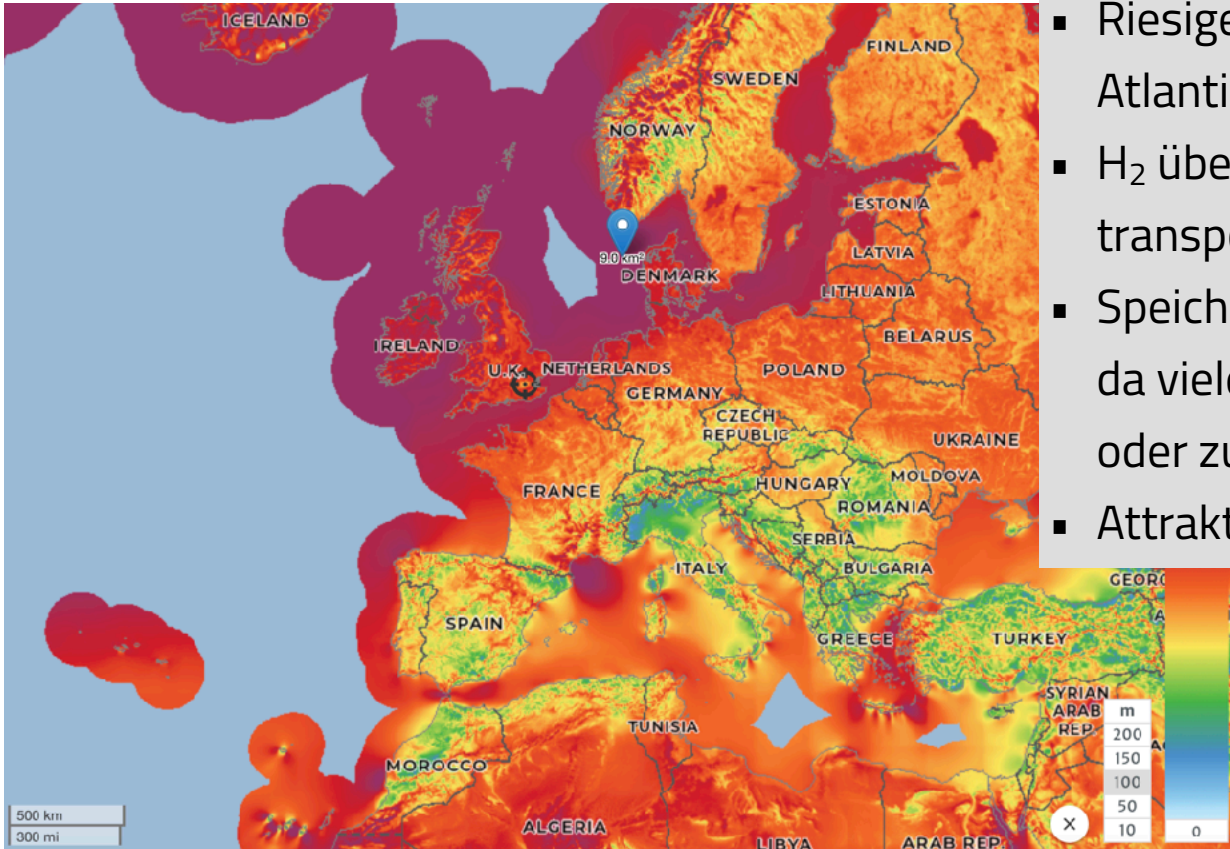


Diesel, Biodiesel oder eMethanol?

- **Kontinuierlicher Import von Kraftstoffen**
nach D: ca. 7.000 Tanklaster pro Tag!
- Weltweiter Verbrauch an **Diesel**:
27 Millionen Barrel pro Tag
- **Biodiesel/HVO** nur sehr begrenzt verfügbar
(0,7 bzw. 0,15 Mb/d); wer am meisten bezahlt
(Quoten, Image) bekommt ihn, d.h. → **netto keine Klimawirkung**
- Gefahr der **Rodung von Regenwäldern** für Kraftstoffe
→ dreifach höhere Klimawirkung als fossiler Diesel
- Die Produktion von **e-Methanol** in den Sonnengürteln dieser Erde ist dagegen in fast
beliebigen Mengen herstellbar; Import über Tanker, Zug, LKW



Import von Wasserstoff aus Windenergie

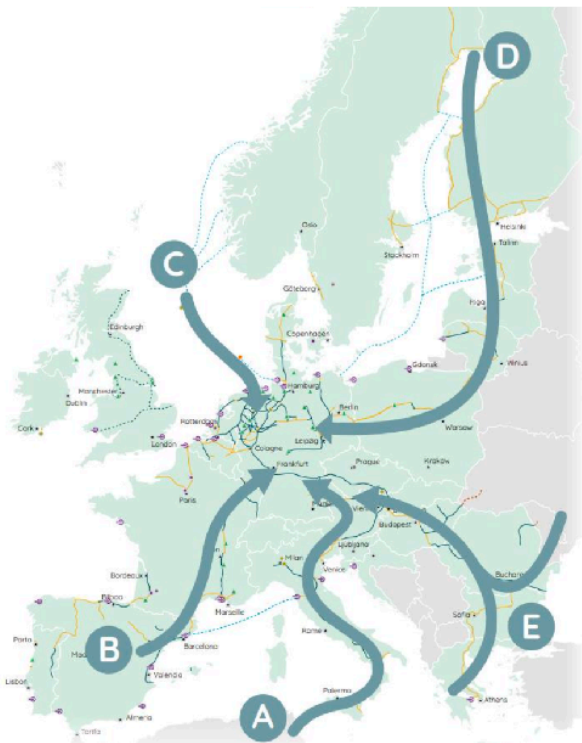


- Riesiges Potential entlang der Atlantikküste
- H₂ über bestehende Gasnetze transportieren
- Speicherung ist immer notwendig, da viele Länder gleichzeitig zu viel oder zu wenig produzieren
- Attraktive Geschäftsmodelle



Import von grünem Wasserstoff über Pipelines

- Wir haben ein exzellentes Erdgasnetz (Übertragung und Verteilung) mit Kavernen zur Speicherung
- Überschaubare Kosten für Umrüstung auf Wasserstoff - viele Projekte gestartet
- 10-fach höhere Transportkapazität im Vergleich zu Strom
- Deutlich reduzierter Bedarf für den Ausbau des Stromnetzes
- Minimale Landflächen reichen für die weltweite Energieversorgung
- Energieintensive Produkte in Ländern mit kostengünstiger Energie herstellen



Quelle: European Hydrogen Backbone



Zur irreführenden Diskussion
über
Wirkungsgrade



Wirkungsgrade in der realen Welt

Ausreichend grüner Strom zum Laden



Effizienz

70 %

Kosten

++



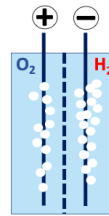
Zu wenig Sonne oder Wind³



18/25¹%

--

Hoher Überschuss an Wind oder Sonnenstrom



39/55¹%

+



35/50¹%

++

E-Antriebe mit Wasserstoff oder Methanol sind sinnvolle Optionen

1 Wirkungsgrad H₂ gerechnet, da Strom nicht anders genutzt werden kann
 2 Wasserstoff -Transport über Pipeline oder regionale Erzeugung
 3 das ist in vielen Regionen zu mehr als 80% der Zeit der Fall - trotz massiven Ausbaus von PV- und Windstrom
 4 bestehende Infrastruktur nutzen (Tanker, LKW, Tankstellen...)

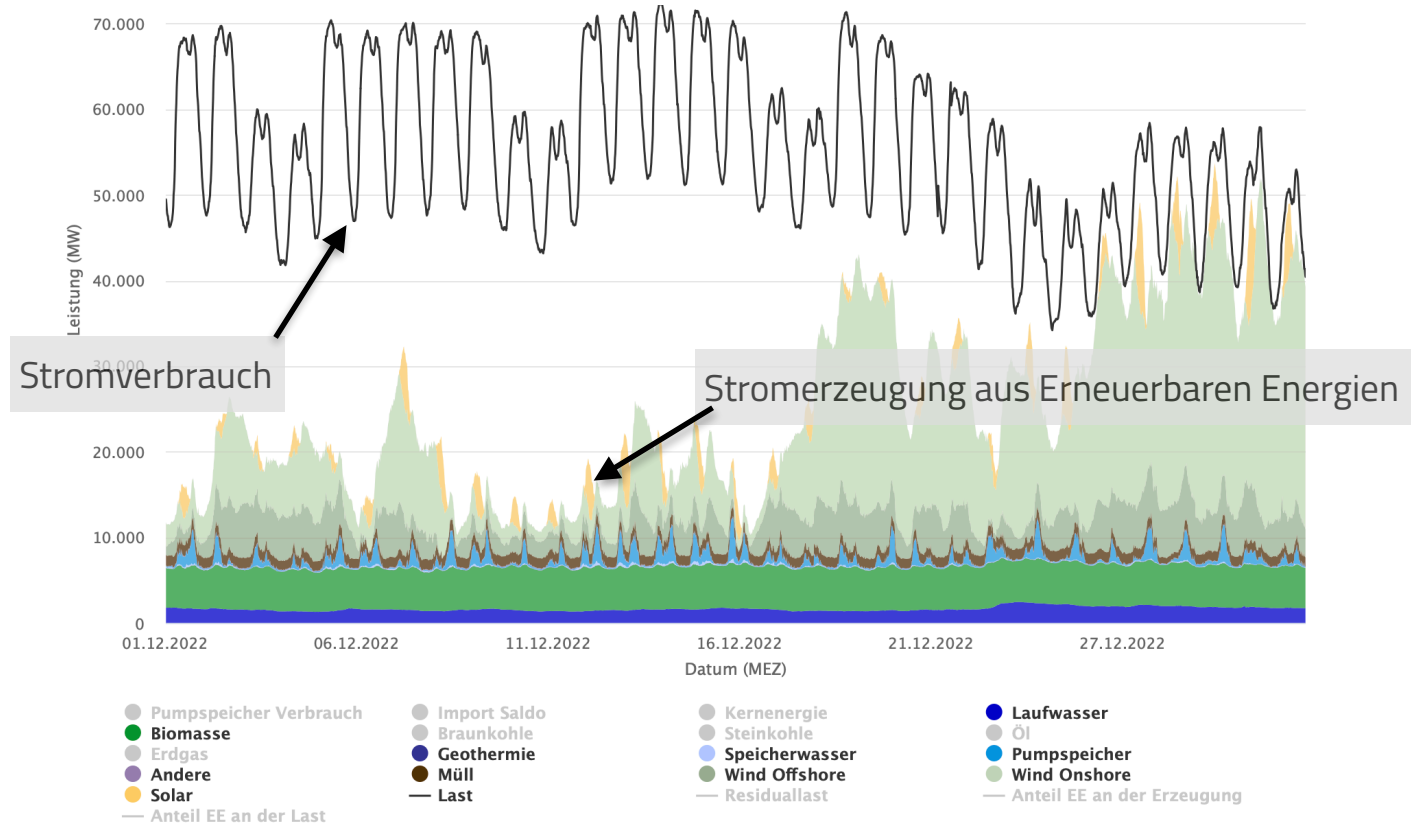


Wärmeversorgung:
Wärmepumpe, Fernwärme
oder Wasserstoff?



Woher kommt der Strom für die Wärmepumpe?

(Dezember 2022)



Quelle:

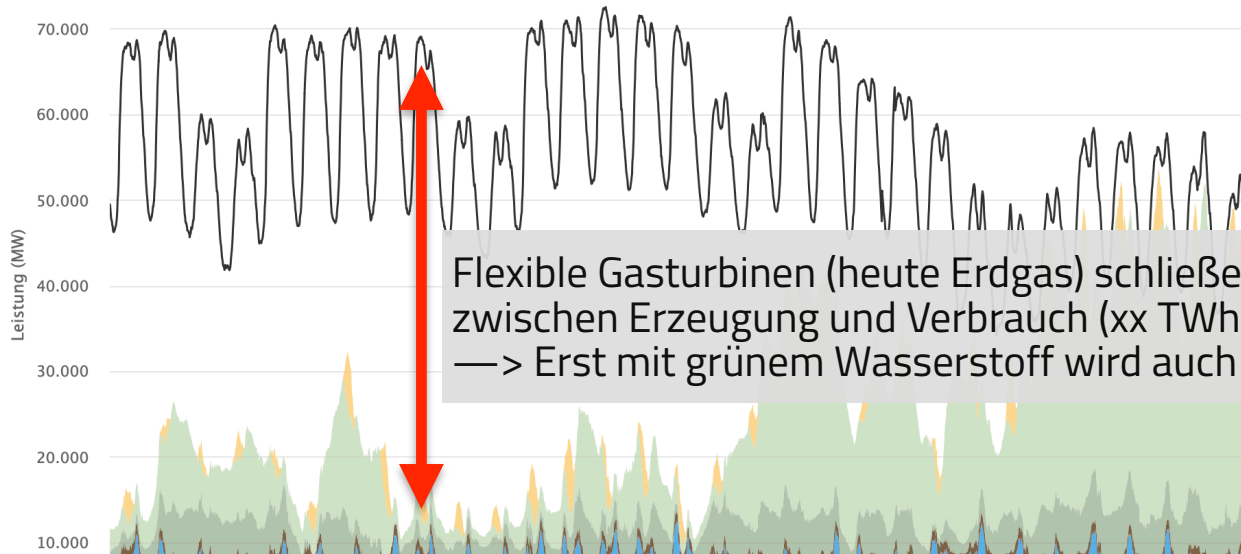
<https://www.energy-charts.info/index.html?l=de&c=DE>

Nur
Stromerzeugung
aus
Erneuerbaren
Energien
dargestellt



Klimabilanz: Gastherme oft besser als Wärmepumpe

(Dezember 2022)



Flexible Gasturbinen (heute Erdgas) schließen Lücke zwischen Erzeugung und Verbrauch (xx TWh)
—> Erst mit grünem Wasserstoff wird auch der Strom grün

- CO₂ Bilanz Wärmepumpe:
280 (COP3) bis 420 (COP2) g CO₂/kWh

- CO₂ Bilanz Gastherme:
210 g CO₂/kWh

—> ideal: dezentrale Kraftwärme-Kopplung (BHKW) - 90% Wirkungsgrad - vermeidet Ausbau Stromnetz



Strom aus Sonne und Wind

wird in fast beliebigen Mengen und kostengünstig verfügbar sein -
nur nicht unbedingt zu den Zeiten und an den Orten, wo wir ihn brauchen



**Nur über Wasserstoff wird eine bedarfsgerechte,
klimaneutrale Energieversorgung möglich**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

