

Auf dem Weg zum Klimaneutralitätsnetz in einem dekarbonisierten Energiesystem

Systemvisionen der Projektpartner

Veranstaltung am 17. Mai 2022 in Berlin

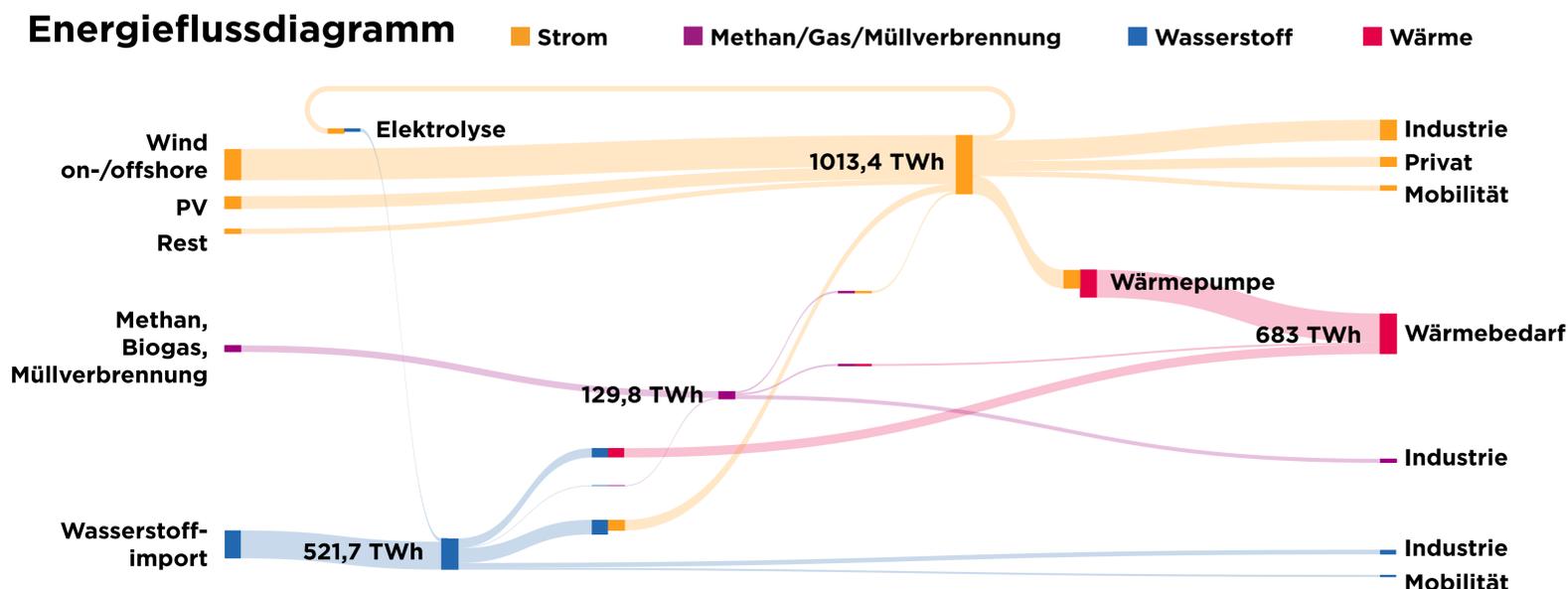
Die Zeit ist reif - für ein bisschen Entschiedenheit!

Dr. René Mono

Geschäftsführender Vorstand | 100% erneuerbar stiftung

100 | prozent
erneuerbar
stiftung

Energieflussdiagramm



LinkedIn



Webseite



Zum Artikel

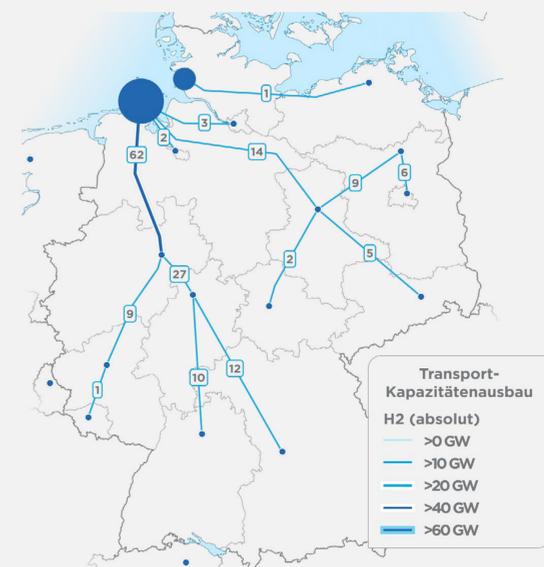
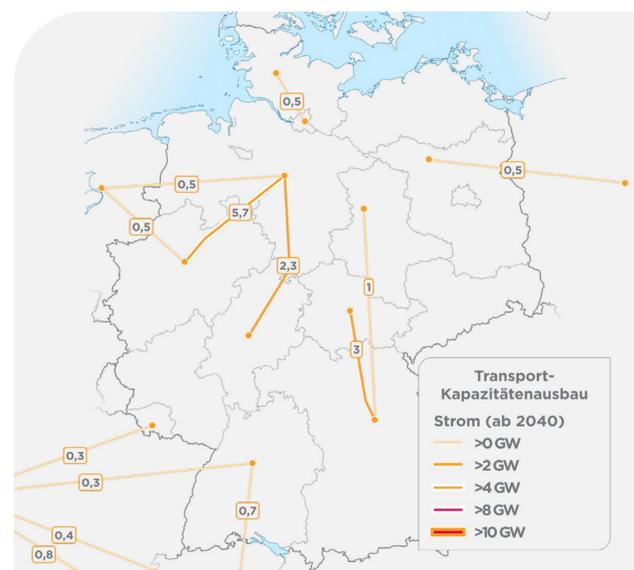


Kernannahmen

- 1) Windenergie an Land (180 GW) und Photovoltaik (Aufdach-Anlagen: 140 GW und auf der Freifläche: 85 GW) bilden die tragende Säule des zukünftigen Energiesystems.
- 2) Wind Offshore spielt mit insgesamt 35 GW eine komplementäre Rolle.
- 3) Die Gesamtstromnachfrage verdoppelt sich im Jahr 2050 im Vergleich zu 2020 auf 1.013 TWh.
- 4) Die Wasserstoffnachfrage steigt bis 2050 auf 522 TWh.

Kernbotschaften

- 1) Es gibt viele Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem - welchen Weg zur Klimaneutralität man wählt, ist eine politische Frage.
- 2) Dezentralität macht vieles einfacher, aber nicht alles. In meiner Systemvision wird kaum Stromnetzausbau über den Netzentwicklungsplan (NEP) 2040 hinaus erforderlich sein.
- 3) Der richtige Systementwicklungspfad ist eine normative, keine technologische Frage. Kriterien wie Teilhabe, Verteilung der Wertschöpfung und Akteursvielfalt sollten in einem möglichst offenen Diskurs erörtert werden.



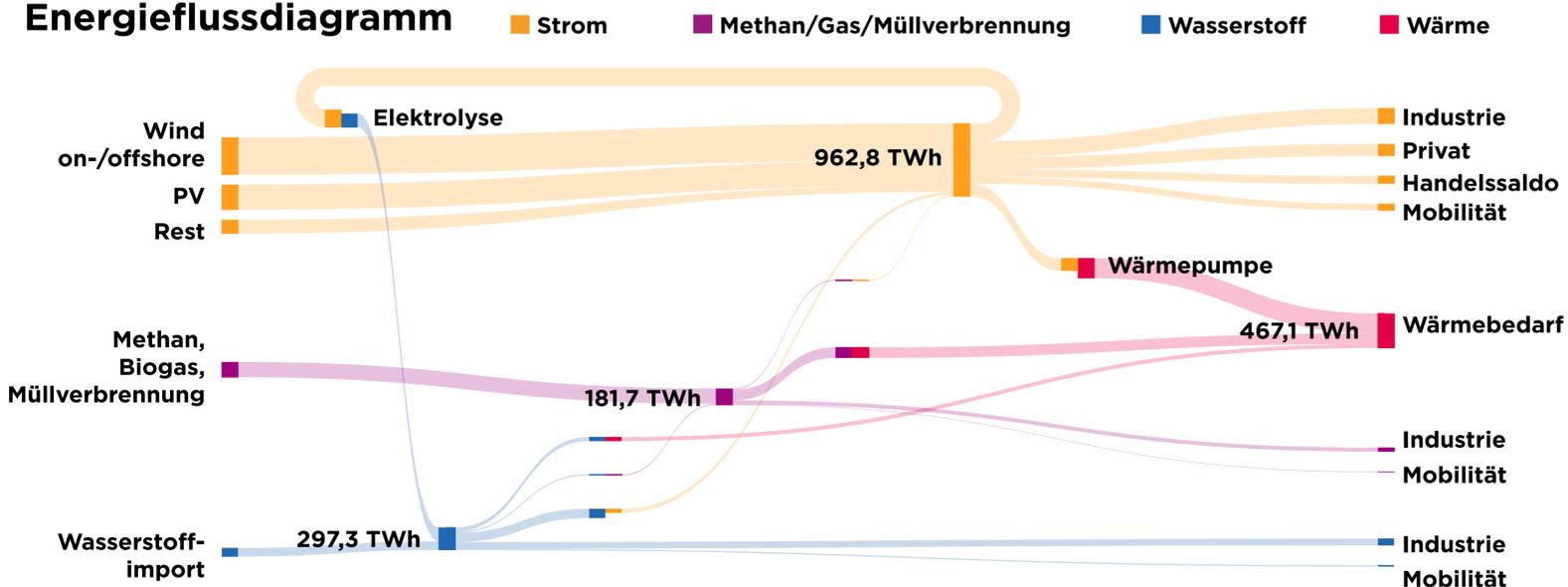
Energiesparend und dezentral organisiert - eine Energiezukunft für Klimaschutz und Naturschutz

Dr. Werner Neumann

Sprecher des Bundesarbeitskreises Energie | Bund für Umwelt
und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)



Energieflussdiagramm



Twitter



Zum Video



Zum Artikel



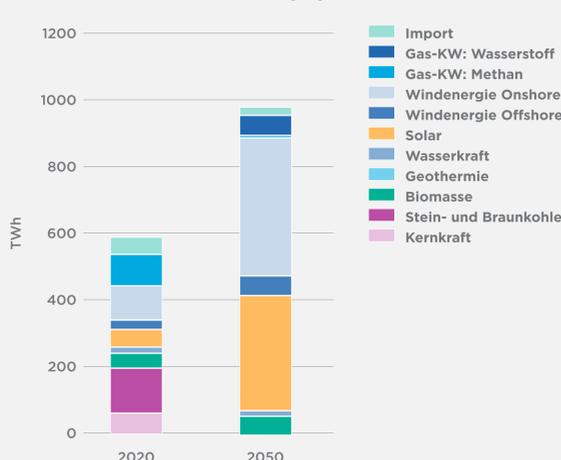
Kernannahmen

- 1) Windenergie onshore hat Vorrang und liefert 400 TWh Strom auf zwei Prozent der Landesfläche.
- 2) Windenergie offshore wird auf 15 GW Leistung begrenzt, da der BUND hier die Belastungsgrenze der Meeresökologie sieht.
- 3) Photovoltaik wird auf 350 TWh Strom ausgebaut, zu etwa zwei Drittel auf Gebäuden und versiegelten Flächen und ein Drittel auf landwirtschaftliche Flächen.
- 4) Wasserstoff stellt die Stromreserve und einen wichtigen Anteil der elektrischen Energie für die Industrie bereit.

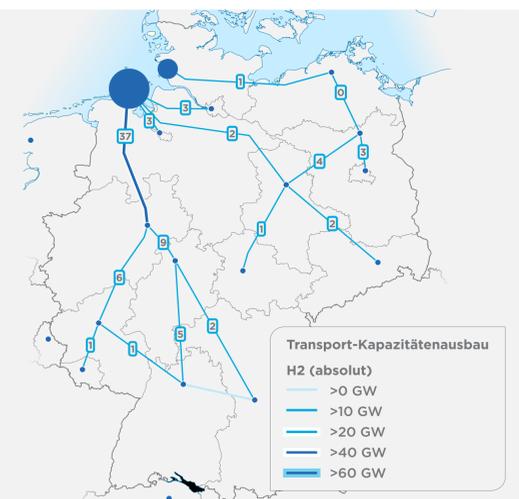
Kernbotschaften

- 1) Ein auf regionaler Optimierung beruhender Strommarkt, bei dem dezentral fluktuierender Strom aus Wind und Sonne mit steuerbaren Kraftwerken auf Basis von Biomasse und Wasserstoff ausgeglichen wird, benötigt keinen großen Ausbau des Übertragungsnetzes.
- 2) Die Regeln
 - Vorrang Energieeffizienz auf allen Ebenen
 - Einführung dezentraler Strom- und Wärmemärkte mit 10 bis 20 Preiszonen
 - Kosten-Nutzen-Analysen beim Netzausbau sind einfach, aber hochwirksam.
- 3) Die Energiewende sollte durch lokale Akteure, Bürger*innenenergie, den Stadtwerken und den Energiegenossenschaften organisiert werden.

Stromerzeugung in Deutschland



Wasserstoffnachfrage und Wasserstoffproduktion

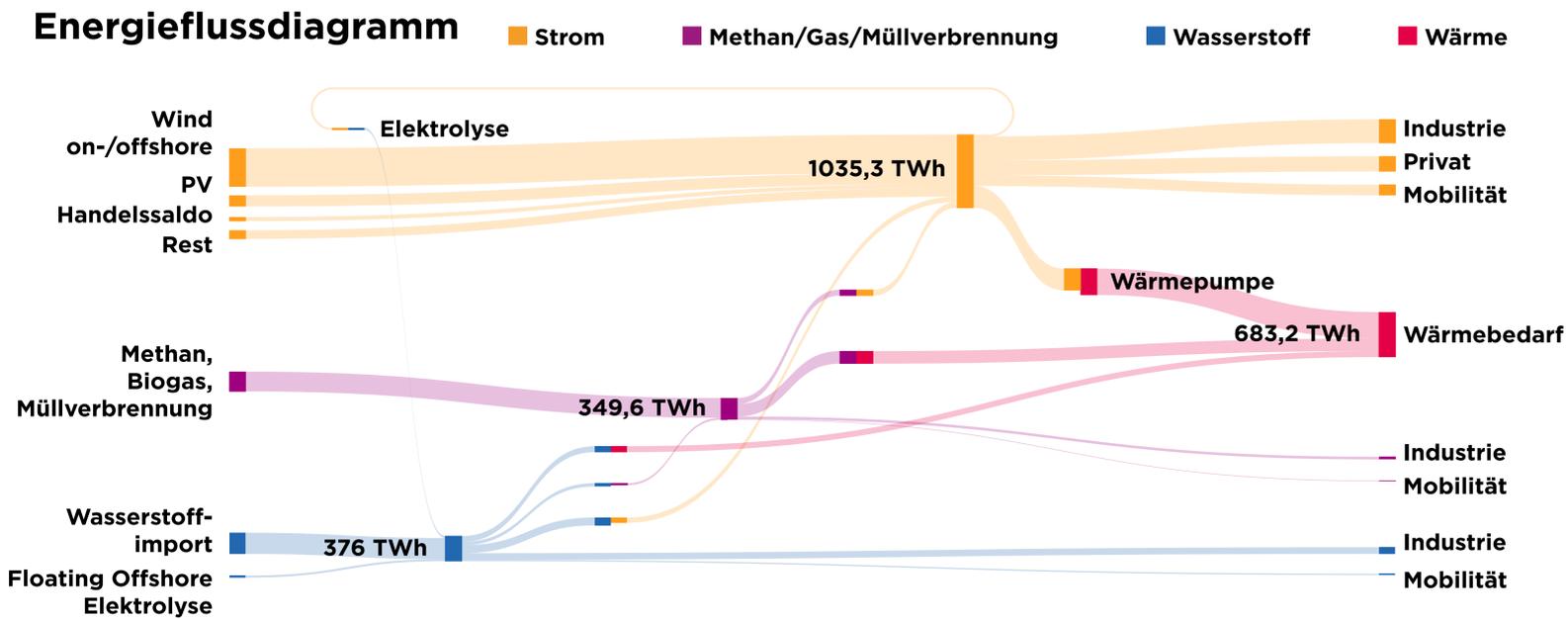


Windenergie zur Hauptsäule der Stromerzeugung machen

Stefan Thimm & Johanna Kardel
Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V. (BWO)



Energieflussdiagramm



Twitter



LinkedIn



Zum Artikel



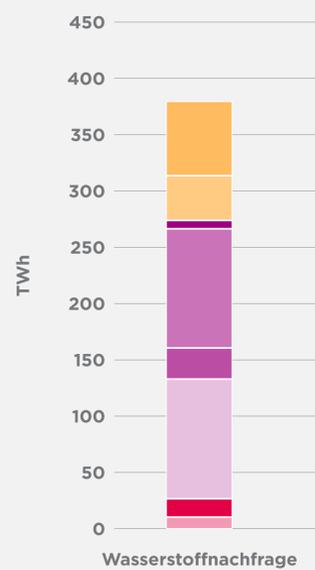
Kernannahmen

- 1) Im Jahr 2050 sind 70 GW Offshore-Wind installiert – davon 10 GW für Elektrolyse auf hoher See.
- 2) Windenergie wird zur Hauptsäule der Energiewende mit 150 GW Onshore-Wind und 70 GW Offshore-Wind. Außerdem kommen 126 GW Aufdach-Photovoltaik und 60 GW Freiflächen-Photovoltaik hinzu.
- 3) Die Wasserstoffnachfrage steigt bis 2050 auf 376 TWh an, mit einem Importanteil i.H.v. 318 TWh.

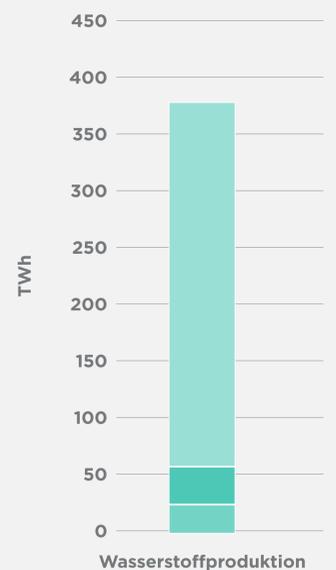
Kernbotschaften

- 1) Die steigende Stromnachfrage zeigt, dass so viel erneuerbare Energien wie möglich ausgebaut werden müssen – und das nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Europa.
- 2) Windenergie offshore und onshore müssen die Hauptsäulen der Energiewende werden.
- 3) Ohne grünen Wasserstoff kann die Klimaneutralität nicht gelingen.

Wasserstoffnachfrage

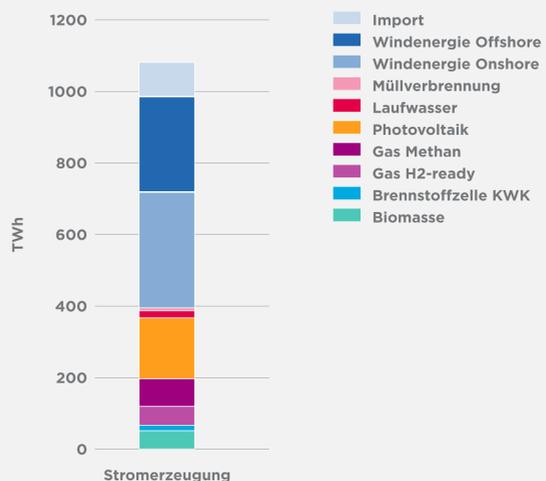


Wasserstoffproduktion

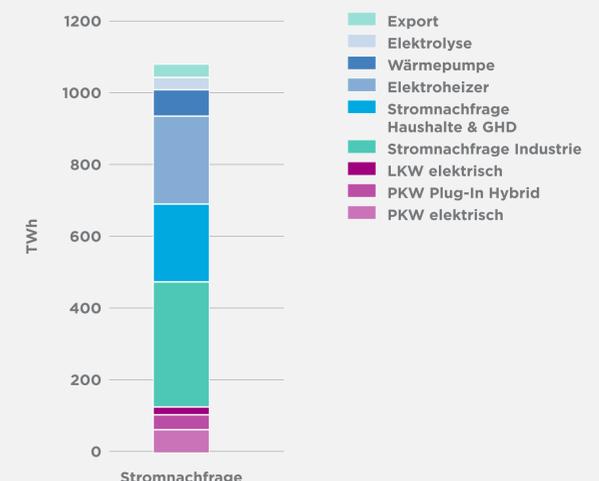


- Wasserstoffbrenner
- Methanisierung
- Wasserstoffbeimischung
- Gas H2-ready
- Brennstoffzelle KWK
- Wasserstoffnachfrage Industrie
- LKW Brennstoffzelle
- PKW Brennstoffzelle
- Import grüner Wasserstoff
- Floating Offshore Elektrolyse
- Elektrolyse

Stromerzeugung



Stromnachfrage



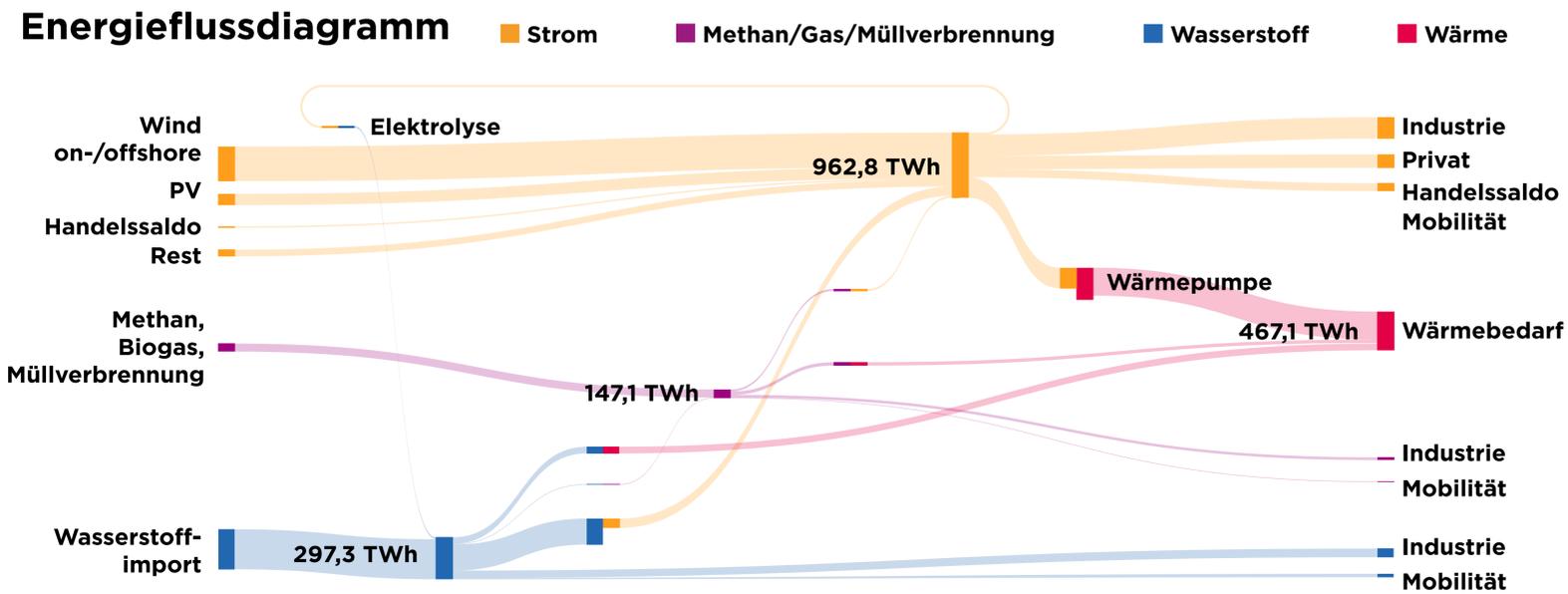
Worauf warten wir noch? Die Technologien für mehr Klimaschutz sind da. Nutzen wir sie!

Lars Petereit

Referent Politik & Energiewirtschaft |
Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.



Energieflussdiagramm



LinkedIn



Zum Video



Zum Artikel

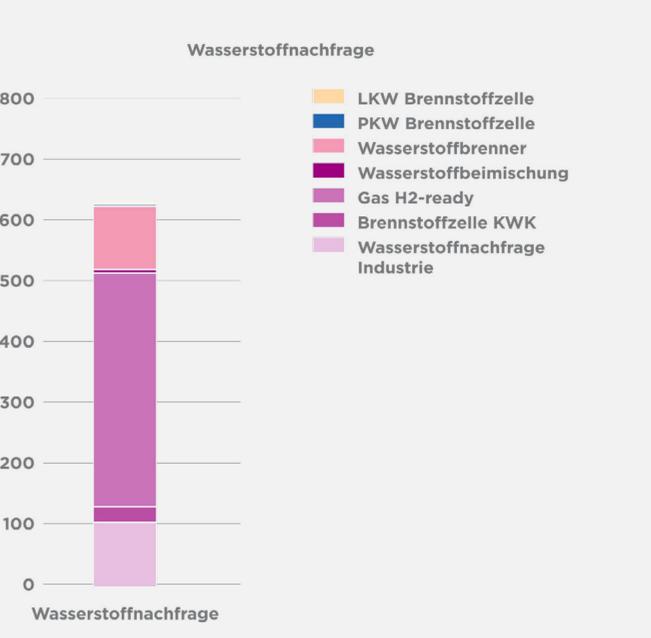
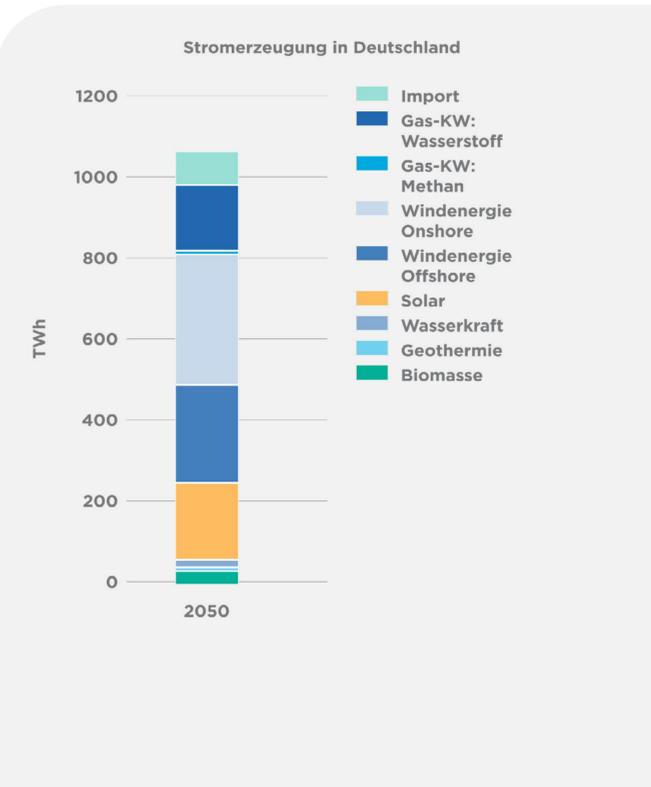


Kernannahmen

- 1) Die direkte Nutzung von Strom in einem erneuerbaren Energiesystem wird aufgrund der hohen Effizienz großflächig bevorzugt.
- 2) Die Elektrifizierung von Wärme, Verkehr und Industrie führt zu einem höheren Stromverbrauch. Im Bereich der Gebäudewärme sind Wärmepumpen im Einsatz, im Bereich der Industrie zusätzlich Elektroheizer und Wasserstoffbrenner.
- 3) Wasserstoff kommt vornehmlich in der Industrie für stoffliche Nutzung und Prozesswärme sowie bei der Befuerung von Back-Up-Kraftwerken zum Einsatz

Kernbotschaften

- 1) Kurzfristig gilt es, einen fairen Wettbewerb um Klimaschutz zu ermöglichen, was nicht allein über den CO₂-Preis geht. Daher ist das dringendste Handlungserfordernis eine deutliche Entlastung des Strompreises.
- 2) Entscheidend ist eine rasche und seitens der Marktakteure klar erkennbare Ausrichtung der Energiepreisregulierung mit dem Ziel eines fairen Wettbewerbs der Klimaschutztechnologien.
- 3) Die Digitalisierung der Stromnetzinfrastuktur muss auch von der politischen Seite konsequent angereizt und vorangetrieben werden.

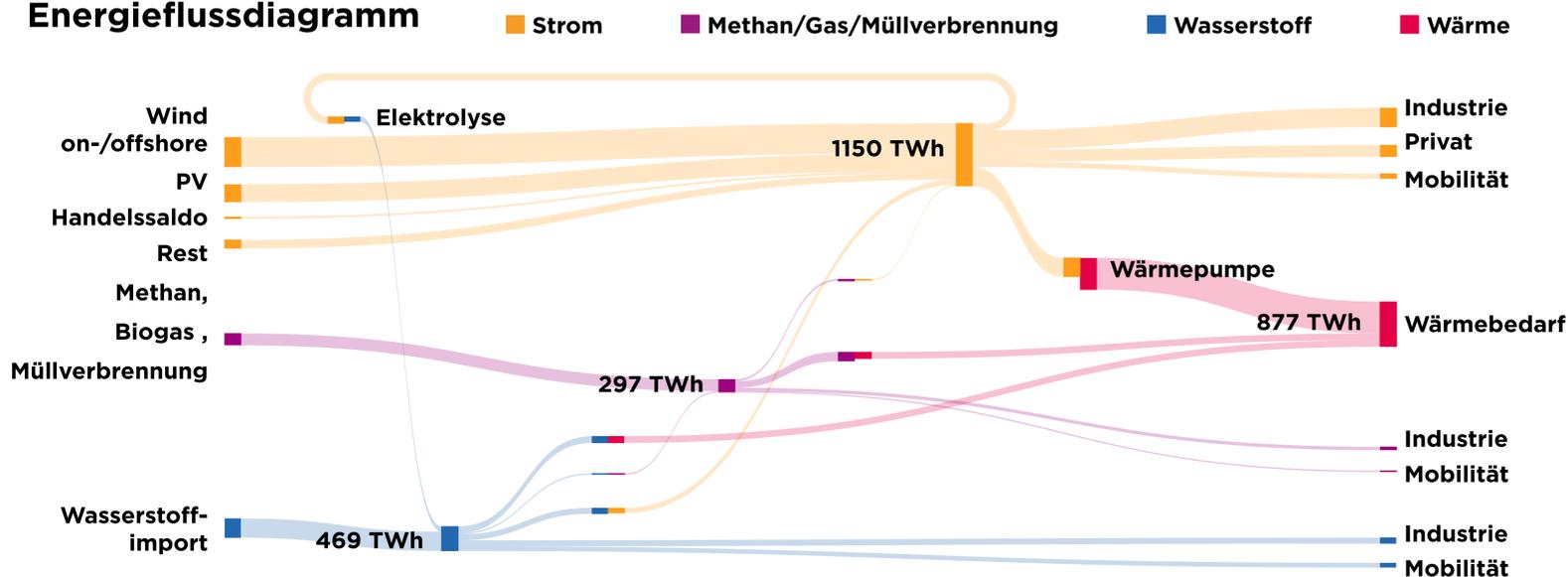


Die Energiewende kann gelingen, aber der Energiebedarf bleibt hoch

Online Community

Onlineumfrage mit 143 Teilnehmern auf LinkedIn und Twitter

Energieflussdiagramm



Videos



Webseite



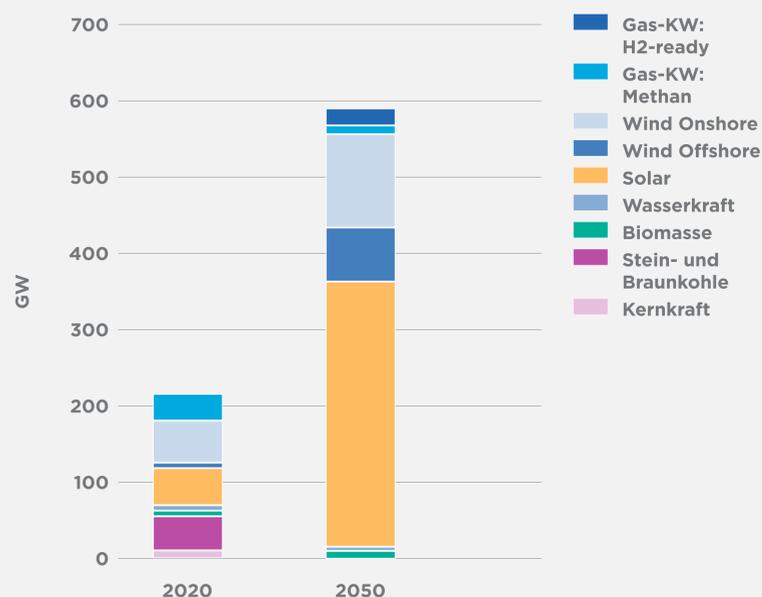
Kernannahmen

- 1) Die Community erwartet eine anhaltende Elektrifizierung: Die Nachfrage nach Elektrizität steigt anahmegemäß von heute 550 TWh auf 1200 TWh deutlich
- 2) Entgegen den aktuellen Diskussionen um „Sanierungsrate“ und „Effizienz“ unterstellt die Community einen weiterhin hohen Bedarf an Raumwärme
- 3) Bei der Windenergie wird mit 220 GW installierter Leistung ein deutlicher Ausbau gesehen. Bei der Solarenergie hat die Mehrzahl das Kreuz bei 350 GW gesetzt, was etwa einer Versiebenfachung gegenüber heute entspräche
- 4) Die gesicherte Leistung wird durch 35 GW Gaskraftwerke bereitgestellt, die größtenteils H2-ready sind. Dabei streuen die Antworten über alle Antwortmöglichkeiten zwischen 20-80 GW

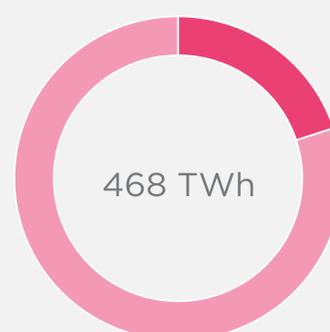
Kernbotschaften

- 1) Die Stromnachfrage ist hoch, aber der Ausbau der Erneuerbaren kann Schritt halten – dementsprechend ist der Anteil von Wind und Sonne am Strommix mit 78% erheblich
- 2) Neben Strom wird im „Community-Szenario“ der grüne Wasserstoff zu einer Herausforderung für die Energiebereitstellung. Hier zeigt sich ein Bedarf i.H.v. 468 TWh, der immerhin zu 20% durch inländische Elektrolyse gedeckt werden kann
- 3) Auf der Verbrauchsseite sollten Wärmepumpen und E-Fahrzeuge verstärkt in den Fokus genommen werden, damit auch hier die Transition gelingen kann

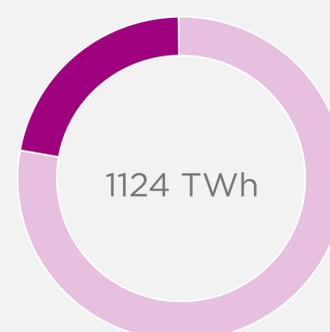
Stromerzeugung: Installierte Kapazitäten



Wasserstoffbedarf



Stromerzeugung



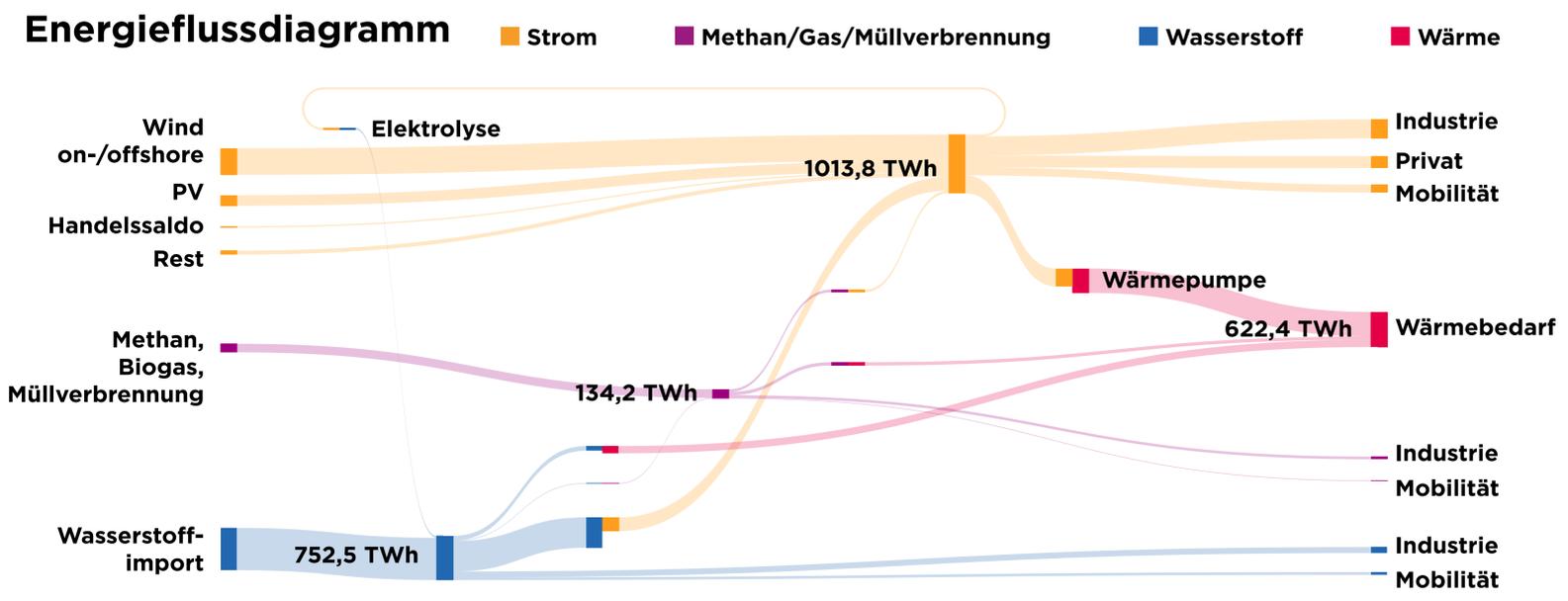
Elektrolyse 20% Import 80% Sonstige Stromerzeugung 22% Wind- und Solar-Stromerzeugung 78%

Treibhausgasneutrales Energiesystem 2050: Was braucht es für eine sichere und wirtschaftlich tragfähige Energieversorgung?

Till Bullmann & Jakob Flechtner
Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V.



Energieflussdiagramm



Twitter



Zum Video



Zum Artikel



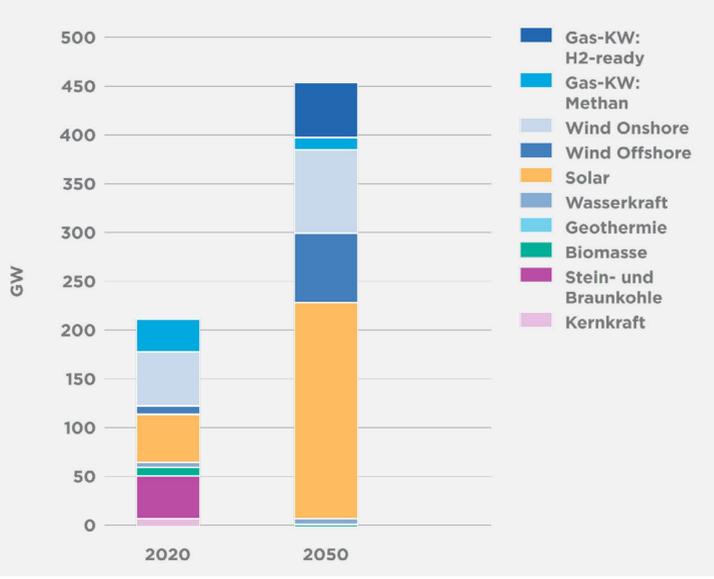
Kernannahmen

- 1) Deutschland bleibt Industrieland. Der Strombedarf der Industrie ist hoch (322 TWh). Wasserstoff spielt für die stoffliche Nutzung eine wichtige Rolle (105 TWh).
- 2) Deutschland bleibt auf den Import von Energie angewiesen (inklusive Wasserstoff). Die Kapazität der Strom-Interkonnektoren ist nur wenig höher als die aktuell für 2040 geplanten Kapazitäten.
- 3) Es erfolgt ein umfangreicher EE-Ausbau (Wind Onshore 85 GW, PV-Dach 126 GW, PV-Freifläche 93 GW, Wind Offshore 70 GW).
- 4) Versorgungssicherheit: hohe gesicherte Leistung von H2-Turbinen (55 GW).

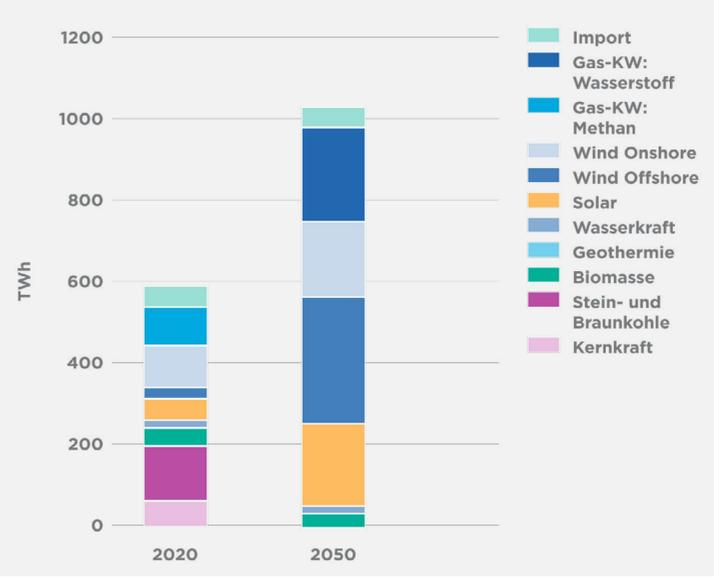
Kernbotschaften

- 1) Ein effektiver und effizienter Klimaschutz braucht den Ausbau des europäischen Stromnetzes.
- 2) Trotz des umfangreichen Ausbaus erneuerbarer Energien reicht die erzeugte Energiemenge nicht aus, um die künftige Nachfrage zu decken. Anders als heute wird Deutschland zum Nettostromimporteur.
- 3) Für die Wärmeversorgung von Gebäuden, in der Fernwärme, aber auch in der Industrie übernehmen Wärmepumpen eine zentrale Rolle.

Stromerzeugung: Installierte Kapazitäten



Stromerzeugung in Deutschland



Wasserstoffbedarf



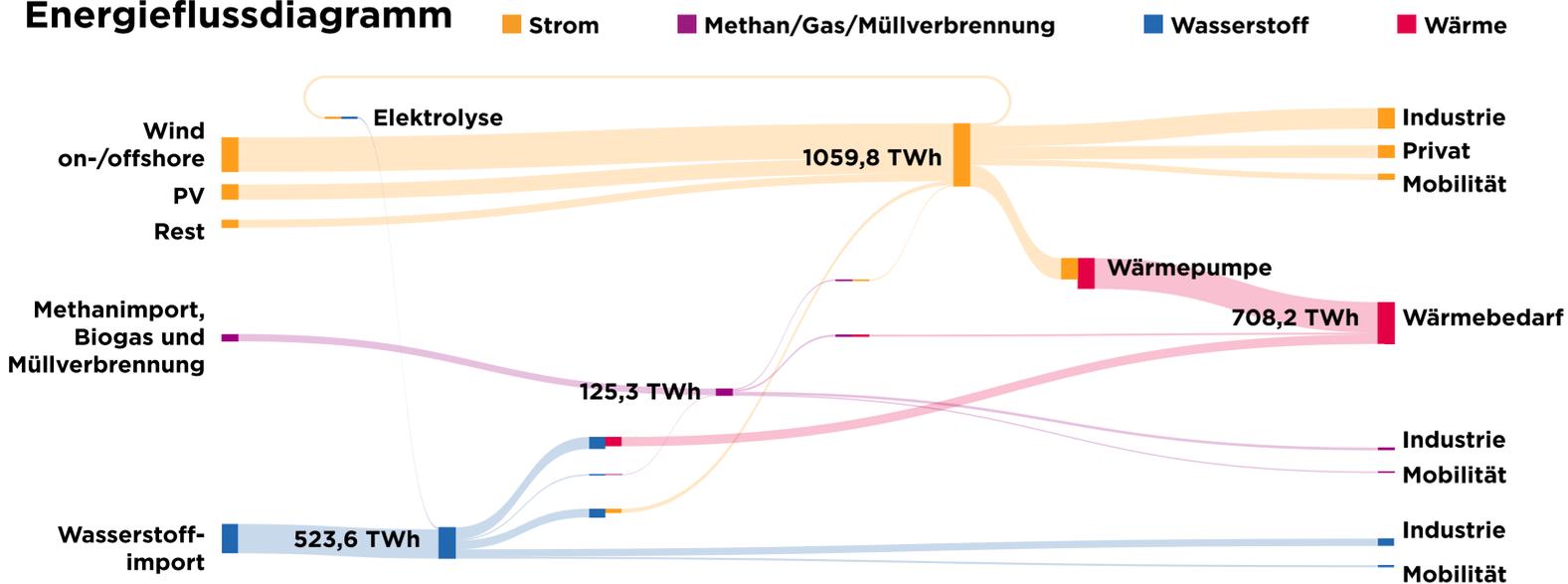
Weniger Energiehunger für mehr Nachhaltigkeit. Welche Weichen wir für eine dekarbonisierte Gesellschaft stellen müssen

Nadine Bethge

Stellvertretende Bereichsleiterin Energie & Klimaschutz |
Deutsche Umwelthilfe e.V.



Energieflussdiagramm



Twitter



Zum Video



Zum Artikel



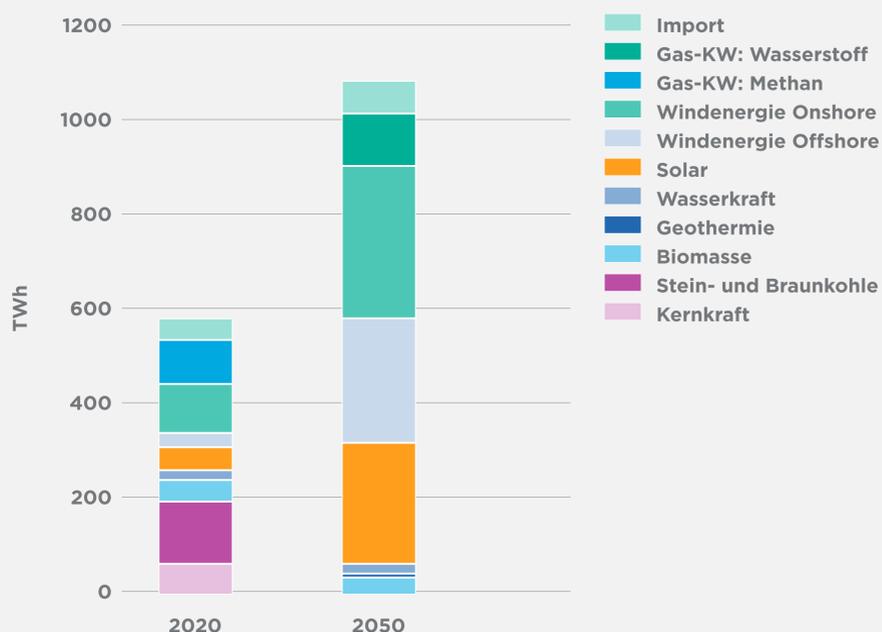
Kernannahmen

- 1) Die Gesamtstromnachfrage verdoppelt sich 2050 im Vergleich zu 2020 auf 1.060 TWh pro Jahr.
- 2) Die Erzeugungskapazitäten entwickeln sich bis 2050 wie folgt: 150 GW Wind Onshore, 60 GW Wind Offshore, 200 GW Aufdach-Photovoltaik und 78 GW Photovoltaik Freifläche.
- 3) 24 Mio. Elektrofahrzeuge sind in Deutschland 2050 zugelassen.
- 4) Die Wasserstoffnachfrage steigt bis 2050 auf 524 TWh.

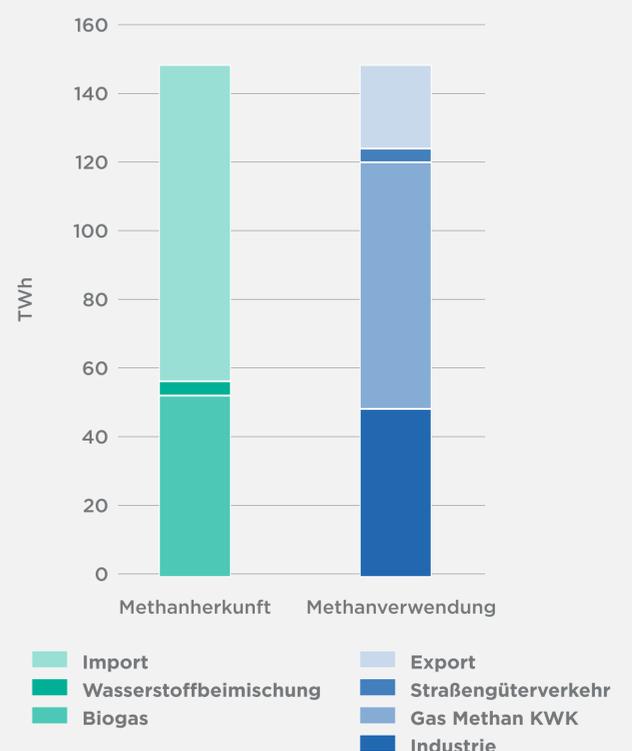
Kernbotschaften

- 1) Die grüne, erneuerbare Welt ist nicht machbar, wenn wir weiter unseren gigantischen Energiehunger ausleben.
- 2) Wir müssen mehr sanieren, besser dämmen, effizienter heizen, echte Passivhäuser bauen!
- 3) Der ÖPNV muss ganz klar für die Mobilitätswende in den Fokus kommen.
- 4) Wir brauchen alle schlaun Köpfe und fleißigen Hände, um die Transformation zu pushen!

Stromerzeugung in Deutschland



Methanherkunft und -verwendung



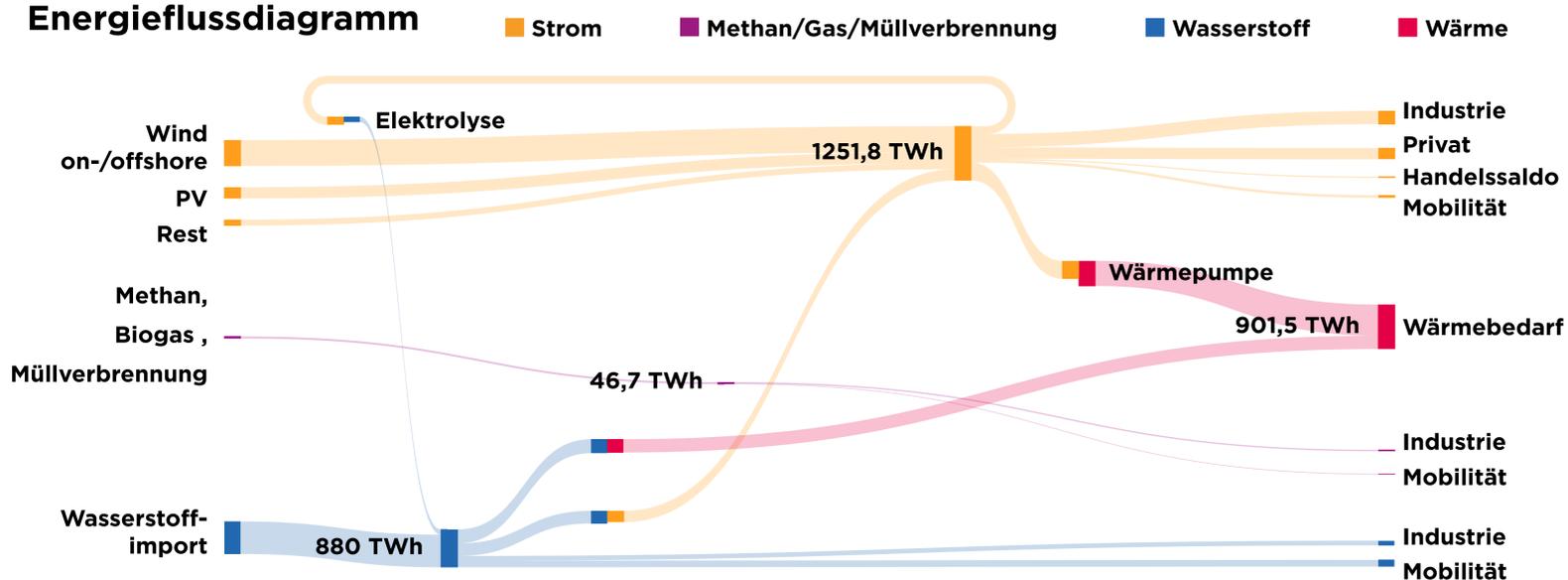
Grüner Wasserstoff als Grundpfeiler des globalen Energiesystems

Werner Diwald

Vorstandsvorsitzender des DWV |
Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband



Energieflussdiagramm



Twitter



LinkedIn



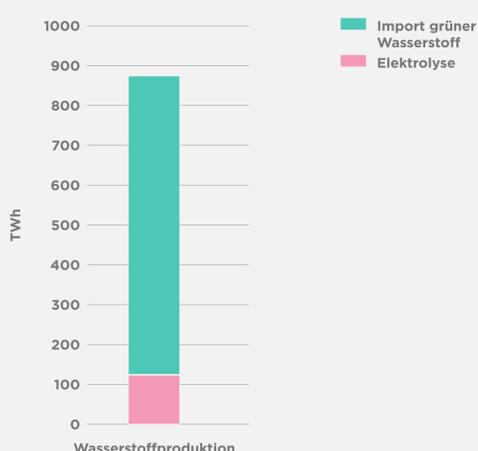
Kernannahmen

- 1) Der Bedarf an grünem Wasserstoff wird sich im ersten klimaneutralen Jahr auf rund 880 TWh belaufen, wovon rund 15 Prozent durch heimische Elektrolyse bereitgestellt werden
- 2) Der Strombedarf wird bei 1250 TWh liegen, der zu fast drei Viertel über Wind- und Solarenergie erzeugt wird
- 3) Brennstoffzellen werden einen wichtigen Beitrag zur Strom- und Wärmeerzeugung leisten. Für den Wärmemarkt wird sich eine Nachfrage von 901 TWh entwickeln

Kernbotschaften

- 1) Nachhaltiger Klimaschutz wird – zumindest im Rahmen des Energiesystems – nur durch die Abkehr von fossilen Energieträgern möglich sein. Grüner Wasserstoff kann ortsunabhängig erzeugt, gespeichert und eingesetzt werden.
- 2) Mit dem erforderlichen Hochlauf einer deutschen und europäischen grünen Wasserstoff-Marktwirtschaft ergibt sich eine enorme wirtschaftliche Chance für Deutschland und Europa. Damit dieses Potenzial erschlossen werden kann, bedarf es weitsichtiger regulatorischer Rahmenbedingungen.
- 3) Die Systemvision des DWV zeigt ganz klar: Deutschland ist dazu in der Lage, eine klimaneutrale und sichere Energieversorgung zu realisieren. Grüner Wasserstoff wird dabei unverzichtbar sein.

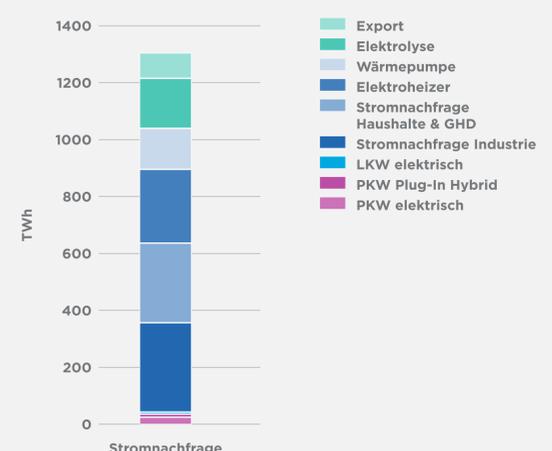
Wasserstoffproduktion



Wasserstoffnachfrage



Stromnachfrage



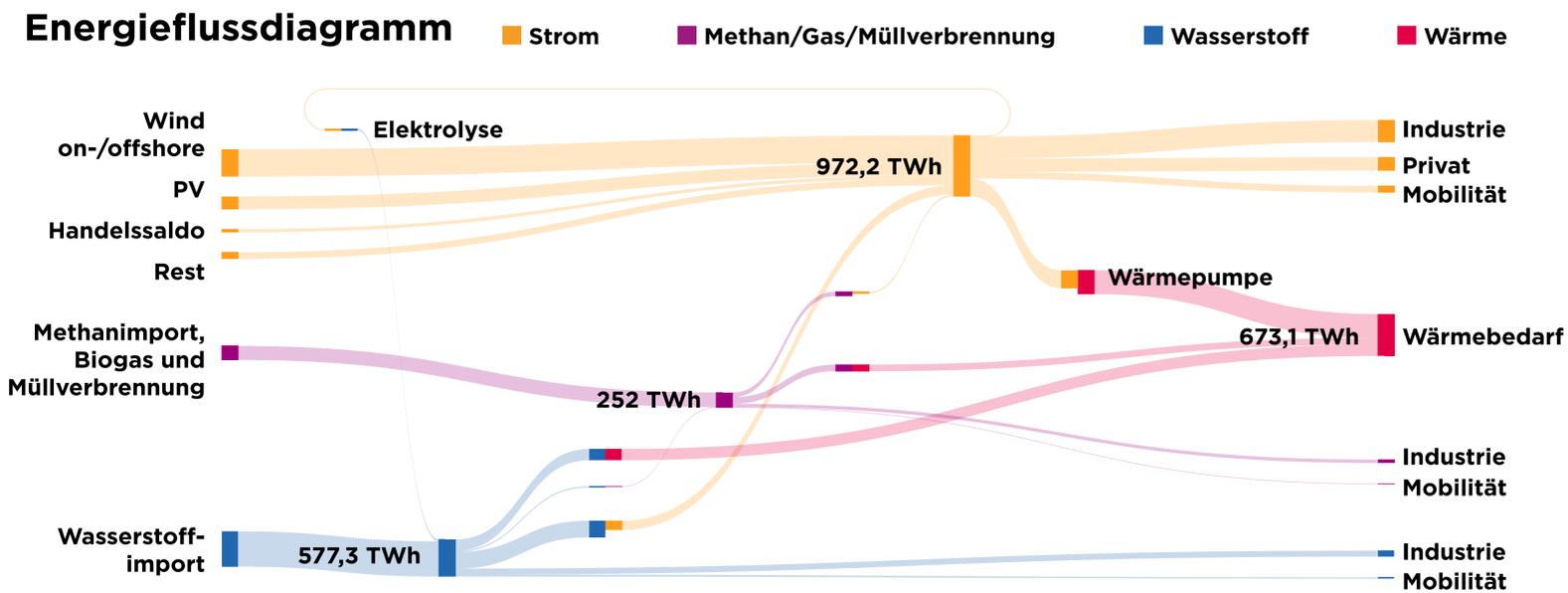
Unsere Vision: Die Verbrauchsseite stärker einbeziehen

Jan Zacharias

Manager Regulatory Affairs | Entelios AG



Energieflussdiagramm



Twitter



Zum Video



Zum Artikel

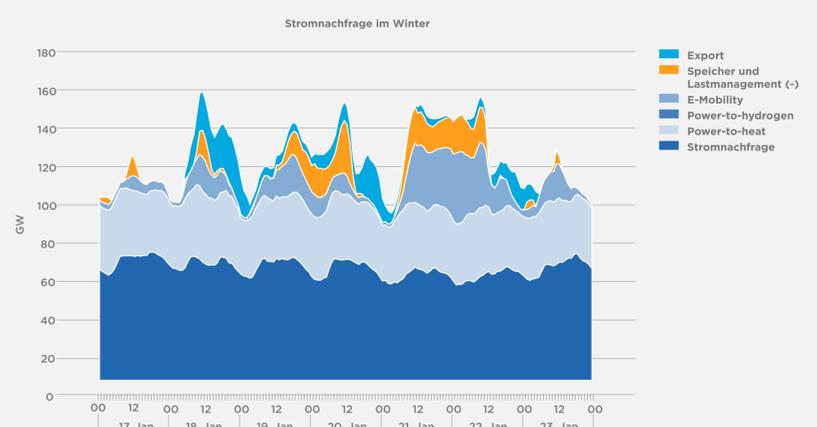
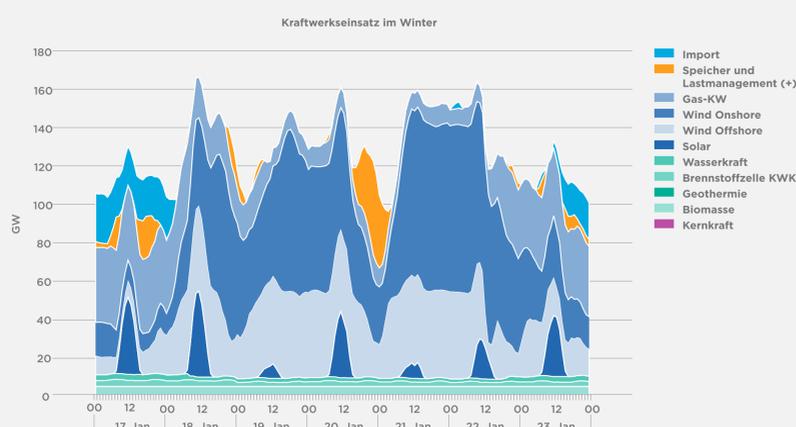
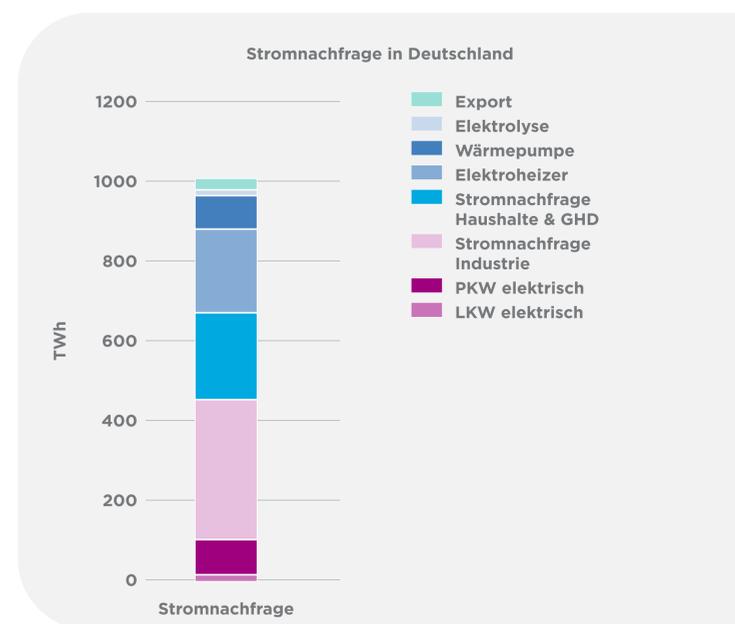


Kernannahmen

- 1) Das Energiesystem wird getragen insb. von On- und Offshore-Windenergie sowie Photovoltaik.
- 2) In unserem Szenario ist Deutschland weiterhin ein Industriestandort, mit hoher industrieller Stromnachfrage von 332 TWh.
- 3) Die Netzbetreiber können auf 25 GW Lastmanagement-Potenzial zurückgreifen.

Kernbotschaften

- 1) Wird das Lastmanagement-Potenzial der Industrie vollständig genutzt, braucht es weniger neue Kraftwerke und Netzausbau. Und das sogar bei geringeren Kosten und höherer Akzeptanz.
- 2) Erneuerbare und Lastmanagement ergänzen sich. Erneuerbare können durch Einspeisereduktion negative Flexibilität bereitstellen, während Industrieanlagen durch Verbrauchsreduktion positive Flexibilität liefern.
- 3) Die Kosteneffizienz durch Lastmanagement zeigt die richtige Richtung an und sollte unbedingt weiter untersucht werden.

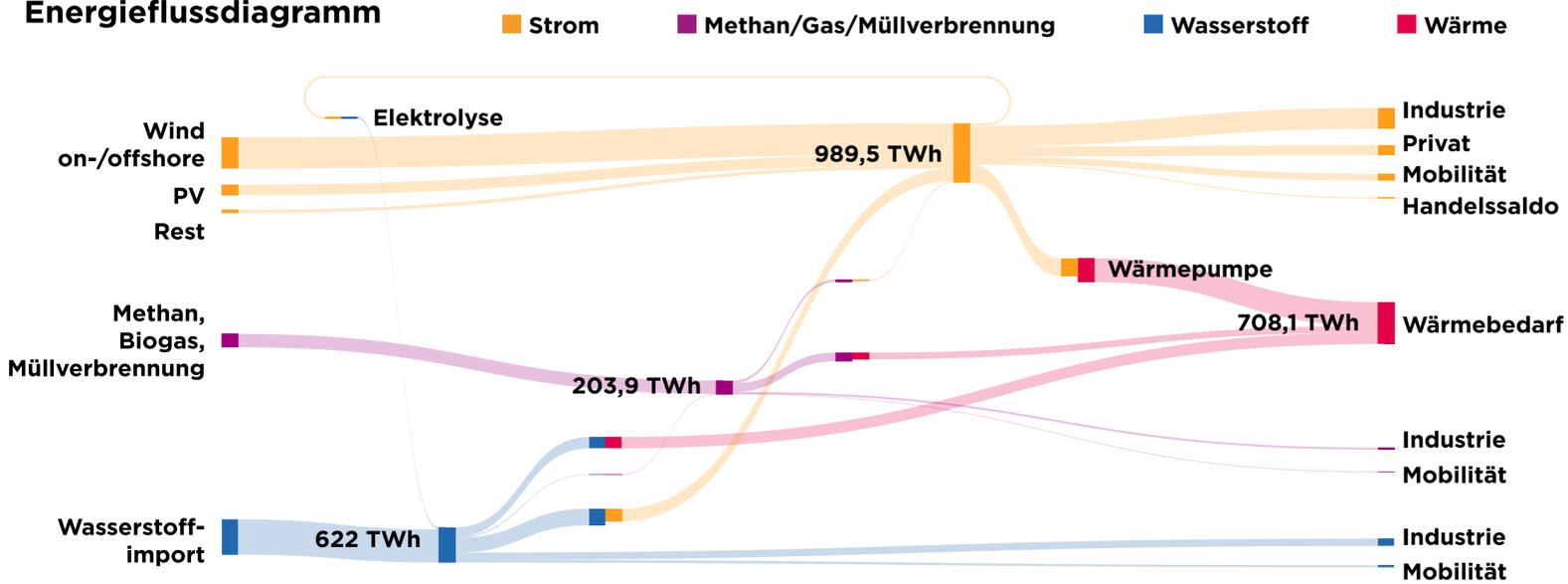


Die Zukunft der Energie in Deutschland und Europa

Prof. Dr. Jochen Kreusel & Dr. Alexandre Oudalov
Hitachi ABB Power Grids Ltd.

Hitachi ABB
Power Grids

Energieflussdiagramm



LinkedIn



Zum Video



Zum Artikel



Kernannahmen

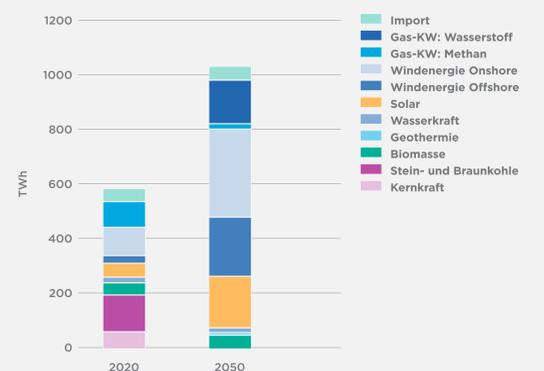
- 1) Bei einem Kapazitätswachstum von Windkraft und Photovoltaik um mehr als 300 GW werden fluktuierende Erneuerbare mit einer Erzeugungskapazität von 85 % bis 2050 unangefochtene Spitzenreiter sein.
- 2) Es gibt zwei Hauptklassen von Energiespeichern: (1) als Kurzzeitspeicher die Lithium-Ionen-Batterietechnologie (mit mehr als 25 GW und einer Energiespeicherung von bis zu 10 Stunden) und (2) Langzeitspeicher für grünen Wasserstoff mit einem Speicherpotenzial von nahezu 110 TWh.
- 3) Wir gehen von etwa 6,5 GW flexibler Stromnachfrage sowie steuerbaren EV-Ladeprozessen aus.

Kernbotschaften

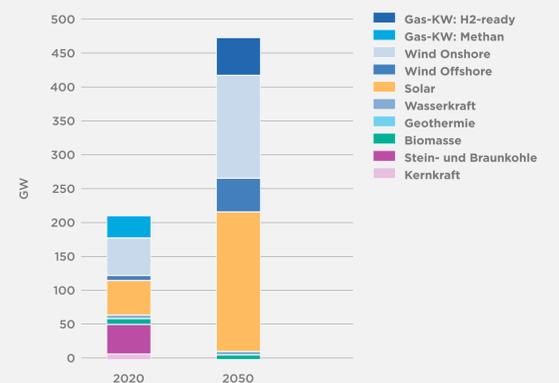
- 1) Die fluktuierenden erneuerbaren Energien Wind und Photovoltaik machen einen Anteil von fast 75 % an der Gesamterzeugung aus.
- 2) Eine belastbare Energietransportinfrastruktur wird eine maßgebliche Rolle einnehmen aufgrund der zeitlichen und räumlichen Komplementarität verschiedener Arten von EE-Erzeugung.
- 3) Unterirdische Wasserstoffspeicher könnten eine wirtschaftliche Alternative zur Spitzenkapazität von Flüssigwasserstoff-Terminals darstellen.
- 4) Batteriespeicher werden mit einer höheren Zyklusfrequenz arbeiten und jeweils nach ein paar Tagen den höchsten bzw. niedrigsten Speicherstand erreichen.

Der Ladevorgang bei Elektrofahrzeugflotten kann an das Strom-Überangebot angepasst werden.

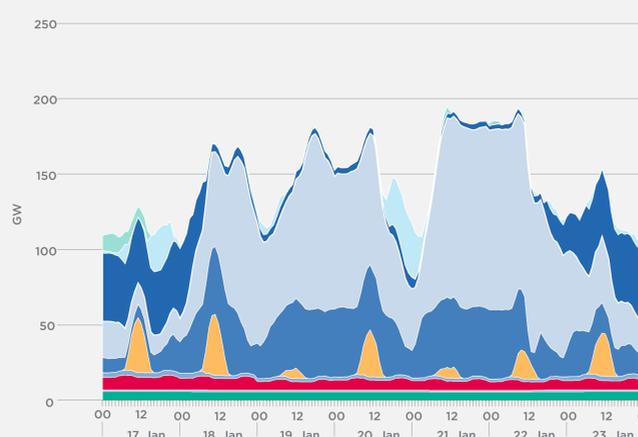
Stromerzeugung in Deutschland



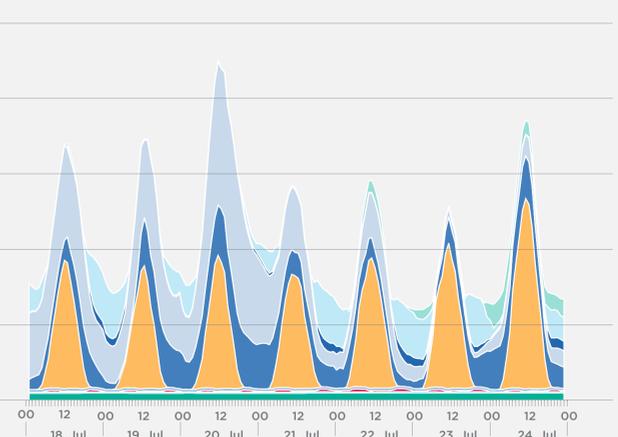
Stromerzeugung: Installierte Kapazitäten



Kraftwerkseinsatz im Winter



Kraftwerkseinsatz im Sommer



Import
Speicher und DSM (+)
Gas-KW
Wind Onshore
Wind Offshore
Solar
Wasserkraft
Brennstoffzelle KWK
Geothermie
Biomasse

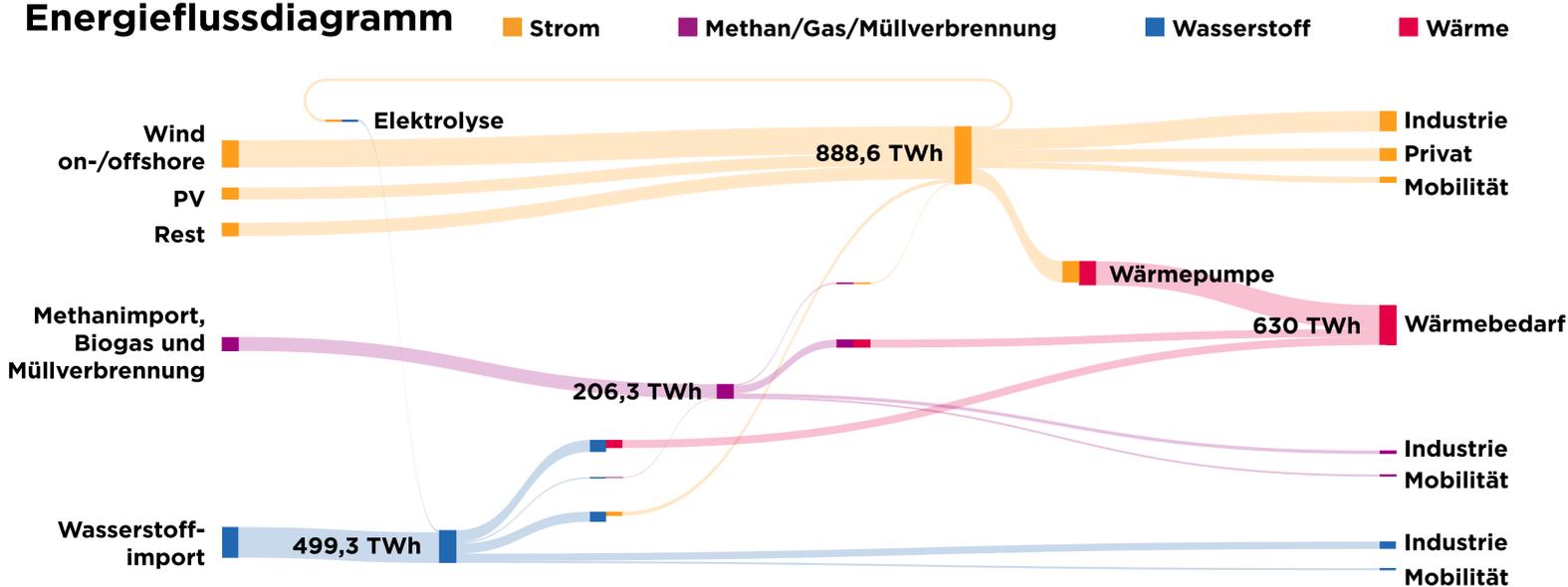
Mehr Effizienz in der Energie- und Verkehrswende: Es geht nur zusammen

Sven Heyen

Head of Business Development & Public Affairs | SHARE NOW



Energieflussdiagramm



Twitter



Zum Video



Zum Artikel

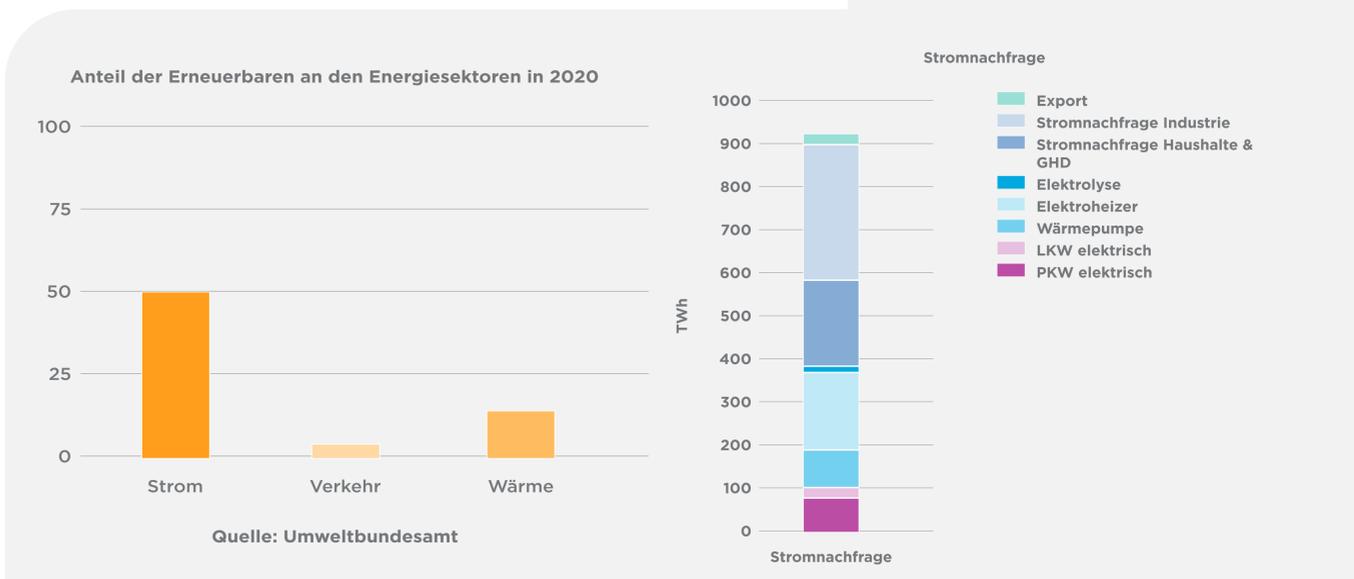
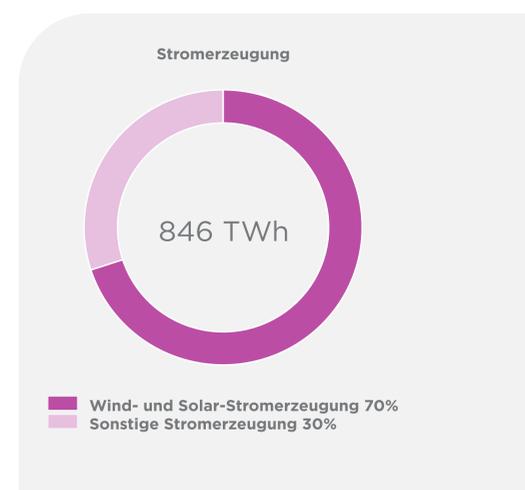


Kernannahmen

- 1) Die Gesamtstromnachfrage in Deutschland entwickelt sich bis 2050 auf 980 TWh pro Jahr. Rund ein Drittel der Nachfrage kommt aus der Industrie.
- 2) Die wichtigsten Stromerzeuger 2050 sind Onshore-Windenergie mit 182 TWh, Offshore-Windenergie mit 213 TWh und Photovoltaik mit 193 TWh.
- 3) Mindestens 75 Prozent der gesamten PKW-Flotte werden in Deutschland bis 2050 elektrisch betrieben (insgesamt 26,25 Mio. E-PKW).

Kernbotschaften

- 1) Zur Erreichung der in Paris formulierten Klimaziele müssen wir es schaffen, deutlich effizienter als heute mit unserem Strom zu haushalten.
- 2) Genau wie die Mobilität sich hin zu einem nachfrageorientierten Angebot entwickelt, muss das Stromnetz intelligent, effizient und nachfrageorientiert ausgerichtet sein.
- 3) Mit einem konsequenten Ausbau der Vehicle-to-Grid-Technologie können E-Autos als Stromspeicher genutzt und Engpässe im Stromnetz ausgeglichen werden.



Wie das Energiesystem mehr als die Summe seiner Teile werden muss

Dr. Alexander Rentschler

Global Head of Technology & Innovation | Siemens Energy Transmission



LinkedIn



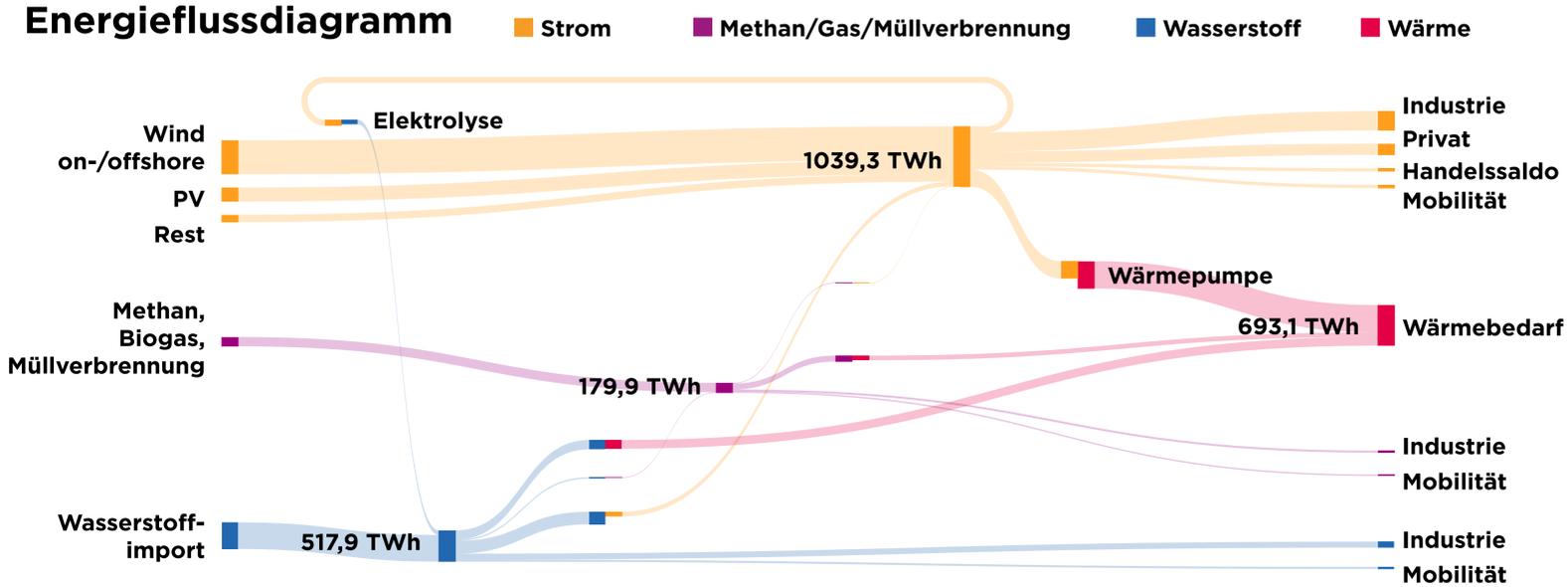
Zum Video



Zum Artikel



Energieflussdiagramm

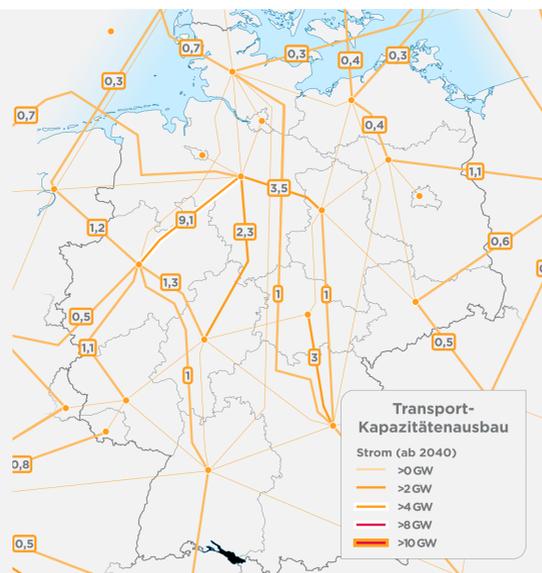
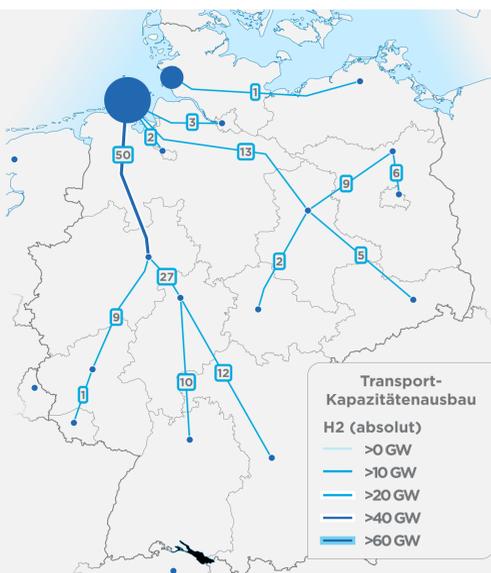
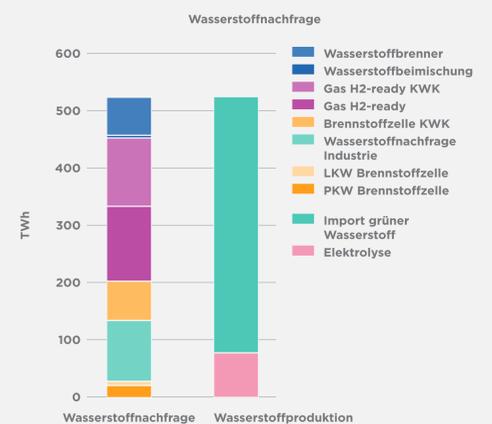
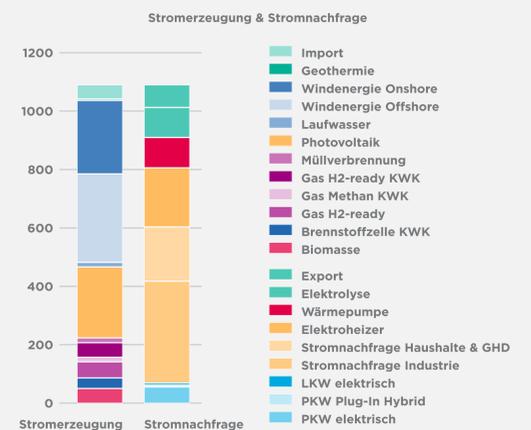


Kernannahmen

- 1) Die Gesamtstromnachfrage wird fast verdoppelt und auf 1.006 TWh ansteigen.
- 2) Windenergie und Photovoltaik liefern den wesentlichen Beitrag zur Abdeckung des gestiegenen Strombedarfs.
- 3) Die Wärmeerzeugung steigt auf 693 TWh im Jahr 2050.
- 4) Die Wasserstoffnachfrage steigt auf 518 TWh. Aufgrund geringer inländischer Erzeugungskapazitäten muss Wasserstoff zu einem großen Teil importiert werden.

Kernbotschaften

- 1) Zur Erreichung der Klimaneutralität müssen wir die regenerative Energieerzeugung konsequent ausbauen
- 2) Die Transportkapazitäten für Strom- und Wasserstoff müssen sichergestellt werden
- 3) Die Netzstabilität muss gewährleistet werden - an bestimmten Netzknotenpunkten mit Kompensationsanlagen und Netzspeicherelementen.



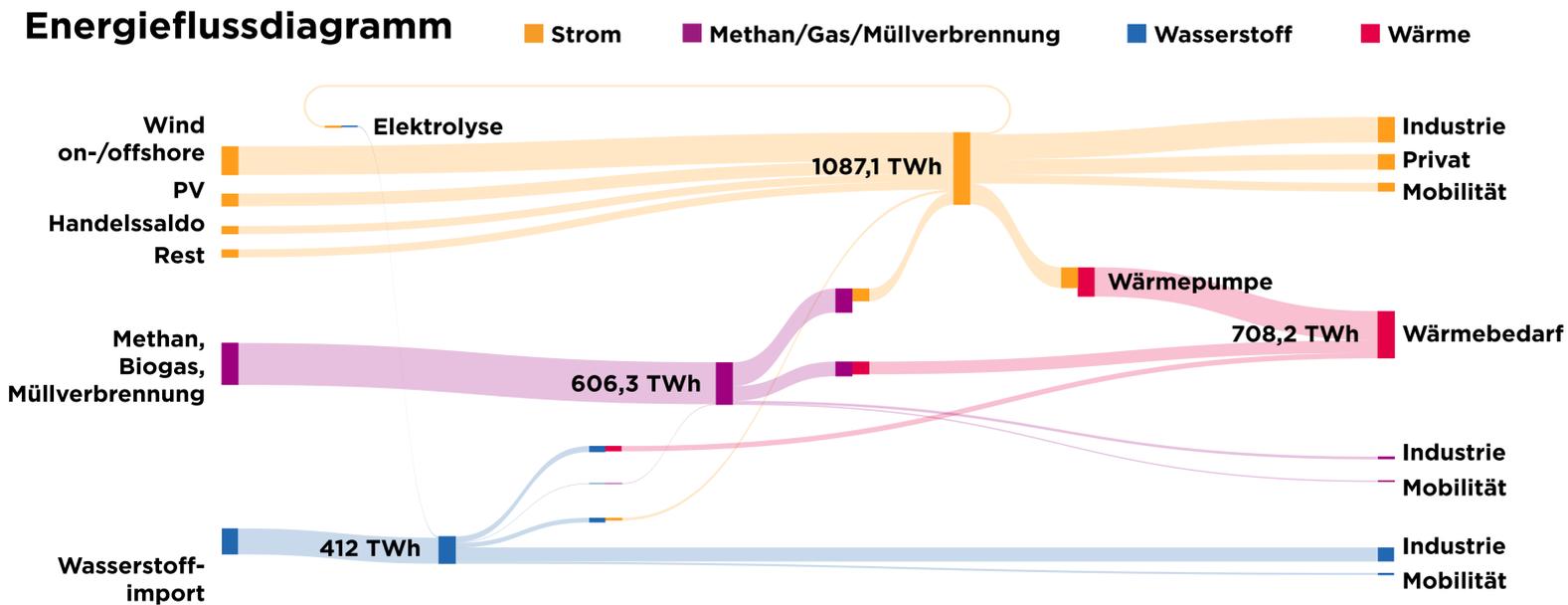
Unsere Vision: Ein verlässliches Energiesystem mit dem Markt als Innovationstreiber

Dr. Hans Wolf von Koeller

Leiter Energiepolitik und Bevollmächtigter der Geschäftsführung | Steag GmbH



Energieflussdiagramm



Twitter



Zum Video



Zum Artikel

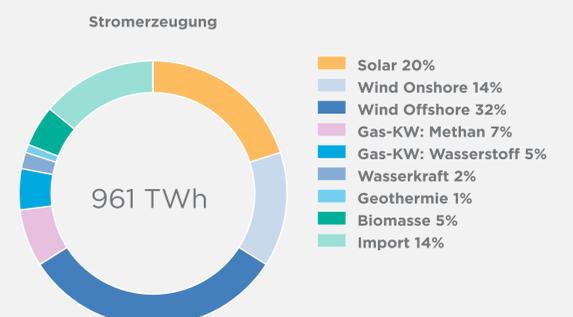
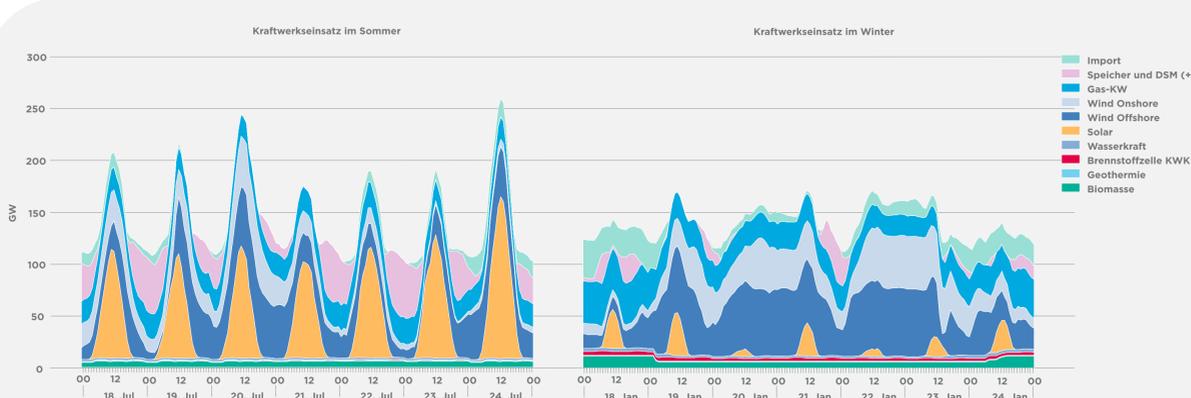
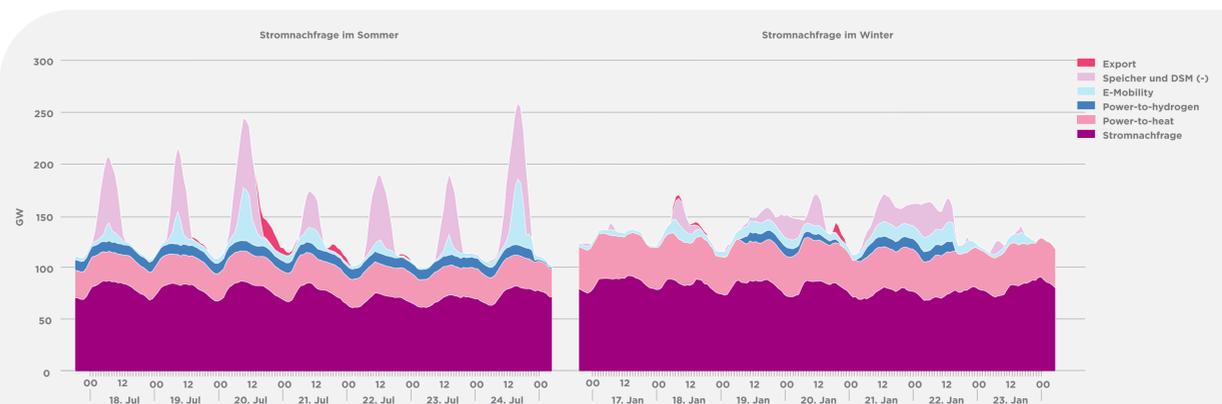


Kernannahmen

- 1) Günstige Energiepreise und eine qualitativ hochwertige Energieversorgung erhalten den Industriestandort. Der Energiebedarf bleibt weiterhin hoch.
- 2) Starke, vollständig digitalisierte Märkte bringen das Angebot und die Nachfrage permanent, innovativ und verlässlich zusammen.
- 3) Bei einem hohen Ausbau Erneuerbarer werden für die Versorgungssicherheit umfangreiche Gaskraftwerkskapazitäten benötigt – etwa 40GW, zum Teil mit Wasserstoffverbrennung, zum Teil mit CO₂-Abscheidung für eine funktionierende CO₂-Kreislaufwirtschaft.

Kernbotschaften

- 1) Realismus tut not und vor allem neue Regeln, die langfristig gelten müssen, auf funktionierende Märkte ausgerichtet sind und die systemische Perspektive mitdenken.
- 2) Neben dem Bedeutungszuwachs der Wasserstoffwirtschaft ist die Elektrifizierung großer Teile der Verbraucher aus heutiger Sicht eine der besten Möglichkeiten, Energie treibhausgasneutral bereitzustellen.
- 3) Wir gehen davon aus, dass trotz erheblicher Chancen für und durch den Zubau von Speichern Gaskraftwerke noch für längere Zeit erforderlich bleiben werden.

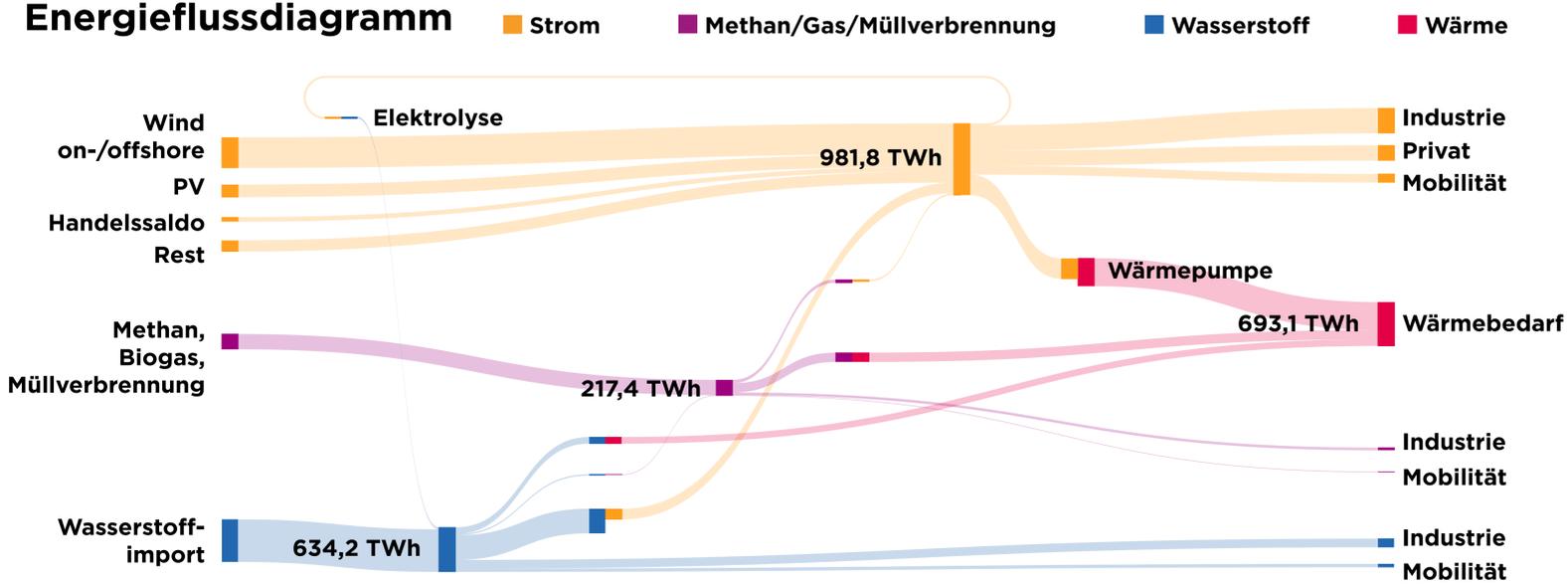


Ohne internationale Kooperation keine Klimaneutralität

Dr. Hans-Wilhelm Schiffer & Nicole Kaim-Albers
Weltenergierat Deutschland



Energieflussdiagramm



LinkedIn



Zum Video



Zum Artikel



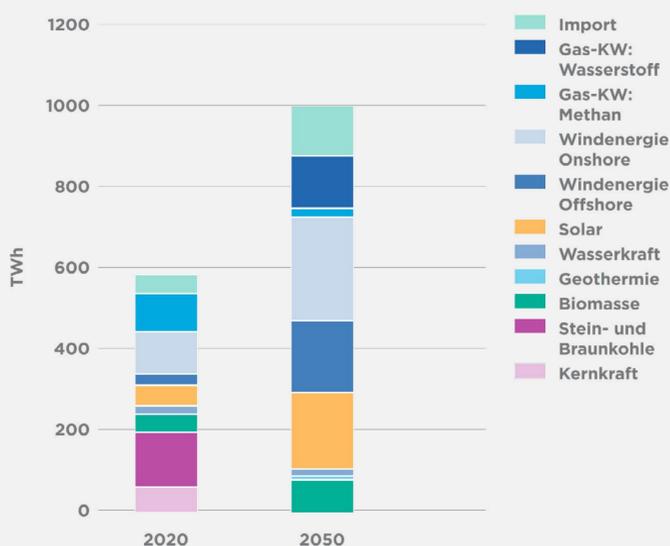
Kernannahmen

- 1) Durch die zunehmende Elektrifizierung und Digitalisierung sowie steigende Anforderungen an das Wärmesystem im Hinblick auf Kühlung wird der Strombedarf stark steigen.
- 2) Der Strombedarf in Deutschland 2050 wird – neben den Importen aus dem europäischen Ausland – vor allem durch Windenergie und PV gedeckt.
- 3) Die anderen europäischen Länder werden ihre Energiesysteme nach und nach klimaneutral ausrichten, aufgrund einer steigenden CO₂-Bepreisung auf EU-Ebene und sinkender EE-Kosten.

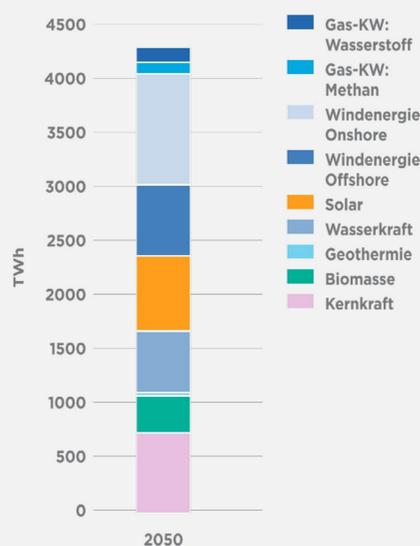
Kernbotschaften

- 1) Die inländische Stromnachfrage steigt auf 990 TWh, welche zu 12 Prozent (121 TWh) aus Stromimporten gedeckt wird.
- 2) Der Ausbau der Stromnetze bleibt – trotz steigender Effizienz, Digitalisierung und Demand-Side-Management – die Grundlage für die Transformation hin zu einer sicheren, klimaneutralen und bezahlbaren Energieversorgung.
- 3) Die Differenzen in Zeit- und Klimazonen sowie Stromnachfrage und Stromerzeugung bieten auf europäischer Ebene umfangreiche Synergien in einem koordinierten Energiesystem.

Stromerzeugung in Deutschland



Stromerzeugung in Europa



Wasserstoffbedarf

