

Ringvorlesung: Energie-Umwelt-Nachhaltigkeit



am 29.04.2020, 18:30

Energiewende - Der Veränderungsprozess der 2020er Jahre

Prof. Dr.-Ing. Uwe Holzhammer

Forschungsprofessur Energiesystemtechnik

TH Ingolstadt

Vorstellung

Prof. Dr.-Ing. Uwe Abraham Holzhammer



Seit 2016: Forschungsprofessur Energiesystemtechnik

Wissenschaft / ThinkTank:

- Fraunhofer IEE (ehemalig IWES), Kassel | 2010–2016
- Ecologic Institut gGmbH, Berlin | 2007–2010

Freie Wirtschaft:

- Internationales Projektentwicklungsunternehmen für EE, Regensburg | 2006–2007

Bildung:

- Universität Rostock / Rostock | 2012–2015, Promotion
- Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) / Berlin | 2001–2005, Studium
- Fachschule, Techniker Schule Butzbach (TSB) / Butzbach | 1998–2001, Techniker Ausbildung
- Industrie und Handelskammer (IHK) / Straubing | 1992–1996, Gesellenausbildung

Transferprojekt: Mensch in Bewegung

im Rahmen der BMBF-Initiative „Innovative Hochschule“



Verbundprojekt der **Hochschule TH Ingolstadt** (koordinierende Hochschule) und der **Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt**

Förderzeitraum: 2018 – 2022 (5 Jahre)



Ziele:

- **Ideen-, Technologie- und Wissensdrehscheibe der Region**
- Ausweitung der bestehenden Transfernetzwerke und Beteiligung der unterschiedlichen regionalen Anspruchsgruppen am **Innovationsprozess**
- Nutzung des technologischen, sozialen und intellektuellen Kapitals der Hochschulen als **gesellschaftliche und wirtschaftliche Akteure** im regionalen Innovationssystem
- Nachhaltige Stärkung der Zusammenarbeit von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft zur Erhöhung von Resilienz und **Zukunftsfähigkeit der Region**



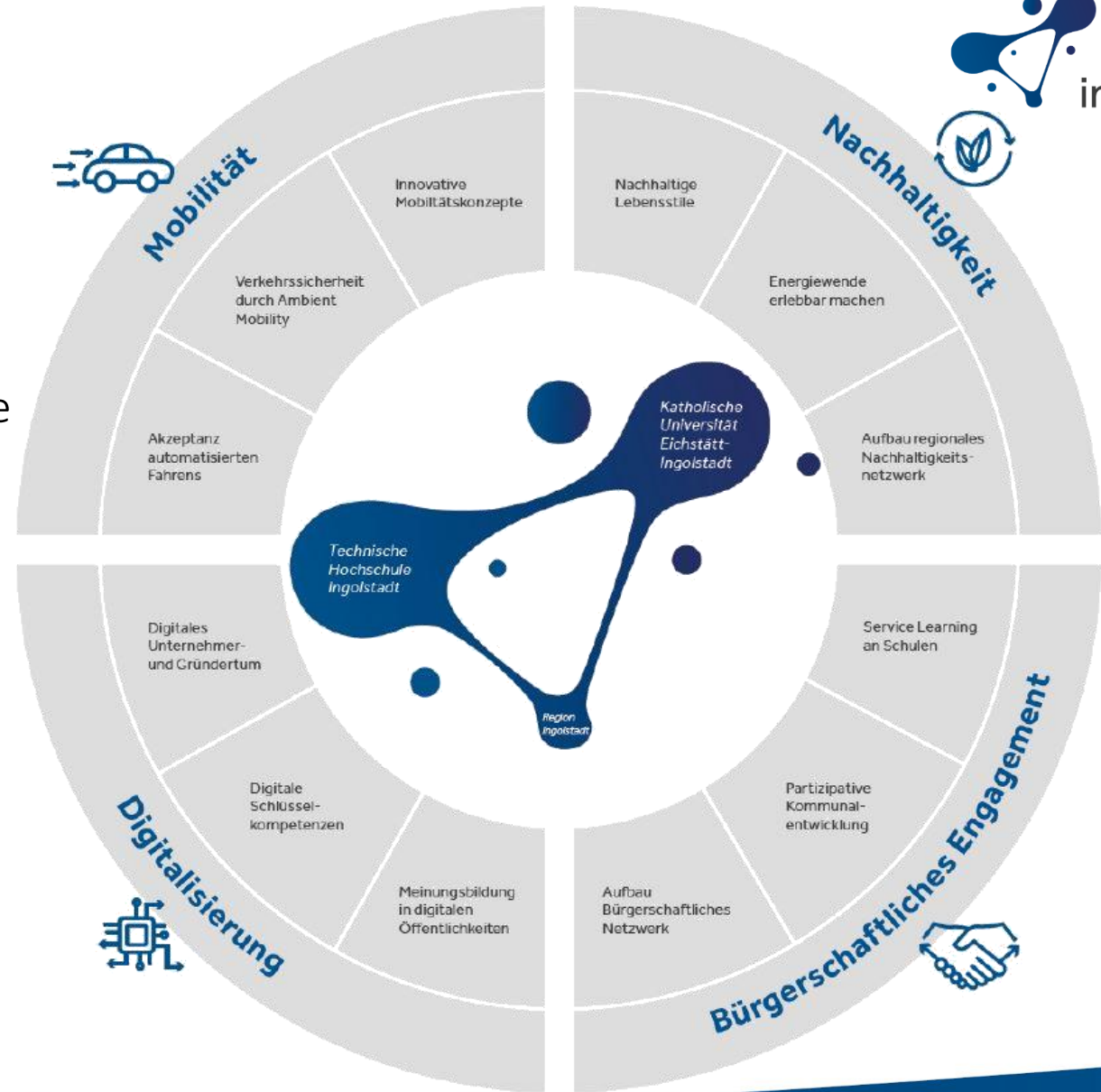
Mensch in Bewegung

Projektübersicht



Das Projekt teilt sich in vier Themenbereiche auf:

- **Mobilität**
- **Digitalisierung**
- **Nachhaltigkeit**
- **Bürgerschaftliches Engagement**



Cluster

Unterteilung in 3 Teilvorhaben innerhalb des Clusters



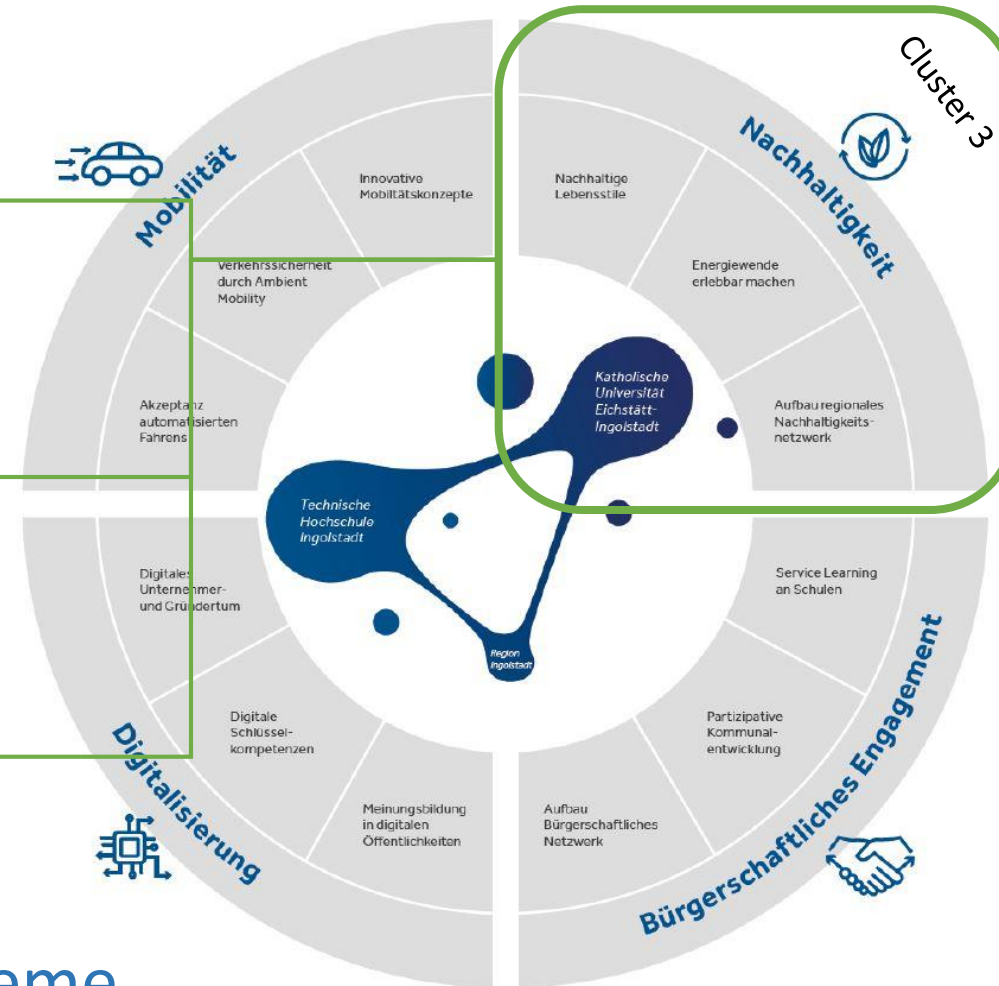
3.1
Aufbau regionaler
Nachhaltigkeitskapazitäten



3.2
Nachhaltige Lebensstile



3.3
Energiewende regionalisieren /
Nachhaltige
Organisationsentwicklung



Sprecher:
Uwe Holzhammer

Clustermanagerin:
Ann-Kathrin Roßner
+ TEAM

Institut für neue Energie Systeme

Forschungsbereiche



*Industrielle
Energiesysteme*

*Bedarfsorientierte
Energieversorgung*

*Sektorübergreifende
Bioenergienutzung*

*Energetische
Prozessoptimierung*



Energiesystemtechnik

*Flexibilisierung des
Energiesystems*

Smart Markets

*Energie- und
Systemeffizienz*



Gebäudeenergiesysteme

*Sektorkollung im Gebäude
und Quartier*

Solare Energiesysteme

Wärmenetzsysteme



Technologietransfer & Internationale Projekte

Regionale Technologienetzwerke

Internationale Forschungs Kooperationen

Technologietransfer

Zahlen und Fakten

2001

Institutsgründung

4

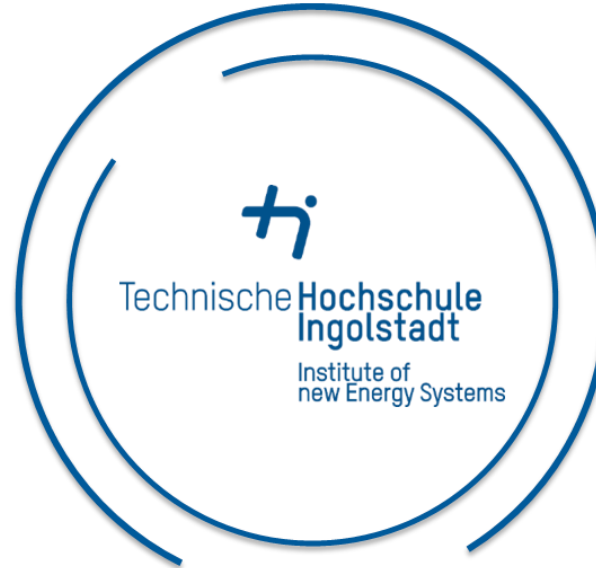
Forschungsbereiche

5

Professoren

30

Wiss. Mitarbeiter



7

abgeschlossene
Promotionen

17

aktuelle
Forschungsprojekte

~ 2.5 Mio. €

Jährliches Budget

15+/a

Wiss. Veröffentlichungen

40+

Industriepartner



Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Institutsleitung
Wilfried.Zoerner@thi.de



Dr. Christoph Trinkl
Institutsleitung
Christoph.Trinkl@thi.de

Professoren



Prof. Dr.-Ing.
Tobias Schrag



Prof. Dr.-Ing.
Markus Goldbrunner



Prof. Dr.-Ing.
Uwe Holzhammer

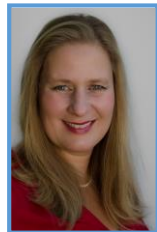


Prof. Dr.-Ing. Daniel
Navarro Gevers

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (exemplarisch)



Bereichsleiter



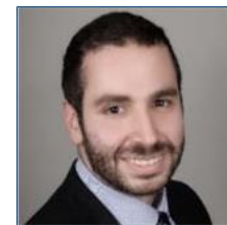
Dr. Annika Tronnier
Energiesystemtechnik



Mathias Ehrenwirth,
M.Eng.
Gebäude-
energiesysteme



Stefan Schneider,
M.Sc.
Technologietransfer &
Internationale Projekte



Abdessamad Saidi,
M.Sc.
Industrielle
Energiesysteme

Struktur des weiteren Vortrages

- Notwendigkeit
- Anforderungen
- Veränderung der Energieversorgung
- Strompreis, Indikator für Angebot und Nachfrage
- Maßnahmen und Lösung
- Fazit
- Blick auf die Region 10

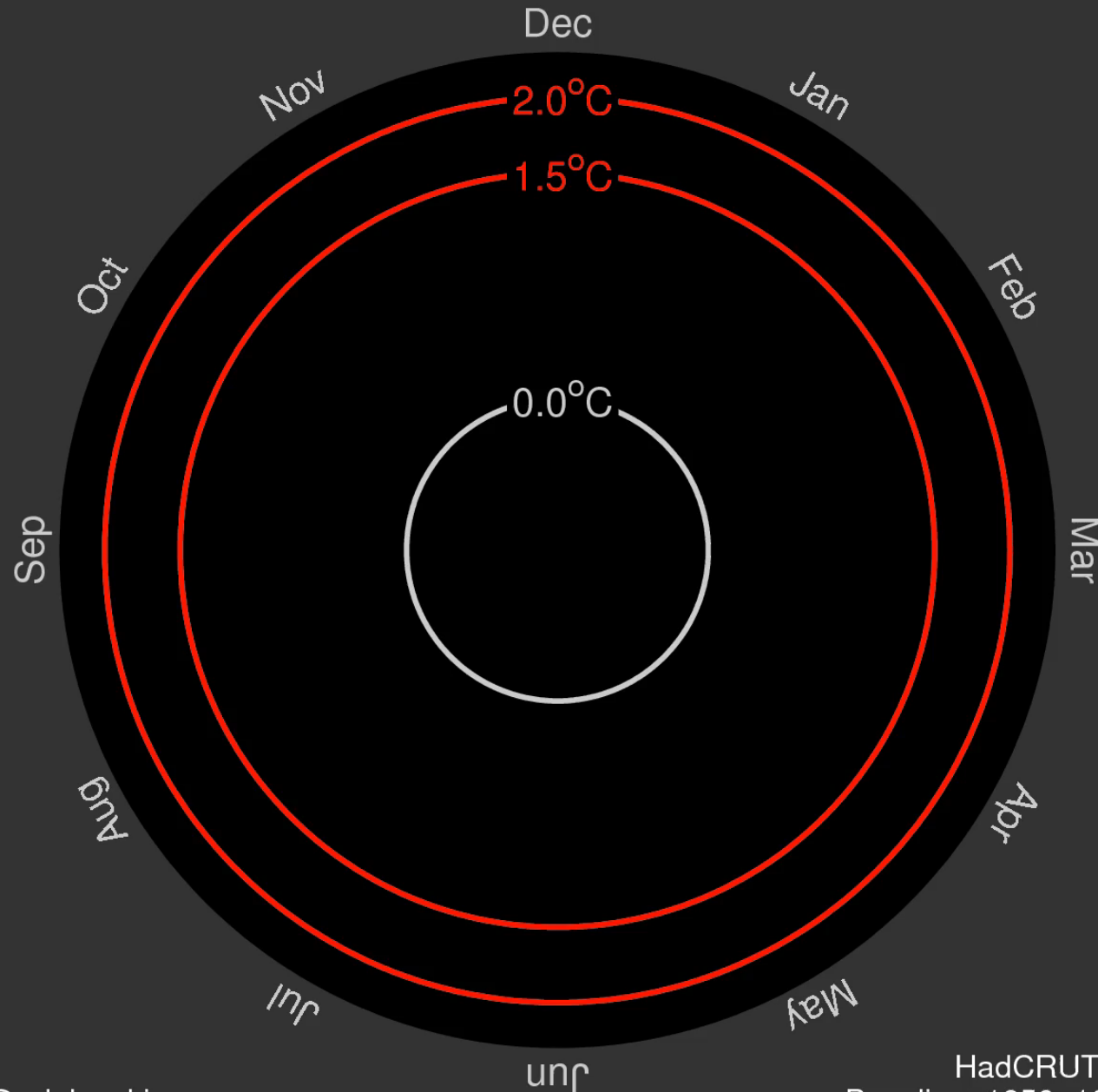


Notwendigkeit der >Nachhaltigen Entwicklung< im
Handlungsfeld Energie

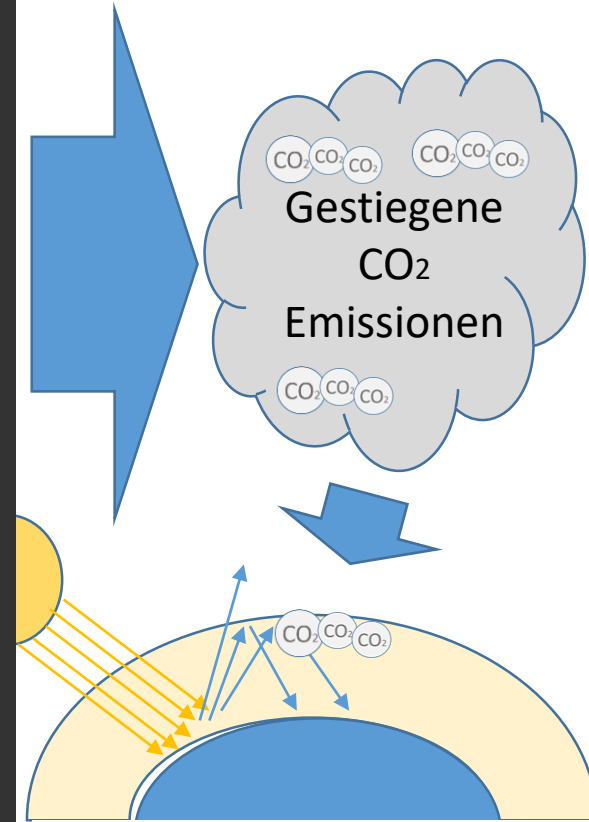
Veränderung der globalen Temperatur

im Verhältnis zum Durchschnitt (1850 bis 1900)

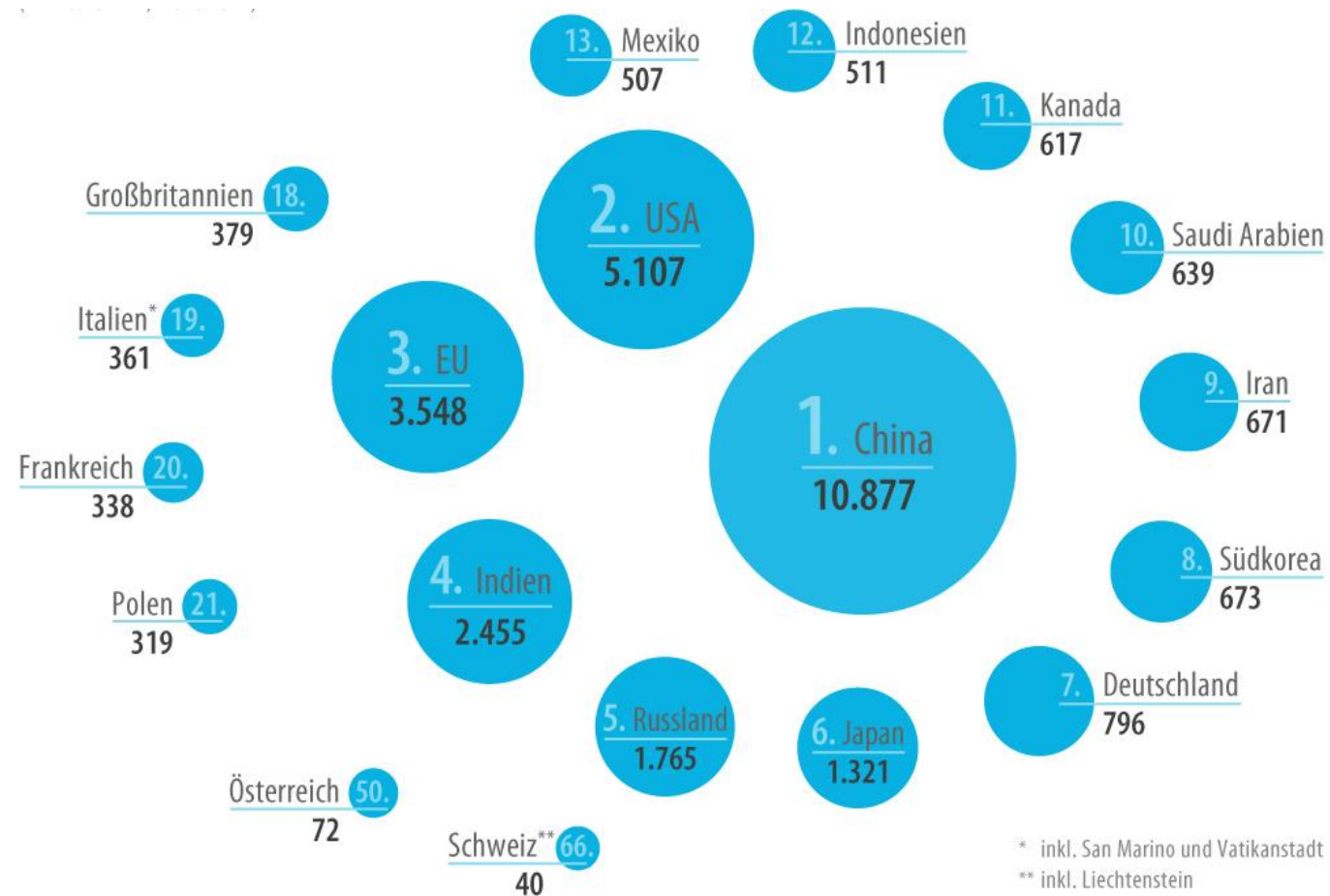
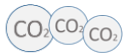
Global temperature change (1850–2017)



Verantwortlich:



Die weltweit größten Verursacher von CO₂ (Stand 2017), in Mio. Tonnen



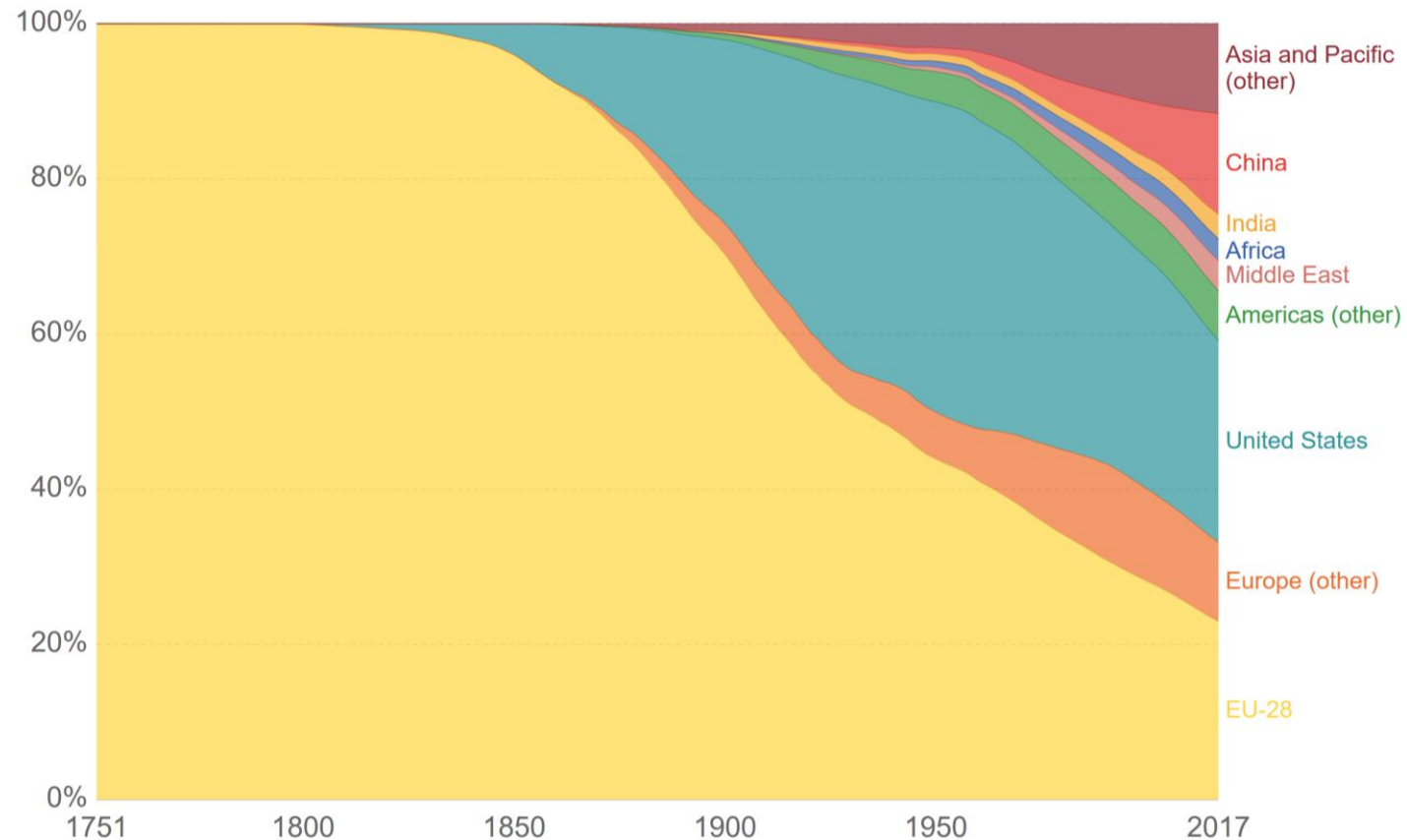
* inkl. San Marino und Vatikanstadt

** inkl. Liechtenstein

Quelle: EDGAR-Datenbank der EU (Emissions Database for Global Atmospheric Research),
(erfasst CO₂-Emissionen aus fossilen Energieträgern durch Verbrennung, Industrieprozesse u.a.)

Kumulierte CO₂ Emissionen, in Weltregionen unterschieden

(seit 1751, territoriale Emissionen, Produktionsstandorte)



Quelle: Our World in Data

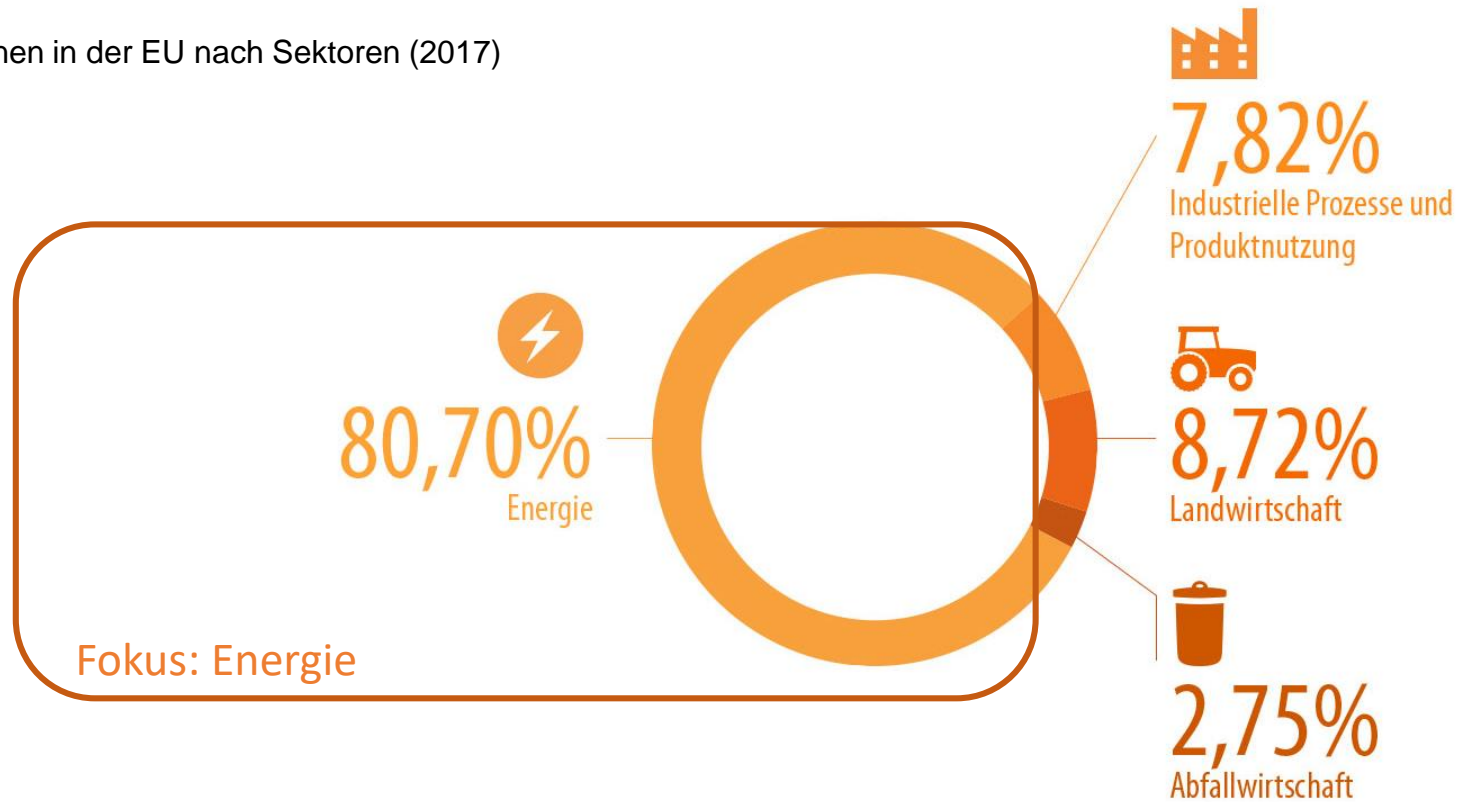
Source: OWID based on CDIAC & the Global Carbon Project (2018)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Warum der Fokus auf Energie bei den CO₂
Reduktionsbemühungen?

Treibhausgase begründen sich auf unterschiedliche Sektoren

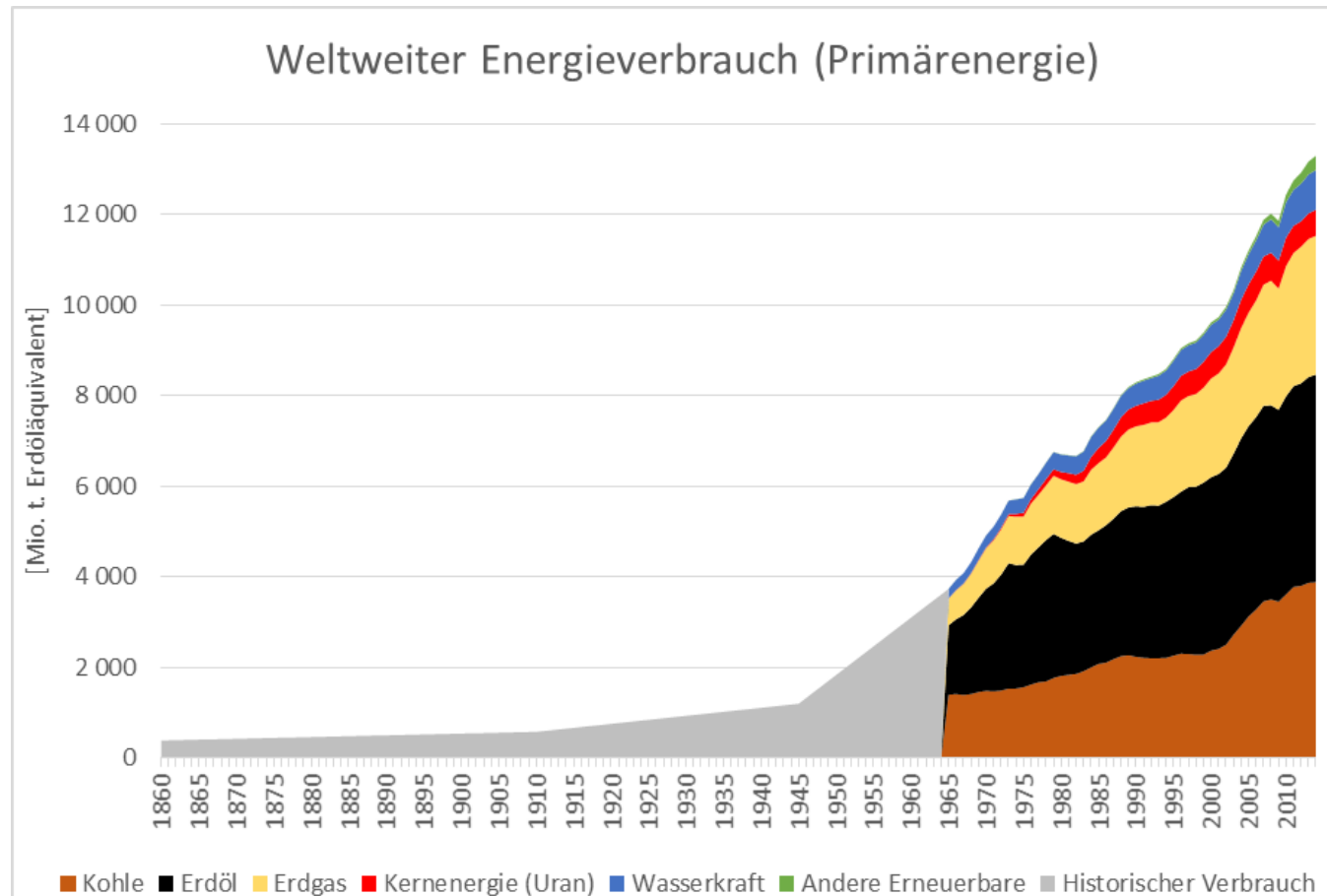
Treibhausgasemissionen in der EU nach Sektoren (2017)



*Alle Sektoren exkl. Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)

Entwicklung weltweiter Energieverbrauch:

- a) Mengen
- b) Quellen



Erneuerbare Energien weisen keine nukleare Risiken und geringe CO₂-Emissionen auf!

Hauptverantwortlich für die menschengemachten CO₂ Emissionen:
Energieträger mit hohem CO₂-Rucksack und hoher Energieverbrauch!

Datenquellen:

Bis 1965 -> Muck, Barbara (2005), environmental science, USA: John Wiley & Sons, Inc. (Drei ungefähre Datenpunkte: 1860, 1910, 1945)

Ab 1965 -> BP Statistical Review of World Energy June 2015

Lizenz: CC-0 Urheber: www.energie-info.info

EE-Anteil in den Energienutzungssektoren in Deutschland

Sektoren:



Strom

→ Deutschland liegt bei CO₂ Emissionen/Kopf im Strombereich im Mittelfeld der EU

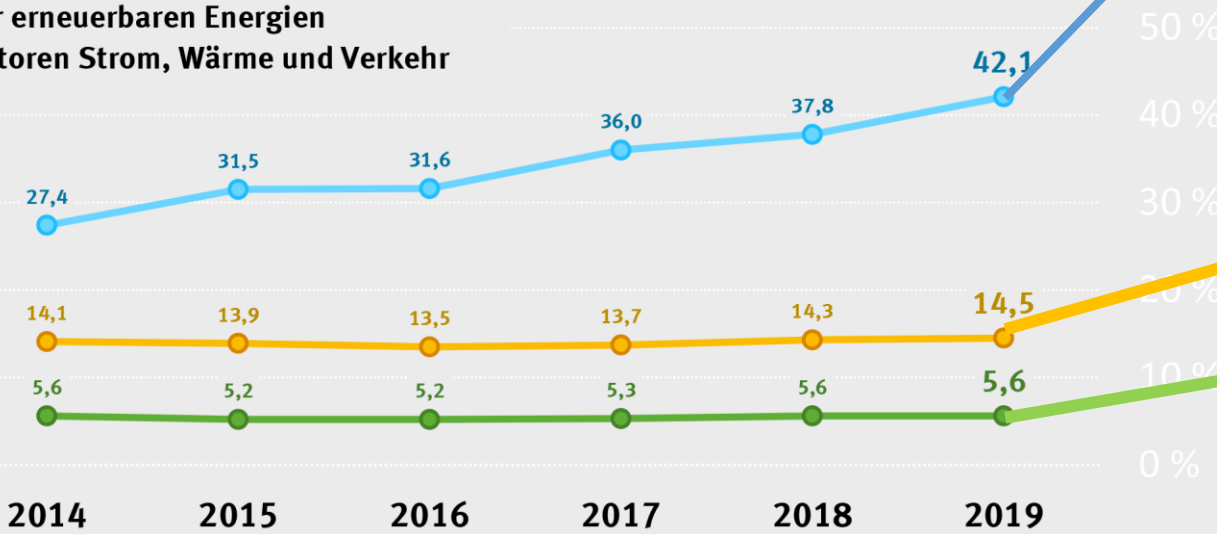
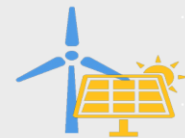
Wärme

→ Deutschland liegt bei CO₂ Emissionen/Kopf im Gebäudebereich 50 % über EU-Durchschnitt*

Verkehr

→ Deutschland liegt bei CO₂ Emissionen/Kopf im Verkehrsbereich gleich hinter USA, Kanada und Australien, 50 % über EU-Durchschnitt*

Anteile der erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr

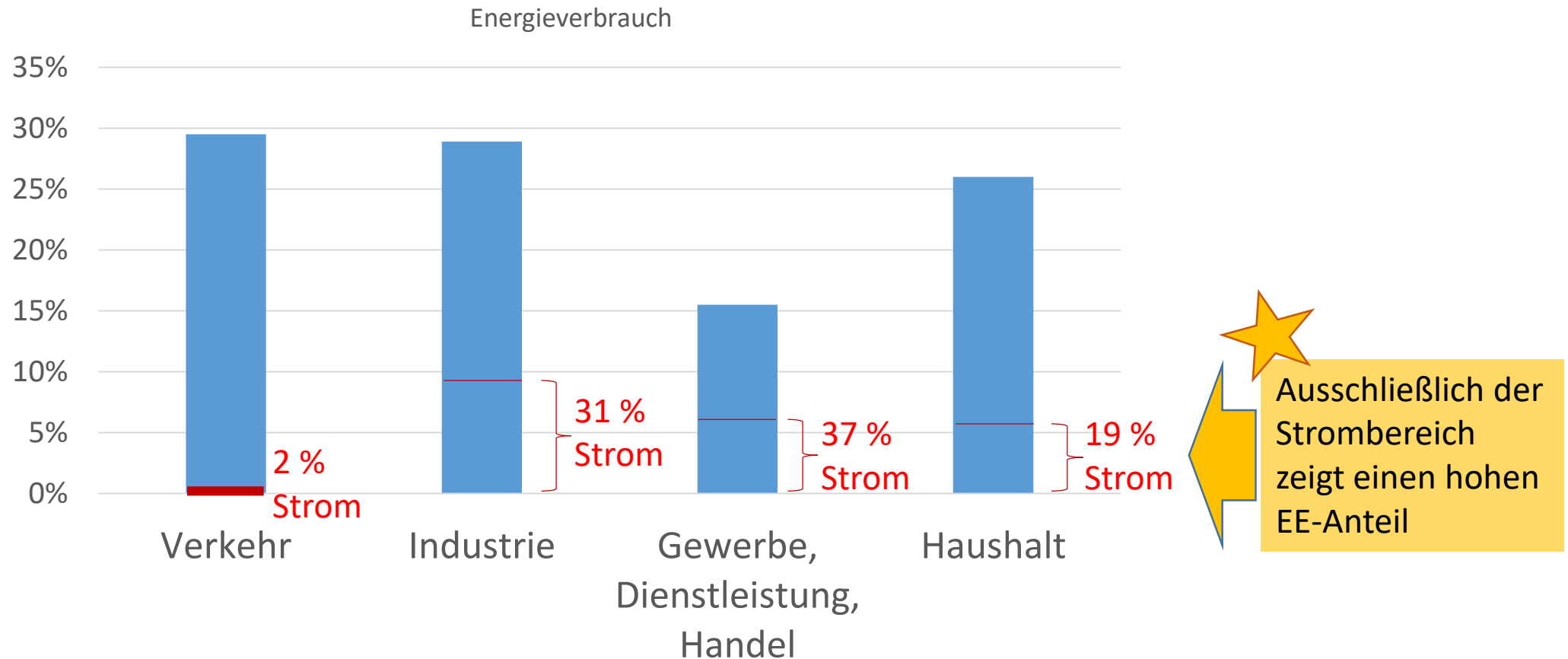


Quelle: Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) am Umweltbundesamt

UBA, 2020

*Brown-to-Green-Report 2019

Gesamter Energieverbrauch aufgeteilt in Energieverbrauchssektoren, ausgewiesen der Anteil des Energienutzungssektors Stroms



Quelle: <https://www.ag-energiebilanzen.de/>
Eigene Darstellung

$$1 + 1 =$$

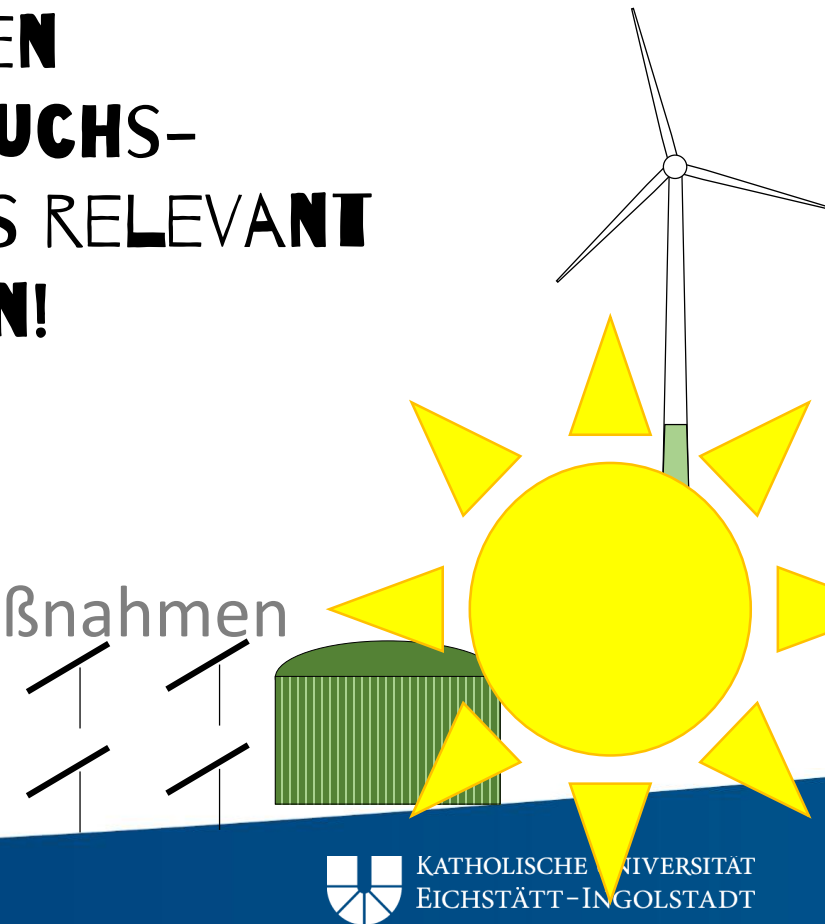
**DER STROMANTEIL
IN DEN EINZELNEN
ENERGIEVERBRAUCHS-
SEKTOREN MUSS
RELEVANT ERHÖHT
WERDEN!**

1 + 1 =

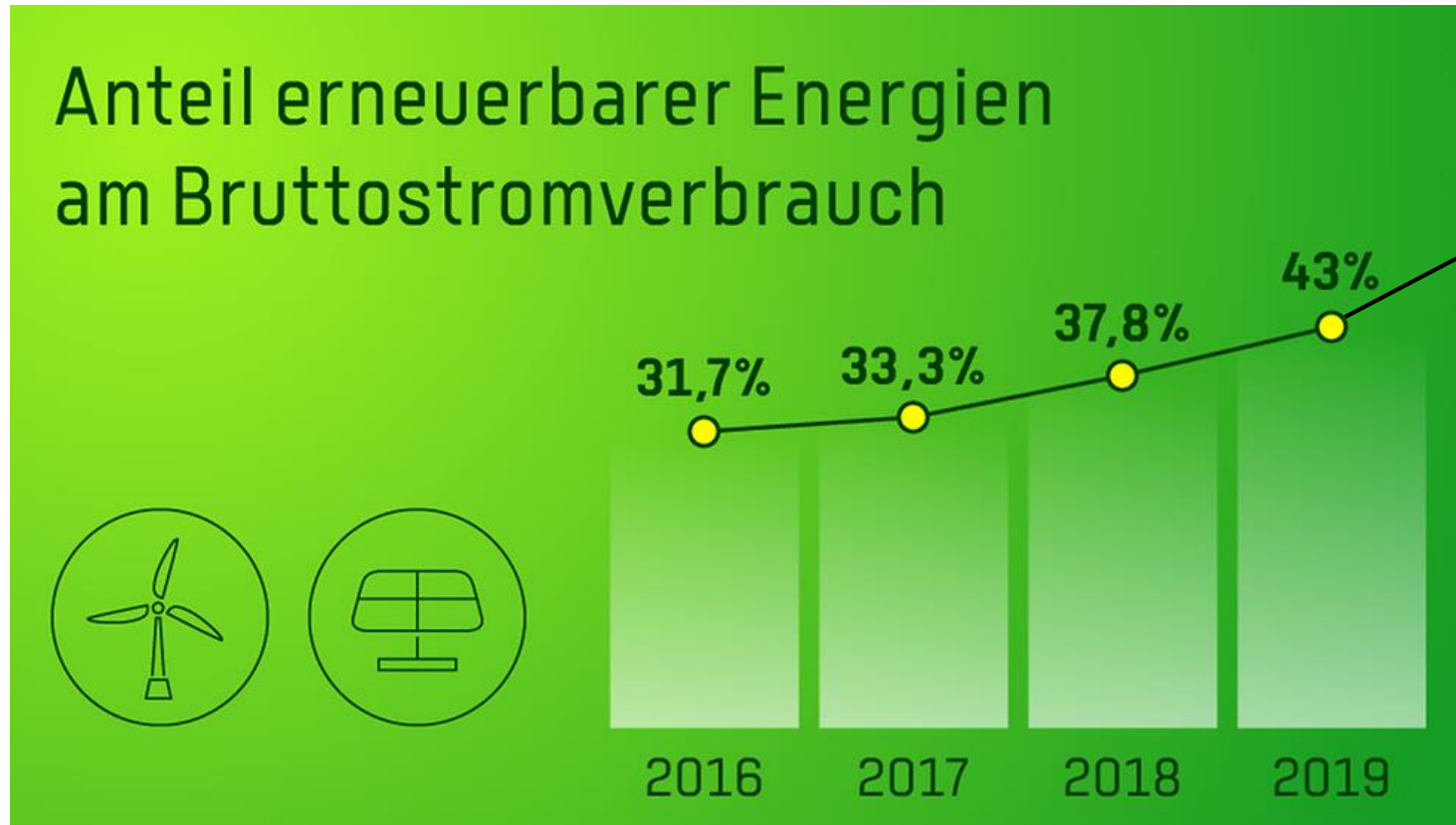
**DER STROMANTEIL
IN DEN EINZELNEN
ENERGIEVERBRAUCHS-
SEKTOREN MUSS RELEVANT
ERHÖHT WERDEN!**



starker Ausbau Erneuerbare Erzeugung
massive Anstrengung bei Energieeinsparmaßnahmen



Entwicklung des EE-Anteils bis 2050: Ziele der Bundesregierung



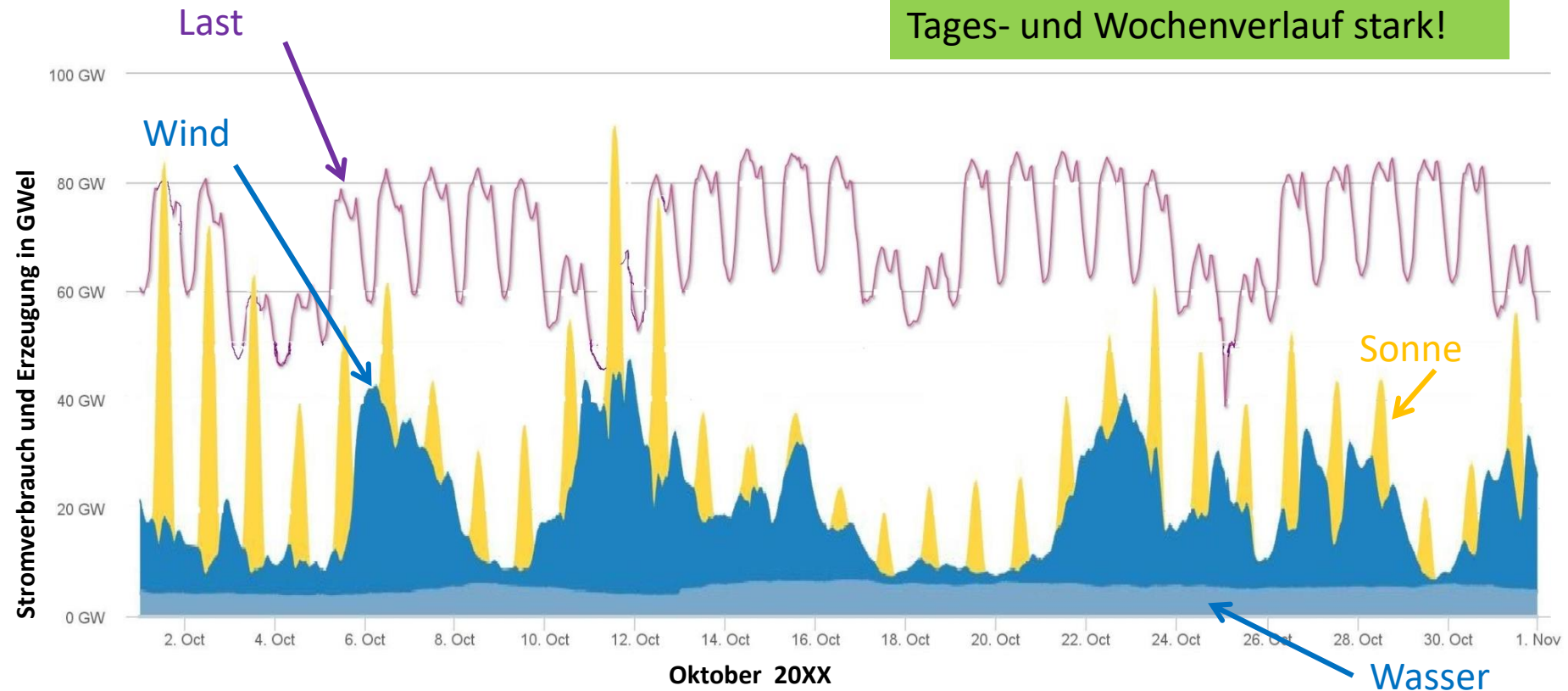
Nahezu 100 %
2050

- 2030 mindestens 50 %
EEG 2025: 40 bis 45 %
- 2040 mindestens 65 %
EEG 2035: 55 bis 60 %
- 2050 mindestens 80 %

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/energiewende-schreitet-voran-1746718>

EE – Stromerzeugung aus Wind und Sonne unabhängig vom Strombedarf!

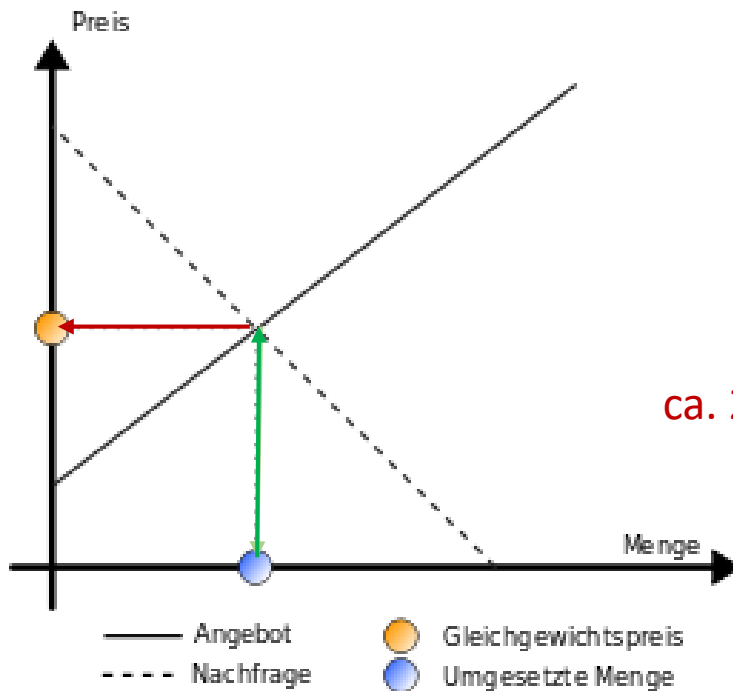
Angebot an Strom aus Wind- und Sonnenenergie schwanken im Tages- und Wochenverlauf stark!



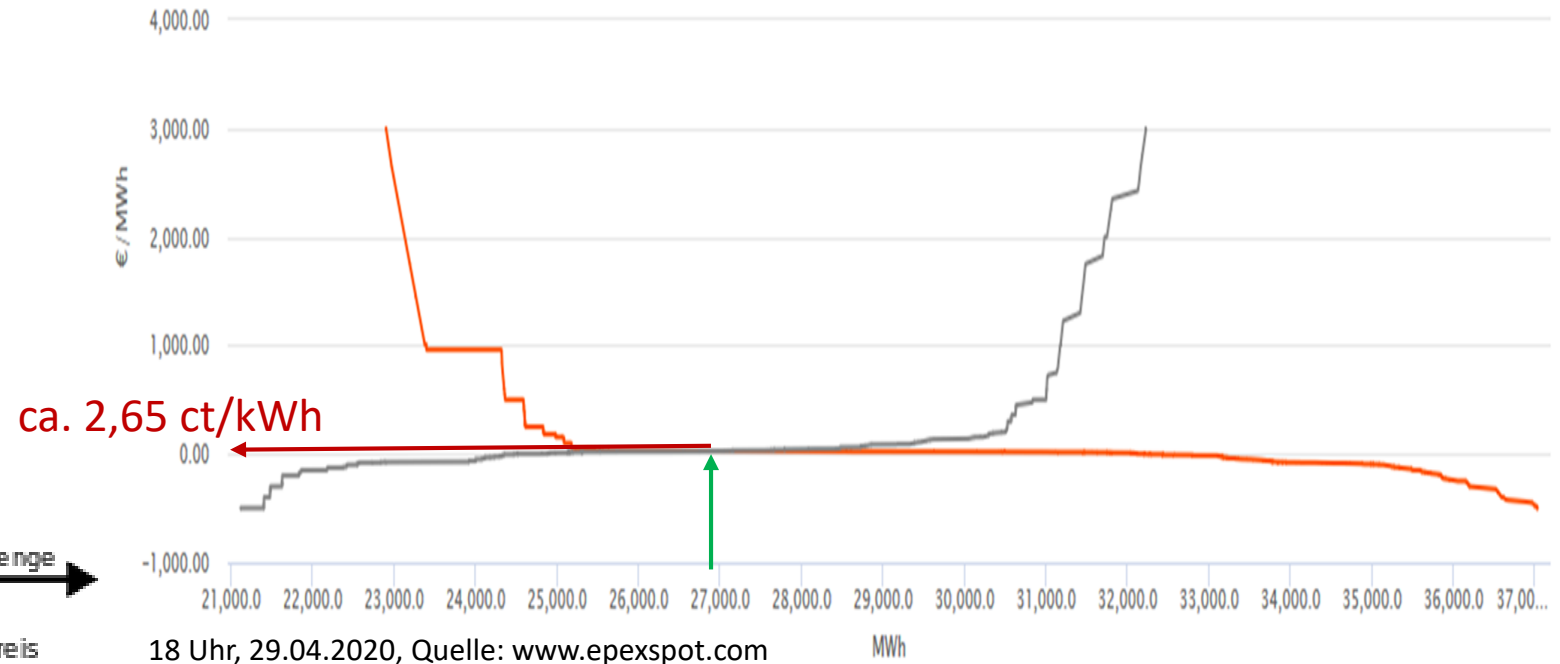
Quelle: Agora Energiewende (2015), Agorameter, Stromerzeugung und Stromverbrauch, Abruf 7. November 2015, grafische Anpassungen Holzhammer

Preis für Strom wird an der Börse gebildet: Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis

Price : 26.46 €/MWh | Volume : 26,868.4 MWh

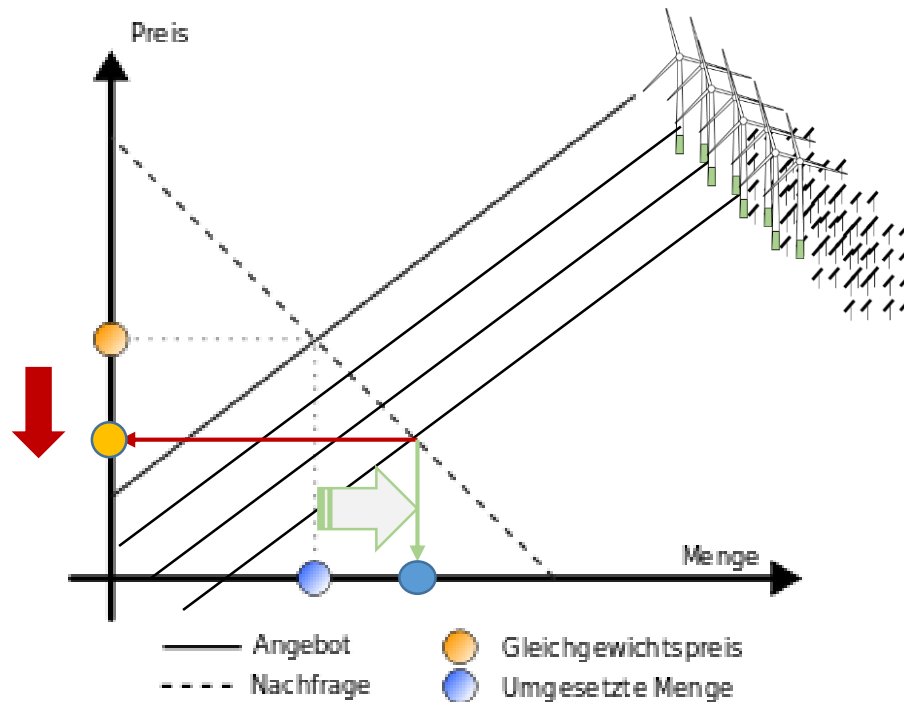


Bildquelle Wikipedia + eigene Anpassungen



Diese Gleichgewichtspreise werden an der Börse stündlich mittels einer Auktion (DayAhead) gebildet!

Preis für Strom wird an der Börse gebildet: Angebot und Nachfrage bilden den Preis



Bildquelle: Wikipedia + eigene Anpassungen

Erkenntnis:
Hohe Erzeugungsmengen aus Wind
und PV – bei gleicher Nachfrage –
senken den Gleichgewichtspreis!

Der Strompreis an der Börse als Indikator für das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage! (EnergyOnly-Markt)

Beispiel: Mittwoch 29. April 2020

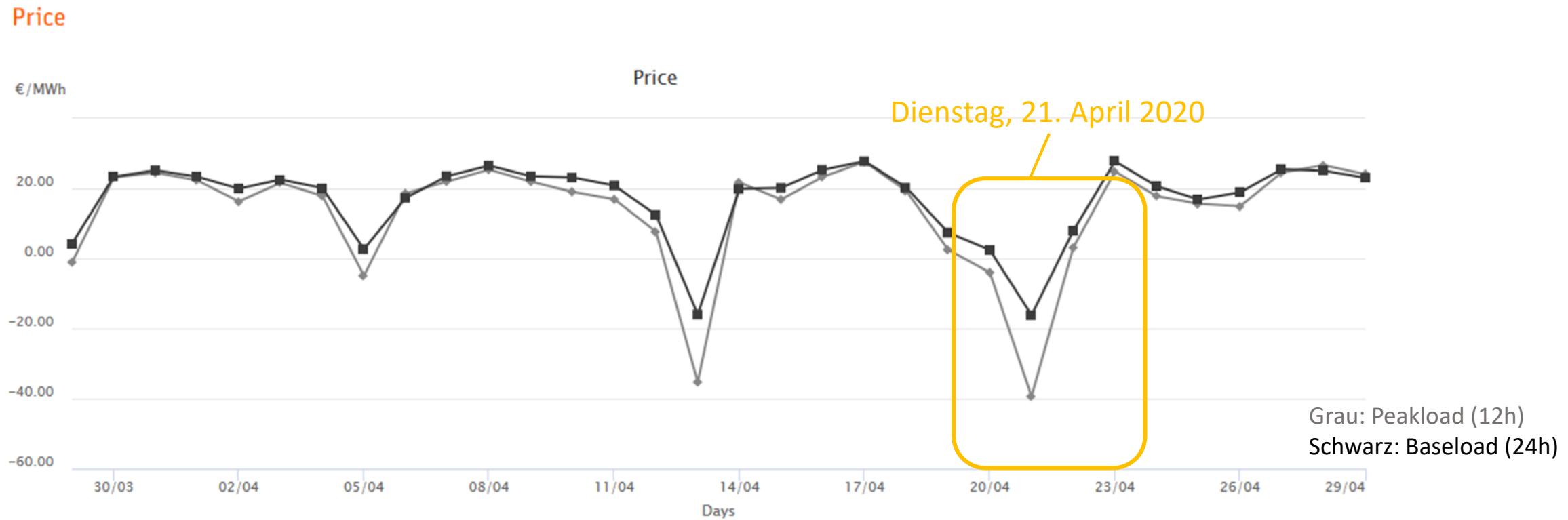
Price



Quelle: www.epexspot.com

Der Strompreis an der Börse als Indikator für das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage! (EnergyOnly-Markt)

Beispiel: in den letzten 4 Wochen (BaseLoad und Peakload Preis an den einzelnen Tag)



Quelle: www.epexspot.com

Der Strompreis an der Börse als Indikator für das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage! (EnergyOnly-Markt) Beispiel: Dienstag, 21. April 2020



Ca. - 8 ct/kWh

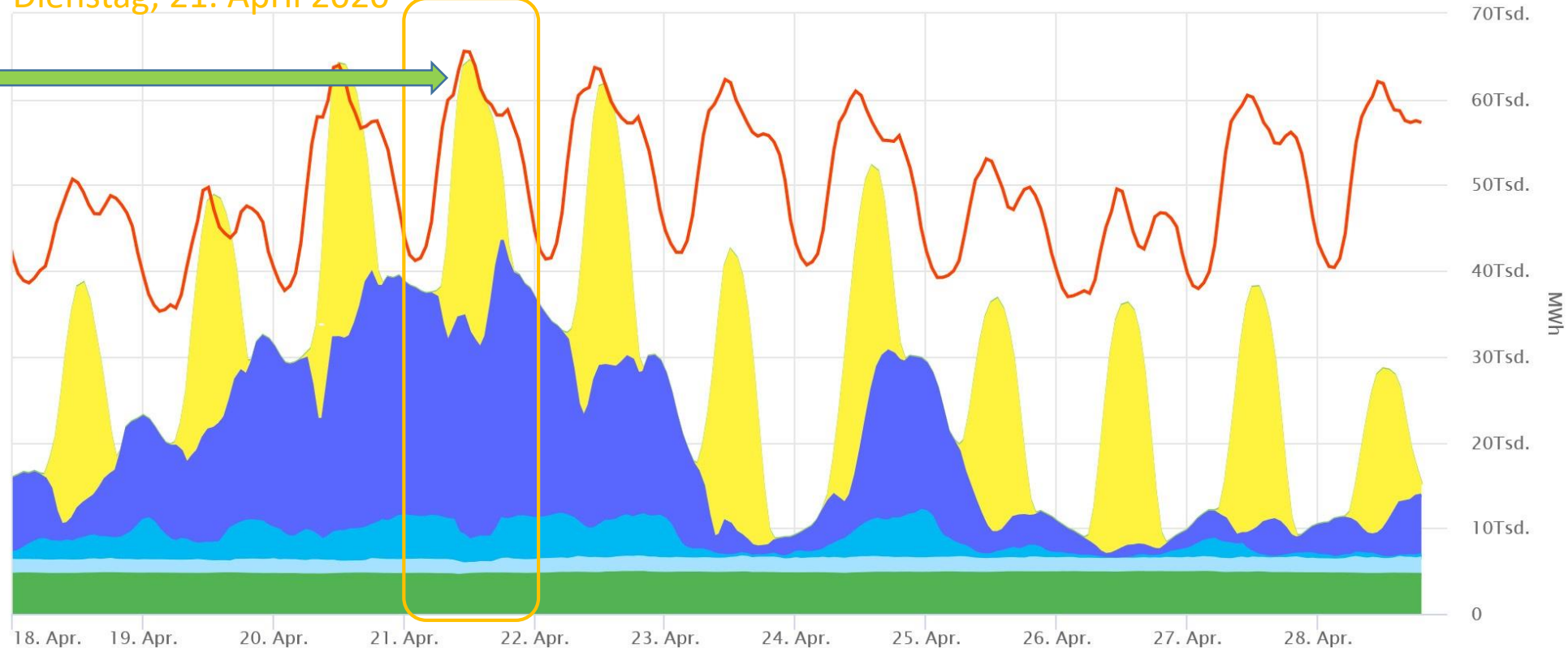
211 Stunden mit negativen Strompreisen im Jahr 2019

Quelle: www.epexspot.com

Kalenderwoche 17 – EE-Anteil bei 63,5 Prozent

Dienstag, 21. April 2020

EE-Anteil
hat Bedarf
z. T.
vollständig
gedeckt!

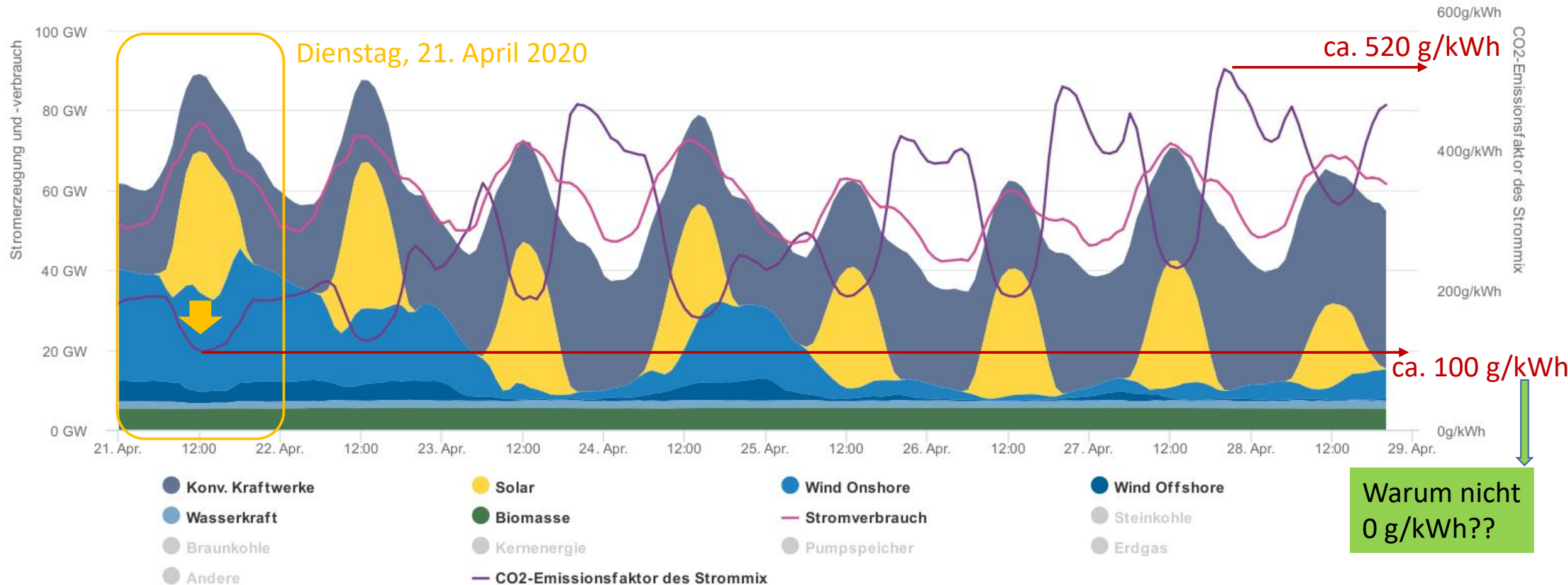


- Realisierte Erzeugung – Sonstige Erneuerbare
- Realisierte Erzeugung – Photovoltaik
- Realisierte Erzeugung – Wind Onshore
- Realisierte Erzeugung – Wind Offshore
- Realisierte Erzeugung – Wasserkraft
- Realisierte Erzeugung – Biomasse
- Realisierter Stromverbrauch – Gesamt

<https://www.smard.de>

Stromerzeugung / Verbrauch / CO-Emissionen für die Erzeugung des Stroms für den Endverbrauch:

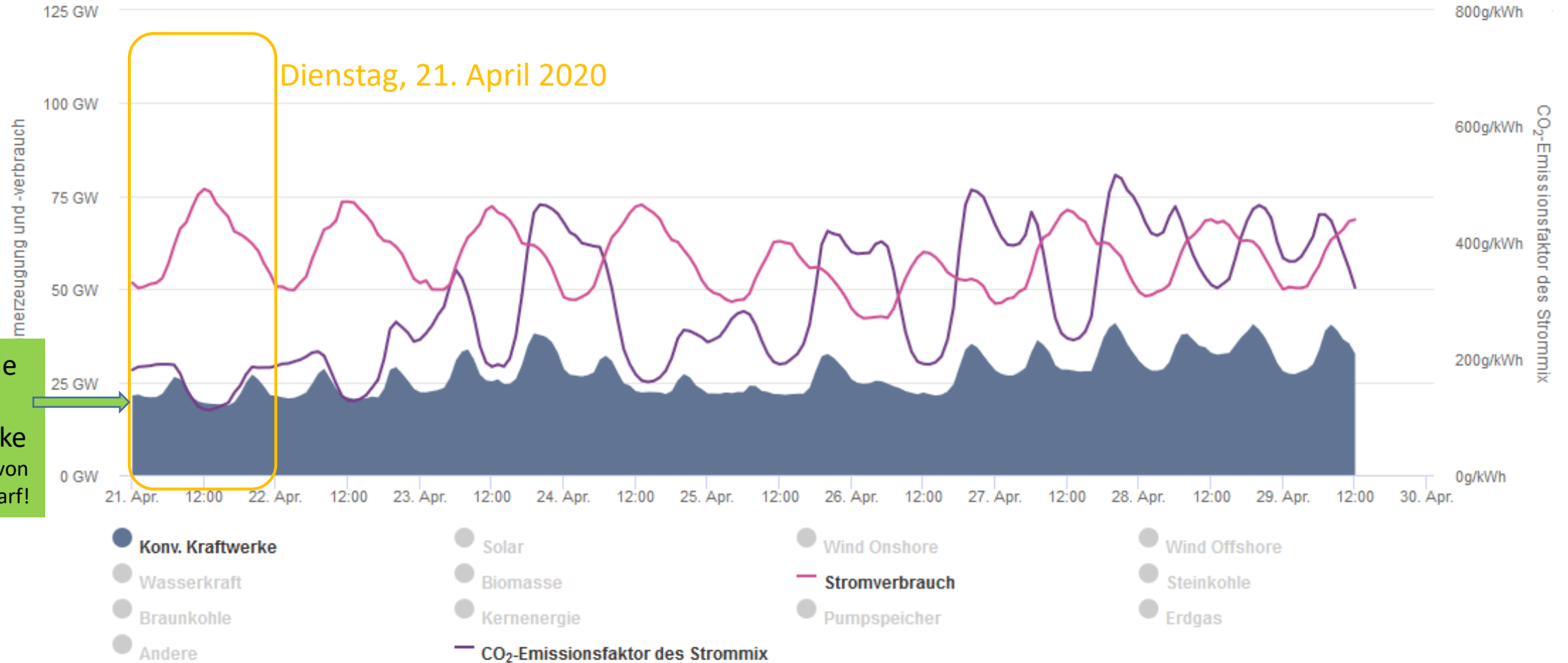
von 21. April bis heute



Agora Energiewende; Stand: 28.04.2020, 21:30

Stromerzeugung konventionelle Kraftwerke / Verbrauch / CO-Emissionen:

von 21. April bis heute

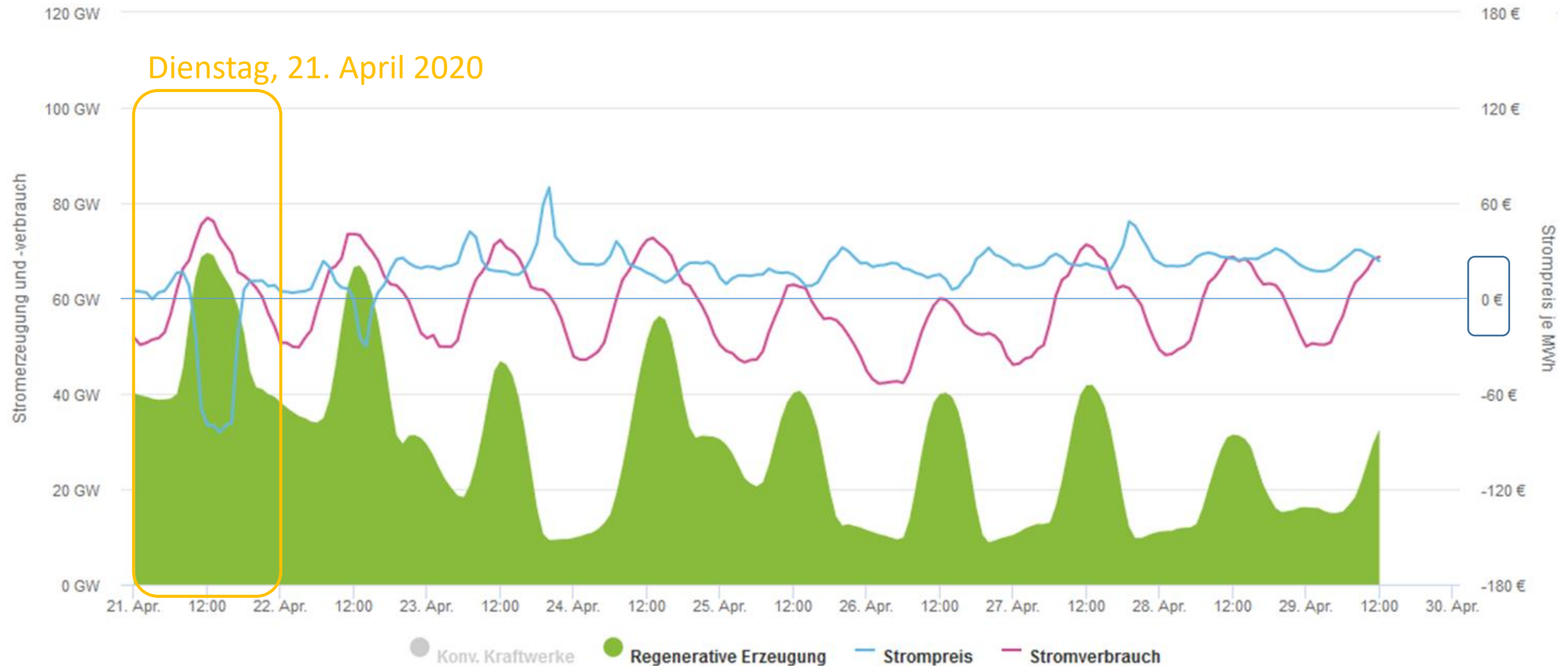


Unflexible konv. Kraftwerke
Ca. 20 GW von 76 GW Bedarf!

Agora Energiewende; Stand: 29.04.2020.

Strompreis, EE-Stromerzeugung und Stromverbrauch:

von 21. April bis heute



Agora Energiewende; Stand: 29.04.2020.

Zwischenfazit:

Strompreisschwankung *Chance oder Risiko?*

Quelle: www.epexspot.com



hohe Strompreise (hohe Nachfrage oder geringe Stromerzeugung aus fluktuierenden EE)
Hohe CO₂ Emissionen

Forcieren von:
geringem
Energieverbrauch

So kann die Energiewende
auch eine ökonomische Chance
für Unternehmen werden!

Strompreis:

Bewertung:
→ Aktuell Strommarktpreis
z. T. zu geringen Einfluss
auf Betriebskosten Strom!

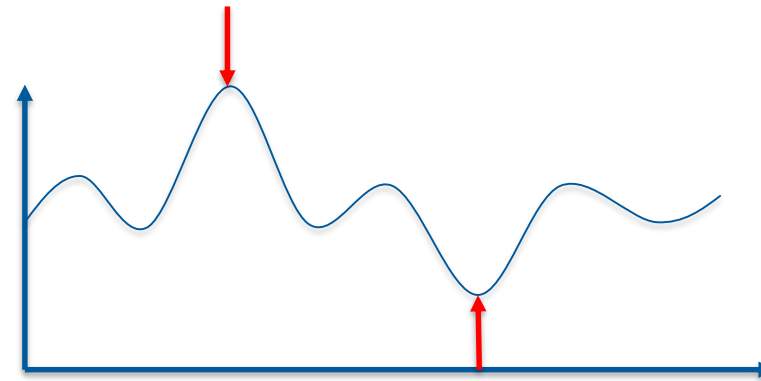
niedrige Strompreise
(niedrige Nachfrage oder hohe Stromerzeugung aus fluktuierenden EE)
Niedrige CO₂ Emissionen

Forcieren von:
gesteigertem
Energieverbrauch

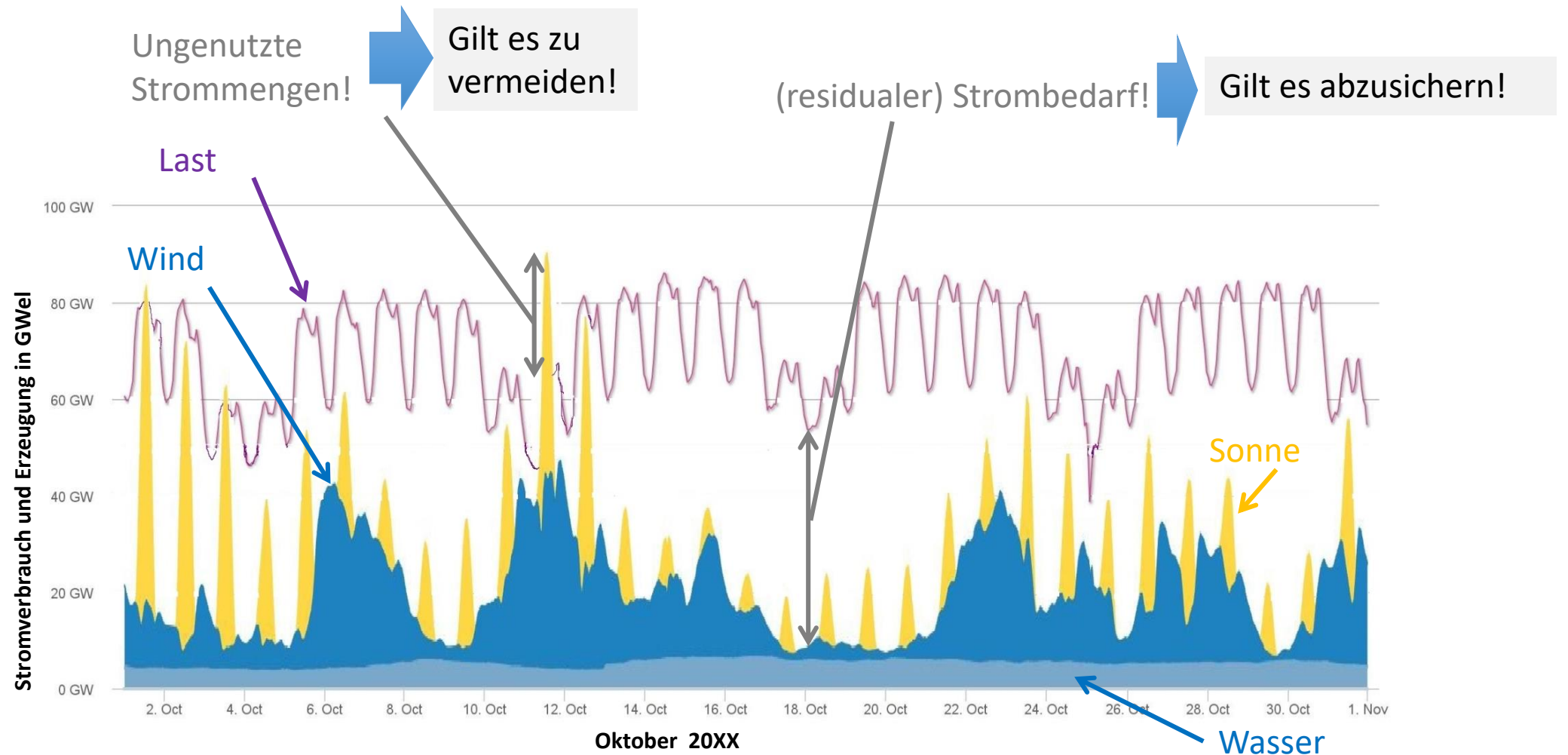
Dieses
Verhalten
sichert

ökologische und
betriebswirtschaftliche
Effizienz

Flexibilität im Strombedarf und in der zukünftigen Nutzung notwendig!



Weitere Steigerung der EE – Stromerzeugung zeigt zukünftig Wirkung



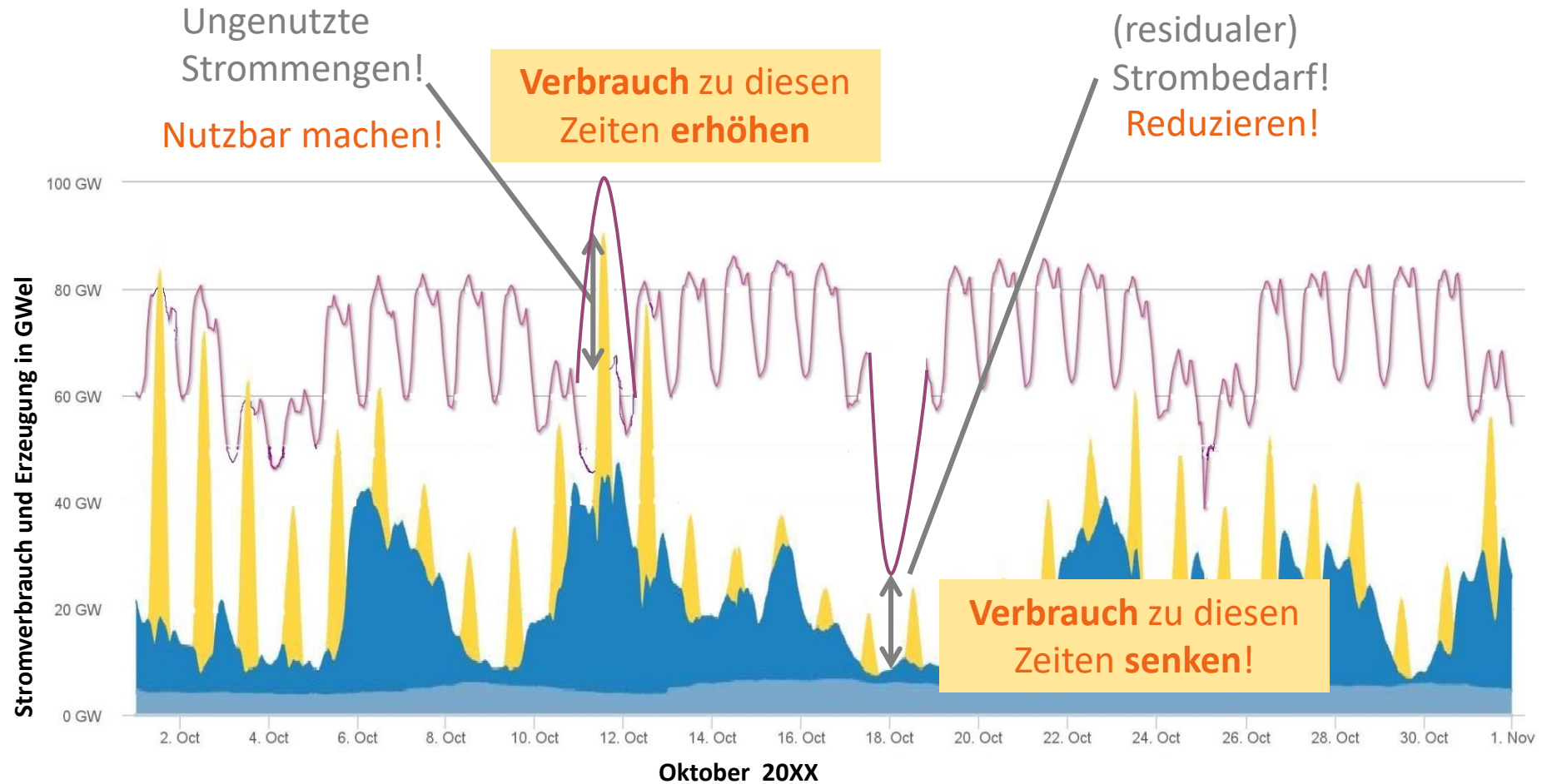
Quelle: Agora Energiewende (2015), Agorameter, Stromerzeugung und Stromverbrauch, Abruf 7. November 2015, grafische Anpassungen Holzhammer

Weitere Steigerung der EE – Stromerzeugung zeigt zukünftig Wirkung



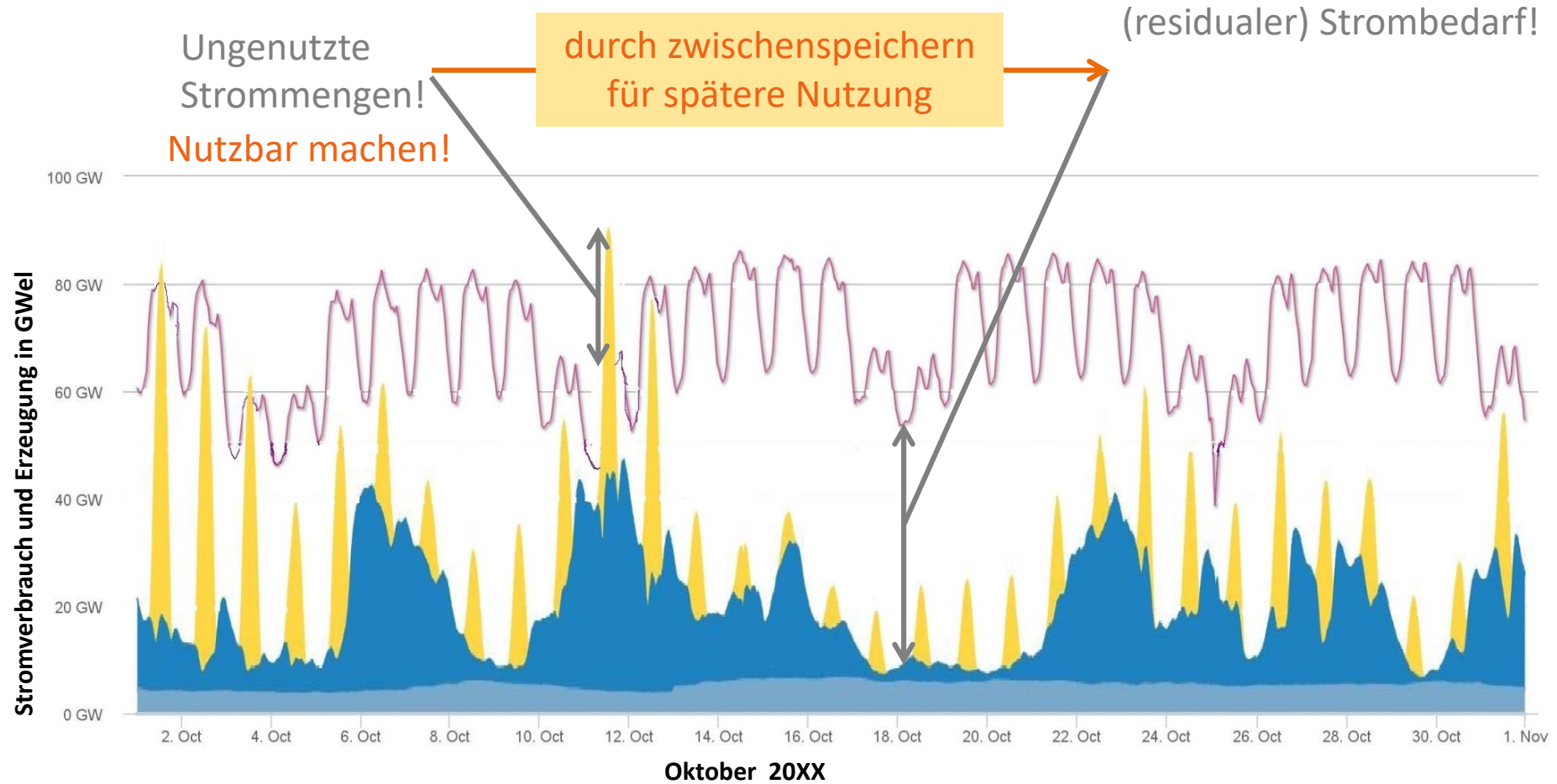
Quelle: Agora Energiewende (2015), Agorameter, Stromerzeugung und Stromverbrauch, Abruf 7. November 2015, grafische Anpassungen Holzhammer

Maßnahme 1.: Vorziehen!



Quelle: Agora Energiewende (2015), Agorameter, Stromerzeugung und Stromverbrauch, Abruf 7. November 2015, grafische Anpassungen Holzhammer

Maßnahme 2. : Zwischenspeichern

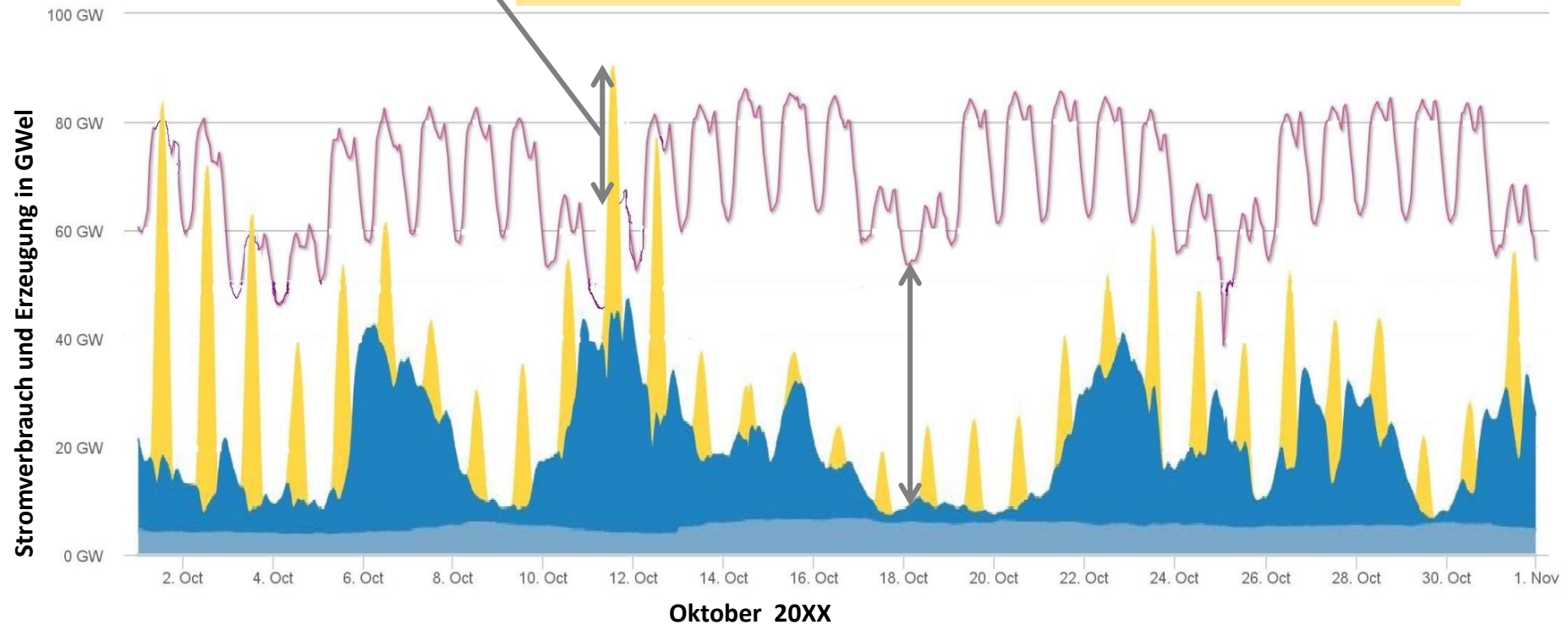


Quelle: Agora Energiewende (2015), Agorameter, Stromerzeugung und Stromverbrauch, Abruf 7. November 2015, grafische Anpassungen Holzhammer

Maßnahme 3.: Gezielt verbrauchen!

Ungenutzte Strommengen
nutzbar machen!

Gezielt neue Verbraucher zu diesen Zeiten aktivieren:
Batterieladung E-Mobilität, Wasserstoffproduktion,
PtL, PtH, Wärmepumpen, usw.!



Quelle: Agora Energiewende (2015), Agorameter, Stromerzeugung und Stromverbrauch, Abruf 7. November 2015, grafische Anpassungen Holzhammer

Zwischenfazit:

Mit diesen 3 Maßnahmen werden verstärkt
Energienmengen mit niedrigen CO₂-Emissionen zur
Energieversorgung eingesetzt!

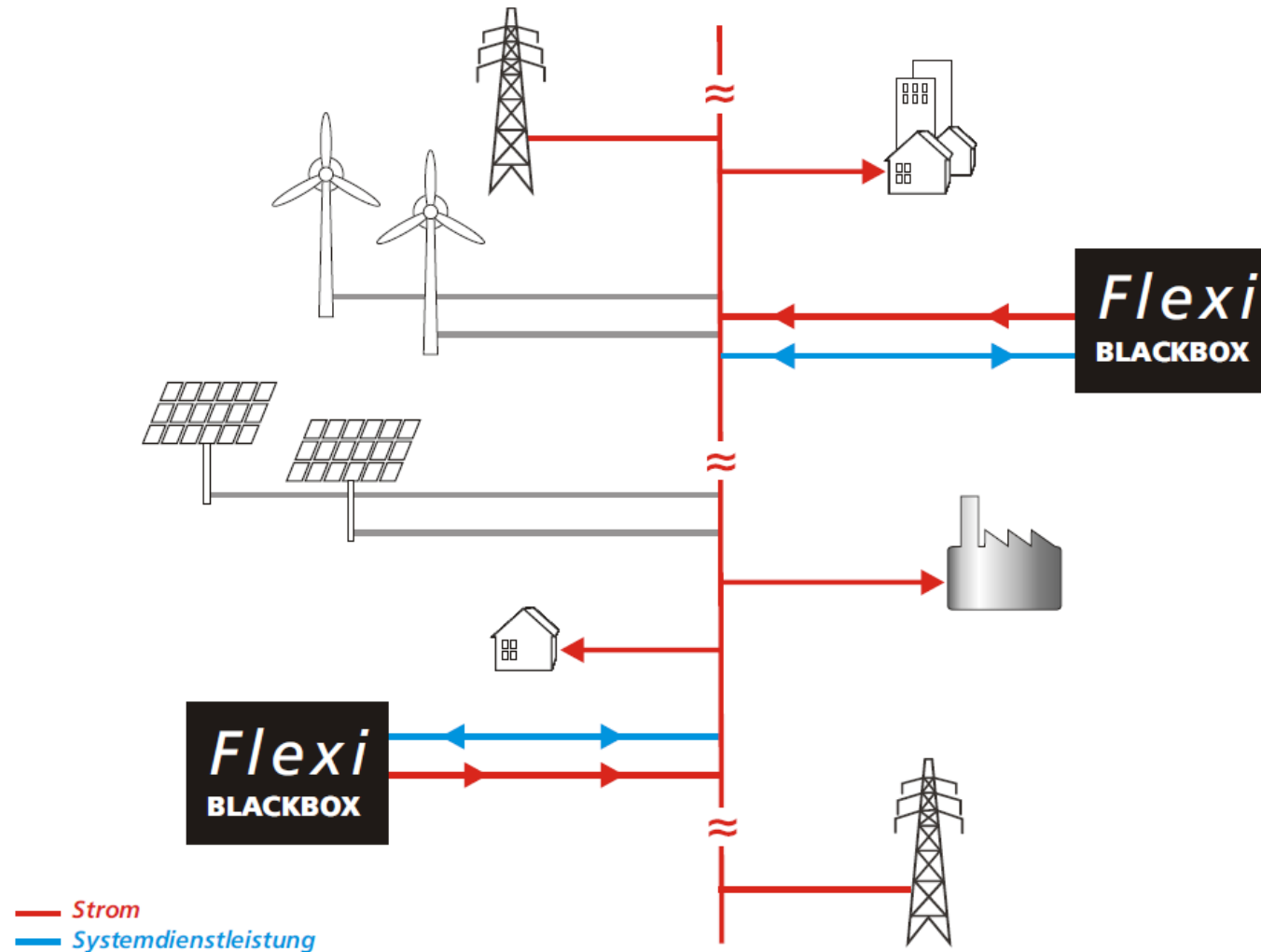
... ja aber wie nun?!?!



Lösung: Die Flexi-Blackbox!

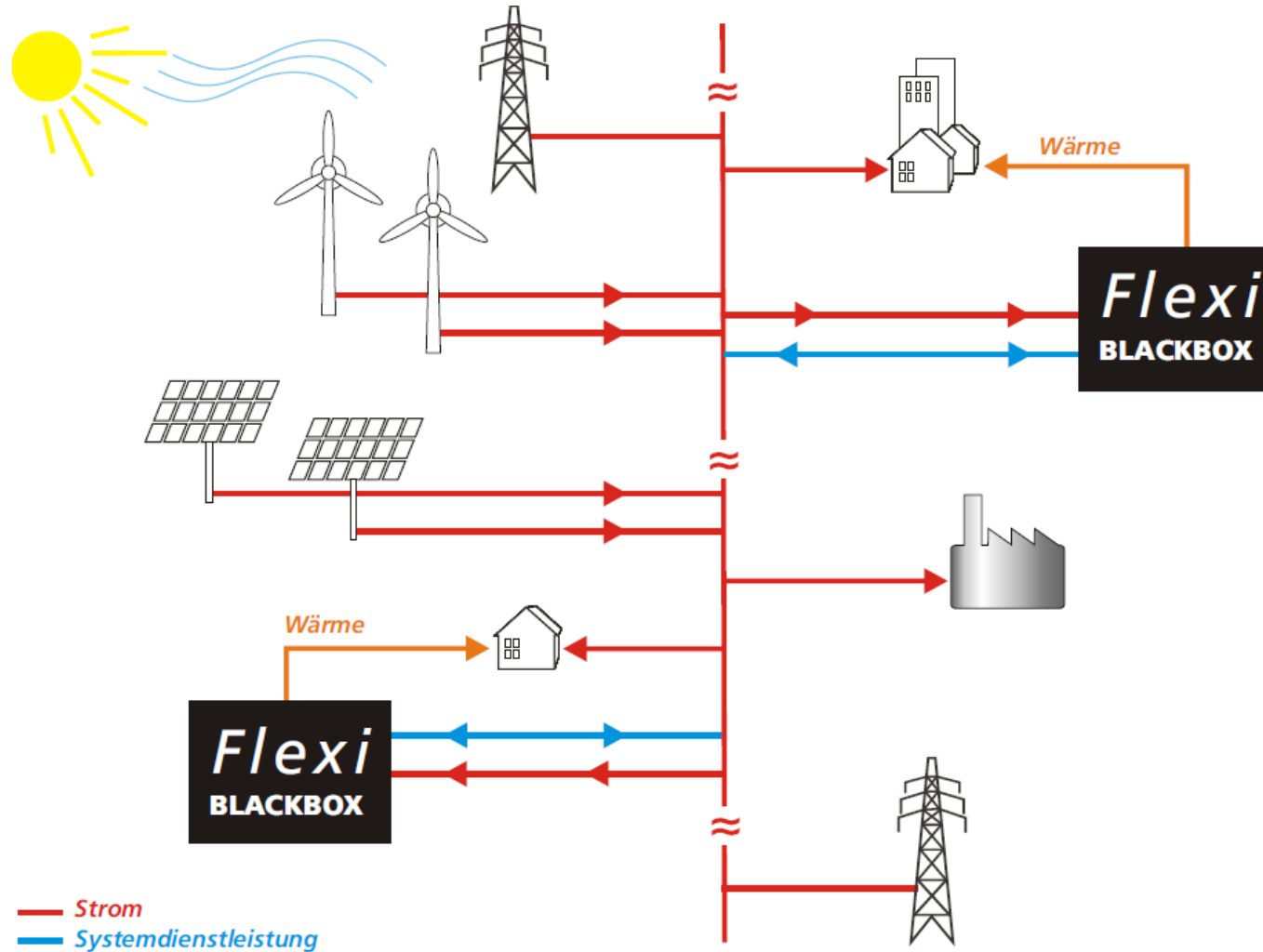


Die FlexiBLACKBOX ! ...sie stellt **Strom** bereit, wenn kein Wind weht und keine Sonne scheint.



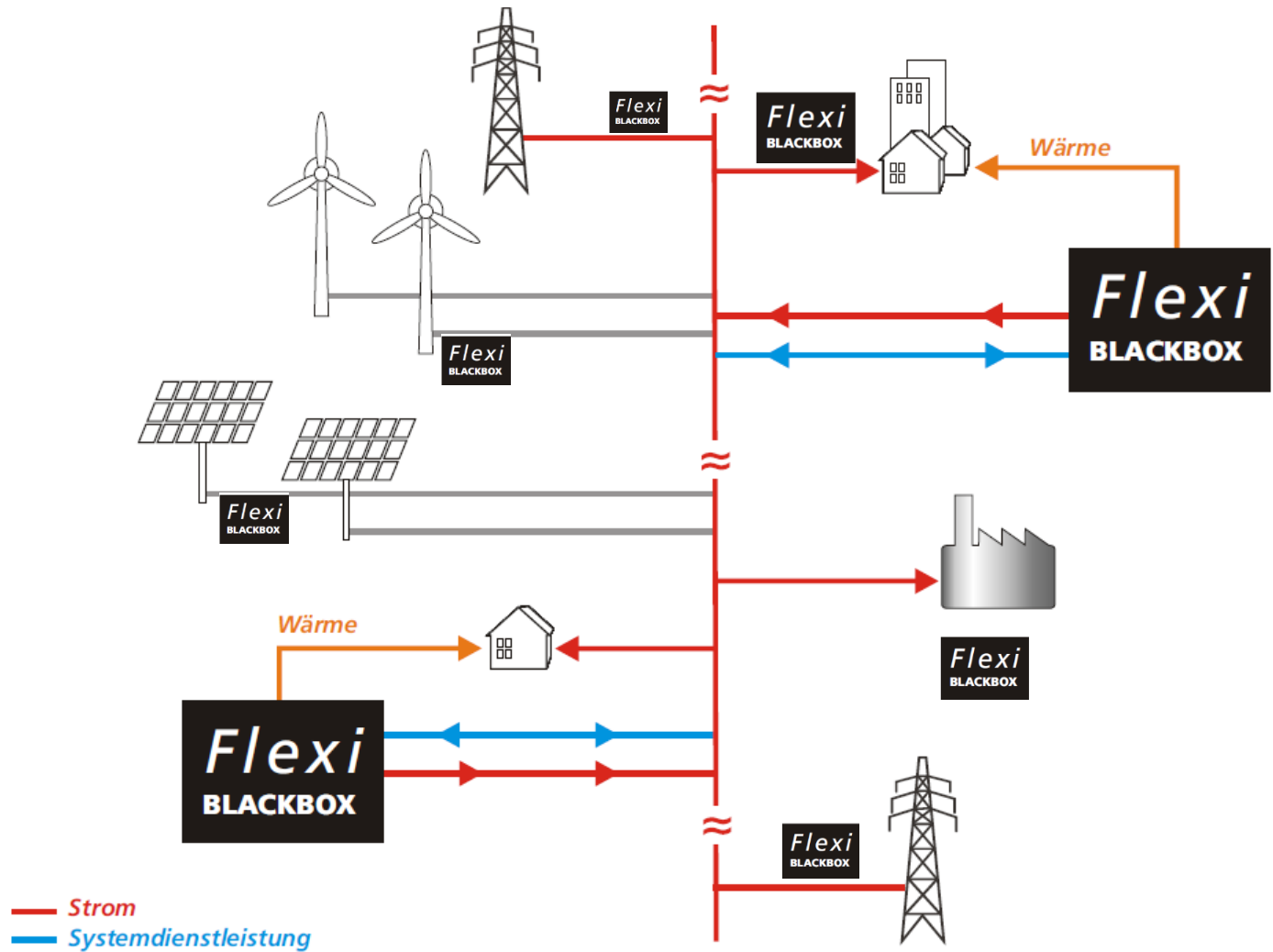
Quelle: Holzhammer, Fraunhofer IWES

... und nimmt **Strom** auf wenn viel PV und Wind-Strom im System ist (und stellt gleichzeitig bei Bedarf **Wärme** bereit).



Quelle: Holzhammer, Fraunhofer IWES

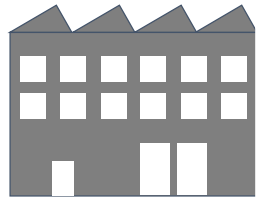
... immer mehr FlexiBLACKBOXEN im Versorgungssystem ...



Quelle: Holzhammer, Fraunhofer IWES

Die FlexiBLACKBOX

WAS STECKT DAHINTER?



Flexible
Industrieverbräuche



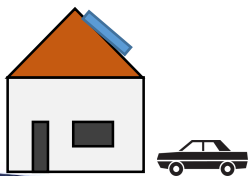
Flexible Strom-
bereitstellung (BHKW)

Wasserstoffherzeugung
mittels flexibel
betreibbarer Elektrolyse

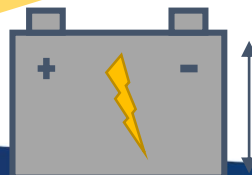
Unternehmen, Haushalte (Verbraucher)

sind ein Teil des Energiesystems und zukünftig ein Teil der Flexibilität
→ als Basis einer nachhaltigen Energieversorgung!

Wärmepumpe als
Heizungstechnik

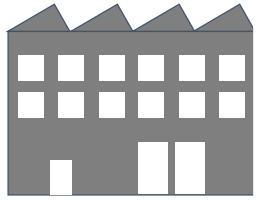


Batterietechnik



E-Mobilität

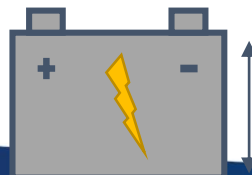
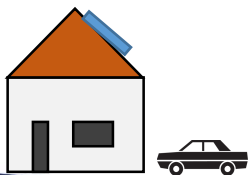




Bewertung:
→ Wir sollten es zügig, mit
Leidenschaft und guten
Ideen anpacken!



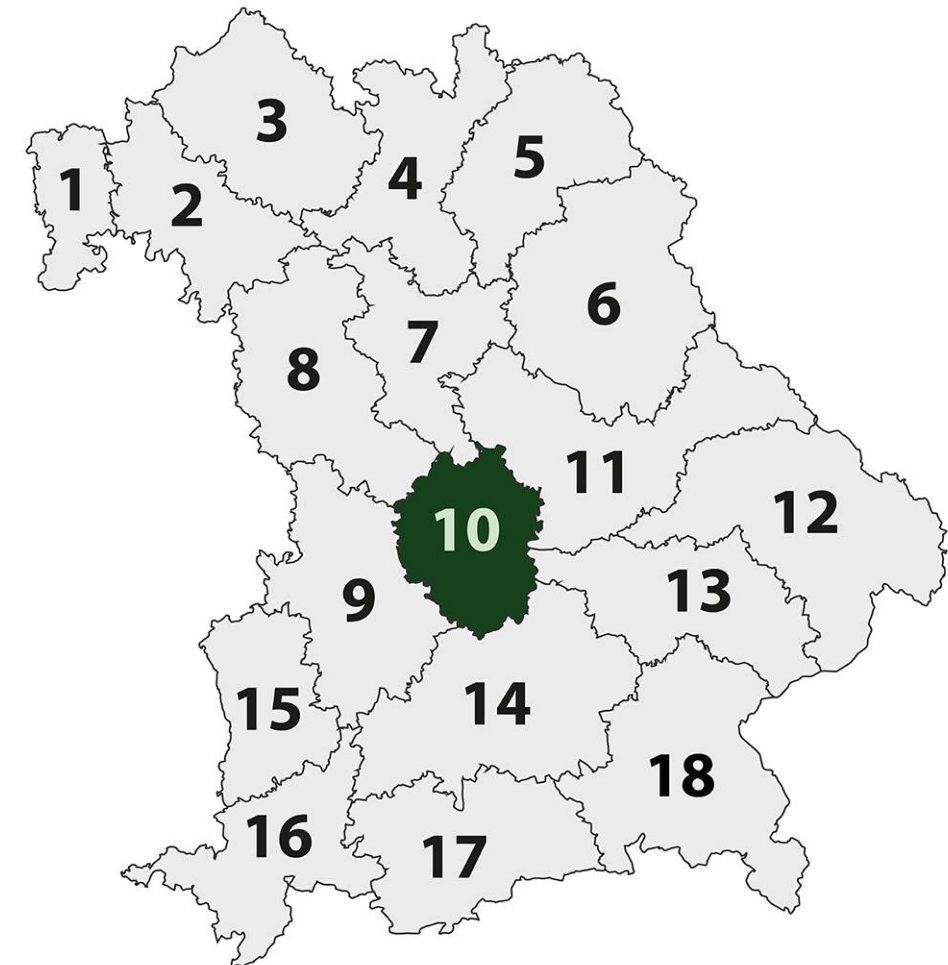
Fazit: Wir alle werden mit der Nachhaltigen Entwicklung,
Handlungsfeld Energie, in unseren unterschiedlichen Rollen
konfrontiert sein!





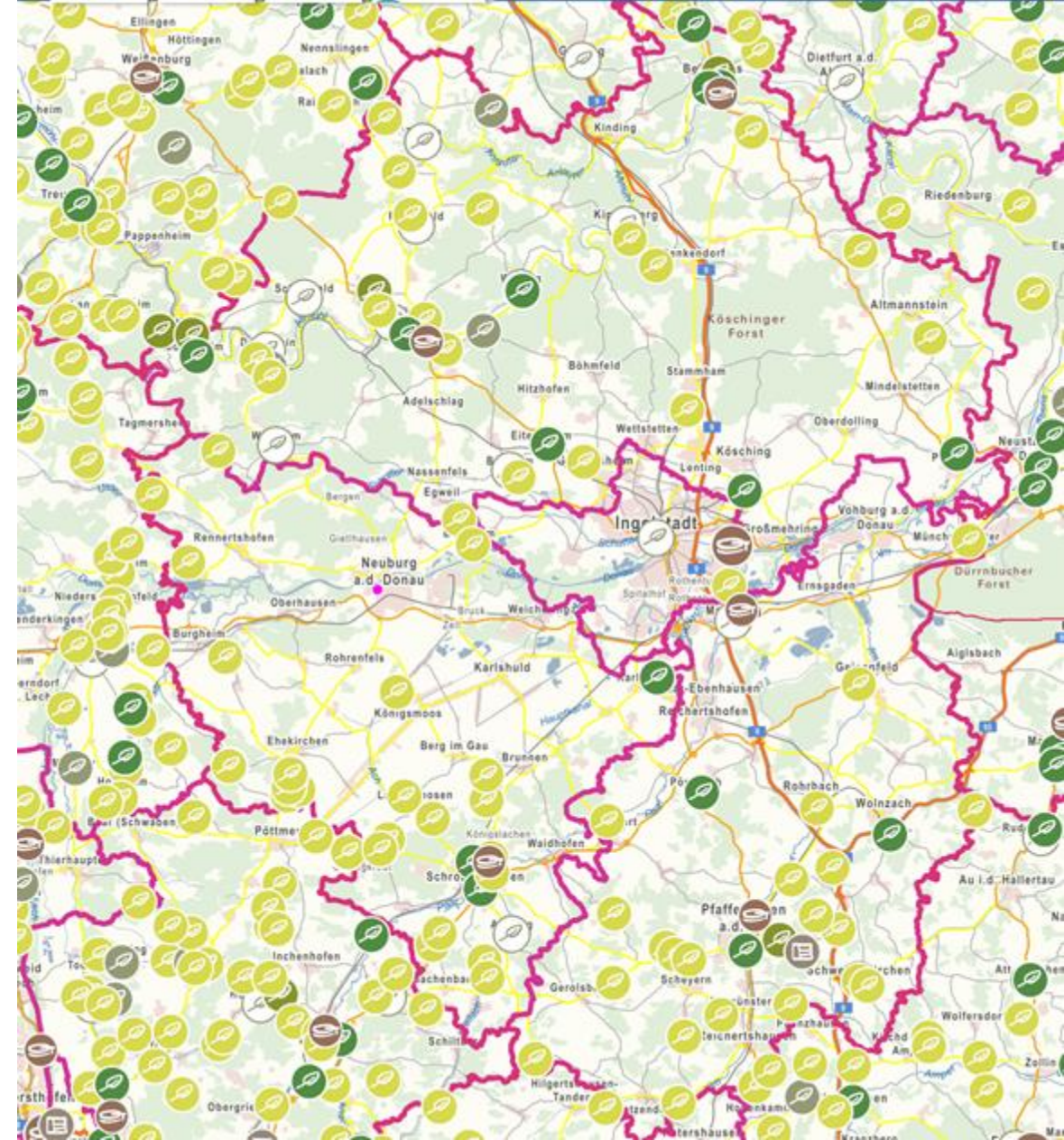
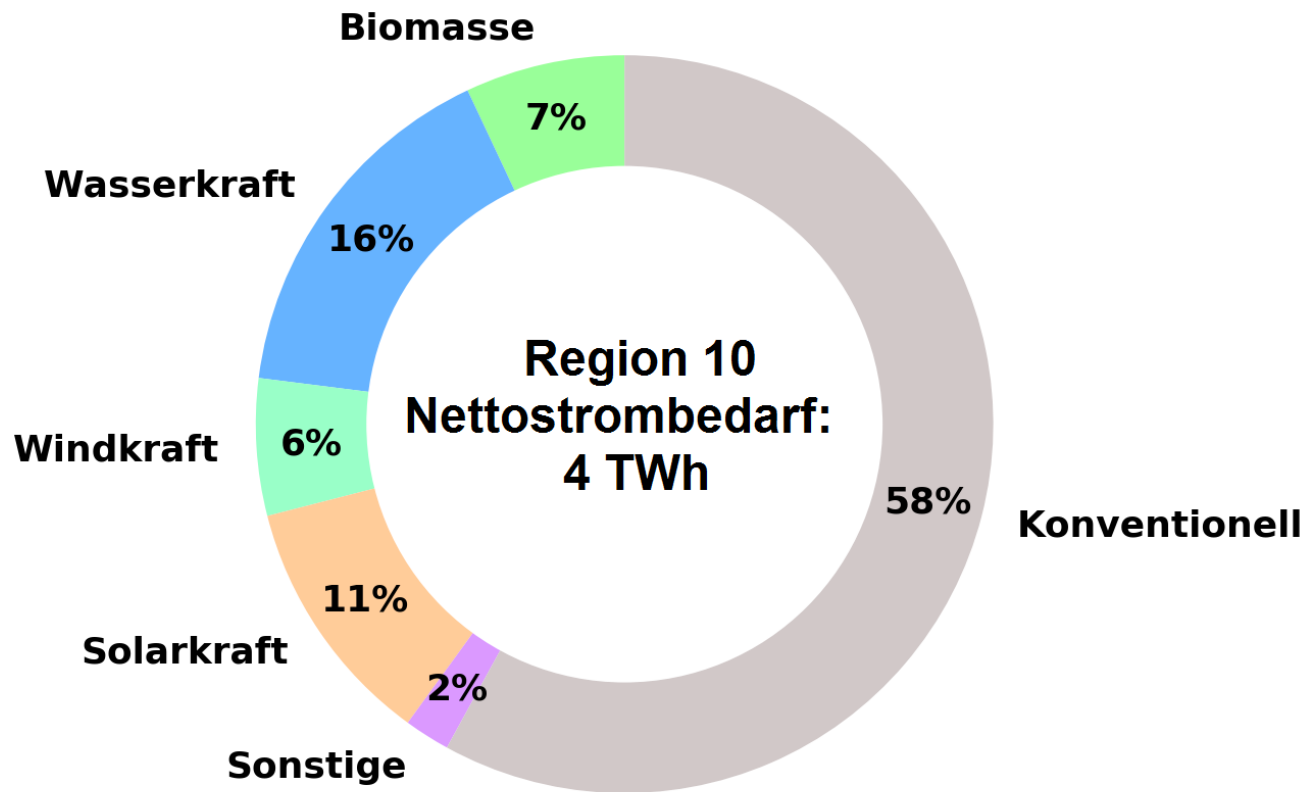
Akteure bilden sich eine Meinung

DIE REGION 10 UND DIE THI

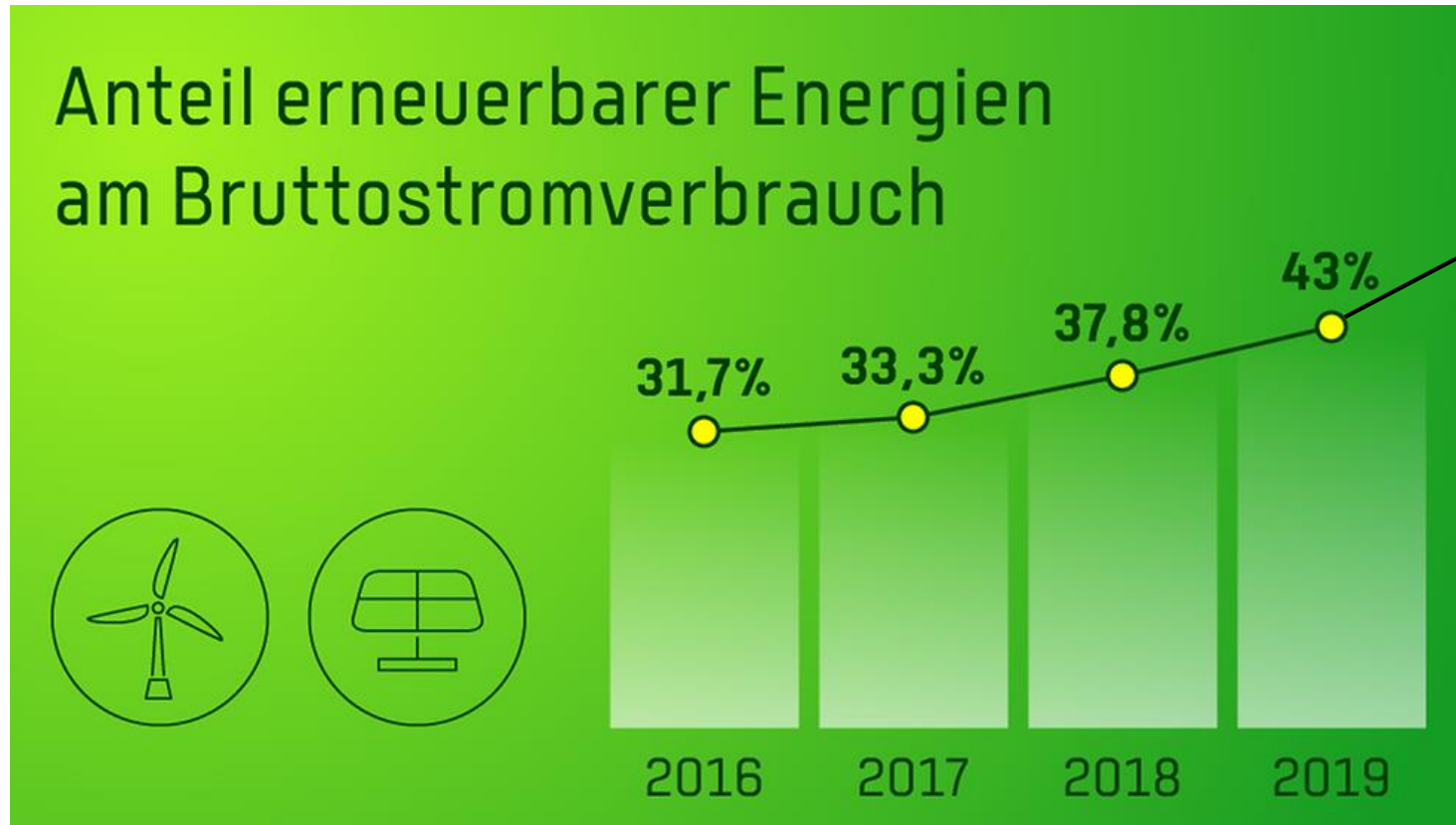


<https://www.region-ingolstadt.bayern.de/region/>

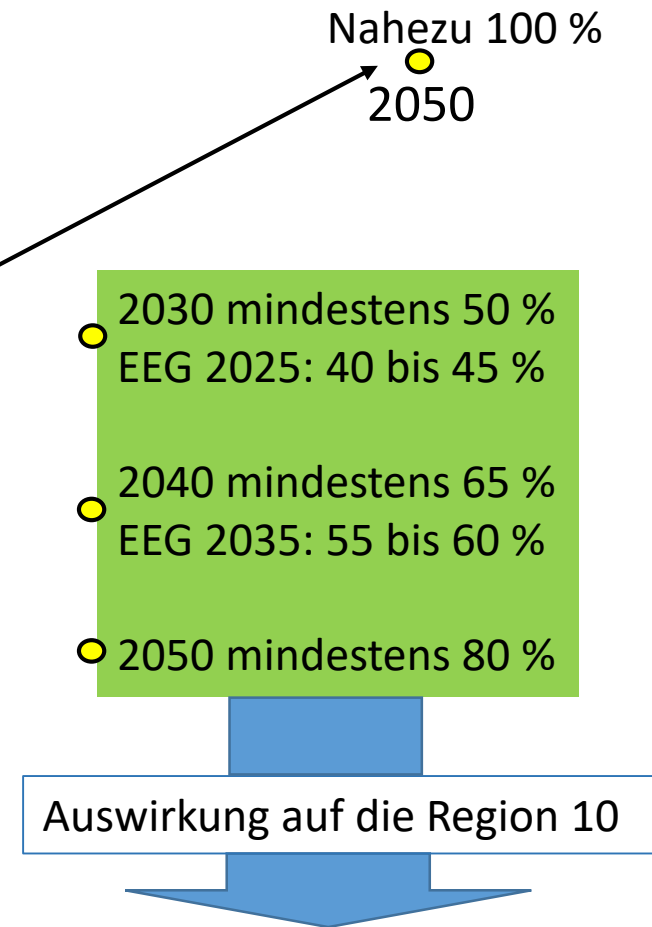
Aufteilung der EE-Stromproduktion am Nettostrombedarf 2019: 42 %



Entwicklung des EE-Anteils bis 2050: Ziele der Bundesregierung



<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/energiewende-schreitet-voran-1746718>



Energiewende-Webtool



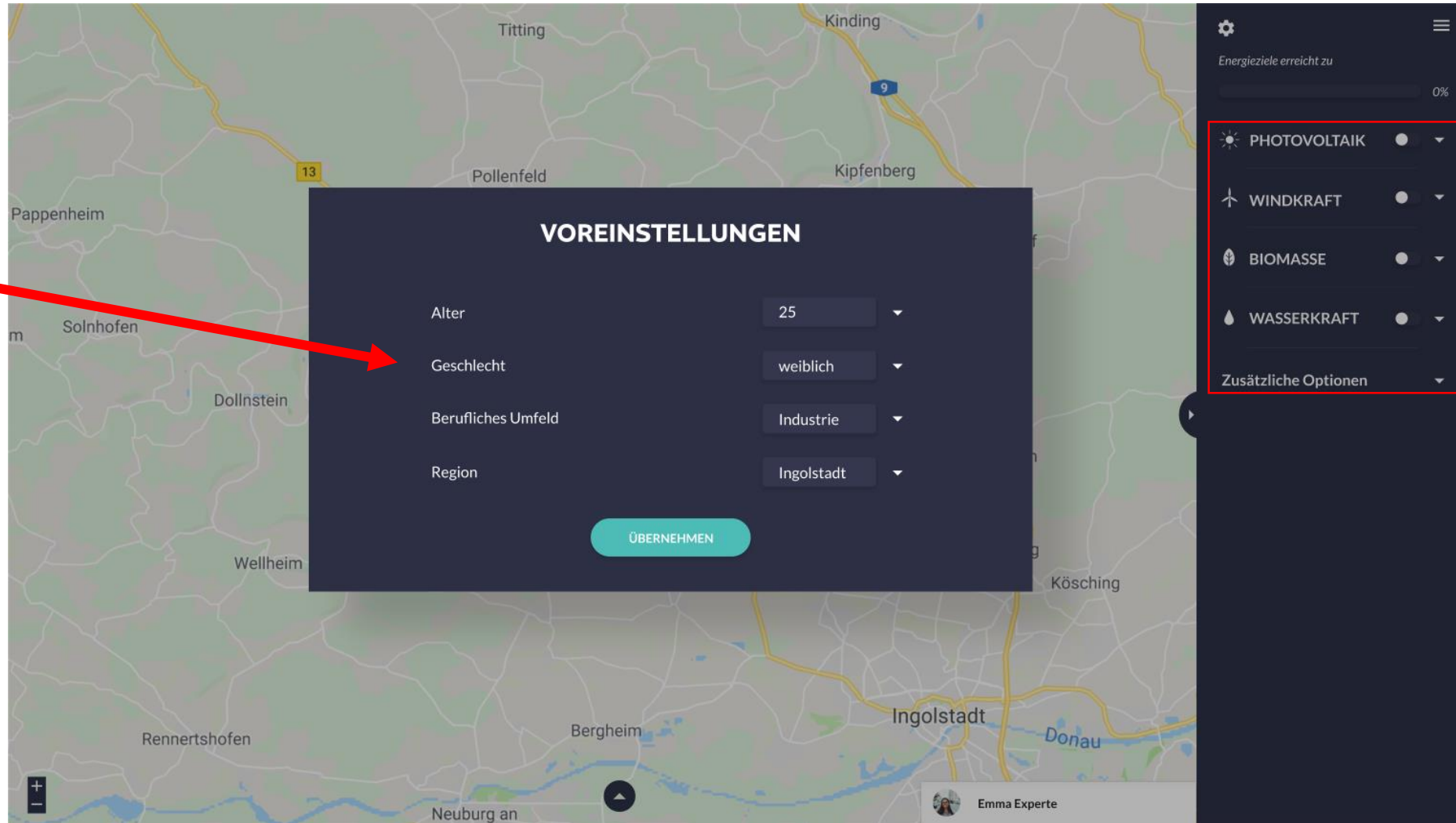
Darstellung
der vom
Nutzer
eingestellten
Energiewende-
vision

IHRE VISION



Voreinstellungen und EE-Einstellungen

Wichtige Daten vom Nutzer können für die Auswertung abgefragt werden

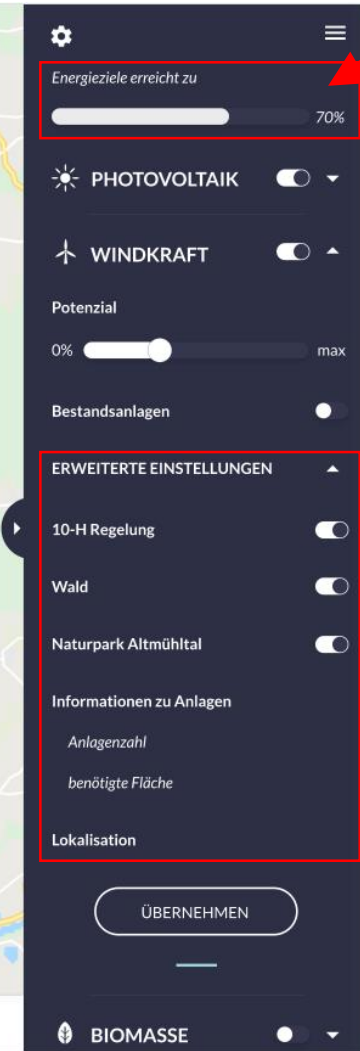
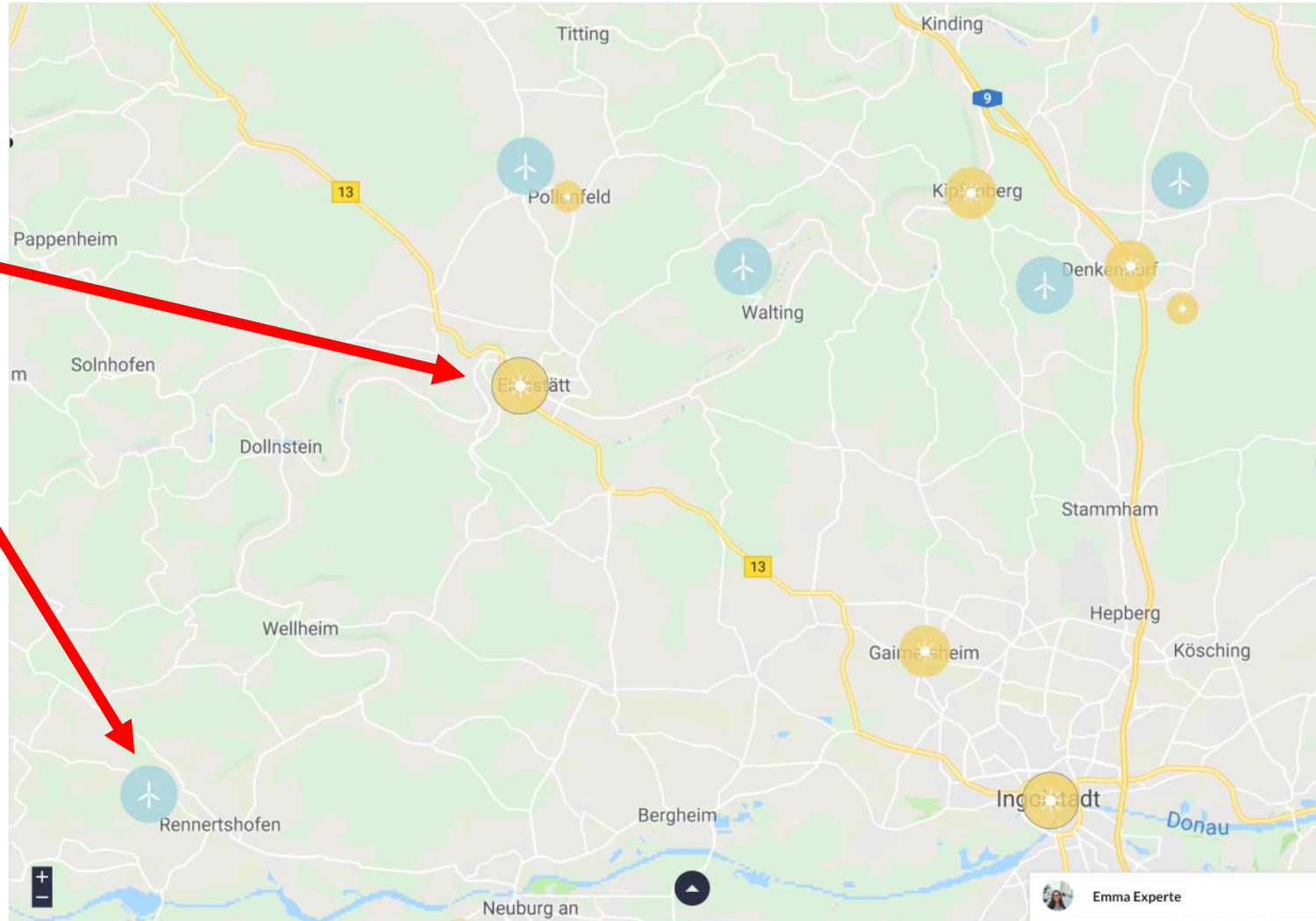


The screenshot displays a mobile application interface. On the left, a map shows the location of Ingolstadt. Overlaid on the map is a dark blue modal window titled 'VOREINSTELLUNGEN' (Pre-Settings). This window contains four dropdown menus: 'Alter' (Age) set to 25, 'Geschlecht' (Gender) set to weiblich (female), 'Berufliches Umfeld' (Professional environment) set to Industrie (Industry), and 'Region' set to Ingolstadt. A teal button labeled 'ÜBERNEHMEN' (Take over) is at the bottom of the modal. To the right of the map, a dark blue sidebar is visible. At the top, it shows 'Energieziele erreicht zu' (Energy goals reached) at 0%. Below this, there are four energy technology options, each with a radio button and a dropdown arrow: 'PHOTOVOLTAIK' (solar), 'WINDKRAFT' (wind), 'BIOMASSE' (biomass), and 'WASSERKRAFT' (hydro). A fifth option, 'Zusätzliche Optionen' (Additional options), is also present. A red arrow points from the text on the left to the 'VOREINSTELLUNGEN' modal. Another red arrow points from the text on the right to the energy technology options in the sidebar.

Einstellungs-
optionen zu den
EE-Technologien
& zusätzliche
Optionen

Einstellungsmenü und Visualisierung

Visualisierung
von Bestands-
anlagen und
Potenzialflächen
auf einer Karte
der Region

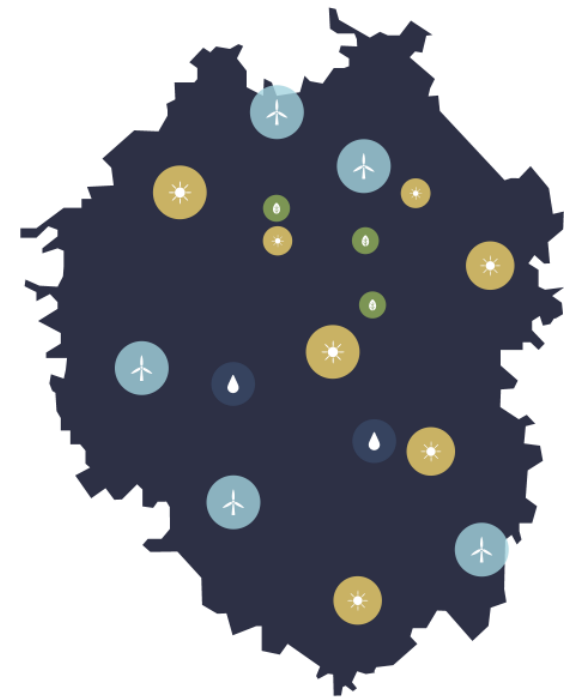


Kontrollanzeige
für das Erreichen
der politischen
Energiewende-
ziele

Erweiterte
Einstellungs-
optionen für die
einzelnen
Technologien

Wir freuen uns auf:

IHRE VISION



der Energiewende
für die Region 10!

Kontakt Daten



Vielen Dank für Ihre geschätzte Aufmerksamkeit!

Prof. Dr.-Ing.

Uwe Holzhammer

0841 9348-5025

uwe.holzhammer@thi.de

<https://www.thi.de/ines/personen/prof-dr-ing-uwe-holzhammer>

https://www.xing.com/profile/Uwe_Holzhammer