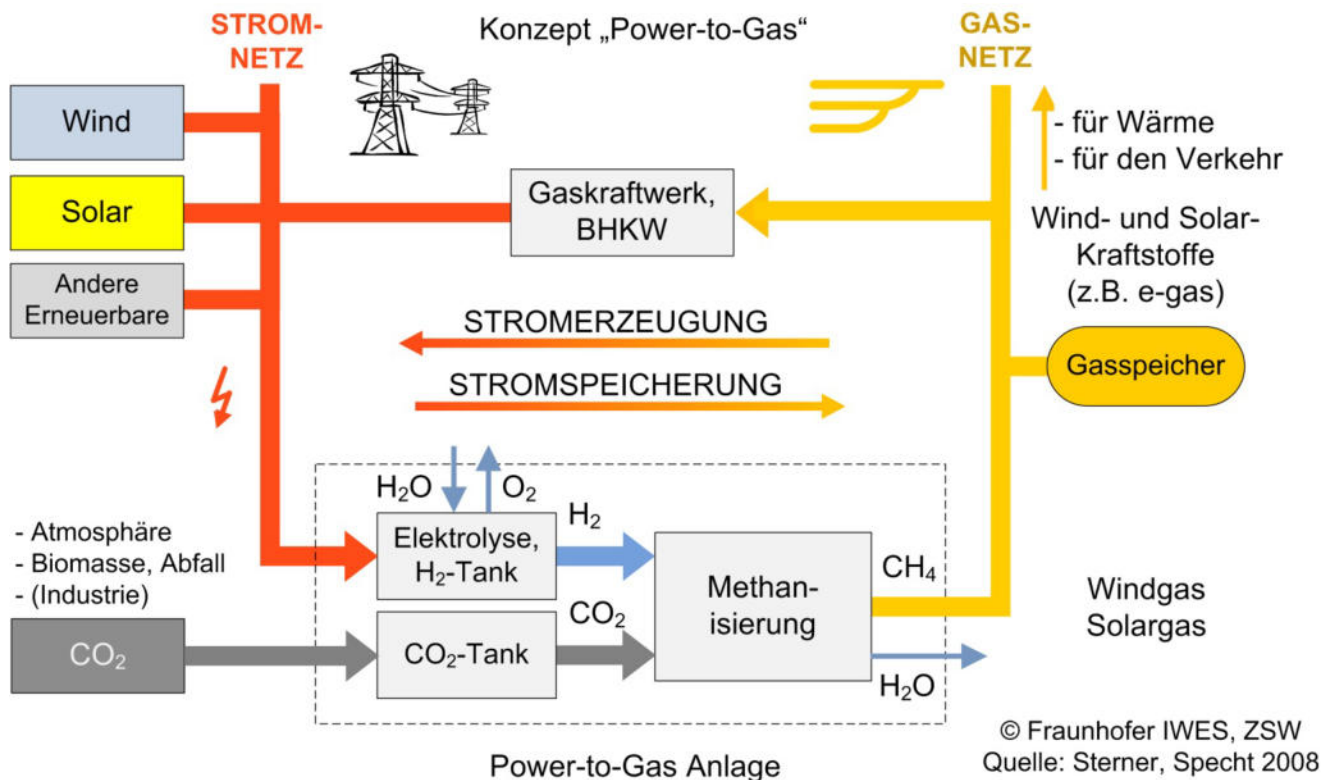


Klimaneutral 2040

Herausforderungen an die Energiewende in Bayern

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner et al.



29. Jahrestagung der
Arbeitsgemeinschaft
Bayerischer Solar-
Initiativen (ABSI)

3. Rosenheimer
Klimafrühling

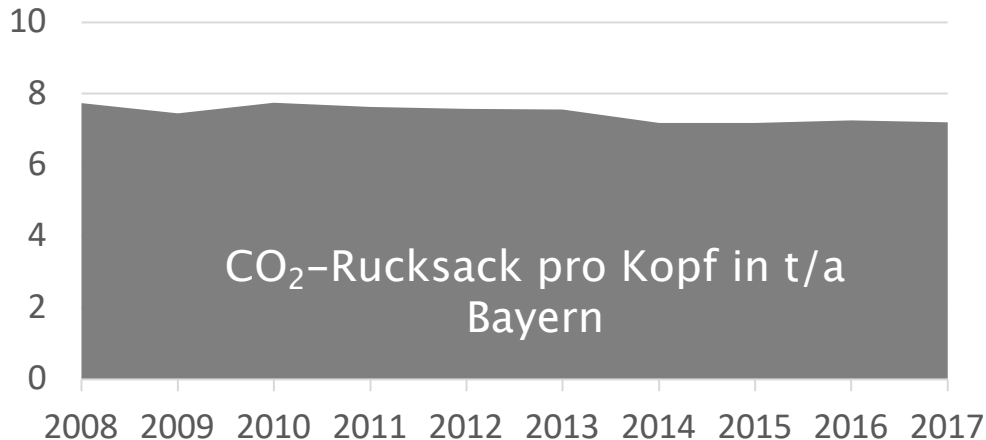
Rosenheim, 11.02.22

Inhalt

- 1) Status Quo
- 2) Zukunft
- 3) Positive Beispiele & Lösungsansätze

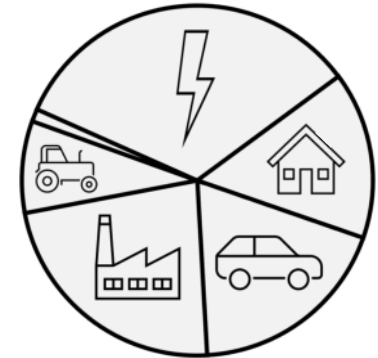
Status Quo

Bayerns CO₂-Emissionen stagnieren



Indikatoren und Kennzahlen
Tabellenband
Ausgabe 2020

STATISTISCHE ÄMTER
DER LÄNDER



Viele Organisationen & Tools vorhanden:

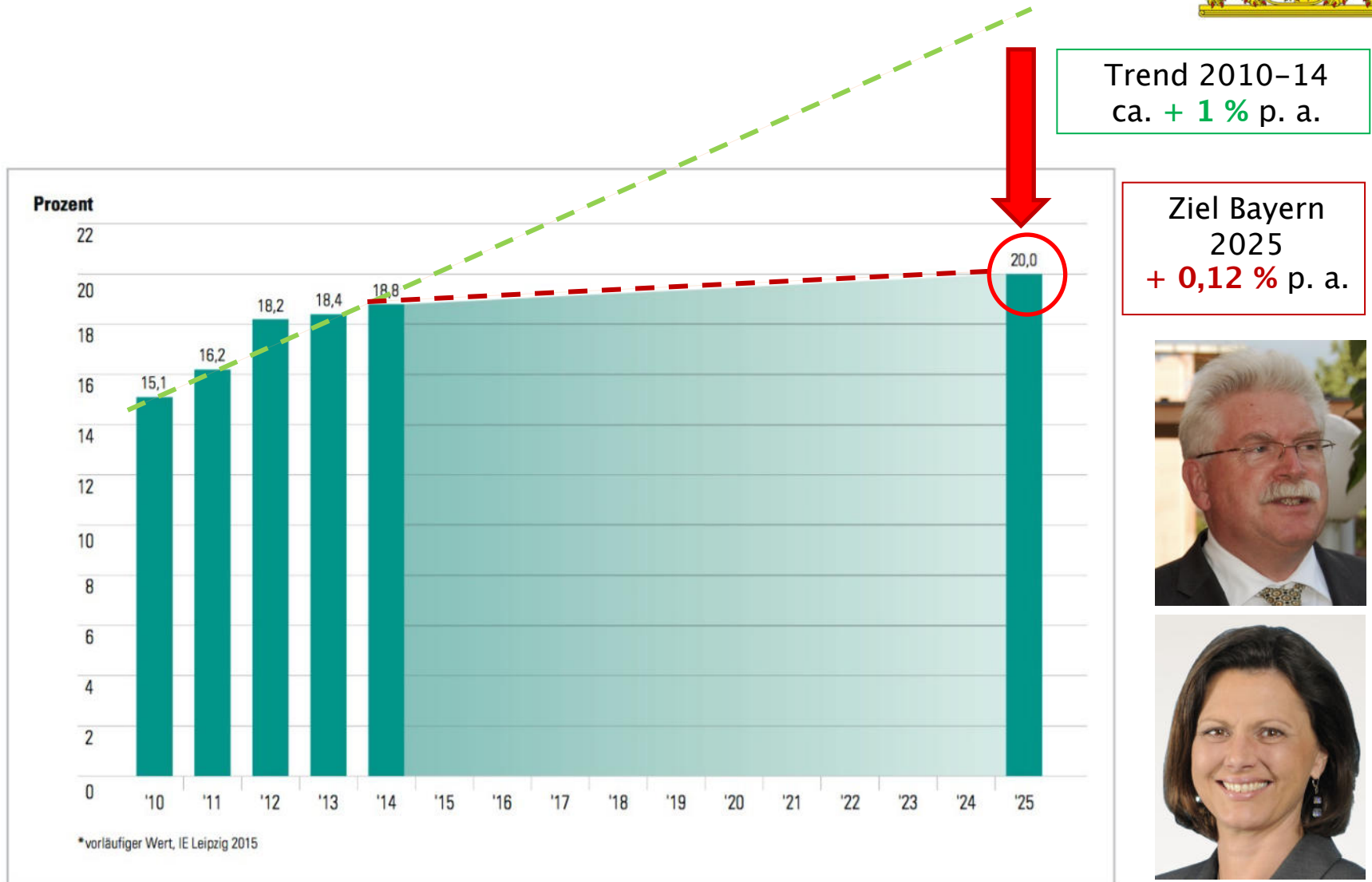
Carmen, LfU, LfStat, LENK, Energieagenturen, ECN, Energieatlas etc.

Aber:

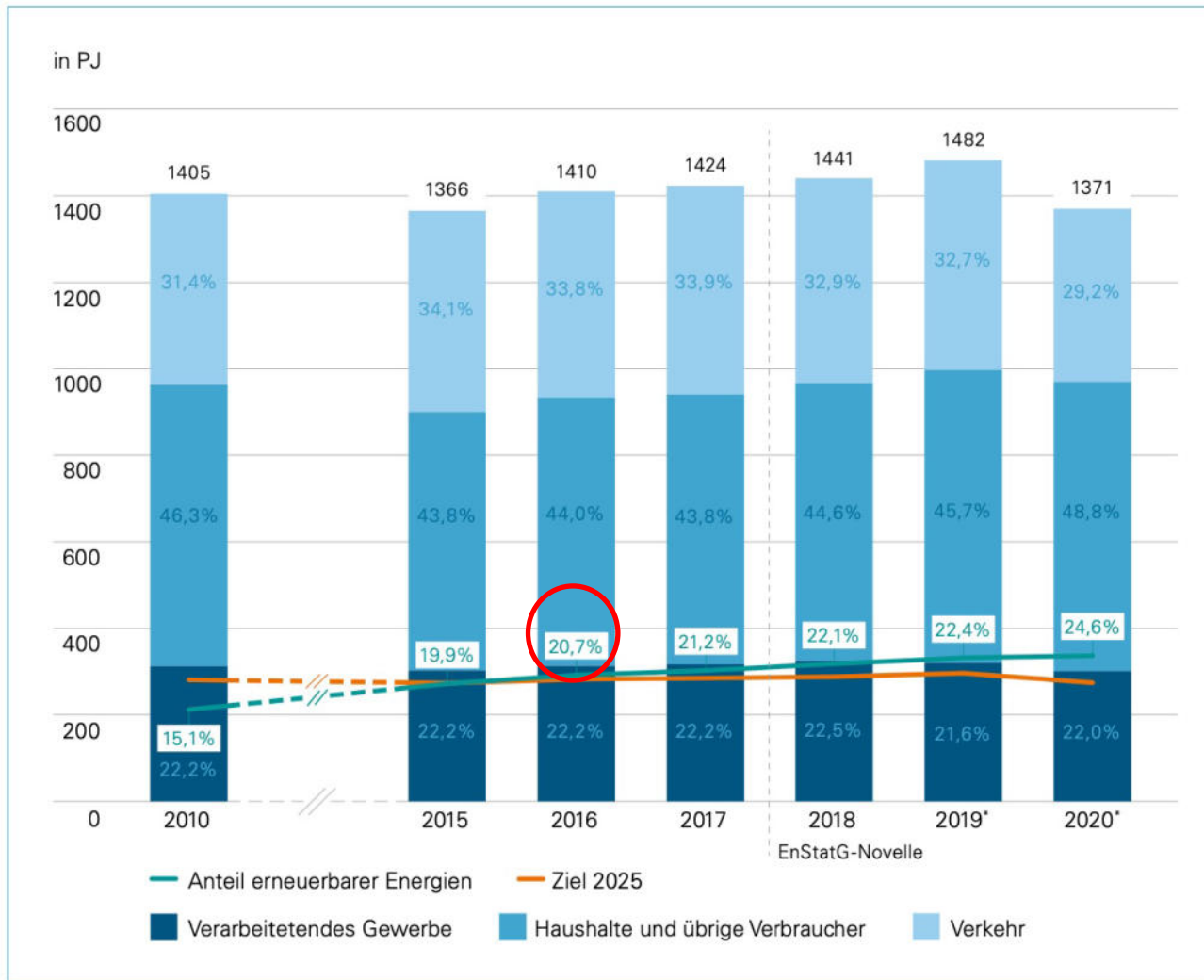
→ **keine Bilanz / Datenerfassung** seitens Regierung → neuer Ansatz LENK + LfStat

Wie will die Landesregierung das **Ziel** „Klimaneutrales Bayern 2040“ erreichen,
wenn der **Status Quo** nicht vollständig erfasst & dokumentiert wird
und entsprechend der **Effekt von Maßnahmen nicht quantifiziert** wird?

Bay. Energiekonzept 2015 = wie 2011: wenig ambitioniert



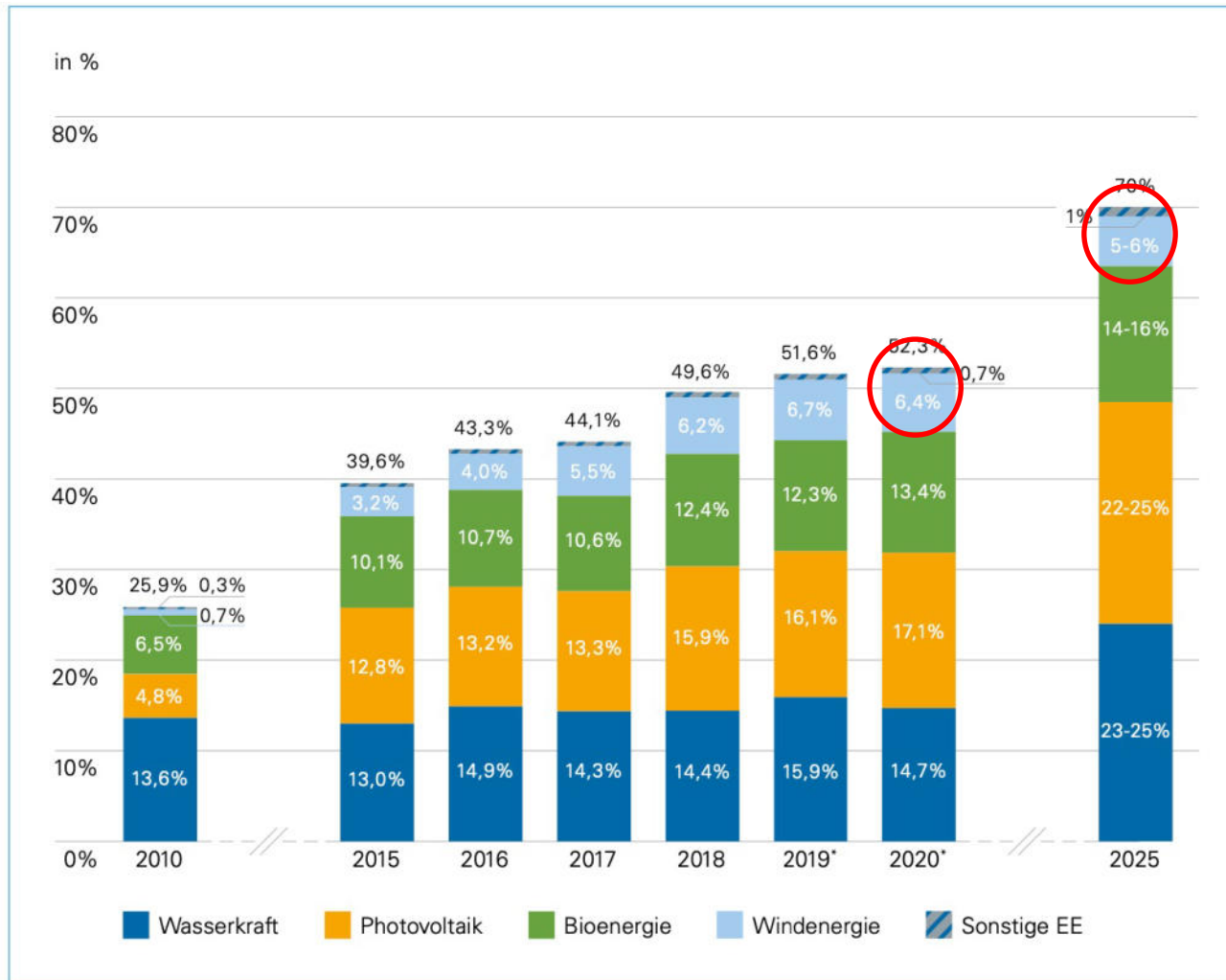
Ziel für 2025 bereits 2016 erreicht – ohne Zutun der Regierung



Grafik 1.3 | Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Bayern (Datenbasis: LfStat, IE Leipzig)

Gesamte Energiewende: Strom, Wärme, Verkehr

Bay. Energiekonzept 2021 Strom = nur Solar + Wasserkraft nach vorne



Grafik 1.5 | Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung in Bayern (Datenbasis: LfStat)



Windenergie in Oberfranken 2005–2020

“

Es muss nicht immer 10H sein, häufig reichen auch 1200 bis 1500 Meter Abstand. Ich bin daher für vernünftige Ausnahmen.



Hubert Aiwanger
Bayerischer Wirtschaftsminister

@BayStMWi

Aiwanger, Feb. 2022:
**„Erneuerbare sind
für den Erhalt des Wohlstands
in Bayern nötig.“**



Söder: „Bayern ist Sonnenland“



Regierungserklärung
„Klimaland Bayern“ 2020:
**Unzureichende Maßnahmen
für Klimaneutralität bis 2040**

Bayern ist auch **Windland!**
und Wasserkraftland, und ...



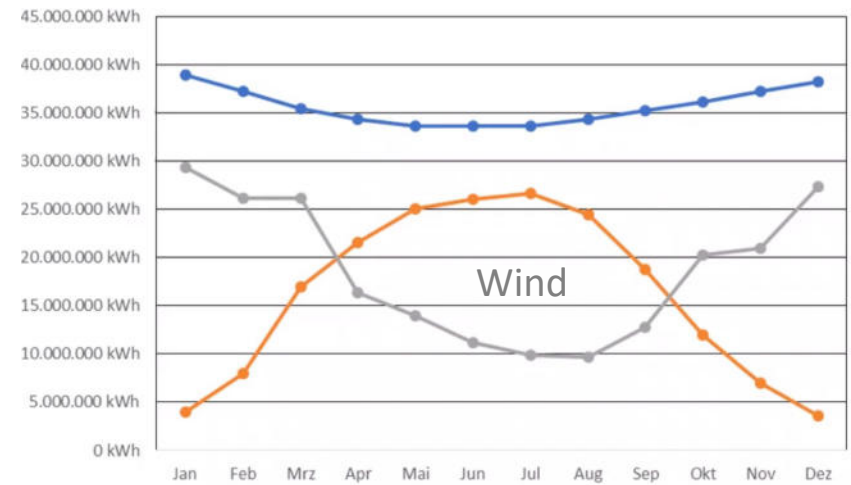
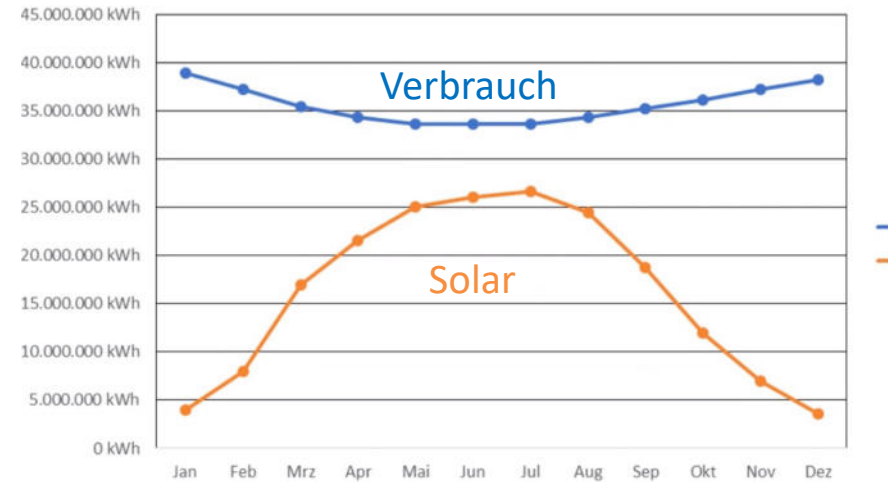
Falls nicht: schleichende
Deindustrialisierung Bayerns!



→ **Erneuerbare:**
Entscheidender **Standortfaktor!**

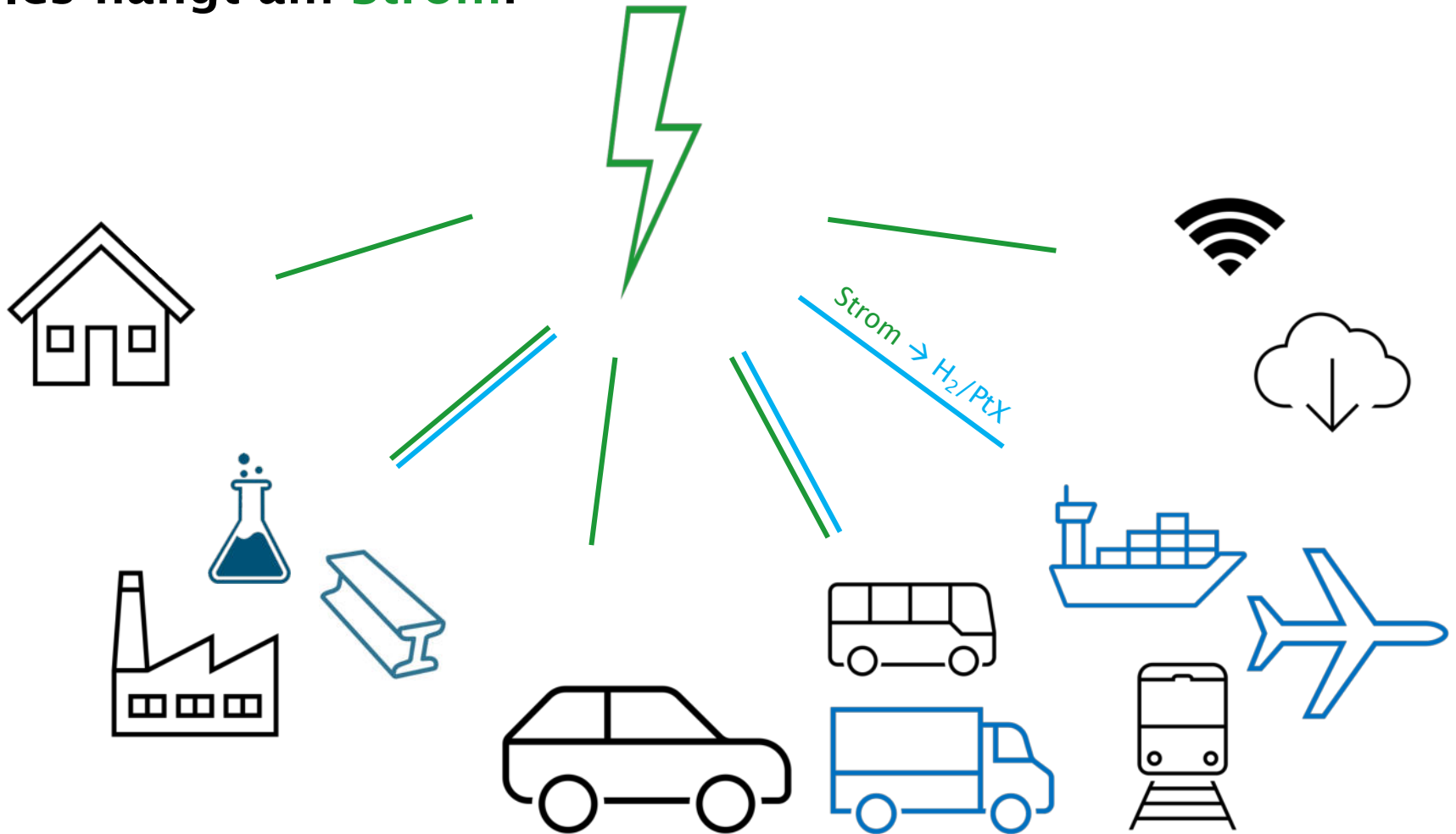


Energiewende Landkreis Haßberge (Strom)



Zukunft

Alles hängt am **Strom!**

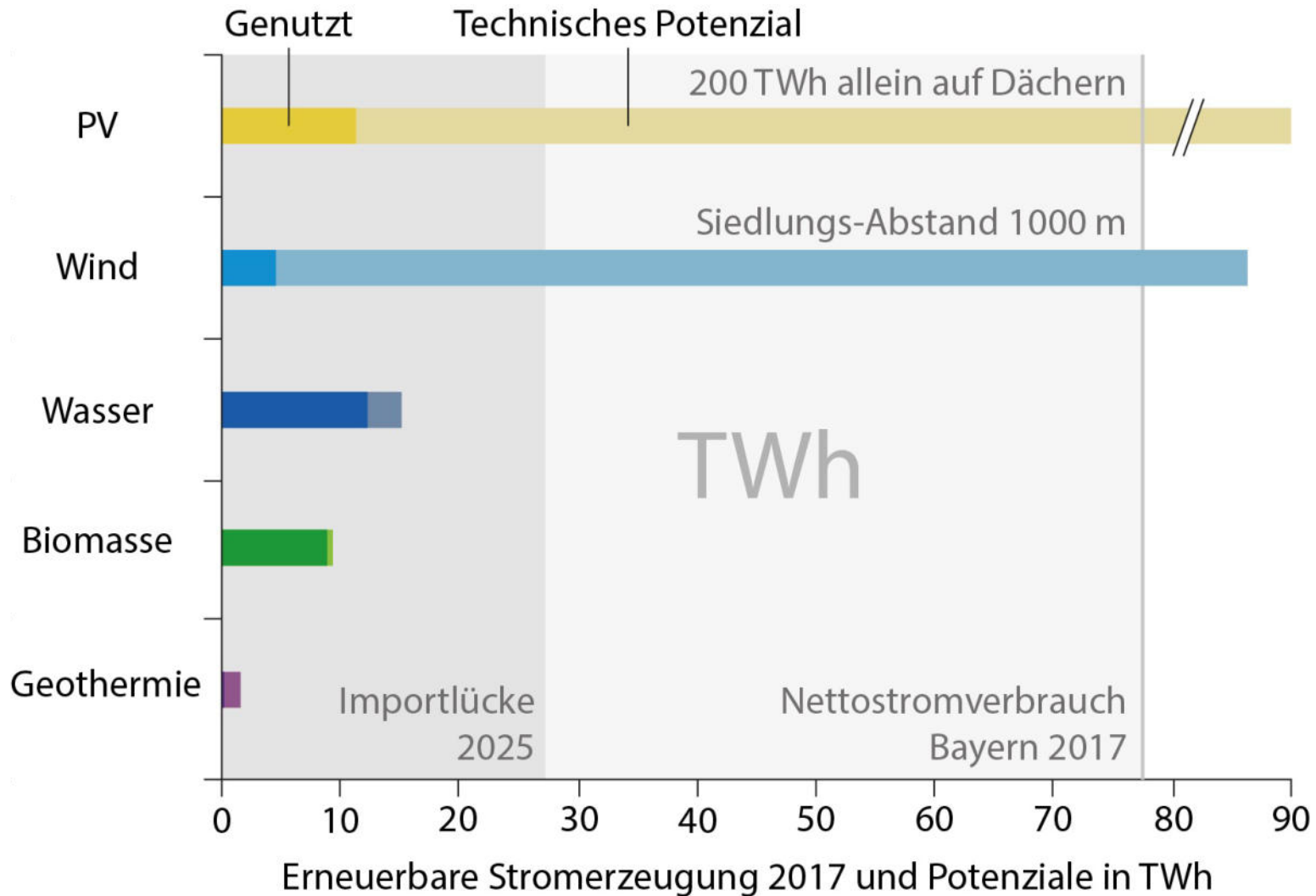


Klimaschutz steht und fällt mit dem Ausbau von Wind + Solar!



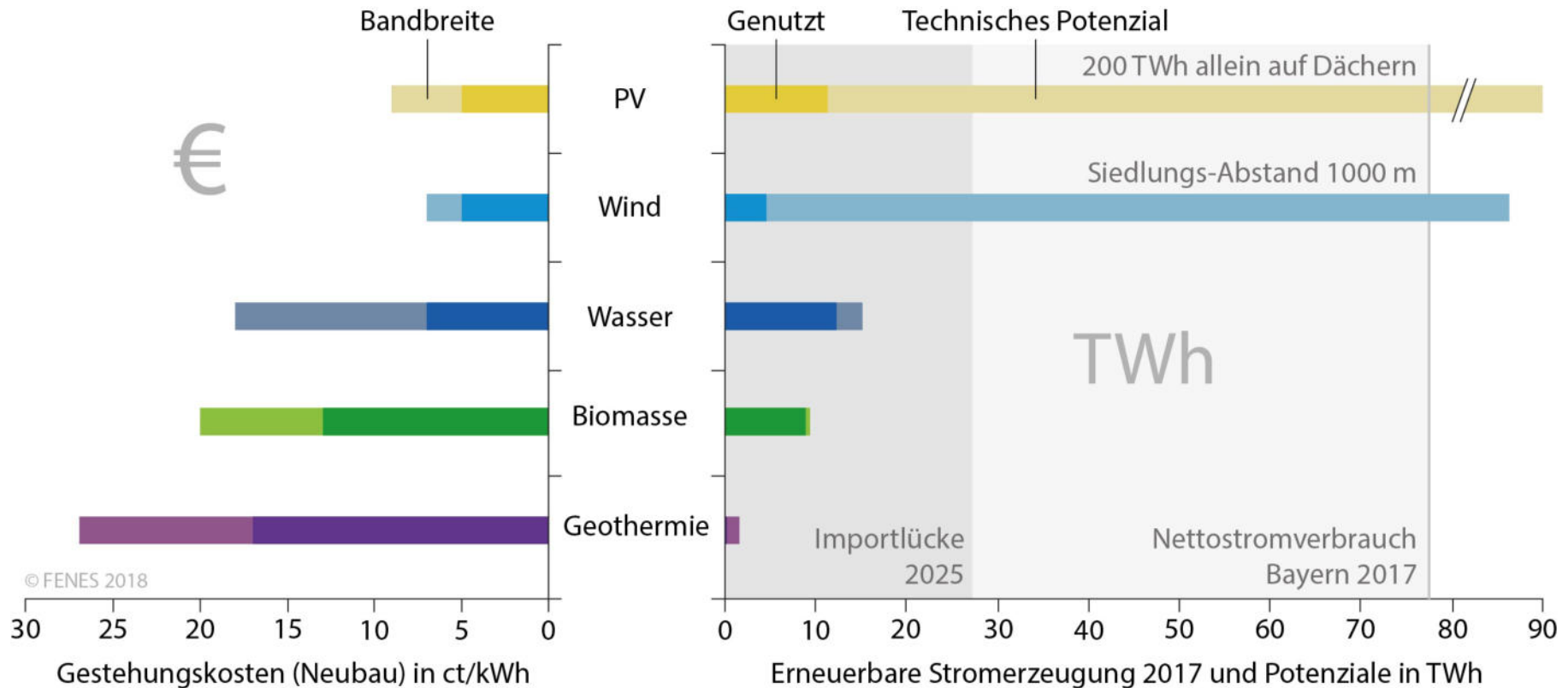
Erneuerbare Energien in Bayern

Potenzial



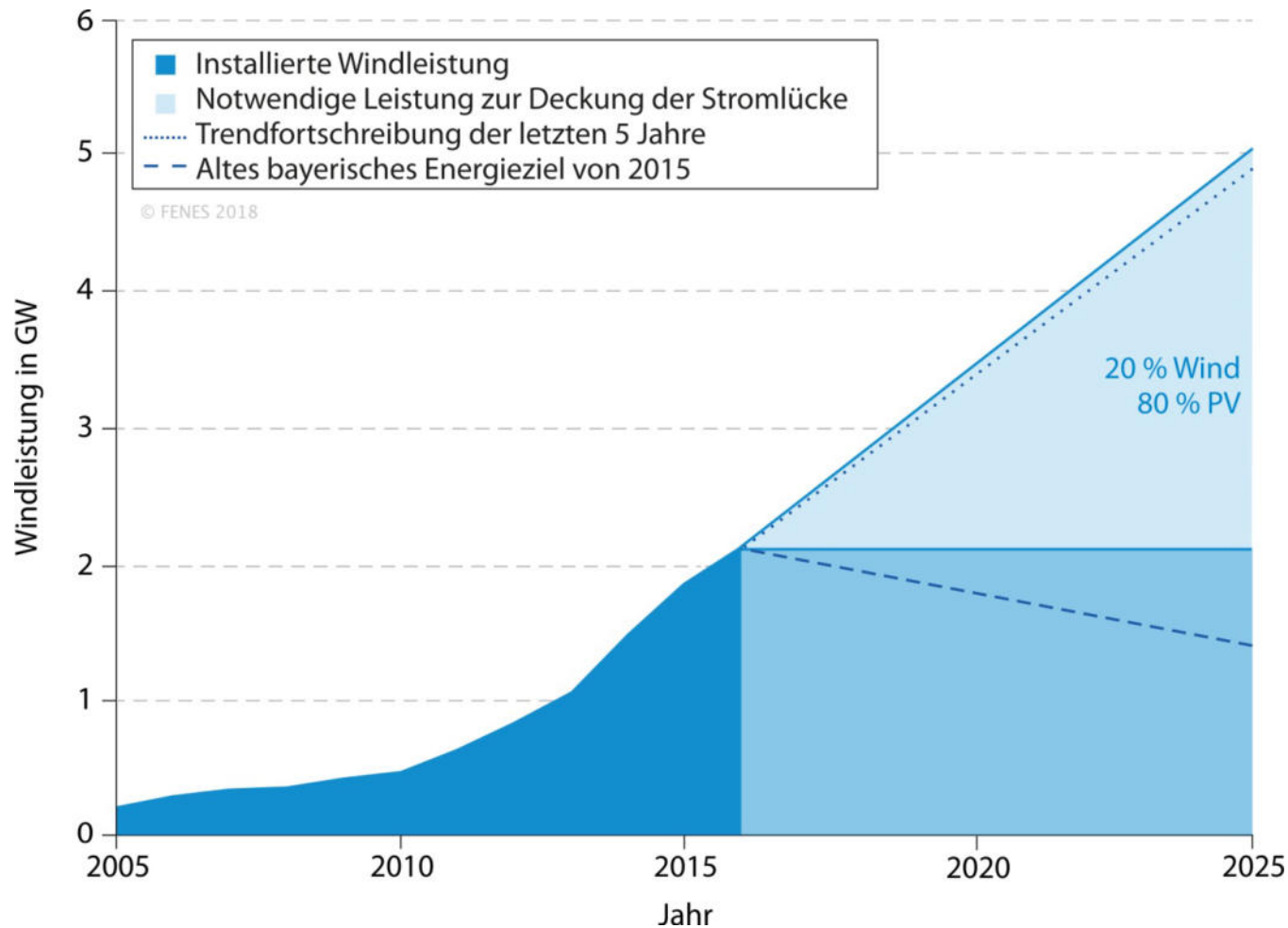
Erneuerbare Energien in Bayern

Kosten vs. Potenzial



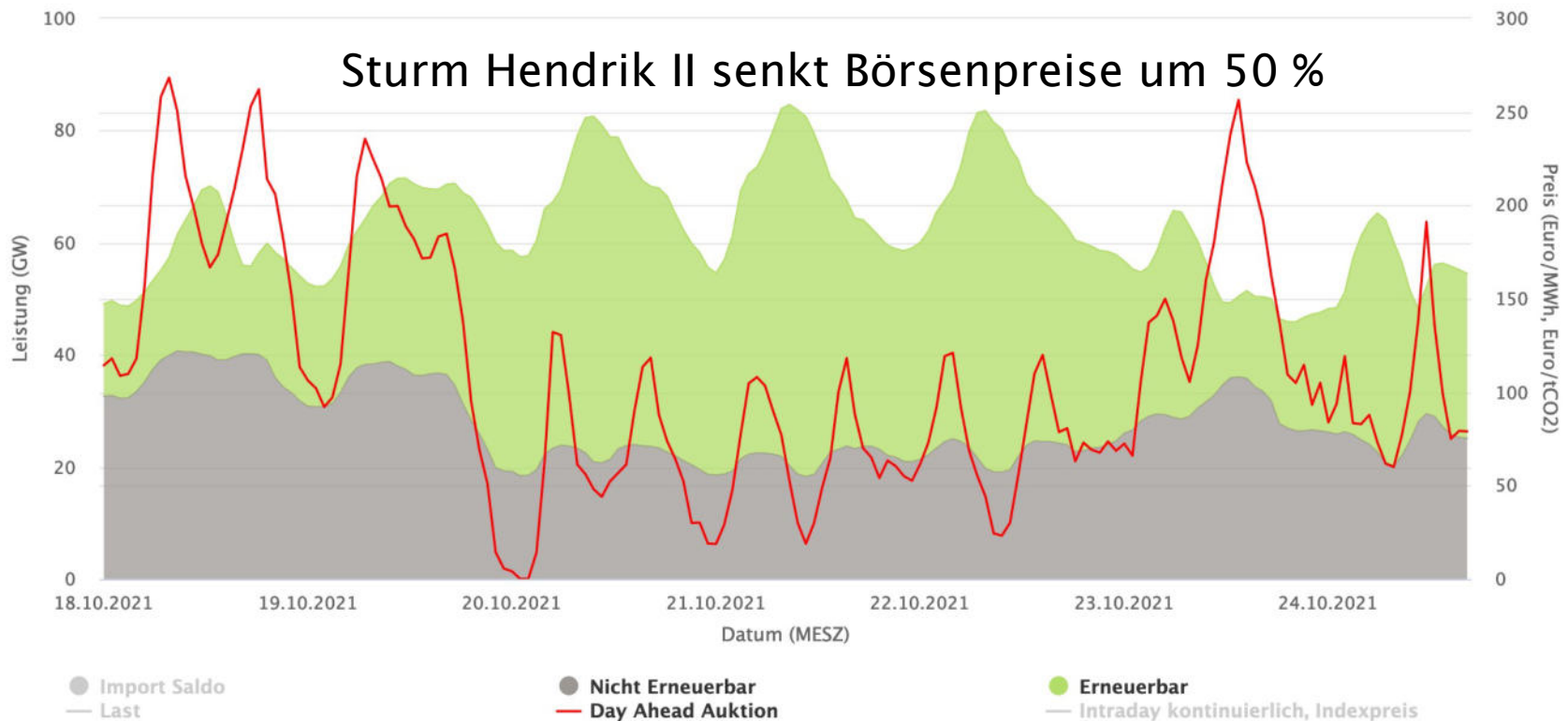
Zum Vergleich: Kosten neuer Atom- / Kohle- / Gaskraft: ca. 15 €-ct/kWh
 → **3x so teuer** wie Wind und Solarstrom

Stromlücke aus Atom- und Kohleausstieg ohne Importe schließen über Solar- und Windstrom mit 80 % zu 20 %



Installierte Leistung der Windkraft für einen begrenzten Windausbau (2 Windkraftanlagen p. a. pro Landkreis) und der Bedingung, die Stromlücke von ca. 27 TWh aus Atom- und Kohleausstieg zzgl. keiner neuen Trassen zu schließen

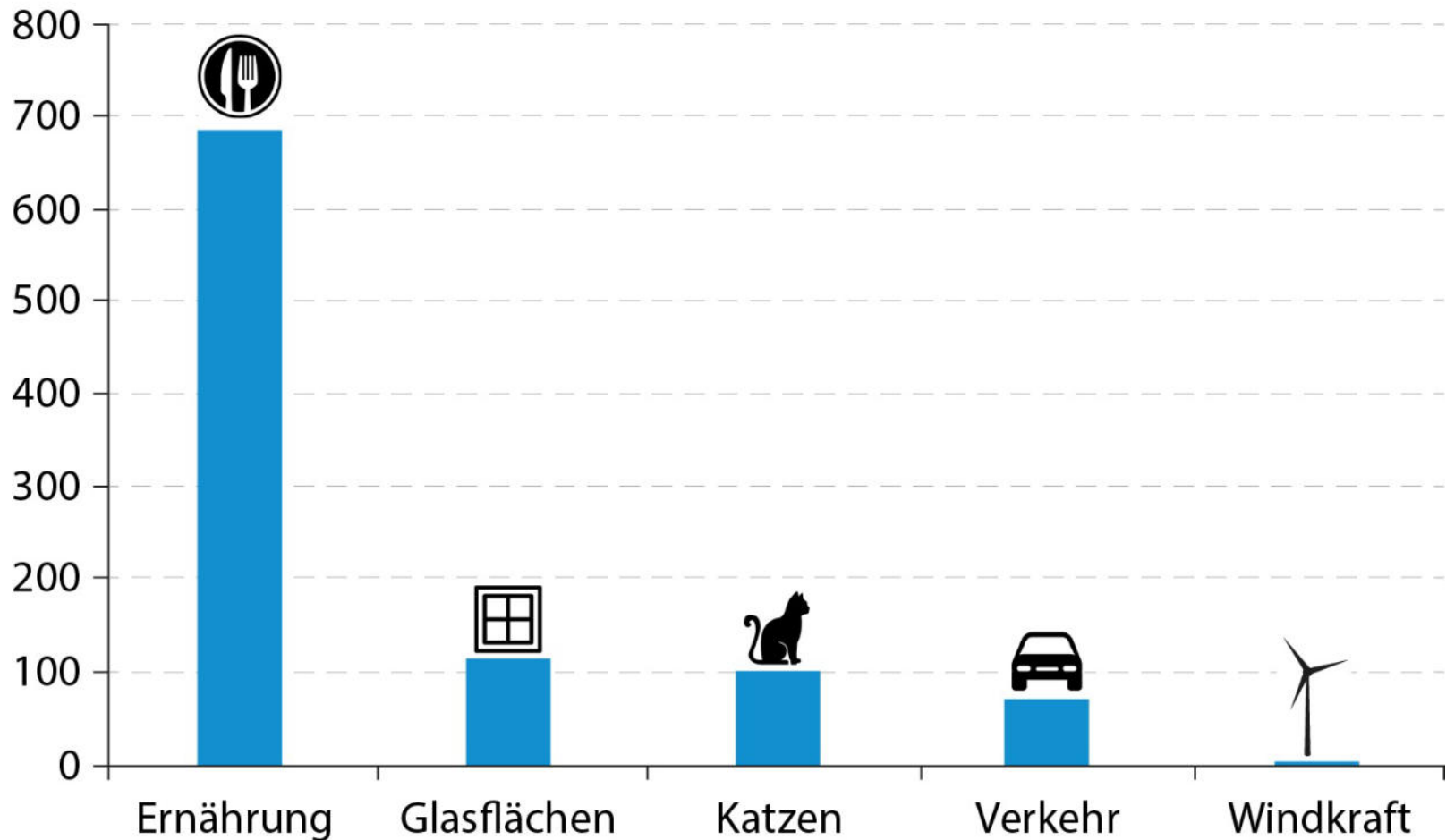
Bezahlbarer Strom nur mit Windkraft



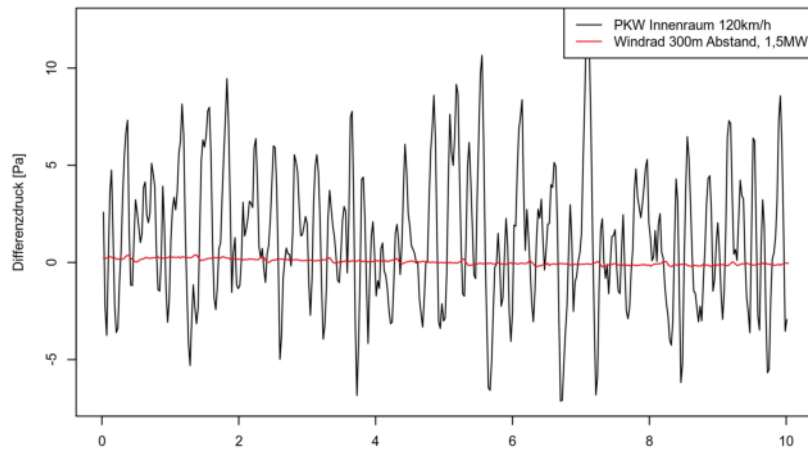
- Windkraft wird v. a. im Winter gebraucht: Wärmepumpe, E-Autos
 - Wichtig für Versorgungssicherheit
 - Standortfaktor. z. B. BMW, Wacker

Vogelsterben durch menschengemachte Faktoren in BRD

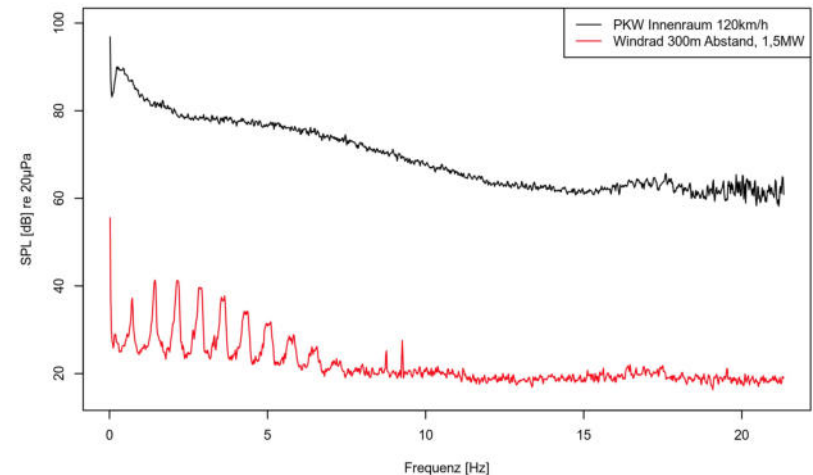
Tote Vögel in Mio. pro Jahr



Infraschall: PKW Innenraum vs. Windkraft, 300 m Abstand



Messung über die Zeit

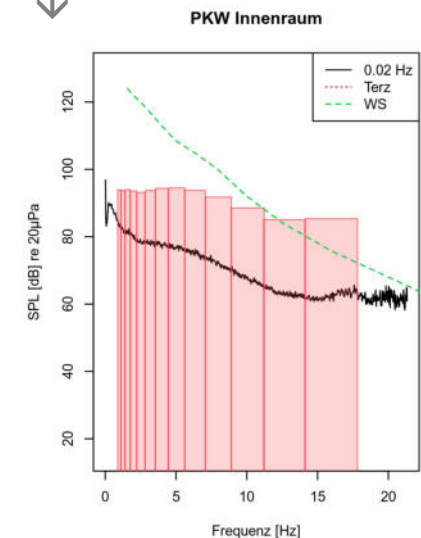
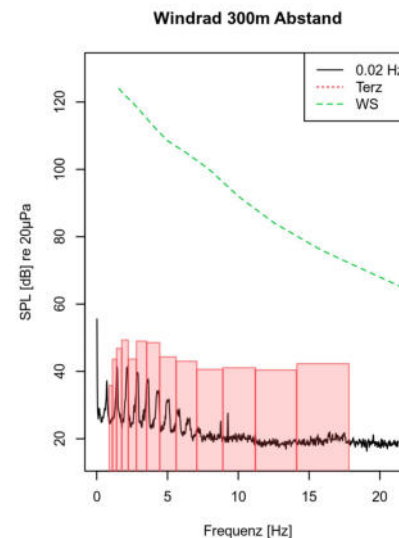


aufgetragen nach Frequenz



Selbst bei nur 300 m Abstand liegt die **Windkraft deutlich unter** dem PKW bzw. der **Wahrnehmungsschwelle**

Der Windkraft-Infraschall ist viel zu schwach, um physikalische Zellschädigungen zu verursachen.



16 Jahre lang Verbreitung von Falschinformationen durch eine staatliche Bundesanstalt



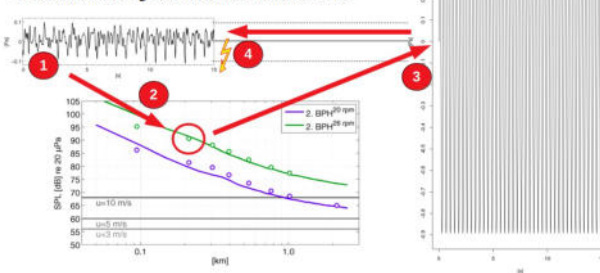
Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

Infraschall & Windenergie – kurz erklärt #1a (c) Dr. Stefan Holzheu
Warum die Schalldruckpegel der BGR falsch sind

Es gilt: $SPL = 20 \cdot \log\left(\frac{\bar{p}}{20 \mu Pa}\right) dB$

- (1) Gemessenes Gesamt-Drucksignal der BGR
- (2) Errechneter Einzel-Schalldruckpegel für 2,6Hz: 90dB
- (3) 90dB re 20µPa als Einzel-Drucksignal: Amplitude 0,9Pa
- (4) Die Summe aller Einzelsignale muss das Gesamtsignal ergeben

=> Der errechnete Pegel ist viel zu hoch. Fehler ca. 30dB



aufgedeckt durch

Bayreuther Zentrum für
Ökologie und Umweltforschung

Bayceer

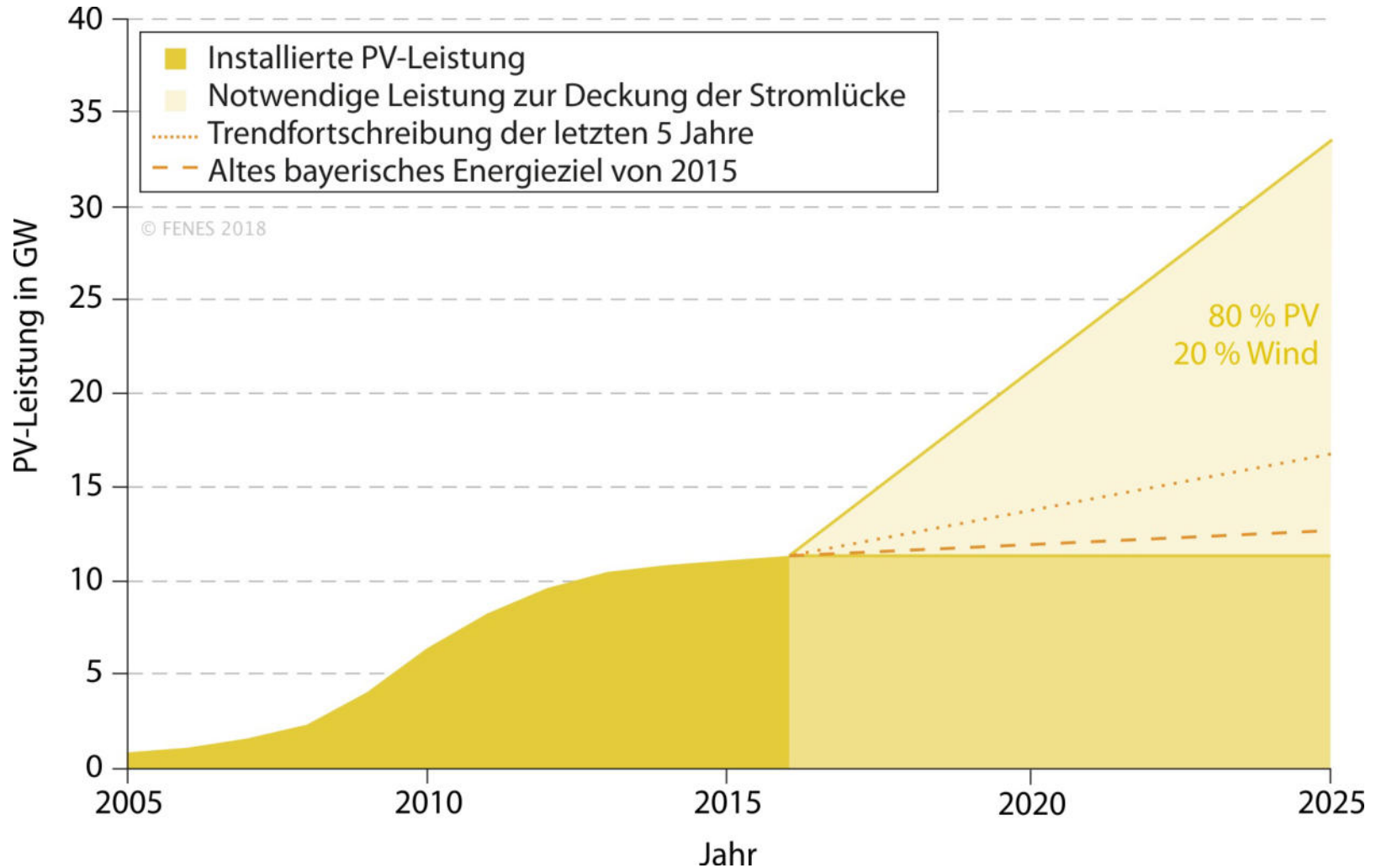


UNIVERSITÄT
BAYREUTH

- 2005 Messung an 0,66 MW Anlage & Eigenpublikation der BGR
- 2005–16 Keine Publikation oder Tätigkeit
- 2016 Fachpublikation (Zusammenhang mit bay. Windenergieerlass?)
- 2020 Aufdeckung durch Uni Bayreuth, Drohung mit BGR Rechtsabteilung,
Öffentlichkeitsarbeit, Unterstützung weiterer Wissenschaftler
- 2021 Eingeständnis BGR, Entschuldigung durch Bundeswirtschaftsminister Altmaier
Korrektur der Fachpublikation von 2016, neue Messungen an großen Windparks
(16x3MW – 500m zur ersten WEA) die Pegel gehen kaum über 60 dB

Rechenfehler	36 dB, entspricht	
Schallleistung	Faktor 4000	
Schalldruck	Faktor 63	zu hoch!

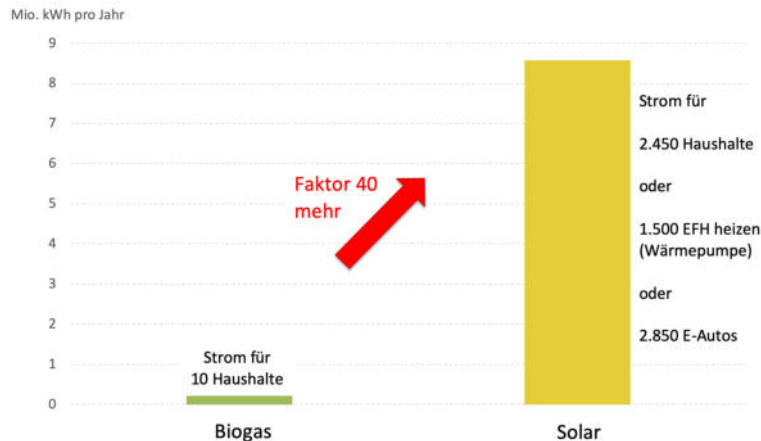
Stromlücke aus Atom- und Kohleausstieg ohne Importe schließen über Solar- und Windstrom mit 80 % zu 20 %



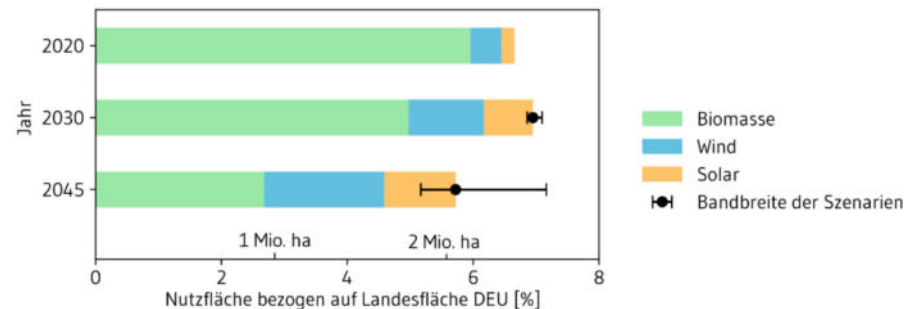
Wird wertvolle Fläche für Nahrungsmittel verdrängt?



6 % der BRD-Fläche derzeit für Energie (Biogasmais + Raps) genutzt
→ Aus restlicher Fläche für Nahrung/Futter → Exportüberschuss!



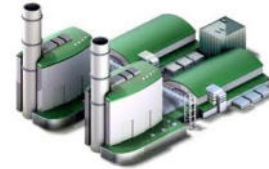
**1 ha Solarpark ersetzt
40 ha Biogasmais!**



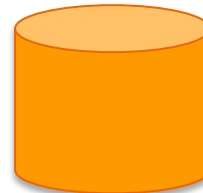
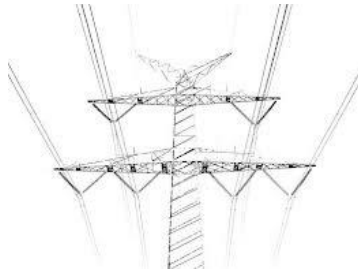
**→ Ersatz von Mais & Raps
durch Solar & Wind führt auch
bei starkem Ausbau **nicht** zu
mehr Flächenbedarf für Energie**

Gesamtbild: Wir brauchen Netze und Speicher

Erzeugung



Verteilung
Speicherung



zentral
vs.
dezentral



Verbrauch



Haushalte



Gewerbe Handel
Dienstleistung

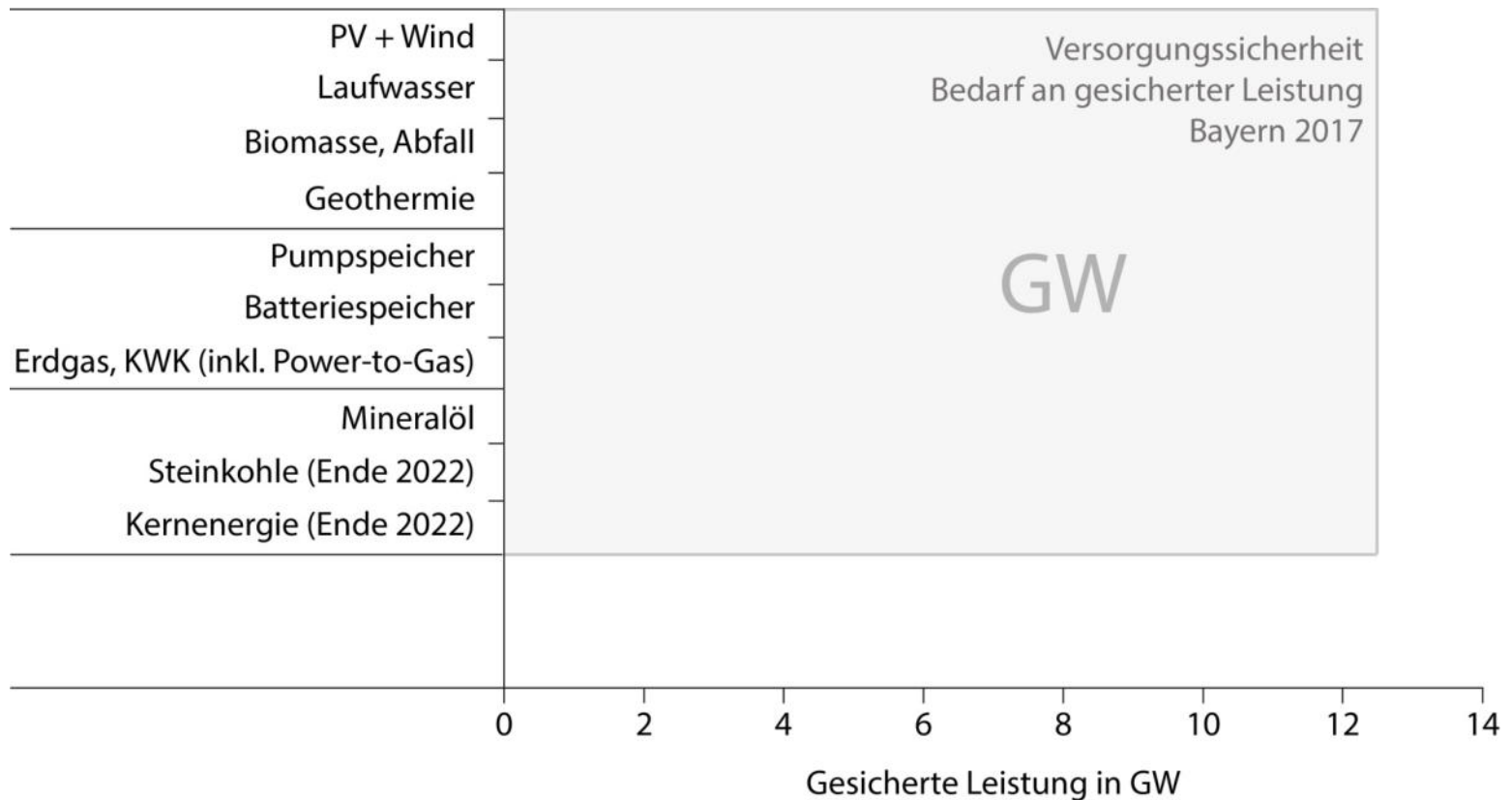


Industrie

Versorgungssicherheit in Bayern

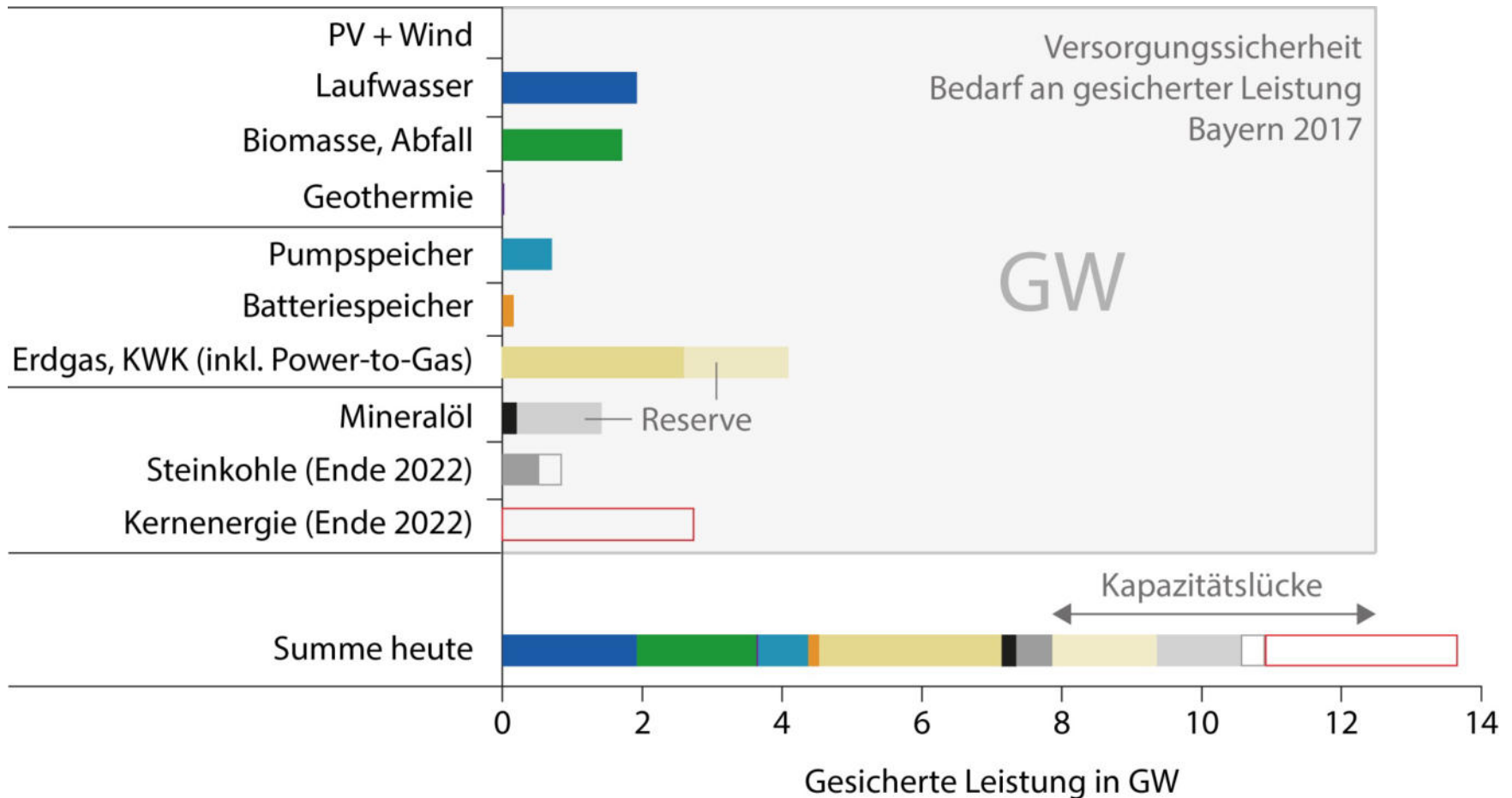
Bedarf

Stromleitungen bringen keine gesicherte Leistung
→ nur wenn Kraftwerke und Speicher dahinter sind
(Kohleausstieg, Nachbarländer?)



Versorgungssicherheit in Bayern

Kapazitätslücke schließen durch Speicher und Gaskraft/KWK



Welche Speicher brauchen wir?

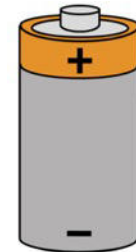


Kurzzeitspeicher



Stunden, Tage

Pumpspeicher, Batterien

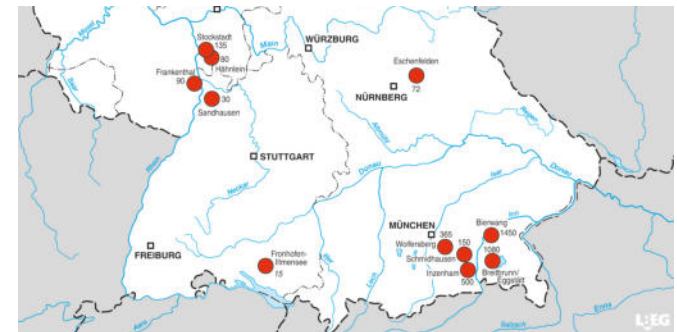


Langzeitspeicher



Wochen, Monate

Power-to-Gas, Wasserstoff



Stand: 31.12.2013

Grenzen der Batteriespeicher: Rohstoff-Kosten, CO₂-Bilanz



Gesamter Lebenszyklus entscheidend

Herstellung: 80 kg CO₂/kWh Batterie (EU-Durchschnitt)

*** 40 kWh ZOE Batterie → 3,2 t CO₂**

Recycling: metallurgisch = energieintensiv

→ Herstellung + Recycling sehr energieintensiv → Erneuerbare!

northvolt

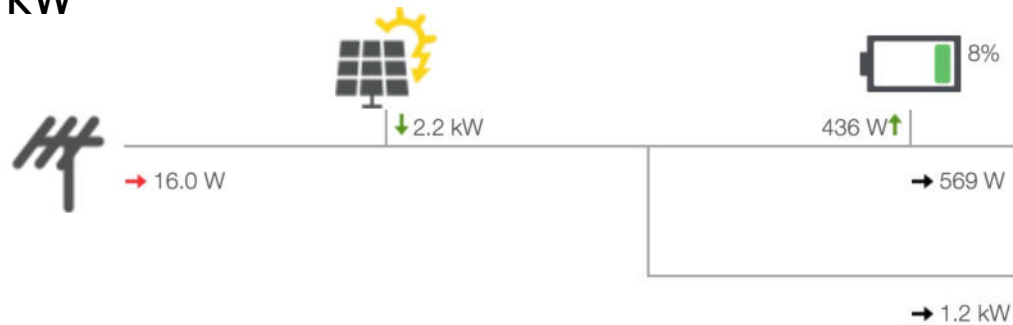
FREYR

Haushalte: hohe Autarkie in allen Bereichen möglich

Strom & Wärme & E-Mob: > 83 % nur mit Solar!



30 kW



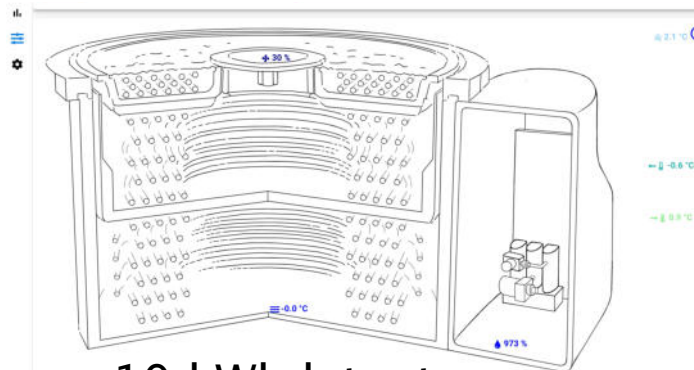
10 kW/10 kWh



< 20 kWh/qm
2 l Haus



Go-E + eGolf
11 kW/36 kWh

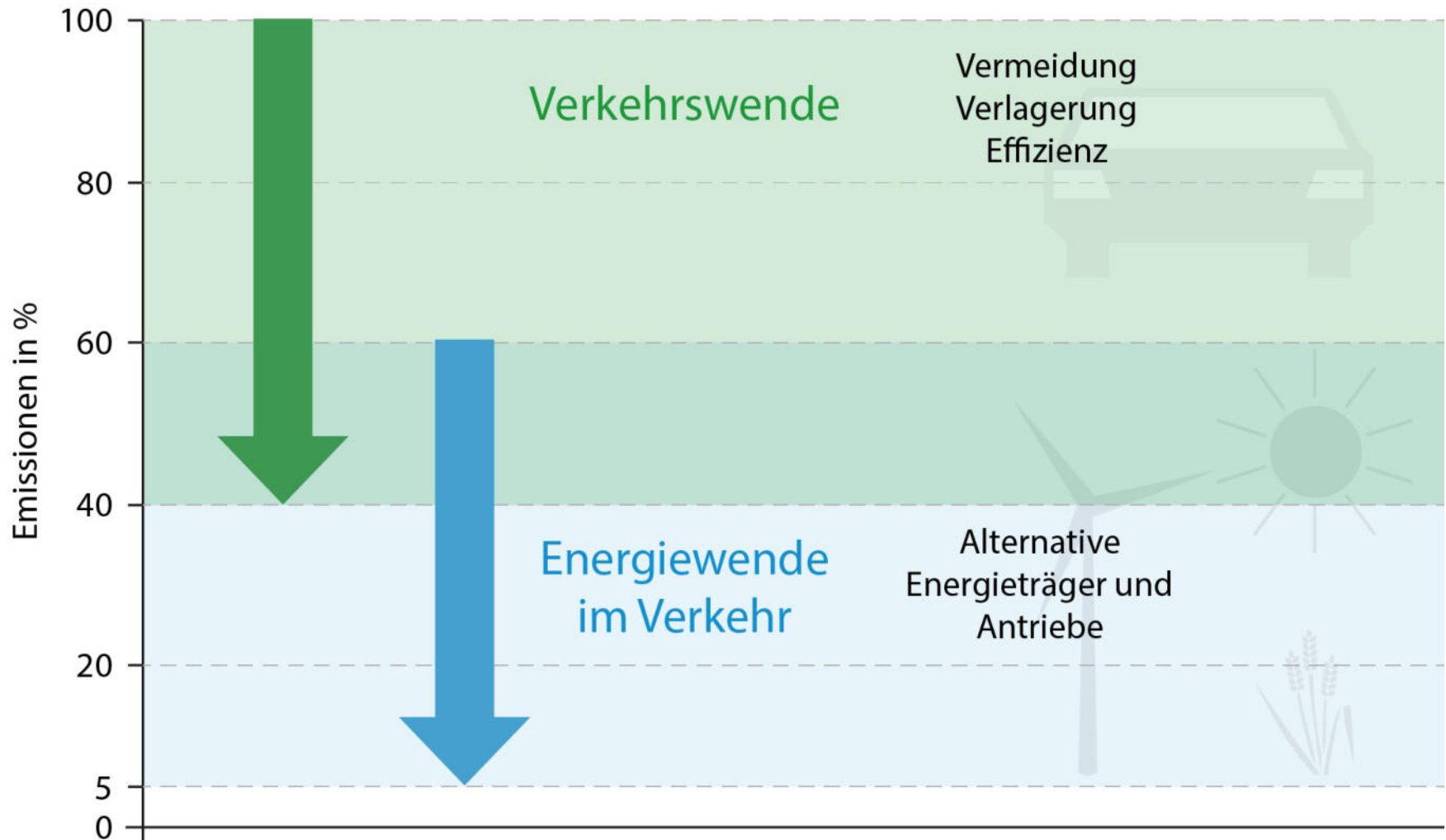


10 kWh latent

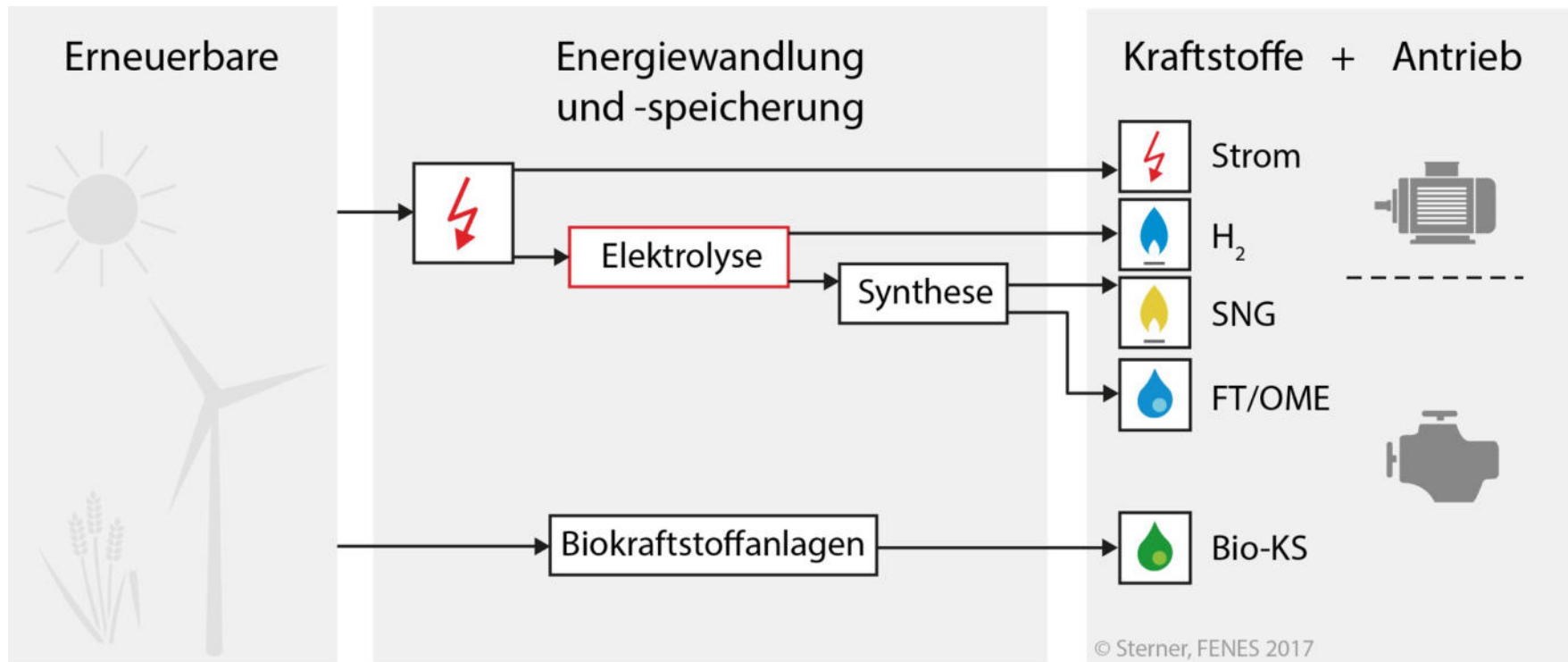


Mobilitätswende – welche Prioritäten setzen wir?

Straße vs. Schiene vs. Fußwege vs. Fahr/Zweirad vs. Flug



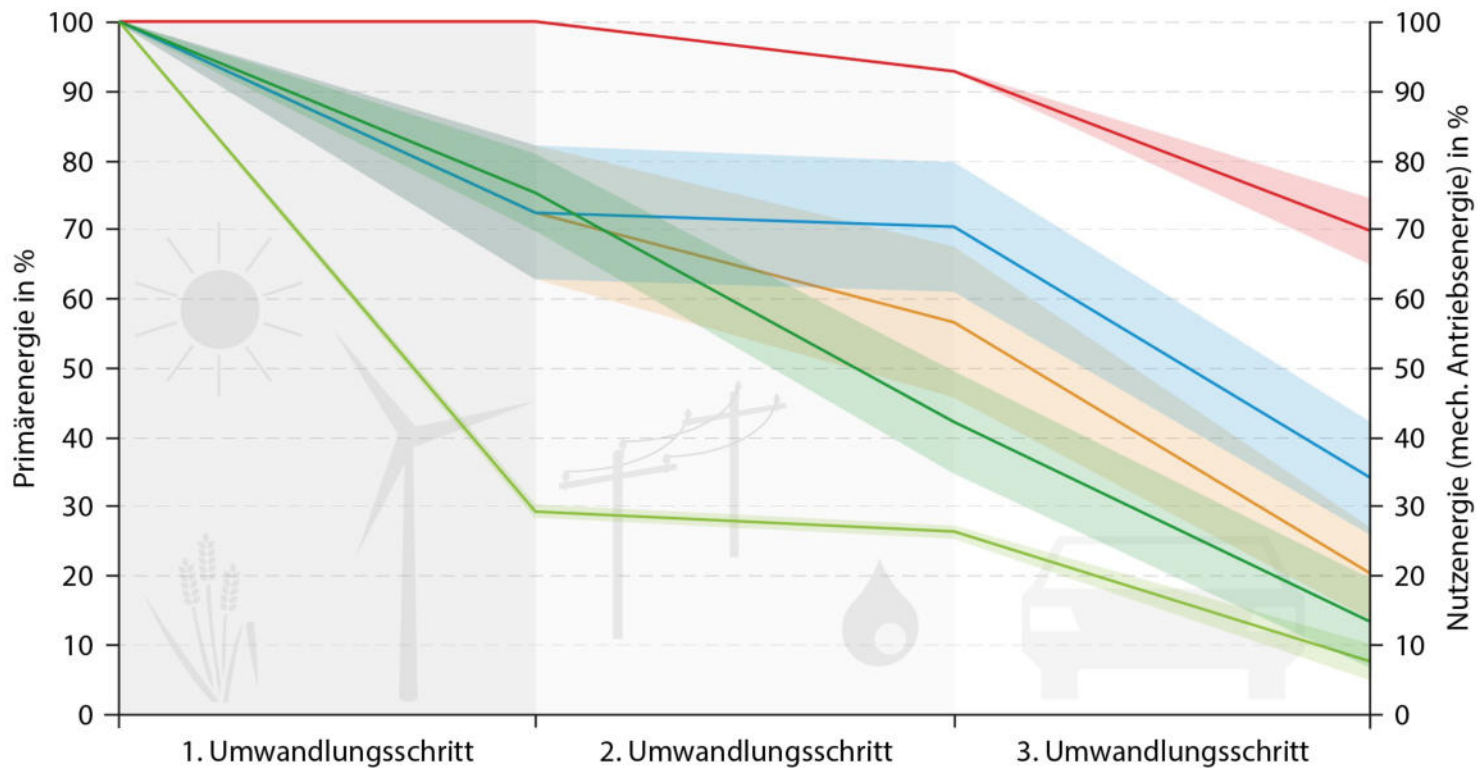
Nachhaltige Mobilität: E-Mobilität und synthetische Kraftstoffe



eFuels (Synth. Kraftstoffe) für Flug, Schiff, Schwerlast

E-Mobilität ist mit Abstand am Effizientesten

Energieeffizienz der Kraftstoff-Antriebspfade



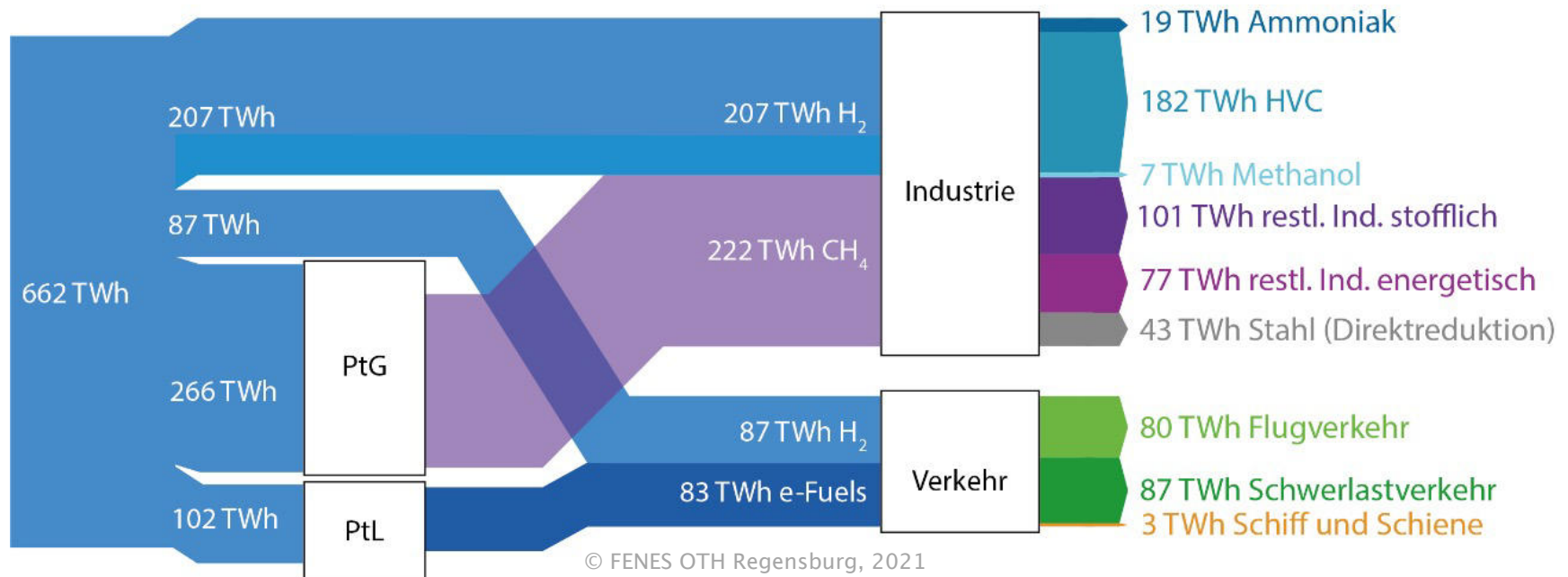
© Sterner, FENES 2017

	1. Umwandlungsschritt	2. Umwandlungsschritt	3. Umwandlungsschritt
Elektrofahrzeug	Stromerzeugung	Transport	Elektromotor
Brennstoffzellenfahrzeug	H ₂ -Elektrolyse	Aufbereitung und Transport	Brennstoffzelle
Gasfahrzeug	H ₂ -Elektrolyse	Methanisierung, Aufbereitung und Transport	Gasmotor
Biodieselfahrzeug (1. Gen.)	Rapsölerzeugung	Umesterung	Dieselmotor
Biodieselfahrzeug (2. Gen.)	Biomassevergasung	Fischer-Tropsch	Dieselmotor

„Efficiency 1st“

Ohne Wasserstoff, keine Klimaneutralität!

Nutzungspfade für Wasserstoff 2050



Was ist zu tun?

1) Erneuerbare ausbauen: ~~10-H~~, Solarpflicht

Bis 2030: Wind an Land x 2, auf See x 3, Solar x 2

Bis 2050: Wind an Land x 4, auf See x 10, Solar x 9

2) Netze und Speicher ausbauen: Elektrolyse 1–2 GW/a

3) Gebäude dämmen, Heizung erneuern: ~~Ölheizung~~ 2030

Sanierungsrate: 2 %/a, Wärmenetze & -pumpe statt Gas

4) E-Mobilität und Wasserstoff ausbauen: Fahrzeuge + Infrass. ~~Verbrenner~~ 2030 → 20 Mio. E-Pkw, H₂-LKW, PtL-Schiff/Flug

5) Industrie klimaneutral machen → Komplettumbau

Grüner Stahl / Chemie etc. mit Strom + H₂

6) Pol. Rahmen setzen: CO₂-Preis sozial gestalten, Artenschutz & Denkmalschutz dem Klimaschutz unterordnen

Positive Beispiele

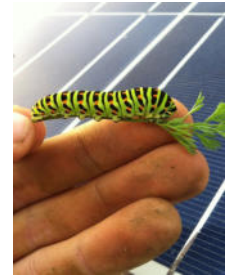
Solarpark–Biotop bei Landshut



Erzeugergemeinschaft für Energie
in Bayern eG

Erneuerbare Energien aus Bayern, für Bayern

- Kein Spritzen, kein Düngen → weniger Umweltbelastung
- Mehr Artenvielfalt
- Rückzugsgebiet für Wild- und Honigbienen

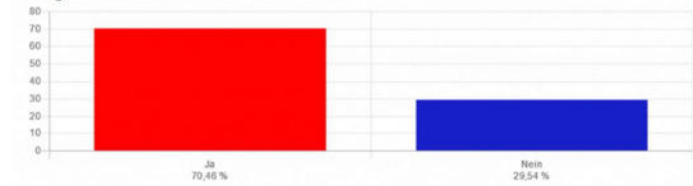


Windkraft Buttenheim

Erfolgsfaktoren für Akzeptanz:



Bürgerentscheid - Markt Buttenheim



- Formulierung von **Klimazielen** und **Maßnahmen** mit **zeitlichem Ablauf** in der jeweiligen **Kommune** und **Zielkontrolle**
→ nationale Einspar- und Ausbauziele auf **kommunale Ebene** übertragen
- **Mitwirkung** der kommunalen Gremien beim **Planungsprozess** → **Bauleitplan**
- **Nachvollziehbare Kriterien** bei der **Flächenauswahl**
- **Beteiligung regionaler Umweltverbände** (LBV, BUND)
- **Infos** an Eigentümer + Bevölkerung durch **transparente Planungsprozesse**, **Homepage**, Infostände, bei Bedarf Bürgerentscheid
- **Schaffung finanzieller Anreize:**
 1. **Flächenpachtmodell** für Grundstückseigentümer
 2. Finanzielle **Beteiligungsmöglichkeit** für Kommune und Bevölkerung an der Projektgesellschaft
 3. **Gewerbesteuer** und **Ertragsbeteiligung** von **0,2 Cent/kWh** für Kommune gem. EEG § 6
 4. Besonders attraktiv: **Günstige Stromtarife für Anwohner**

Wind-Erntedankfest der Bürgerwind Lamerdingen, Allgäu

neu: Kamerabasierte Vogelerfassung → Warnung & Abschaltung



20 Prozent mehr Ertrag

Windenergie Lamerdinger feiern „Erntedank“ mit Segnung und Fest. Der Pfarrer geht persönlich in die Luft

VON KAROLA SCHENCK

Lamerdingen Um 20 Prozent übertraffen haben die beiden Windräder bei Lamerdingen die Ertrags-Prognosen der Betreiber. Um dies zu feiern, lud die Betreibergesellschaft alle Kommanditisten und die Bürger der umliegenden Gemeinden zu einem „Wind-Erntedankfest“ ein. Rund 500 Besucher und Interessierte waren gekommen.

Das Zelt am Windrad Nummer zwei an der Straße zwischen Lamerdingen und Schwabmühlhausen war bereits zum Festgottesdienst sehr gut gefüllt. Pfarrer Andreas Pela gestaltete den Gottesdienst. Passend dazu war die Lesung aus der Schöpfungsgeschichte. „Die Kraft der Natur darf genutzt werden. Seid aber Beschützer der Welt, nicht Räuber“, mahnte er an. Der Gottesdienst wurde musikalisch von den „Blechfreunden“, der kleinen Besetzung des Musikvereins Lamerdingen, begleitet.

Im Anschluss daran erklärte Robert Sing, einer der Geschäftsführer der Betreibergesellschaft, dass Pfarrer Pela zusammen mit einer Technikerin auf die Kanzel des Windrades fuhr und von dort oben die Windräder segnete.

Auf die Frage, wie es denn dort oben war, entgegnete Pfarrer Pela danach beeindruckt: „Ein erhebendes Gefühl. Ich war Gott ein Stückchen näher.“ Als technisch Interes-

siertem habe er bereits den Aufbau der beiden Windräder begeistert verfolgt.

Die Kinderbetreuung Fuchstal unter der Leitung von Jugendpfe-

ger Moritz Hartmann kümmerte sich um die jüngeren Gäste. Und 30 Musiker des Musikvereins Lamerdingen spielten engagiert auf. Schließlich ließen die Gäste die Mu-

siker nicht ohne Zugabe gehen. Am Fuß des Windrades informierte eine Bildergalerie über den Bau der Windräder. Interessante Daten über Windenergie konnte man zudem an den Zeltwänden erfahren. Zum Beispiel, dass der Ertrag der zwei Windenergieanlagen in Lamerdingen im Jahr 2017 bei 13827228 Kilowattstunden lag. Diese Strommenge entspricht in etwa dem Jahresverbrauch von 4000 Haushalten.

In seinem kurzen Grußwort meinte Robert Sing: „Die zwei Windräder gehören inzwischen zum Lamerdinger Ortsbild. Dank ihrer und weiterer Anlagen zur Erzeugung umweltfreundlicher erneuerbarer Energien wird die Gemeinde Lamerdingen demnächst energieautark sein.“

Erlös für den Sportverein

Die Fußballer des FSV Lamerdingen kümmerten sich um die komplette Gastronomie.

38 Torten verkauften die Landfrauen Lamerdingen um Irmgard Ort und Jutta Jaser.

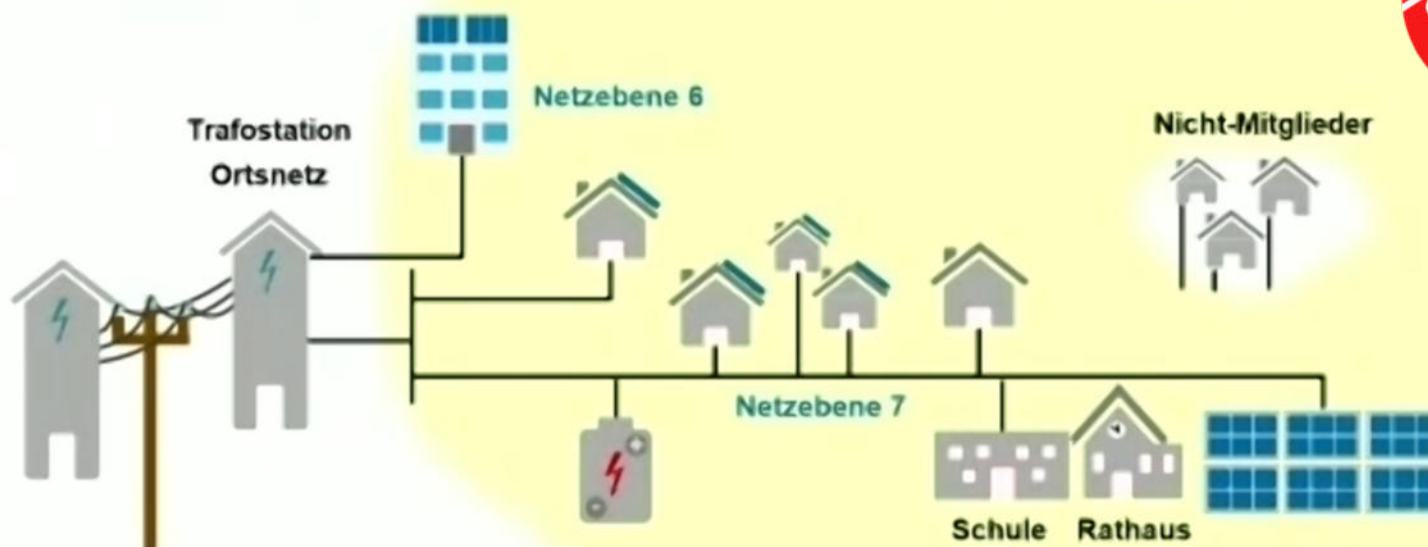
Bei sommerlichen Temperaturen ließ es sich im Schatten des Windrades trefflich feiern. Der Reinerlös des Wind-Erntedankfestes kommt dem FSV Lamerdingen zugute.



Dem Himmel so nah: Pfarrer Andreas Pela gemeinsam mit Technikerin Pia Zordick auf dem Windrad bei Lamerdingen.

Foto: Josef Trieb

Energiegemeinschaften für regionale Eigenversorgung



- Mitglieder: Bürger, Gemeinden, Vereine, Kirche, KMU, Gewerbe
- Lokal hinter Trafo / Regional in der Mittelspannung
- Ziel: gemeinnützige Nutzung von günstigem Wind- und Solarstrom

Explodierender Wald durch Eigenbewirtschaftung (Jagd)

→ Umsetzung des Gesetzes „Wald vor Wild“



- Mehr Ertrag, mehr Biomasse
- Mehr kostenloser Klimaschutz
- Robustere Wälder
- Mehr kostenloser Hochwasserschutz
- Mehr Artenvielfalt, Mehr Humus- und Nährstoffaufbau
- Weniger Wildunfälle (LK Passau: 45 %)
- Besserer Schutz für Tiere
- Geringere Personen- und Sachschaden (KFZ-Versicherung)

Wasserstoff für Raffinerie aus Windkraft in Staatsforsten



Flächenbereitstellung
mit der Kommune



Kommunale
Projektentwicklung
in Abstimmung mit
der Gemeinde



Bereitstellung der
Technologie und
Betrieb der Anlagen



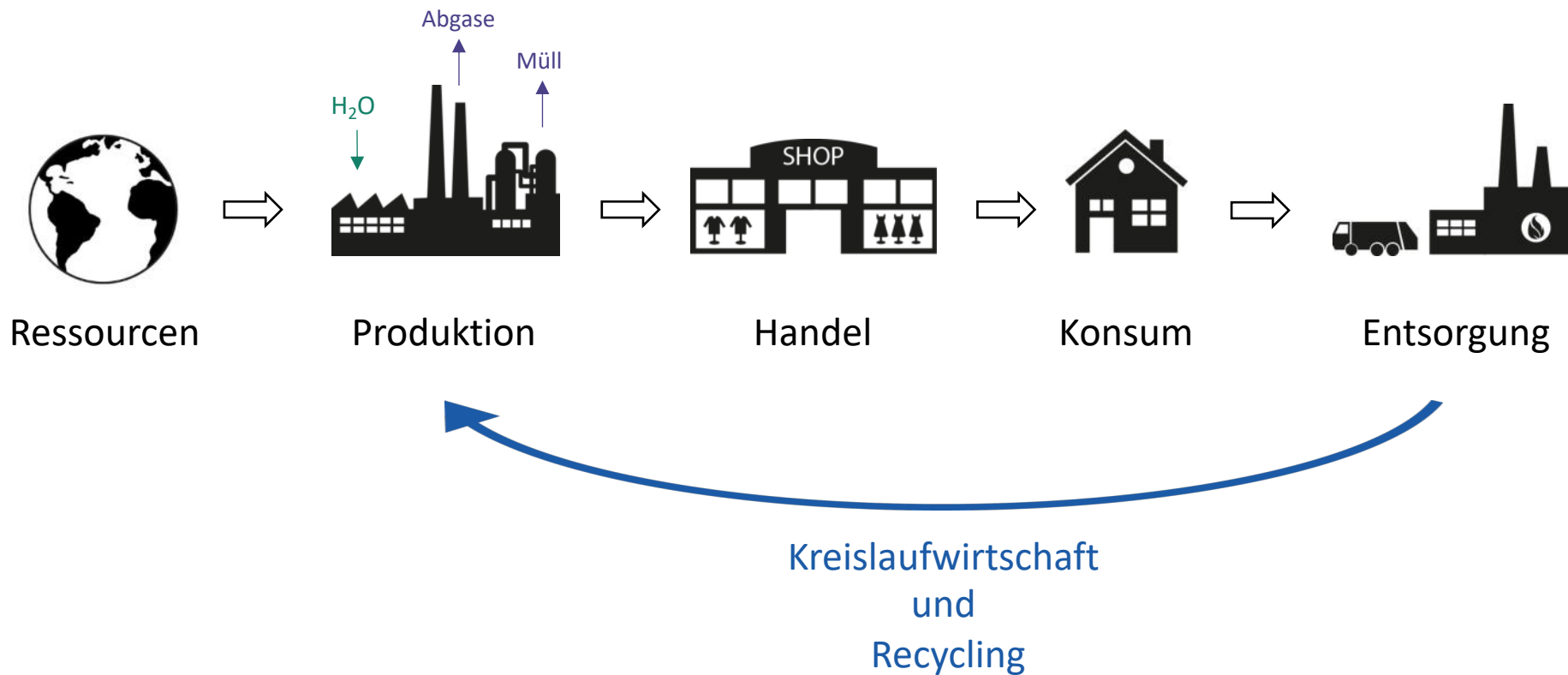
Klimaeffizienter
Einsatz des regenerativen
Wasserstoffs



- Wasserstoff aus BY für ein klimaneutrales Bayern – Heimatwirtschaft
- vor Ort bei uns, konkret im großen Maßstab
- aus eigenen Kraft, aus der Industrie und Wirtschaft heraus

Fazit

Regionale Kreislaufwirtschaft schafft mehr Unabhängigkeit



Fazit für Bayern

- 1) **Bayern hat genügend EE-Potential → Sicherheit, Unabhängigkeit**
- 2) „Wind + Solar erhalten Wohlstand und sichern Energiepreise“
„Bayern ist Windland“ → **pos. Kommunikation aller Erneuerbarer**
- 3) **Batterien** (Häuser, Autos) – haben wir, dürfen nicht ins Netz
—> **Nutzen für Systemstabilität ermöglichen**
- 4) **Wasserstoff** für LKW, Schiene, Industrie und Stromspeicherung
—> bay. H₂-Strategie auf **Industrie + bay. Erzeugung erweitern**
- 5) **Regionale Wertschöpfung durch Energiegemeinschaften**
Akzeptanz durch Transparenz, Beteiligung, finanzielle Anreize
- 6) **Die wirtschaftliche Grundlage von allem: Wind + Solar**
→ **deutlich mehr ausbauen** (~~10H~~, Solarpflicht) + **nutzen**
- 7) **Pol. Rahmen setzen:** CO₂-Preis sozial gestalten,
VLAB Gemeinnützigkeit entziehen, Wind + Solar rechtssicher machen,
Klimaschutz über Artenschutz + Denkmalschutz stellen

Appell an die Politik: Bezieht Klimaschutz in alle Entscheidungen ein!

Corona-Krise

Genehmigungsdauer Neubau:
1 Tag



Klimakrise

Genehmigungsdauer Neubau:
5-6 Jahre



Appell an die Jugend



Arbeitsgemeinschaft
Bayerischer
Solar-Initiativen

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Michael Sterner

info @ ifes.de

Twitter: @prof_sterner

www.ifes.de

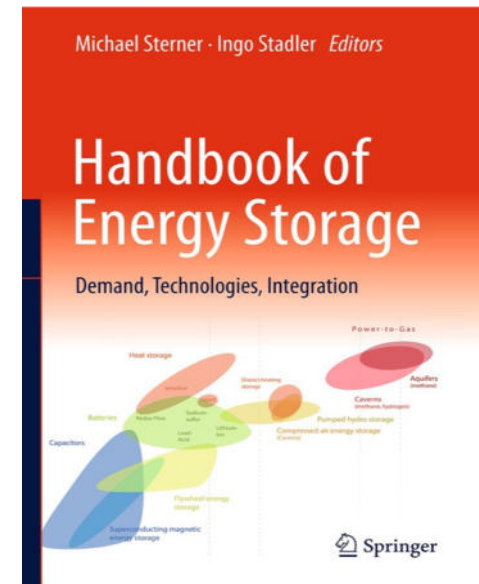
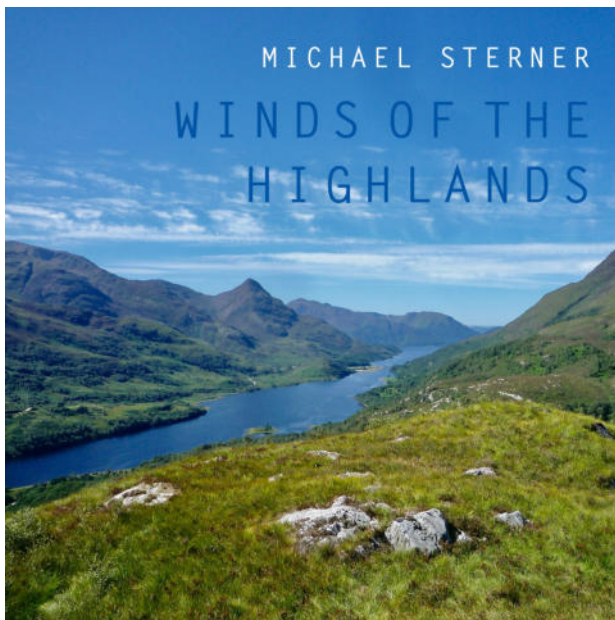
www.fenes.net

Michael Sterner



Neuerscheinung 2022

KOMPLETTMEDIA



1st ed. 2019, XIX, 853 p. 549 illus. With online files/update.