

Ist der Ausbau von erneuerbaren Energien begrenzt ?

Sigismund KOBE

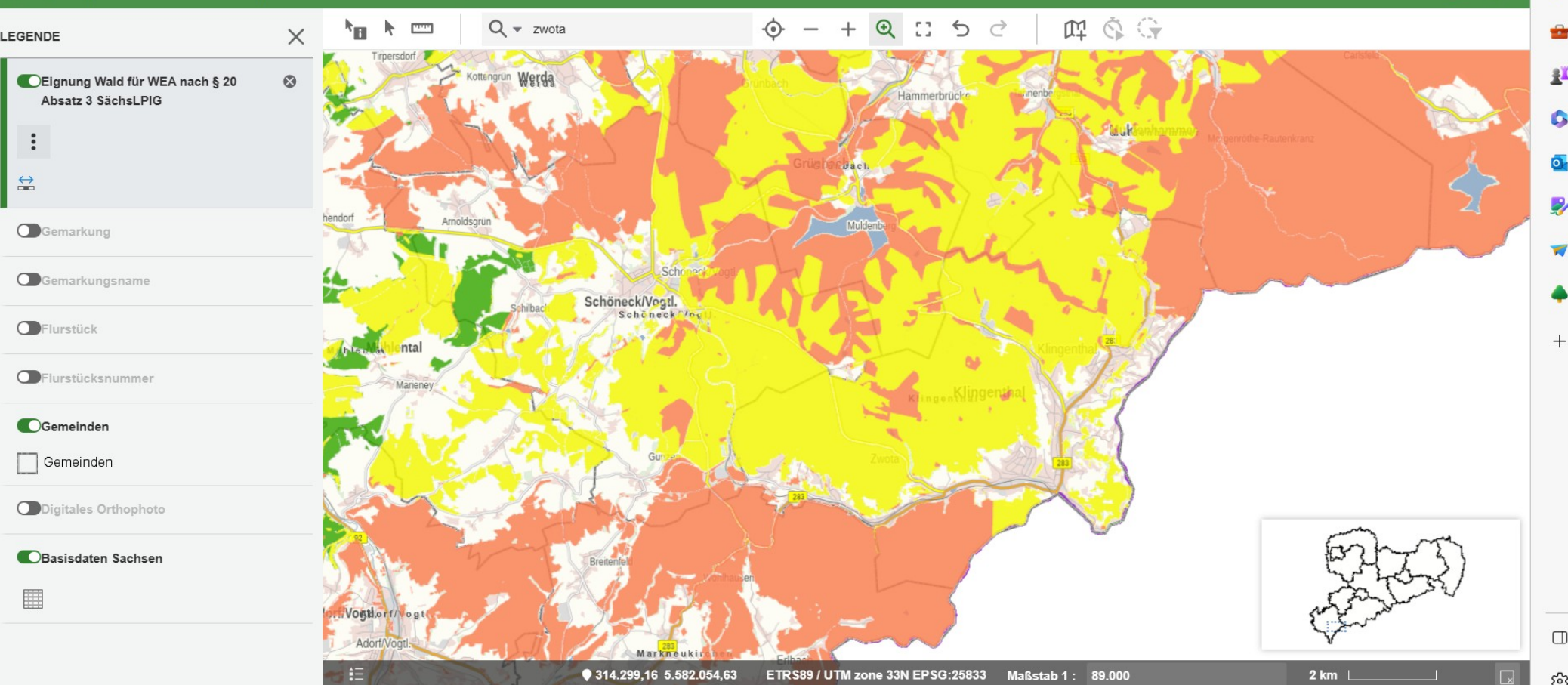
Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Dresden
<https://tu-dresden.de/mn/physik/itp/das-institut/beschaefigte/kobe>

Lebenswertes Vogtland e.V.

Zwota, 26. April 2023

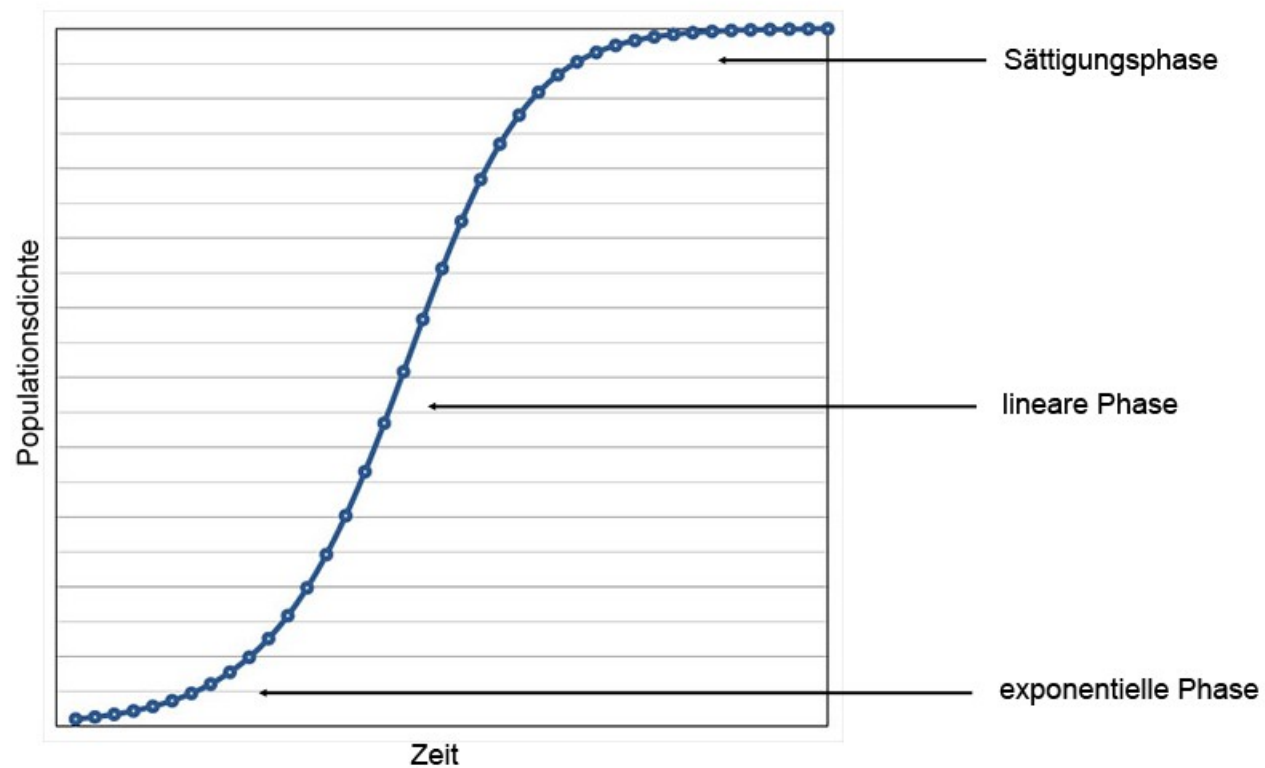
PROLOG (1)

**Windenergie-Anlagen
im Vogtland?**



PROLOG (2)

**Warum Bäume
nicht in den Himmel wachsen**



$$f(t) = \frac{a \cdot S}{a + (S - a) \cdot e^{-S \cdot k \cdot t}}$$

$$f(t \rightarrow \infty) = S$$

Wiederholung Physik:

Leistung: Einheit: Kilowatt (kW)
z.B.: Staubsauger mit 1000 W = 1 kW

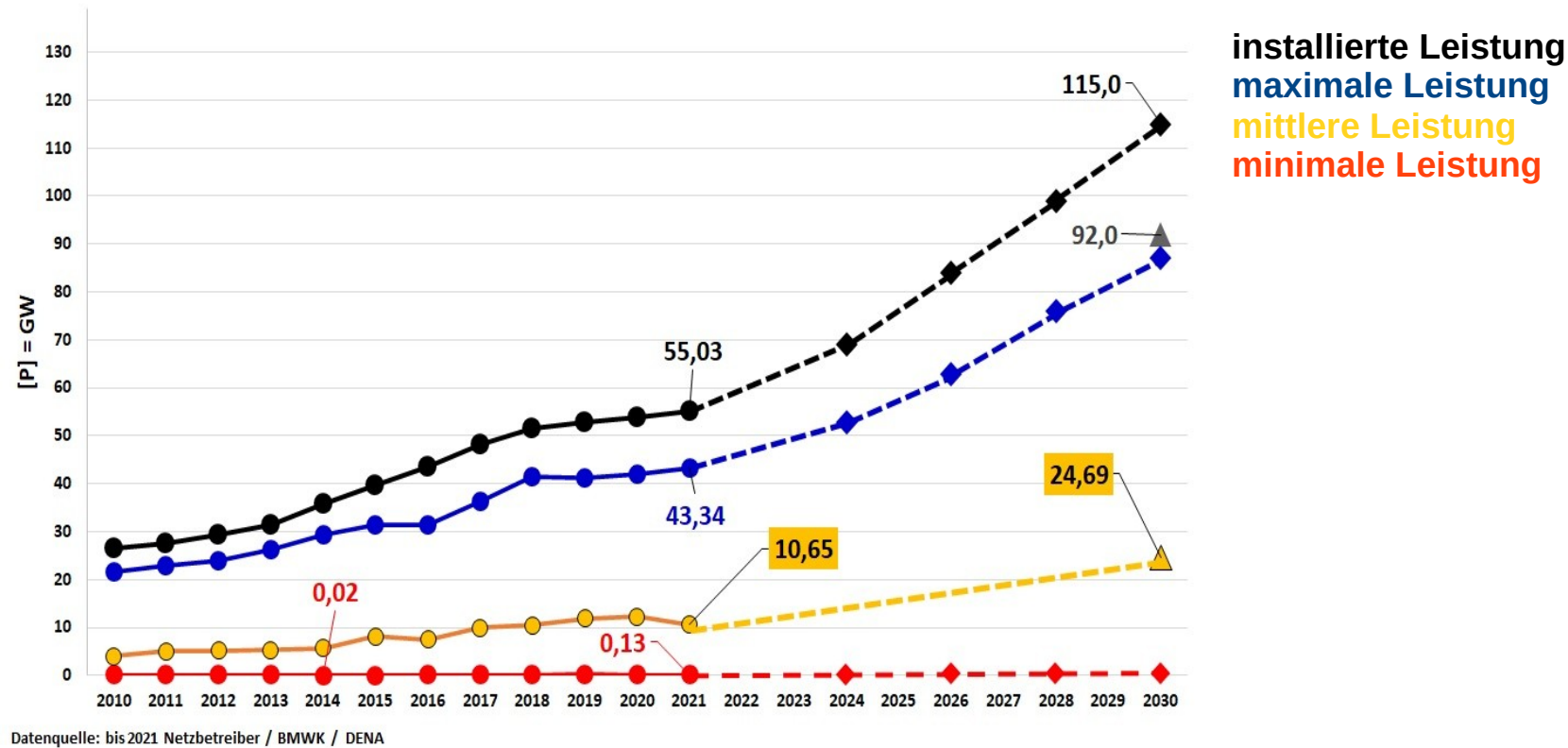
Deutschland braucht ca.
50 Millionen kW = 50 000 MW = 50 GW

Energie: Einheit: Kilowattstunde (kWh)
z.B. „eine Stunde saugen“: 1 kWh

Verbrauch Deutschlands pro Jahr ca.
500 Milliarden kWh = 500 TWh

(1 Terawattstunde = 1 Milliarde Kilowattstunden)

Windenergie an Land



mittlere Leistung x 8760 h = Jahresertrag --> 2021: 93 Terawattstunden, (2022: 99 TWh, 11,3 GW)

- - - - : dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität 2021: ▲

Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien 2022: ◆

Ist ein weiterer Ausbau von Windenergie- und Photovoltaikanlagen in Deutschland begrenzt?

- 1) Flächenbedarf**
- 2) Entnahme von Energie aus der Umgebung**
- 3) Notwendigkeit der Einspeisung in ein öffentliches oder lokales Netz**

1) Flächenbedarf

Erneuerbare Energien haben eine niedrige Energiedichte → hoher Flächenbedarf

Abschätzung mit Referenzanlage: Enercon E-160 (inst.: 5,5 MW)
Mittlere Leistung = 1,4 MW = 1400 kW

4 WEA	1 km ²	0,0064 GW
28 500 WEA	7140 km ² (2 % der Fläche von D)	40 GW

→ Energie pro Jahr: 350 TWh

2) Entnahme von Energie aus der Umgebung

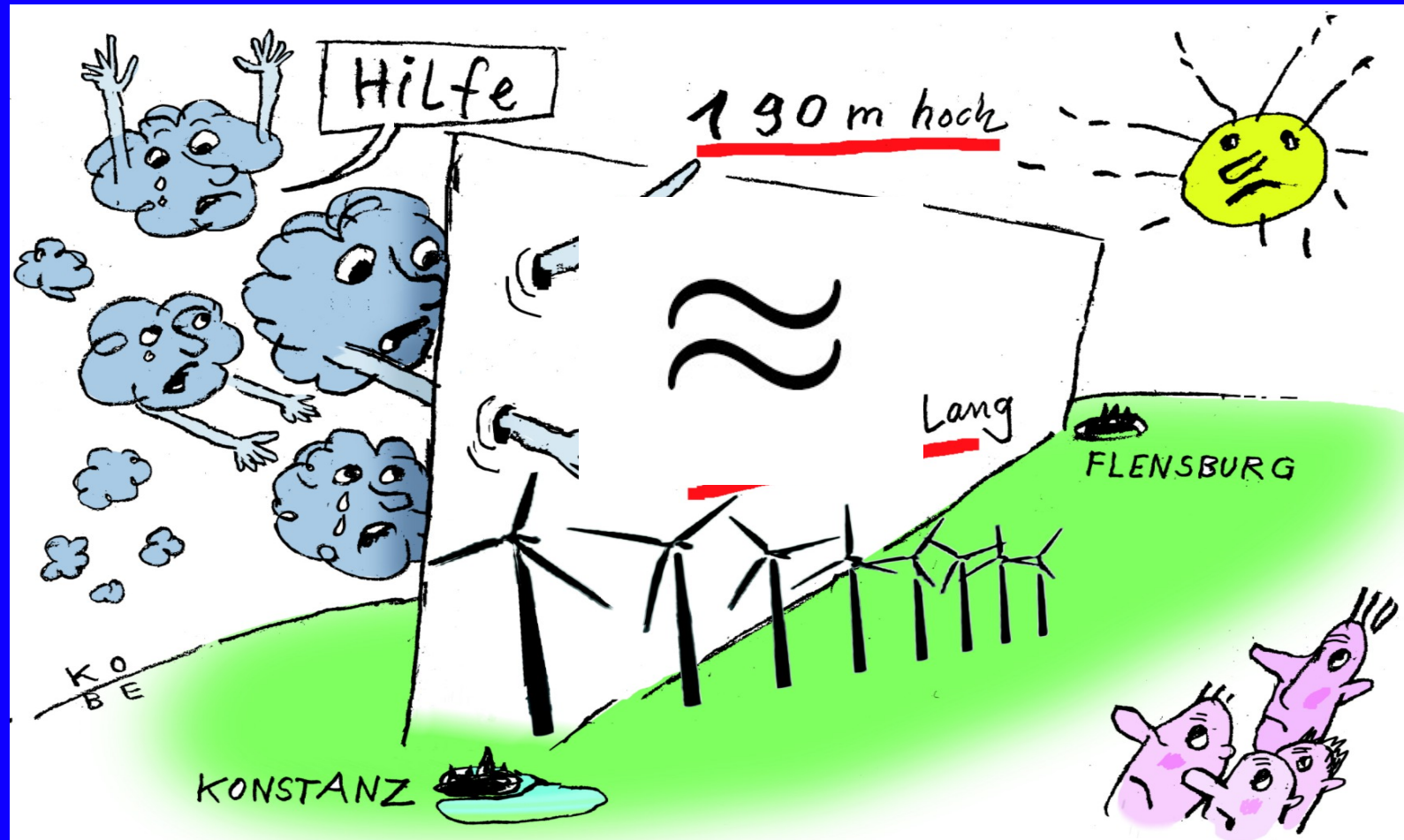
Wie groß ist die Gesamtfläche F_R der Rotoren aller WEA an Land?

F_R = mittlere Leistung/mittlere Rotor-Flächenleistungsdichte
= 11,3 GW/70 Wm⁻²

→ **160 km²**

→ Rechteck: $F_R \approx 800 \text{ km} \times 190 \text{ m}$

Dieser „Vorhang“ entnimmt den strömenden Luftmassen etwa die Hälfte ihrer Energie



Rückwirkung auf den Energiehaushalt der Umgebung?

„Entnahme“ von 99 TWh im Jahr 2022 !

Mit 99 TWh könnte man das Wasser ...

... des Bodensees (50 km^3) um 1,28 m anheben

... des Chiemsees (2 km^3) um 70 K erwärmen

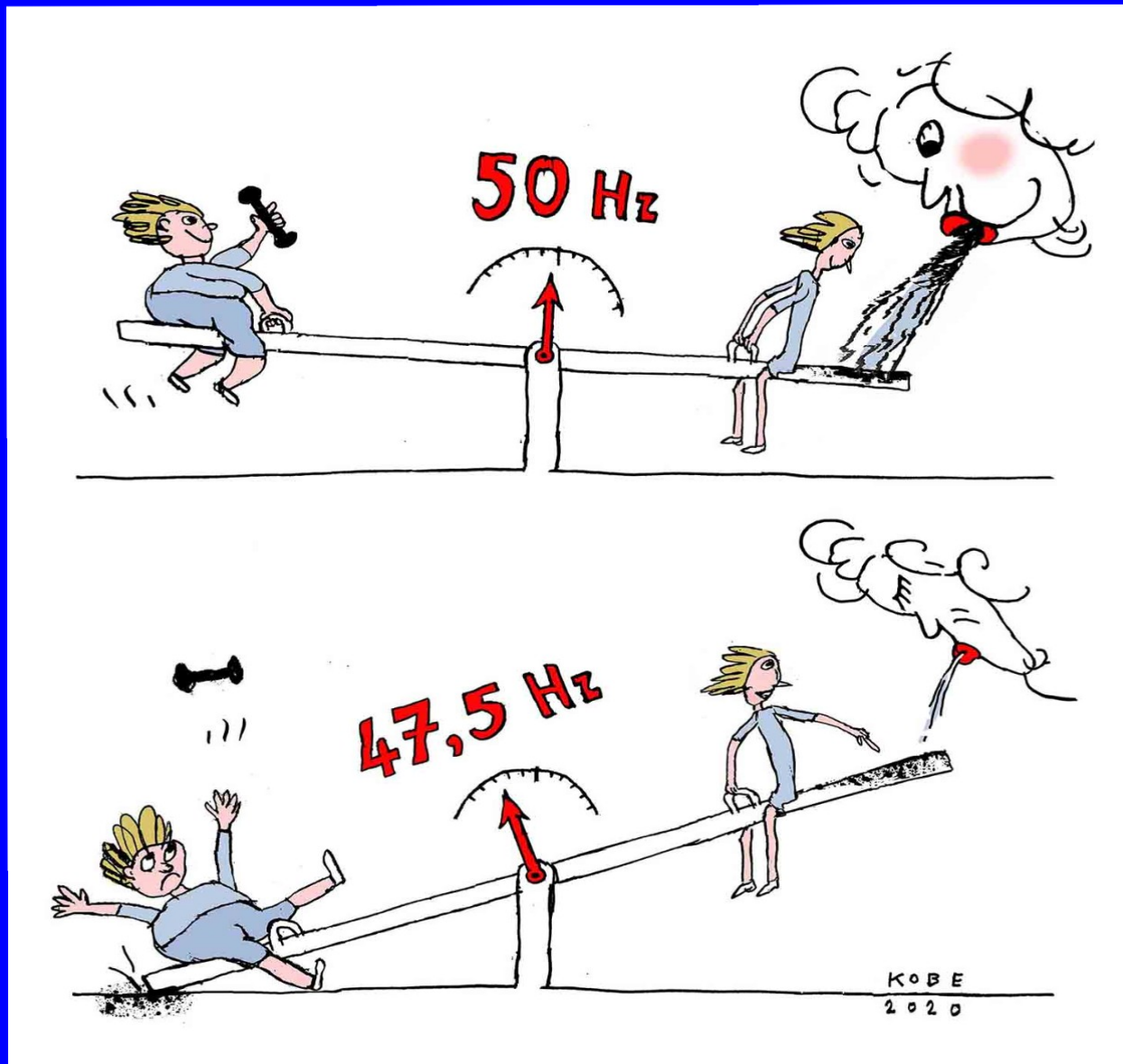
... der Bleilochtalsperre ($0,2 \text{ km}^3$) verdampfen

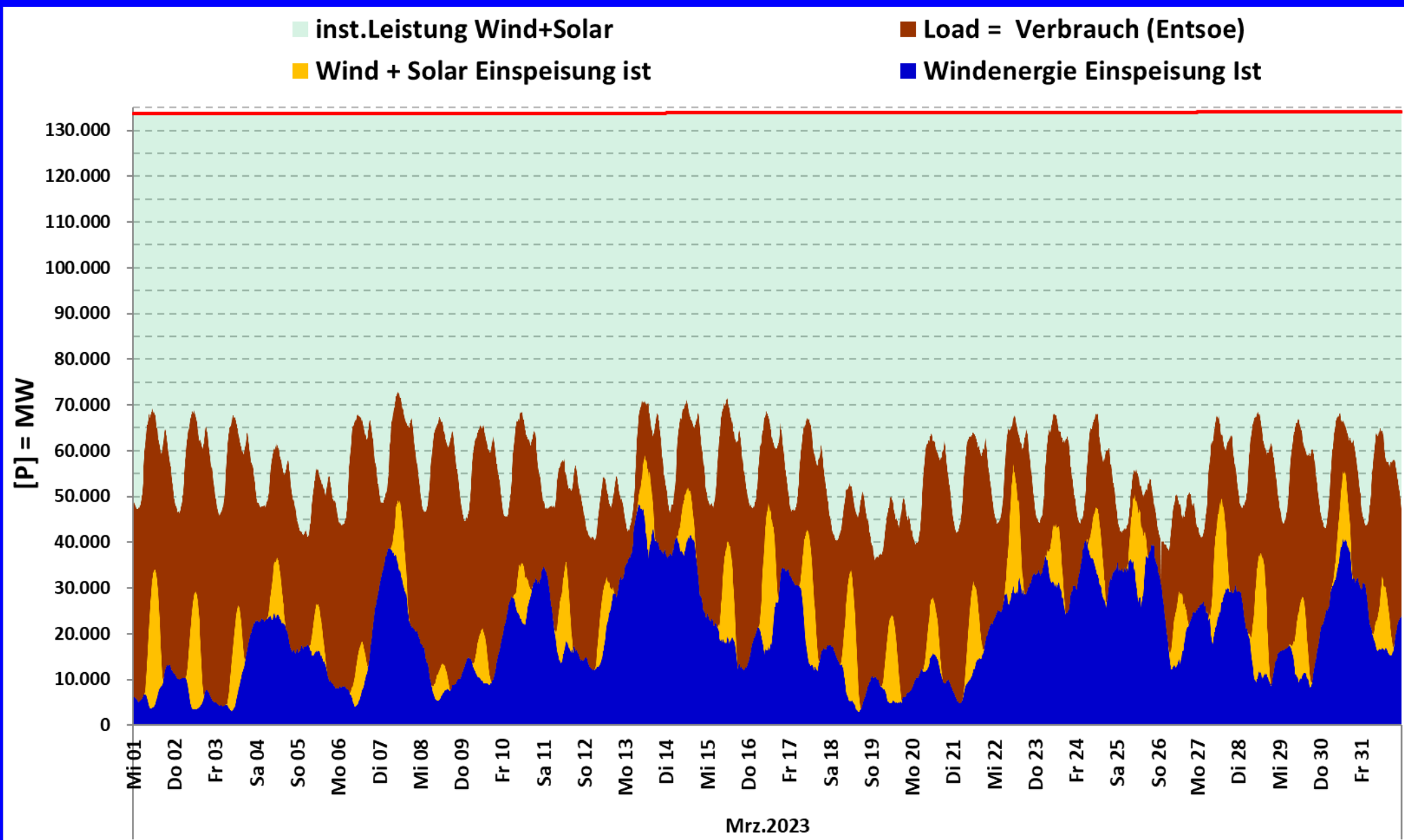
Kleidon (2021): Entnahme von Energie aus Umgebung

$< 0,25 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{D: } < 85 \text{ GW} (\rightarrow 750 \text{ TWh})$

3) Notwendigkeit der Einspeisung in das Netz:

Gleichgewicht der Last durch Verbraucher mit Leistung aller Erzeuger in jeder Sekunde





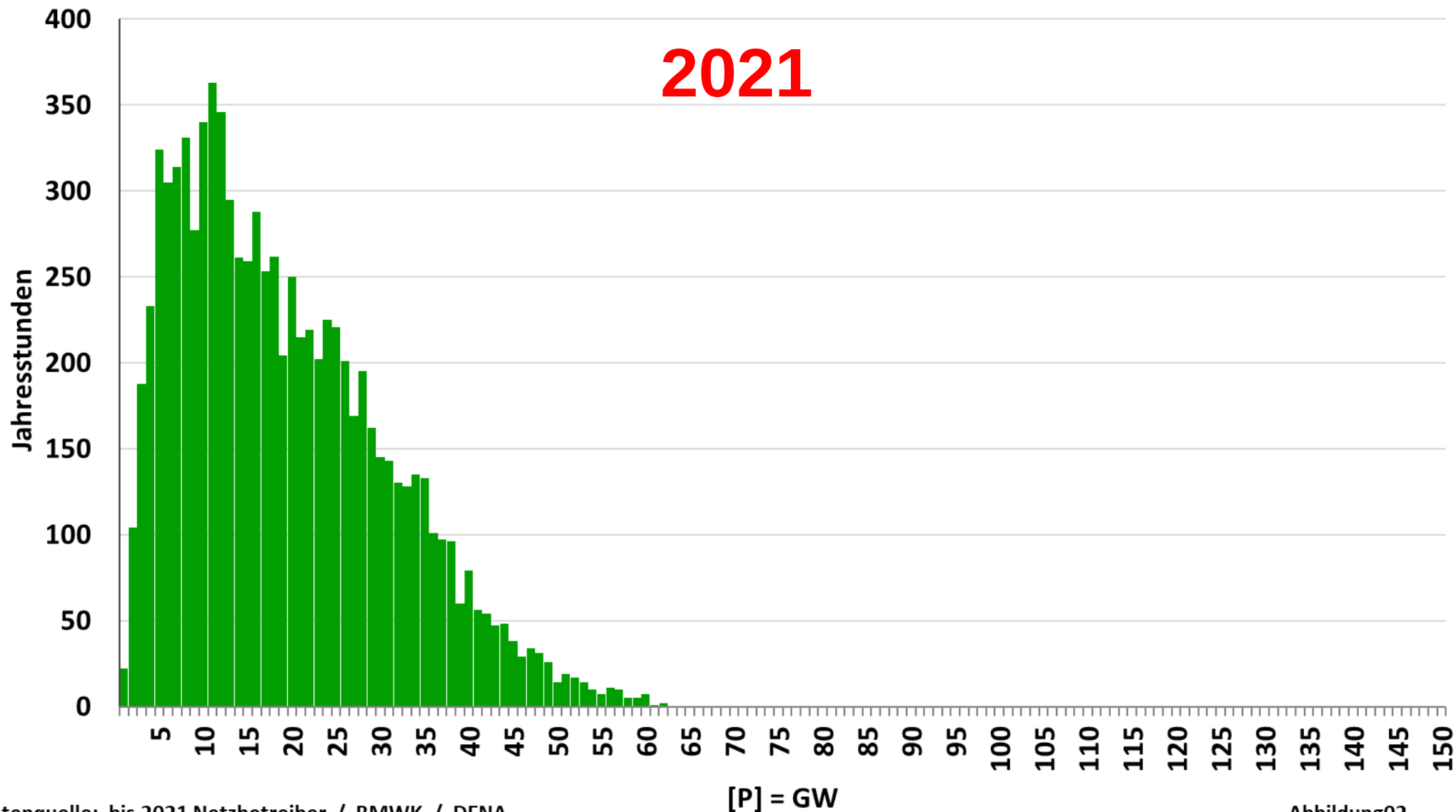
Datenquelle: Entso-e / Netzbetreiber

Auflösung: Viertelstundenwerte

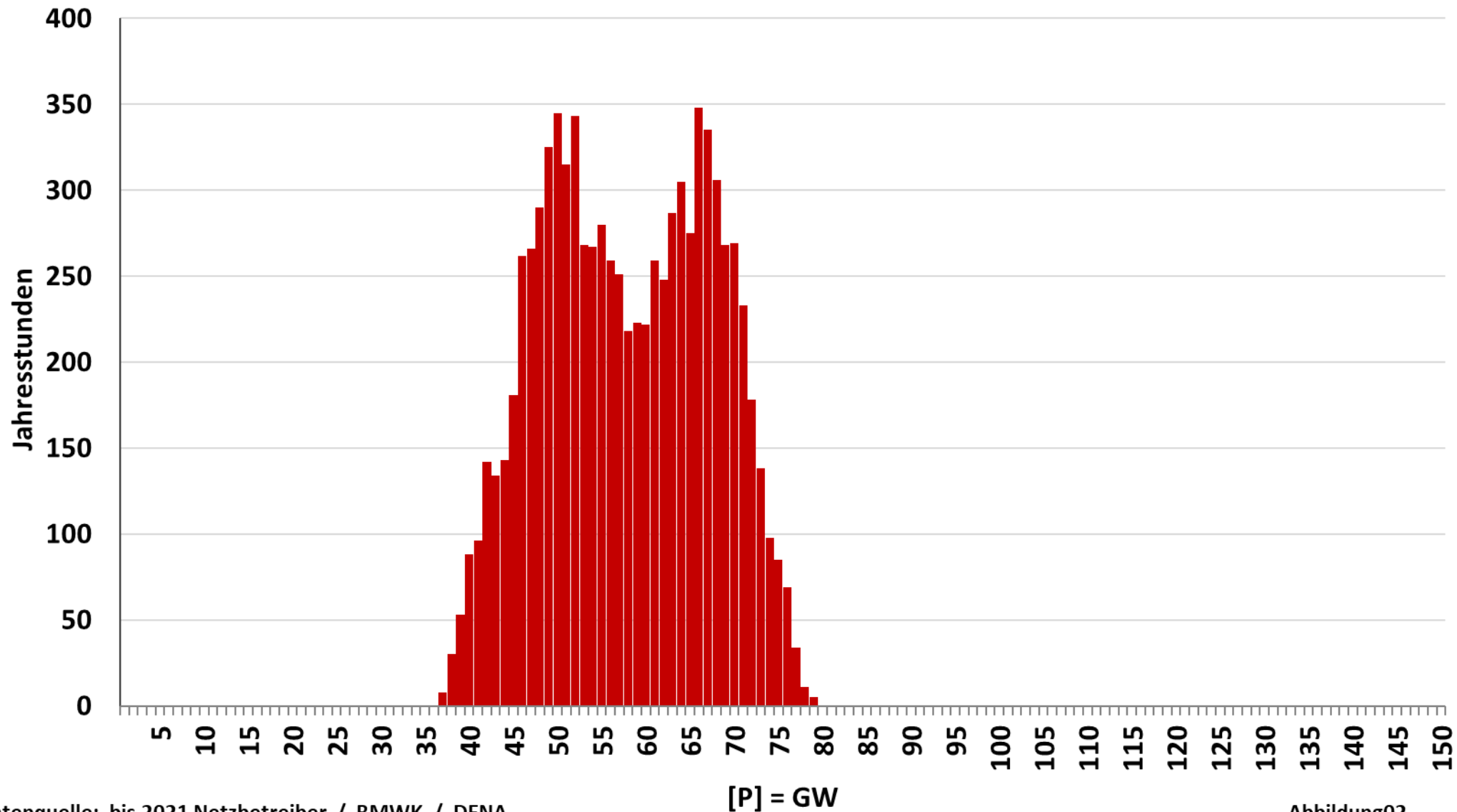
Darstellung: Rolf Schuster **Vernunftkraft**

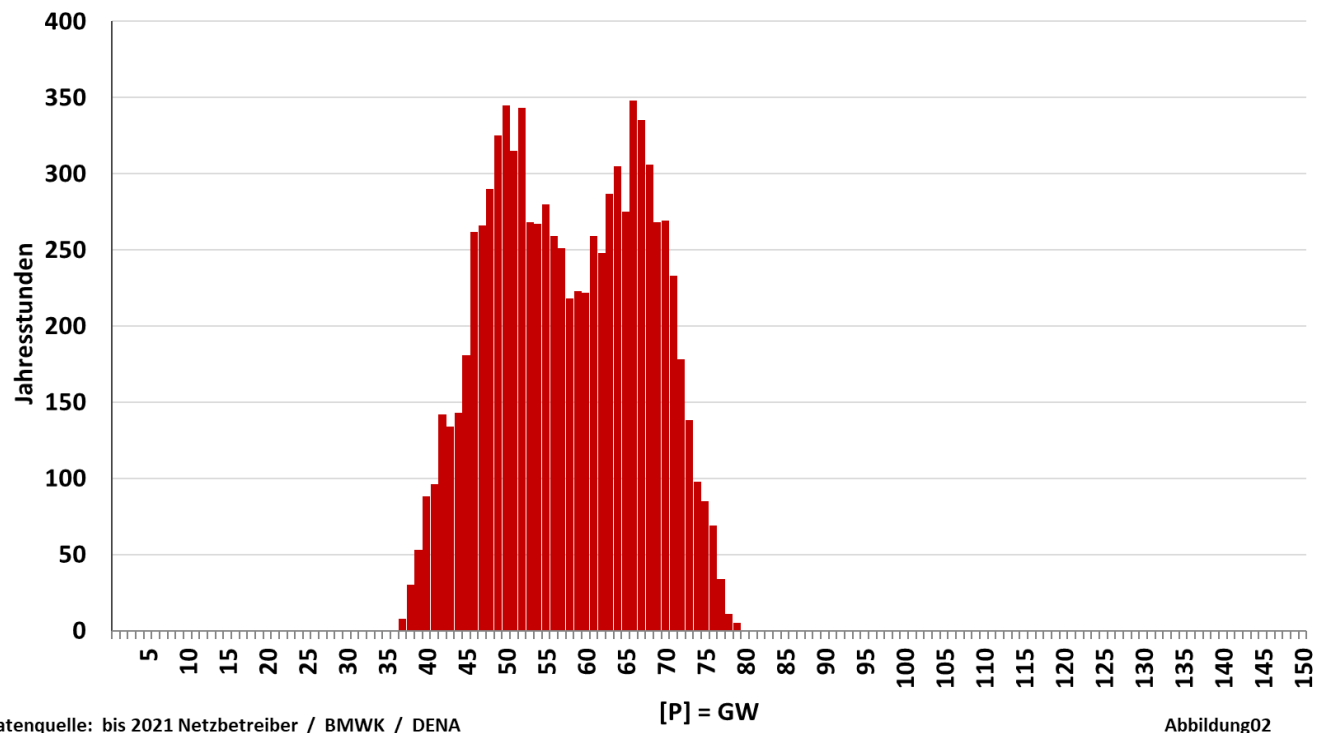
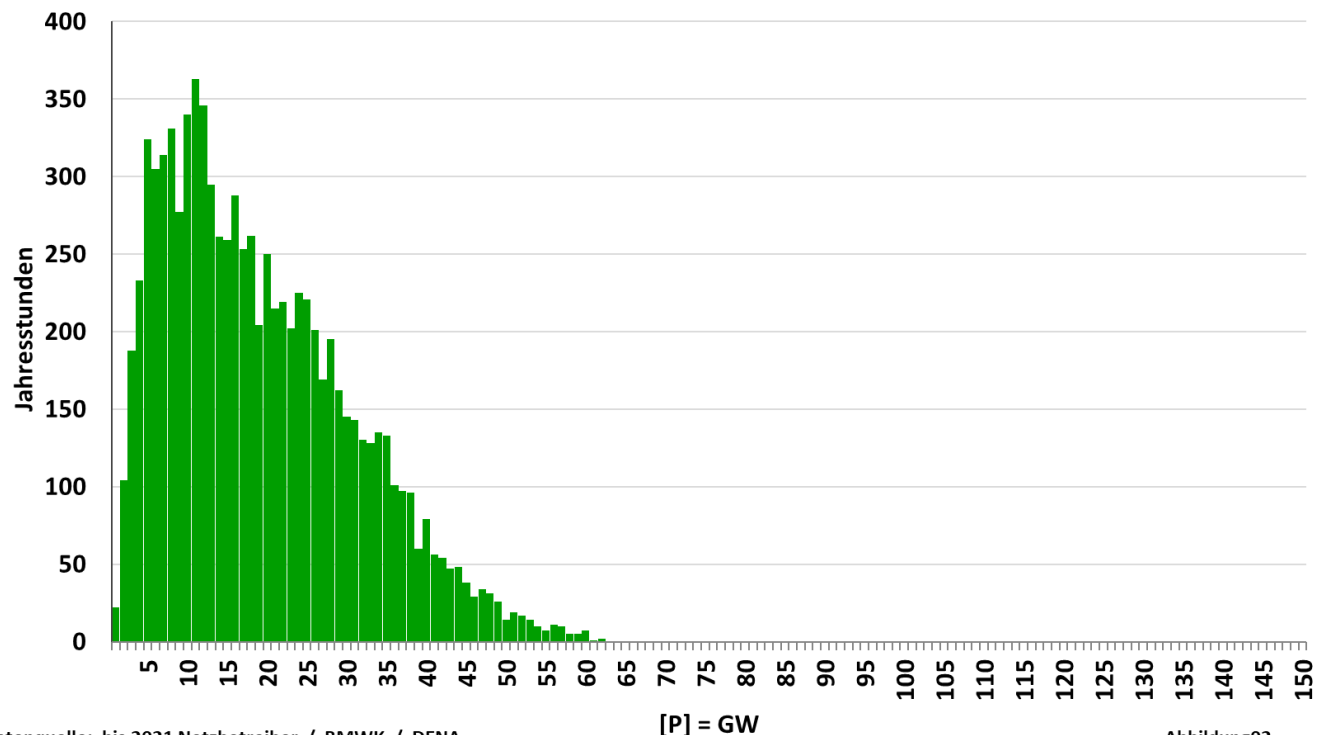
Windenergie an Land und auf See + Photovoltaik

Häufigkeitsverteilung der Erzeugungsleistung

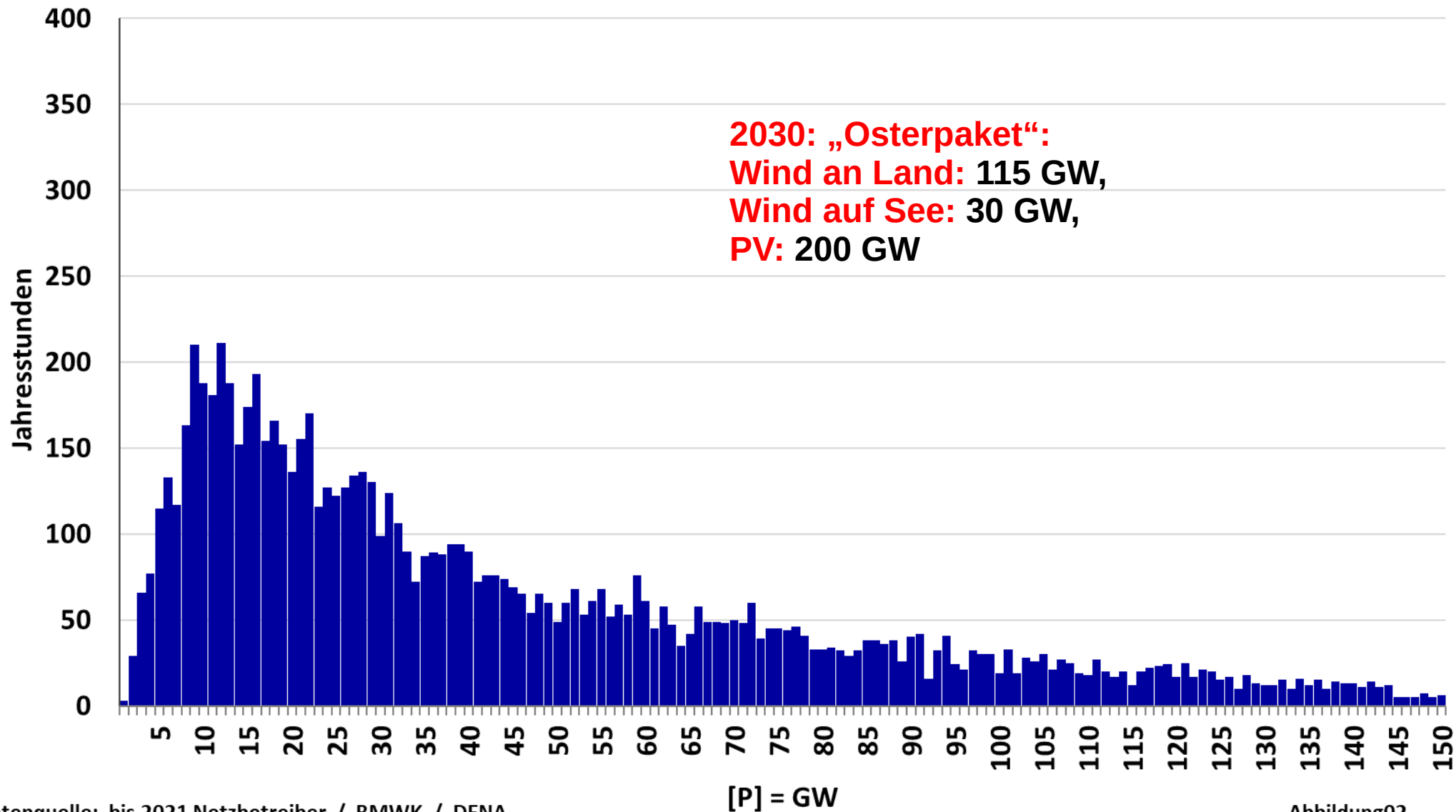


Häufigkeitsverteilung der Last 2021

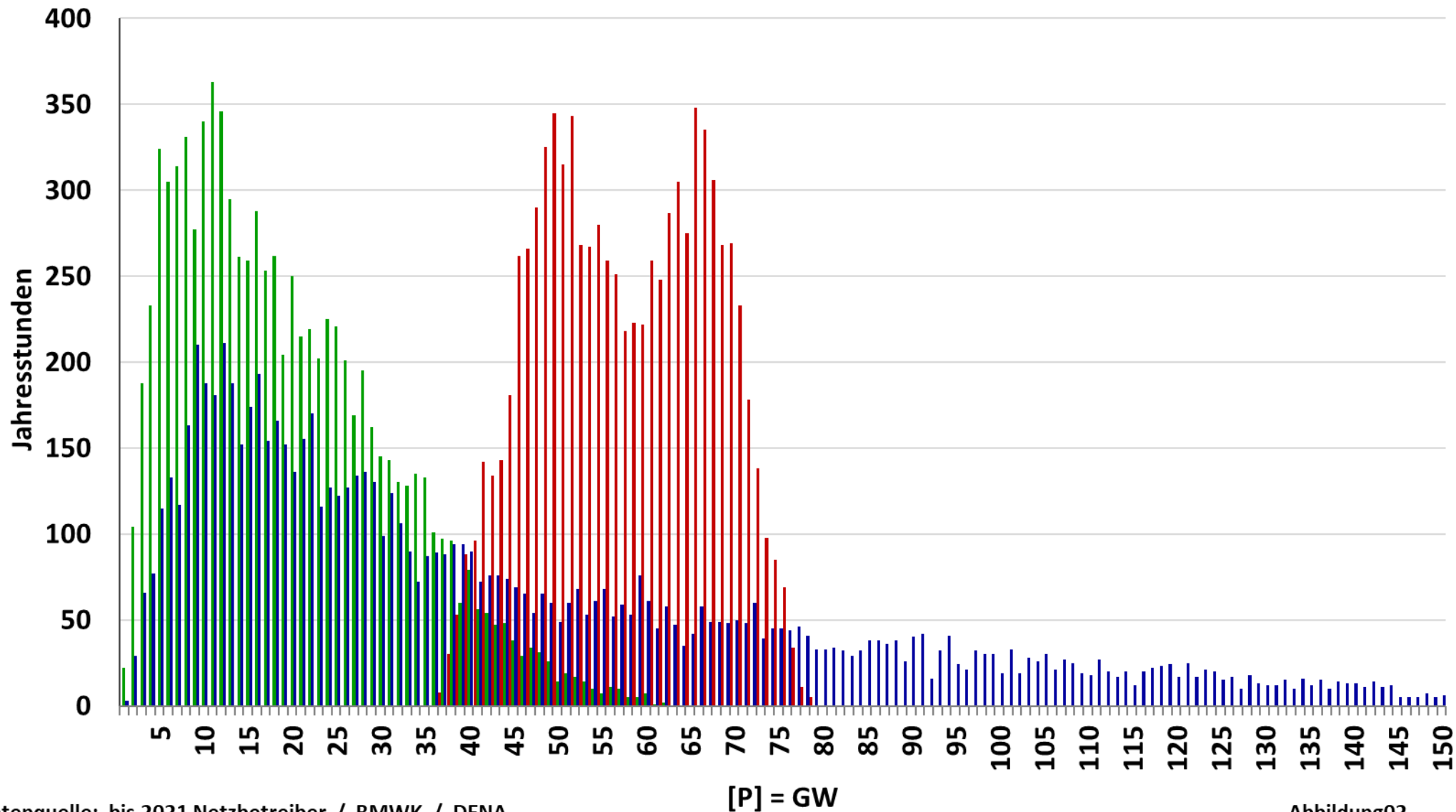




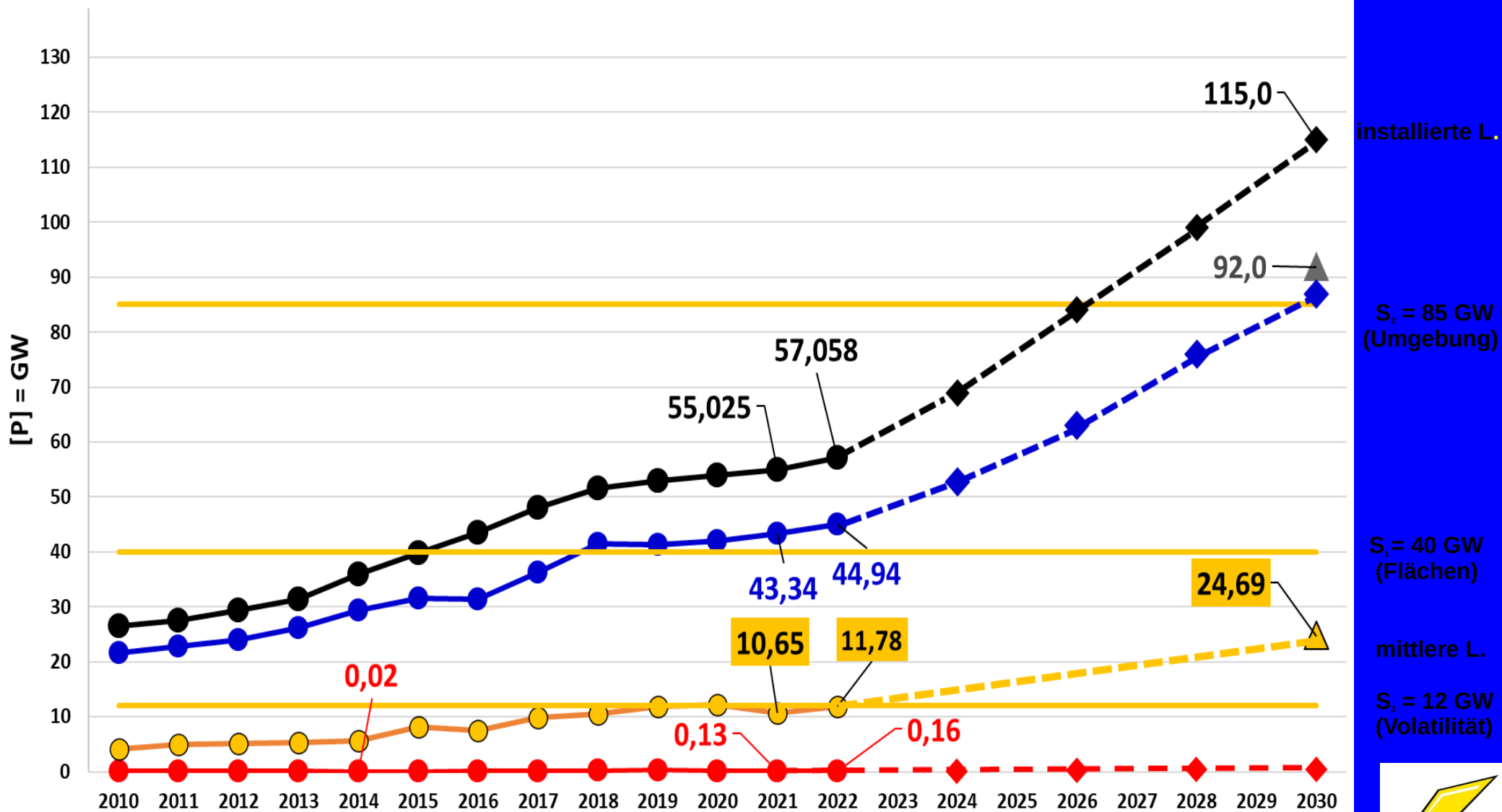
Häufigkeitsverteilung der Erzeugungsleistung von Wind und PV



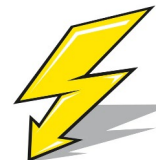
Häufigkeitsverteilung der Erzeugungsleistung 2021 vs. 2030 + Last 2021



Zusammenfassung der Ergebnisse für Grenzen des Ausbaus Wind an Land



Datenquelle: bis 2021 Netzbetreiber / BMWK / DENA



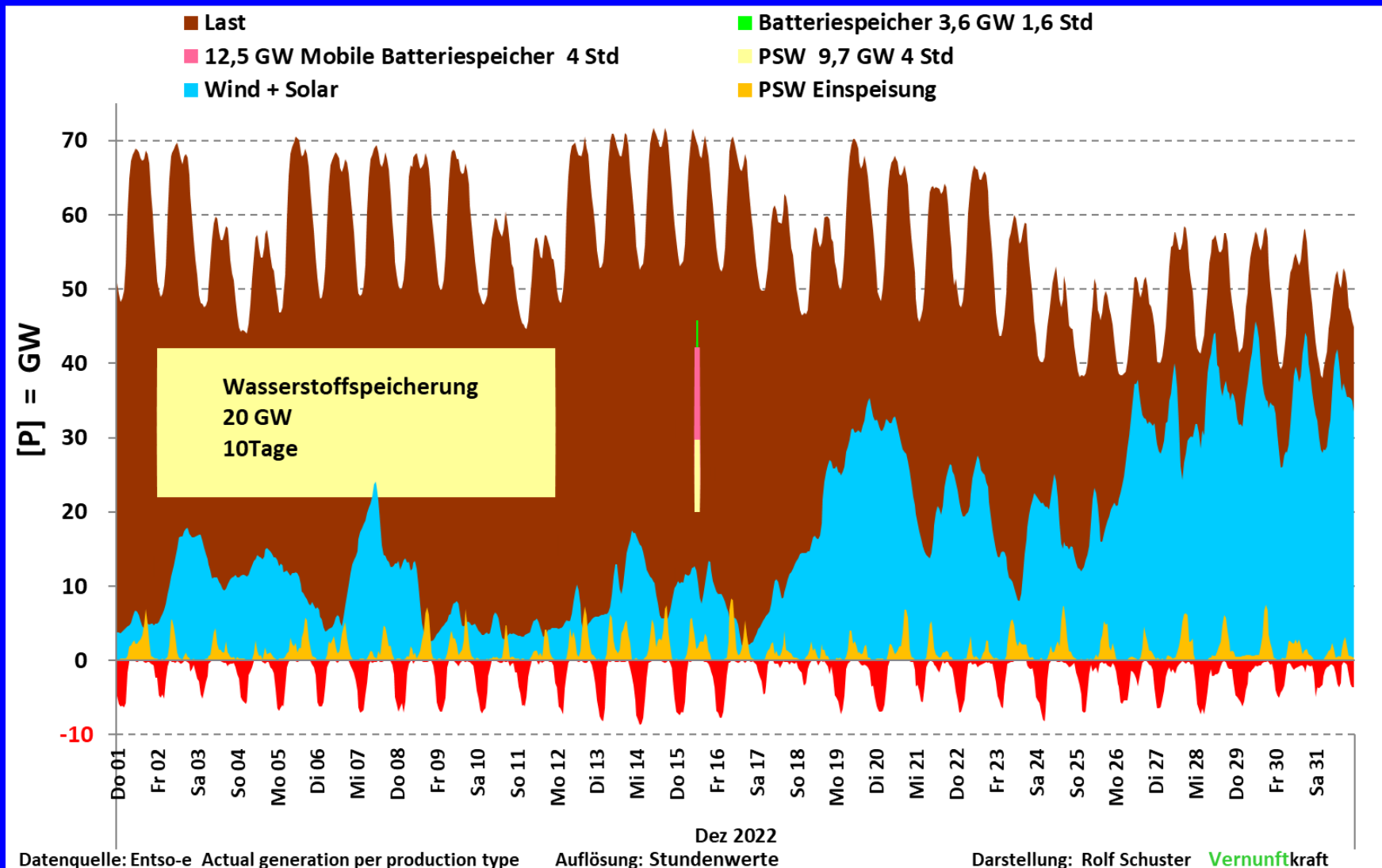
Schlussfolgerung:

Ein weiterer Ausbau von WEA und PV ist nur dann zielführend und steht unter dem Vorbehalt, dass

Speicher und Wandler existieren, die Überschuss-Strom direkt aus WEA und PV aufnehmen können

“Wir haben Speicher noch und nöcher“ (Prof. Claudia Kemfert, DIW)

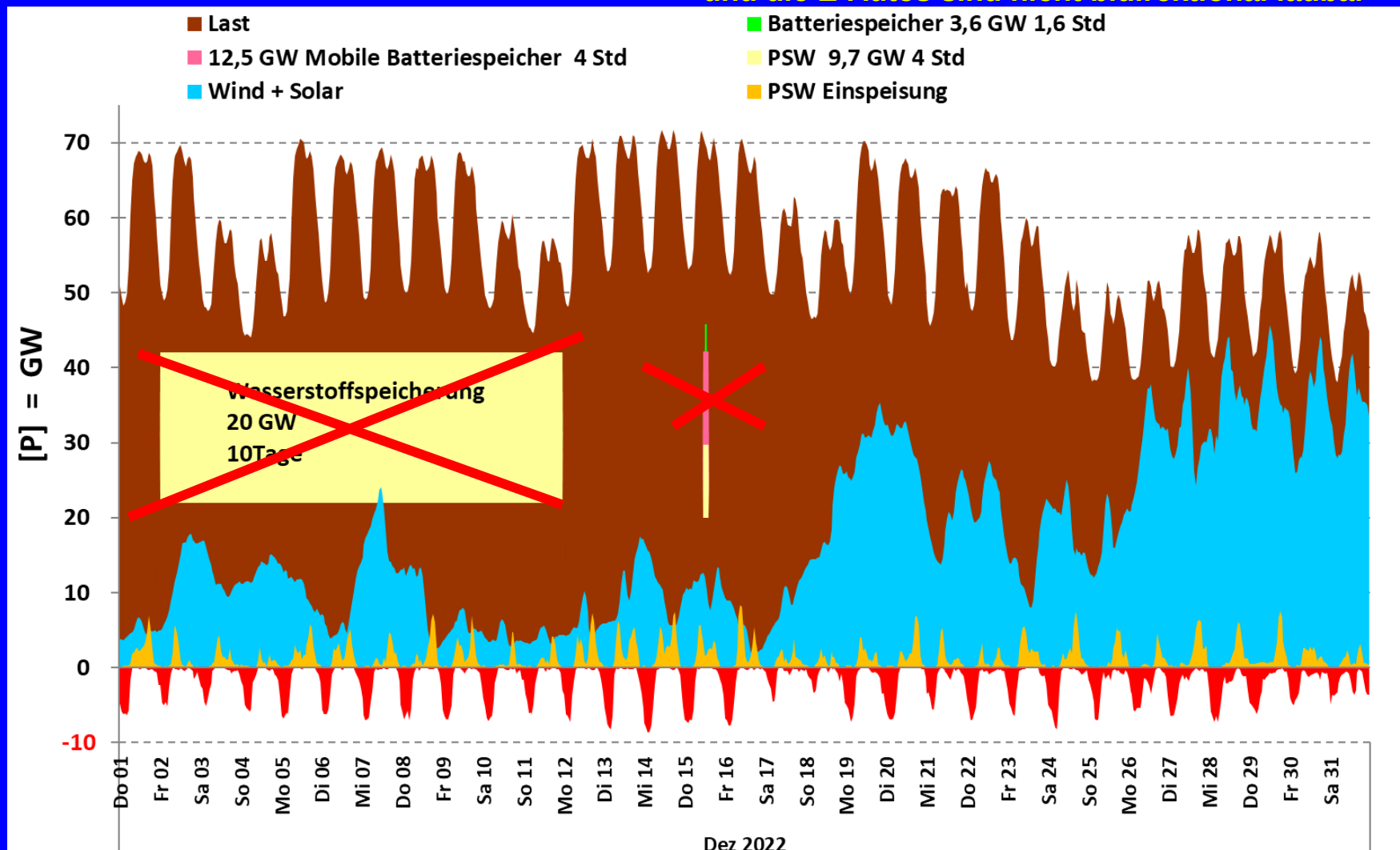
Stimmt das wirklich ???



„Wir haben Speicher noch und nöcher!“
(Prof. Claudia Kemfert, DIW)

Stimmt das wirklich ???

NEIN, denn das Wasserstoff-„Rechteck“ ist
nicht „grün“, sondern wird aus Erdgas gewonnen
und die E-Autos sind nicht bidirektional ladbar



EPILOG

Grenzen des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland werden bestimmt durch technologische, ökonomische, ökologische und soziale Randbedingungen.

Im Jahr 2023, spätestens 2024, werden Grenzen des Zubaus von Windenergie- und PV-Anlagen dadurch erreicht, dass der damit erzeugte Strom nicht mehr in das öffentliche Netz eingespeist werden kann.

**Ein weiterer Ausbau von
erneuerbarer Energien
liegt nicht
im öffentlichen Interesse
und gefährdet die
Versorgungssicherheit.**

Herzlichen Dank an:

**Dr.-Ing. Detlef AHLBORN
Rolf SCHUSTER**

und

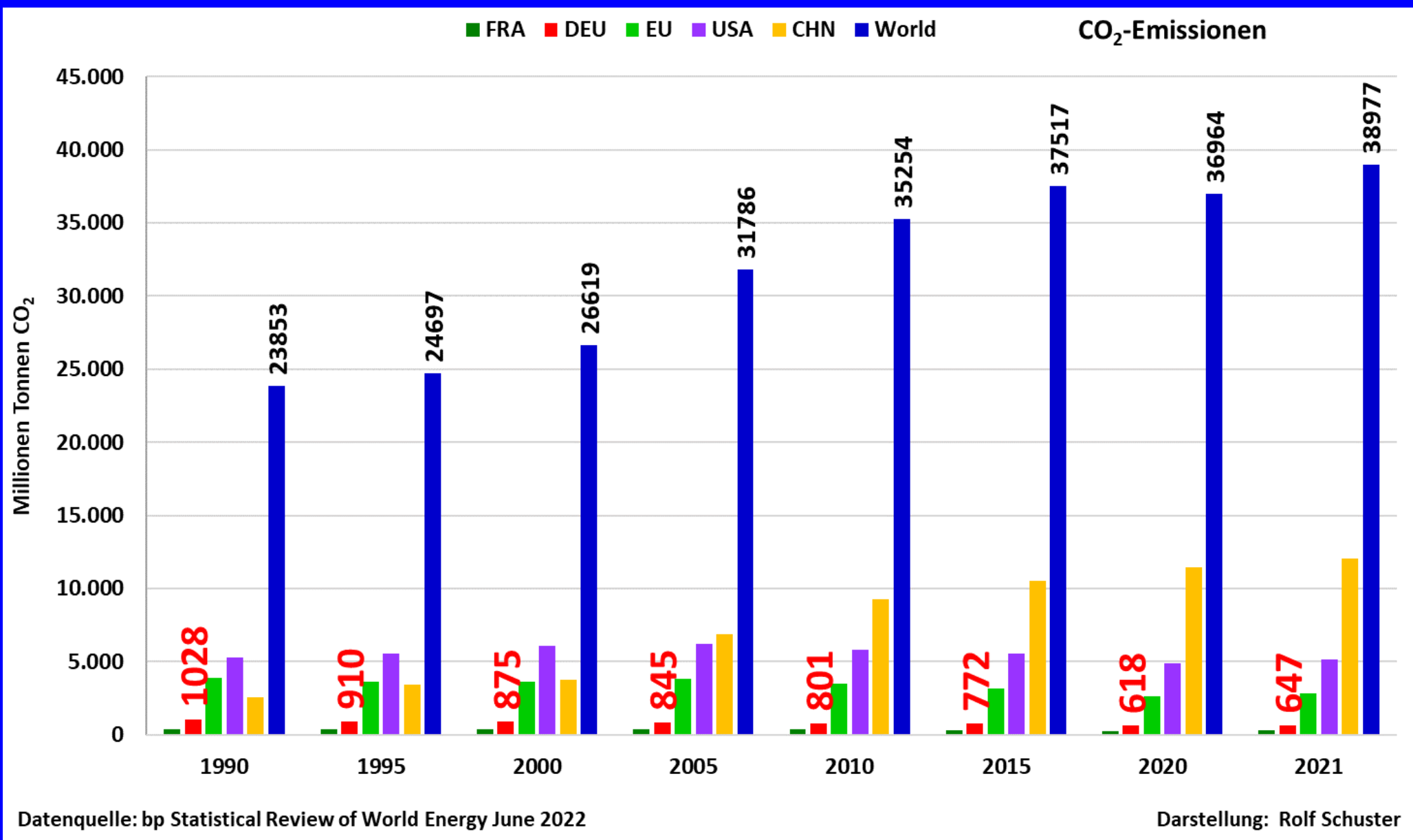
Ronald KOBE

(Cartoons ©)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit !

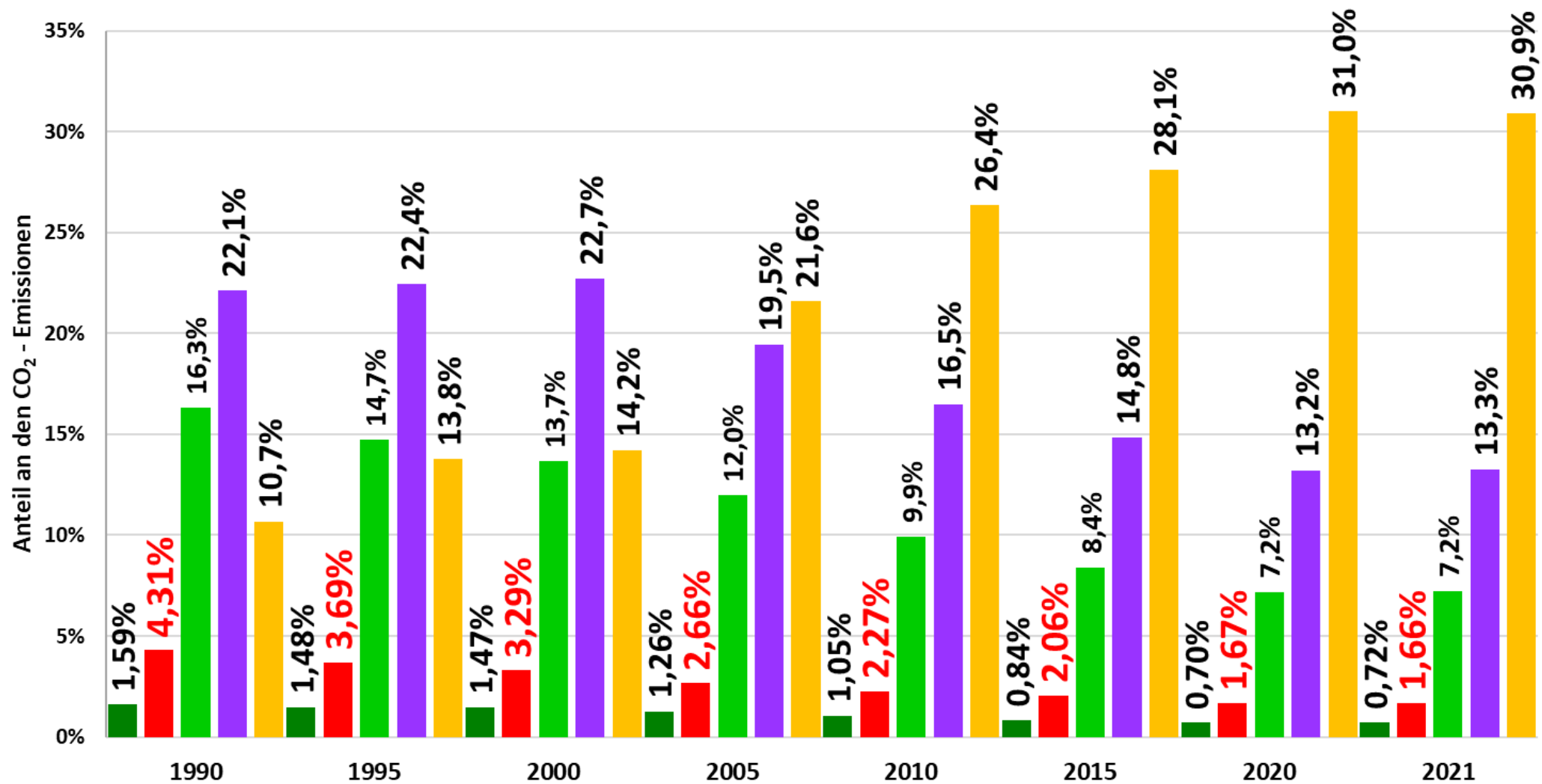
ANHANG

Das CO₂-Problem global



FRA DEU EU USA CHN

Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen



Datenquelle: bp Statistical Review of World Energy June 2022

Darstellung: Rolf Schuster