



„Klimastrategien - Energiewenden“

**Dr. Andreas Horn**

Solarexperte und Bürgerenergie-Vorreiter

# Energiewende am Wendepunkt – resiliente Gebäude für Dunkelflauten

Dienstag, 28.04.2026, 19:00h

in Kooperation mit:





*Energiewende am Wendepunkt.  
Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.*

*Dr. Andreas Horn  
30.04.2026*

# Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.*

## Ziele: was möchte ich vermitteln?

- ✓ Inwiefern ist die *Energiewende* an einem Wendepunkt?
- ✓ Was ändert sich am *Wendepunkt*?
- ✓ Unser *Stromsystem* im Sommer – Dominanz der Sonne – Tag & Nacht.
- ✓ Unser Stromsystem im Winter – Dominanz des Winds – Sturm & *Flaute*.
- ✓ *Dunkelflauten*: Zahlen und Fakten.
- ✓ Speicher: Überbrückungszeit von Stunden „*intra-diem*“ oder Wochen „*inter-dies*“?
- ✓ *Batteriespeicher*: Zahlen und Fakten.
- ✓ „*Dunkelflauten-Speicher*“ oder *saisonale* Speicher? Zahlen und Fakten.
- ✓ Backup-Kraftwerke: *gesicherte Leistung* für die Residuallast.
- ✓ Zusammenhang zwischen Gebäuden und Stromsystem: *Sektor* Wärme.
- ✓ Wann sind Gebäude „*Dunkelflauten-tauglich*“?
- ✓ *Wie* werden Gebäude „Dunkelflauten-tauglich“?
- ✓ Dunkelflauten-taugliche Gebäude: *Resilient*, sicher und *kalkulierbar*!

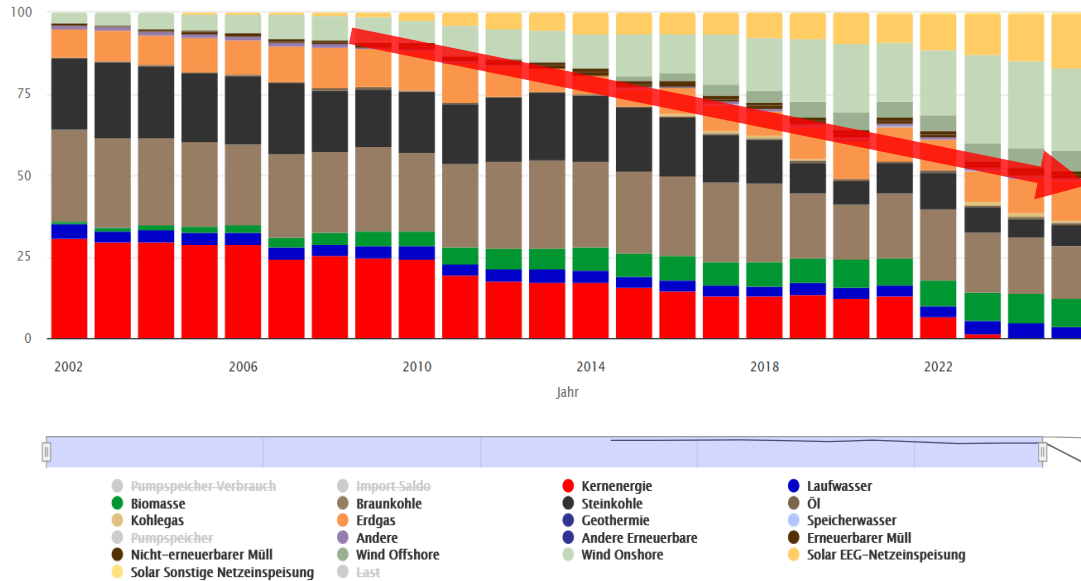
# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Energiewende: Strom & Gesamtenergie.



### Strom

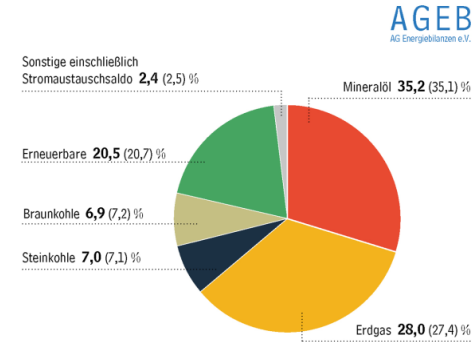
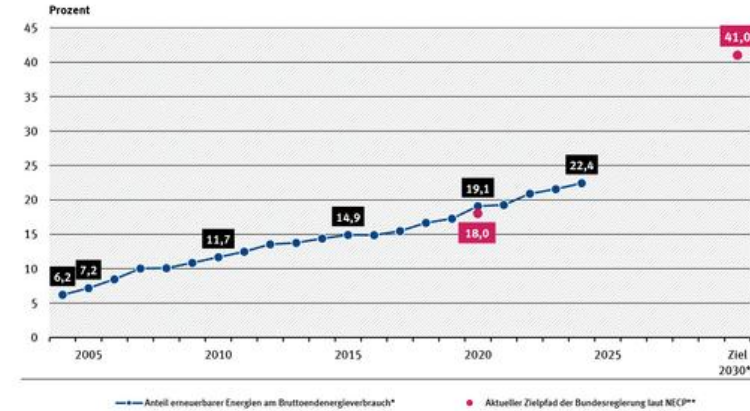
Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland  
Energetisch korrigierte Werte - bis 27.04.2026, 02:00 MESZ



- ➔ Anteil Erneuerbarer ~ 57% (2025)
- ➔ mehr als die Hälfte erreicht!

### Gesamtenergie („Endenergie“)

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch

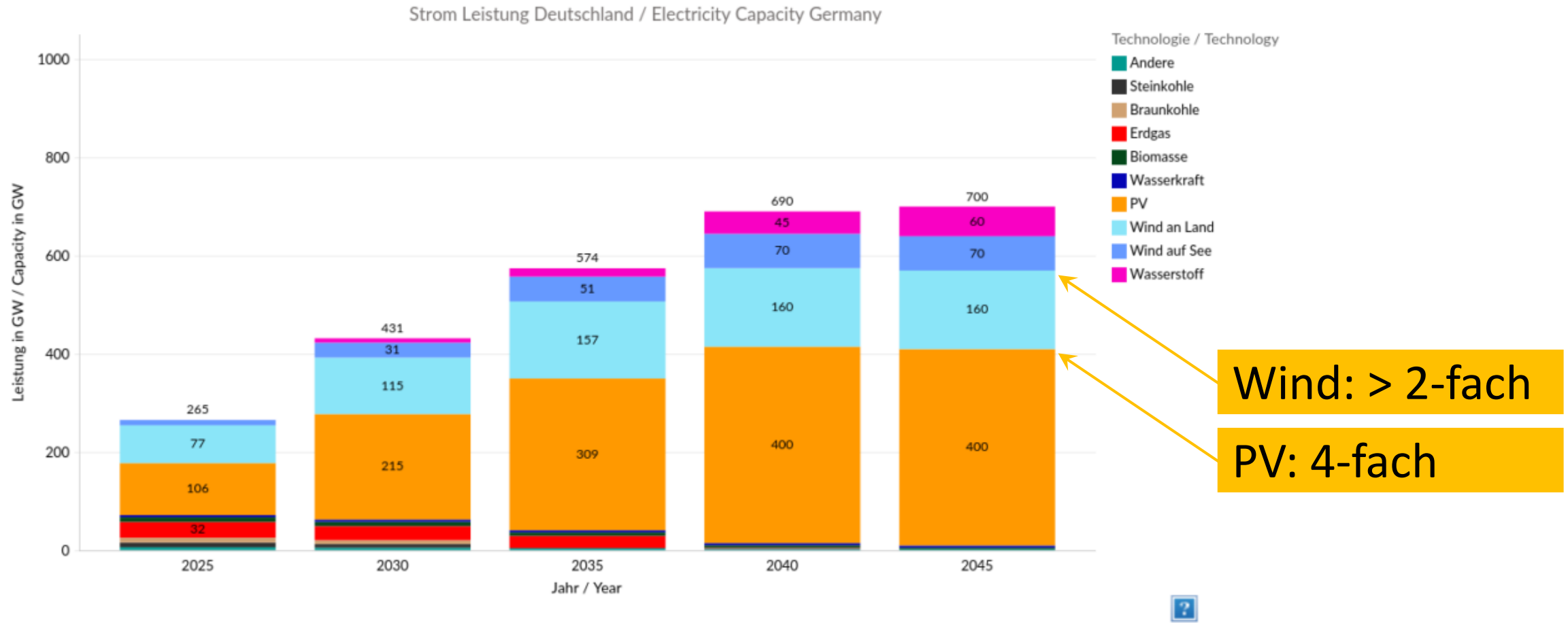


ca. 1/4 Wärme!

- ➔ Anteil EE (2024) am „Brutto-Endenergieverbrauch“ 22,4%
- ➔ Anteil EE am Primärenergieverbrauch 20,5% nicht relevant, wg. Abwärmeverlusten.
- ➔ *es gibt noch viel zu tun!*

# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Wendepunkt im Stromsektor – der Ausbau geht weiter.

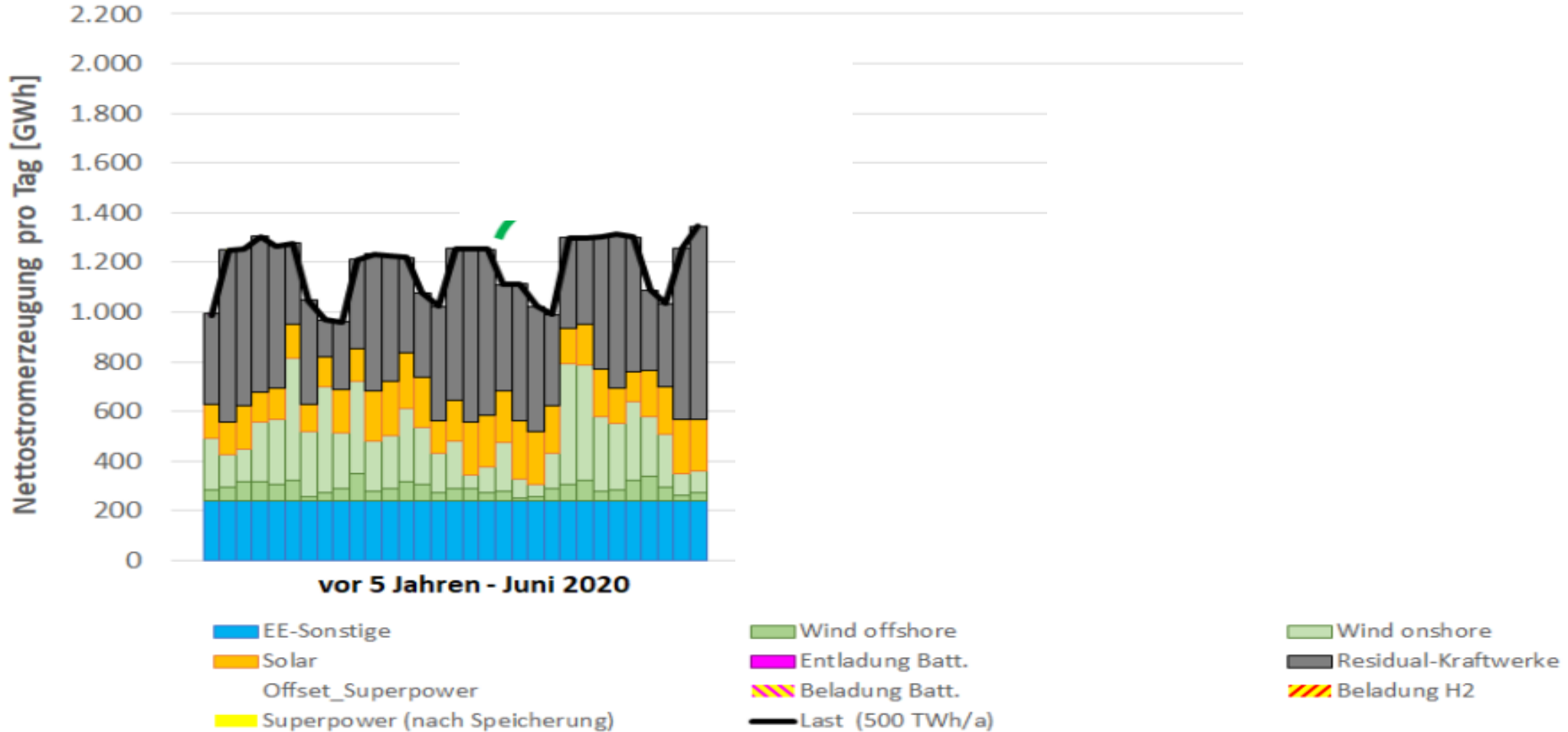


EE-Ausbau gemäß Langfristszenarien für das deutsche Stromsystem. (Quelle: Fraunhofer ISE)

# Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.* Das Stromsystem im Sommer bei weiterem PV-Ausbau.



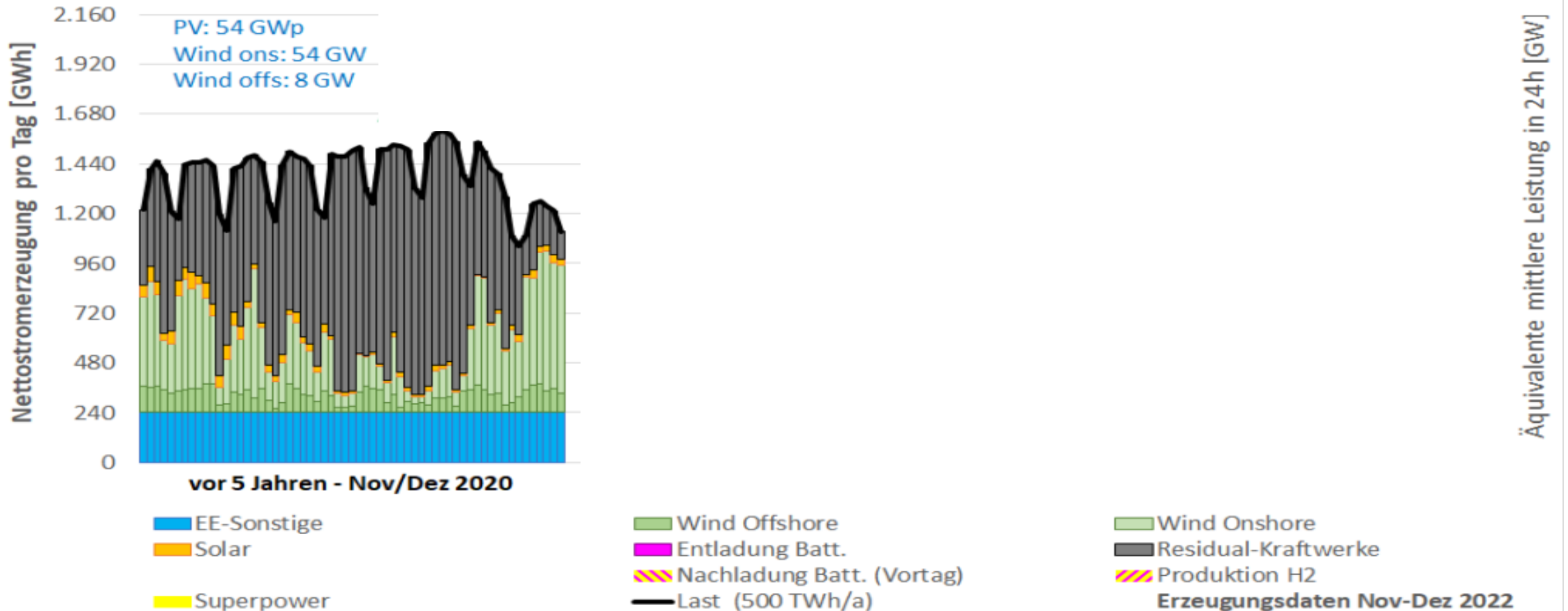
**Energiewende am Wendepunkt:  
Stromerzeugung im Sommer - gestern, heute und morgen**



# Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.* Das Stromsystem im Winter bei weiterem PV-Ausbau.



**Energiewende am Wendepunkt:  
Stromerzeugung im Winter - gestern, heute und morgen**



„Eine Dunkelflaute ist dadurch gekennzeichnet, dass die *Tagesverbräuche* über *mehr als einen Tag* nicht mehr vollständig aus Solar- und Windkraftherzeugung gedeckt werden können und *Residuallastkraftwerke mit gesicherter Leistung* zur Deckung der Stromlücke verwendet werden müssen.“

➔ **Länge der Dunkelflauten**

**nimmt mit steigendem EE-Zubau ab.**

➔ **Referenzzeitraum: 28.11.2022 bis 17.12.2022**

## Abschätzung der Dauer und Häufigkeit

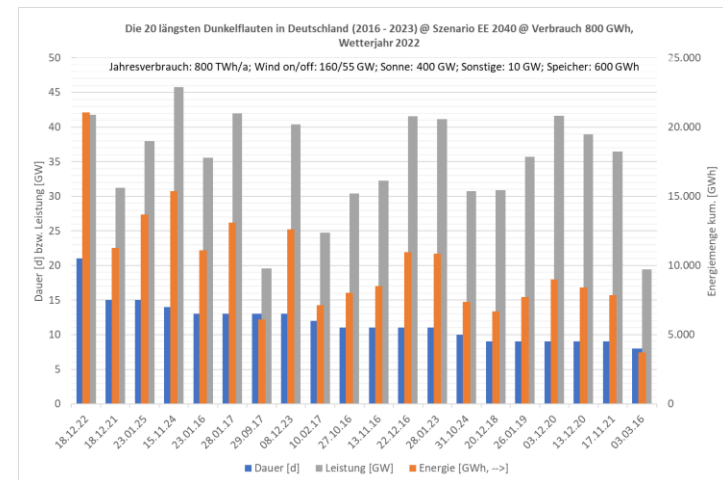
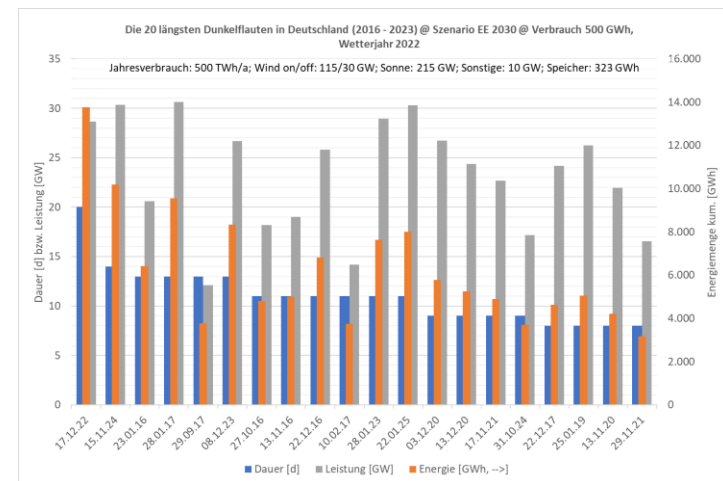
➔ Simulation des EE-Zubaus & Zählen ergibt:

- 3 Wochen – 1x in 10 Jahren
- 2 Wochen – 1x pro Jahr
- 1 Woche – 2 x pro Jahr
- 4-7 Tage – 6 x pro Jahr
- 1-3 Tage – 20 x pro Jahr
- $\emptyset$  – **Zeit: ca. 25% – 30% des Jahres**
- $\emptyset$  – **Leistung: ca. 50% der mittleren Leistung**

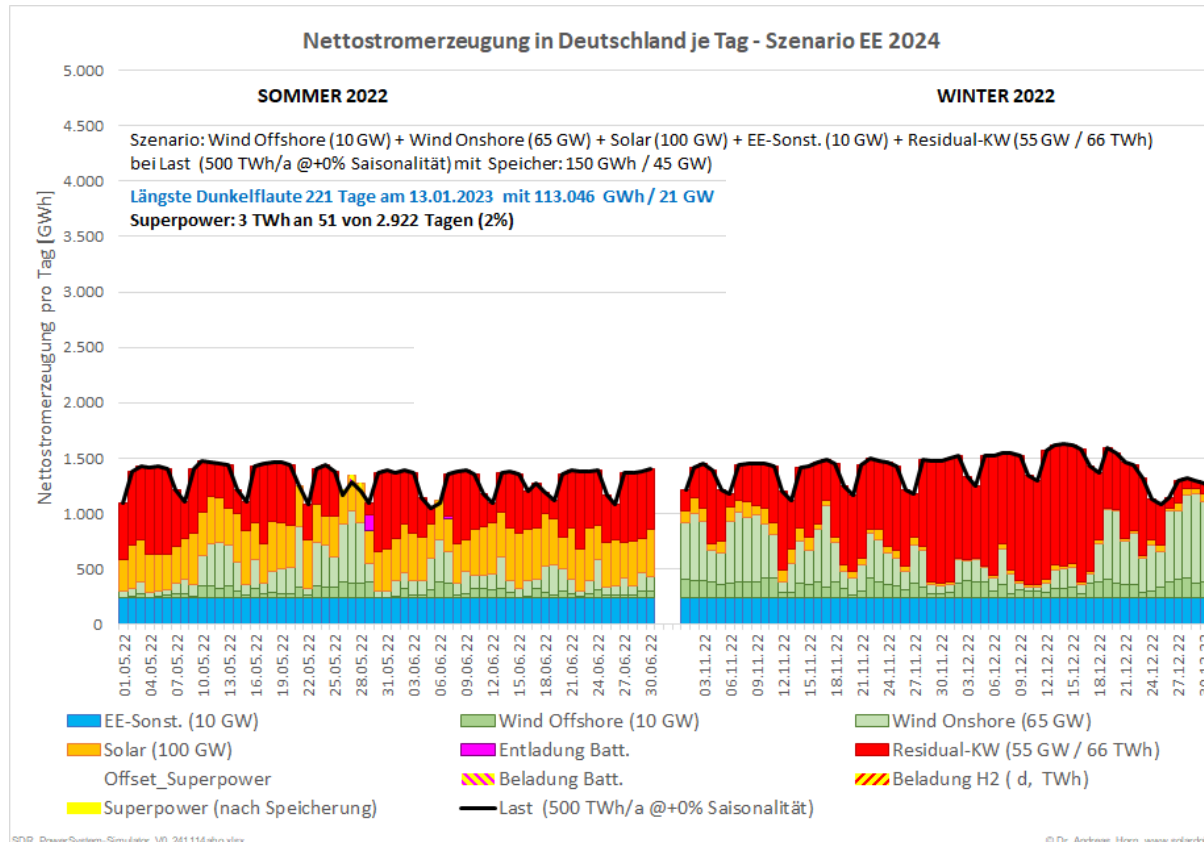
### Dunkelflauten bleiben!

➔ ~50% der mittleren Leistung sind als „gesicherte Leistung“ für bis zu 3 Wochen erforderlich

➔ (länger anhaltende) Dunkelflauten treten immer im Winter auf – „kalte Dunkelflauten“ ➔ Heizung...



# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten. Gesetzlich vorgesehener Zubau → Umbruch in nur 5 Jahren!



- ✓ Bisher: EE nur „Fuel-saver“, Systemverantwortung bei fossilen Kraftwerken.
  - ✓ In wenigen Jahren: Kraftwerke können wochenweise heruntergefahren werden: Systemverantwortung bei EE!
  - ✓ Residuallastbedarf in immer kürzeren und selteneren EE-Strommangelzeiten („Dunkelflauten“)
- ➔ „gesicherte Leistung“ für bis zu 19 Tagen wird zwingend erforderlich

# Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.* Drastische Veränderung der Realitäten durch Erneuerbare!



- Energie ist knapp → Energie in Fülle „Superpower“ ← & → Energiemangel
- Energie hat jederzeit die selben Kosten → Preis für Energie ist hoch-volatil!
- „Efficiency first“ → intelligentes Verschwenden kann nachhaltig sein!

## Beispiel:

### Warmwasserbereitung?

#### → Wärmepumpe @60°C:

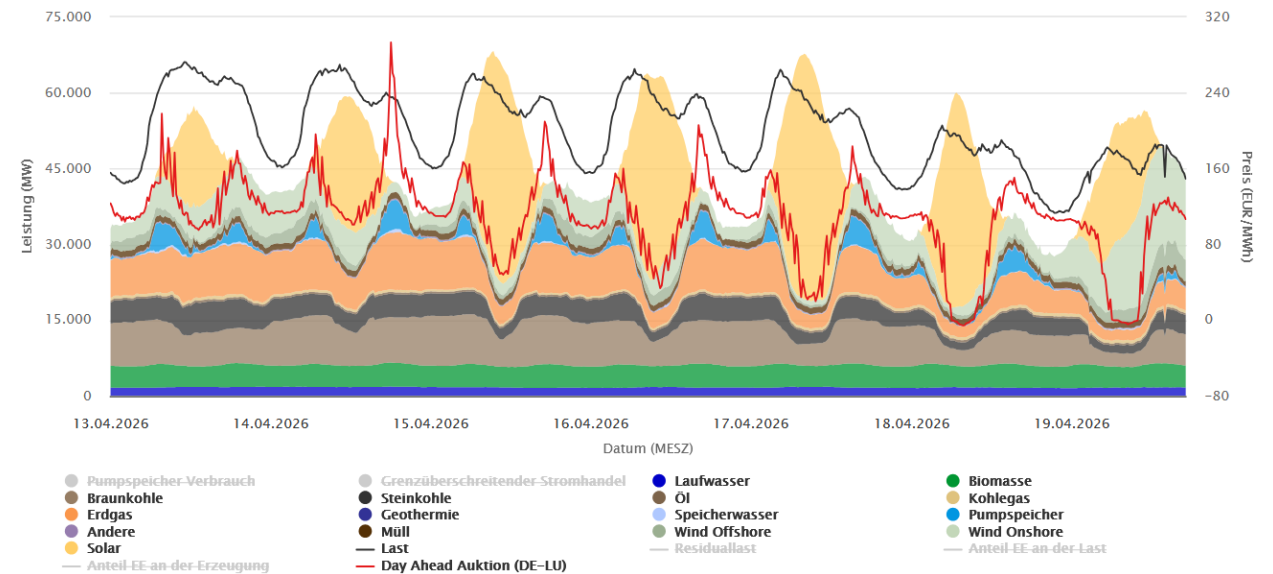
- Arbeitszahl niedrig (Faktor 2)
- elektrische Leistung meist niedrig (3-5 kW im Vergleich zu PV-Überschuss oft klein)
- hoher Invest

#### → Strom-Direktheizung

- Temperaturen bis 80°C (Warmwasserspeicher) nutzt Speichervolumen besser aus
- Temperaturen bis 800°C (Hochtemperatur-Keramikspeicher): viel mehr Speicherkapazität pro Volumen
- sehr geringer Invest
- technisch sehr einfach, leicht steuerbar (Schütze)

Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland in Woche 16 2026

Energetisch korrigierte Werte



➔ alte Präkonzepte müssen in der neuen Energiewelt kritisch hinterfragt werden!

# Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.* Dunkelflauten – Häufigkeit, Dauer, Leistungsbedarf

... zurück zu den Dunkelflauten.

Wie können Dunkelflauten beherrscht werden,  
so dass die Versorgungssicherheit jederzeit gegeben ist?

✓ Speicher

- Kurzzeitspeicher „intra-diem“
- Langzeitspeicher „inter-dies“

✓ Flexibilität – für längere Dunkelflauten (1-3 Wochen) wenig praktikabel.

✓ Kraftwerke (mit Brennstoff-Speicher!)

Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.*  
Batteriespeicher & Flexibilitäten: für den Ausgleich Tag – Nacht.



- Batterien: modular vom Kleinspeicher im Keller bis zum Kraftwerksspeicher...



**Wirtschaftlich, wenn viele Zyklen pro Jahr erreicht werden (150 – 700 Zyklen pro Jahr)**

## Langzeit-Speicher: warum nicht Batterien? Was dann?

- **Langzeitspeicher** für Dunkelflauten: 2 bis 3 Wochen? → ca. 10 – 20 Zyklen/a  
→ im Laufe des Lebens nur wenige Zyklen (400 @ 20a, 1000 @ 50a)  
→ Kosten sollten sehr niedrig sein, Lebensdauer sehr lang:
  - Wärmespeicher [saisonal (1/2 Jahr)? → Dunkelflauten-Speicher (3 Wochen)]  
Tolles Beispiel in München: „[Solare Nahwärme am Ackermannbogen](#)“
  - „Eh-da“-Speicher: Bauteil-Masse (schwere Wände, Decken, etc.)
  - Kiesmulden etc.
- wichtig für Dunkelflauten: ohne Strom nutzbar → hohe Temperaturen!  
*(keine Eisspeicher)*
- **Moleküle:** Wasserstoff H<sub>2</sub> & Derivate (Ammoniak NH<sub>3</sub>, Methanol CH<sub>3</sub>OH, SynGas, ...)  
ABER: teuer! → „*Champagner der Energiewende*“  
VORTEIL: viele Einsatzzwecke: Energie, Chemie, Prozesse (Stahl, ...), C-Ablagerung, ...

Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.*  
Backup-Kraftwerke: gesicherte Leistung für die Residuallast.



*Entscheidung:  
viele dezentral  
oder  
wenige zentral?*



**Wichtig: Kraft-Wärme-Kopplung, um teuren „Champagner“ der Energiewende optimal zu nutzen!**

# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Gebäude: Sektor „Wärme“

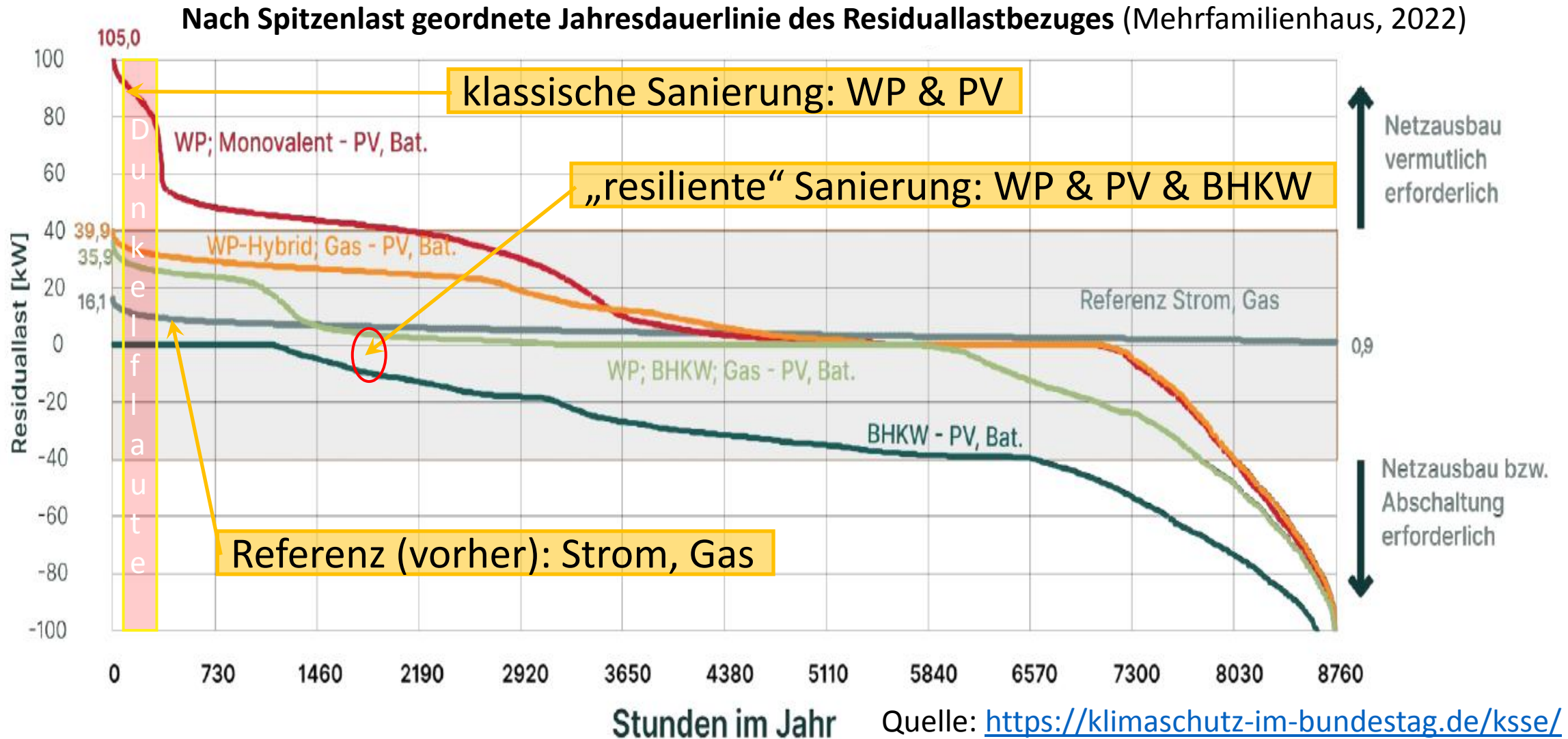
- $\frac{1}{4}$  des Endenergiebedarfs für Raumheizung und Warmwasser
- Megatrend: Wärmepumpen Ersatz für Heizöl und Erdgas  
**Effizient durch Umweltwärme: ca. 3/4**
- im Bild auch sichtbar: Kamin?  
➔ „hybride“ Heizung:  
Kombination von Wärmepumpe und ???
  - Holz, Gas, Öl
  - elektrischer Direktheizung (Heizstab im Pufferspeicher, etc.)
  - Wärme-Pufferspeicher
  - „BHKW“? (Erdgas, Pflanzenöl, Methanol-Brennstoffzelle etc.)  
„Notstromaggregat“



**„Hybrid“ ist Regelfall, weil wirtschaftlicher, höhere Effizienz, weniger Starts = längere Lebensdauer .**

# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Gebäude: Sektor „Wärme“ ... .. braucht Strom! – wann & wieviel?



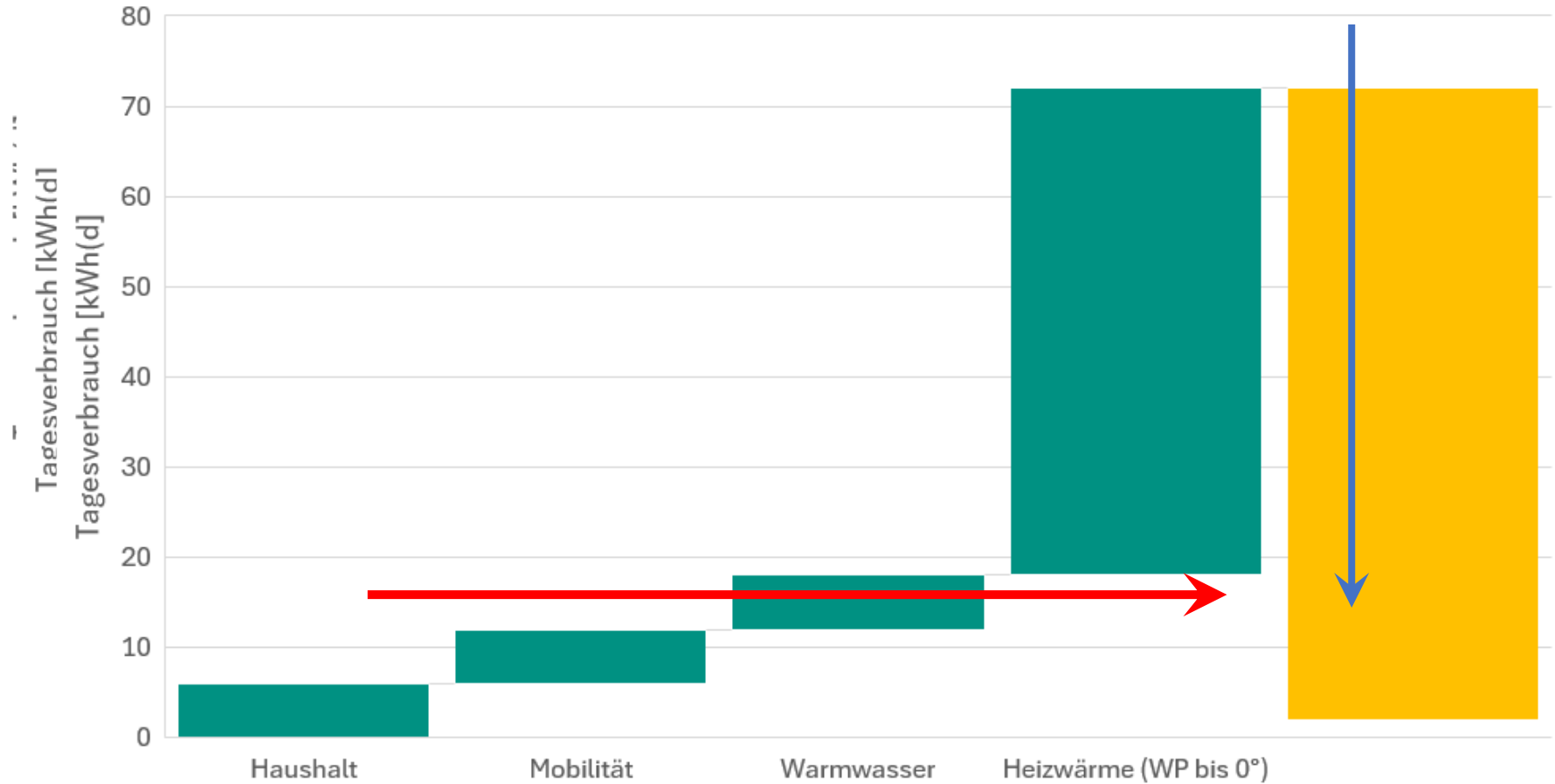
Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.*  
Gebäude: Sektor „Wärme“ ... .. braucht Strom! – wann & wieviel?



Zentrale Herausforderung:  
„gesicherte Leistung“

**Strom: gesicherter Leistungsbedarf im Winter**

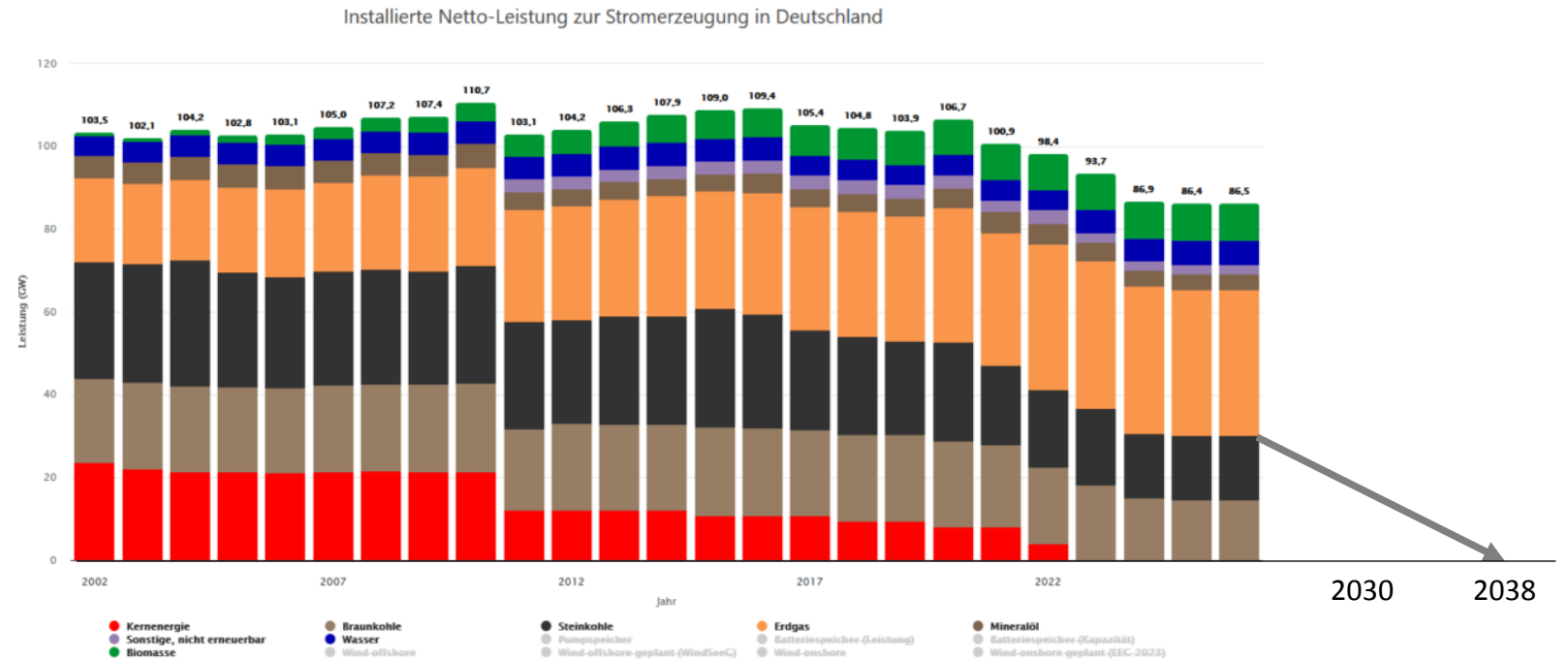
**Strom: gesicherter Leistungsbedarf im Winter  
eines Wohngebäudes (ca. 120 m<sup>2</sup> Wohnfläche)**



# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Energiepolitik: Kraftwerksstrategie für Dunkelflauten?

- Kohleausstiegsgesetz:
  - -15 GW bis 2030
  - -30 GW bis 2035
- Kraftwerksstrategie
  - 10 GW „Erdgaskraftwerke“ schnellstmöglich
  - bis zu 40 GW „Erdgas“ von BuReg beabsichtigt?
  - H<sub>2</sub>-ready?
    - geht das?
    - gibt es H<sub>2</sub>?
    - Lock-in-Effekt für Erdgas?



➔ einerseits: ja, gesicherte Leistung wird benötigt!

➔ gesicherte Kraftwerksleistung ist (zu?) knapp. ➔ **EnWG §14a: „Dimmen“ durch EVU**

➔ **Gesellschaftliche Frage: maximale Sicherheit (Komfort) oder niedrige Kosten?**

# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Gebäude: Sektor „Wärme“ ... .. braucht Strom! – wann & wieviel?



- Das war die wichtigste Grafik des Abends →

- Was man daraus lernen kann:

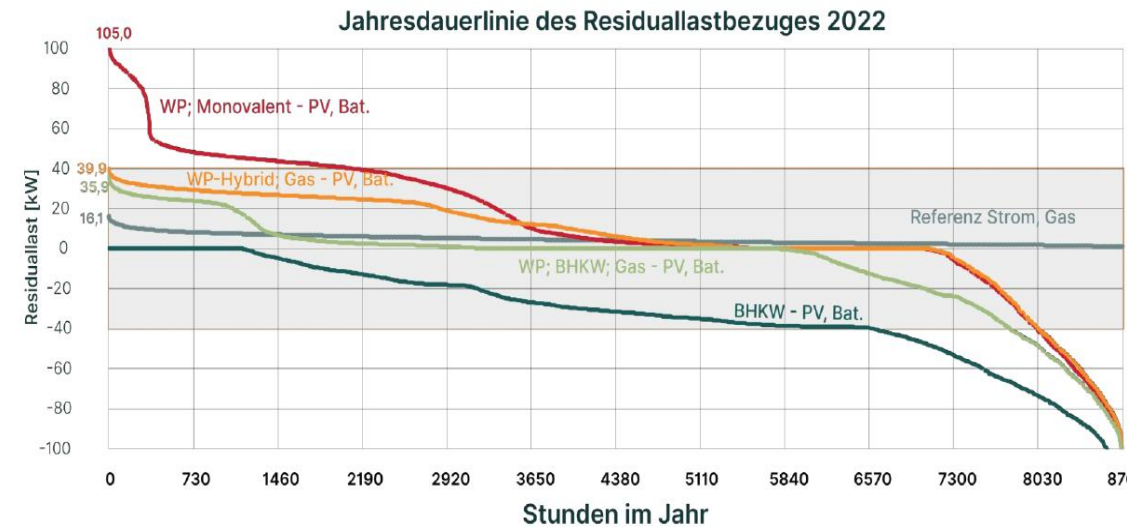
- ✓ Änderung der Heizung kann den Strombedarf drastisch verändern

1. Energiemenge (im Jahr)
2. Leistung (im Maximum)
3. Zeitpunkt des Leistungsbedarfs

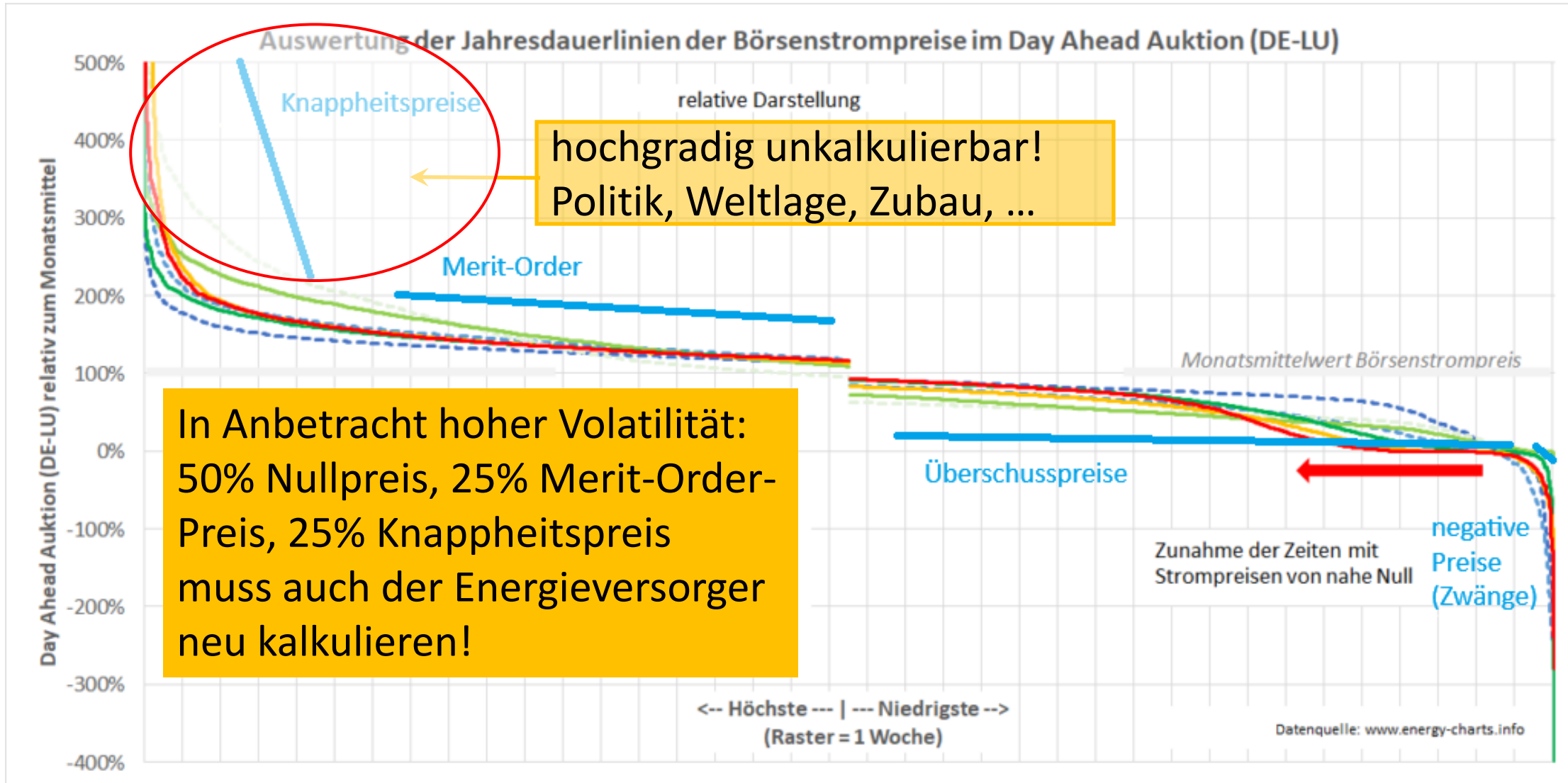
- ✓ Änderung der Heizung ändert

1. Netzausbaubedarf
2. Backup-Kraftwerksbedarf

→ Bauherr\*in hat die Gestaltungsmacht: **Abhängigkeit oder Energie-Autonomie?**



# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten. Wirtschaftlichkeit? Strompreise verändern sich!



# Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.* Dunkelflauten-taugliche Gebäude ... ... gibt es schon!



- FAZIT: Strompreise in Zukunft ...
  - ✓ entweder: hohe **Festpreise** (wg. Risikoprämie der Versorger)
  - ✓ oder: hohe Volatilität bei zeitvariablen Strompreisen & Netzentgelten → erfordert **eigene**: Flexibilität & Speicher & Backup
- eigene Entscheidungsmacht über Kosten, (ungedimmte) Versorgungssicherheit hat Vorteile: **Autonomie!**
- *die Technik ist grundsätzlich bekannt:*
  - *gute Gebäudehülle*
  - *einfache Technik zum Überbrücken von Lücken*
  - *NEU: Digitalisierung (zeitvariable Tarife)*



# Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.*

## Dunkelflauten-taugliche Gebäude ...

- **„Sonnenhaus“**: gute Gebäudehülle + Solarenergie + Speicher + Holzheizung  
→ funktioniert! (auf dem Land, wo es Holz gibt)
- **„Windheizung 2.0“**: gute Gebäudehülle (wie Passivhaus oder Sonnenhaus) + „möglichst günstige Lösung, um die Lücke zu überbrücken“ → „Dunkelflauten-tauglich“

Wie:

- ✓ Gebäudemasse nutzen
- ✓ Hochtemperaturspeicher
- ✓ BHKW
- ✓ zeitvariable Strompreise
- ✓ digitale Steuerung
- **BHKW** (diverse, folgt...)
- **Hochtemperaturspeicher** (folgt)



## Was sich Bauherrn fragen sollten?!

1. Wie kann ich meinen Energieverbrauch in der kalten Dunkelflaute möglichst gering halten?  
→ gute, energiesparende Gebäudehülle.
2. Wie kann ich möglichst **wenig** billige Energie verbrauchen? Also wenig Energie zukaufen?  
→ Energievorrat für 2-3 Wochen anlegen: Langzeitspeicher, Brennstoff für BHKW  
→ **Autarkie** Autonomie! „Ich entscheide, wann ich Energie kaufe.“ & *Resilienz in Krisen*
3. Wie kann ich möglichst nachhaltig den Großteil meines Energiebedarfs decken?  
→ Wärmepumpe (Umweltenergie & wenig Strom)  
→ Überschussstrom verwenden, einfache Technik (Heizstab: wenig Aufwand & Ressourcen)

### Ergebnis & Gewinn:

- ✓ Kalkulierbarkeit der eigenen Energiepreise
- ✓ Eigene Entscheidung über Versorgungssicherheit und Komfort
- ✓ Ziel (im Idealfall): langfristig niedrigste Kosten bei gewünschtem Komfort

Energiewende am Wendepunkt. *Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.*  
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Siehe auch meine Autorenbeiträge im → [DGS-Newsletter](#) (kostenlos)**

❖ Serie: Energiewende am Wendepunkt [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#) ...

❖ [Marktwerte Strom und Solarenergie – Entwicklung der Strompreise](#)

Kontakt: [aho@solardoktor.de](mailto:aho@solardoktor.de)



# Danke für Ihre Teilnahme!

*...unsere nächsten Veranstaltungen:*

***„Mein Klima: München „grüner“ machen“***

**04.05.2026: Artenschutz so wichtig wie Klimaschutz**

**21.05.2026: BaumEntscheid München**

**13.06.2026: Fahrradexkursion nachhaltiges Fürstenried**

**16.06.2026: Bayerns wilde Moore (Multivision)**

**30.06.2026: Klimaanpassung: 4000 Bäume für München**

**09.07.2026: Solarstrom vom und zum Nachbarn**

- Promovierter Physiker (Uni Bayreuth, IPP)
- Weiterbildungen: 1995 Energieberatung (TAE), 1996 Solarthermie, 1997 Photovoltaik (1. Dt. Solarschule)
- Seit 2001 Vorstand Sonnenkraft Freising, seit 2002 Bürgersolarparks
- 2009 – 2012 Green City Energy AG (Solarfonds)
- 2012 – 2013 Solarinitiative München (SIM)
- seit 2014 PV-Planer „Solardoktor.de“ (freiberufl.), Easy Energiedienste SKF GmbH
- Schwerpunkte:
  - Planung und Beratung für Mieterstromprojekte (Genossenschaften, WEG, Bauträger, ...)
  - PV und Dachbegrünung mit neuen Unterkonstruktionskonzepten
  - Sonnenkraft-Kampagne „Photovoltaik ohne Finanzamt“
  - Bürokratiefreier Mieterstrom mittels „Energieverteilereinheiten“
  - Eigenentwicklungen (PV-Brüstungen, PV-Pavillon, Diamond-Roof V2)



# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten. Energie be-greifen!



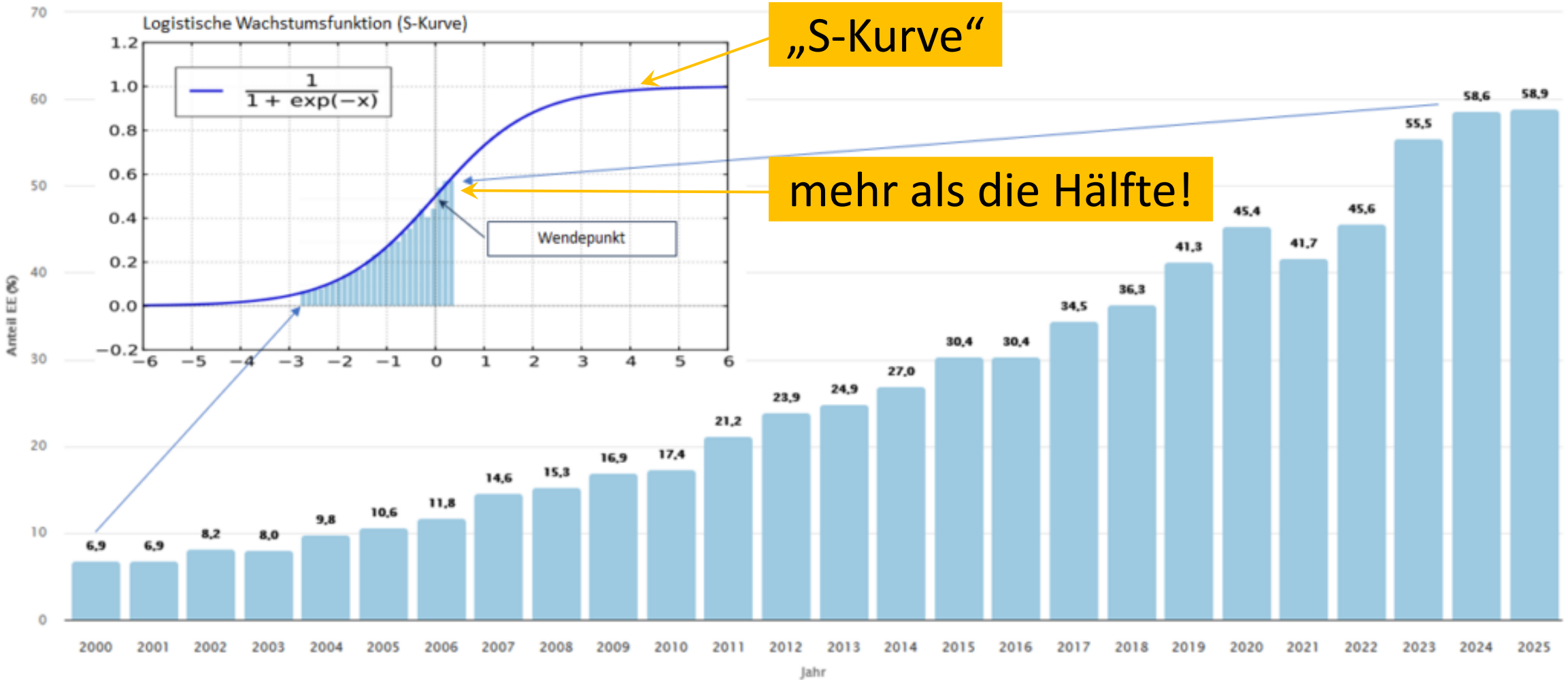
Erzeuger (in 1 h)	Leistung = Arbeit pro Zeit	Menge	Energie (=„Arbeit“)	Verbraucher (in 1 h)
Kurbelradio	W „Watt“	1	Wh „Wattstunde“	LED-Lampe Standby-Verbrauch
2 PV-Module	kW „Kilowatt“	1.000	kWh „Kilowattstunde“	Fön
Windrad (Fröttmaning)	MW „Megawatt“	1.000.000	MWh „Megawattstunde“	Straßenbahn U-Bahn
Kraftwerk (Atom, Braunkohle)	GW „Gigawatt“	1.000.000.000	GWh „Gigawattstunde“	Stadt München größtes KI- Rechenzentrum
Alle Erzeuger der EU	TW „Terawatt“	1.000.000.000.000	TWh „Terawattstunde“	D: 1 TWh pro Tag

# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Wendepunkt im Stromsektor – auf dem Weg zu 100% EE.

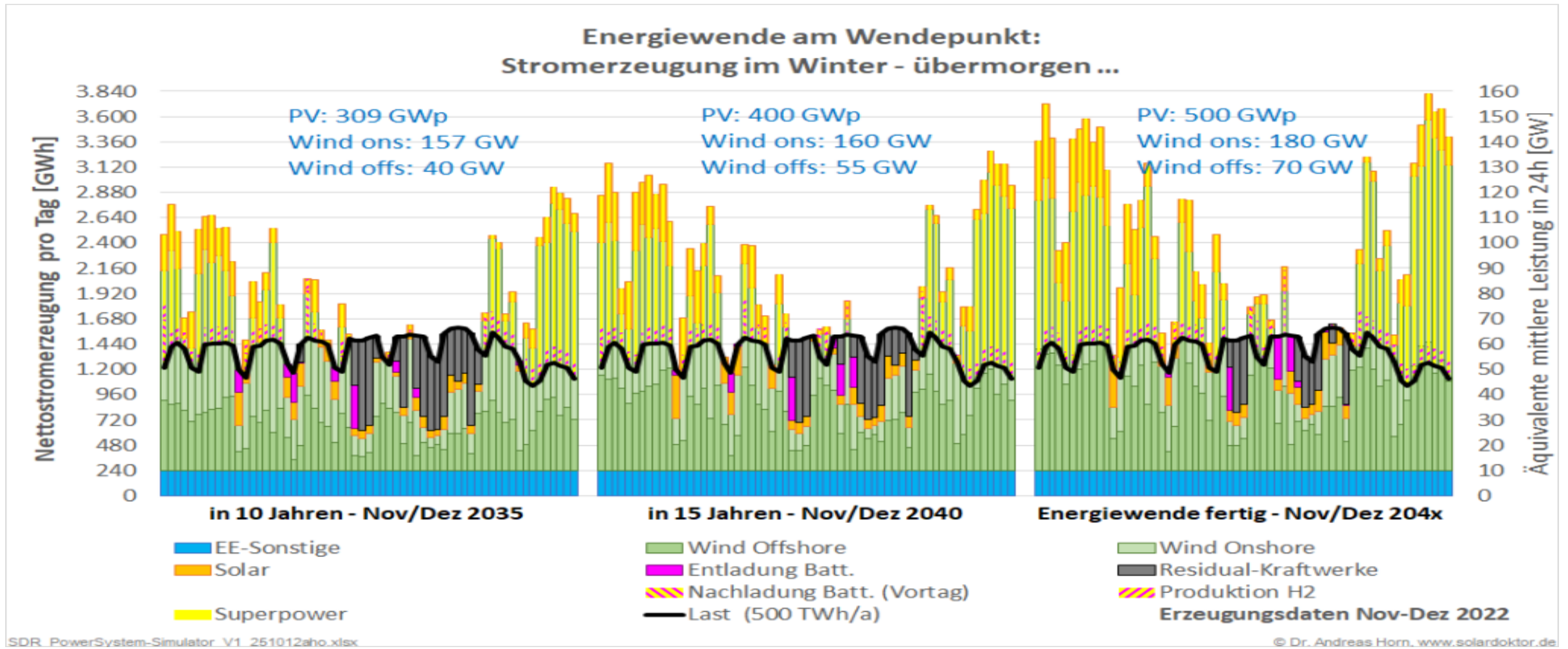
Jährlicher Anteil Erneuerbarer Energien an der gesamten Nettostromerzeugung und Last in Deutschland

Energetisch korrigierte Werte - bis 05.09.2025, 13:00 MESZ



# Energiewende am Wendepunkt. Resiliente Gebäude für Dunkelflauten.

## Selbst wenn der Zubau weiter stark fortschreitet ...



**Dunkelflauten bleiben! ➔ „gesicherte Leistung“ für bis zu 19 Tagen wird zwingend erforderlich**