



# Energiewende

## Was können Wind & Sonne beitragen?

V.i.S.d.P. Initiative Energiewende  
Albstadt

Referent  
Dipl. Ing. Jürgen Schöttle

# Programm

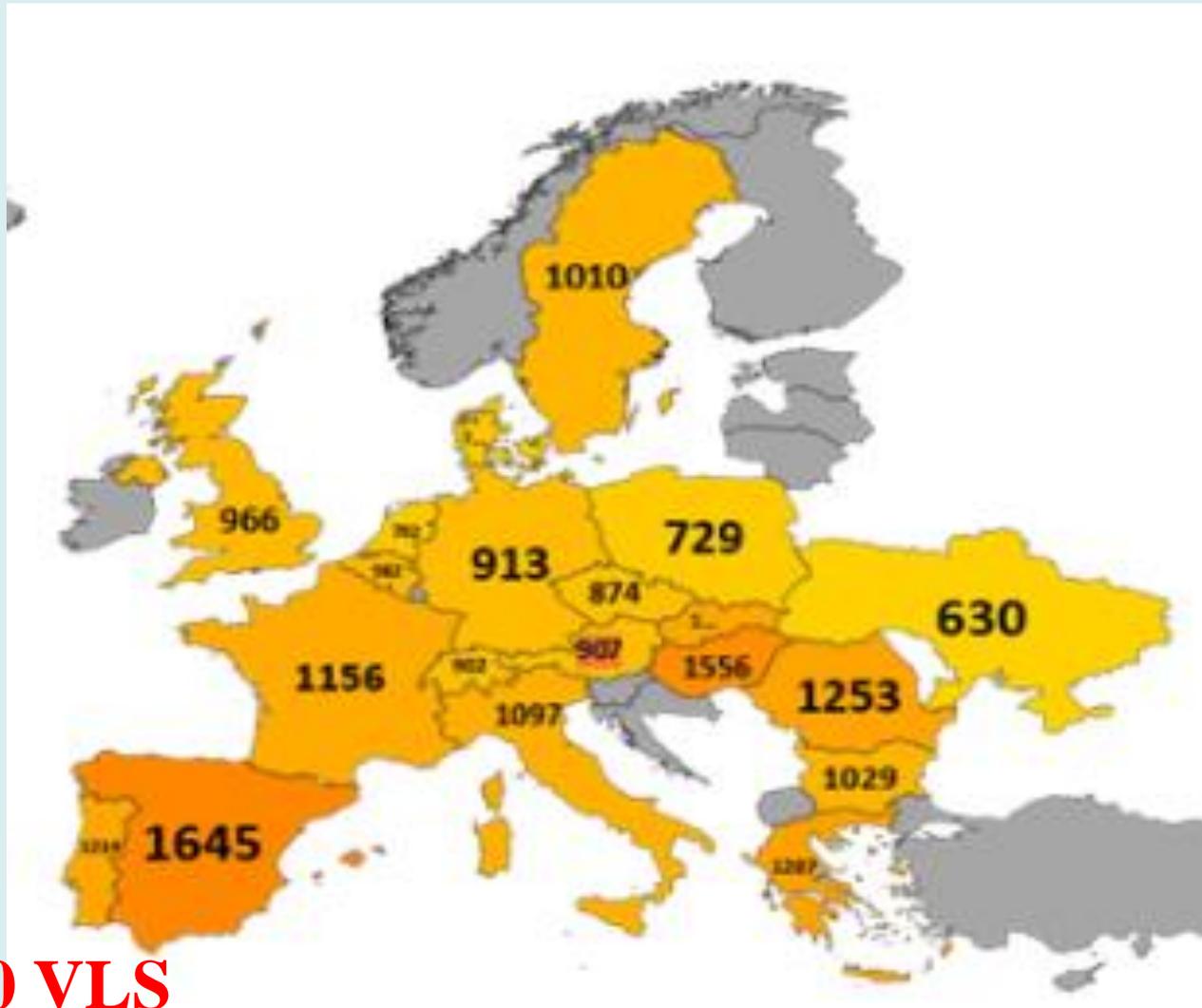
- Grundsätzliches
- Bericht Bundesrechnungshof
- EE - Mythen
- Aktuelle Energiesituation
- Kosten von Energieerzeugungsanlagen
- Kosten für den Ersatz der 3 stillgelegten KKW
- Kernenergie - Mythen
- Maßnahmen

## **Diskussion**

falls Bedarf

Neue Technologien Gen 3+, Gen 4, Fusion

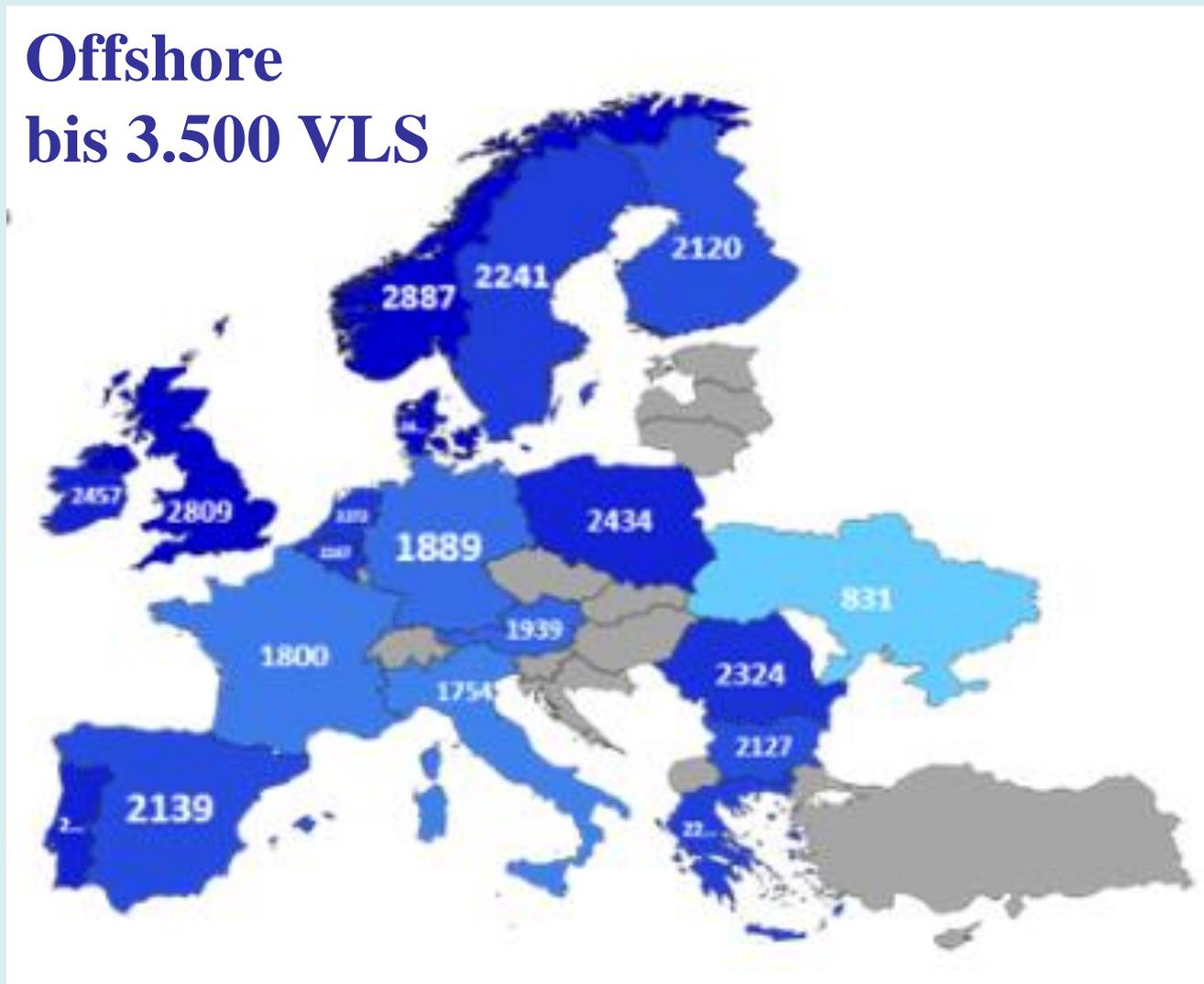
# Solar – Volllaststunden (VLS)



**Sahara  
bis 3.000 VLS**

# Wind – Volllaststunden (VLS)

**Offshore  
bis 3.500 VLS**



# Einheiten Leistung /Arbeit

Leistung	
<b>1 kW</b>	1.000 W
<b>1 MW</b>	<b>1.000 kW</b>
<b>1 GW</b>	<b>1.000.000 kW</b>

Arbeit	
<b>1 kWh</b>	1.000 Wh
<b>1 MWh</b>	<b>1.000 kWh</b>
<b>1 GWh</b>	<b>1.000.000 kWh</b>
<b>1 TWh</b>	<b>1.000.000.000 kWh</b>

# Unterschied Leistung kW und Arbeit kWh



# Grundlagen zur Energieerzeugung

$$\text{Leistung} \times \text{Nutzungszeit/a} = \text{Arbeit/a}$$



	kW	Stunden/a	kWh
Solar	1 kW	800 h	<b>800 kWh</b>



Wind	1 kW	1.700 h	<b>1.700 kWh</b>
------	------	---------	------------------



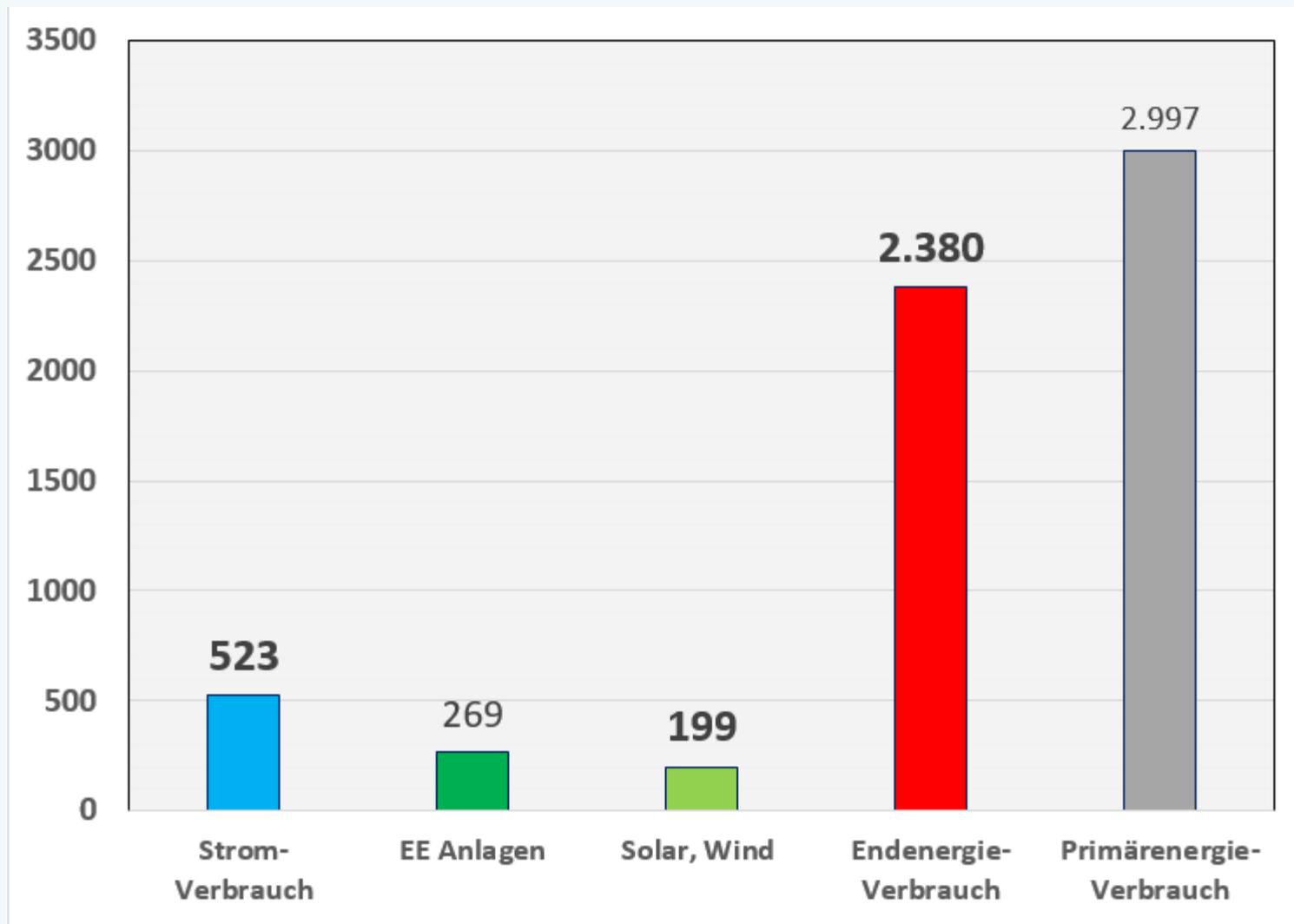
Wasser	1 kW	6.000 h	<b>6.000 kWh</b>
--------	------	---------	------------------



Thermische Kraftwerke	1 kW	8.000 h	<b>8.000 kWh</b>
-----------------------	------	---------	------------------

# Energieerzeugung Deutschland (Brutto 2023)

TWh





## Energiewende nicht auf Kurs

**Deutschland verfolgt sehr ambitionierte Ziele für die Energiewende. Diese ist jedoch nicht auf Kurs, sie hinkt ihren Zielen hinterher.**

**Die Bundesregierung muss umgehend reagieren, um eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Stromversorgung zu gewährleisten.**

## Worum geht es?

**Die Energiewende im Bereich Strom ist von herausragender Bedeutung für den Klimaschutz. Jedoch hinkt die Bundesregierung ihren Zielen beim Ausbau erneuerbarer Energien sowie hinreichend gesicherter, steuerbarer Kraftwerksleistung hinterher.**

**Die Versorgungssicherheit ist gefährdet, der Strom ist teuer und Auswirkungen der Energiewende auf Landschaft, Natur und Umwelt kann die Bundesregierung nicht umfassend bewerten.**

**Dies birgt erhebliche Risiken für den Wirtschaftsstandort Deutschland sowie die Akzeptanz der Energiewende in der Bevölkerung.**

## Fazit und Empfehlungen

**Es bestehen erhebliche Risiken für die Versorgungssicherheit mit Strom.**

**Parallel zu den Verzögerungen beim Netzausbau droht zum Ende dieses Jahrzehnts eine erhebliche Kapazitätslücke erneuerbarer sowie emissionsarmer gesicherter, steuerbarer Kraftwerksleistung.**

**Zur Vermeidung von Versorgungsengpässen müssten dann Kohlekraftwerke weiter betrieben werden. Der angestrebte vorgezogene Kohleausstieg bis zum Jahr 2030 erscheint damit fraglich. Dies wird auch durch aktuelle Entscheidungen der BNetzA unterstrichen, die Abschaltung von Kohlekraftwerken vor April 2031 zu untersagen**

## **Gesamtbewertung und Ausblick**

**Die Energiewende im Bereich Stromversorgung ist – auch angesichts der angestrebten Elektrifizierung von Industrieprozessen, des Verkehrs sowie der Wärmeerzeugung – von herausragender Bedeutung, um die nationalen und europäischen Klimaschutzziele zu erreichen.**

**Die Stromversorgung muss sicher, bezahlbar und umweltverträglich sein**

# EE – Mythen

- **Wind und Sonne schicken keine Rechnung**
- **Windanlagen können Haushalte versorgen**
- **Weiteren Ausbau der EE Anlagen reduziert die Stromerzeugungskosten**
- **Senkung der Strompreise durch Umverteilung**
- **Kostenvergleich von Volatilen- mit Grundlast-Strom**

# Balkonkraftwerk 800 Watt peak



PIANETA Balkonkraftwerk 850W Bifazial / 800W auf 600W drosselbar 2 x 425w Ja Solar Module, Wechselrichter Hoymiles HM-800 und einer Hoymiles Wlite DTU mit Wifi funktion plus 5 m Schukokabel

Marke: Pianeta  
4,2 ⭐⭐⭐⭐☆ | 149 Sternebewertungen | 36 beantwortete Fragen  
200+ Mal im letzten Monat gekauft

-7 % 499<sup>95</sup> €  
Statt: 539,95 €

Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. Weitere Informationen.

Möchtest du dein Elektro- oder Elektronikgerät kostenlos recyceln?

Oder Finanzierung: 169,99€ x 3 Monatsraten (Maximaler Zinsbetrag: 10,03 €)  
12,05% effekt. Jahreszins mit dem Finanzierungsrahmen von Barclays. Mehr Informationen

Wattage: 850 Watt

€ 499.-

## Solar-Balkon-Anlage Stromerzeugungskosten

Eigennutzung ohne Batterie

### Ausgangsdaten

Leistung	Watt	800
Preis	€	500
Autarkie	%	60%
Vollaststunden	h/a	800
Lebensdauer	Jahre	10
Zins	%	3%
Rückbau / Entsorgung	€	0
Instandhaltung /a	€	0

### Ergebnisse

Spez. Investkosten	Mio / MW	0,63
Spez. Investkosten	Cent / kWh	15
nutzbarer Ertrag	kWh	3.840
Gesamtkosten	€	575

# Balkonkraftwerk 800 Watt peak



PIANETA Balkonkraftwerk 850W Bifazial / 800W auf 600W drosselbar 2 x 425w Ja Solar Module, Wechselrichter Hoymiles HM-800 und einer Hoymiles Wlite DTU mit Wifi funktion plus 5 m Schukokabel

Marke: Pianeta  
4,2 ⭐⭐⭐⭐☆ 149 Sternebewertungen | 36 beantwortete Fragen  
200+ Mal im letzten Monat gekauft

-7% 499<sup>95</sup> €  
Statt: 539,95 €

Preisangaben inkl. USt. Abhängig von der Lieferadresse kann die USt. an der Kasse variieren. Weitere Informationen.

Möchtest du dein Elektro- oder Elektronikgerät kostenlos recyceln?

Oder Finanzierung: 169,99€ x 3 Monatsraten (Maximaler Zinsbetrag: 10,03 €)  
12,05% effekt. Jahreszins mit dem Finanzierungsrahmen von Barclays. Mehr Informationen

Wattage: 850 Watt

€ 499.-

## Solar-Balkon-Anlage Stromerzeugungskosten

Eigennutzung ohne Batterie

### Ausgangsdaten

Leistung	Watt	800
Preis	€	500
Autarkie	%	60%
Vollaststunden	h/a	800
Lebensdauer	Jahre	10
Zins	%	3%
Rückbau / Entsorgung	€	0
Instandhaltung /a	€	0

### Ergebnisse

Spez. Investkosten	Mio / MW	0,63
Spez. Investkosten	Cent / kWh	15
nutzbarer Ertrag	kWh	3.840
Gesamtkosten	€	575
<b>Stromerzeugungskosten</b>	<b>Cent/ kWh</b>	<b>15</b>

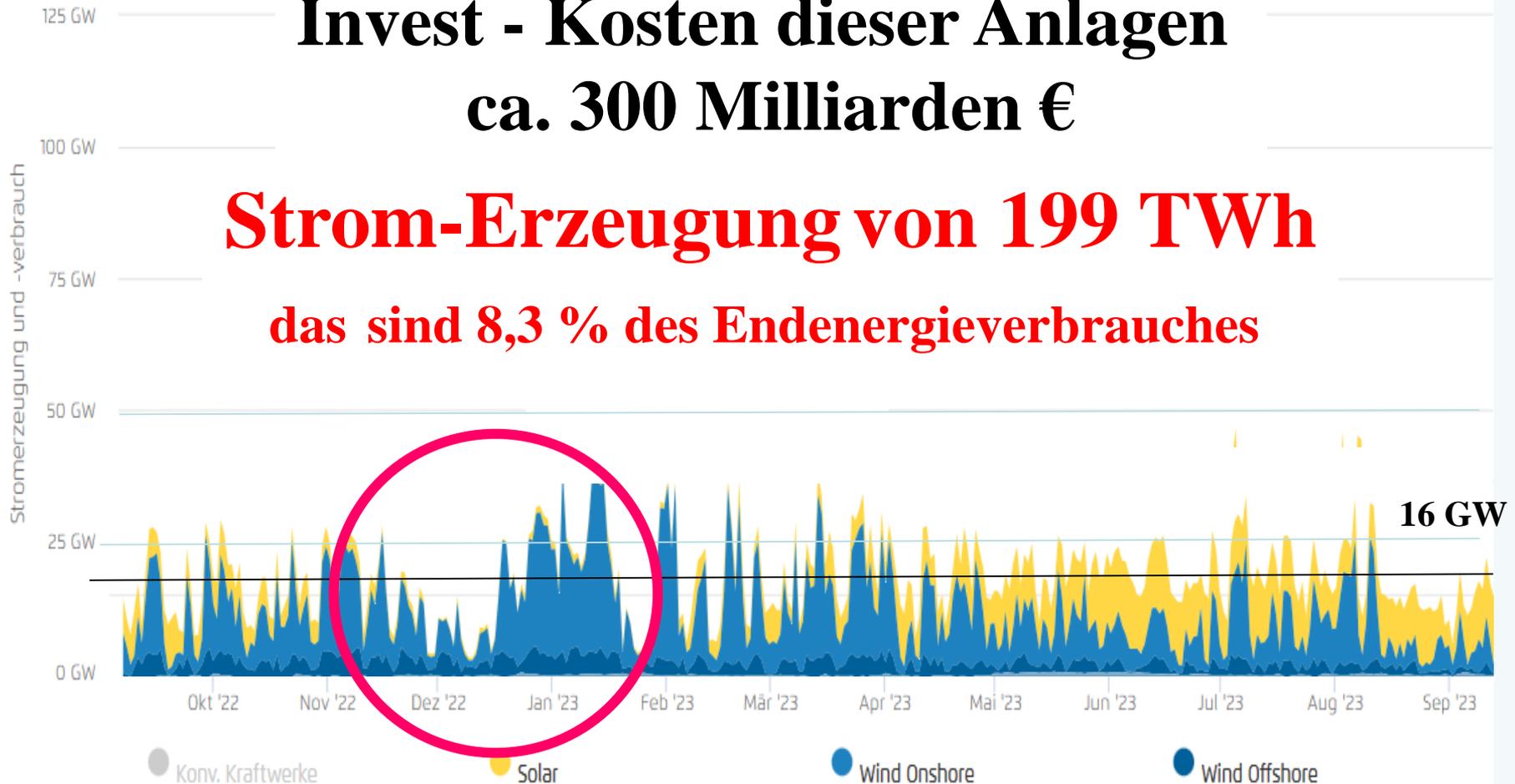
# Solar- und Windkraftanlagen sind volatil



**140 GW** Installierte Leistung Solar und Windkraftanlagen (60 GW + 80 GW)

**Invest - Kosten dieser Anlagen  
ca. 300 Milliarden €**

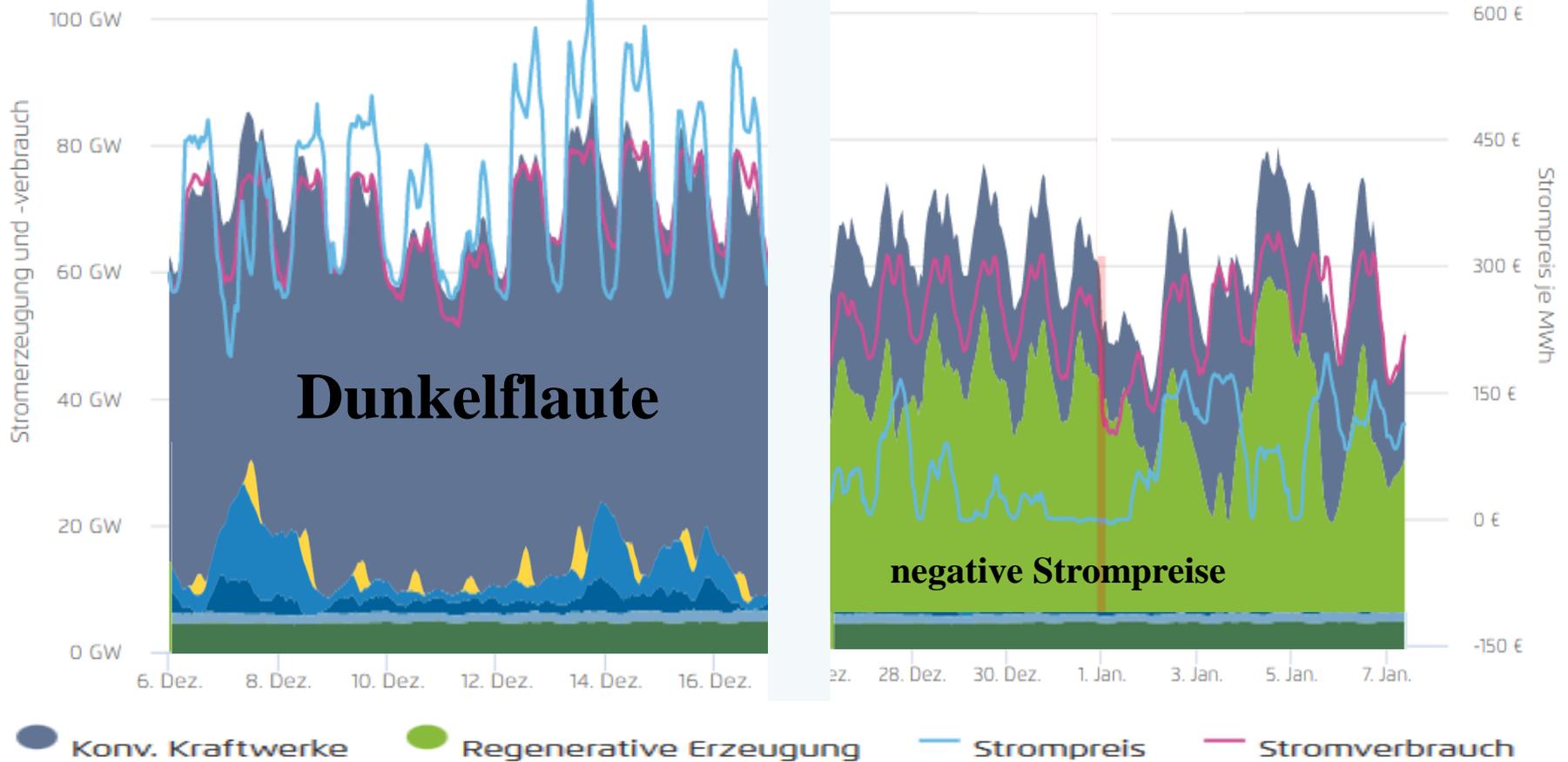
**Strom-Erzeugung von 199 TWh**  
**das sind 8,3 % des Endenergieverbrauches**



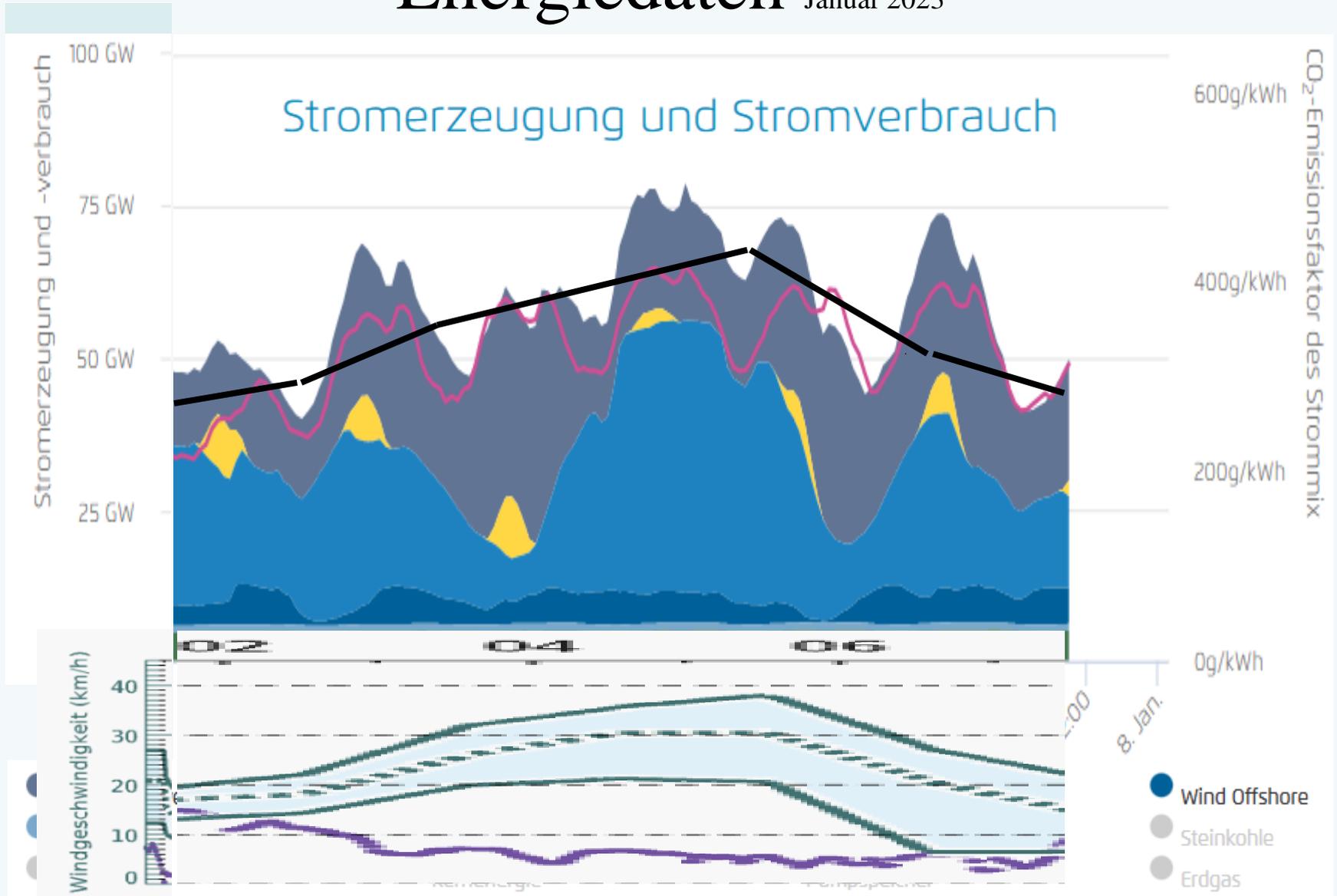
# Energiedaten Dez. 2022 / Januar 2023

## Strompreis, Stromerzeugung und Stromverbrauch

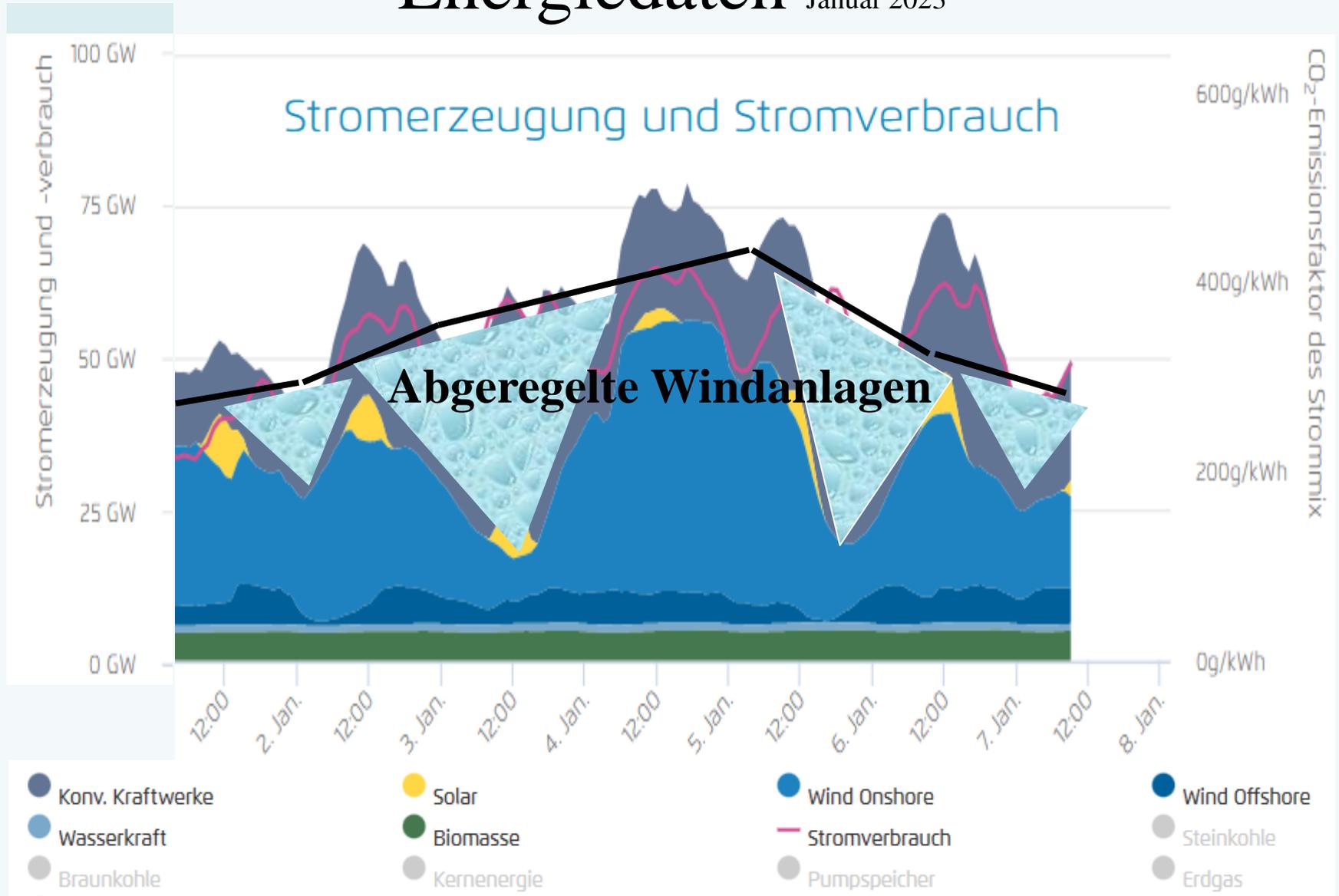
650 € / MWh



# Energiedaten Januar 2023

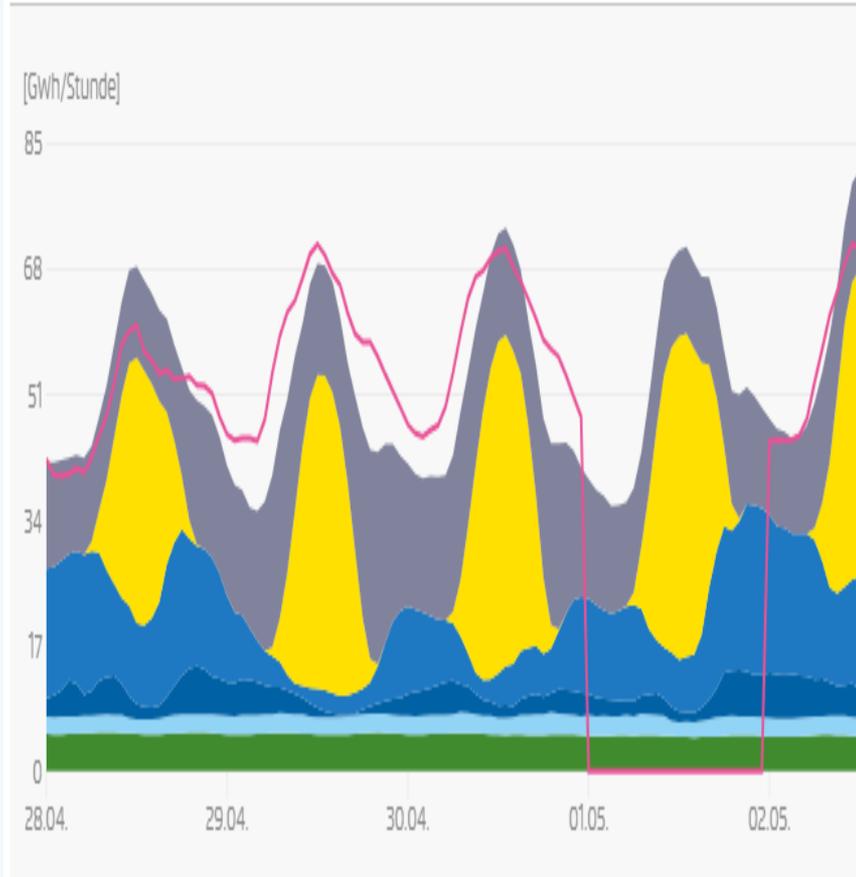


# Energiedaten Januar 2023

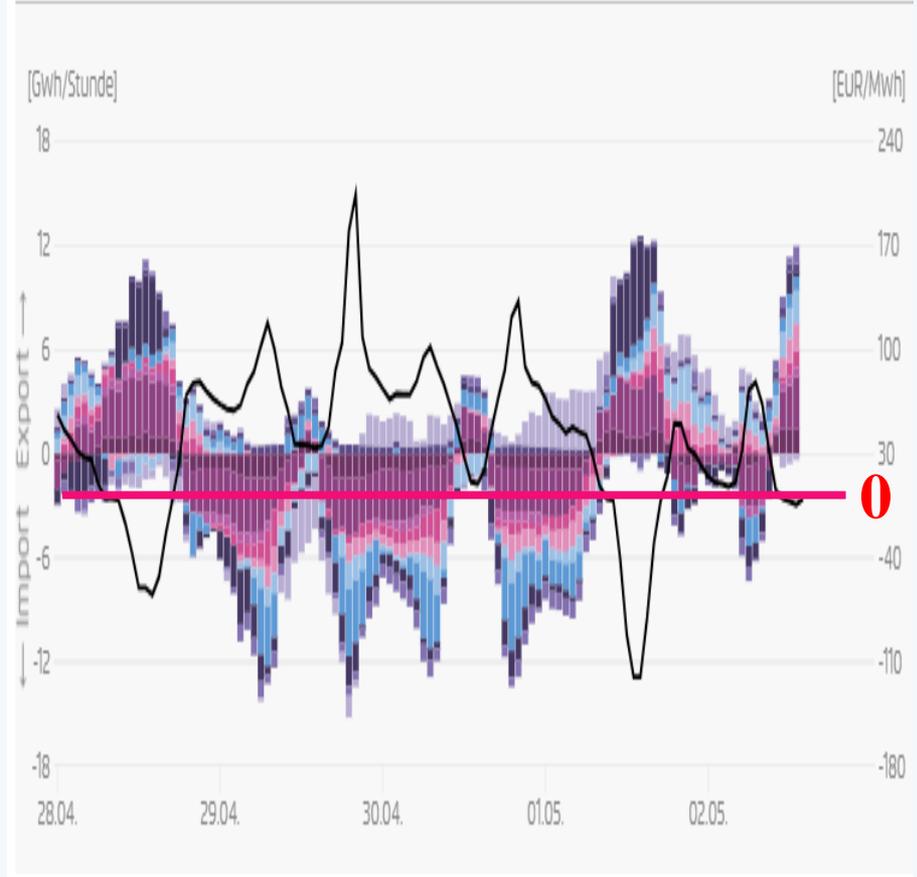


# Energiedaten 27. – 02.05.2024

## Stromerzeugung und -verbrauch



## Strompreis und Stromexport/-import



# Solar- und Windanlagen

Erzeugung /Nutzung 2023

**Erzeugung**

möglich

**234** TWh

tatsächlich

**199** TWh

**Nutzung**

in D

**157** TWh

# Solar- und Windanlagen

Erzeugung /Nutzung 2023

**Erzeugung**

möglich

**234** TWh

tatsächlich

**42** TWh

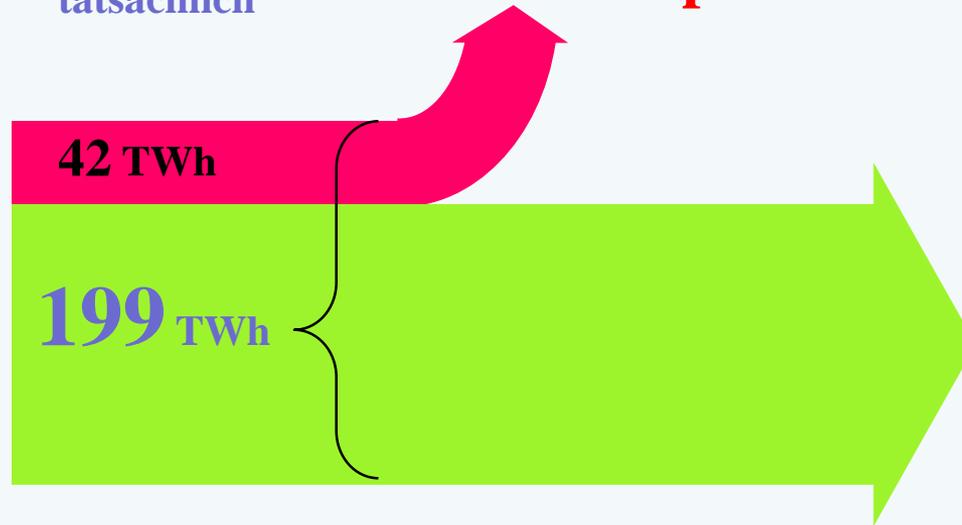
**199** TWh

**Export**

**Nutzung**

in D

**157** TWh



# Solar- und Windanlagen

Erzeugung /Nutzung 2023

**Erzeugung**

**Nutzung**

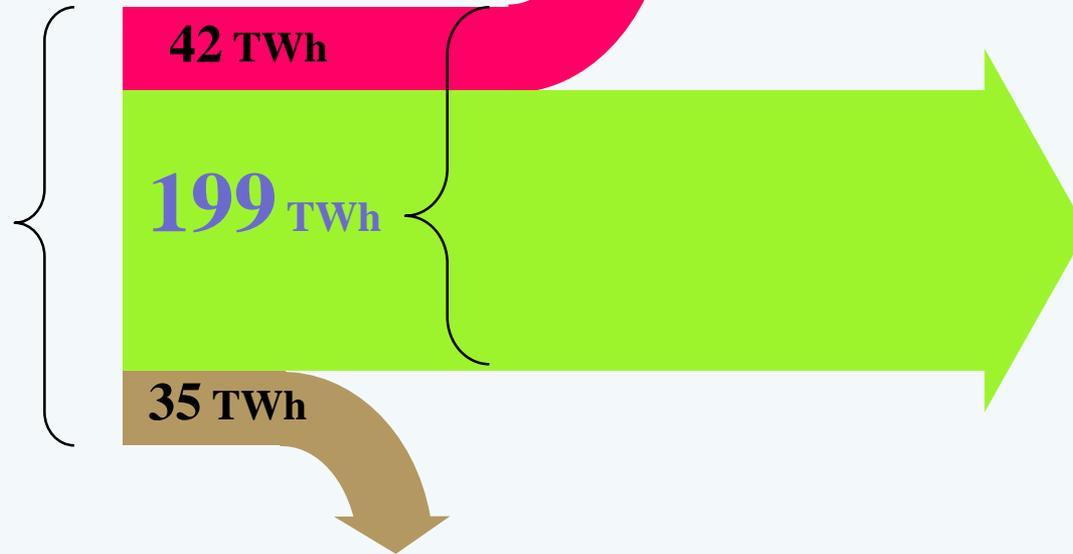
möglich

in D

tatsächlich

**Export**

**234 TWh**



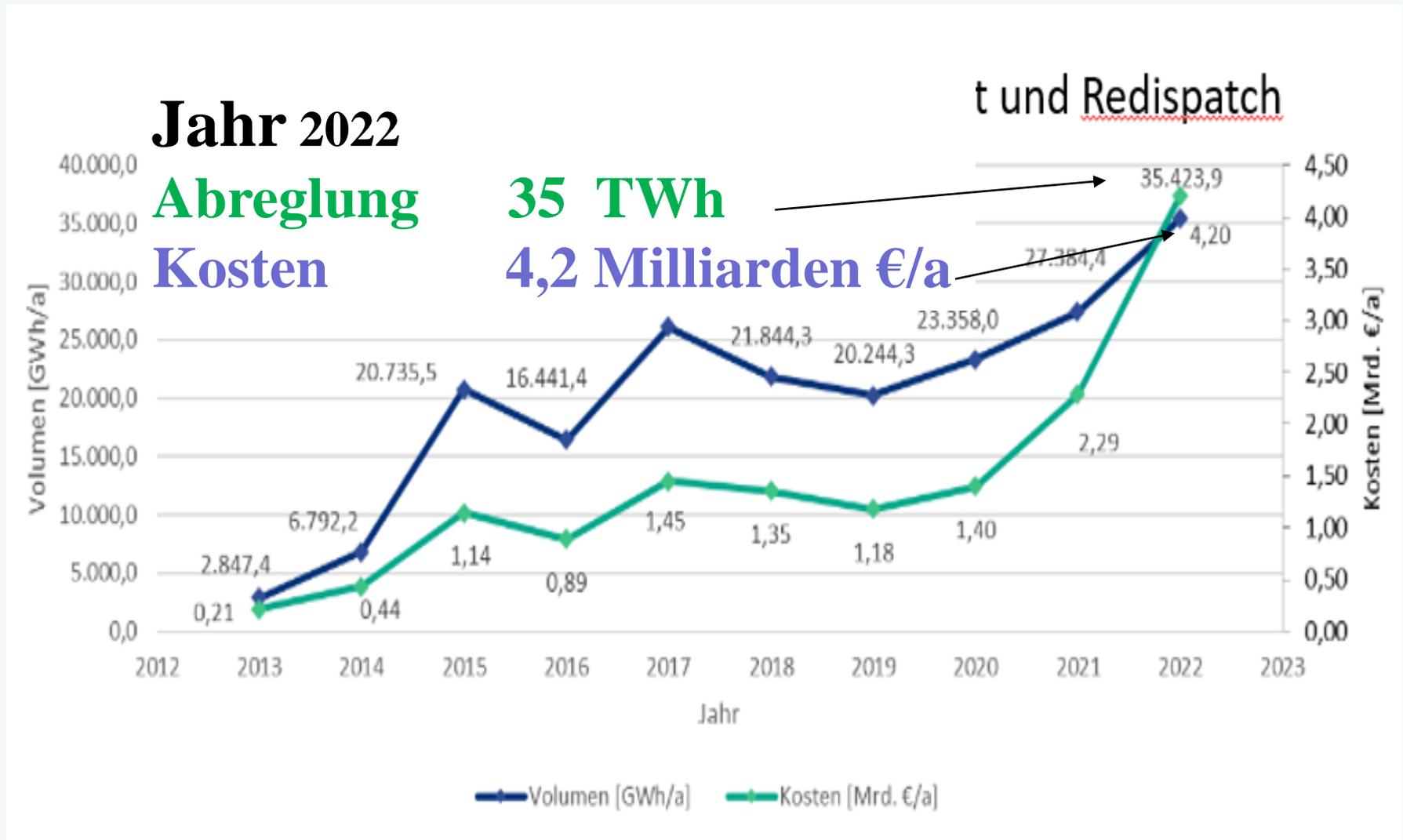
**157 TWh**

**abgeregelt**

**Direkte Nutzung 67 %**

# Redispatch

durch Abregelung von Verbrauchern und Erzeugern, insbesondere von Windkraftanlagen



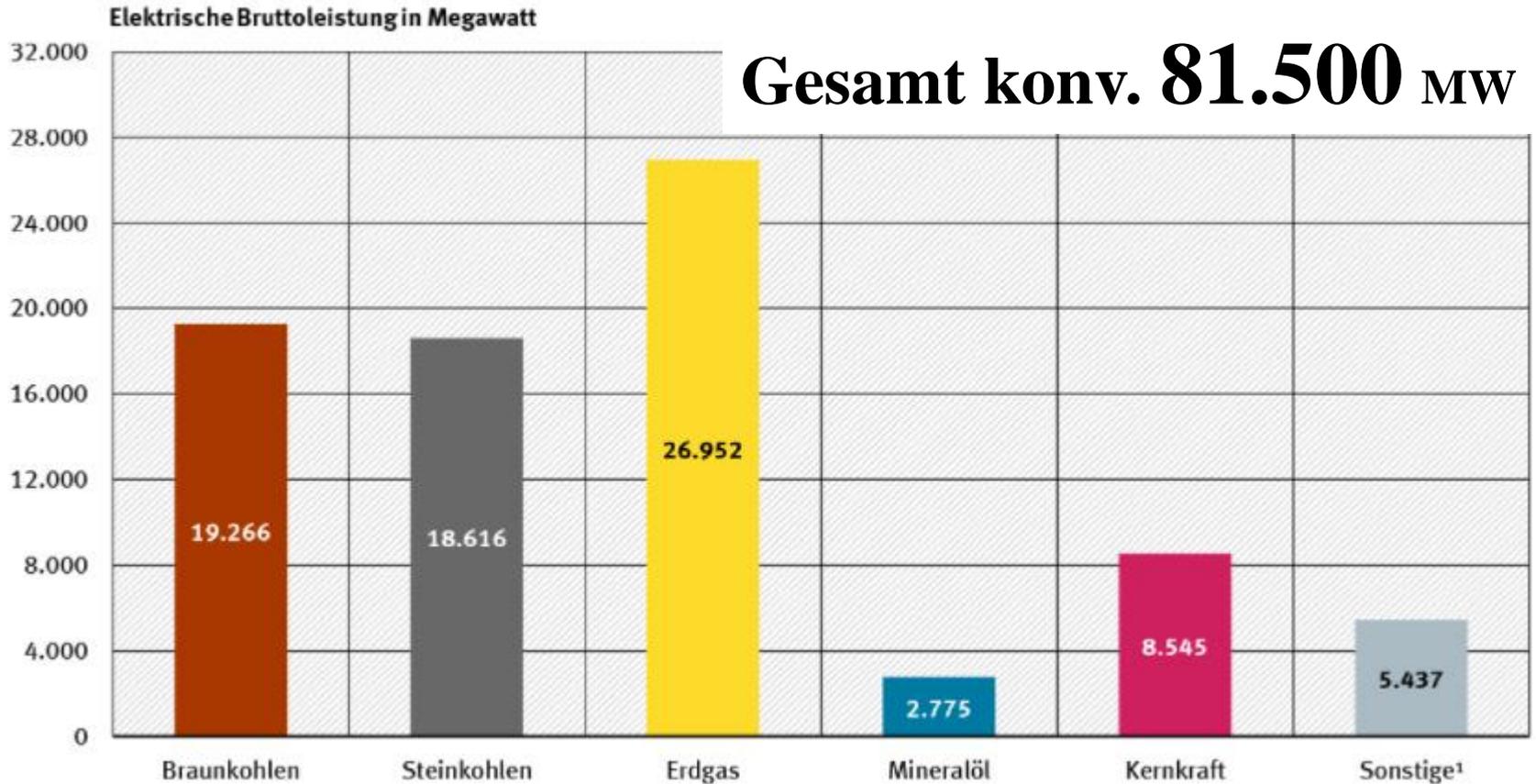
# Strompreisentwicklung ab 2012



# Installierte Leistung

Thermische Kraftwerke 2021 mit Reserve und Sicherheitsbereitschaft

Installierte elektrische Leistung von konventionellen Kraftwerken ab 10 Megawatt nach Energieträgern



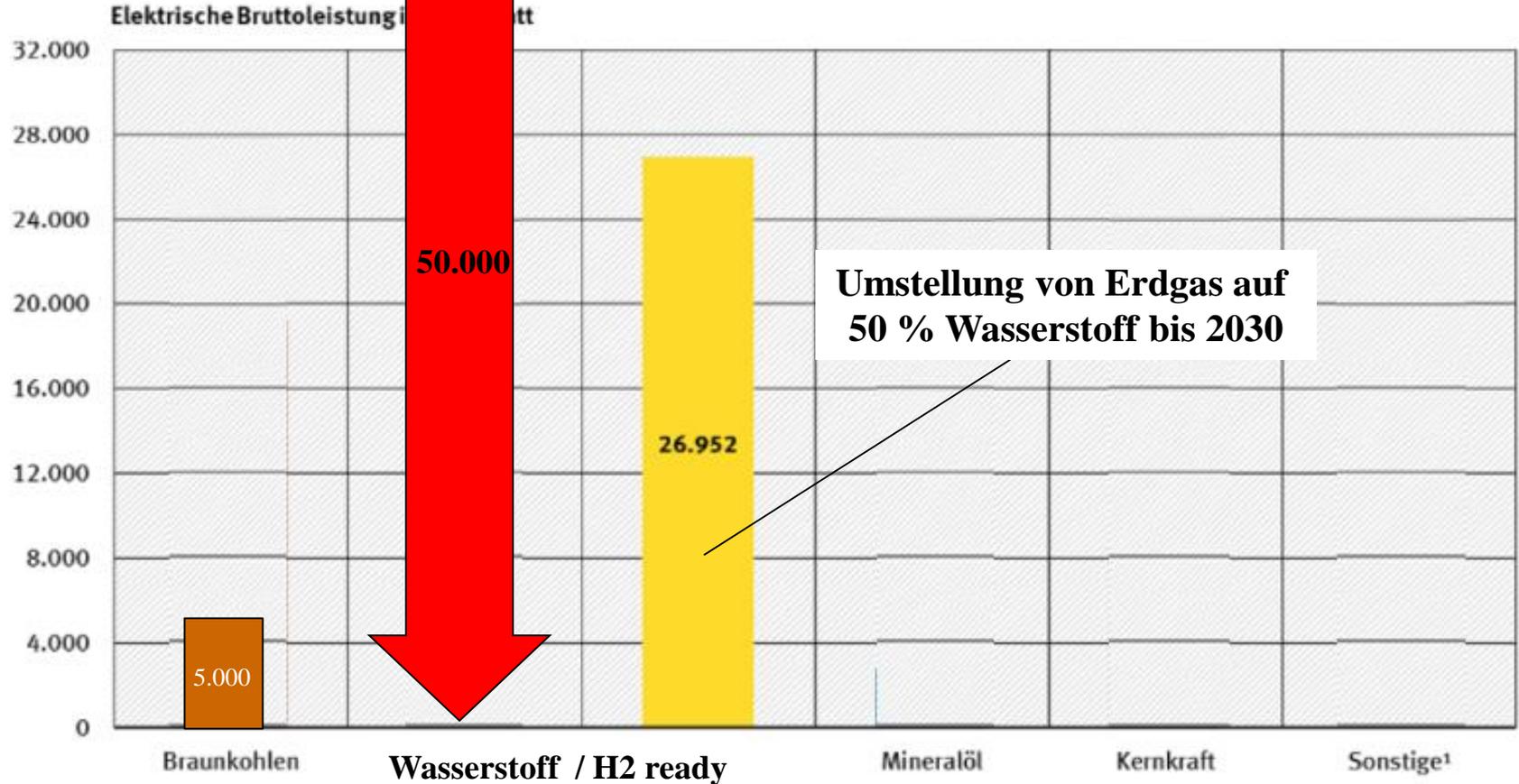
<sup>1</sup> Gichtgas, Grubengas, Konvertergas, Raffineriegas, Synthesegas, Diesel, Haus- und Industrieabfall, Ersatzbrennstoffe

Quelle: Umweltbundesamt, Stand 03/2021

# Installierte Leistung

## Thermische Kraftwerke 2030

Installierte elektrische Leistung in konventionellen Kraftwerken ab 10 Megawatt nach Energieträgern



¹ Gichtgas, Grubengas, Konvertergas, Raffineriegas, Synthesegas, Diesel, Haus- und Industrieabfall, Ersatzbrennstoffe

Quelle: Umweltschadungsamt, Stand 03/2021



# Vergleich Investkosten (Leistung)

**1.5**



**0.5**



**Mio/MW**

**4**



## Vergleich Investkosten (Erzeugung) Cent/KWh

**3,3**

**2,8**

**0,8**

## Vergleich Stromerzeugungskosten Cent/KWh

**10**

**5,3**

**4,2**

# Vergleich Investkosten (Leistung)

1.5



0.5



Mio/MW

4



Vergleich Investkosten (Erzeugung) Cent/KWh

3,3

2,8

0,8

Vergleich Stromerzeugungskosten Cent/KWh

10

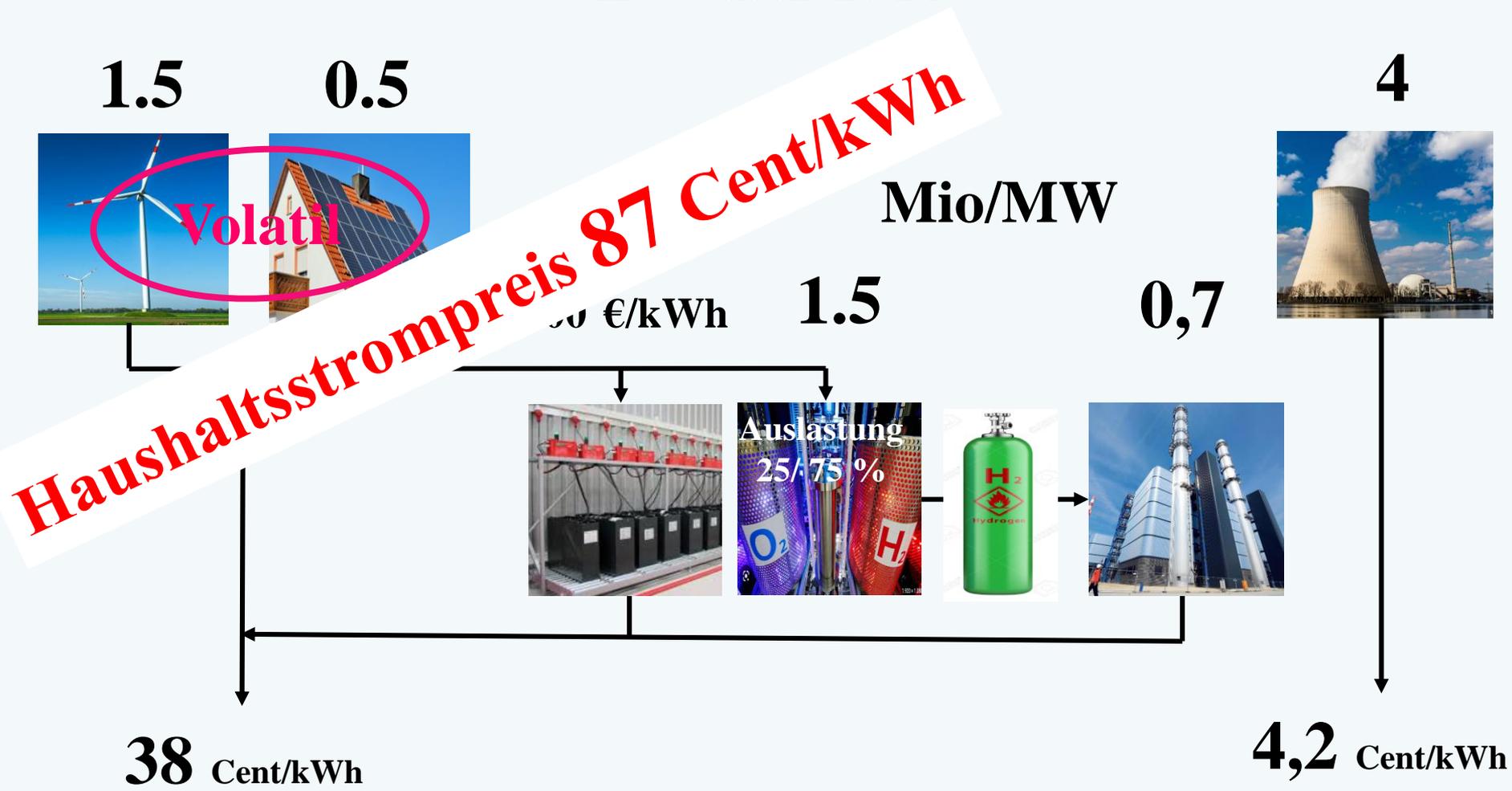
5,3

4,2

**Volatil**

# Stromerzeugungungskosten

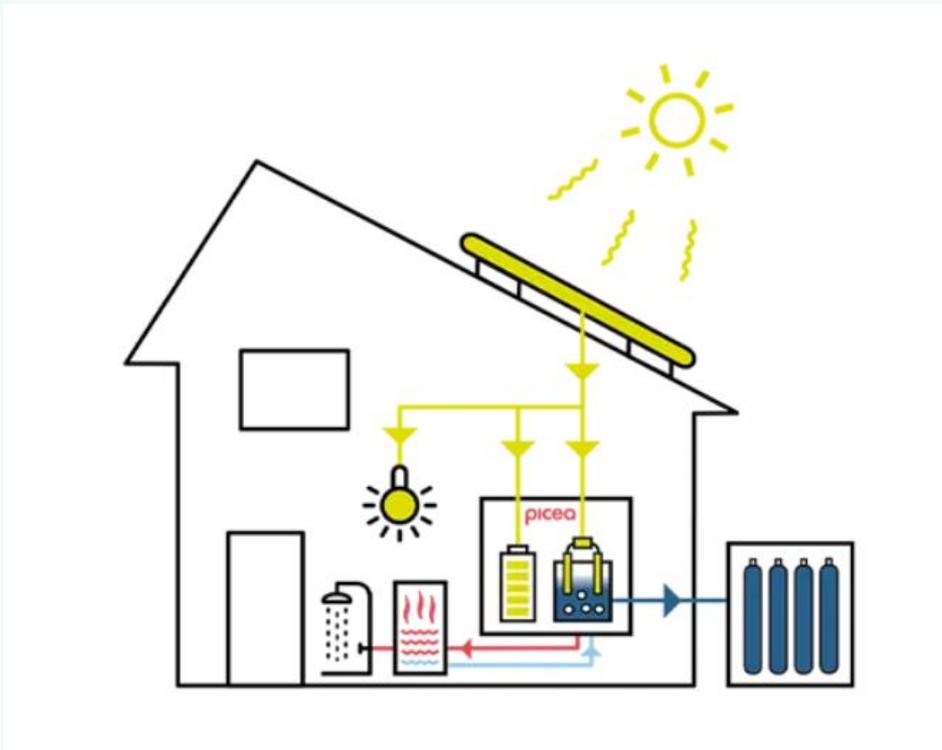
mit Wasserstoffwirtschaft



# Solar-Wasserstoffsystem Firma HPS

[Völlig unabhängig vom Stromnetz: So rüsten Sie Ihr Haus auf Wasserstoff um - EFAHRER.com \(chip.de\)](https://www.eFahrer.com/chip.de)

**Einfamilienhaus mit 4 Personen einem Verbrauch von 3.000 kWh/Jahr, mit Investkosten von 160.000 Euro und einem jährlichen Serviceaufwand von 500 Euro.**



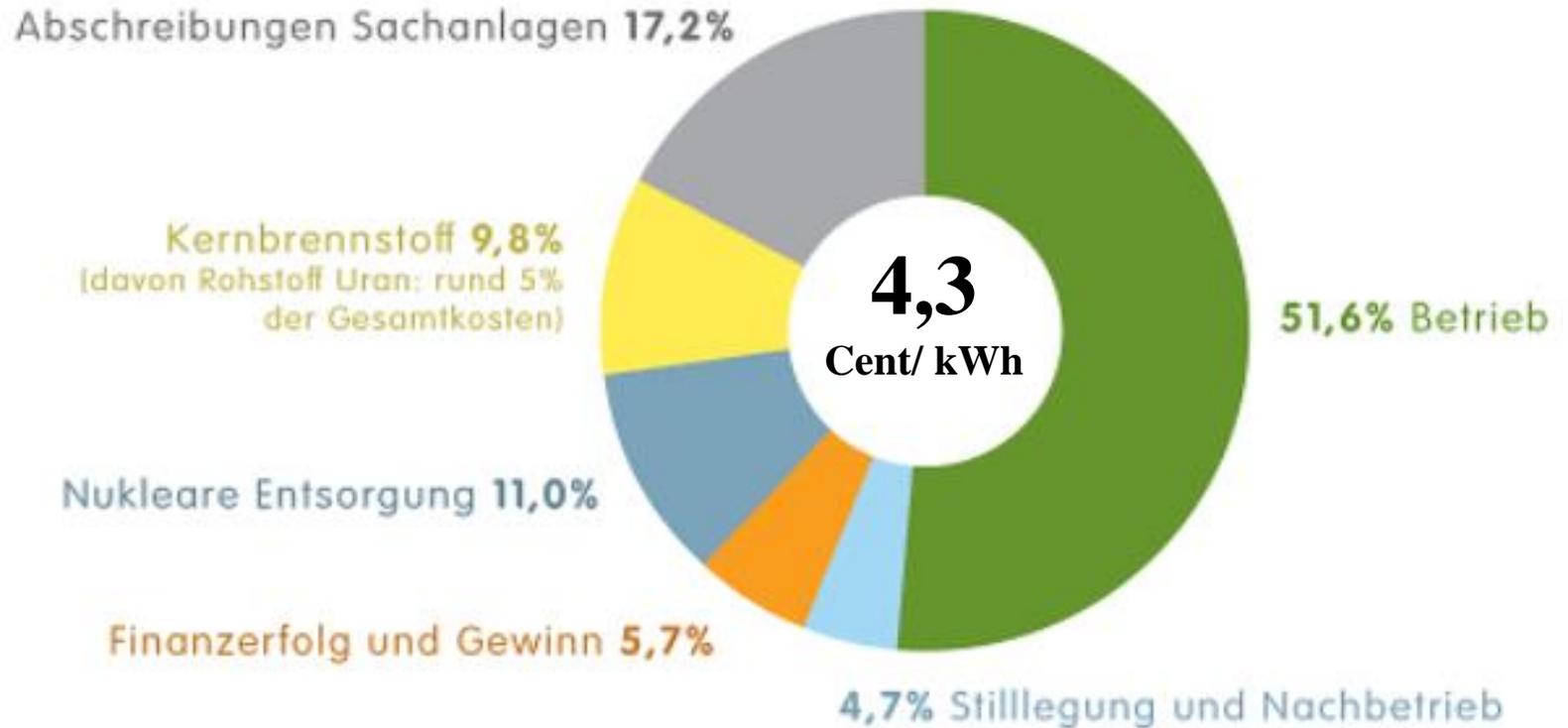
**Bei einer angenommenen Lebensdauer von 30 Jahren, linearen Abschreibung und einem Zinssatz von 3% ergeben sich**

**2,74 Euro / kWh**

[Stromspeicher basierend auf Wasserstoff und Solarenergie \(homepowersolutions.de\)](https://www.homepowersolutions.de)

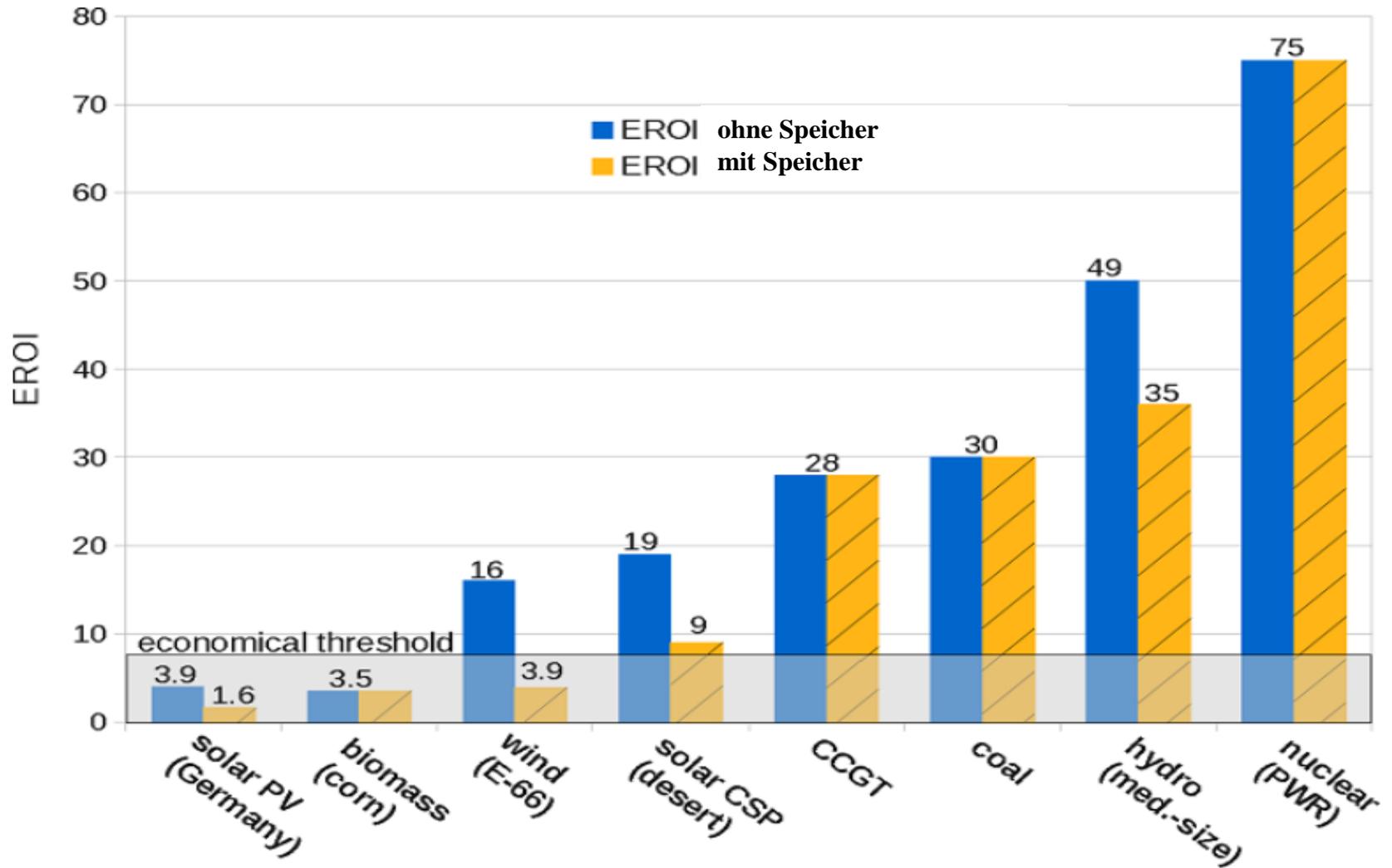
# Kostenstruktur Kernkraftwerke

## Kostenstruktur im Kernkraftwerk Gösgen (normalisiert\*)

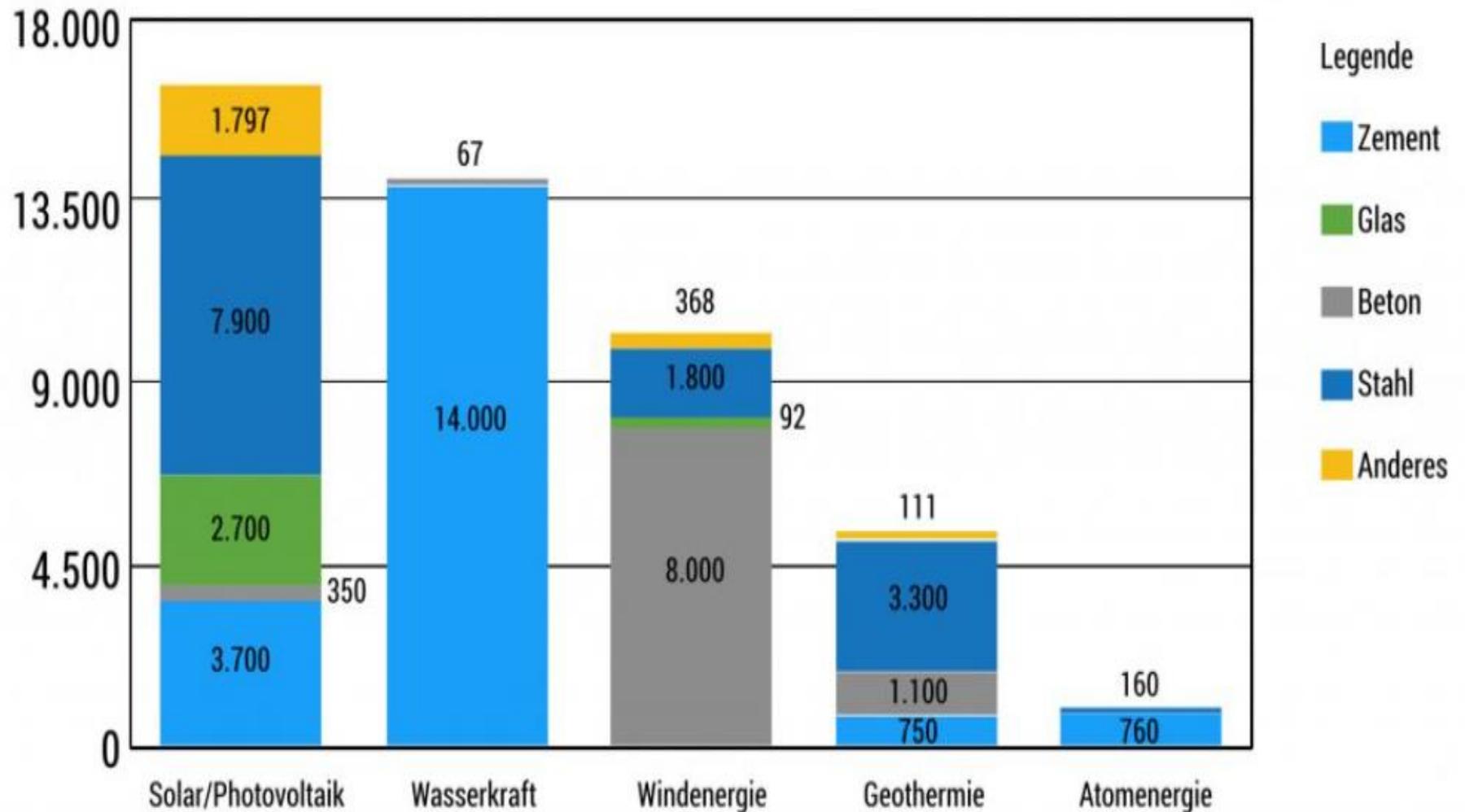


\* Normalisierte Gesamtkosten 2021: 4,31 Rp./kWh. Quelle: KKG AG, Geschäftsbericht 2021

# Erntefaktoren



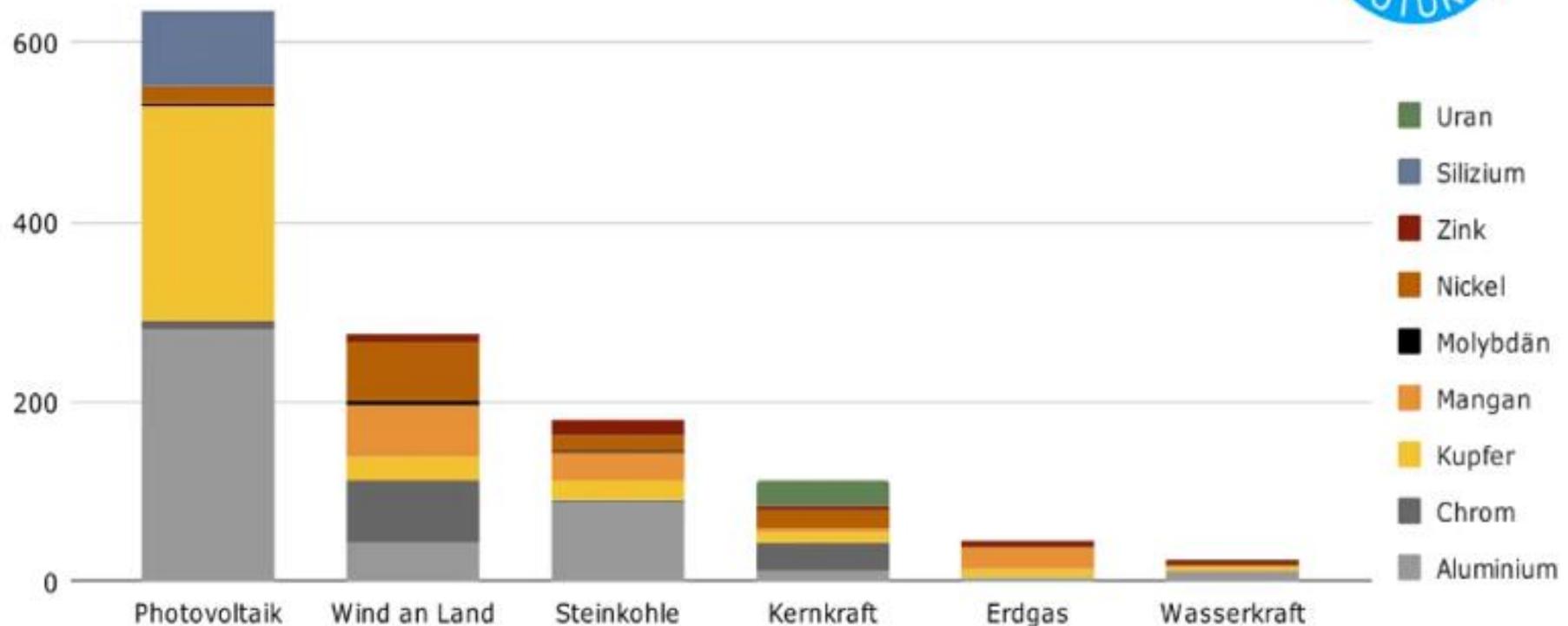
# Materialaufwand Tonnen /TWh



[CO2 und Klimawandel: Sind Atomkraftwerke wieder im Spiel? - e-engine - Alles rund um E-Mobilität](#)

# Metallbedarf von Energiequellen kg/GWh

Metallbedarf von Energiequellen  
in kg pro GWh<sub>el</sub> über den Lebenszyklus in Europa



<https://www.tech-for-future.de/umwelt-energie/>

# Invest.-Kosten, Ersatz von 3 Kernkraftwerken

**Grundlastfähig**

**17 Mrd €**

**CO<sub>2</sub> frei**



**3 x 1.400 MW**



**Windanlagen**

**Onsh. 5.284 á 4 MW**

**Offsh. 346**



**96**

**Solaranlagen**

**Dach 1.4 Mio**

**Freifl. 1.400**

**Mrd €**



**H<sub>2</sub> Erzeugungs-**

**Anlagen**

**574 á 17 MW**



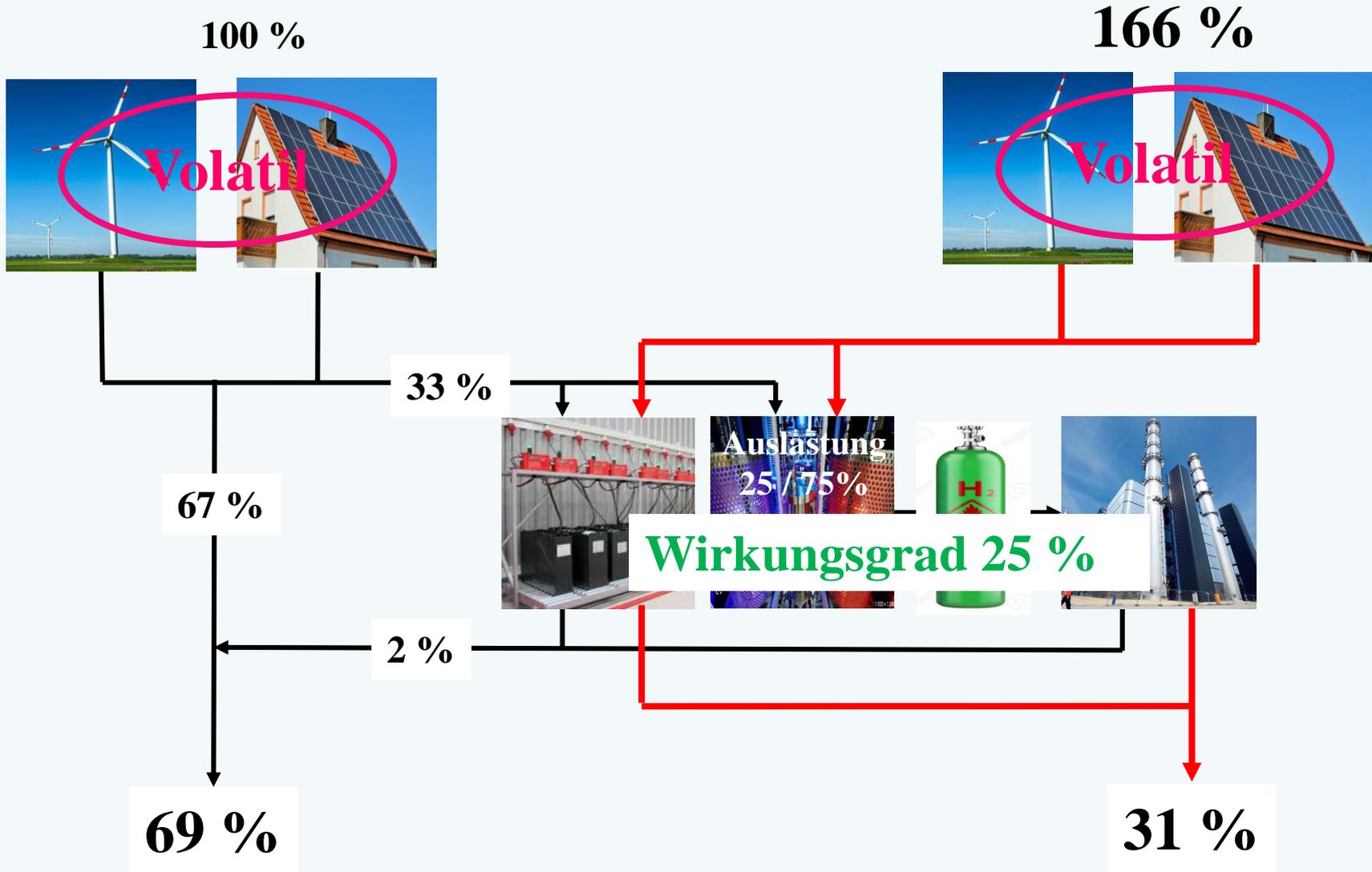
**H<sub>2</sub> Gaskraftwerke**

**14**

**á 300 MW**

# Stromerzeugung – Energiefluss

mit Wasserstoffwirtschaft



# Stromerzeugung – Energiefluss

mit fossilen Kraftwerken

100 %



Volatil

33 %



33 %

- Export
- Abregelung

67 %

33 %

# Stromerzeugung – Energiefluss

mit fossilen Kraftwerken

100 %



Volatil

40 %



CCS

33 %

33 %

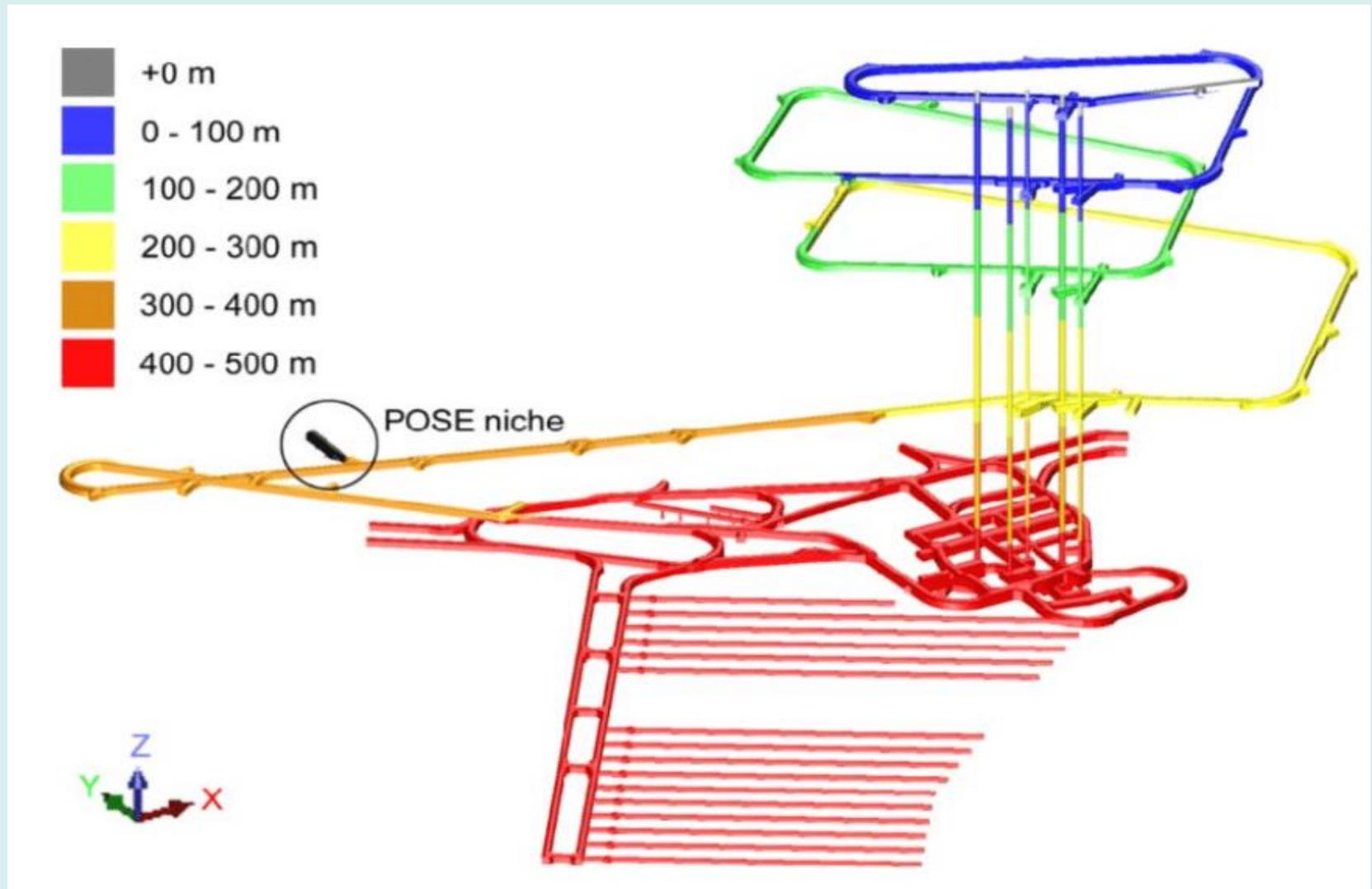
- Export
- Abregelung

67 %

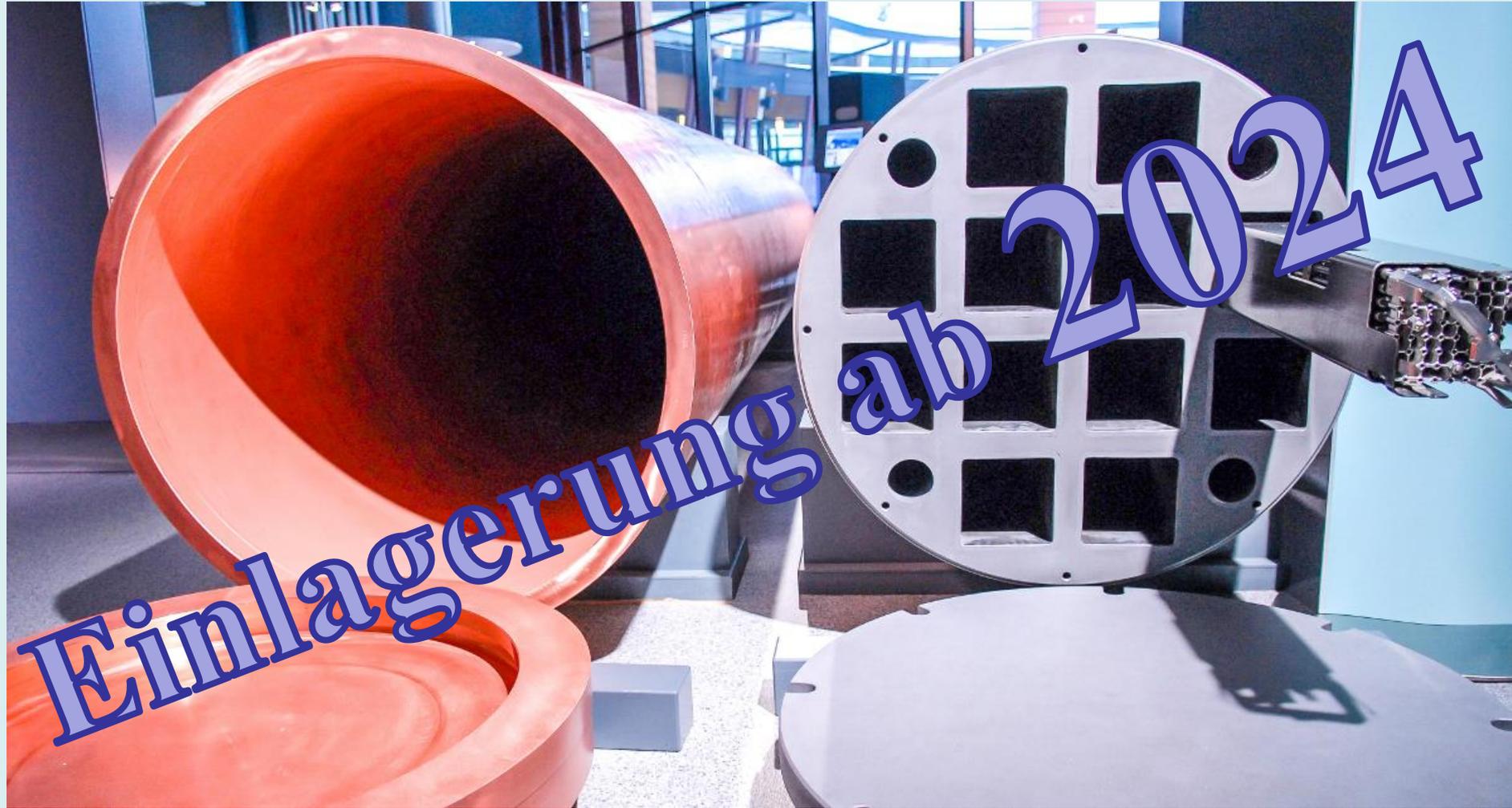
# Kernkraftswerks - Mythen

- **Kein Endlager**
- Geringe Laständerungsgeschwindigkeit
- Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer
- Keine Versicherbarkeit
- Hohe Kosten
- Lange Bauzeiten
- Hohe Risiken

# Endlager ONKALO für hochradioaktive Abfälle Finnland



# Endlagerkonzept Finnland



# Kernkraftswerks - Mythen

- Kein Endlager
- **Geringe Laständerungsgeschwindigkeit**
- Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer
- Keine Versicherbarkeit
- Hohe Kosten
- Lange Bauzeiten
- Hohe Risiken

# Kernkraftswerks - Mythen

- Kein Endlager
- Geringe Laständerungsgeschwindigkeit
- **Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer**
- Keine Versicherbarkeit
- Hohe Kosten
- Lange Bauzeiten
- Hohe Risiken

# Kernkraftswerks - Mythen

- Kein Endlager
- Geringe Laständerungsgeschwindigkeit
- Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer
- **Keine Versicherbarkeit**
- Hohe Kosten
- Lange Bauzeiten
- Hohe Risiken

# Kernkraftswerks - Mythen

- Kein Endlager
- Geringe Laständerungsgeschwindigkeit
- Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer
- Keine Versicherbarkeit
- **Hohe Kosten**
- Lange Bauzeiten
- Hohe Risiken

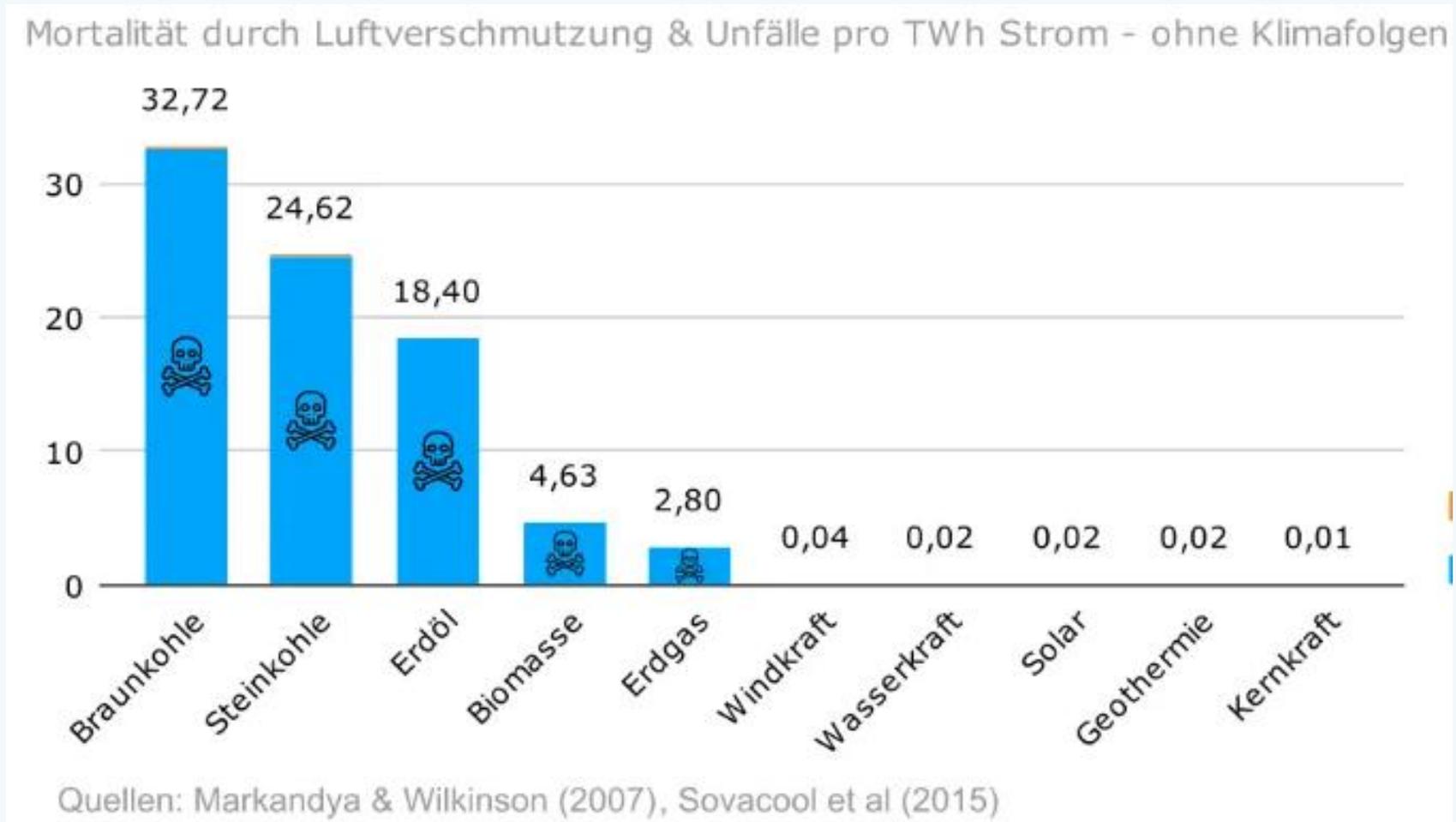
# Kernkraftswerks - Mythen

- Kein Endlager
- Geringe Laständerungsgeschwindigkeit
- Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer
- Keine Versicherbarkeit
- Hohe Kosten
- **Lange Bauzeiten**
- Hohe Risiken

# Kernkraftswerks - Mythen

- Kein Endlager
- Geringe Laständerungsgeschwindigkeit
- Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer
- Keine Versicherbarkeit
- Hohe Kosten
- Lange Bauzeiten
- **Hohe Risiken**

# Sicherste Energiequellen nach Todesopfern



# Kernkraftswerks - Mythen

- Kein Endlager
- Geringe Laständerungsgeschwindigkeit
- Notwendigkeit von Kühlwasser im Sommer
- Keine Versicherbarkeit
- Hohe Kosten
- Lange Bauzeiten
- Hohe Risiken

Märchen

# Maßnahmen

## Kurzfristig

- **Änderung Strom - Marktdesign**
- **Beibehaltung der Kohlekraftwerke**
- **CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Speicherung CCS**
- **Wiederinbetriebnahme der letzten 6 KKW's**
- **Gasförderung mit Fracking in Deutschland**
- **Bau von 50 GW Gasturbinen (170 Anlagen)**

## Langfristig

**Wir müssen uns neuen Technologien zuwenden**

- **Reaktoren der Gen 3 + mit passiven Notkühlsystemen**
- **Reaktoren der Gen 4**
- **Fusionsanlagen**

# Widersprüche der deutschen Energiepolitik

**EE-Mythen**

**Kernkraftwerks - Mythen**

- **Abschaltung der CO<sub>2</sub> freien Kernkraftwerke und Weiterbetrieb der Kohlekraftwerke**
- **Import von fracking LNG Gas, anstatt Nutzung der eigenen Gasquellen**
- **Weiterer hoher Ausbau von EE Anlagen ohne Speicher und Backup Kraftwerke**
- **Bau von Wasserstoff - Gaskraftwerken ohne wirtschaftliche Grundlage**

Prof. Dr. Ing. Reitzle

WELT im August 2023

**Kein anderes Land der Welt verfolgt eine dümmere Klimapolitik als Deutschland, wo man das Weltklima quasi im Alleingang retten will.**

# Zusammenfassung

**Energiekosten, Versorgungssicherheit, Deindustrialisierung und Wohlstandsverlust werden die zukünftigen Herausforderungen sein.**

**Eine Energiewende ohne einen Mix mit neuen Technologien, wie fortgeschrittene Reaktoren und Fusionsanlagen, wird langfristig nicht gelingen.**





**Kämpft für unsere wundervollen  
Kulturlandschaften,  
denn jede Windanlage ist auch ein  
„Sargnagel“  
für den deutschen Wohlstand**

**Homepage**

**[www.energiewende-juergen-schoettle.de](http://www.energiewende-juergen-schoettle.de)**

# Backup - Folien

# Spezifische Investkosten Kernkraftwerke

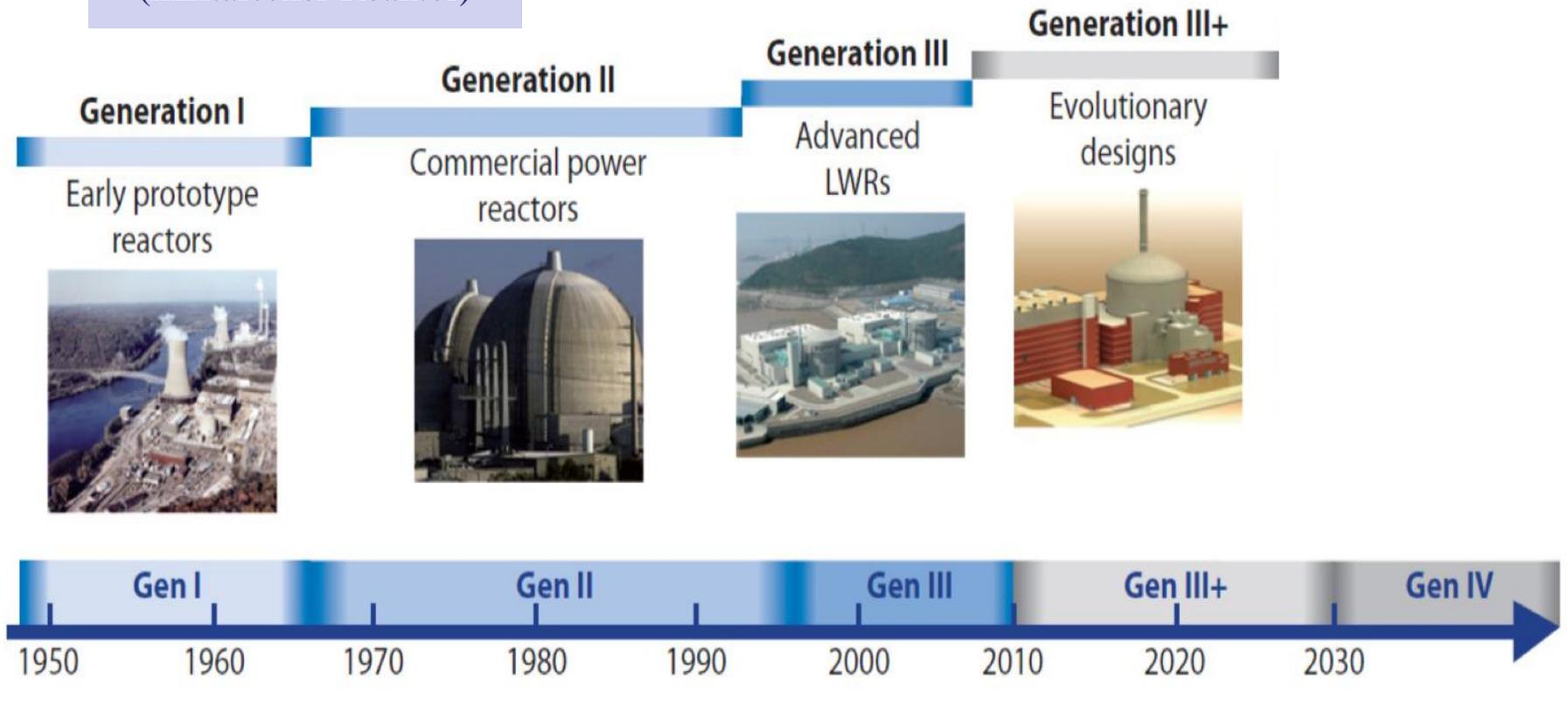
Spezifische Investkosten Kernkraftwerke							
Typ Hersteller	Projekt	Land	Leistung	Bauzeit pro Block	Kunden- preis	Herstell- kosten	spez. Herstellkosten
			MW	Jahre	Mio Euro	Mio Euro	Mio € / MW
<b>Konvoi</b> Siemens	KKW Emsland	D	1400	5	1.750	1.200,0	0,9
	KKW Niedereichbach	D	1400	5	1.750	1.200,0	0,9
	KKW Neckarwestheim	D	1400	5	1.750	1.200,0	0,9
<b>EPR</b> Areva	Taishan 1 / 2	China	3.200	6,5	8.000	8.000	2,5
	Olkilouto	Finnland	1.600	18	3.000	11.000	6,9
	Flammanville	Frankreich	1.600	18	3.400	13.000	8,1
	Hinkley Point 1 / 2	England	3.200	10	21.000	27.000	8,4
<b>EPR 2.0</b> Areva	Bauprojekte 1/ 6	Frankreich	9.600	7	50.000	50.000	5,2
	<b>EPR 2.0 skaliert</b>	<b>Europa</b>	<b>1.600</b>	<b>6</b>	<b>6.400</b>	<b>6.400</b>	<b>4,0</b>
<b>Hualong 2.0</b> CNNC	Bauprojekte	China	1.000	4	2.000	2.000	2,0
<b>AP1000</b> Westinghouse	Vogtle 3 / 4	USA	2.200	13	14.000	31.000	14,1
<b>APR 1400</b> Kepco	Barakah 1 / 4	VAE	5.600	8	24.000	32.000	5,7
<b>WWER 1200</b> Rossatom	Akkuyu 1 / 4	Türkei	4.800	7	18.000	20.000	4,2
<b>WWER 1200</b> Rossatom	El-Dabaa NPP 1 / 4	Ägypten	4.800	6	22.000	22.000	4,6

# Vergleich Rückbaukosten

Erzeugungsart	Anlage	Leistung	Rückbau- Kosten	spez. Kosten	Lebensdauer	Vollast- stunden	erbrachte- Arbeit	spez. Kosten
		MW	Mio	Mio /MW	Jahre	h / Jahr	GWh	€/MWh
Kernenergie	26	26.500	40.000,0	1,5				
	Durchschnitt	1.019	1.538,5	<b>1,5</b>	<b>60</b>	7800	477.000	<b>3,2</b>
Wind		3	0,6	0,2	20	2500	150	<b>4,0</b>
Solar		KWp	€					
	Dachanlage	5	1.000,0	0,2	20	900	0,09	<b>11,1</b>

# Entwicklung von Kernkraftwerken

**Tschernobil**  
(militärscher Reaktor)



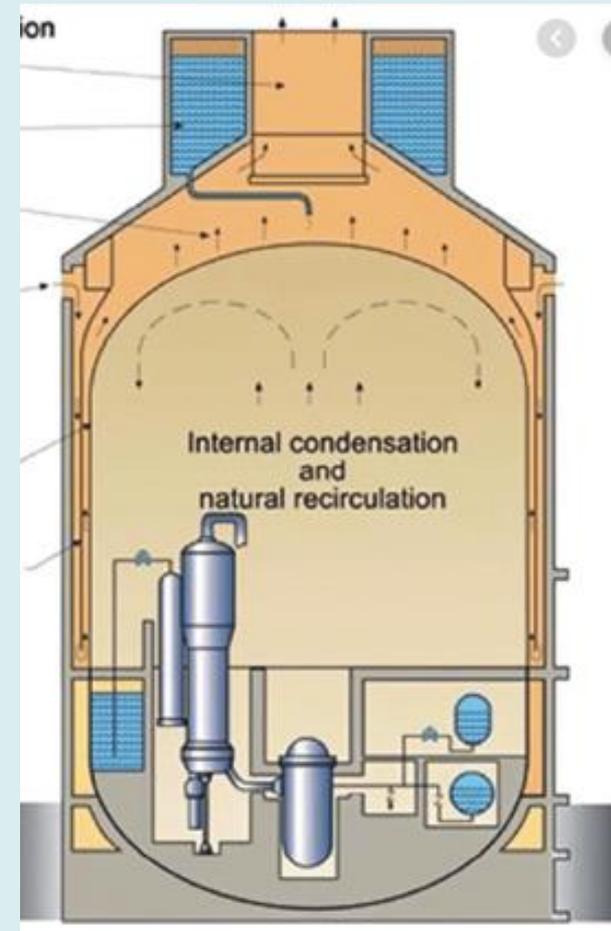
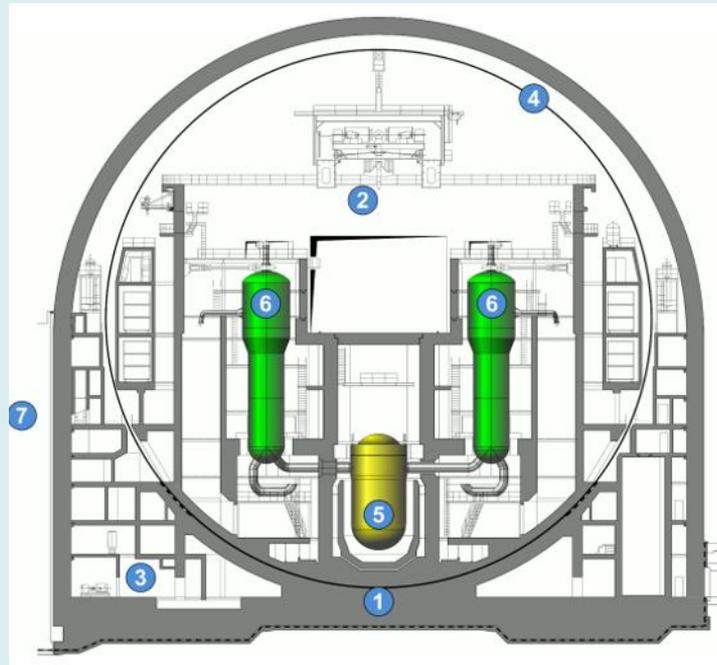
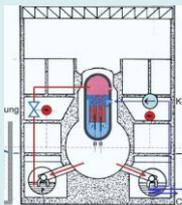
**Harrisburg**  
**Fokushima**  
Mühleberg  
Fessenheim

Phillisburg 2  
Gösgen  
Konvoi Siem.

EPR Areva

Hualong China  
WWER-1000 Russland  
AP1000 USA

# Größenentwicklung der Reaktoranlagen

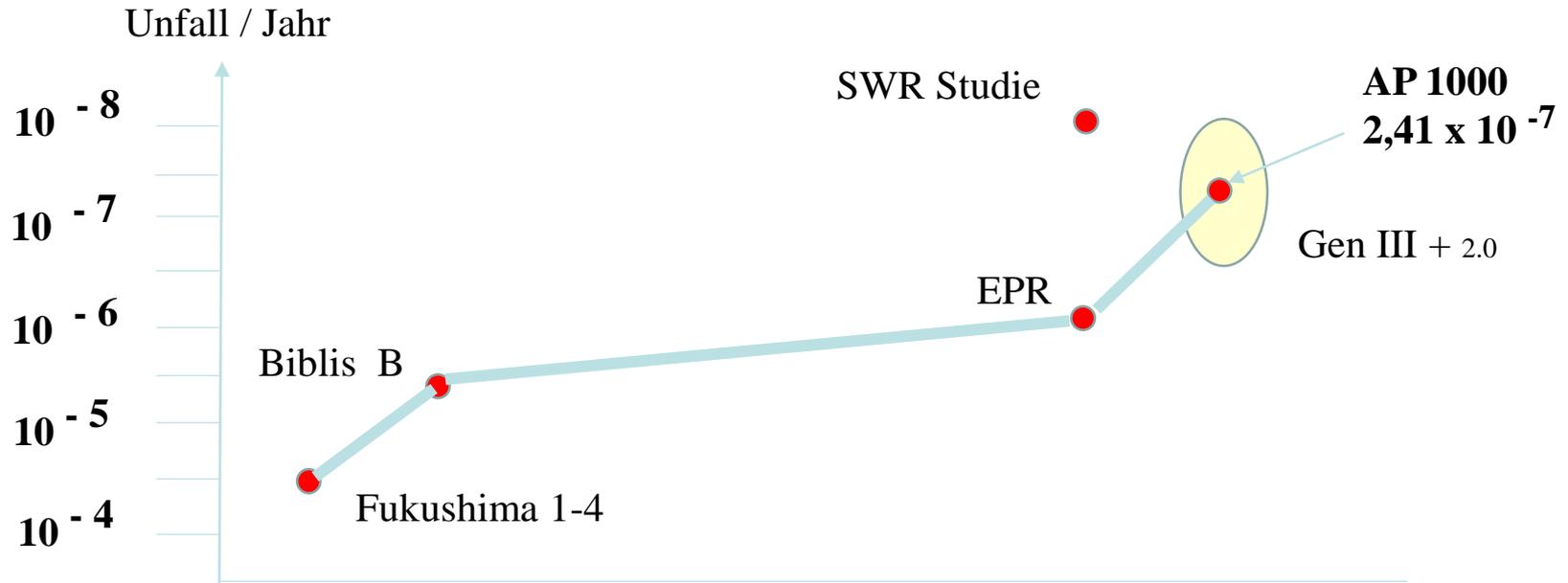


Fukushima  
Mark 1

Emsland  
Konvoi

Sanmen 1  
AP 1000

# Sicherheit gegen schweren Unfall



**$2,41 \times 10^{-7}$  heißt, alle 24 Millionen Jahre einen schweren Störfall / Reaktor**

# Generation IV Reaktoren

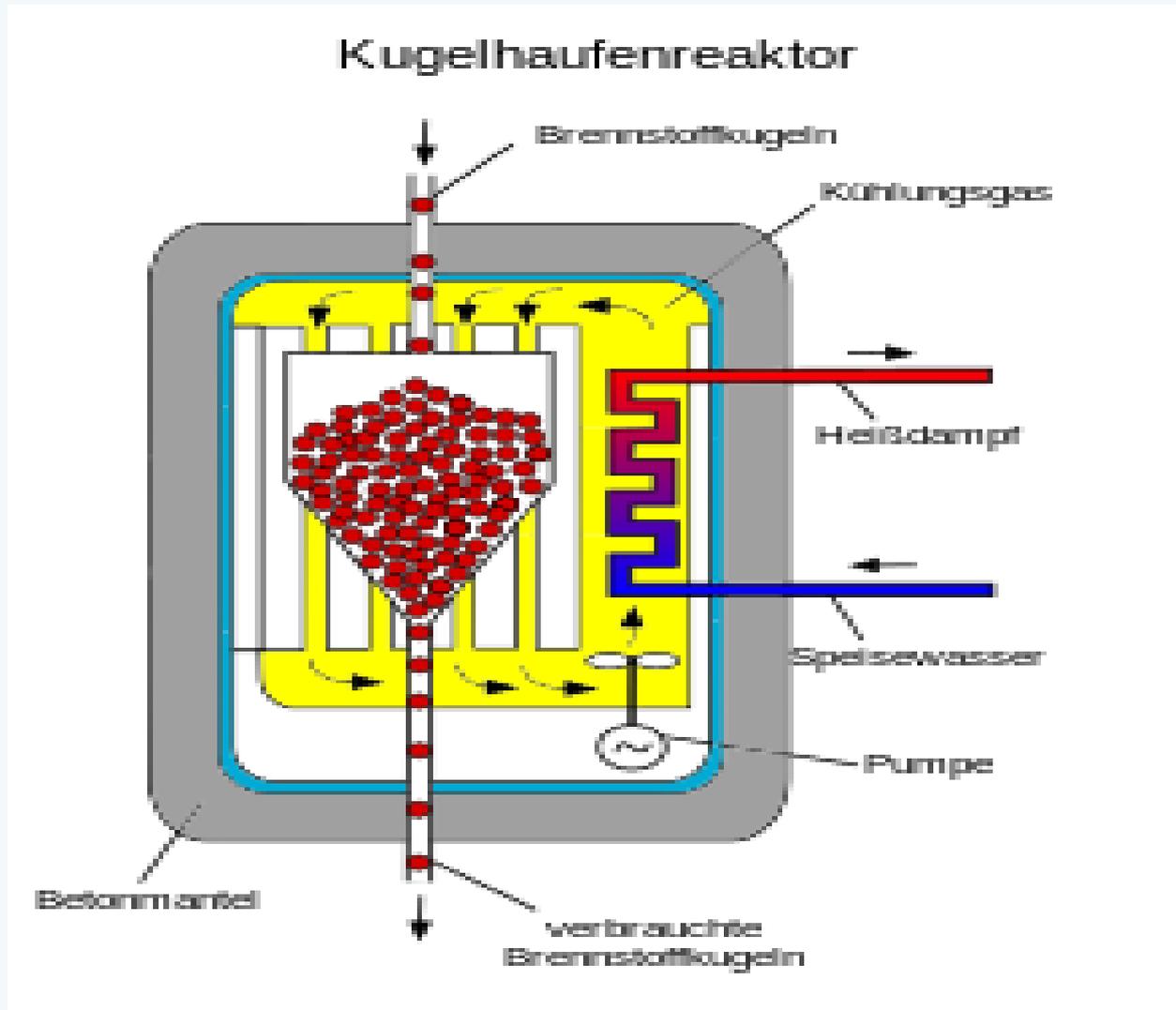


- **Drucklos**
- **Hohe Temperaturen**
- **Kühlmittel**    **Gas, Salze, Blei**
- **Brennstoff**    **Fest oder Flüssig**

## Hersteller

- DFR    Dual Fluid Reaktor
- TWR    Travelling Wave Reaktor
- Laufwellenreaktor    Terra Power

# HTR Hochtemperaturreaktor

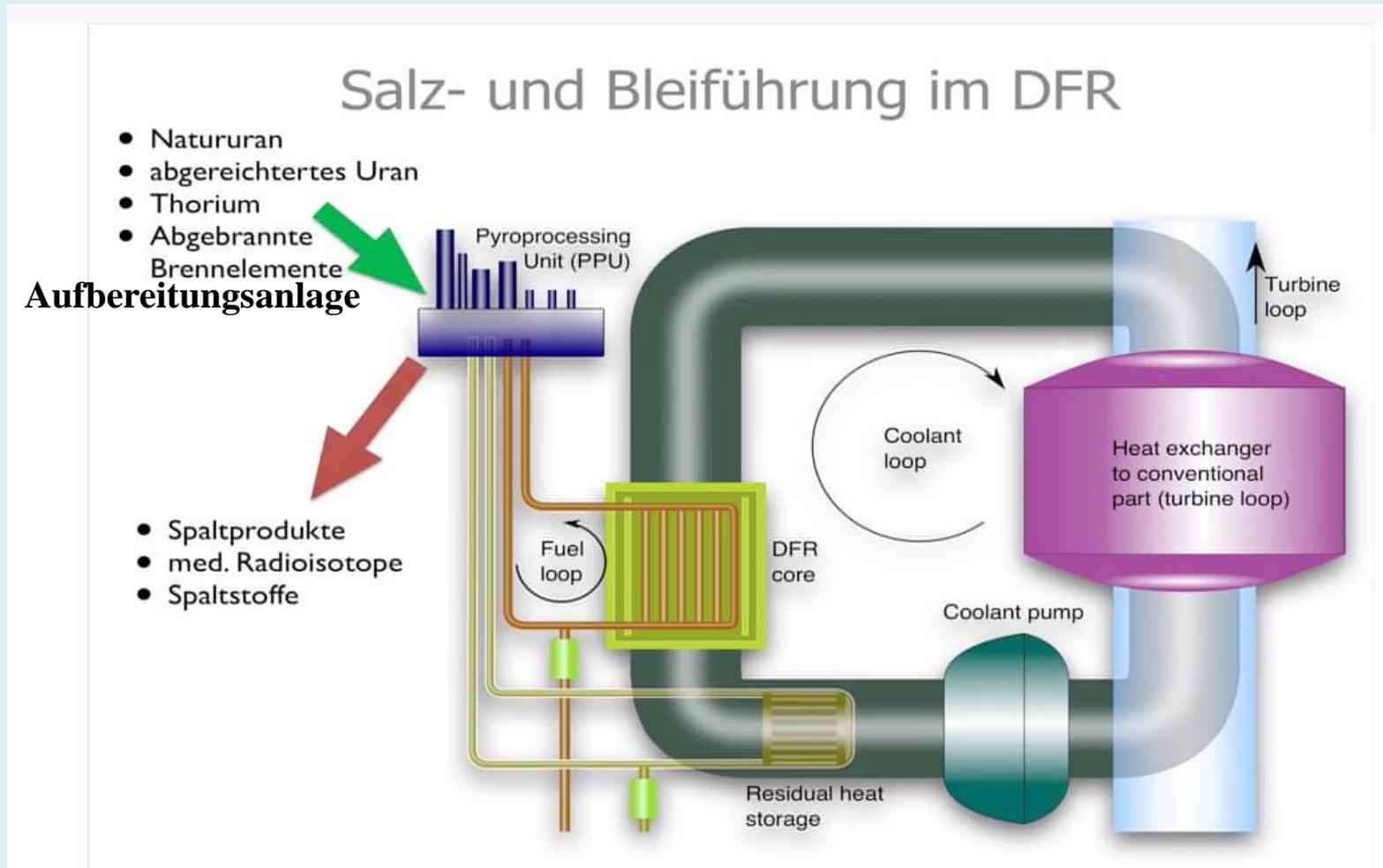


# Hochtemperaturreaktor China



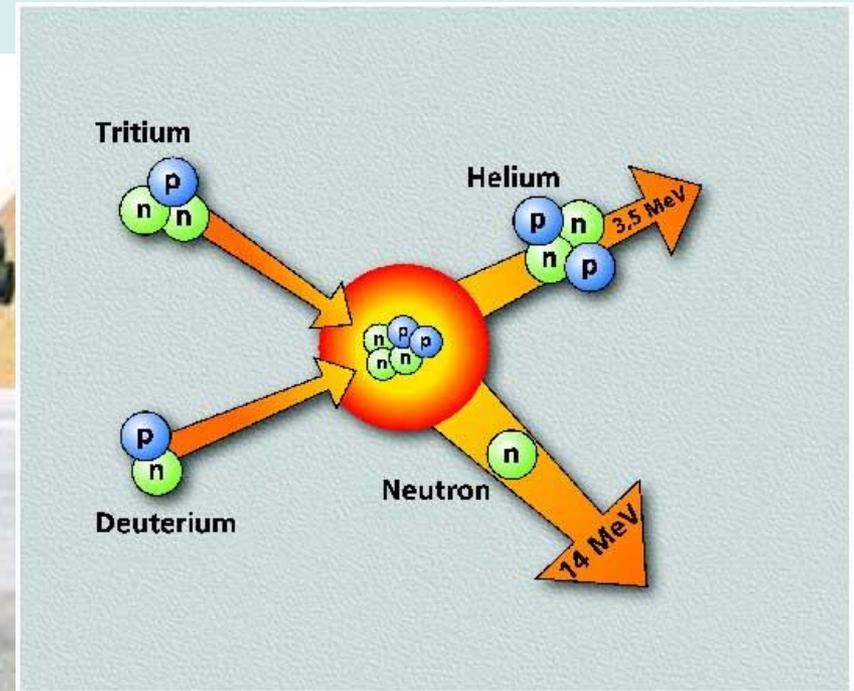
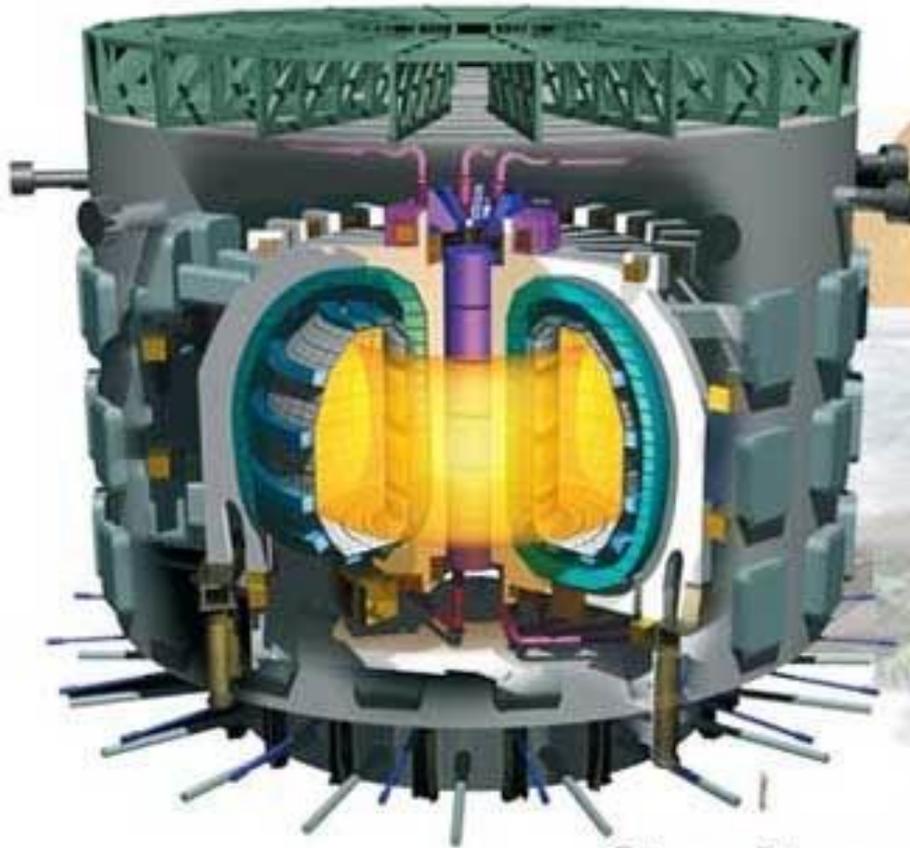
[Chinas HTR-PM-Demonstrationsprojekt schreitet voran -- ANS / Nuclear Newswire](#)

# Dual Fluid Reactor



**Institut für Festkörper, Kernphysik Berlin**

# Fusionskraftwerke



## Fusion Energy:

*Star Power for a Sustainable Future*

# Laser-Direktantrieb

Bei einem direkt angetriebenen Ziel treffen starke Laserstrahlen direkt auf die Brennstoffkapsel.

