

# KRIEGE, KLIMAWANDEL UND PANDEMIEN IN ERLÖSERWARTUNGEN BERÜCKSICHTIGEN

Szenario-Schwärme für die Risikobewertung bei der Modellierung von Strompreisen



Tobias Kurth  
Windenergietage 2023

Potsdam  
10.11.2023

# ENERGY BRAINPOOL

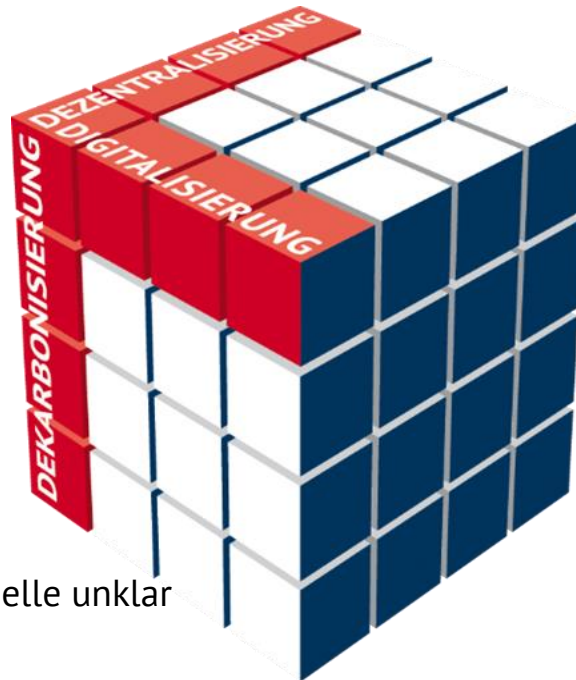
Als Experten finden wir mit unseren Kunden Lösungen für den Energiemarkt 3D.

## Wer sind wir?

- Unabhängig und neutral
- 27 Teammitglieder
- Gegründet 2003
- Sitz in Berlin

## Was sind die Probleme?

- Risiken steigen
- Wandel der Energiemärkte
- Neue Erlös- und Geschäftsmodelle unklar
- Preisstrukturen verändern sich grundlegend



## Wie geht es weiter?

- Wandel im Wärme- und Mobilitätssektor
- Hoher Zubaubedarf
- Investment und Finanzierung
- Innovative Geschäftsmodelle

## Wie unterstützen wir Sie?

- Trainings und Planspiele
- Analysen und Szenarien
- Individuelle Beratung
- Workshops
- Studien



[Energy BrainBlog](#)



[Twitter @EnerBrain](#)



[Xing](#)



[LinkedIn](#)



[YouTube](#)

# FUNDAMENTALE STROMPREISMODELLIERUNG: KEINE EXTREMEREIGNISSE VORGESEHEN

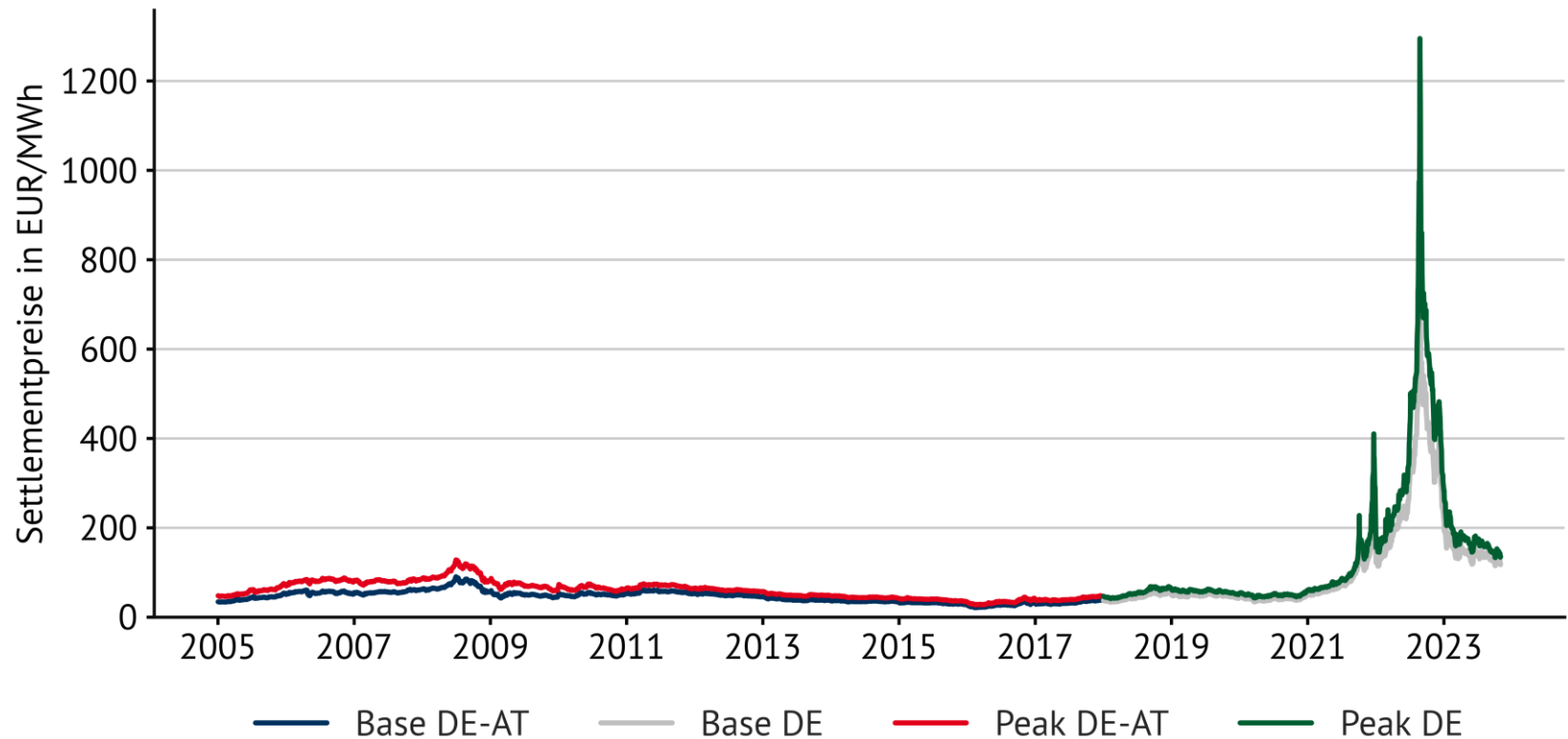
Wie können wir unerwartete Extremereignisse trotzdem berücksichtigen?



Quelle: Pixabay

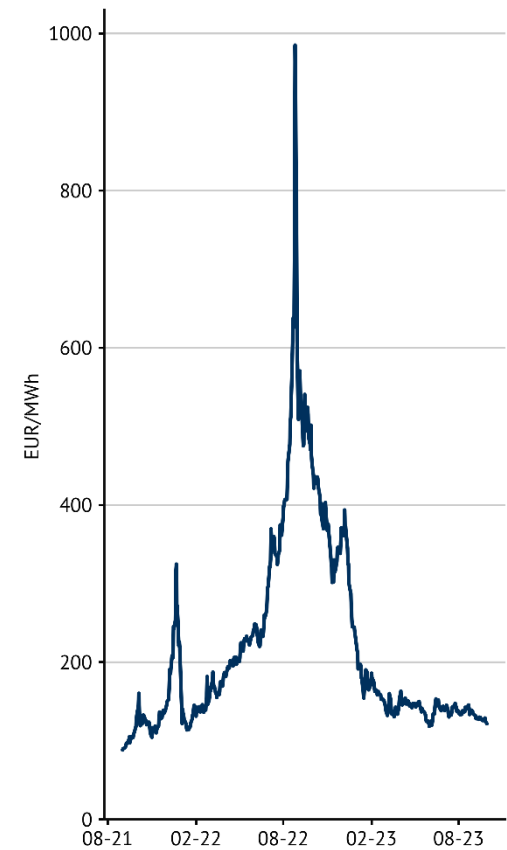
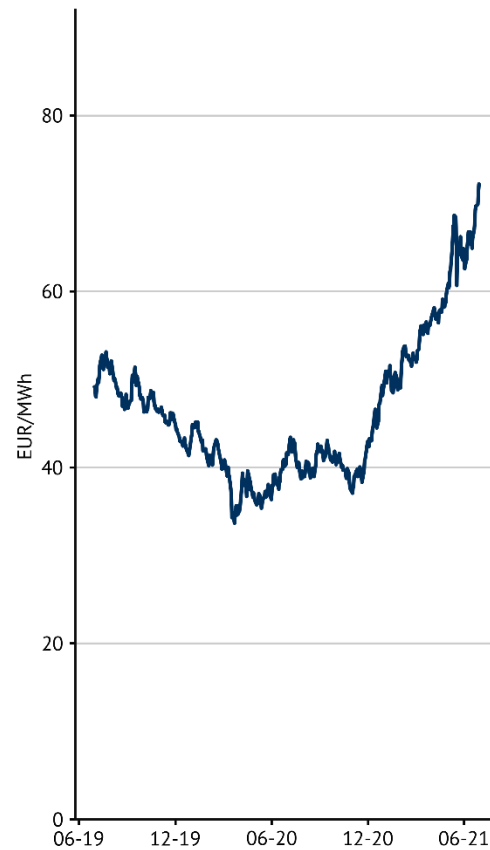
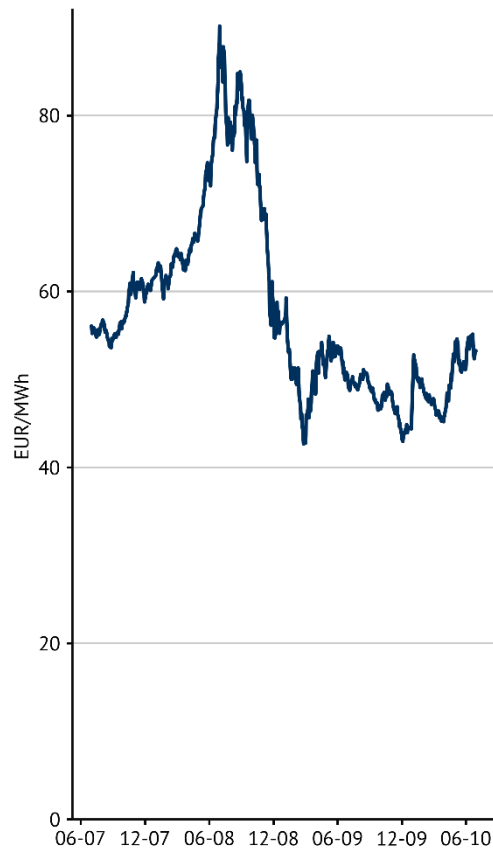
# ENTWICKLUNG TERMINMARKTPREISE – FRONTJAHR (03-11-2023)

Tägliche Strompreise EEX seit 2005



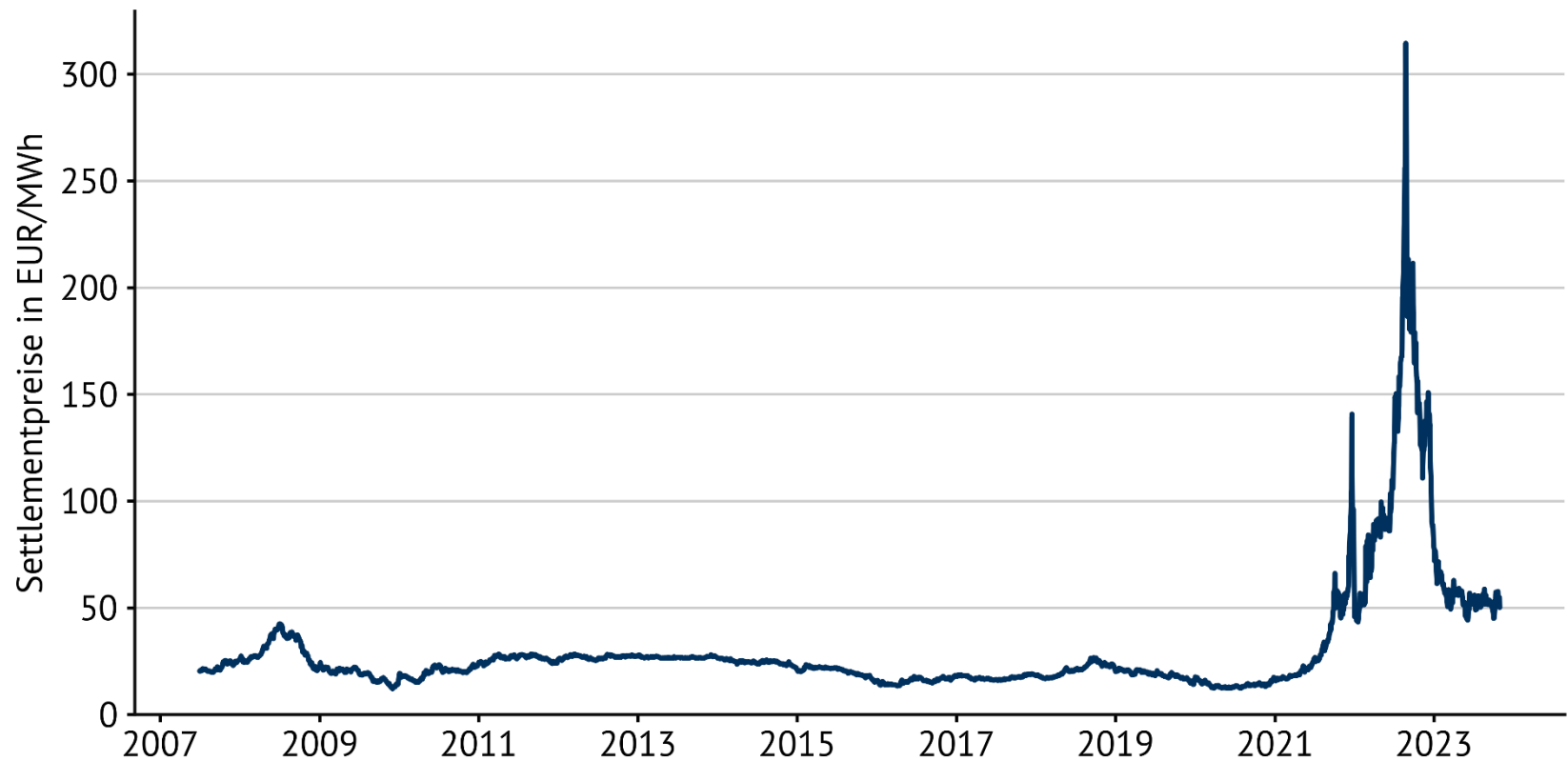
Datenquelle: EEX

# TERMINMARKTPREISE STROM FRONTJAHR – EUR. FINANZKRISE, COVID-19, UKRAINE-KRIEG



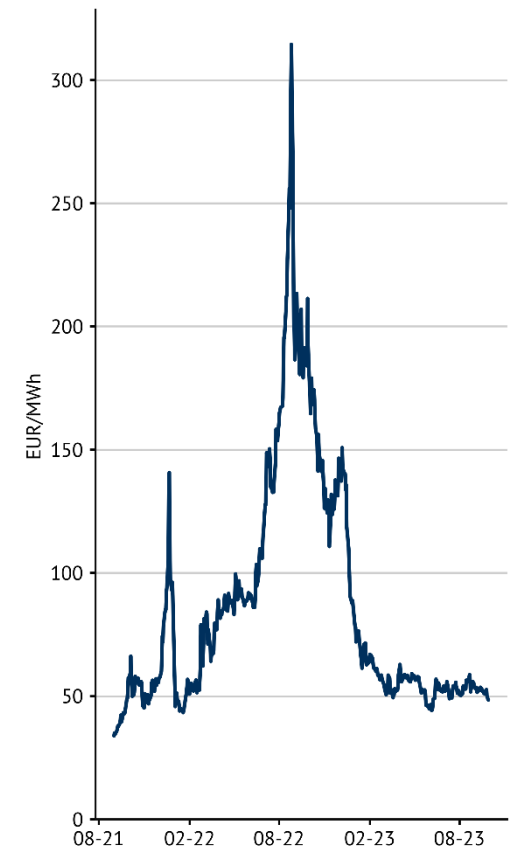
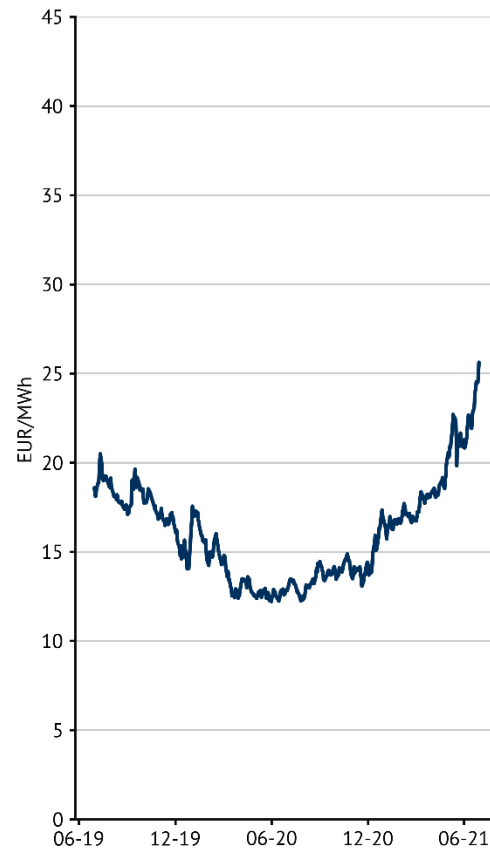
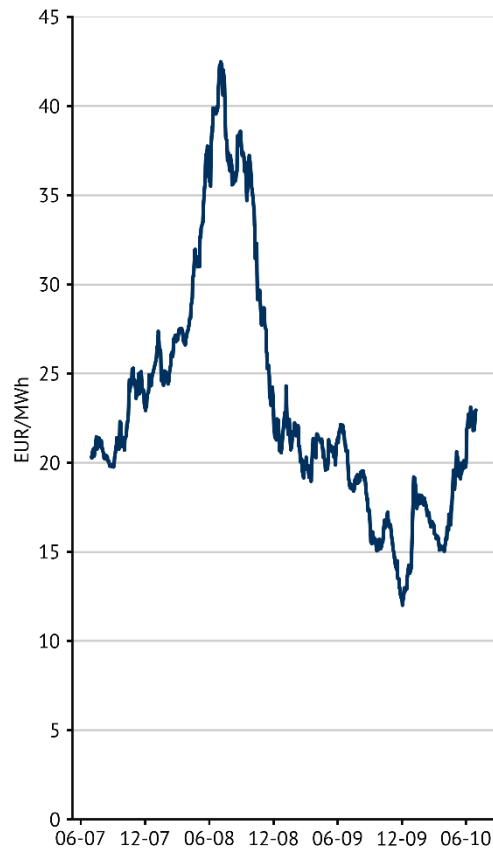
Datenquelle: EEX

# ENTWICKLUNG TERMINMARKTPREISE ERDGAS (FRONTJAHR)



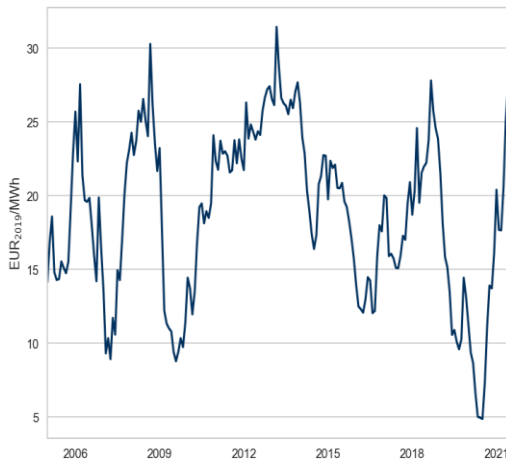
Datenquelle: EEX

# TERMINMARKTPREISE ERDGAS FRONTJAHR – EUR. FINANZKRISE, COVID-19, UKRAINE-KRIEG

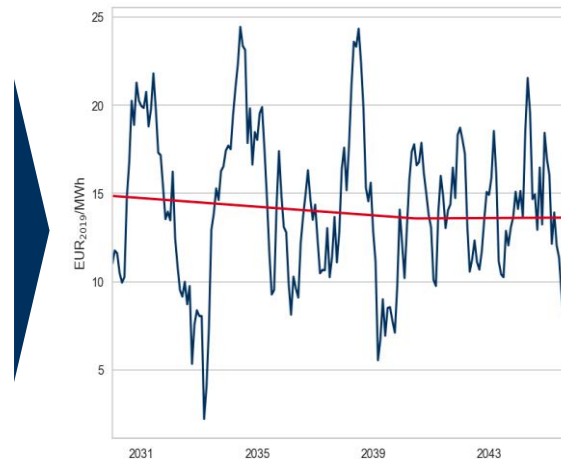


Datenquelle: EEX

# GRENZEN DER FUNDAMENTALEN MODELLIERUNG ANHAND VON ROHSTOFFPREISPRÄMISSEN



Gaspreis (TTF) 2005–2021  
(monatlicher Durchschnitt)



Simulierter Gaspreis 2030–2045  
(monatlicher Durchschnitt)

Die simulierte Trendabweichung aller Rohstoffpreise und der Stromnachfrage folgt deren historischen Volatilität

## Beschreibung

- Geschichte wiederholt sich: Trendabweichungen, die in der Vergangenheit auftraten, werden auch für die Zukunft angenommen und simuliert.
- Konstruktion synthetischer Monatszeitreihen für den Zeitraum 2022–2050 um einen vorgegebenen Trend.
- Schätzung von statistischen Modellen (ARMA-Familie) mit historischen Nachfrage- und Preisdaten.



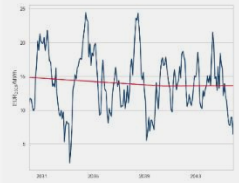
# ENERGY BRAINSWARMS: VERFAHRENSWEISE

Zufällig gezogene  
Modellparameter

Szenario Swarms

Ergebnisse

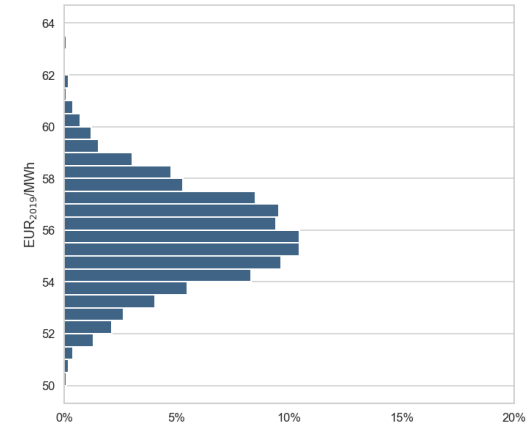
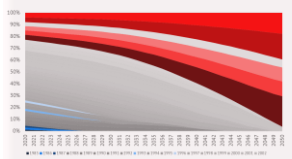
Market volatility



Power demand



Weather years 

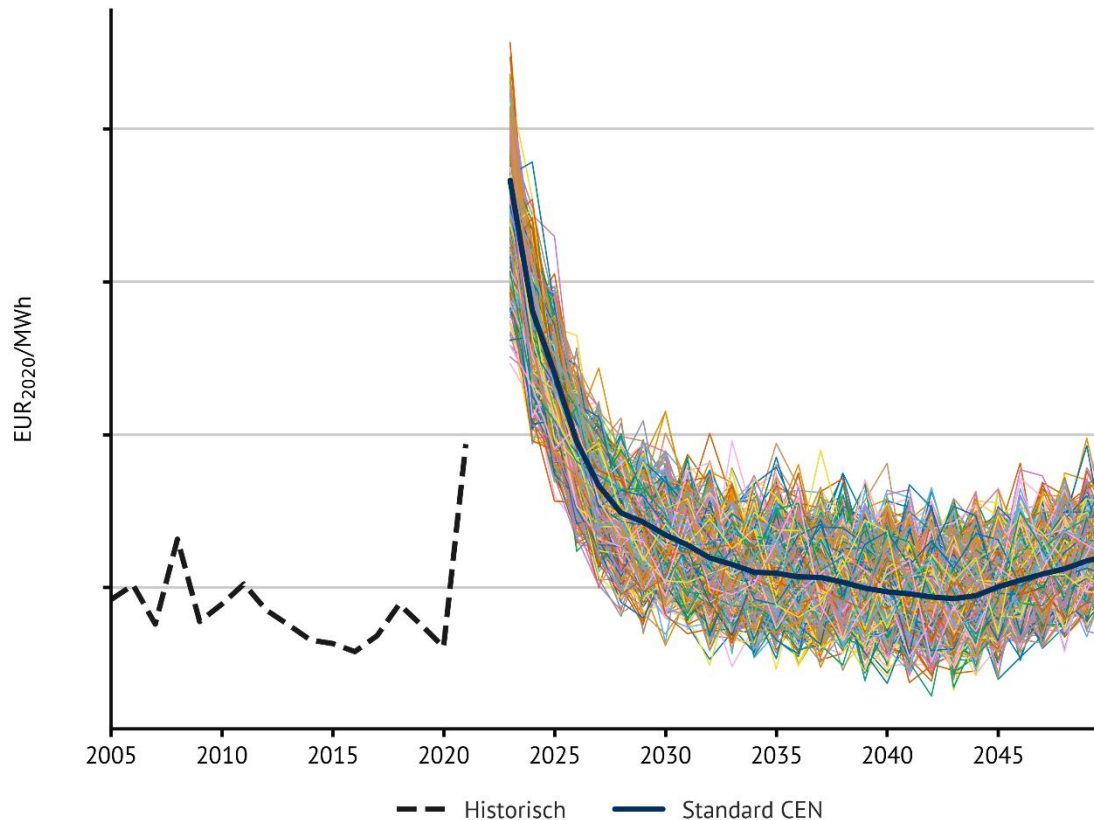


# NEUER ANSATZ: SZENARIO-“SCHWARM“

## 3000 SZENARIOLÄUFE AUF GRUNDLAGE DER BISHERIGEN STANDARDSZENARIEN

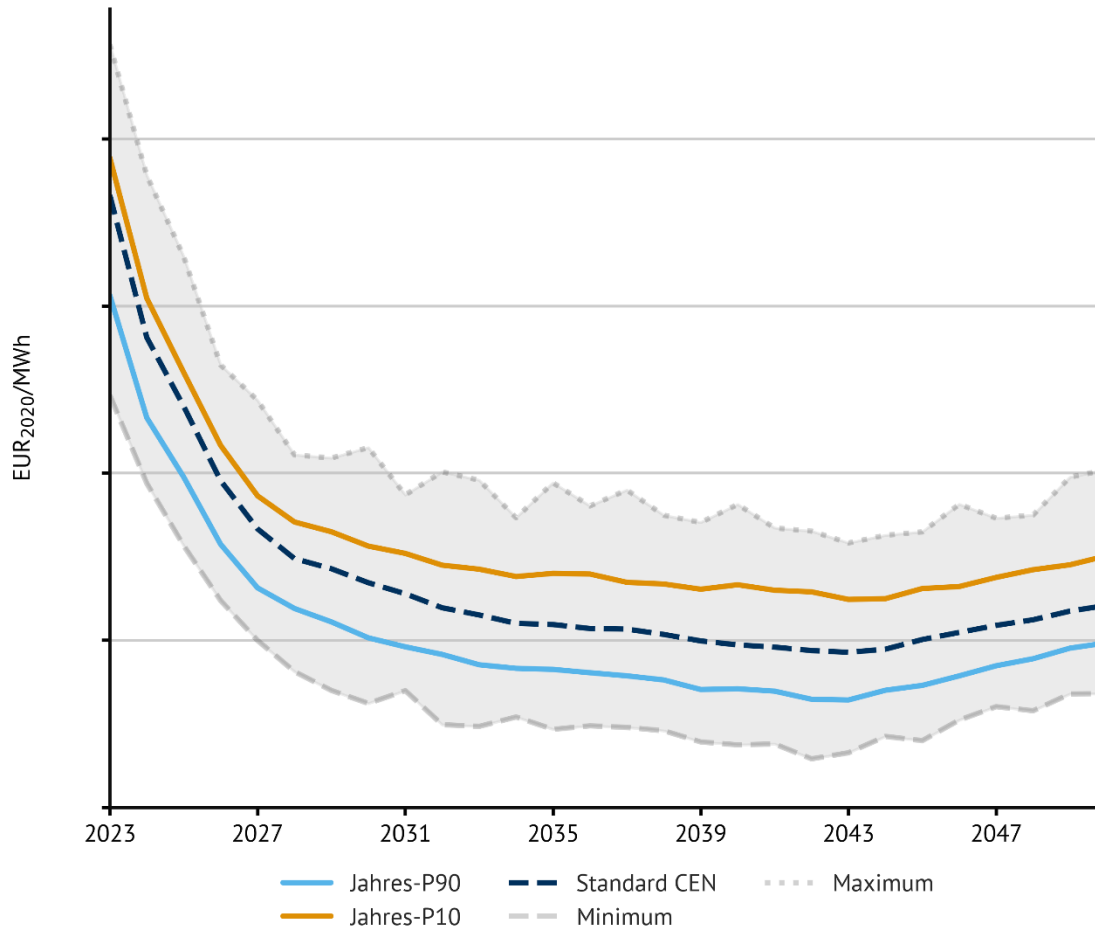
### Erläuterung

- **Baseload:** Durchschnittlicher, nicht gewichteter Preis für Strom am Day-Ahead-Spotmarkt in allen Stunden des Jahres. Dieser Wert bildet den jährlichen Durchschnittspreis.
- Jede farbige Linie stellt einen Szenariolauf dar. Insgesamt wurden 3000 Szenarioläufe durchgeführt, je 1000 mit den Standardszenarios CEN, REL und TEN als Grundlage.



# STROMPREIS DEUTSCHLAND (BASELOAD, JÄHRLICH)

## P-WERTE UND SPANNWEITE (BASISSZENARIO: CEN)



### Erläuterung

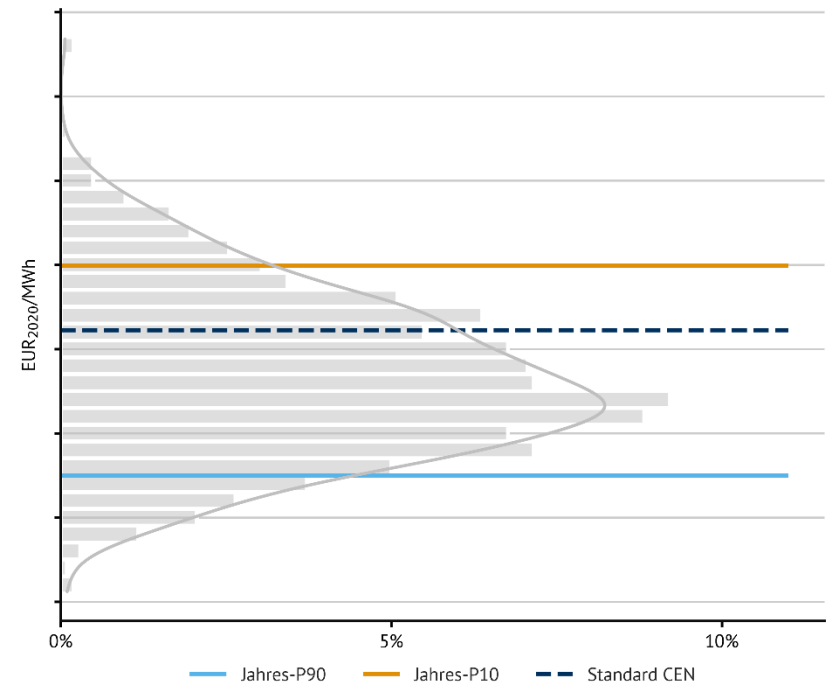
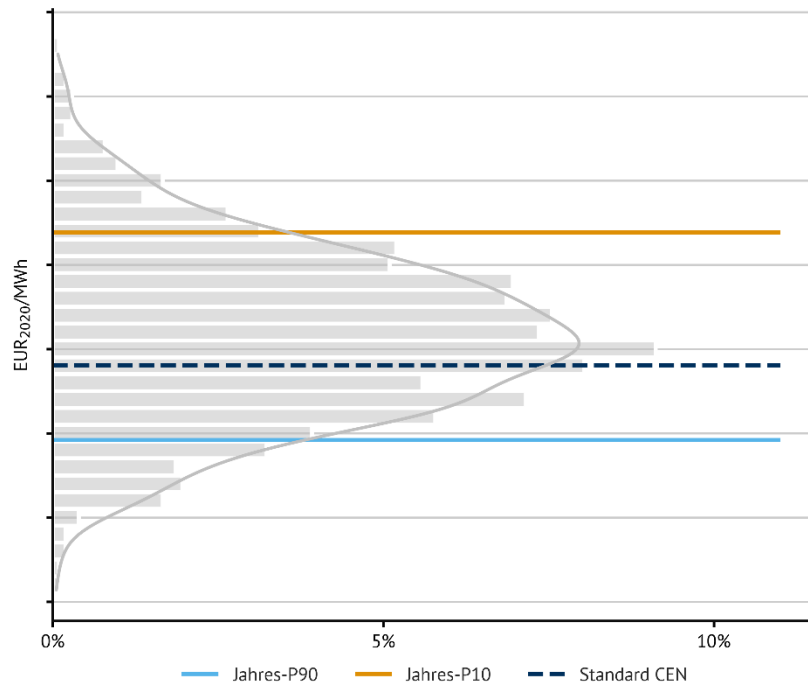
- Die dargestellten Linien ergeben sich aus der Reihenfolge der Baseload-Preise aus allen Szenario-Läufen nach Niveau für jedes Szenariojahr.
- Die P-50-Linie zeigt den Medianwert für jedes Modelljahr an. Die P-90 (P-10) Linie besteht aus den Preisen, die niedriger sind als genau 90 % (10 %) aller Preise im jeweiligen Szenariojahr.
- Die Linie "Min. Werte" (Max. Werte) zeigt den minimalen (maximalen) Baseload-Preis im jeweiligen Szenariojahr.

# VERMARKTUNGSWERT DEUTSCHLAND (JÄHRLICH)

## VERTEILUNG (BASISSZENARIO: CEN)

PV

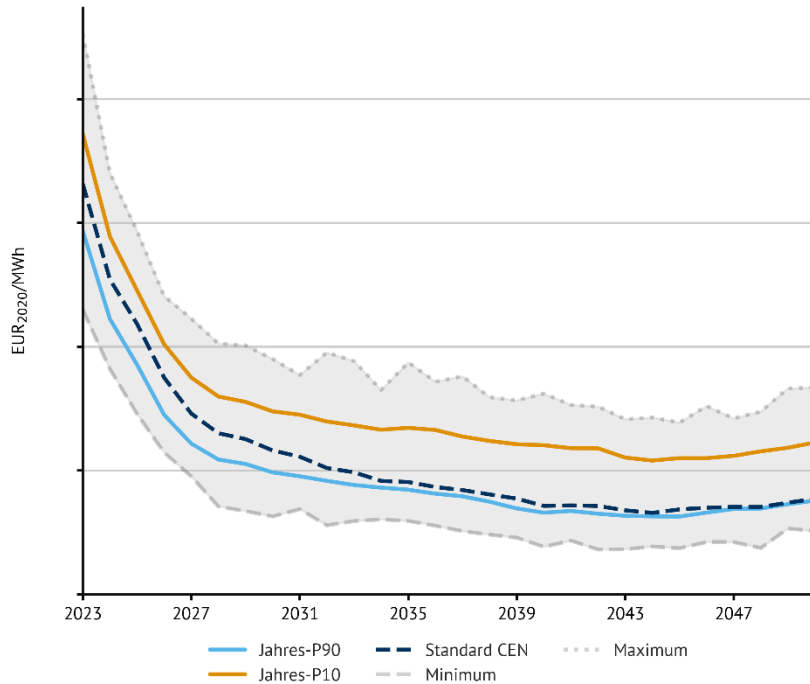
Wind an Land



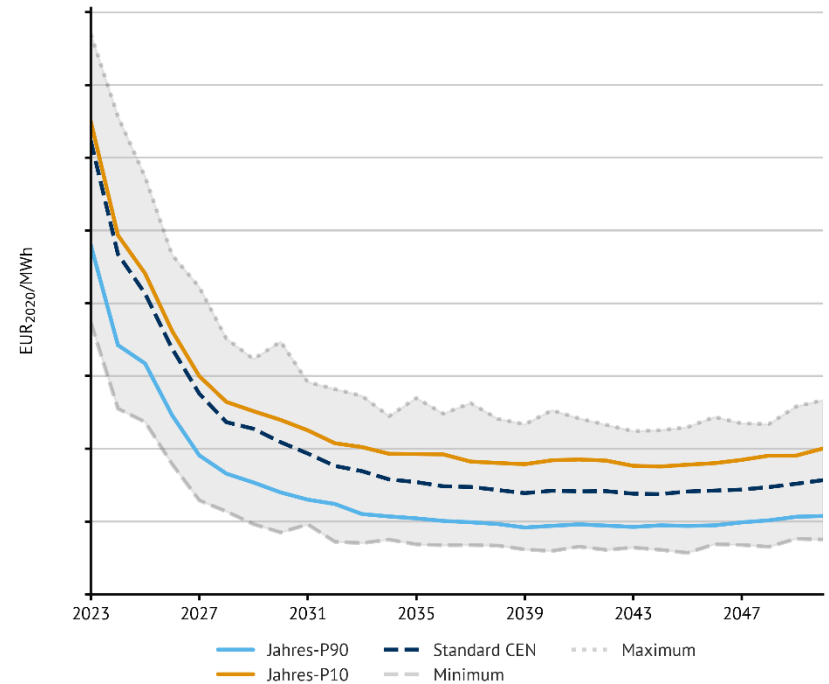
# VERMARKTUNGSWERT DEUTSCHLAND (JÄHRLICH)

## P-WERTE UND SPANNWEITE (BASISSZENARIO: CEN)

### PV



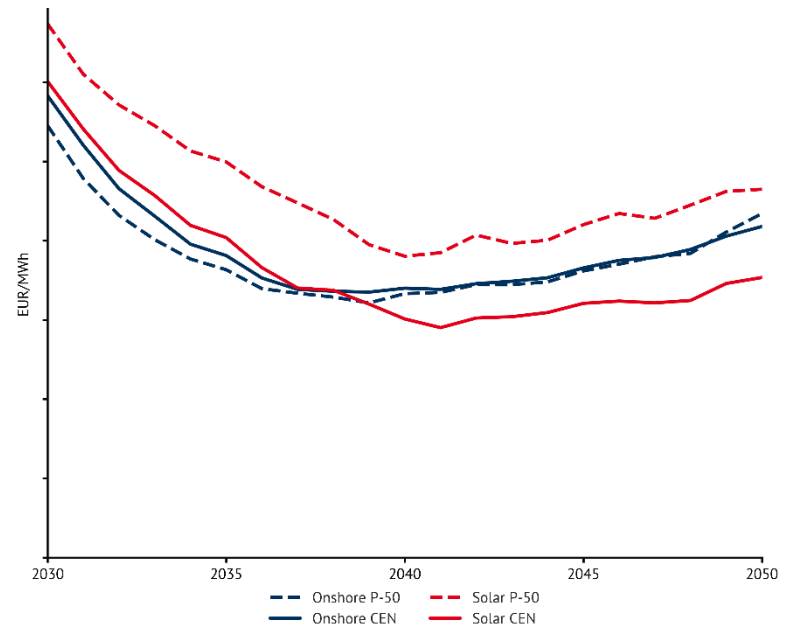
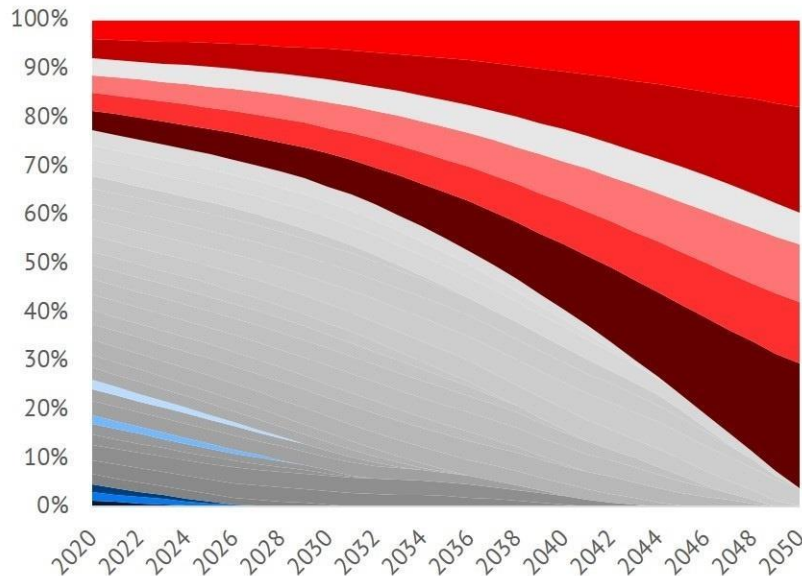
### Wind an Land



# WERDEN KLIMAVERÄNDERUNGEN DIE CAPTURE PREISE BEEINFLUSSEN?

Eintrittswahrscheinlichkeiten  
Wetterjahre

Capture Preise P-50-Wetter-Analyse  
vs. klassisches Central Szenario



# SWARMS: DAS GELIEFERTE PRODUKT

- Intuitive Ergebnisoberfläche in den Excel-Dateien und ein schnelles Ergebnistool zur Ermittlung der gewünschten Zeitreihe zum gewünschten Risiko
- Lieferung von Jahres-, Monats- und bei Bedarf (aufgrund der großen Datenmenge) auch von Stundenwerten
- Zur Verfügung gestellte Stützwerte: Base-Preis, Capture-Preise für Solar, Wind an Land und Wind auf See
- Simulierte Rohstoffpreise zum gewünschten Risiko: EUA, Gas-TTF, Steinkohle, Öl
- Risikobewertung (p-Werte) in 5er-Schritten: Bereich von Max bis Min
- Verfügbar: Für alle 3 Standardszenarien
- Bezug: Add-On zur Szenario-Lieferung & Standalone-Produkt

## Beispiel: Swarms Excel Ergebnisübersicht

Annual scenario results, real 2020

Year	Base-load prices										EUR/MWh										
	Min	P-95	P-90	P-85	P-80	P-75	P-70	P-65	P-60	P-55	P-50	P-45	P-40	P-35	P-30	P-25	P-20	P-15	P-10	P-5	Max
2021	155.91	145.68	150.90	153.86	159.93	162.80	164.31	166.54	168.47	171.30	173.65	175.73	178.06	180.88	183.04	185.99	191.01	198.07	200.96	205.73	225.63
2022	90.22	97.44	100.08	102.25	104.28	105.14	107.11	109.52	111.43	113.36	114.23	115.75	118.33	120.40	122.08	123.55	125.04	126.73	129.72	130.94	142.38
2023	64.49	79.15	80.97	84.19	85.41	86.51	87.43	89.04	90.46	91.91	92.95	94.28	95.55	96.74	97.64	100.01	101.97	104.21	107.79	112.03	115.70
2024	58.00	62.79	65.68	68.67	69.97	71.94	73.70	75.19	77.60	79.09	79.74	80.86	82.80	85.33	86.43	87.50	89.54	91.20	92.95	94.81	102.25
2025	42.63	49.53	52.85	54.09	57.42	59.84	62.49	64.84	65.87	66.53	68.14	69.56	71.41	73.18	74.90	77.95	79.25	80.85	83.53	89.87	
2030	38.10	48.23	50.05	53.26	53.92	57.78	58.82	61.13	62.09	62.74	63.96	65.36	66.18	66.72	68.70	70.30	72.43	76.65	82.02	84.16	94.79
2031	30.35	45.01	47.74	50.72	52.15	54.31	55.44	57.70	59.96	61.26	62.34	63.90	65.26	66.36	68.46	70.05	71.25	72.96	76.37	78.78	85.05
2032	39.27	43.95	45.92	47.86	49.02	50.36	53.46	53.77	56.36	57.74	58.83	60.43	61.40	62.44	63.99	65.57	68.19	70.19	71.84	74.50	83.29
2033	33.07	39.47	42.25	45.88	45.02	46.67	49.14	51.39	52.95	54.35	56.00	57.48	58.33	59.35	60.15	62.82	67.51	69.12	73.33	77.55	85.37
2034	24.04	36.27	38.82	41.61	44.67	47.71	48.64	50.76	51.90	53.38	55.27	55.96	57.01	58.47	61.27	62.62	64.70	66.47	70.00	72.32	84.02
2035	26.99	35.51	39.54	42.30	45.85	47.75	49.80	50.72	52.59	54.56	55.45	56.89	57.32	60.09	61.42	62.74	64.82	66.63	70.42	74.58	81.73
2036	29.98	38.88	42.03	43.80	47.45	49.18	50.61	51.62	52.70	54.82	56.78	58.07	60.16	61.57	63.01	64.40	66.63	67.66	70.95	74.00	83.76
2037	31.67	37.66	41.52	43.59	45.19	47.73	48.76	49.48	50.06	50.95	53.06	53.72	54.54	56.06	58.05	60.06	62.12	64.73	67.18	72.80	78.74
2038	27.13	37.27	39.01	41.45	43.20	44.00	45.10	47.93	49.21	50.21	51.53	53.13	54.43	55.36	55.57	56.87	59.55	60.24	62.59	66.92	78.86
2039	28.35	35.36	38.26	40.33	41.25	43.20	44.49	47.16	49.27	50.60	51.87	54.39	56.89	58.23	58.80	60.21	62.22	62.93	64.22	68.87	77.60
2040	26.77	32.42	35.38	38.27	41.23	43.22	46.07	47.69	49.11	50.52	51.96	53.96	55.92	56.49	57.63	59.13	60.86	61.95	64.48	65.87	68.87
2041	23.85	29.65	30.93	34.52	37.07	38.62	40.74	42.29	45.08	46.41	47.48	49.02	50.28	52.00	53.00	54.40	56.49	59.00	60.82	62.87	74.06
2042	18.63	25.55	32.52	34.38	36.53	37.84	40.33	42.23	44.01	45.42	46.94	48.48	49.53	51.87	53.36	55.05	57.38	60.88	61.61	65.41	77.41
2043	19.46	28.87	33.65	34.83	37.01	39.47	41.85	44.09	45.61	47.02	49.39	51.02	51.66	52.97	54.47	55.90	56.76	58.13	60.65	65.90	70.49
2044	31.70	33.42	35.45	38.82	39.98	41.67	44.27	44.73	46.28	48.21	50.01	52.53	53.49	55.20	56.99	57.96	62.20	62.75	66.04	69.30	73.21
2045	22.85	30.41	38.00	39.53	40.31	41.93	43.11	44.54	46.08	48.28	49.33	51.18	52.14	53.84	55.28	56.19	58.13	59.07	61.70	66.73	73.55
2046	30.81	35.60	38.76	41.32	43.64	46.35	47.43	48.65	50.36	51.75	52.83	53.87	55.14	56.83	58.07	58.80	62.87	61.89	63.14	66.33	72.39
2047	32.82	39.28	43.60	45.29	46.19	47.90	49.46	51.93	53.91	55.05	56.45	57.39	59.02	61.62	62.07	63.01	64.55	67.85	69.37	72.97	81.50
2048	36.36	40.48	44.45	46.27	47.13	50.26	52.36	53.79	55.22	56.71	58.41	59.52	60.23	61.12	62.33	63.75	65.07	67.59	69.67	72.71	79.54
2049	36.74	43.28	45.28	48.88	49.06	50.54	52.50	54.01	55.57	57.78	59.08	61.54	61.83	62.86	64.99	66.37	67.87	69.88	71.81	73.78	83.69
2050	39.47	46.23	49.14	53.03	56.25	57.28	58.99	59.96	60.65	61.45	62.54	64.33	66.13	67.17	68.31	70.52	71.56	73.01	75.36	77.57	88.69

Year	Annual power prices				Solar Capture Prices				Wind Onshore Capture Prices				Wind Offshore Capture Prices			
	Year	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh	EUR/MWh
2023	183.10	162.80	165.75	153.11	155.78	130.52	162.95	140.80								
2024	180.54	128.77	127.12	118.83	116.83	98.68	124.58	104.41								
2025	189.93	105.14	109.17	100.08	103.50	85.83	108.67	92.00								
2026	89.59	86.57	87.96	81.34	84.54	68.83	88.36	78.61								
2027	83.26	71.94	72.96	65.97	68.89	54.41	83.53	69.86								
2028	79.36	63.58	65.01	58.27	59.09	44.13	83.84	60.77								
2029	71.33	59.14	62.64	53.96	56.82	40.87	81.72	56.95								
2030	67.15	57.78	58.05	54.61	52.23	39.25	82.37	46.58								
2031	63.84	54.31	55.53	51.39	48.32	36.87	83.02	43.87								
2032	60.65	50.36	50.95	45.79	44.05	34.58	86.63	40.54								
2033	57.13	46.67	49.23	41.13	42.27	30.81	84.12	38.31								
2034	54.98	47.71	45.75	47.55	39.43	30.26	85.26	35.13								
2035	54.64	47.75	45.31	47.57	38.50	30.36	82.25	35.20								
2036	53.44	49.18	43.28	48.99	37.07	30.62	84.46	34.66								
2037	53.28	47.73	42.05	44.63	36.83	29.74	80.11	31.17								
2038	51.67	44.00	40.29	42.76	35.79	28.42	88.60	28.42								
2039	49.73	41.30	38.63	41.45	34.71	27.63	87.16	26.55								
2040	48.54	41.32	38.66	40.46	34.54	29.10	82.88	26.88	80.05							
2041	47.88	38.62	39.54	35.84	37.83	28.87	85.32	26.32	81.57	28.63						
2042	46.85	37.84	38.51	35.63	37.50	28.65	85.40	26.89	80.05	29.71						
2043	46.35	37.47	37.99	33.87	36.92	28.90	84.12	27.75	81.57	28.62						
2044	47.26	41.67	38.92	32.84	36.85	28.56	84.38	27.87	80.05	29.14						
2045	50.15	41.93	41.82	34.24	35.44	27.26	85.28	26.56	82.91	28.75						
2046	52.29	46.35	43.95	34.92	37.67	27.95	85.59	27.16	82.27	29.09						
2047	54.38	47.90	46.04	35.26	38.82	28.29	85.92	28.53	83.67	29.44						
2048	56.06	50.26	48.73	35.23	38.90	28.26	86.78	29.96	80.41	28.66						
2049	58.66	50.54	50.32	36.98	39.27	30.01	87.92	28.33	81.55	29.64						
2050	60.39	57.28	58.50	44.97	39.17	34.44										



## Batteriespeicher am Strommarkt

22. bis 23. November 2023  
9:00 bis 12:30 Uhr, (6 x 60 Minuten)



## Starterkit Stromwirtschaft

28. bis 29. November 2023  
9:00 bis 12:30 Uhr, (6 x 60 Minuten)



## PPA Intensivseminar: Bewertung und Vertragsgestaltung

05. bis 07. Dezember 2023  
9:00 bis 12:30 Uhr, (9 x 60 Minuten)

Tel.: +49 (0)30 76 76 54-10  
Fax: +49 (0)30 76 76 54-20  
[www.energybrainpool.com](http://www.energybrainpool.com)  
[kontakt@energybrainpool.com](mailto:kontakt@energybrainpool.com)