



Versorgungssicherheit, Energiemangellage und Energiepreise – Rückblick und Ausblick

EnergieForum 2023, WIGA Messengelände, am 8. September 2023

Matthias Berthold

Matthias.Berthold@ost.ch

OST, Institut für Energiesysteme IES

www.ost.ch/ies

Agenda

- ❖ Rückblick - Situation vor dem Winter 2022/23
 - Gründe Energiemangel und die hohen Preise
 - Zusammenhang: Gaspreise & Strompreise (Strombörse und «Merit-Order»)

- ❖ Verlauf (Winter 2022/23) bis «heute» (Sept. 2023)
 - Winter 2022/23, aktuelle Situation & Vorbereitungen Winter 2023/24
 - Versorgungssicherheit Gas & Strom (Unterscheidung «Energie-Mangellage» & «Black-Out»)

- ❖ Energiepreise: Rück- und Ausblick
 - Aktuelle Konsumenten-Preise und zukünftige Strompreis-Erwartung

Energie - Herausforderungen Sommer 2022

❖ **Gasdrosselung** → Gaspreis sehr hoch (Russ. Überfall auf Ukraine)

- Auswirkungen auf andere Energieträger («Ausweichmöglichkeiten»)
- → **Strompreise** aus **Gas-KW** sind hoch – schlagen wegen **Merit-Order** stark durch, sobald sie zum Einsatz kommen (nicht aber bei hoher nEE Einspeisung)



❖ **Trockenheit** in Europa («schlimmste Dürre seit 500 Jahren»)

- **Wasserkraftwerke**: Europaweit ca. **20% weniger Erzeugung** bis August 2022 → müssen andere KW erzeugen
- **Wind**: Stabile Wetterlagen => weniger Wind => weniger Wind-Energie
- Verbrauch: Höhere Sommerbedarf wegen Hitzewellen → Kühlbedarf steigt (Air-Condition, etc.)



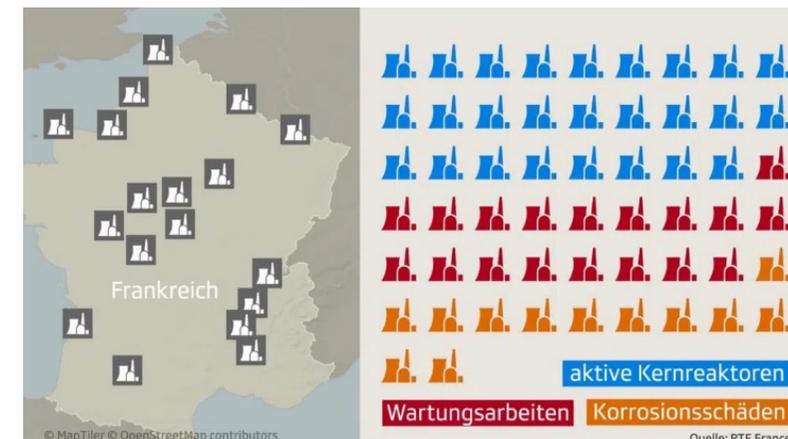
❖ **AKW Minderproduktionen**

- z.B. Frankreich: 30 der 56 Reaktoren stehen still (1.8.22) (Wartung, Revisionen, Kühlwasser)
- weniger Kühlwasser bzw. zu hohe Temperaturen → müssen Leistung reduzieren oder abschalten (erhielten Sondergenehmigungen)

→ **Konsequenz: Extrem hohe Energiepreise** (Gas, Strom, etc.)

3

!!! Wichtig: Preis signalisiert, wann Energie knapp & wertvoll ist !!!

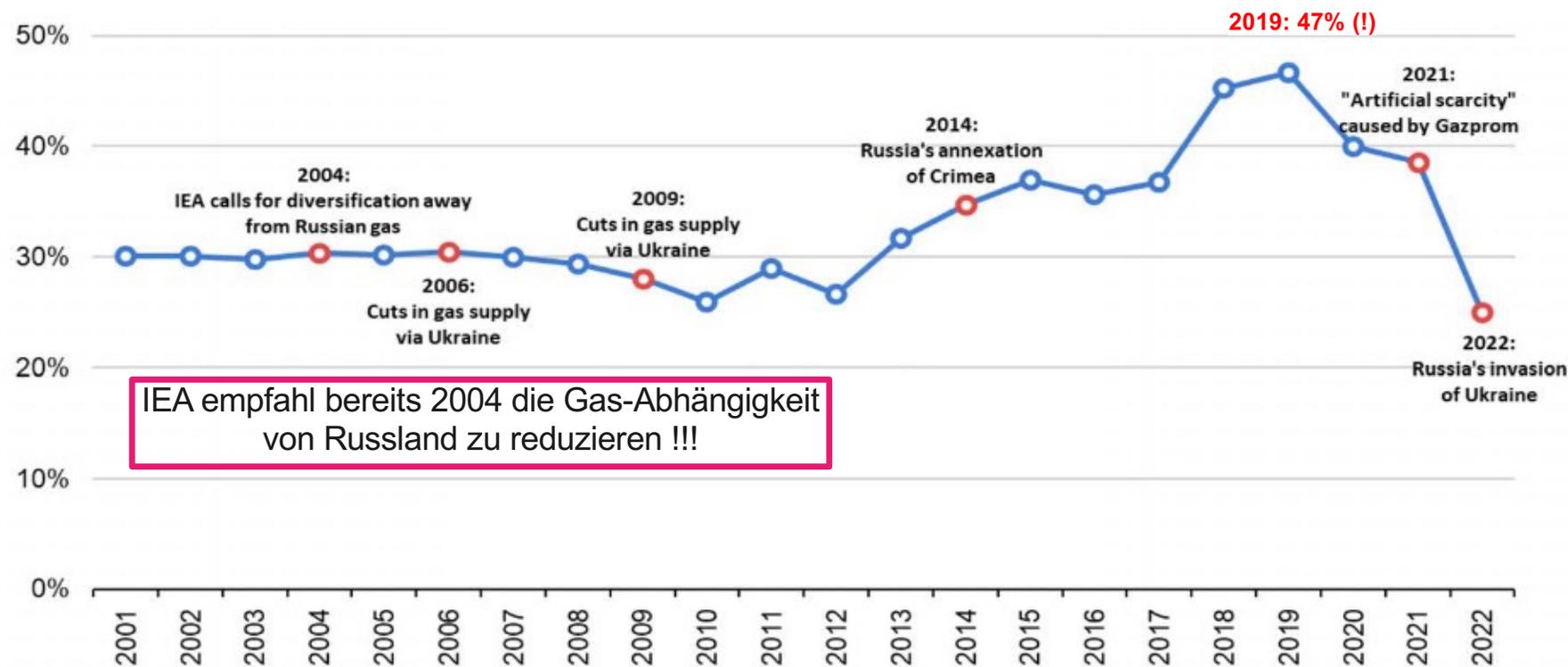


Abhängigkeit von Russland?

Im Jahr 2021 wurde der Erdgasbedarf der EU-27 Staaten zu **37%** von Russland gedeckt (sogar **47%** in 2019) !

- Herausforderung für beide Seiten: Abhängigkeit, da Transport über Pipelines (!!!) – Im Nov. 2022 noch ca. 8% aus Russland
- LNG benötigt mehr Energie und ist entsprechend teurer

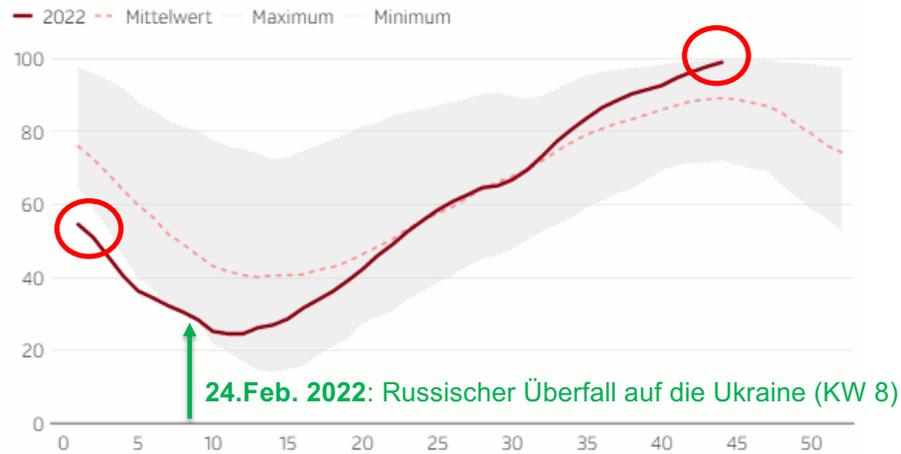
Share of EU gas demand met by Russian supply, 2001-2022



Quelle: [IEA, Gas Market Report Q3 2022](#), [ENTSO-G via Bruegel](#)

Wie war die Situation vor dem Winter 22/23 (Ausschnitt vom 7.11.22)

Gas - Speicherfüllstand in BRD



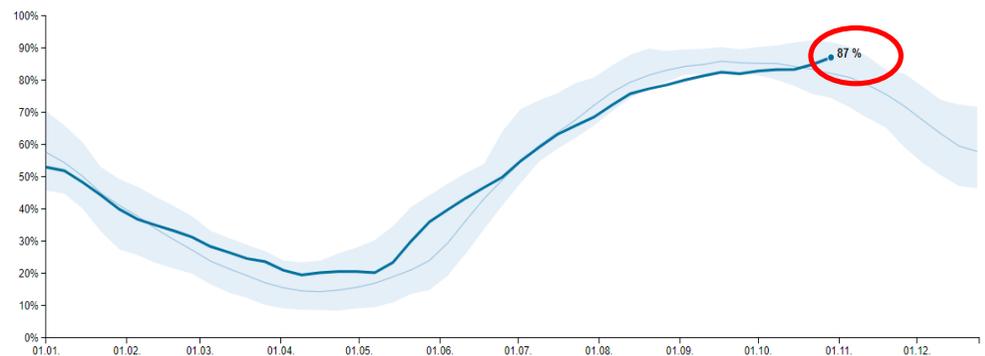
Gas - Preise



Produktion AKW Frankreich (2015-2022)



Füllgrad der Speicherseen (Schweiz 2013-2022)

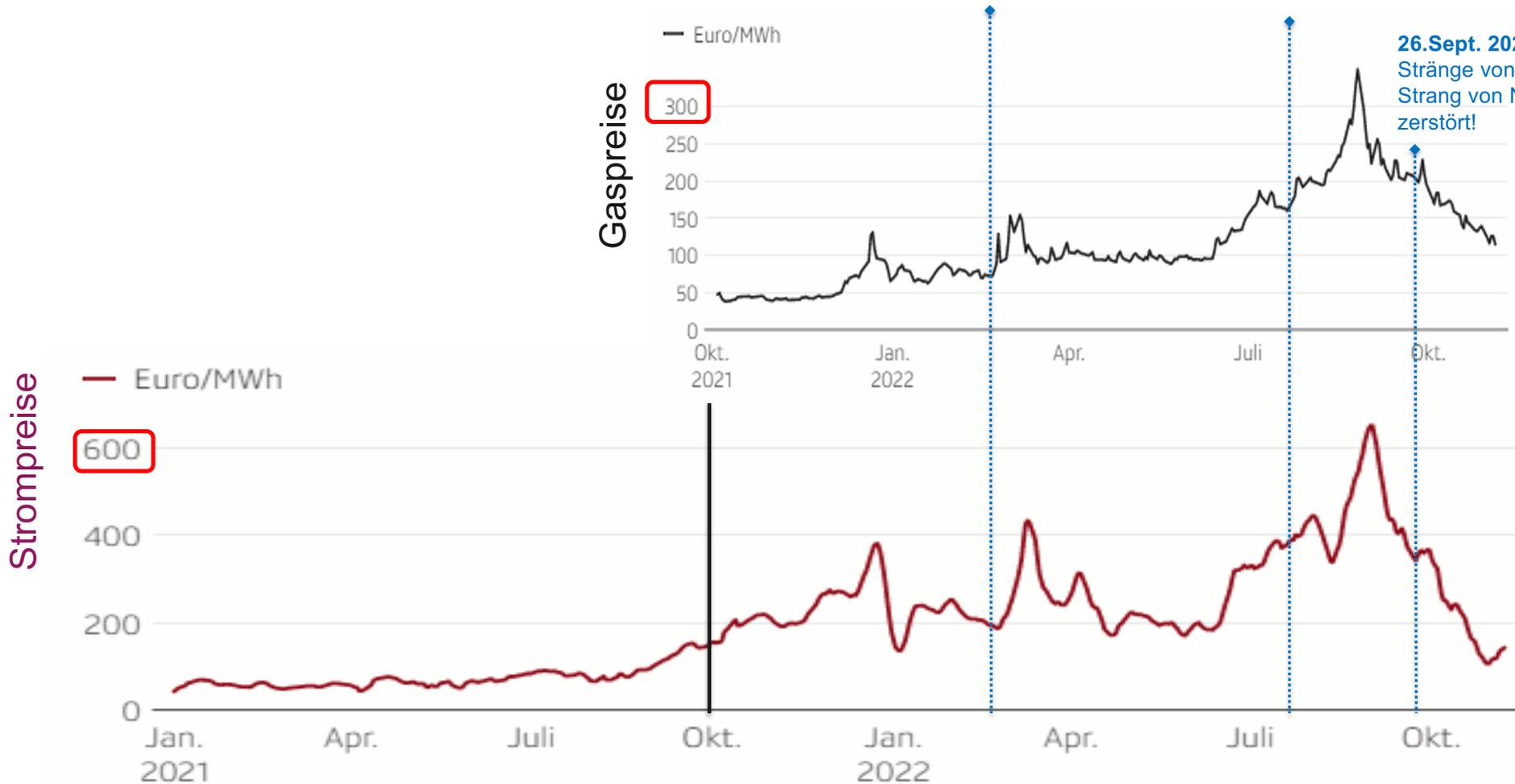


Gaspreise → Impact auf Strompreise (Ausschnitt vom 7.11.22):

24. Feb. 2022: Russischer Überfall auf die Ukraine

18. Juli 22: Drosselung auf 30%, dann bis Ende August auf 0 abgesenkt («Verdichterdefekt»)

26. Sept. 2022: Beide Stränge von NS1 und ein Strang von NS2 wurden zerstört!



Preisfindung «Strombörse»



Haupt-Ziele bei Entwicklung des Strommarktes:

1. Sicherstellung, dass zu jedem Zeitpunkt **Erzeugung und Verbrauch gedeckt** werden kann!
2. Freier, diskriminierungsfreier und effizienter **Wettbewerb** ermöglichen („Alte“ Anbieter kommen aus Monopol!)
3. Marktbasierte Prozesse zur **Integration erneuerbarer Energieträger** (Wind & PV)
(Richtigen Anreize setzen, dass Investitionen in EE sich lohnen können!)

➔ **Marktdesign: Merit-Order mit GRENZ-Kosten**

Grenzkosten: Kosten, die anfallen, um die **nächsten kWh** Strom zu produzieren.

$$\text{Grenzkosten} = \frac{\text{Brennstoffpreis}}{\text{Wirkungsgrad}} + \text{Emissionen} \cdot \text{CO}_2\text{Preis} (+\text{Abnutzung})$$

(Gestehungskosten: Kosten für einen langfristig rentablen Betrieb, bestehend aus Investitions- und Betriebskosten (Vollkosten))

Produktionstechnologie	Grenzkosten (2018) [€/MWh]	Gestehungskosten (CAPEX + OPEX) [€/MWh]
Photovoltaik	0	80
Wind	5	60
Laufwasser	10	60
Kernenergie	15	55
Braunkohle	30	60
Speicherwasser	40	65
Steinkohle	50	80
Gas-Kombi	60	90
Gasturbinen	70	160
Heizöl	90	100

2019 „Potenziale, Kosten und Umweltauswirkungen von Stromproduktionsanlagen“, Fraunhofer ISE 2018 „Stromgestehungskosten erneuerbare Energien“ und eigener Einschätzung.

Bildquelle: Adobe-Stock

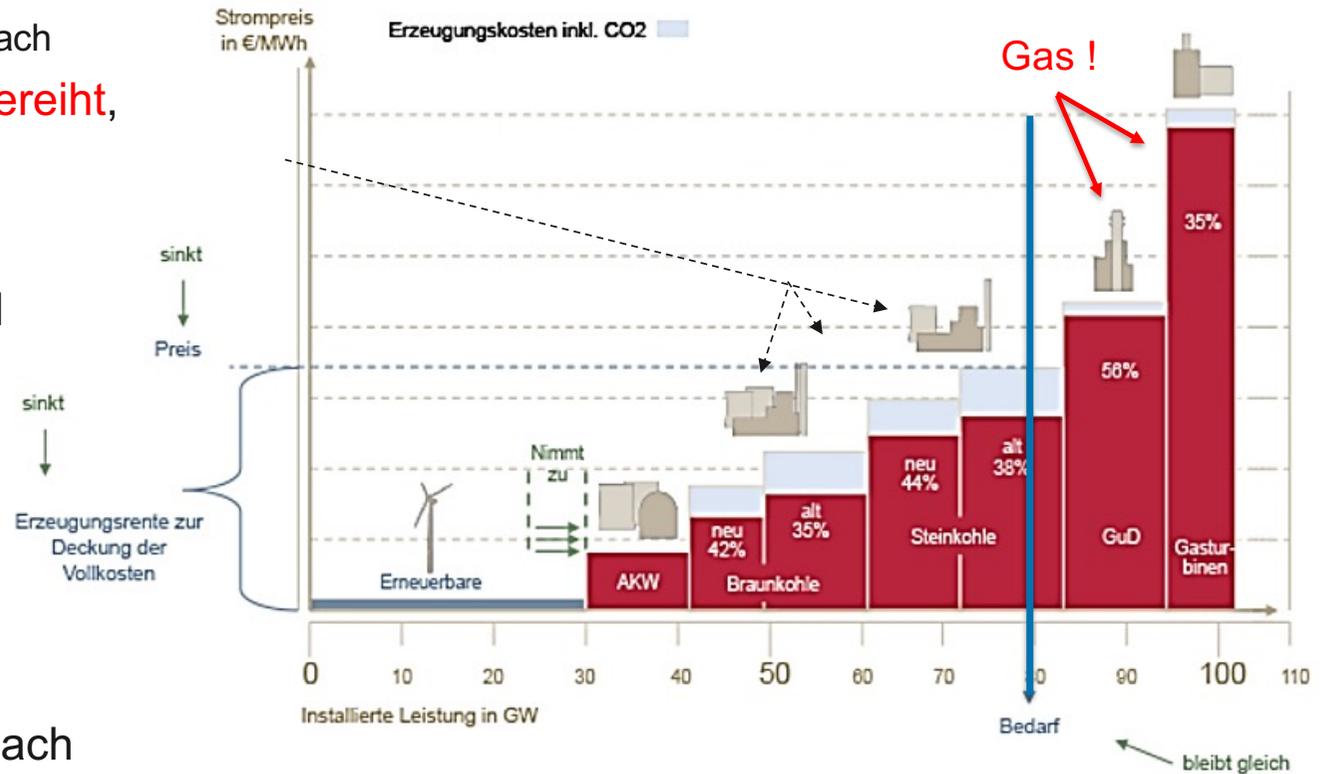
Quelle: [\\fs04.ost.ch\ies\10_Archiv\03_Literatur\Papers\02_PV\2023_03_Nationale_PV_Tagung_Nr21\PVT23_2.2_Peter_Cuony.pdf](#)

Strompreis → Wind & PV können Preise senken («Merit Order»)

Preisfindung mit «Merit-Order»:

- Die **günstigsten Kraftwerke** (nach Grenzkosten) werden solange **gereiht**, bis der **Bedarf** (in dieser Stunde) **gedeckt** werden kann.
- Diese Einsatzreihenfolge wird «Merit-Order» genannt.
- Den **Preis** bestimmt das **letzten-benötigte Kraftwerk**.

→ Viel Wind & PV (GK = 0)
«schieben» die Angebotskurve nach rechts – und senken somit die Strompreise!



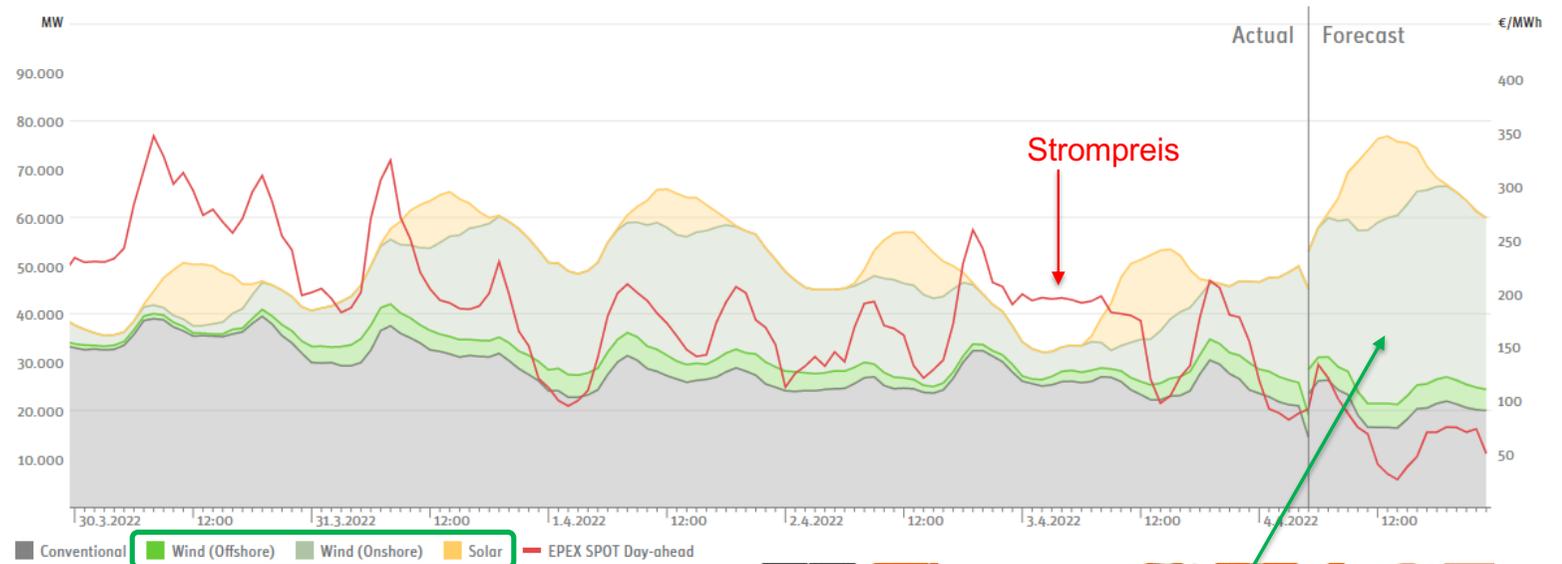
$$\text{Grenzkosten} = \frac{\text{Brennstoffpreis}}{\text{Wirkungsgrad}} + \text{Emissionen} \cdot \text{CO}_2\text{Preis} (+\text{Abnutzung})$$

(Gestehungskosten oder Vollkosten werden hier nicht betrachtet)

D: Wind & PV reduzieren den Strompreis (Bsp. Mo 4.4.2022)

«Preis = Indikator, ob Energie knapp ist»

«Erneuerbare senken die Strompreise»



Base-Preise vom Montag 4.4.2022 (24h-Mittelwert):

- BRD: 75.33 €/MWh
- CH: 349.39 €/MWh – Grenzkapazitäten!
- AT: 209.58 €/MWh – Grenzkapazitäten!
- F: 551.43 €/MWh – Stunde 8 in F kostete 2'987 €/MWh !!!



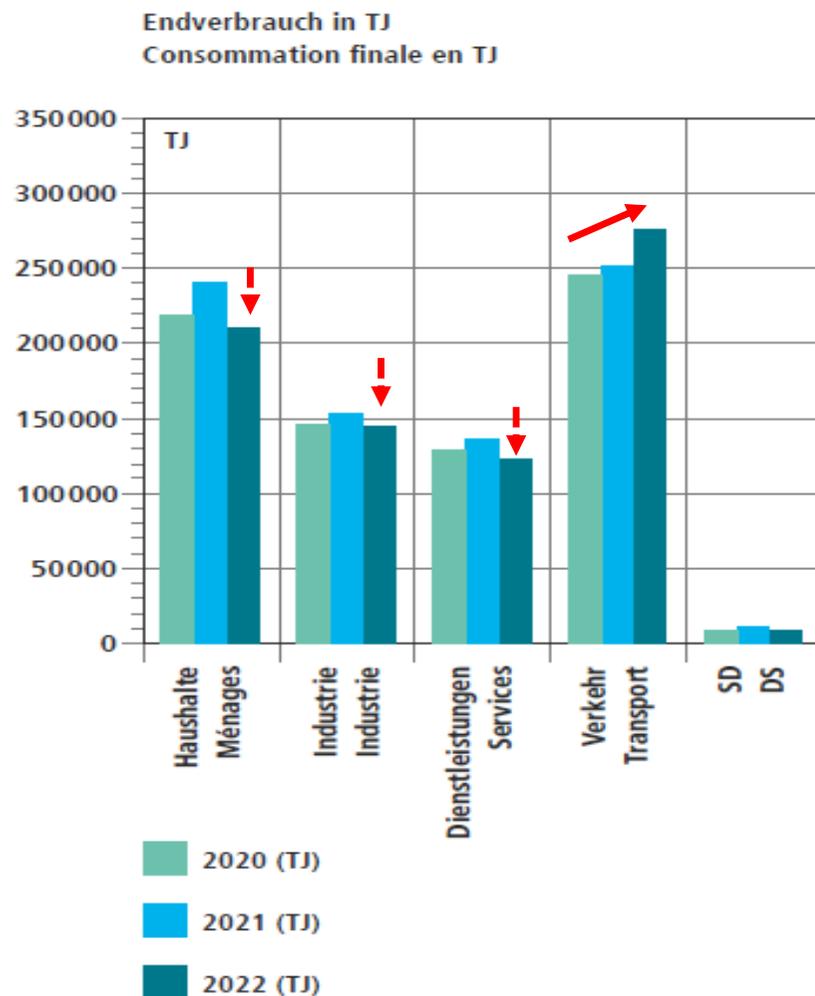
Agenda

- ❖ Rückblick - Situation vor dem Winter 2022/23
 - Gründe Energiemangel und die hohen Preise
 - Zusammenhang: Gaspreise & Strompreise (Strombörse und «Merit-Order»)

- ❖ Verlauf (Winter 2022/23) bis «heute» (Sept. 2023)
 - Winter 2022/23, aktuelle Situation & Vorbereitungen Winter 2023/24
 - Versorgungssicherheit Gas & Strom (Unterscheidung «Energie-Mangellage» & «Black-Out»)

- ❖ Energiepreise: Rück- und Ausblick
 - Aktuelle Konsumenten-Preise und zukünftige Strompreis-Erwartung

CH-Endenergieverbrauch 2022 um 3.9 % gesunken



3.9% Abnahme 2022 gegenüber 2021
(Abnahme 2020 wegen Covid-19 war 10%)

- **Abnahme** bei **Haushalten, Industrie & Dienstleistung**
- Aber **Zunahme** beim **Verkehr** (Flugverkehr)

Wichtige Einflussfaktoren (Vgl. zu 2021):

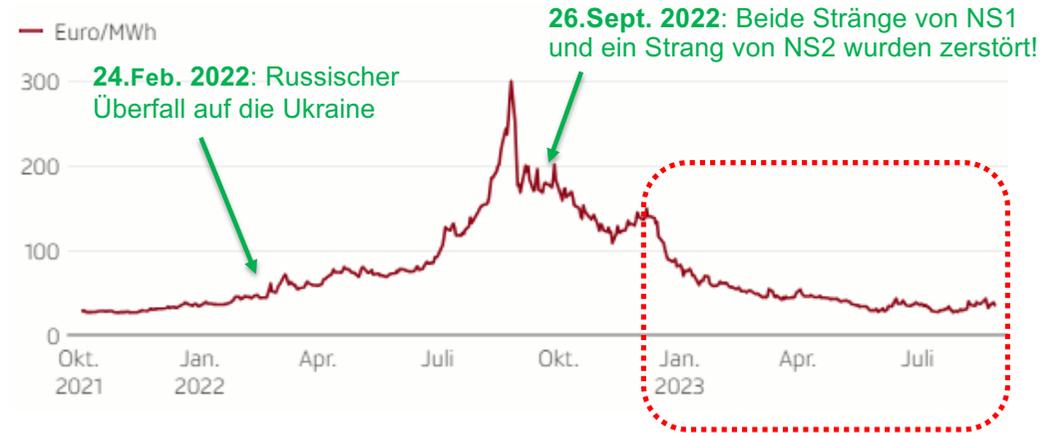
- **Witterung** (Heizgradtage -17.2%)
 - **Energie-Sparkampagne** des Bundes & **hohe Energiepreise**
 - Wirtschaftswachstum (BIP +2.8%)
 - Ständige Wohnbevölkerung (+0.8%)
 - MFZ Zulassungen (+0.5%)
 - Flugverkehr
(-64% auf 2020, +11% auf 2021, + 76% auf 2022)
- ➔ Effizienzsteigerungen?

Wie ist die aktuelle Situation (Stand vom 30.08.2023):

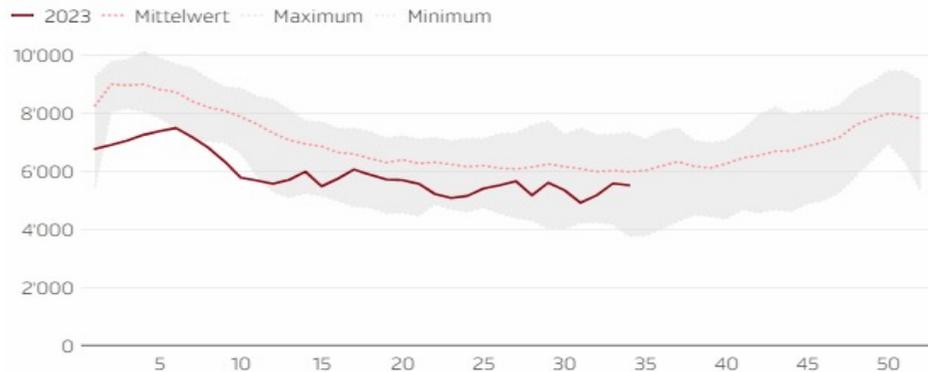
Gas - Speicherfüllstand in BRD



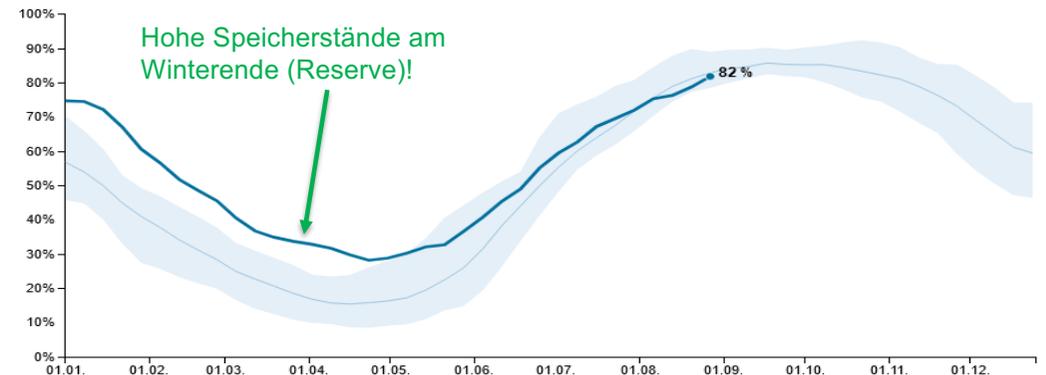
Gas - Preise



Produktion AKW Frankreich (2016-2023)

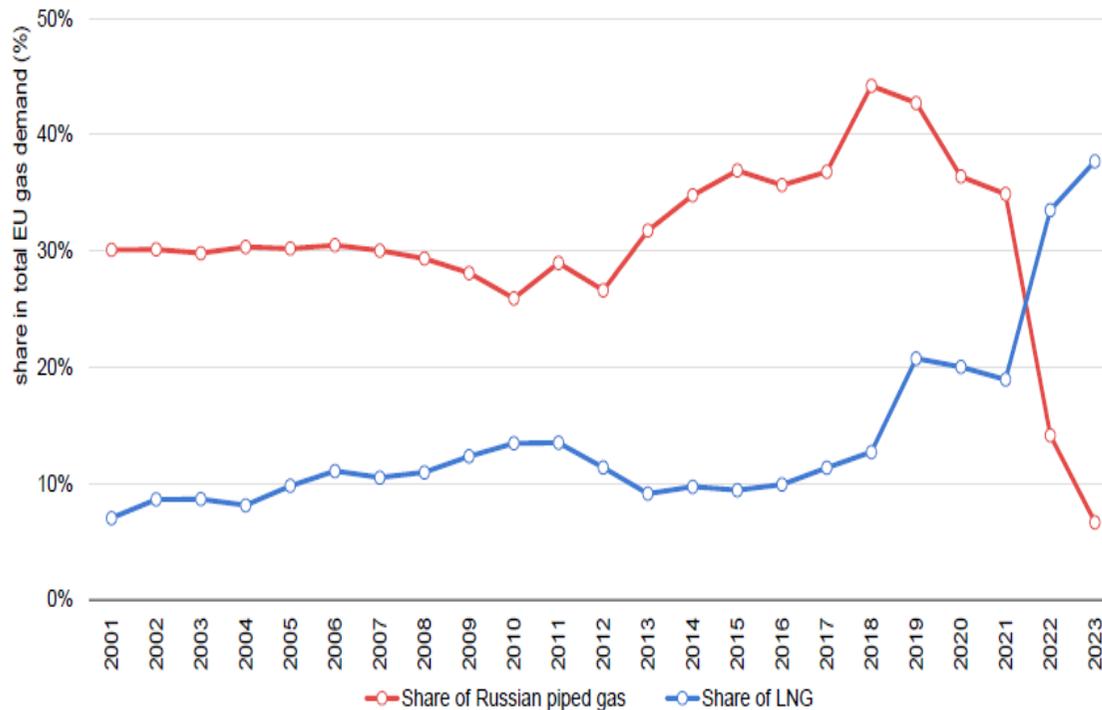


Füllgrad der Speicherseen (Schweiz 2014-2023)



Abhängigkeit von Russland stark reduziert (!)

LNG verdrängt Russland vom europäischen Gas-Markt



Quelle: [IEA, Gas Security & Market Report Q3, 2023](#),

Wichtigsten Pipelines nach Europa:

(Pipelines durch die **Ukraine** liefern noch Gas - **Vertragskonform!**)

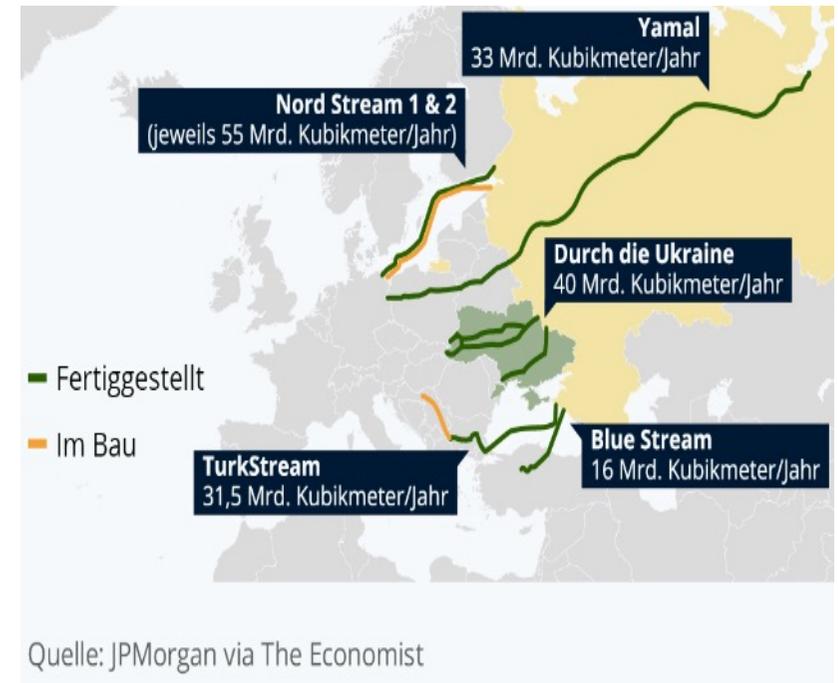
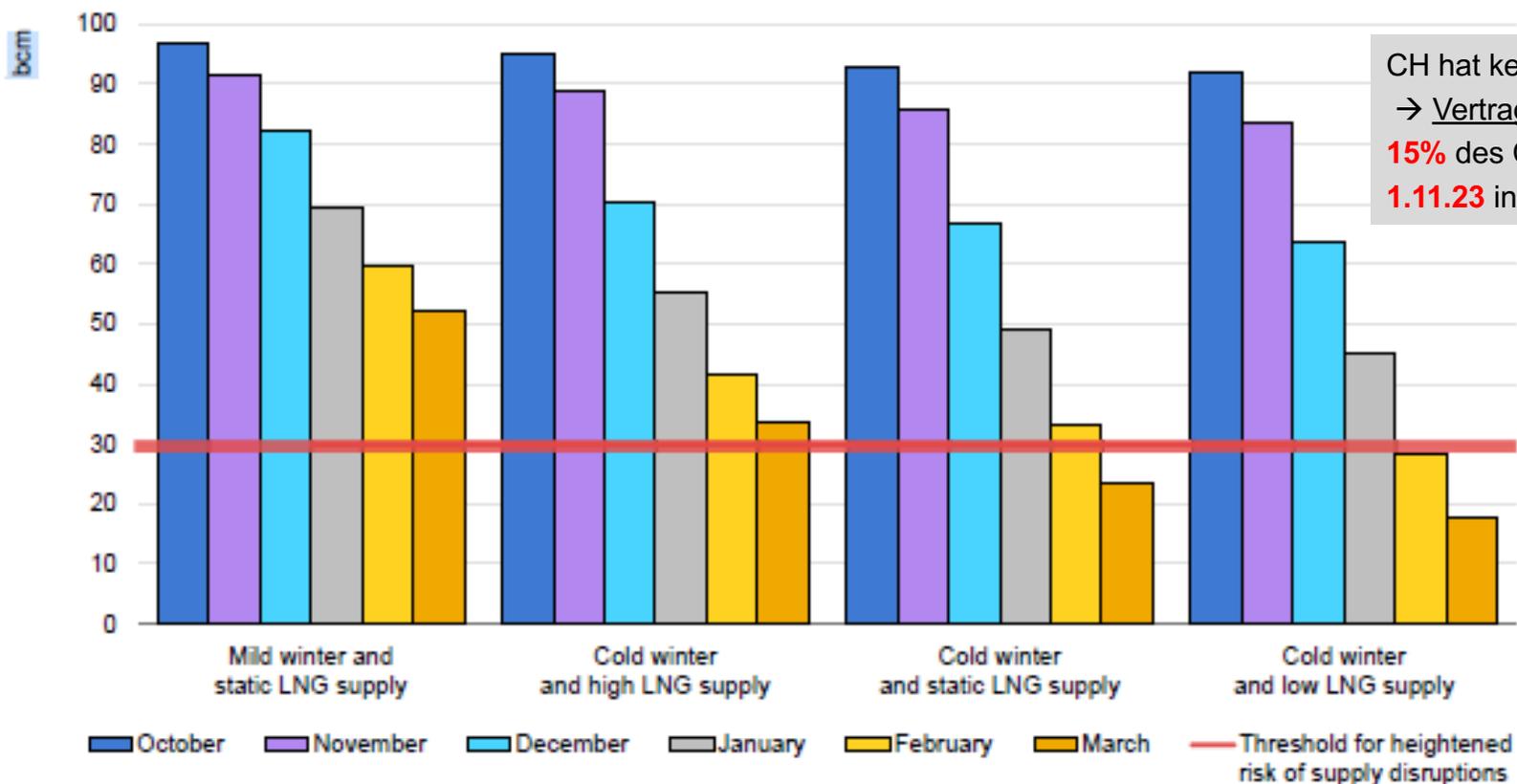


Bild-Quelle: <https://de.statista.com/infografik/26916/kapazitaet-der-groessten-gas-pipelines-zwischen-russland-und-europa/>

Gas-Wintersicherheit (EU-Szenarien ohne russischem Gas!)

Nur "volle" Speicher reichen nicht aus – LNG & kalter Winter?

Potential EU gas storage trajectories without Russian piped gas under different scenarios during the 2023/24 winter season

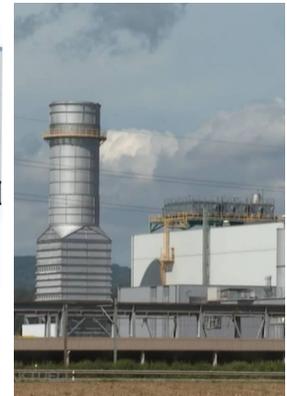


Strom-Wintersicherheit

Massnahmen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit:

(«Winterstromreserve», ca. 1'000 MW)

- **Wasserkraft-Reserve** (Speicherkraftwerke halten Energie vor)
- **Reserve-Kraftwerke** (fossil)
 - Aktuell 3 KW: Birr AG (250 MW, 8 mobile Gasturbinen), Cornaux NE und Monthey VS mit Gas, Diesel, Öl, zukünftig auch Wasserstoff
- Gepoolten Notstromgruppen und KWK-Anlagen
- (OSTRAL-Massnahmen)



ABER: Relativ hohe Kosten

→ Neue Preiskomponente ab 2024: «Stromreserve» 1.2 Rp./kWh bzw. 4%

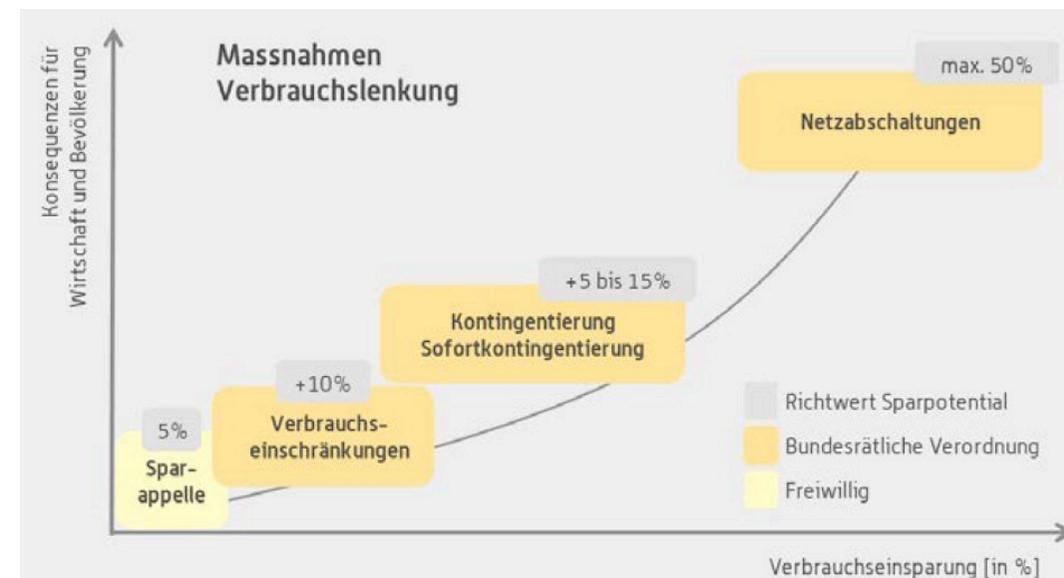
Mangellage: 4-Stufen von OSTRAL (& erwartets Sparpotential)

Organisation für Stromversorgung in Ausserordentlichen Lagen (=OSTRAL):

Vertreter von EVU's (Axp0, BKW, etc.), Swissgrid, etc.
→ Unterteilung in 4 Regionen

- 1. Schritt:** Sparappelle des Bundesrats: Bürgerinnen und Bürger sowie die Unternehmen sollen Stromverbrauch senken (**freiwillig!**)
[Einsparung ca. 5 %]
- 2. Schritt** (wenn es nicht genügt): **Verbrauchseinschränkungen** z.B. Einschränkungen bei Rolltreppen, Saunas, Skiliften öffentlichen Beleuchtung, Fahrplanausdünnung im ÖV, etc.[Einsparung ca. +10 %]
- 3. Danach** folgt die **Kontingentierung für Unternehmen:** Betrieben dürfen in einem bestimmten Zeitbereich nur noch eine bestimmte Strommenge verbrauchen (wann & wie ist ihnen überlassen)
[Einsparung +5...15 %]
- 4. Ultima Ratio:** Zyklische **Netzabschaltungen** nach fest definierten Plänen (zeitlich & örtlich) [Einsparung max. 50 %]

OSTRAL unterteilt die Schweiz in diese 4 Regionen:



Kein Zshg. «Black-Out-Risiko» & «Strommangellage»

- ❖ «**Black-Out**»: Überregionaler Stromausfall, welcher «**überraschend**» eintritt (nicht prognostizierbar)
 - **Mögliche Ursache:** Verkettung ungünstiger Umstände (z.B. Kaskade von Fehlern, Häufung von KW-Ausfällen, mehrfaches, menschl. Versagen)
 - **Auswirkungen:** Gesamte Region ist komplett von externer Spannungsversorgung abgeschnitten
 - **Behebung:** Netzwiederaufbau (NWA) mit «schwarzstart» fähigen Kraftwerken → NWA wird schon seit vielen Jahren an Simulatoren trainiert (lokale & europaweite NWA-Trainings)
- ❖ **Strommangellage:** Die **angebotene Erzeugung** kann den **prognostizierten Verbrauch** nicht decken
"Ereignis kündigt sich vorab an" → Reaktion möglich!
 - **Erkennung:** Spätestens beim Clearing an der Strombörse (11 Uhr Schweiz, 12 Uhr in EU)
 - **Mögliche Ursachen:** Engpass bei KW-Leistung (zu wenig nEE oder Kraftwerksausfälle) oder erhöhter Bedarf (Kältewelle, etc.)
 - **Massnahmen:** Zweite Ausschreibung beim Strommarkt, Einsatz von strategischer Reserve, OSTRAL Schritte 2-4 (Verbrauchseinschränkung, Kontingentierung bei Industriekunden, Netzabschaltungen)

Agenda

- ❖ Rückblick - Situation vor dem Winter 2022/23
 - Gründe Energiemangel und die hohen Preise
 - Zusammenhang: Gaspreise & Strompreise (Strombörse und «Merit-Order»)

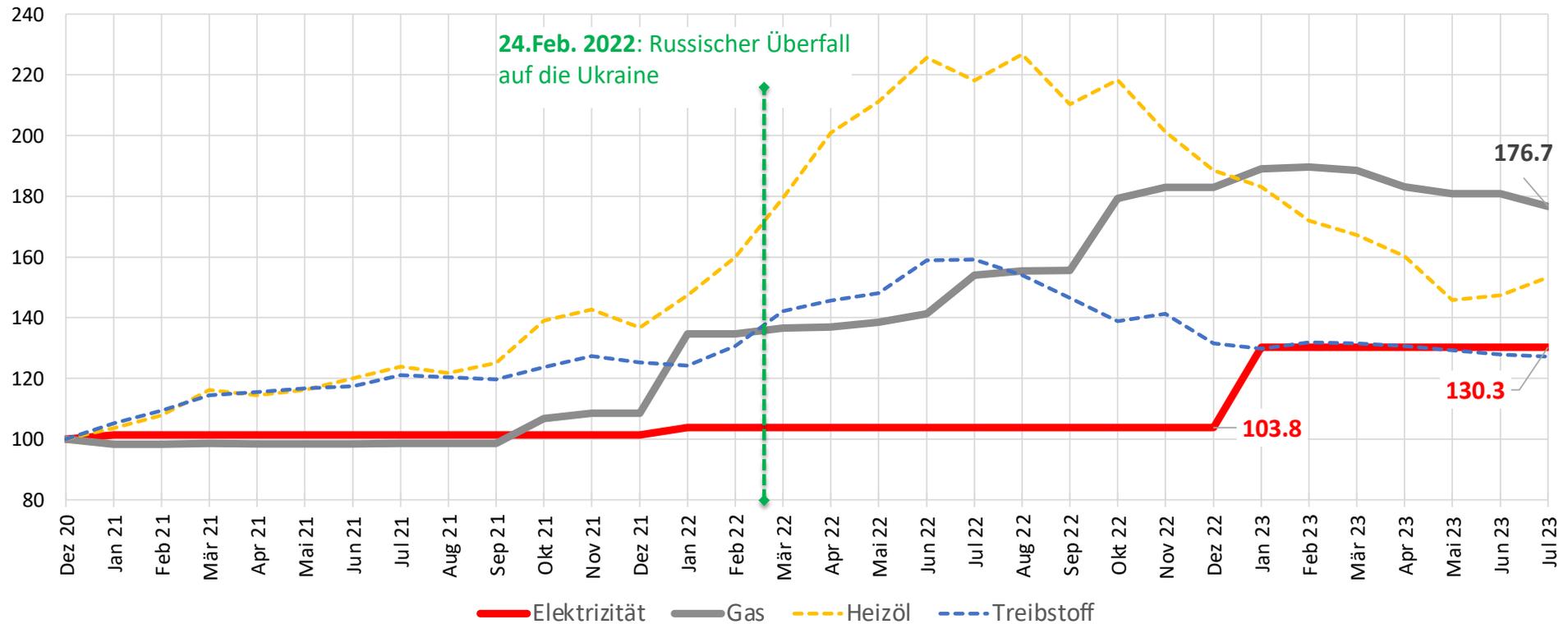
- ❖ Verlauf (Winter 2022/23) bis «heute» (Sept. 2023)
 - Winter 2022/23, aktuelle Situation & Vorbereitungen Winter 2023/24
 - Versorgungssicherheit Gas & Strom (Unterscheidung «Energie-Mangellage» & «Black-Out»)

- ❖ Energiepreise: Rück- und Ausblick
 - Aktuelle Konsumenten-Preise und zukünftige Strompreis-Erwartung

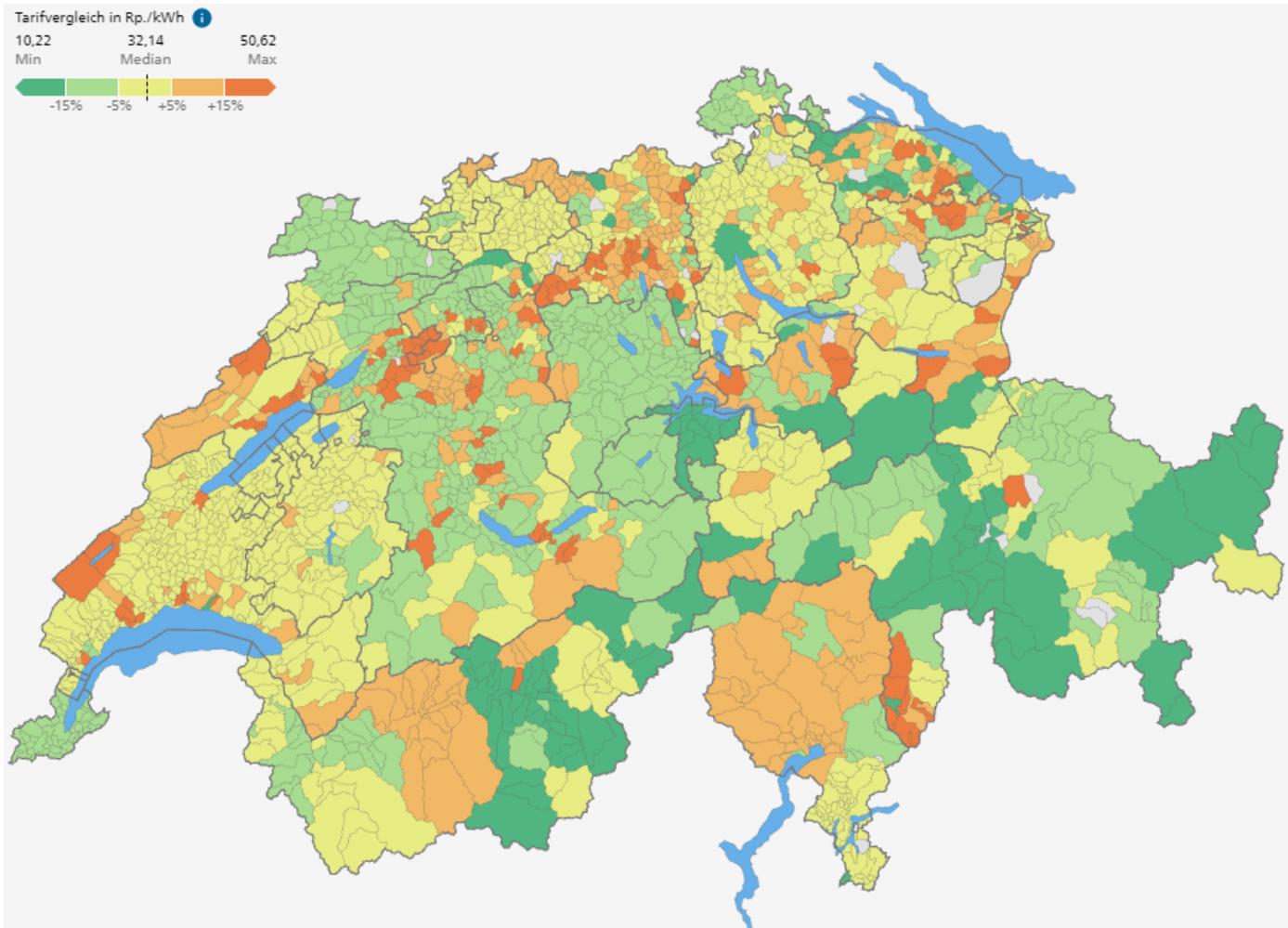
Veränderung der Konsumenten-Energiepreise

(Relativ gering, da häufig langfristig Absicherung über die Terminmärkte → Industriepreise sind «stärker» gestiegen)

Landesindex der Konsumentenpreise (Dez. 2020 = 100)



Und: 2024 steigen die Stromtarife in CH um 18% (H4)



Strompreise 2024:

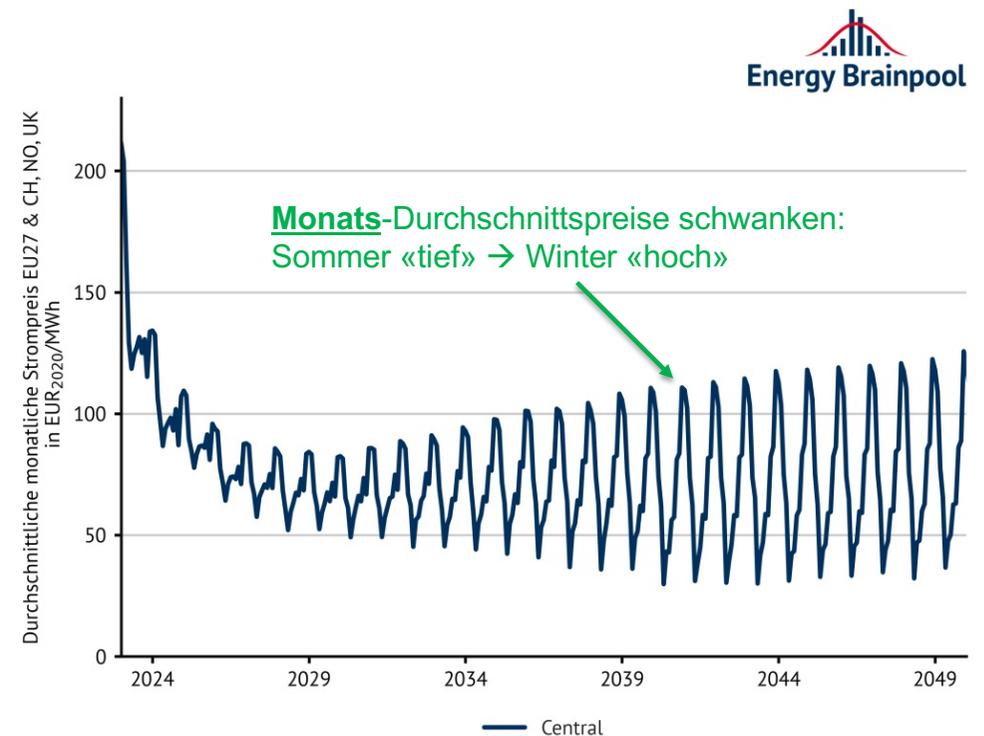
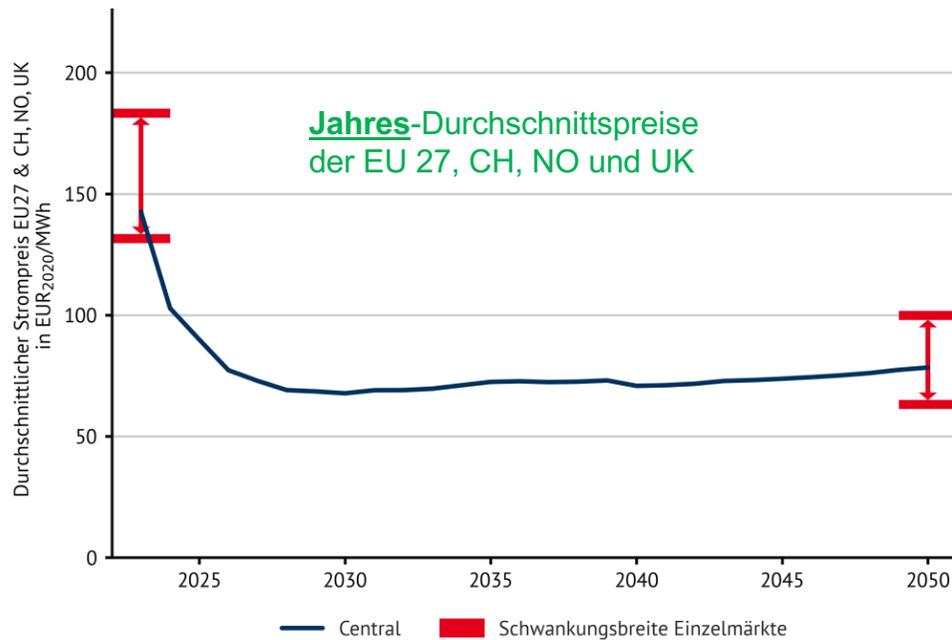
- 18% Steigerung zu 2023
- Median: 32.1 Rp./kWh
(2023: 27.2 Rp./kWh, davor viele Jahre 21 Rp./kWh)
- Regional grosse Preisunterschiede:
(Eigene KW?, Wann laufen Verträge aus?, etc.)
[10.2 ... 50.6] Rp./kWh

Kategorie H4: 4'500 kWh/Jahr: 5-Zimmer-
wohnung mit Elektroherd und Tumbler (ohne
Elektroboiler)

Strompreise: Erwartung für die «Zukunft»?

Prognose der durchschnittlichen Strompreise EU 27, CH, No & UK:

- ❖ Jahresmittelwert wird wieder fallen, von 2030 bis 2050 dann leicht steigen
(von 69 €/MWh auf 78 €/MWh [7...8 Rp./kWh])



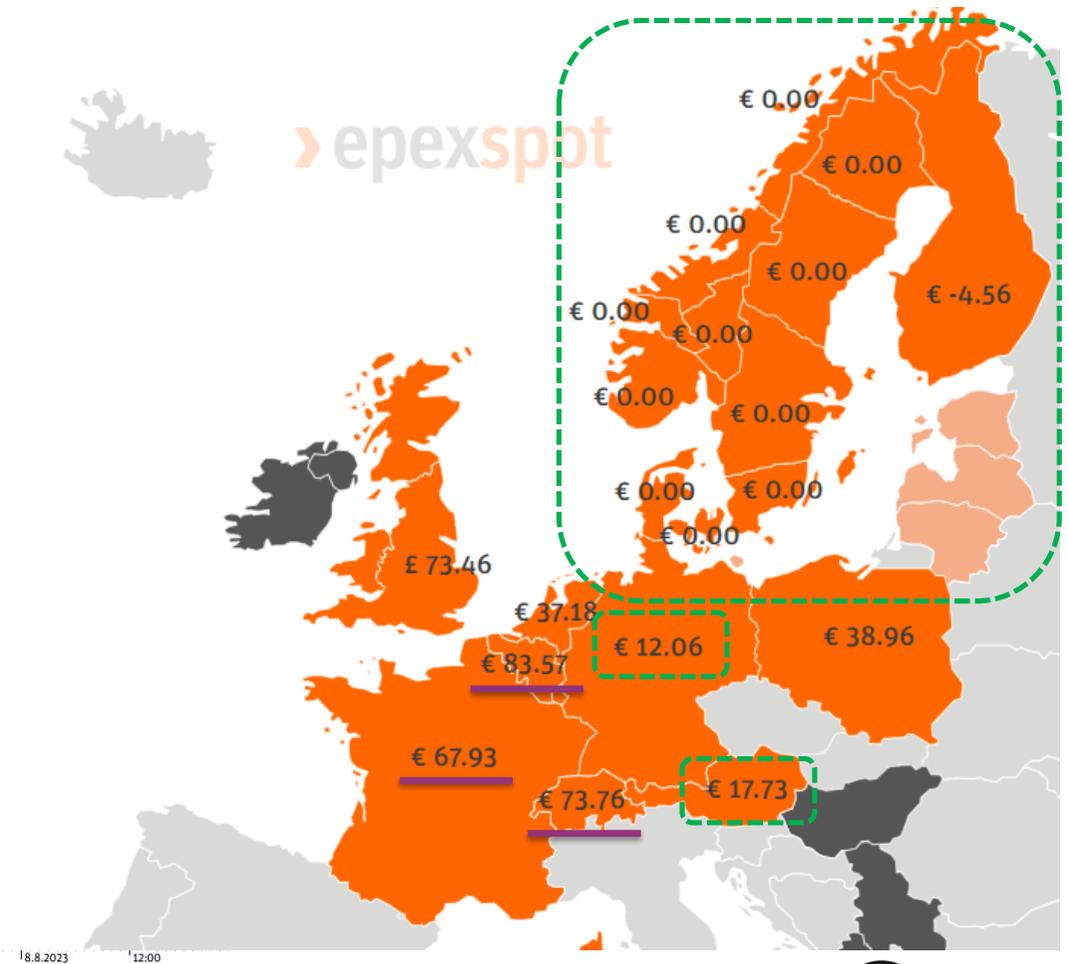
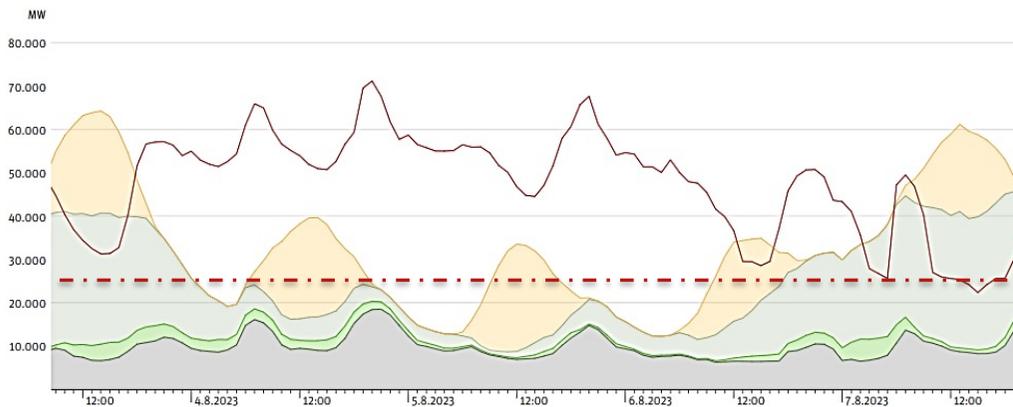
Beispiel für «zukünftige» Strompreise?

Preise vom 8.8.2023 ein «Vorgeschmack»?

- N,S, DK → Basepreis = 0 €/MWh (24h lang kostenlos!)
- Fin sogar negativ: Basepreis = – 4.5 €/MW

Erwartung der «zukünftigen» Preisentwicklung:

- Stunden mit 0 €/MWh werden «häufiger» werden (wegen starkem Zubau von Wind & PV → Grenzkosten «quasi»)
- Stunden mit neg. Preise werden abnehmen (unflexible KW werden aus dem Markt gedrängt)



Zusammenfassung und Ausblick – Vielen Dank!



❖ **Versorgungssicherheit Winter 2023/24: «Gut vorbereitet»**

- **Gas:** Speicher sind «gut gefüllt», LNG-Versorgung und Speicher vertraglich gesichert
- **Strom:** Absicherung mit Reserve-Kraftwerke & Speicher-Reserve (OSTRAL-Massnahmen, falls es doch zu einer «Mangellage» kommen sollte)
- **Unsicherheiten:** Geopolitische Unsicherheiten, «Kalter Winter», Sparverhalten und mögliche Ausfälle (Gasversorgung & Kraftwerke)

❖ **Strompreise: Aktuell hoch, sollten «mittelfristig» aber wieder sinken**

- Langfristige Erwartung: Etwas höher als vor 2020 (z.B. 2050 ca. 78 €/MWh, 2018 war 50 €/MWh)
- Volatilität wird stark zunehmen: «Tageszeitlich» & «Saisonal»
- «Verbrauch an Erzeugung anpassen»

«Schneller» Ausbau von EE reduziert «Abhängigkeiten» & «Energiepreise»