

Strompreise verstehen – Was hat der Strompreis mit dem Gaspreis zu tun ?

Das europäische Verbundnetz und sein physikalischer und bilanzieller Stromfluss

27. März 2024

Walter Sachs, VESE

walter.sachs@vese.ch

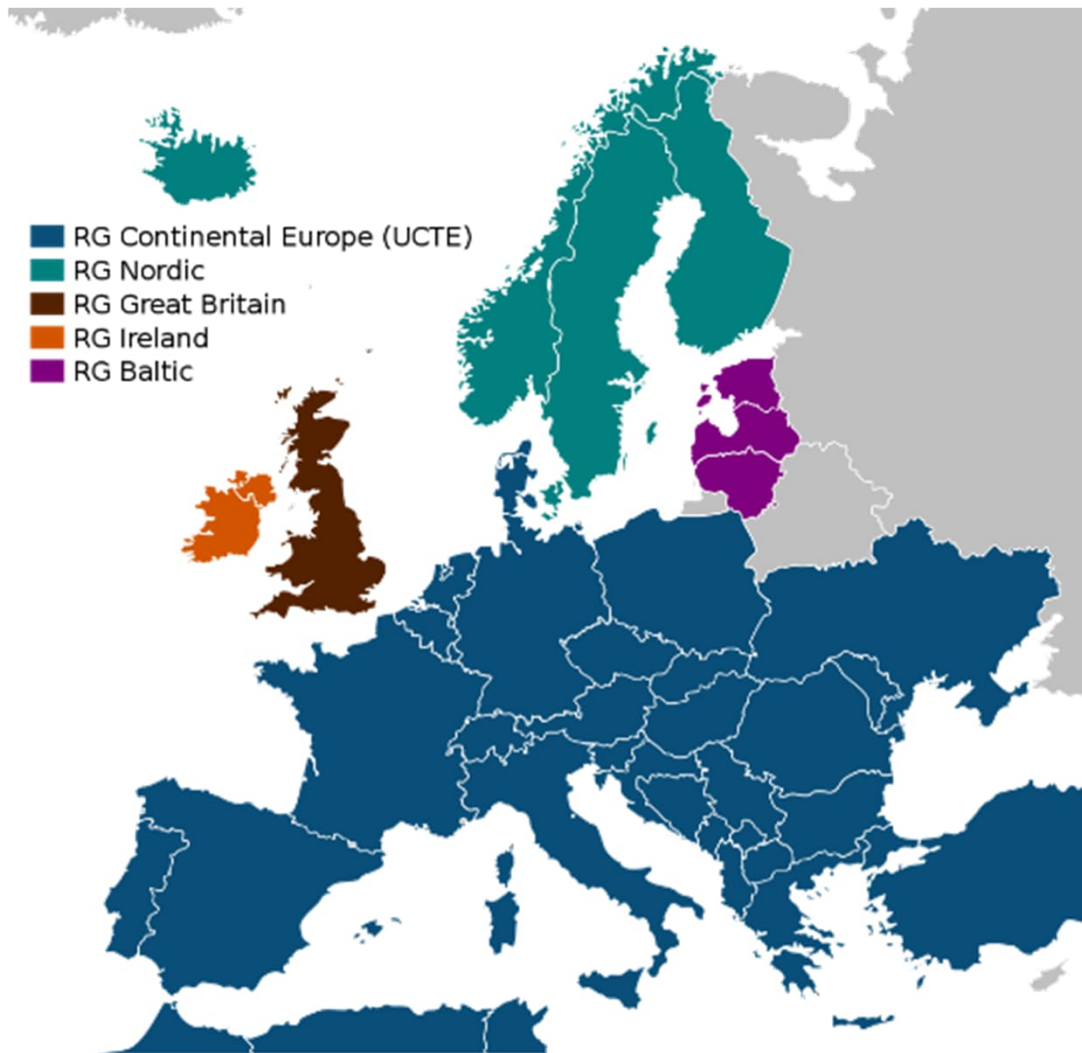
Einleitung

- Warum schwanken die Preise? Die Gestehungskosten bleiben ja ca. gleich, oder?

Das Stromverbundnetz in Westeuropa

- 34 Länder haben ihre Stromnetze zusammengeschlossen, Ziel war die gleichmässige Auslastung von Kraftwerken sowie die Stabilität des Stromnetzes
- es gliedert sich in fünf Subnetze, in jedem dieser Subnetze fliesst überall mit dem gleichen Takt der Strom
- wir reden hier vom physikalischen Stromfluss, dieser muss separat vom bilanziellen Stromfluss, d.h. von der Verrechnung sowie dem Ein- und Verkauf von Strom unterschieden werden
- es gilt also, zwei Ebenen zu betrachten:
 - physikalischer Stromfluss -> „wohin fliesen welche Elektronen?“
 - Geldstromfluss -> wer bezahlt wem wieviel?

Geographische Gliederung

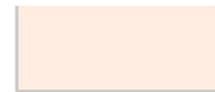


- Gesamtverwaltung: ENTSO-E
- an den Landesgrenzen: «Kuppelstellen», welche als Trennstelle zwischen den Netzen dienen (können normale Hochspannungsleitungen sein)
- für uns von Bedeutung ist das UCTE-Verbundnetz

UCTE-Verbundnetz



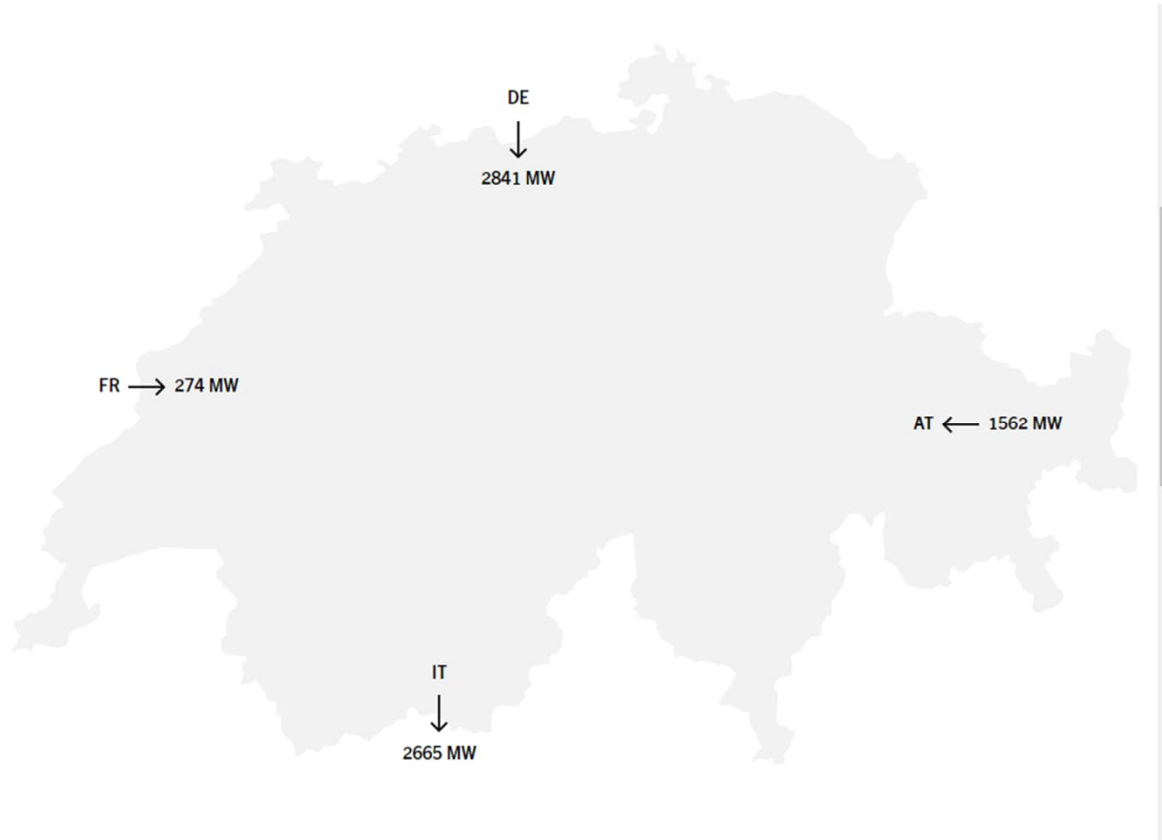
ENTSO-E members



Other power systems



Energieaustausch an den Kuppelstellen



- Quelle: Swissgrid, 22. 2. 23, 14 h

physikalischer Stromfluss

- «Kupferplatte Schweiz» – das bedeutet, dass Strom – ausreichend Trafo- und Leitungskapazitäten vorausgesetzt – an beliebiger Stelle ein- und ausgespeist werden kann. Vorstellbar wie ein Wasserrohrnetz, wo an beliebigen Stellen Quellen und Senken angeschlossen sein können, der Strom nimmt hier immer den Weg des geringsten Widerstands («Kirchhoffsche Gesetze»)
- wie beim Wasser auch, kann nicht mehr in die Leitungen eingespeist werden, als bezogen wird
- Bsp. schaltet man einen elektrischen Wasserkocher mit 2000 Watt Leistung ein, so muss ein Wasserkraftwerk mit einer Netto-Fallhöhe von 500 Metern seine Turbinierung um ca. 0.5 Liter/sec erhöhen
- Regelgrösse ist die Netzfrequenz

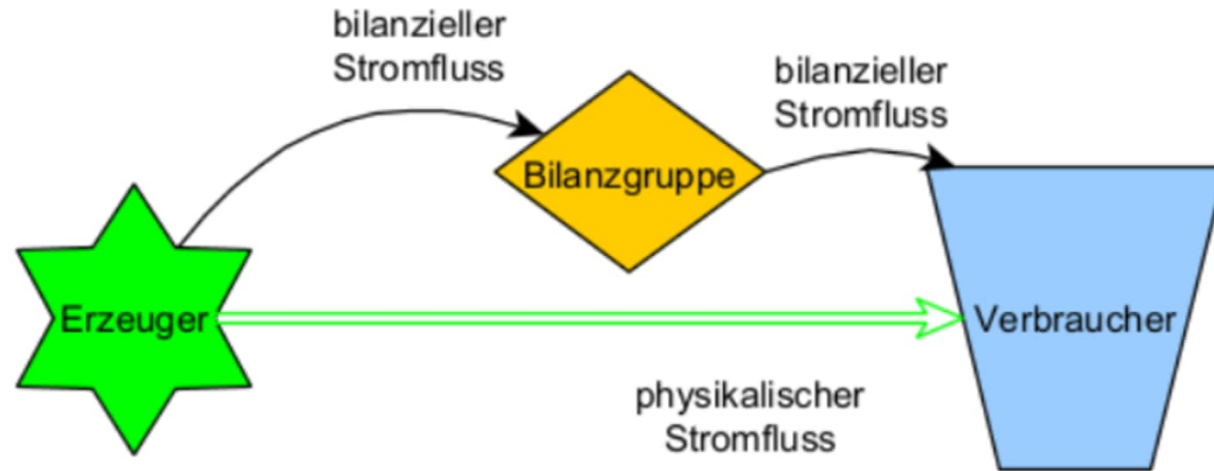
Regelenergie (physikalisch)

- da dauernd Verbraucher zu- und weggeschaltet werden, muss auch dauernd die Produktion geändert werden. Diese kurzfristigen, nicht geplanten Änderungen werden als «Regelenergie» bezeichnet

Technisch gesehen wird dieses Fließgleichgewicht durch die Trägheit der involvierten, rotierenden Massen, der Primär- (Drehzahlregelung der Generatoren, Batterien und Dampfreserven), Sekundär (z.B. Pumpspeicherkraftwerke)- und Tertiärregelung (weitere Kraftwerke und Demand Side Management (DSM)) sichergestellt

Regelgrösse ist die Frequenz: sinkt diese unterhalb der Nennfrequenz von 50 Hz, so ist der Verbrauch grösser als die Produktion, es wird "positive Regelleistung" (d.h. Zuschalten von Kraftwerken) benötigt, ist diese oberhalb 50 Hz, so ist die Produktion grösser als der Verbrauch, es wird "negative Regelleistung" (d.h. Abschalten von Kraftwerken) benötigt.

Strom – physikalisch und bilanztechnisch I



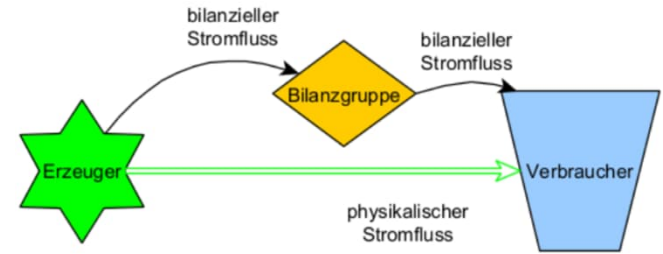
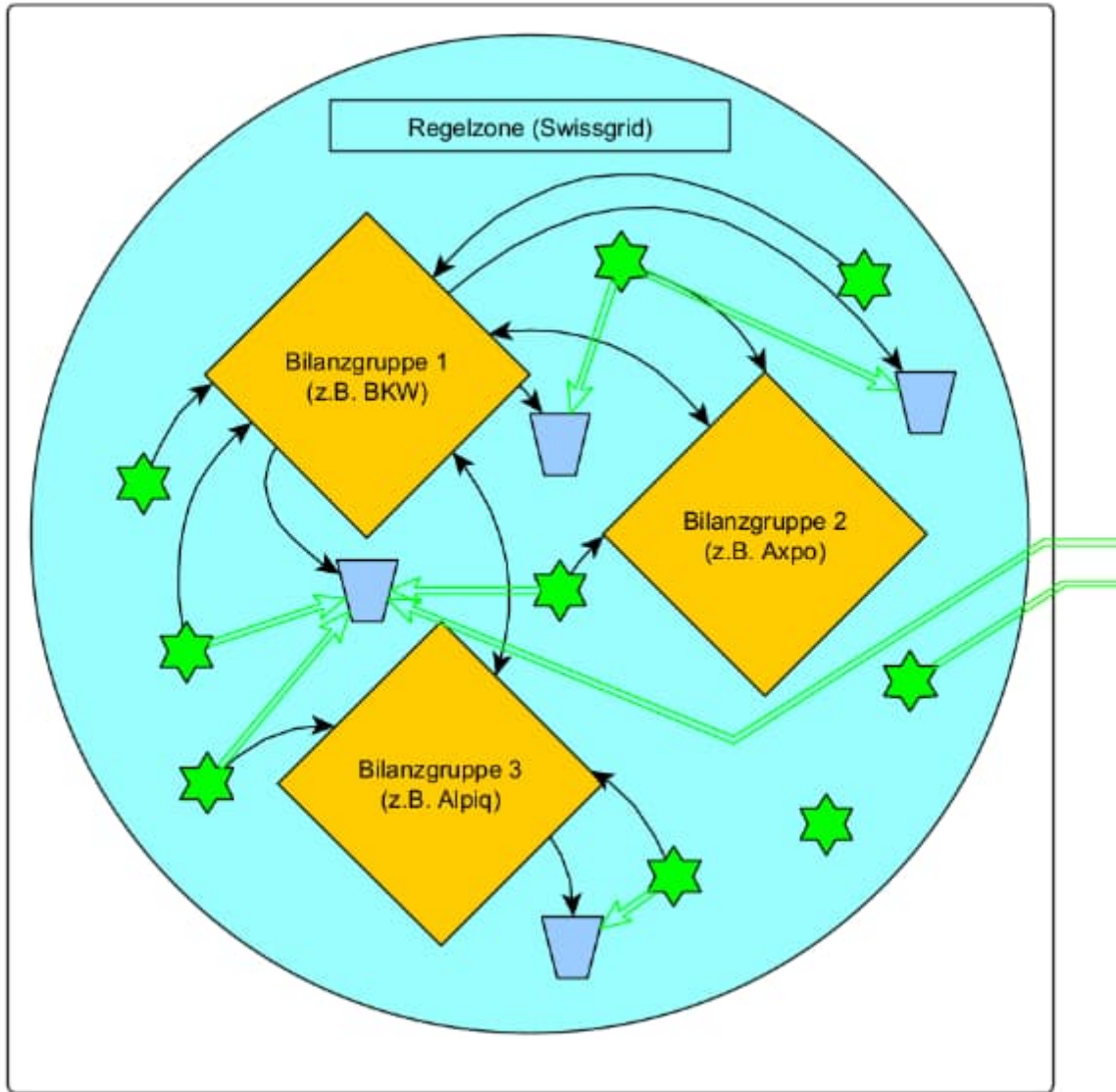
Physikalisch

- «Kupferplatte Schweiz»

Bilanziell

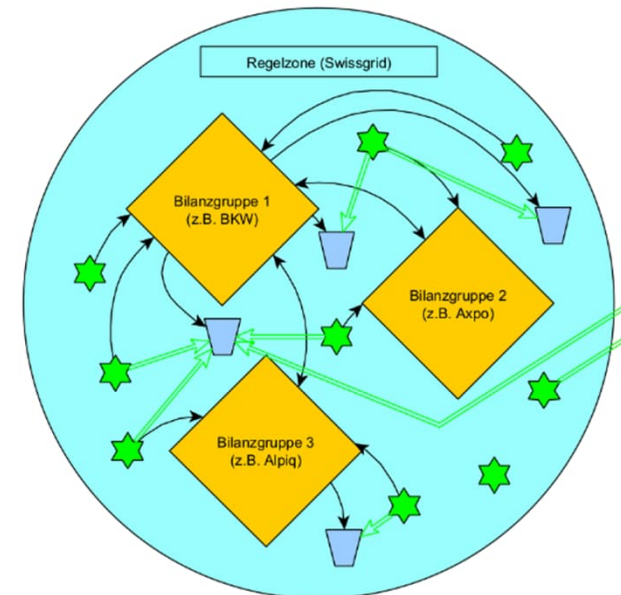
- Strom wird wie jede andere Ware gehandelt, die «Handelströme» entsprechen aber nicht den «Warenströmen», gehandelt werden kWh über das Internet, als Ware fließen Elektronen physikalisch in Leitungen

Strom – physikalisch und bilanztechnisch II



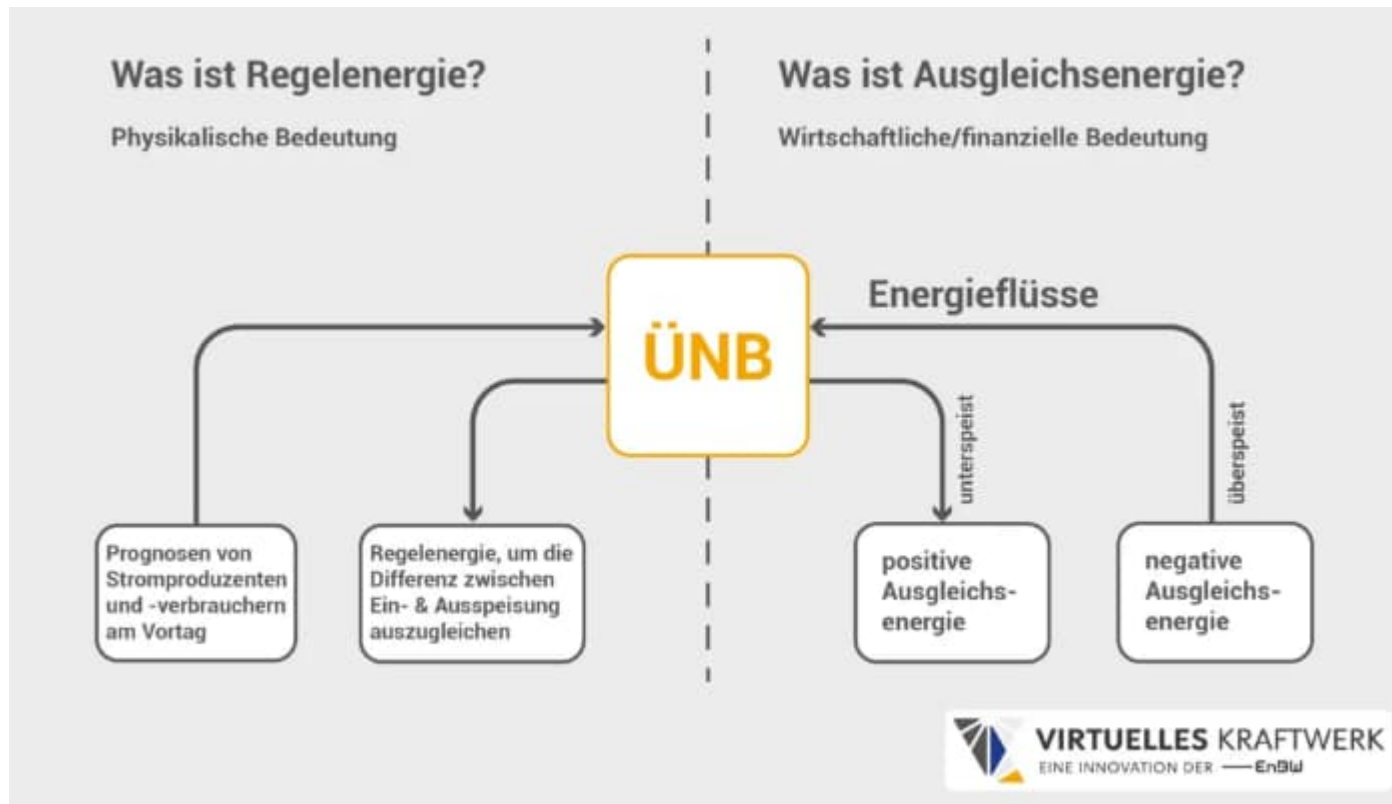
bilanzieller Stromfluss (Handel von kWh)

- Hier geht es ausschliesslich um die Verrechnung und die Sicherstellung, dass den Verbrauchern genügend Erzeuger zur Seite stehen.
- Dies wird über sogenannte "Bilanzgruppen" abgewickelt.
- CH: eine Regelzone und ca. 110 Bilanzgruppen.
- Jeder Verbraucher und jeder Erzeuger ist dabei genau einer Bilanzgruppe zugeordnet.
- Die Bilanzgruppe ist dafür verantwortlich, dass innerhalb ihres Verantwortungsbereichs (d.h. ein virtuelles "Gebiet", so kann z.B. ein Tessiner Kraftwerk der Bilanzgruppe der EKZ zugeordnet sein) die Produktion und der Verbrauch im Viertelstundentakt ausgeglichen sind.
- Dazu erstellt jede Bilanzgruppe einen sogenannten "Fahrplan" auf Viertelstundenbasis, in welchem sie die prognostizierten Verbräuche und Produktionen festhält.
- Sollte der Fahrplan ergeben, dass der Verbrauch grösser oder kleiner ist als die Produktion, so hat die Bilanzgruppe (resp. deren "Bilanzgruppenverantwortlicher") folgende Möglichkeiten:
 - Reduktion oder Erhöhung der Verbraucher und/oder der Produktion
 - Einkauf oder Verkauf von Strom bei anderen Bilanzgruppen
- Zusammengefasst: jede Bilanzgruppe muss einen ausgeglichenen Fahrplan den Betreibern der zugehörigen Regelzone abliefern.



Regelenergie und Ausgleichsenergie

- physikalisch : Regelenergie
- bilanzielles Pendant: Ausgleichsenergie (hat nichts mit Energie zu tun, hier geht es um Bezahlung)



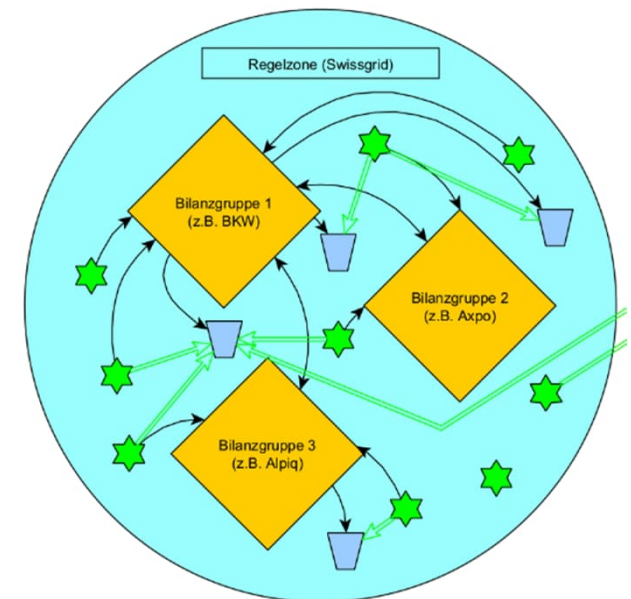
ÜNB: Übertragungsnetzbetreiber, in der Schweiz die Swissgrid

Ausgleichsenergie (wirtschaftlich/finanziell)

- diese ist das bilanzielle Pendant der "Regelenergie" und wird durch die Regelzone bereitgestellt. Ein Beispiel: eine Bilanzgruppe hat aktuell einen Mehrverbrauch von 60 MW gegenüber dem Fahrplan. Würde die Bilanzgruppe (physikalisch gesehen) als Insel betrieben, würde in diesem Falle das Stromnetz instabil werden (Verbrauch grösser als Produktion) - hier ist nun die Regelzone, in CH betrieben durch Swissgrid, gefordert: diese muss nun Regelenergie bereitstellen und stellt dies der unausgeglichene Bilanzgruppe in Form von "Ausgleichsenergie" in Rechnung.
- „Blackout“: physikalischer Zusammenbruch der Stromnetzes
- „Strommangellage“: fehlende Markträumung
- „fehlende Markträumung“: diese liegt vor, wenn an der Strombörse für die Schweiz (EPEX SPOT Day-Ahead Auction CH) für den Folgetag die nachgefragte Energiemenge das Energieangebot übersteigt.

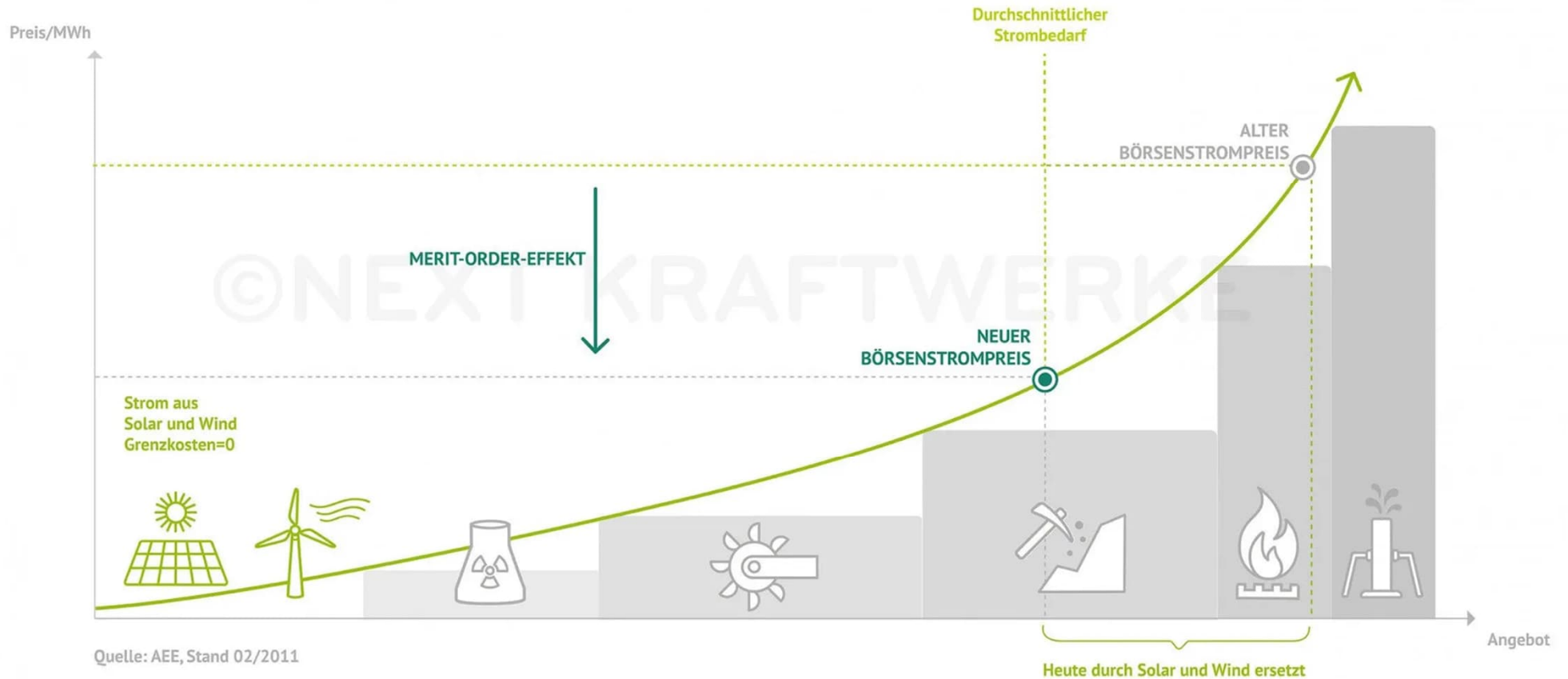
Quelle:

<https://www.swissgrid.ch/content/dam/swissgrid/customers/topics/legal-system/balance-group/1/05-Appendix-5-Energy-reserves-V1-0-de.pdf>



Merit-Order

Merit-Order-Effekt

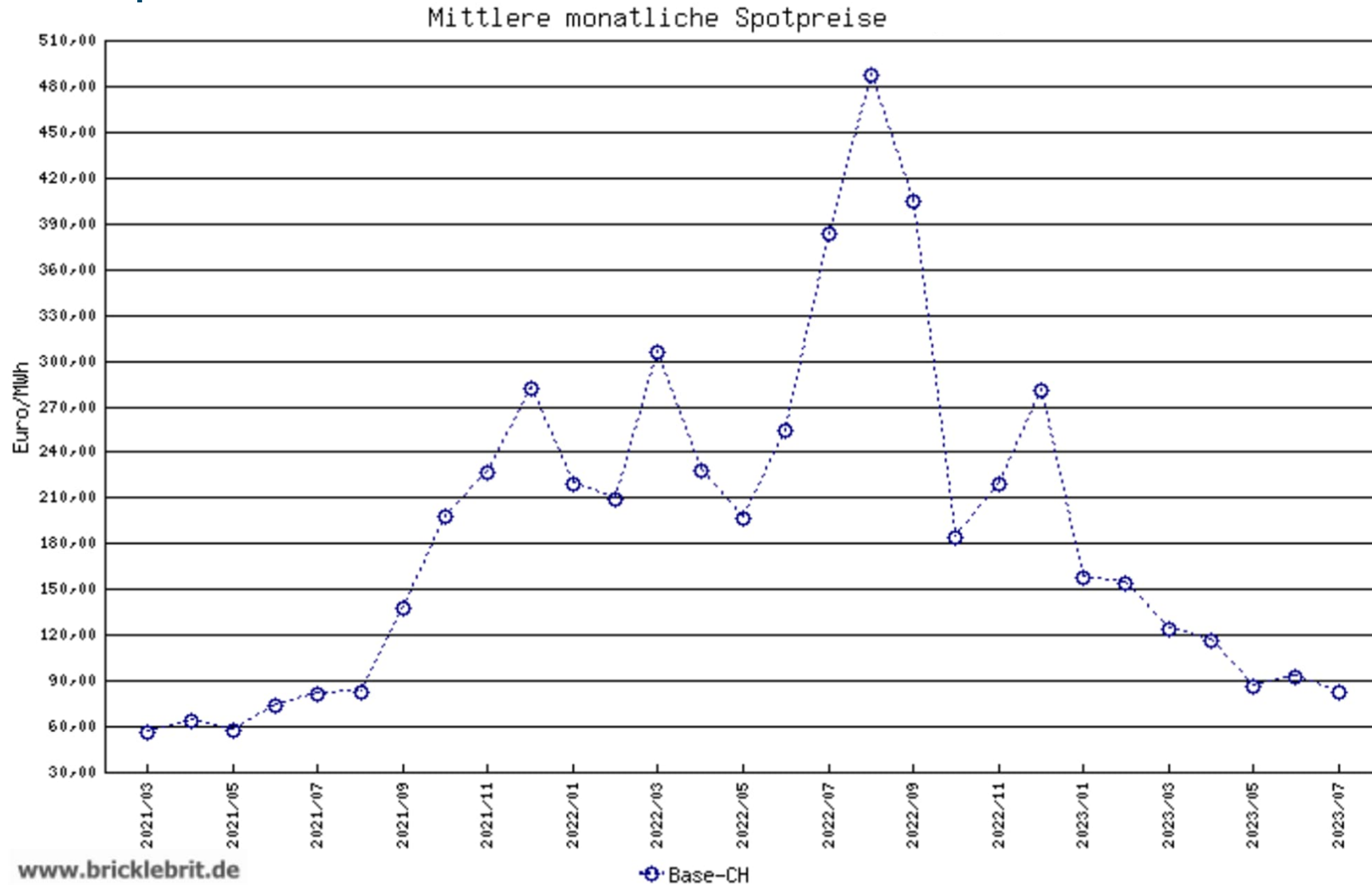


basiert auf der einfachen Überlegung, dass niemand seinen Strom unter Marktwert verkaufen will

Day-Ahead Schweiz

Quelle: <https://bricklebrit.com/epex.html>

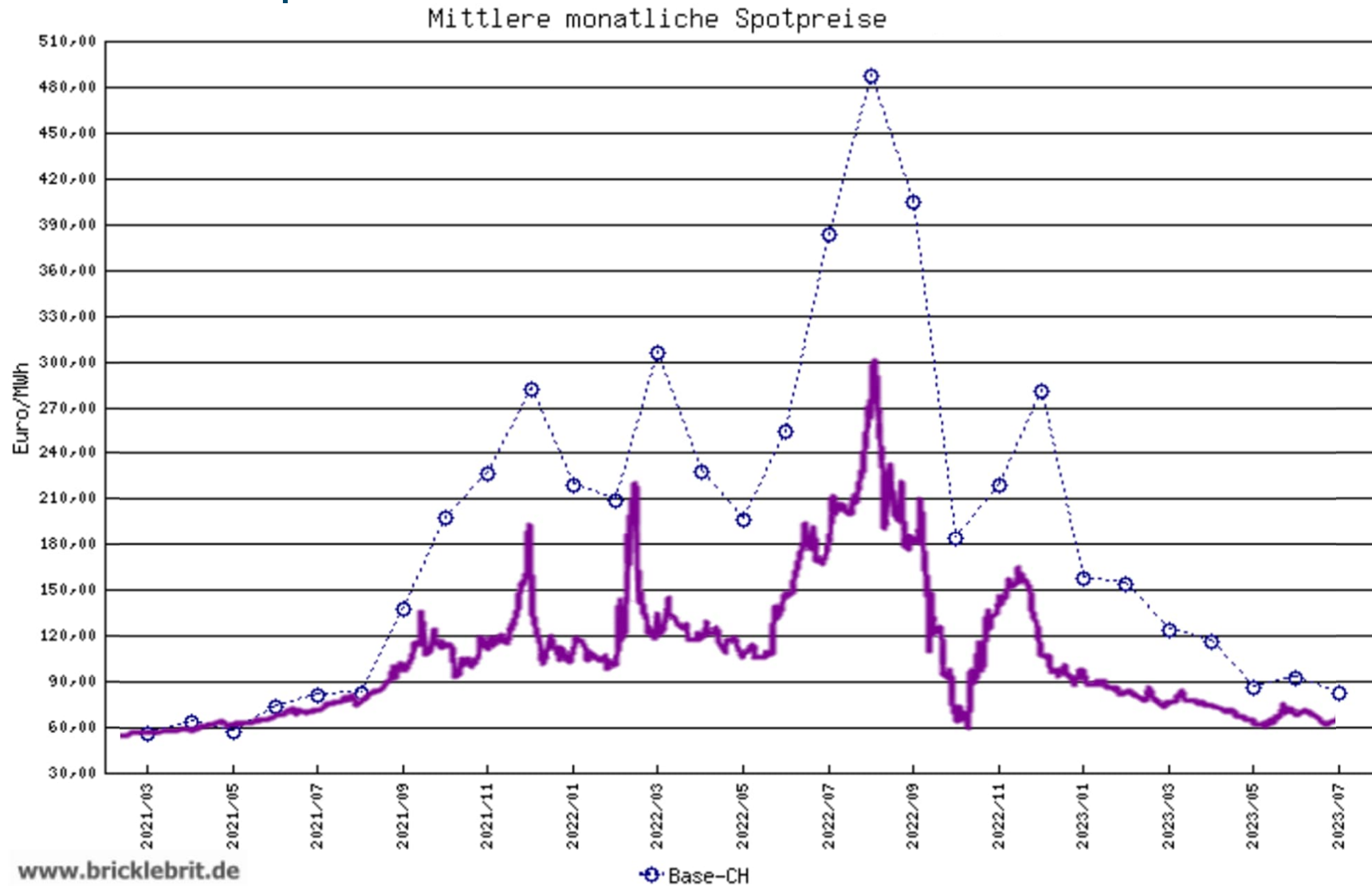
Strompreise



gepunktelt: Strom Day-Ahead Schweiz

Quelle: <https://bricklebrit.com/epex.html>

Strom-, Gaspreise

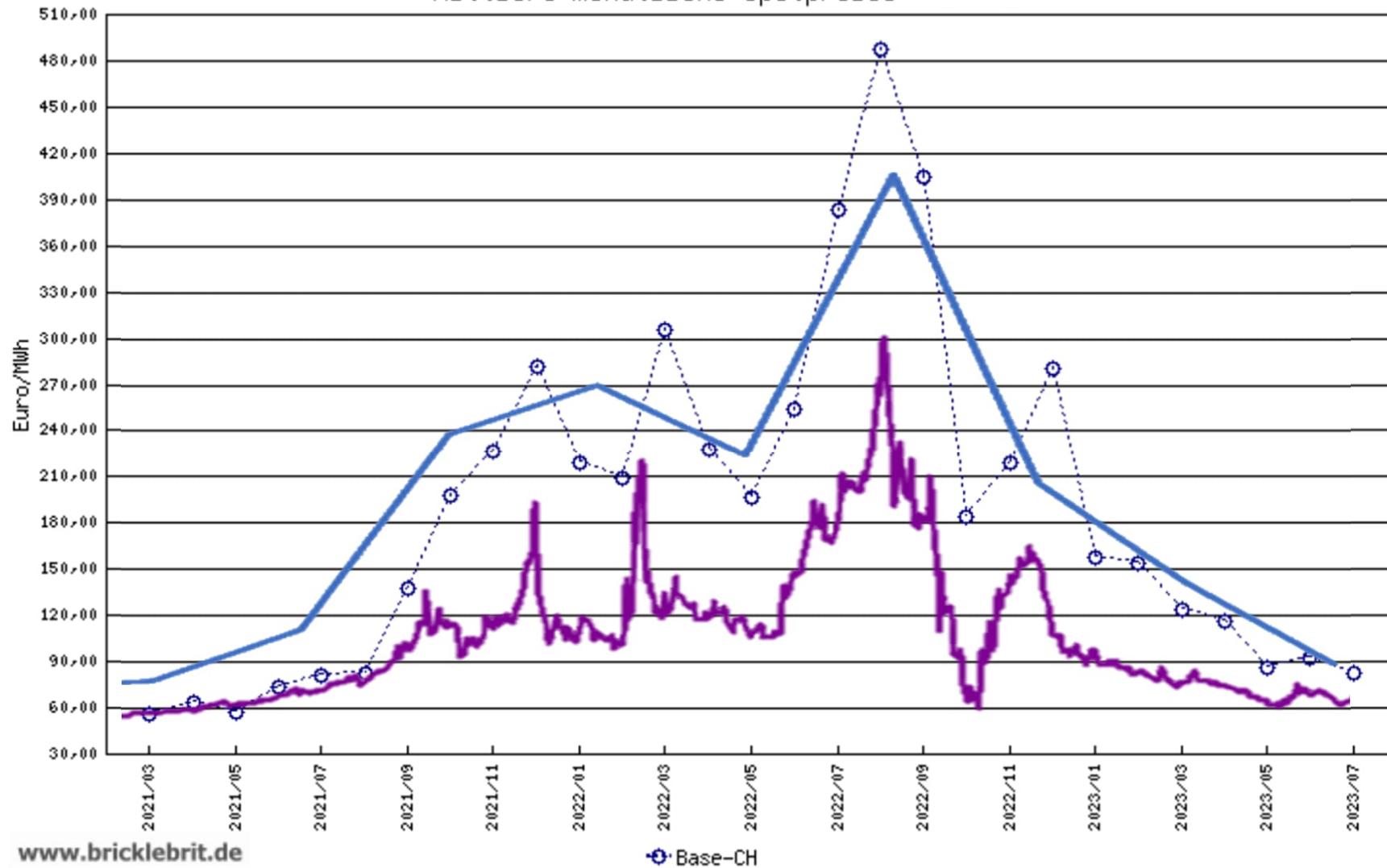


gepunktelt: Strom Day-Ahead Schweiz, violett: Gaspreis

Quelle: <https://bricklebrit.com/epex.html>

Strom-, Gas- und BFE-PV-Referenzmarktpreise

Mittlere monatliche Spotpreise



gepunktelt: Strom Day-Ahead Schweiz, violett: Gaspreis, blau: BFE-Referenzpreis PV

Diskussion und Fragen



- Betrieben von der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie SSES
- Gratis Fragen stellen und Antworten von Experten erhalten

Link: forumE.ch