



Versorgungssicherheit und Effizienz: Funktion des Handels im Stromversorgungssystem der Schweiz

Analyse im Nachgang zu den vom Parlament beschlossenen
Liquiditätshilfen für die Stromversorgung

Expert Opinion im Auftrag von Axpo Holding AG



Versorgungssicherheit und Effizienz: Funktion des Handels im Stromversorgungssystem der Schweiz

Analyse im Nachgang zu den vom Parlament beschlossenen Liquiditätshilfen für die Stromversorgung

Autoren Polynomics:

Lukas Zölch

Dr. Heike Worm

Patrick Zenhäusern

Schlussbericht, Version 2.00, 11. November 2022

Inhaltsverzeichnis

Das Wichtigste in Kürze	4
1 Ausgangslage	5
2 Historischer Kontext.....	5
3 Heutige Organisation des Strommarktes in der Schweiz.....	7
3.1 Physik: Gleichzeitigkeit von Produktion und Verbrauch	7
3.2 Bilanzgruppen.....	8
3.3 Regelzone und Regelenergie	9
3.4 Ausgleich zwischen Bilanzgruppen: Handel.....	10
4 Nutzen des Stromhandels	11
4.1 Nutzen fürs Gesamtsystem: Effizienter Kraftwerkseinsatz	11
4.2 Nutzen für Produzenten: Optimierung und Investitionsanreize	12
4.3 Nutzen für Endverbraucher: Stabile Versorgung in einem effizienten System.....	13
5 Handelsinstrumente in der Praxis	14
5.1 Terminmarkt	14
5.2 Spotmarkt (Day-Ahead-Auktionen und Intraday-Handel)	15
5.3 Regelenergiemarkt.....	16
6 Fazit: Eine sichere und effiziente Stromversorgung bedingt Stromhandel.....	16

Das Wichtigste in Kürze

Die aktuellen politischen und wirtschaftlichen Entwicklungen in Europa haben zu einer starken Dynamisierung der Energiemärkte mit historischen Preisausschlägen geführt. Bei der Suche nach Ursachen und Massnahmen wird verstärkt der Stromhandel und insbesondere die Handelsaktivität grosser Stromproduzenten in Frage gestellt. Die Sachlage ist nicht trivial und es besteht Klärungsbedarf. In der Analyse zeigen wir auf, wie das heutige Handelssystem entstanden ist und funktioniert, welche Rolle der Stromhandel für die Versorgungssicherheit und einen effizienten Energieaustausch spielt und weshalb eine enge Verknüpfung von Produktion und Handel in diesem Kontext wichtig ist. Zusammenfassend ergeben sich folgende zentralen Punkte:

1. Der heutige Strommarkt mit europaweitem Stromhandel ist Folge der stetigen Weiterentwicklung des Stromversorgungssystems.

Die in Kapitel 2 beschriebene Entwicklung der Stromversorgung von der direkten Versorgung einzelner Hotels im späten 19. Jahrhundert bis zum europäischen Verbundnetz mit minutenscharfem Handel im 21. Jahrhundert zeigt, dass sich die zentralen Eigenschaften des Stromversorgungssystems und des Strommarktes jeweils aus einer Notwendigkeit heraus verändert haben. So folgt auch die wachsende Bedeutung des Stromhandels letztlich aus dem Bedarf nach mehr Energieaustausch zwischen den Akteuren und gestiegenen Anforderungen an die Stabilität der Stromversorgung. Eine Umkehr dieser Entwicklung würde die Stromversorgung neuerlich vor bereits gelöste Probleme stellen.

2. Europäische und schweizerische Strommärkte funktionieren nur im Zusammenspiel von Handel und Produktion.

In Kapitel 3 werden die Organisation des Strommarktes und die zugrundeliegenden physikalischen Restriktionen erläutert. Dabei zeigt sich, dass die Verteilung und Verarbeitung von Informationen über Verbrauch und Produktion, sowie über die darauf einwirkenden Einflussfaktoren, wie z. B. dem Wetter, hohe Wichtigkeit hat. Ein grosser Teil dieser Informationen wird in Form von Preissignalen auf den Handelsplätzen verarbeitet. Gleichzeitig stellen die Steuerung der Produktion sowie die Handelsaktivität die wichtigsten Instrumente zur Einflussnahme auf den Ausgleich von Produktion und Verbrauch in der eigenen Bilanzgruppe dar. Es ist daher von grosser Bedeutung, dass Marktinformationen, Kraftwerkssteuerung und Handelsaktivitäten eng miteinander verknüpft sind. Nur so können die Bilanzgruppenverantwortlichen die eigene Bilanz ständig ausgleichen und zu einem stabilen Gesamtsystem beitragen.

3. Ohne ein funktionierendes Handelssystem gibt es in der Schweiz keine effiziente zuverlässige Stromversorgung.

Kapitel 4 geht auf den Nutzen des Stromhandels ein und zeigt auf, wie alle Akteure auf unterschiedliche Art vom Stromhandel profitieren. Kapitel 5 schliesslich beschreibt die Funktionsweise der verschiedenen Handelsinstrumente in der Praxis. Ein entscheidender Punkt ist dabei die Effizienz: ein liquider Handelsplatz gewährleistet jederzeit, dass die günstigsten verfügbaren Produktionskapazitäten genutzt werden. Einerseits werden dadurch die Endverbraucherpreise minimiert. Andererseits sorgen producentenseitig die erwirtschafteten Deckungsbeiträge für Investitionsanreize. Ohne den regionalen, nationalen und internationalen Austausch müsste jede Bilanzgruppe selber die Voraussetzungen für einen ständigen Ausgleich schaffen. Dies würde zu Überkapazitäten, parallelen Infrastrukturen und damit zu ineffizient hohen Systemkosten führen, wenn der heutige Standard einer stabilen Stromversorgung weiterhin gewährleistet werden soll.

1 Ausgangslage

Der Liquiditätsbedarf von Energieunternehmen ist aufgrund der hohen und volatilen Strom- und Gaspreise 2022 in nie dagewesenem Ausmass gestiegen: Auf den Grosshandelsmärkten wird Strom zwar zu Rekordpreisen gehandelt. Daraus ergibt sich jedoch ein enormer Liquiditätsbedarf für Absicherungsgeschäfte, die in der Vergangenheit auf dem Terminmarkt für künftig verkaufte Produktionsmengen getätigt wurden.¹ Europaweit wurden in den letzten Monaten staatliche Unterstützungsmöglichkeiten für Energieunternehmen entwickelt. Diese betreffen, wie in der Schweiz, kurzfristige Finanzhilfen für Absicherungskosten, gehen aber in einigen Ländern darüber hinaus.

In der Schweiz und im europäischen Ausland wird in Politik und Medien verschiedentlich suggeriert, dass die aktuellen Preisentwicklungen die Folge von Marktversagen seien. Die Rede ist z. B. von Marktmanipulation und unkontrollierter Spekulation.² Die vorgeschlagenen Massnahmen reichen dabei von Eingriffen in Preisbildungsmechanismen bis zu Forderungen nach Verstaatlichung, internationaler Abschottung und radikalem Abbau des Marktsystems. Dass der Stromhandel eine wichtige Funktion in der Stromversorgung einnimmt, wird in Frage oder sogar in Abrede gestellt.

Der vorliegende Bericht soll dazu beitragen, die Sachlage zu klären und die Problematik dieser Argumentation aufzuzeigen. Dazu wird in Kapitel 2 das Handelssystem als notwendiges und zentrales Element des entwickelten Strommarktes in den historischen Kontext gestellt. In Kapitel 3 verdeutlichen die Darstellungen zur grundsätzlichen Funktionsweise des Strommarktes, wie eng Handel und Produktion zusammenspielen. Der sich ergebende Nutzen für die Verbraucher und andere Akteure im Strommarkt wird in Kapitel 4 ersichtlich. Kapitel 5 gibt einen Überblick über die in der Praxis genutzten Handelsinstrumente bevor in Kapitel 6 ein Fazit gezogen wird.

2 Historischer Kontext

In den vergangenen rund 150 Jahren hat sich das Stromversorgungssystem stark gewandelt; von den ersten Gleichstromgeneratoren, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zur elektrischen Beleuchtung einzelner Räume oder Gebäude genutzt wurden, bis zum heutigen europäischen Verbundnetz mit minutenscharfen Handelsgeschäften quer über den Kontinent. Diese Entwicklung ist Folge sich verändernder An- und Herausforderungen. Im Folgenden gehen wir kurz auf die wichtigsten Meilensteine und deren Hintergründe ein.

Regionalnetze und verbreitete Elektrifizierung ab 1900

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden erste Anwendungen einzeln und direkt ab Kraftwerk mit Strom versorgt. Es handelte sich dabei primär um elektrische Beleuchtungen von Hotels und Bahnhöfen. Um die Jahrhundertwende wuchs der Bedarf nach Versorgung mit elektrischer Energie vor allem in der Industrie, während gleichzeitig die Produktionskapazitäten der

¹ Vgl. Polynomics, Temporäre Liquiditätshilfen für die Stromversorgung vom 20. Mai 2022 im Auftrag der Axpo AG.

² Agentur für die Zusammenarbeit der Energieregulierungsbehörden (ACER) zitiert in diesem Zusammenhang diverse Äusserungen europäischer Politiker, vgl. Präsentation Christian Zinglersen, Direktor von ACER, vom 25.10.2022, S. 7, abrufbar unter: <https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/events/documents/2022-10/RE-MIT%20FORUM%20merged%20presentation%2020221025.pdf>.

Generatoren anstieg. Die Direktversorgung einzelner Anwendungen durch einzelne Produktionsanlagen wurde damit immer ineffizienter und zunehmend unmöglich. Es entstanden erste Stromnetze und regionale Stromversorger, die mit einem oder wenigen Kraftwerken ganze Gemeinden, Städte oder kleine Regionen versorgten.

Grosskraftwerke und Übertragungsnetze ab 1920

Mit dem stark wachsenden Strombedarf zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden zunehmend neue Stromerzeugungsquellen gesucht und (in der Schweiz) in Form von grossen Wassermassen im Alpenraum gefunden: der Bau der ersten Speicherkraftwerke begann. Damit entstand ein Stromsystem, in dem die Energie nicht mehr lokal produziert und verbraucht, sondern zunehmend zentral produziert und grossflächig verteilt wurde. Dies bedingte eine «Konvergenz der Systeme», d. h. die schweizweite Vereinheitlichung von Netzfrequenz und Netzspannung. Mit dem Ausbau grosser Transportkapazitäten zur Verteilung der Energie aus dem Alpenraum entstand das schweizweite Verbundnetz.

Europäischer Zusammenschluss ab 1950

Nach dem zweiten Weltkrieg, im Schlepptau des europäischen Wiederaufbaus und der rasanten industriellen Entwicklung, stieg der Strombedarf in Europa und in der Schweiz wiederum stark an. Im Laufe der Zeit konnten einzelne Länder ihren Stromverbrauch saisonal oder ganzjährig nicht mehr mit der Produktion im eigenen Land decken. Gleichzeitig verfügten andere Länder über Überschüsse oder Potenziale für den weiteren Ausbau von Kapazitäten. Um Strombedarf und -produktion über die Staatsgrenzen hinweg zusammenzubringen, wurde folglich ein europäisches Verbundnetz aufgebaut, an dessen Ursprung 1958 der Zusammenschluss der Netze von Deutschland, Frankreich und der Schweiz im «Stern von Laufenburg» stand. Bereits zehn Jahre später waren darüber bereits 17 Länder miteinander verbunden.

Zunehmend entwickelte sich ein breiter, europäischer Stromaustausch. Für die Schweiz bedeutete dies, dass die Produktionsüberschüsse der Wasserkraft im Sommer Abnehmer fand, während die Versorgung im Winter durch Importe sichergestellt werden konnte.

Europäische Liberalisierung und Marktkopplung ab 1990

Bis in die frühen Neunzigerjahre des 20. Jahrhunderts war die Stromversorgung europaweit ausschliesslich über Monopole sichergestellt. Im Rahmen der allgemeinen Bestrebungen zu freien Märkten in der EU wurde die Energieversorgung schrittweise entbündelt und liberalisiert. So entstand ein System, in dem Geschäfts- und Privatkunden den Energieversorger frei wählen konnten, auch wenn das Netz weiterhin einen Monopolbereich darstellte. Durch die Möglichkeit der Verbraucher, ihren Stromlieferanten zu wechseln, wurden Verbrauchsschwankungen nicht mehr zentral durch einzelne Versorgungsunternehmen ausgeglichen. Mehr und mehr kam es zum Austausch zwischen den Lieferanten, Produzenten und Verbrauchern. Es entstand eine breite und zunehmend kurzfristigere Handelsaktivität. Mit der Verknüpfung des Stromhandels mit den dafür benötigten grenzüberschreitenden Transportkapazitäten (sog. «Market Coupling») wurde der in- neredeuropäische Handel ab 2008 weiter erleichtert.

Aktuell gewinnen Handel und Energieaustausch durch den Ausbau von Produktionskapazitäten aus erneuerbaren Energieträgern noch mehr an Bedeutung: die Zunahme stärker fluktuierender Einspeisungen sowie deren regionale Verteilung (z. B. Wind Offshore) steigern den Bedarf an zeitlichem und überregionalem Austausch von Strom. Dabei vermögen auch gegenteilige Entwicklungen wie der Ausbau von zentralen und dezentralen Speicherkapazitäten oder zunehmende Möglichkeiten zum «Demand-Side-Management» diesen steigenden Austauschbedarf zumindest kurz- und mittelfristig nicht zu kompensieren.

3 Heutige Organisation des Strommarktes in der Schweiz

3.1 Physik: Gleichzeitigkeit von Produktion und Verbrauch

Die Organisation des Strommarktes wird durch die physikalische Restriktion geprägt, dass Stromproduktion und Stromverbrauch jederzeit ausgeglichen sein müssen. Ist diese Grundanforderung der Physik nicht erfüllt, ist keine jederzeit zuverlässige Stromversorgung möglich. Ein stabiles Stromversorgungssystem äussert sich durch eine konstante Netzfrequenz. Diese beträgt in den Netzen Europas 50 Hz. Übersteigt die Produktionsmenge die Verbrauchsmenge, so steigt die Frequenz an, im umgekehrten Fall sinkt sie ab. Bereits bei geringfügigen Frequenzabweichungen können sensible Industriemaschinen Schaden nehmen. Bei stärkeren Schwankungen der Frequenz bricht schliesslich das Stromnetz zusammen und es kommt zu einem Blackout.

Aufgrund der Fragilität des Stromversorgungssystems und des grossen Schadensausmasses bei einem Versorgungsausfall sind Strukturen und Kapazitäten erforderlich, um Schwankungen in der Produktion (z. B. bedingt durch Sonneneinstrahlung, Windstärke, Abflussmengen Flusswasser, ungeplante Ausfälle von Kraftwerken) und im Verbrauch kurzfristig auszugleichen.

Exkurs: Ebenen der Versorgungssicherheit

In Theorie und Literatur wird hinsichtlich der Versorgungssicherheit die kurzfristige und die langfristige Perspektive unterschieden. In der kurzen Frist müssen physikalisch bedingt Produktion und Verbrauch zu jedem Zeitpunkt gleich gross sein, damit eine konstante Netzfrequenz und damit eine stabile Stromversorgung sichergestellt sind. Ist diese «System Stability» nicht gewährleistet, drohen im Extremfall Systemausfälle und damit grossflächige Stromversorgungsunterbrüche. Die Schwungräder der konventionellen Kraftwerke haben bisher zur Systemsicherheit beigetragen.

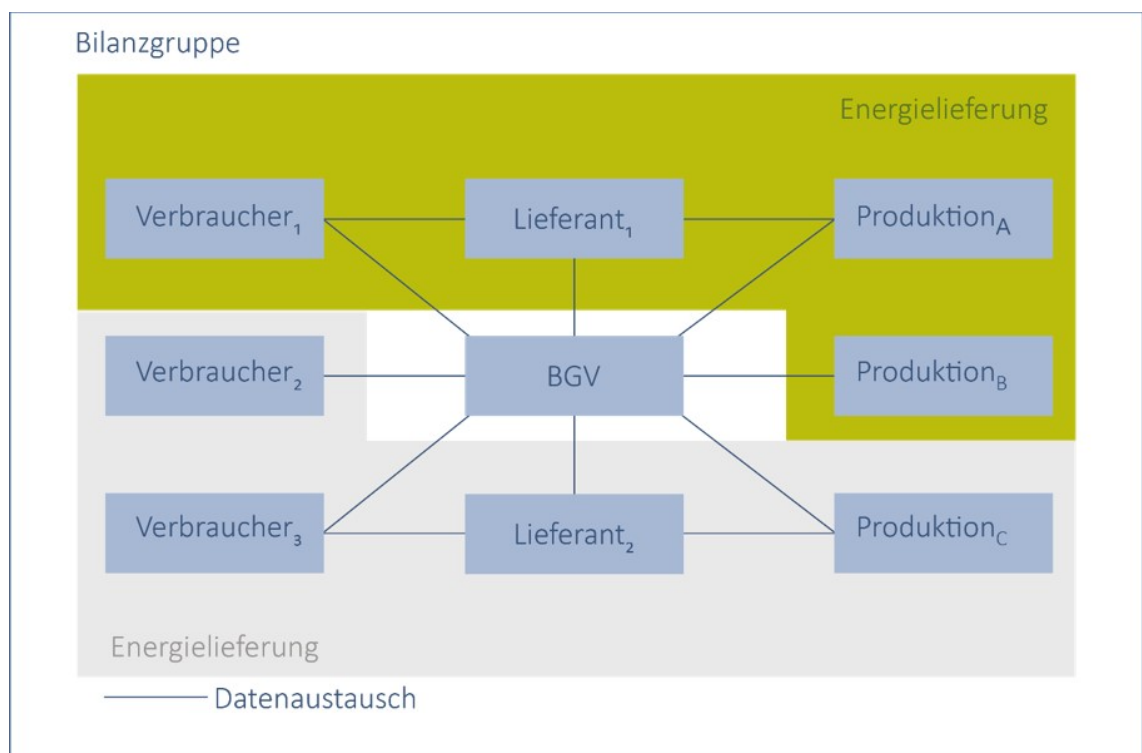
Längerfristig stellt sich hingegen die Frage nach der ausreichenden Dimensionierung des Stromversorgungssystems. Zu dieser so genannten «System Adequacy» müssen einerseits ausreichende Produktionskapazitäten in den Schweizer Kraftwerken vorgehalten werden («Generation Adequacy»), und alternativ bzw. ergänzend genügend Netzkapazitäten für Importe zu Verfügung stehen («Transmission Adequacy»).

Die nachfolgenden Ausführungen setzen sich hauptsächlich mit der «System Stability» auseinander, da ein funktionierendes Handelssystem eine wichtige Voraussetzung zu deren Erfüllung ist. Im Bereich der längeren Frist gehen wir nur auf grundsätzliche Investitionsanreize für Produzenten ein und nicht auf die Debatten zur Gestaltung der Marktordnung.

3.2 Bilanzgruppen

In der Schweizer Stromversorgung werden die über fünf Millionen Endverbraucher³ mit Strom aus knapp 150'000 Produktionsanlagen⁴ versorgt. Diese Akteure stehen im Strommarkt nicht direkt miteinander in Kontakt. Vielmehr werden sie zur Gewährleistung des physikalischen Ausgleichs der produzierten und verbrauchten Mengen innerhalb von Bilanzgruppen durch Bilanzgruppenverantwortliche (BGV) koordiniert. Jeder Messpunkt jedes Produzenten (Einspeisepunkt) und jedes Endverbrauchers (Entnahmepunkt) ist eindeutig einer Bilanzgruppe zugeordnet. Die Endverbraucher sind dabei indirekt über ihren Lieferanten der Bilanzgruppe zugeordnet (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Bilanzgruppe (schematische Darstellung)



Innerhalb einer Bilanzgruppe stehen sich Produktion und Verbrauch gegenüber. Die kommerzielle Abwicklung findet dabei i. d. R. über den Lieferanten statt, der Energie eines oder mehrerer Produzenten an einen oder mehrere Verbraucher verkauft. Für die Koordination ist der BGV verantwortlich, bei dem sämtliche Daten von Produktion und Verbrauch zusammenlaufen.

Quelle: Polynomics.

Beim BGV laufen sämtliche Messdaten von Produzenten und Verbraucher zusammen. Er addiert auf dieser Grundlage zu jedem Zeitpunkt Energiebezug und Energieabgabe in seiner Bilanzgruppe auf und gleicht den Saldo nach Möglichkeit aus, da ansonsten Ausgleichsenergie benötigt wird. Er muss somit einerseits den Verbrauch möglichst genau kennen und braucht andererseits

³ Quelle: ECom Tätigkeitsbericht 2021

⁴ Quelle: BFE, beinhaltet rund 142'000 Photovoltaikanlagen.

Informationen über den Verlauf der Produktion in seiner Bilanzgruppe, sowohl als Planungsgrundlage im Voraus als auch in Echtzeit. Mit diesen Informationen kann er rechtzeitig reagieren, um die Differenzen zwischen Produktion und Verbrauch möglichst gering zu halten.

Bilanzgruppenverantwortlicher (BGV)

Beim BGV handelt es sich um eine Rolle, die gemäss der Branchenempfehlung «Balancing Concept Schweiz» definiert ist. Seine Verantwortung wird darin folgendermassen beschrieben: *«Die BGV sind gegenüber der nationalen Netzgesellschaft für die bestmögliche Ausgeglichenheit von Bezug und Abgabe ihrer Bilanzgruppe zum Zeitpunkt der Lieferung und die ordnungsgemässe Fahrplanabwicklung verantwortlich.»* (BC – CH, Ausgabe 2019, S. 9).

In der Praxis wird mit der Rolle des BGV unterschiedlich umgegangen. Welche Funktion die Rolle des BGV ausfüllt, hängt unter anderem auch von der Organisation und den Eigenschaften der Bilanzgruppe ab. Ein Akteur ist aber kaum je «nur» BGV, sondern häufig primär Händler, Produzent, Lieferant usw. und in Ausübung dieser Funktionen auch BGV.

Aus Gründen der Vereinfachung wird in den vorliegenden Ausführungen einheitlich von Handlungen des BGV gesprochen, auch wenn diese in der Praxis je nach Bilanzgruppe oder Unternehmen von Händlern, Produzenten oder Lieferanten ausgeführt werden.

3.3 Regelzone und Regelenergie

Die in der Schweiz tätigen rund 100 aktiven Bilanzgruppen⁵ werden in der «Regelzone Schweiz» zusammengefasst. In der Regelzone ist die nationale Netzgesellschaft Swissgrid im Sinne der «System Stability» verantwortlich für die Versorgungssicherheit. Sie beschafft zu diesem Zweck im Rahmen von Auktionen sogenannte Regelenergie, die sie je nach Bedarf innert Sekunden oder auch für mehrere Stunden abrufen kann, um unvorhergesehene Asymmetrien zwischen Verbrauch und Produktion auszugleichen.

Die im Rahmen der Auktionen beschaffte Regelenergie wird von den Anbietern (typischerweise Produzenten) für den Abruf vorgehalten und steht damit nicht direkt für die Versorgung von Endkunden zur Verfügung. Aus diesem Grund ist die Menge an reservierter Regelenergie limitiert, die Swissgrid beschaffen und zur Netzstabilisierung einsetzen kann. Daher sind die Kraftwerke und Stromhändler ebenfalls in der Pflicht, möglichst immer genau so viel Energie ins Netz einzuspeisen, sprich: zu produzieren oder einzukaufen, wie sie verkaufen. Swissgrid kann nur innerhalb des ihr zur Verfügung stehenden, reservierten Rahmens Regelenergie für den Systemausgleich abrufen.

Die dabei entstehenden Kosten werden den Bilanzgruppen anreizkompatibel als Ausgleichsenergie in Rechnung gestellt. Für ihre verursachten Ungleichgewichte werden einer Bilanzgruppe umso mehr Kosten in Rechnung gestellt, je stärker sie vom ausgeglichenen Saldo abweicht. Die BGV legen die Kosten der Ausgleichsenergie innerhalb ihrer Bilanzgruppe auf die Lieferanten um.

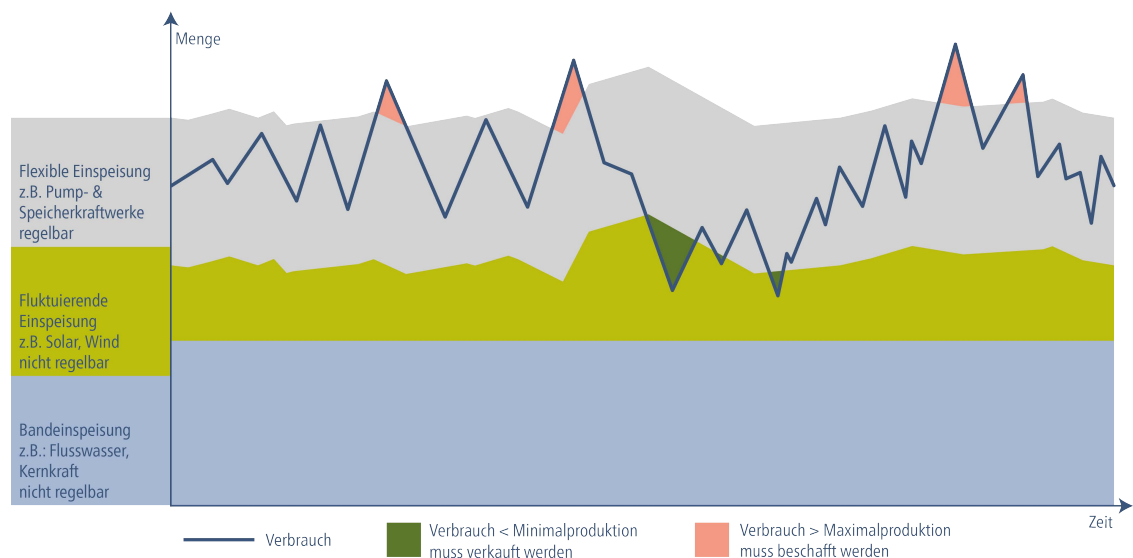
⁵ Quelle: Swissgrid.

3.4 Ausgleich zwischen Bilanzgruppen: Handel

Bei der Gewährleistung des Ausgleichs seiner Bilanzgruppe ist der BGV in verschiedener Hinsicht eingeschränkt. Er hat wenig bis gar keinen Einfluss auf den Stromverbrauch der ihm zugeordneten Endkunden. Sein Handlungsspielraum beschränkt sich zunächst folglich auf die Steuerung der Produktion, wobei auch diese nur bedingt steuerbar ist.

In Abbildung 2 ist der zeitliche Verlauf der Produktionskapazität und des Verbrauchs in einer fiktiven Bilanzgruppe vereinfacht dargestellt. Die blaue Linie stellt den Verbrauch dar, die farbigen Flächen die verfügbare Produktionsmenge. Letztere setzt sich zusammen aus Kraftwerken, die Bandenergie liefern (blaue Fläche), fluktuierenden Einspeisungen (gelbe Fläche) und flexiblen Produktionskapazitäten (graue Fläche). Die Bandkraftwerke sowie die fluktuierende Einspeisung (insbesondere von neuen erneuerbaren Energien) kann der BGV kurz- und mittelfristig nicht in alle Richtungen beeinflussen. Seine Steuerungsmöglichkeiten beschränken sich auf die Regelung der flexiblen Produktionen wie etwa Speicherkraftwerke aber auch Gasturbinen, die in weitem Bereich regelbar sind und innert kürzester Zeit zu- oder abgeschaltet werden können.⁶

Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf von Produktion und Verbrauch in einer Bilanzgruppe



Schematische Darstellung von Produktion und Verbrauch in einer Bilanzgruppe: Der BGV nutzt dabei die Flexibilität der Produktion sowie den Handel um die Energiemenge jederzeit optimal auf den Verbrauch abzustimmen.

Quelle: Polynomics.

Bewegt sich der Verbrauch innerhalb der grauen Fläche, kann der BGV nur durch Steuerung seiner flexiblen Produktionskapazitäten seine Bilanzgruppe stets selber ausgleichen. Übersteigt der Verbrauch jedoch die momentan insgesamt verfügbare Produktionskapazität (rote Flächen), muss für den Ausgleich zusätzliche Energie «von ausserhalb der Bilanzgruppe zugeführt» werden. Sinkt dagegen der Verbrauch und beträgt in Summe weniger als die Produktionsmenge der nicht regelbaren Erzeuger (orange Flächen), kann der BGV die Bilanzgruppe ebenfalls nicht mehr

⁶ Die Darstellung ist eine Vereinfachung. In der Realität unterliegen flexible Erzeugungseinheiten zusätzlichen Restriktionen wie Minimallast, Füllgrad des Speichers, Verfügbarkeit von Brennstoffen oder für Systemdienstleistungen vorgehaltene Produktionsleistung.

selbständig ausgleichen und muss Energie «ausserhalb der Bilanzgruppe abgeben». In beiden Fällen ist ein Austausch von Energie zwischen Bilanzgruppen notwendig; und dieser Austausch ist nur durch den Stromhandel möglich.

4 Nutzen des Stromhandels

Wie im vorangehenden Kapitel gezeigt, ist zur Sicherstellung der Systemstabilität der Austausch zwischen verschiedenen Bilanzgruppen erforderlich. Der ökonomisch sinnvollste und effizienteste Weg, einen Ausgleich unter zahlreichen Akteuren mit unterschiedlichen Bedürfnissen und Nebenbedingungen zu gewährleisten, ist ein möglichst transparenter und friktionsfreier Markt. Dieser versorgt über Preissignale alle Teilnehmer mit den notwendigen Informationen. Durch die kostenoptimale Allokation von verfügbaren Kapazitäten nützt der Markt direkt oder indirekt allen Akteuren im Stromversorgungssystem.

4.1 Nutzen fürs Gesamtsystem: Effizienter Kraftwerkseinsatz

Der Stromverbrauch ist nicht zentral steuerbar, die Produktion hingegen schon (vgl. Abschnitt 3.4). Bei der Koordination im Stromsystem kommt dem Kraftwerkseinsatz daher eine entscheidende Rolle zu. Wichtig ist, dass zum einen genügend Kraftwerke verfügbar sind und dass diese zum anderen möglichst optimal eingesetzt werden, um das System auf effiziente Weise stabil zu halten.

Wie in Abschnitt 3.4 gezeigt, ist in Situationen, in denen der Verbrauch die Regelgrenzen der Produktion über- oder unterschreitet, der Handel zwischen Bilanzgruppen unumgänglich. Aber auch innerhalb der Regelgrenzen der Kraftwerke trägt der Handel zu einer effizienten und sicheren Stromversorgung bei. In jeder Situation, in der der aktuelle (geplante) Kraftwerkseinsatz vom tatsächlichen Verbrauch abweicht, hat der BGV verschiedene Handlungsmöglichkeiten.

Um die fehlende Strommenge in der Bilanzgruppe auszugleichen, besteht die Option, innerhalb der Gruppe mehr zu produzieren oder Strom zuzukaufen. Um einen Überschuss an Energie auszugleichen, besteht die Option, weniger zu produzieren oder Strom zu verkaufen. Für welche Option sich der BGV entscheidet, hängt hauptsächlich von den Grenzkosten der Produktion und deren Verhältnis zum aktuellen Marktpreis ab.

Abbildung 3 zeigt vereinfacht die Handlungsoptionen des BGV für jede mögliche Ausgangslage auf. Benötigt der BGV beispielsweise zusätzliche Energie, um den gestiegenen Verbrauch zu decken, so wird er diese zukaufen, wenn der Marktpreis unter den Grenzkosten seiner Produktion liegt («Make or Buy»).

Abbildung 3: Entscheidungsmatrix des BGV

		Marktpreis	
		> Grenzkosten	< Grenzkosten
Produktionsmenge	> Verbrauch	verkaufen	Produktion drosseln
	< Verbrauch	Produktion erhöhen	kaufen

Für jede Marktsituation ergibt sich für den BGV aus dem Energiebedarf sowie den Grenzkosten der Produktion und dem Marktpreis eine «logische» Handlung. Solange sich der BGV innerhalb der physikalischen Grenzen befindet, kann er nach diesen Regeln optimieren.

Quelle: Polynomics

Der Stromhandel ermöglicht also erst die Optimierung von eigener Produktion durch zusätzliche Beschaffung bzw. Absatz. Ohne Stromhandel besteht für die einzelnen BGV nur die Möglichkeit zu produzieren oder nicht zu produzieren. Es führt zwangsläufig zu einem ineffizienten Kraftwerkseinsatz, wenn in einer Bilanzgruppe teure Kraftwerke betrieben und gleichzeitig in einer anderen Bilanzgruppe günstigere Erzeugungseinheiten gedrosselt werden. Ohne Kauf- und Verkaufsmöglichkeit würde ein entscheidendes Bindeglied fehlen, um das Gesamtsystem auszugleichen und mit den zum jeweiligen Zeitpunkt günstigsten Kraftwerken zu produzieren. Somit ist Handel eine notwendige Voraussetzung, um das Gesamtsystem effizient zu bewirtschaften.

Hinzu kommt, dass erst die Möglichkeit des Stromhandels die BGV überhaupt dazu veranlasst, auch einen Teil der Produktionskapazitäten für die Regelenenergie (vgl. Kapitel 3.3) zur Verfügung zu stellen. Hätten die BGV lediglich die Möglichkeit, Schwankungen über die eigene Produktion auszugleichen, wären sie nicht bereit, einen Teil dieser Flexibilität zu moderaten Preisen dem Gesamtsystem zur Verfügung zu stellen. Vielmehr müssten sie ihre Produktionsreserve als Versicherung vor hohen Kosten durch Ausgleichsenergie vorhalten.

4.2 Nutzen für Produzenten: Optimierung und Investitionsanreize

Durch die Optimierungsmöglichkeit beim Einsatz der Kraftwerkskapazität (vgl. Abbildung 3) profitiert der Produzent: Aus der Differenz zwischen seinen Grenzkosten und dem Marktpreis resultiert ein Deckungsbeitrag (Produzentenrente), mit dem erst die Fixkosten der Kraftwerke gedeckt werden können. Damit können die Produktionsanlagen möglichst rentabel betrieben werden und es entstehen Investitionsanreize. Ohne die durch den Stromhandel geschaffenen Handlungsoptionen ist das Risiko für Anlagenbetreiber deutlich höher, dass sie die Fixkosten ihrer Kraftwerkskapazitäten nicht über die Lebensdauer erwirtschaften können. Es stünden somit weniger Erzeugungskapazitäten zur Verfügung, was wiederum die Verfügbarkeit von Strom für die Verbraucher einschränkte und häufiger zu Knappheitssituationen führte.

Die durch den Handel entstehenden Möglichkeiten zur Erwirtschaftung eines Deckungsbeitrages sind auch eine notwendige Bedingung dafür, dass im Stromversorgungssystem langfristig ausreichend Produktionskapazitäten zur Verfügung stehen (vgl. «System Adequacy»). Ohne eine direkte Verknüpfung von Produktion und Marktpreisen kommen Knappheitssignale wie steigende Preise nicht oder zu wenig bei den Kraftwerksbetreibern an. Dadurch bestehen weniger Anreize, bestehende Kapazitäten zu ersetzen oder auszubauen.⁷

4.3 Nutzen für Endverbraucher: Stabile Versorgung in einem effizienten System

Verbraucher profitieren vom Markt, da er ein kosteneffizientes zuverlässiges Stromversorgungssystem ermöglicht. Durch die Marktlösung wird ein gegebenes Niveau an Versorgungssicherheit mit den geringsten Kosten erreicht. Wie im Kapitel 3 dargelegt, sind in erster Linie die Bilanzgruppen selber dafür verantwortlich, dass das Stromversorgungssystem in einem stabilen Gleichgewicht bleibt. Die physikalische Notwendigkeit des ständigen Ausgleichs von Verbrauch und Produktion erfordert Flexibilität im System.

Reichen die Möglichkeiten eines Ausgleichs zwischen Produktion und Verbrauch nicht aus, muss zum Systemausgleich auf Regelenergie zurückgegriffen werden, was das System ineffizienter macht. Denn die Vorhaltung von Regelenergie bindet geeignete Erzeugungskapazität (Leistungsvorhaltung), wodurch diese nicht für die Versorgung zur Verfügung steht, aber dennoch vergütet werden muss. Dies führt zu höheren Strompreisen und belastet durch die Zunahme der notwendigen Regeleingriffe die Versorgungssicherheit im Sinne der Systemstabilität.

Entfällt die Möglichkeit des Handels ganz, kann ein BGV je nach Marktposition nur die Produktionsmenge anpassen, was aber den technischen Grenzen der verfügbaren Kraftwerke unterliegt. Übersteigt z. B. der Verbrauch die maximale Kraftwerkskapazität, so entsteht ein Ungleichgewicht, das die Systemstabilität gefährden kann. Umgekehrt kann z. B. ein Flusswasserkraftwerk nur bis zu einem gewissen Punkt gedrosselt werden, bevor Wasser unturbiniert abgelassen und damit Energiepotenzial vernichtet werden muss.

Koordinieren sich die Endverbraucher und Produzenten rein bilateral, müssen sie innerhalb der technischen Grenzen und Verfügbarkeiten der jeweiligen Kraftwerke agieren. Dies kann bei ausserordentlich hohem Verbrauch oder ungeplanten Nichtverfügbarkeiten eine Unterversorgung zur Folge haben. Diese kann innerhalb der Bilanzgruppe nur in engen Grenzen oder nur durch kostenintensive Massnahmen wie eigene Backup-Kraftwerke oder schnellere Wartungsabwicklung ausgeglichen werden. Das Resultat wären sehr hohe Preise und/oder eingeschränkte Stromversorgung. Bei einem Ausgleich zwischen von Bilanzgruppen bestehen flexiblere Möglichkeiten, Verbrauch und Produktion aufeinander abzustimmen. Erst der Austausch von Energie über die Grenzen der Bilanzgruppen und damit der Stromhandel bringt weitere Optimierungsmöglichkeiten, senkt die Kosten der Stromversorgung allgemein und ermöglicht eine kostengünstige Systemstabilisierung.

Daneben ist eine ganzjährige, unterbruchsfreie Versorgung der Schweiz ohne Handel mit dem europäischen Ausland heute nicht mehr möglich. Mit der sukzessiven europäischen Integration der Stromversorgung (vgl. Kapitel 1) entwickelten sich auch die Produktionskapazitäten nicht

⁷ Auch bei zugelassenen Preisspitzen in einem Energy-Only-Markt ist umstritten, ob darüber hinaus weitere Mechanismen erforderlich sind, um Investitionen in Produktionskapazitäten zur Deckung von Spitzenlasten erforderlich sind (Kapazitätsmärkte oder andere Kapazitätsmechanismen).

primär nach dem schweizerischen, sondern vielmehr nach dem gesamteuropäischen Energiebedarf. Diese zunehmende «Spezialisierung» macht das System insgesamt effizienter (und damit für die Kunden allgemein günstiger), bedingt aber einen möglichst hindernisfreien Austausch durch Handel in ganz Europa.

5 Handelsinstrumente in der Praxis

Je mehr Produzenten und Endverbraucher miteinander vernetzt sind und dem Gesamtsystem Flexibilität zuführen, desto höher ist das Optimierungspotenzial für eine wirtschaftliche und sichere Stromversorgung. Um diese Vorteile eines vernetzten Stromsystems nutzen zu können, muss die Koordination über alle vernetzten Akteure durch Transparenz von Angebots- und Nachfragesignalen möglich sein. Hierfür bedarf es eines effizienten, nichtdiskriminierenden Informationsaustauschs und eines funktionierenden Handelsmarkts mit geeigneter Produkten für die Risikoabsicherung und die Beschaffung.

5.1 Terminmarkt

Am Terminmarkt werden Energieprodukte (in der Regel Bandenergie) auf Termin gehandelt. Solche Monats-, Quartals- oder Jahresprodukte können bis zu sechs Jahre im Voraus gehandelt werden. Die Handelspartner verfolgen beim Abschluss von Termingeschäften meist dasselbe Ziel: die Absicherung gegen Preisrisiken ihres Erzeugungs- oder Beschaffungsportfolios.

Termingeschäfte leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit, da sie Marktakteuren eine langfristige Planung ihrer Kosten bzw. Erlöse und einen frühzeitigen Abgleich von Angebot und Nachfrage ermöglichen. Bei Ungleichgewichten von Angebots- und Nachfrageseite geben sie Preissignale für zukünftige Lieferzeitpunkte. Damit werden z. B. durch Preisanstiege langfristiger Produkte am Terminmarkt Anreize zur Investition in neue Produktionskapazitäten gesetzt.

Man unterscheidet zwischen börslichem und ausserbörslichem Terminmarkt (OTC – «over the counter»). Während der börsliche Handel durch Standardisierung und einheitliche Sicherheitsleistungen eine hohe Liquidität des Marktes generiert, haben ausserbörsliche Transaktionen den Vorteil, dass auch individuell zugeschnittene Transaktionen möglich sind.

Terminhandel an Strombörsen

Der Börsenhandel findet ausschliesslich elektronisch statt. Nur zugelassene Teilnehmer sind über Handelssysteme an die Börse angebunden und können über diese Infrastruktur Gebote für Kauf und Verkauf eingeben. Diese Gebote – also Angebot und Nachfrage – werden nach festgelegten Handelsregeln automatisch zu Handelsgeschäften zusammengeführt. Die gehandelten Volumina und Preise veröffentlicht die Börse für alle einsehbar auf ihrer Website. Die Angaben über Käufer und Verkäufer bleiben dabei anonym. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Teilnehmer gleichbehandelt und gleichzeitig keine sensiblen Unternehmensinformationen offengelegt werden. Zudem ist bei börslichen Termingeschäften der Ausfall der Gegenpartei durch die Hinterlegung von Liquidität abgesichert. Der Handel über die Börse bietet damit Käufer und Verkäufer eine hohe Sicherheit.

Over-the-Counter-Handel (OTC)

Neben dem oben beschriebenen Handel mit standardisierten Produkten über eine Börse besteht zudem die Möglichkeit, bilaterale Geschäfte direkt mit anderen Handelsteilnehmern abzuschließen. Die Transaktion erfolgt dabei ausserbörslich direkt zwischen Käufer und Verkäufer, also ohne zentrale Clearingstelle. Beim OTC-Handel besteht ein Gegenparteirisiko, da nicht wie beim Börsenhandel der Verkäufer bei steigenden Preisen Nachschussforderungen (sogenannte Margin-Calls) nachkommen muss. Die Erfüllung der OTC-Kontrakte erfolgt in der Regel durch physische Lieferung im Höchstspannungsnetz.

OTC-Geschäfte können standardisierte Produkte analog zum Börsenhandel (oft über eine Brokerplattform) umfassen oder hinsichtlich des Preises, der Menge und des Lieferprofils individualisiert gestaltet werden.

Die Preise von rein bilateralen Geschäften, die nicht auf Broker-Plattformen abgeschlossen werden, sind in der Regel zwar nicht öffentlich einsehbar, müssen aber aufgrund von Regulierung (z. B. REMIT) an ein Transaktionsregister gemeldet werden.

Kopplung des Terminhandels an Strombörsen und OTC-Markt

Im offenen Börsenhandel sind die gehandelten Preise und Volumina öffentlich, im OTC-Handel sind sie nur den Vertragspartnern bekannt. Faktisch wirkt jedoch die Preistransparenz des Börsenhandels auch stark auf den OTC-Handel. So gleichen sich Preisdifferenzen durch Arbitrage zwischen Strombörse und OTC-Handel meist an.

5.2 Spotmarkt (Day-Ahead-Auktionen und Intraday-Handel)

Am Day-Ahead-Markt werden üblicherweise am Vortag des Lieferzeitpunktes zentrale Auktionen für stündliche Stromlieferungen durchgeführt. Die Marktteilnehmer nennen dabei in einer täglichen Ausschreibung die Mengen, die sie für jede Preiskonstellation kaufen oder verkaufen wollen. Die Börse ermittelt aus all diesen Angeboten die markträumenden Mengen und den Preis für jede Stunde des Folgetages («Pay-as-Clear»). Die Preisbildung erfolgt hierbei anhand der sogenannten «Merit Order». Die Grenzkosten jenes Anbieters, der gerade noch benötigt wird, um die aktuelle Nachfrage vollständig zu decken (sog. Grenzkraftwerk), bestimmt den Market-Clearing- oder Gleichgewichtspreis.

Im kontinuierlichen Intraday-Handel kann Energie bis zu fünf Minuten vor dem Lieferzeitpunkt gehandelt werden. Die Preisbildung erfolgt nach dem «Pay-as-Bid»-Verfahren. Die Akteure stellen hierbei ihre Angebote als Preis und Mengengebot an die Börse. Findet sich dafür ein Abnehmer, so kann dieser die Transaktion «mit einem Klick» auslösen.

Im Spotmarkt erfolgt somit der kurzfristige Ausgleich von Verbrauchs- oder Einspeiseschwankungen, die bis am Vortag nicht antizipiert wurden. Damit kann auch sehr kurzfristig auf Veränderungen von Verbrauch oder Produktion reagiert werden, um die eigene Bilanzgruppe ausgeglichen zu halten. Dieses Instrument ist für die BGV von grosser Bedeutung, da sie sich trotz detaillierter Prognosen mit kurzfristigen Abweichungen von Produktion (z. B. rasche Bewölkung senkt PV-Einspeisung) und Verbrauch (z. B. Kälteeinbruch) konfrontiert sehen.

Exkurs: Wirkungsweise unterschiedlicher Preisbildungsmechanismen

In der aktuellen Diskussion rund um die Stromversorgung stehen nicht nur die Handelsaktivitäten der Energieversorger in der Kritik, sondern auch die Mechanismen, nach welchen an den Strombörsen die Preise gebildet werden. Dem Prinzip der «Merit-Order» und dem damit verbundenen «Pay-as-Clear»-Mechanismus wird dabei unterstellt, zu überhöhten Preisen und Gewinnen zu führen. Dabei wird übersehen, dass durch das Prinzip der «Merit-Order» die Gebote nicht strategisch abgegeben werden. Denn der «Pay-as-Clear»-Mechanismus beanreizt Marktteilnehmer, ihre Gebote basierend auf ihren tatsächlichen Grenzkosten abzugeben, ohne die Grenzkosten von anderen Anbietern zu berücksichtigen.

Ein Wechsel auf «Pay-as-bid» (jeder erhält seinen Gebotspreis) im Day-Ahead-Markt hätte eine spekulative preisliche Staffelung der Kauf- und Verkaufsgebote zur Folge. Die Bieter würden in diesem Fall nicht mehr zu eigenen Grenzkosten bieten, sondern strategisch zu den vermuteten Grenzkosten des Grenzkraftwerkes. Dadurch würde insgesamt das gleiche Preisniveau erreicht, jedoch hätte dieses spekulative Element einen Anstieg der Preisvolatilität zur Folge. Umgekehrt ist ein «Pay-as-Clear»-Mechanismus für den Intraday-Handel ungeeignet, da die Preisbildung eine zentralisierte Verarbeitung aller Marktgebote benötigt, was im Widerspruch zu einem kontinuierlichen Handel steht.

5.3 Regelleistungsmarkt

Wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, beschafft die nationale Netzgesellschaft Swissgrid Regelleistung zum Ausgleich der Regelzone. Dabei handelt es sich um Kapazitäten⁸ von Kraftwerken, die Swissgrid zur kurz- und mittelfristigen Steuerung zur Verfügung stehen.⁹ Diese Kapazitäten werden im Rahmen von Auktionen eingekauft und müssen von den Anbietern bei einem Zuschlag vorgehalten werden. Entschädigt wird dafür sowohl die vorgehaltene Leistung sowie – bei einem Abruf – die produzierte Energie.

6 Fazit: Eine sichere und effiziente Stromversorgung bedingt Stromhandel

Die Ausführungen zeigen, wie das heutige Stromversorgungssystem entstanden und aufgebaut ist, welche Funktionen dabei der Stromhandel einnimmt und warum dieser nicht nur nützlich, sondern notwendig ist. Die heutige Organisation des Strommarktes mit den verschiedenen Handelsinstrumenten ist von zentraler Bedeutung, damit die Stromversorgung kurz-, mittel- und langfristig sichergestellt werden kann und dabei keine teuren und ineffizienten Redundanzen der Produktionskapazitäten notwendig werden. Systemstabilität kann ohne ständigen Energieaustausch zwischen den Bilanzgruppen nicht oder nur zu sehr viel höheren Kosten gewährleistet werden. Dieser Energieaustausch zwischen wirtschaftlich agierenden Akteuren kann letztlich nur durch Handel effizient erfolgen.

⁸ Hierbei werden sowohl «positive» als auch «negative» Kapazitäten beschafft. Bei positiven Kapazitäten handelt es sich um Produktionsanlagen, die stillstehen und bei Bedarf in Betrieb genommen werden können. Negative Kapazitäten sind umgekehrt Produktionsanlagen, die in Betrieb stehen und bei Bedarf gedrosselt werden können.

⁹ Davon zu unterscheiden sind saisonal vorgehaltene Reserven, wie die vom Bundesrat im Februar 2022 aufgrund der aussergewöhnlichen Lage beschlossenen Winterreserve.

Bei einer Abkehr vom heutigen Handelssystem würde die Versorgungssicherheit und -zuverlässigkeit stark leiden bzw. die zum Ausgleich notwendigen Mehr-Investitionen zu einer preislichen Mehrbelastung der Verbraucher führen. Zur Sicherstellung der Systemstabilität müssten in diesem Fall zusätzliche teure, redundante Kraftwerkskapazitäten zugebaut werden. Den Endverbrauchern gewährleistet das aktuelle System grundsätzlich eine zuverlässige und stabile Stromversorgung. Der regionale, nationale und internationale Energieaustausch ermöglicht, dass auf jeder Ebene und zu jedem Zeitpunkt, auch saisonal, Strom in der Schweiz verfügbar ist.

Polynomics AG
Baslerstrasse 44
CH-4600 Olten

www.polynomics.ch
polynomics@polynomics.ch

Telefon +41 62 205 15 70