



Preisbildung im Elektrizitätsmarkt unter sich dynamisch ändernden Rahmenbedingungen

Energiemärkte im Wandel – Investitions- und Innovationsanreize und die Umsetzung der Klimaziele von Paris

Christian Todem

Wien, 08.11.2016

Agenda



- Aktuelle Herausforderungen
- Low-carbon power system
- Preisbildung im Elektrizitätsmarkt
- Marktmodell Überblick
- Beispiel: _ Markt für Sekundärregelreserven
- Fazit & Zusammenfassung

Ziele und aktuelle Herausforderungen

Ziele und aktuelle Herausforderungen



Ziele



Operational
Security

(IEM)
Internal
Electricity
Market

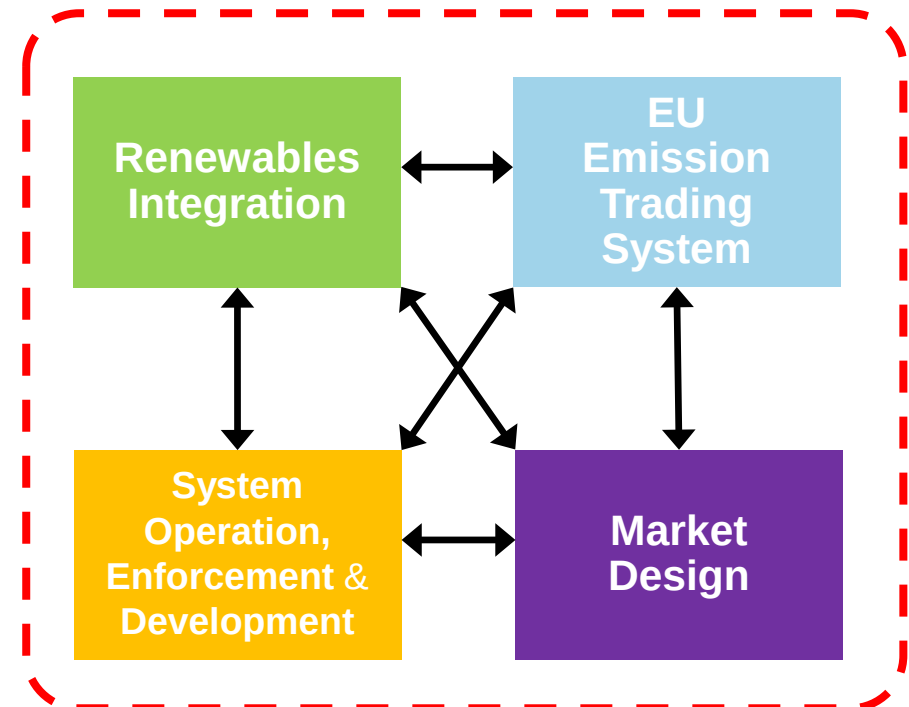
Efficiency
(costs)

Sustainability



AUSTRIAN POWER GRID AG

Herausforderungen



“low-carbon power system”

- **Integration Erneuerbarer Energien**

- Massiver Ausbau von Wind und Fotovoltaik.
- Höhere nicht bedarfsgerechte Erzeugung.
- Stärkere Anforderungen an Regelreserve- und Ausgleichsenergiemärkte sowie auch an koordiniertes Engpassmanagement.

- **Fördermechanismen von Erneuerbaren Energien**

- Marktverzerrungen durch unkoordinierte nationale Ansätze.
- Marktanreize und nachhaltige Preissignale und somit Investitionsanreize für den Markt gehen verloren.
- Erzeugungseinheiten, welche für den zuverlässigen Systembetrieb notwendig sind, gehen verloren (Stilllegung aus wirtschaftlichen Gründen).

- **Smart Grids Einflüsse**

- Abrupter Anstieg bzw. Reduktion der Nachfrageseite.
- Verschiebung von Lasten (koord. TSOs $\leftrightarrow$ DSOs).

- **Dezentralere Einspeisungen**

- Bis jetzt hauptsächlich „Top-Down“ Lastflüsse.
- Künftig vermehrt „Top-Down“ und „Bottom-Up“ Lastflüsse.
- Größere geographische Distanzen zwischen Angebot und Nachfrage wodurch vermehrt ausreichende Übertragungsnetze nötig sind.

- **Nicht ausreichend funktionierender CO₂ Handel**

- Verzerrungen durch hohe Zuteilung von Gratiszertifikaten; der Ansatz des Backloadings versucht(e) die Preiseverzerrungen durch Verknappung zu beheben (mit zumindest zweifelhaftem Erfolg).
- Anlagen mit hohem CO₂ Ausstoß (Braunkohle, Steinkohle) sind eher im Geld; hoch effiziente Anlagen (Gas) nicht?

- **Netzausbau**

- Der nötige Netzausbau hinkt massiv dem Ausbau der Erneuerbaren hinterher!
- In der Regel Verzögerungen durch mangelnde Akzeptanz.

low-carbon power system

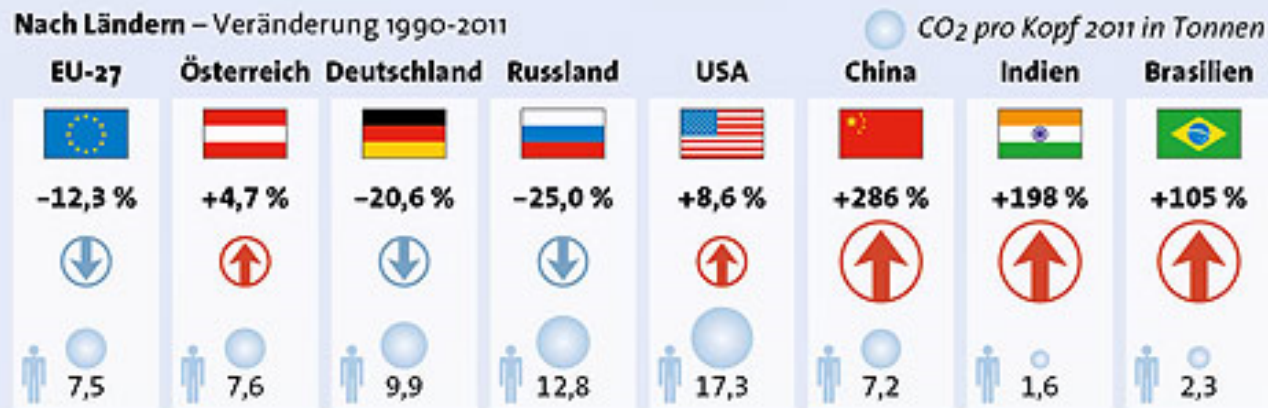
CO₂ Emissionen

Weltweite CO₂-Emissionen – Die Entwicklung seit 1990

In Milliarden Tonnen



Nach Ländern – Veränderung 1990-2011

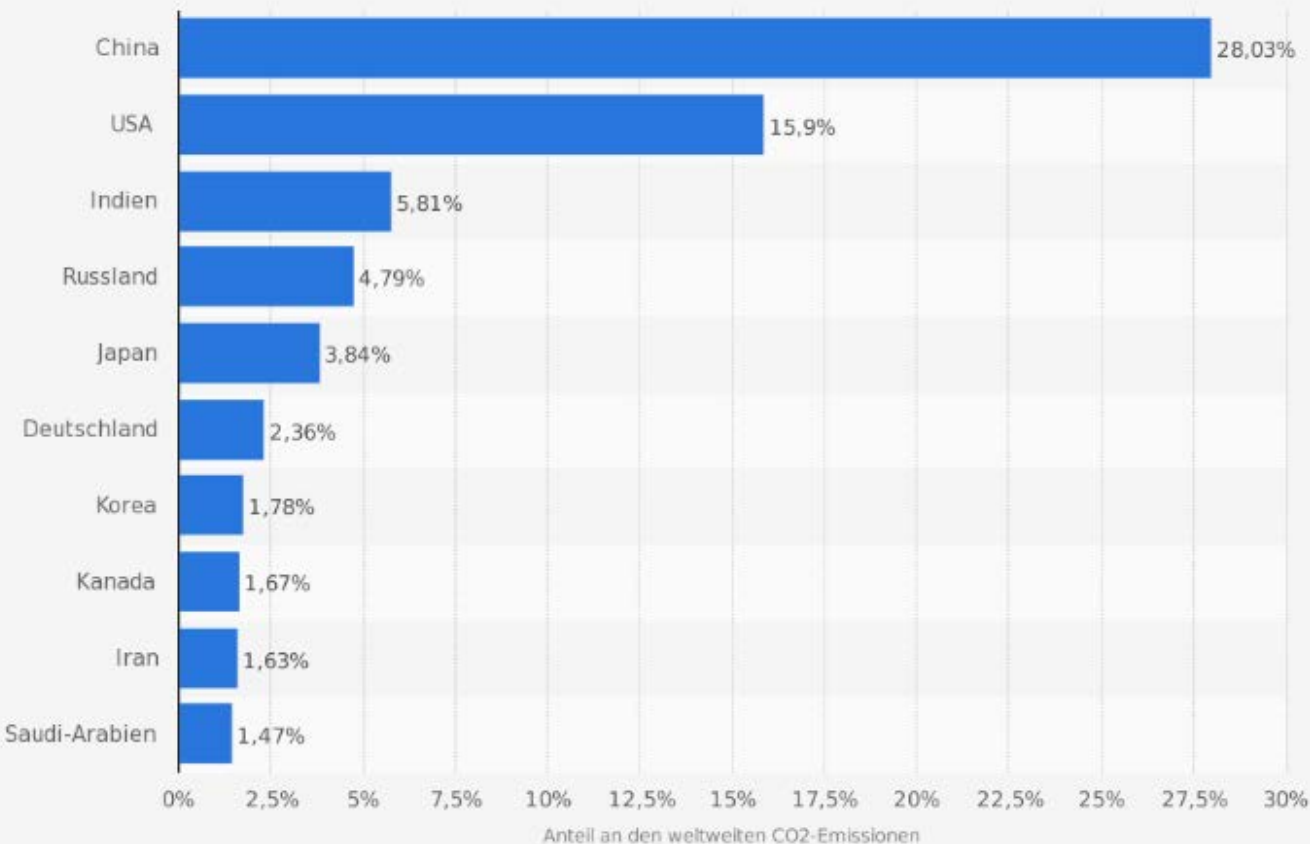


- Der weltweite (anthropogene) CO₂ Ausstoß steigt weiterhin!
- Für 2016 ca. 35 Mrd.t!
- Einhaltung von max. 2°C Erderwärmung wird zunehmend herausfordernder.
- Auch der Stromsektor ist gefordert Beitrag leisten!

CO₂ Emissionen



Die zehn größten CO₂-emittierenden* Länder nach Anteil an den weltweiten CO₂-Emissionen im Jahr 2015

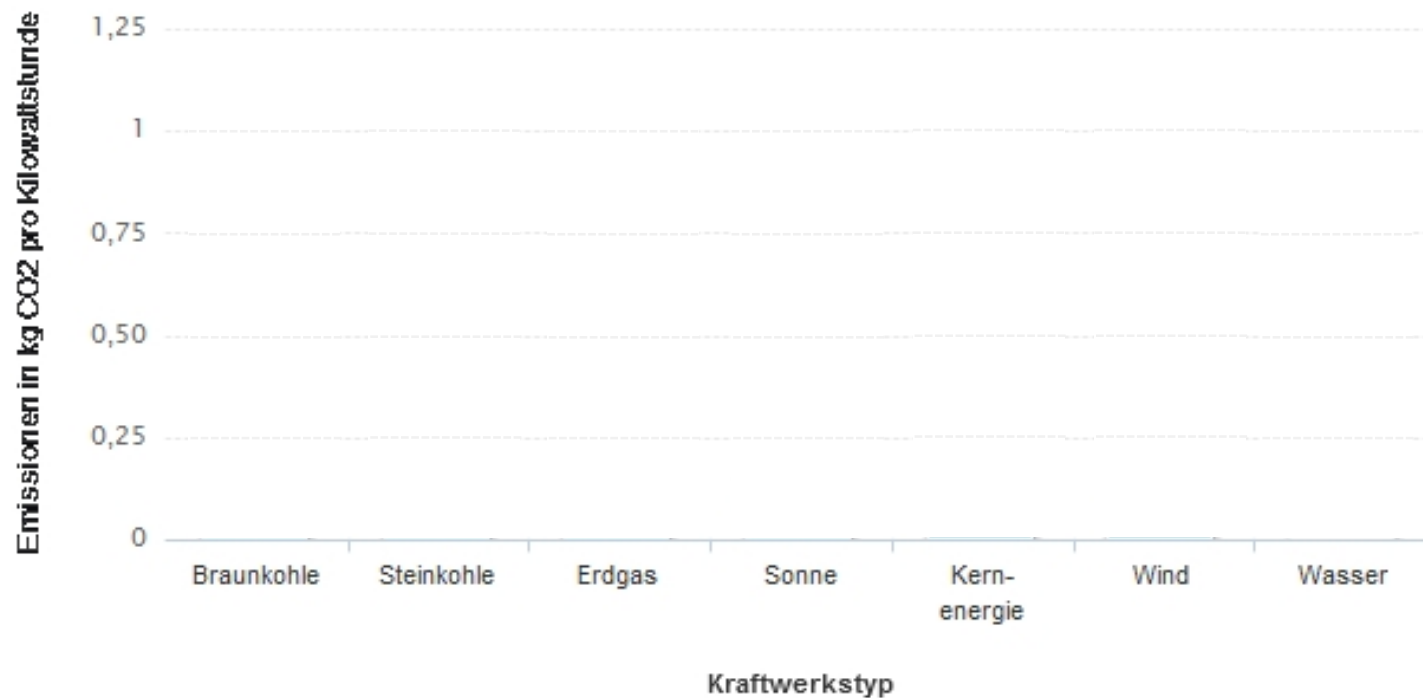


- Der weltweite (anthropogene) CO₂ Ausstoß steigt weiterhin!
- Für 2016 ca. 35 Mrd.t!
- Einhaltung von max. 2°C Erderwärmung wird zunehmend herausfordernder.
- Auch der Stromsektor ist gefordert Beitrag leisten!

Spez. CO₂ Emissionen der Stromerzeugung*



- Bei der Verstromung fossiler Brennstoffe fallen selbstredend CO₂ Emissionen an:



(Spez.) CO₂ Emissionen der Stromerzeugung in Deutschland



- Aktuell (2015) in DE rund 300 Mio. t CO₂ Emissionen durch die Stromerzeugung!
 - Die spezifischen CO₂ Emissionen betragen aktuell (2015) rund 550 kg/MWh!
- Obwohl DE führend bei der Integration von Wind und PV (84 GW*)!

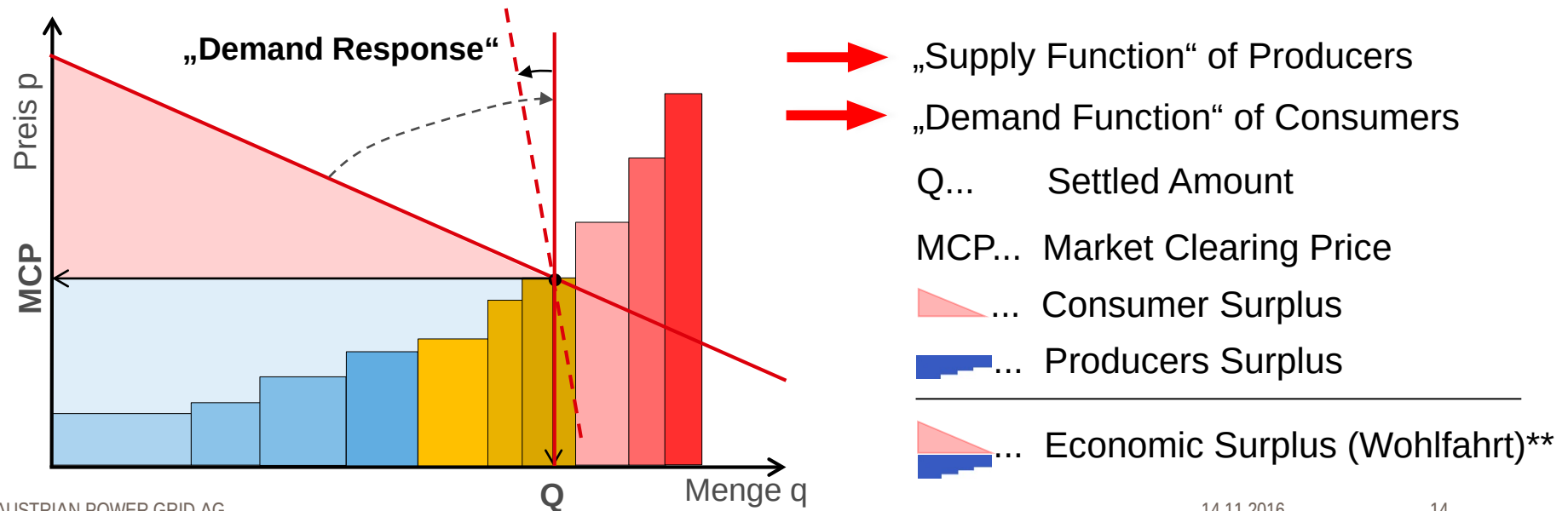
- Die Vereinbarung vom COP 21 Meeting in Paris 2015 sieht eine Limitierung des Temperaturanstiegs auf max. 2°C vor (idealerweise nicht mehr als 1,5°C).
- Der Stromsektor muss auch entsprechende Beiträge zur Erreichung dieser Ziele beitragen.

→ Um die aktuell beschlossenen „Paris Ziele“ zu erfüllen muss der durchschnittliche CO₂ Ausstoß von aktuell
(2015): **411 kg/MWh** auf
(2050): **15 kg/MWh**
reduziert werden (OECD Länder).¹

Preisbildung im Elektrizitätsmarkt

Grundsätzliche Marktmechanismen

- Verallgemeinert: Was ist Markt?*
- Wirtschaftswissenschaftlicher Sicht:
 - „Preise und Mengen“
- Ökonomischer Sicht:
 - „Produzenten und Konsumenten“
 - „rationale (optimierende) Wirtschaftssubjekte und ihre Mittel“



* in Anlehnung an emer. Prof. E. Streissler, UNI Wien, VWL für Juristen

** Zielfunktion im Strommarkt (e.g. Market Coupling)

Vollkommener Markt?



- Vollkommene Markttransparenz
- Keine Präferenzen (persönlich, sachlich, räumlich, zeitlich,...)
- Homogenität der Güter
- Vielzahl von Anbietern und Nachfragern
- Keine Transaktionskosten
- etc.

→ In der Realität kaum erreichbar.

→ Zusätzlich Besonderheiten der Elektrizitätswirtschaft

Besonderheiten der Elektrizitätswirtschaft?



Technische Besonderheiten

- Leitungsgebundenheit
 - Transport von elektrischer Energie ist an ein Leitungssystem gebunden.
- Netzgebundenheit
 - Strom fließt entsprechend physikalischen Gesetzen (Ohm und Kirchhoff), nicht nach vereinbarten Liefer- bzw. Bezugsverträgen.
- Gesamtsystemgebundenheit
 - Das gesamte System aus Erzeugung, Übertragung und Verteilung funktioniert nur als Einheit in dem sich einzelne Faktoren z.T. sehr intensiv auswirken können.
- Nicht-Speicherbarkeit
 - Ständige Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage (physikalisch); d.h. Bedarfsschwankungen müssen im „Augenblick“ ihres Entstehens kompensiert werden (Balancing Märkte).
 - System muss auf die Spitzenlast (plus Reserven) ausgelegt sein, d.h. an die Maximalnachfrage.

→ **Überkapazitäten notwendig (im Rahmen n-1 Sicherheit)!**

→ **Komplexe Regelungsmechanismen notwendig (Primär-, Sekundär, Tertiärregelung)!**

Besonderheiten der Elektrizitätswirtschaft?

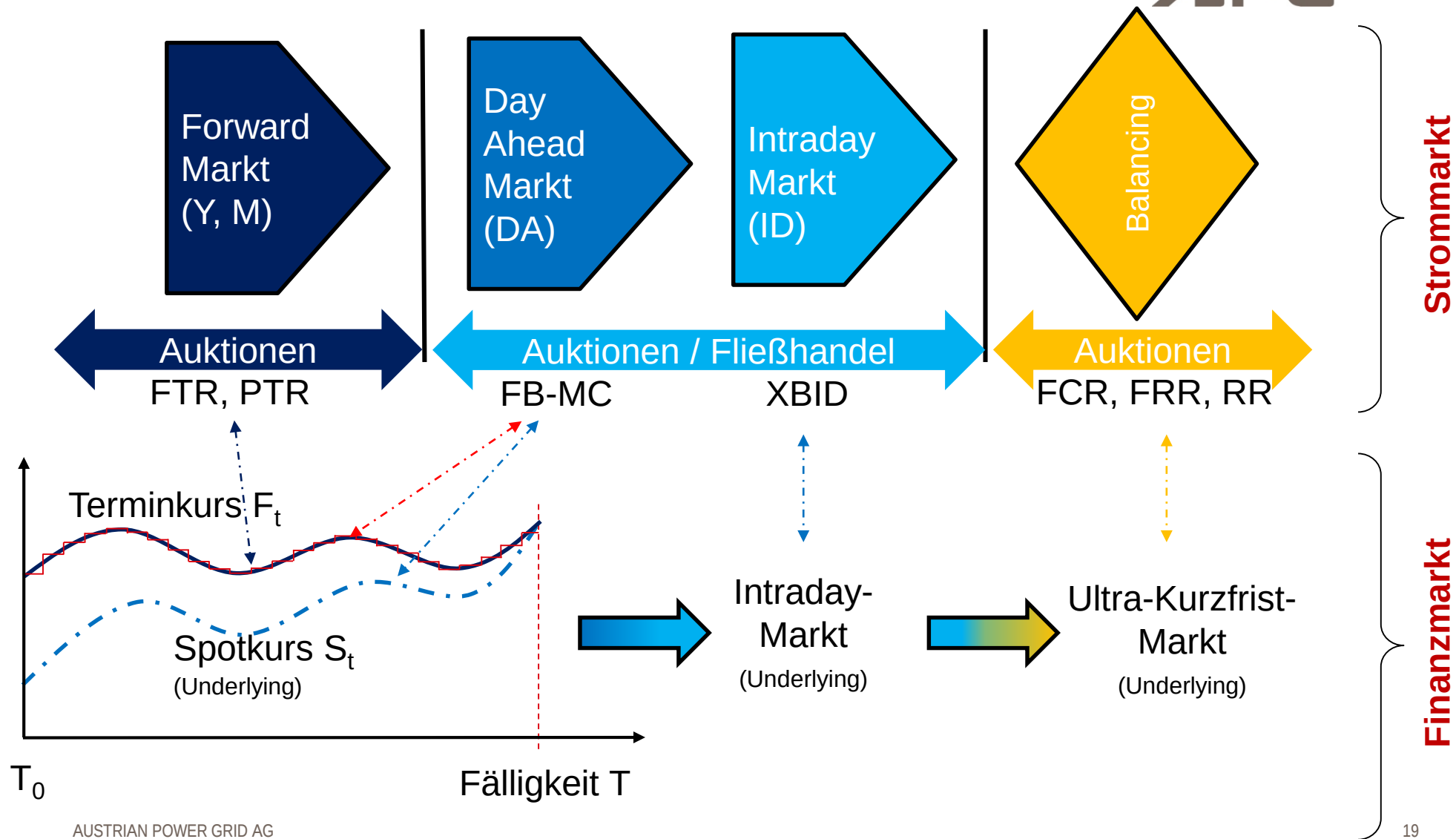


Ökonomische Besonderheiten

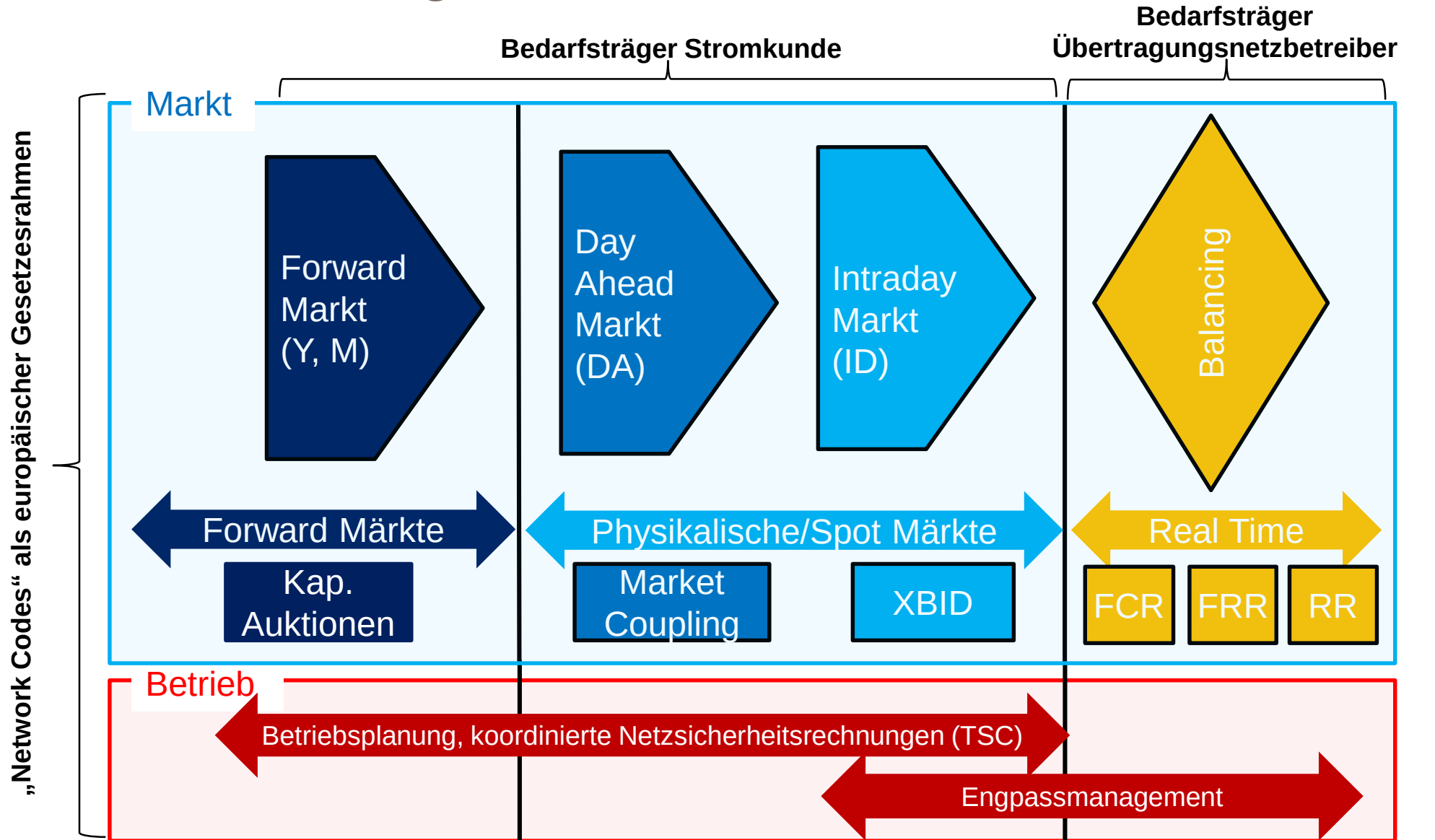
- Kapitalintensität
 - Verglichen mit anderen Wirtschaftsbranchen weist die Elektrizitätswirtschaft eine sehr hohe Kapitalintensität auf und zwar sowohl bei Erzeugungsanlagen als auch bei Übertragungs- und Verteilnetzen. (Kapitalumschlaghäufigkeit sehr gering ca. 0,15 - 0,3*).
- Langlebigkeit (techn. Besonderheit)
 - Sehr hohe Zeitdauer für Planung, Genehmigung und Errichtung.
 - Z.T. sehr lange Lebens- und Nutzungsdauer.
- Sehr hohe Preisvolatilität
 - Durch die notwendige Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage zwischen Erzeugung und Nachfrageschwankungen in Abhängigkeit von Jahreszeit, Tageszeit und Wochentag, sowie die Abhängigkeit dieser von Temperaturen, Helligkeiten usw. führt dies zu hohen Preisvolatilitäten.
- Hoher Risikomanagementbedarf
 - Unsicherheiten in der Erzeugung durch Dargebotsschwankungen.
 - Abhängigkeiten und (Preis-) Unsicherheiten auf der Primärenergieseite.
 - **Gesetzliche und regulatorische Risiken.**

Marktmodell Überblick

Strommarktdesign im Überblick



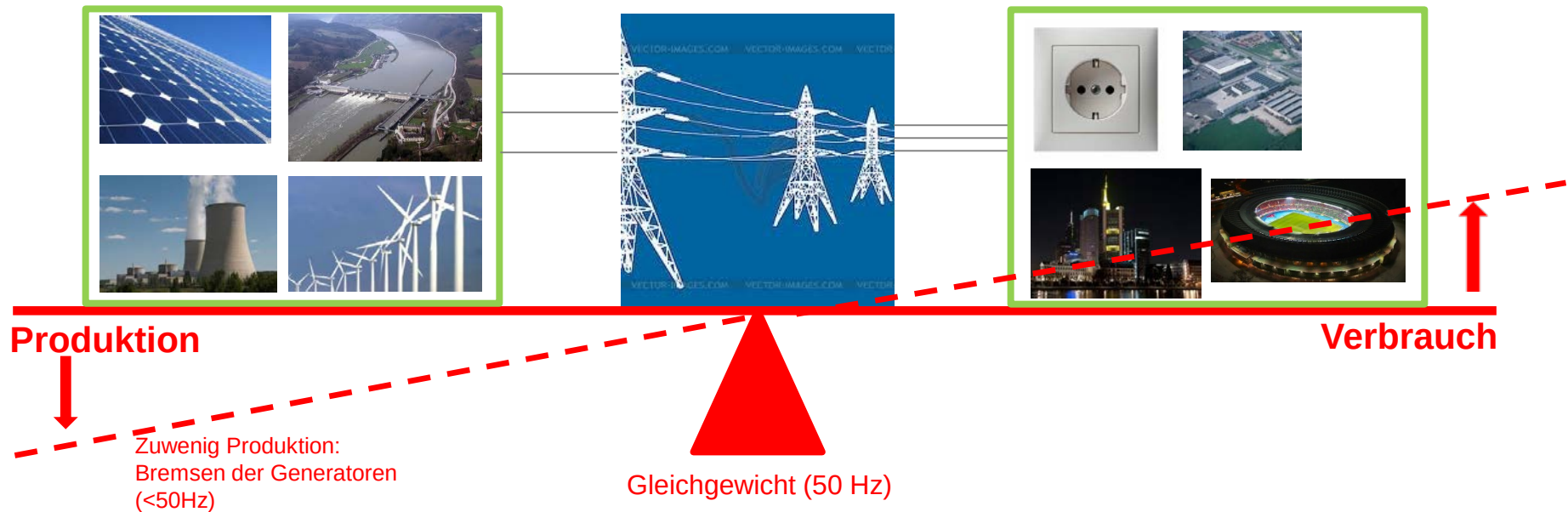
Strommarktdesign im Überblick



Beispiel: Markt für Sekundärregelreserven (Kooperation AT/DE)

Kernaufgabe im Balancing-Markt

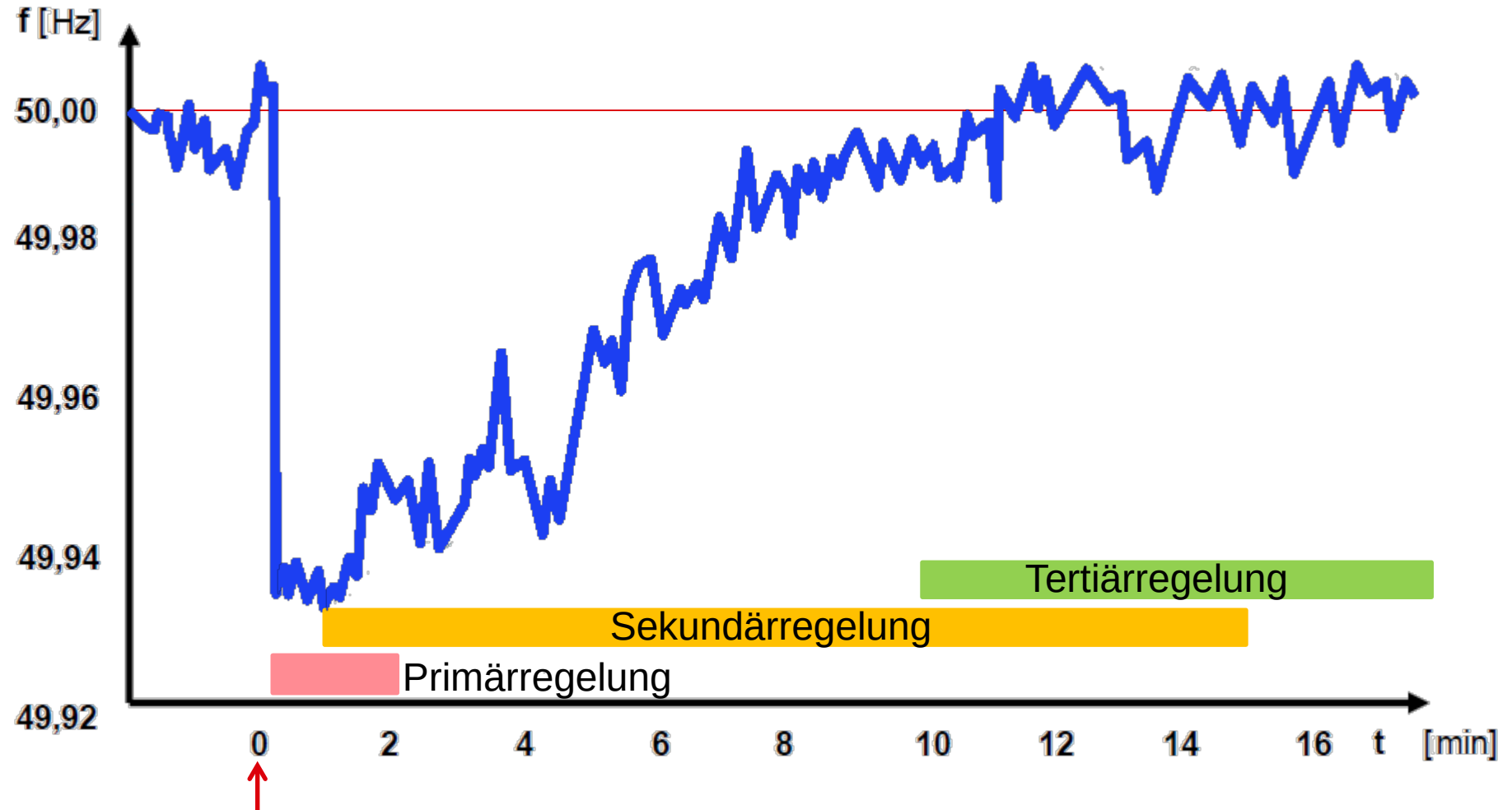
Sicherstellung des Systemgleichgewichtes



- **Gleichgewicht von Erzeugung und Verbrauch** ist Basis für Versorgungssicherheit!
 - Bei **Ungleichgewichten** müssen **Regelmechanismen** das **Systemgleichgewicht** wieder herstellen!
- **Ausreichende Netzkapazitäten zwischen Kraftwerken und Verbrauchern!**

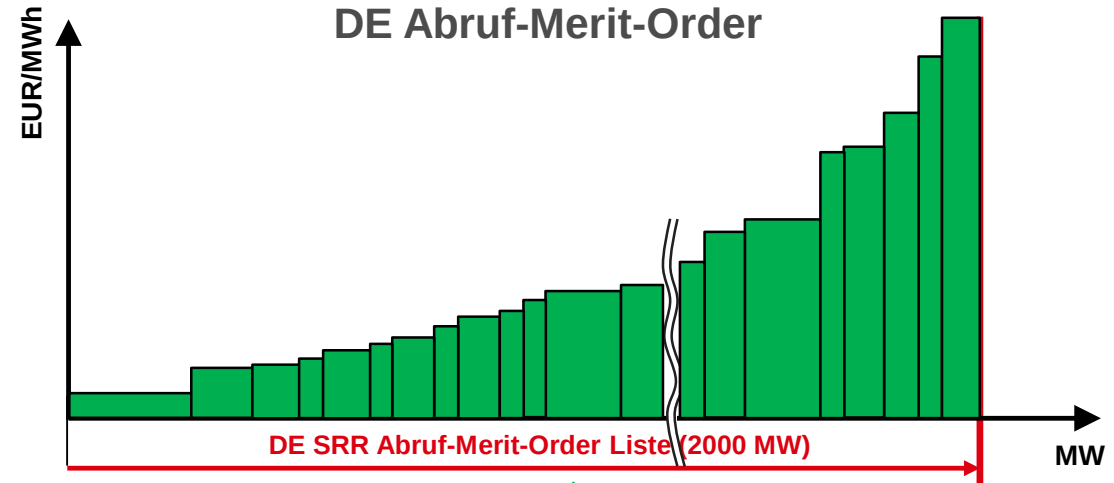
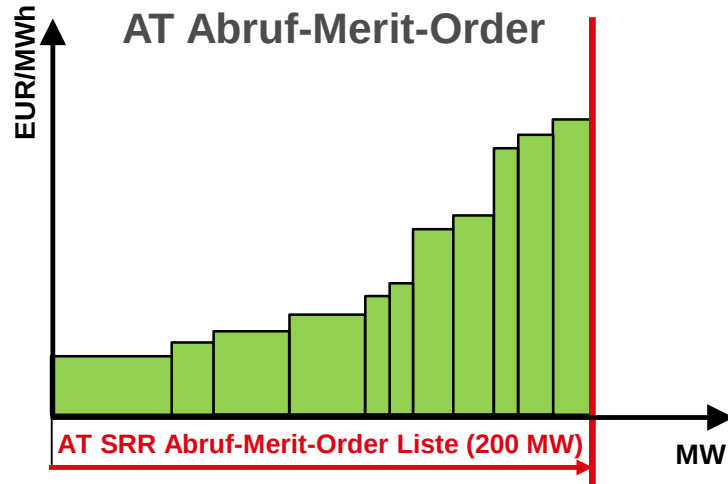
Wirkung und Einsatz von Regelreserven

(z.B. Kraftwerksausfall; Schematische Darstellung)

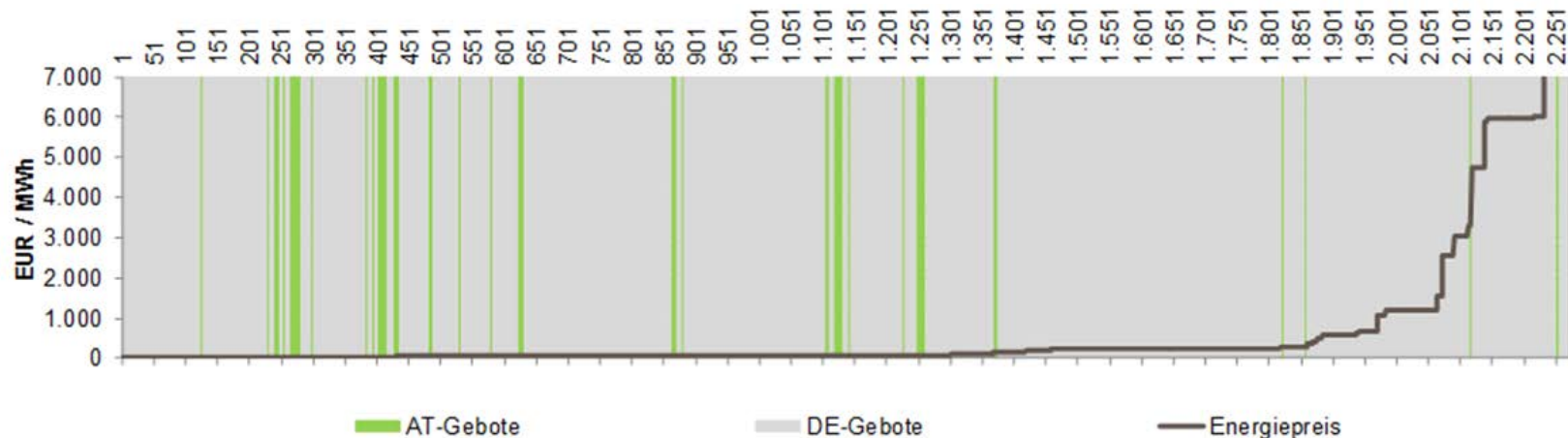


„Kraftwerksausfall“

Sekundärregelreservemarkt AT/DE: „Common Merit Order Liste“ für Energieabrufe



DE/AT Common-Merit-Order (Abruf-Merit-Order Liste, KW34, OffPeak+)

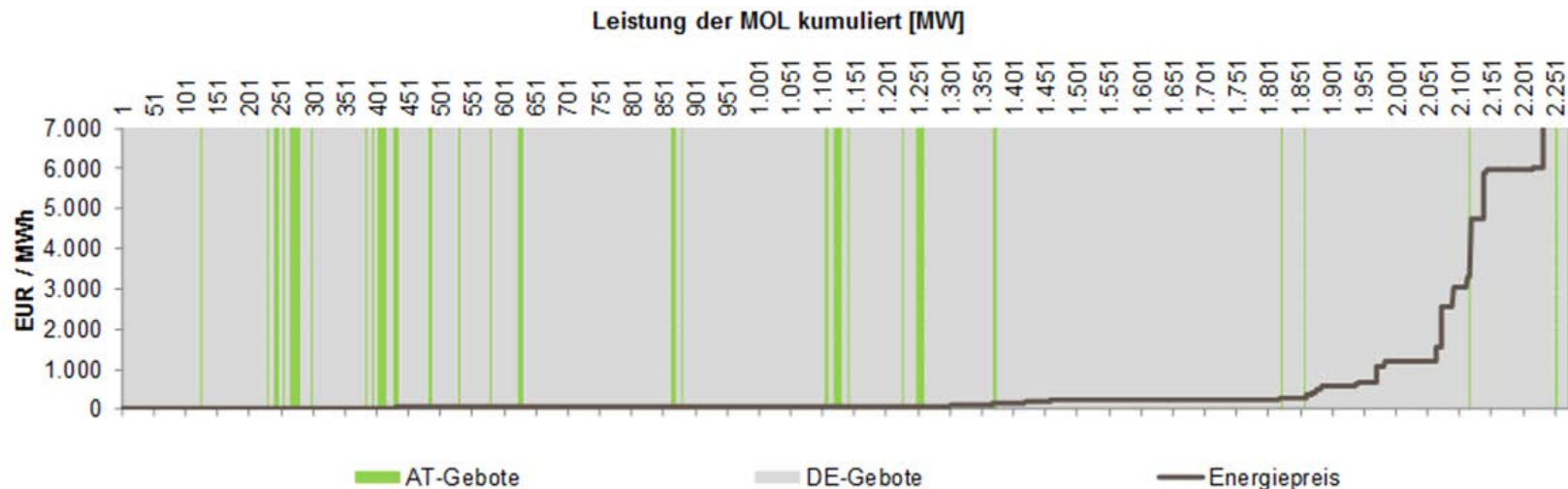


Sekundärregelreservemarkt AT/DE: Lokale Verantwortung – gemeinsamer Markt



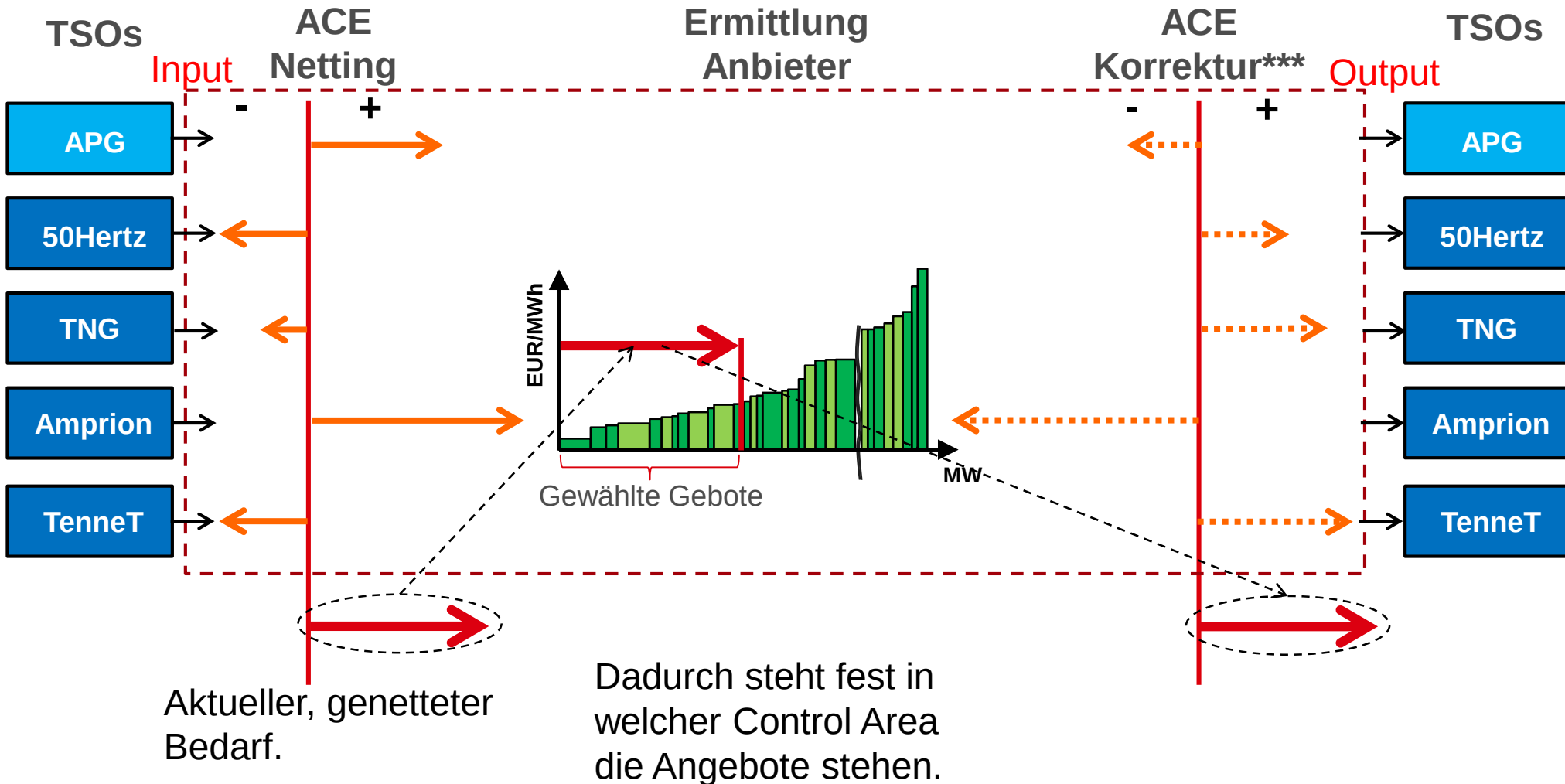
Conditio sine qua non:

- Versorgungssicherheit muss jederzeit gewährleistet sein!
 - Lokale Netzregler müssen jederzeit voll einsatzbereit sein (**Takten im 2s Zyklus!**).
 - Marktbedingungen voll harmonisiert (Produkte, Ausschreibungszeitpunkte etc.).
- Hochkomplexe IT-Lösungen zur Koordinierung der einzelnen Netzregler nötig!
- Alle 4 Sekunden erfolgen Optimierungsrechnungen, um gemeinsamen Markt zu ermöglichen („online Market Coupling“)!
- Pionierarbeit in Europa! Erster gemeinsamer Markt für automatische Reserven!



Wesentliche Prozesse

Abruf („Aktivierung“) aus der CMO



AUSTRIAN POWER GRID AG

14.11.2016

26

*Schematische Darstellung für ein Produkt zur Leistungserhöhung!

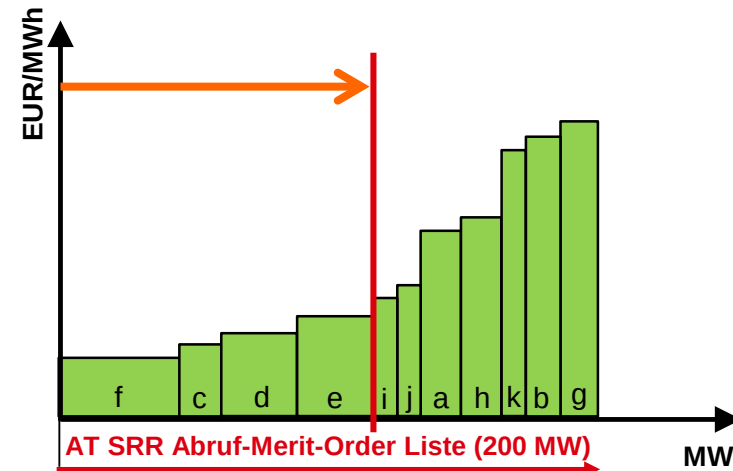
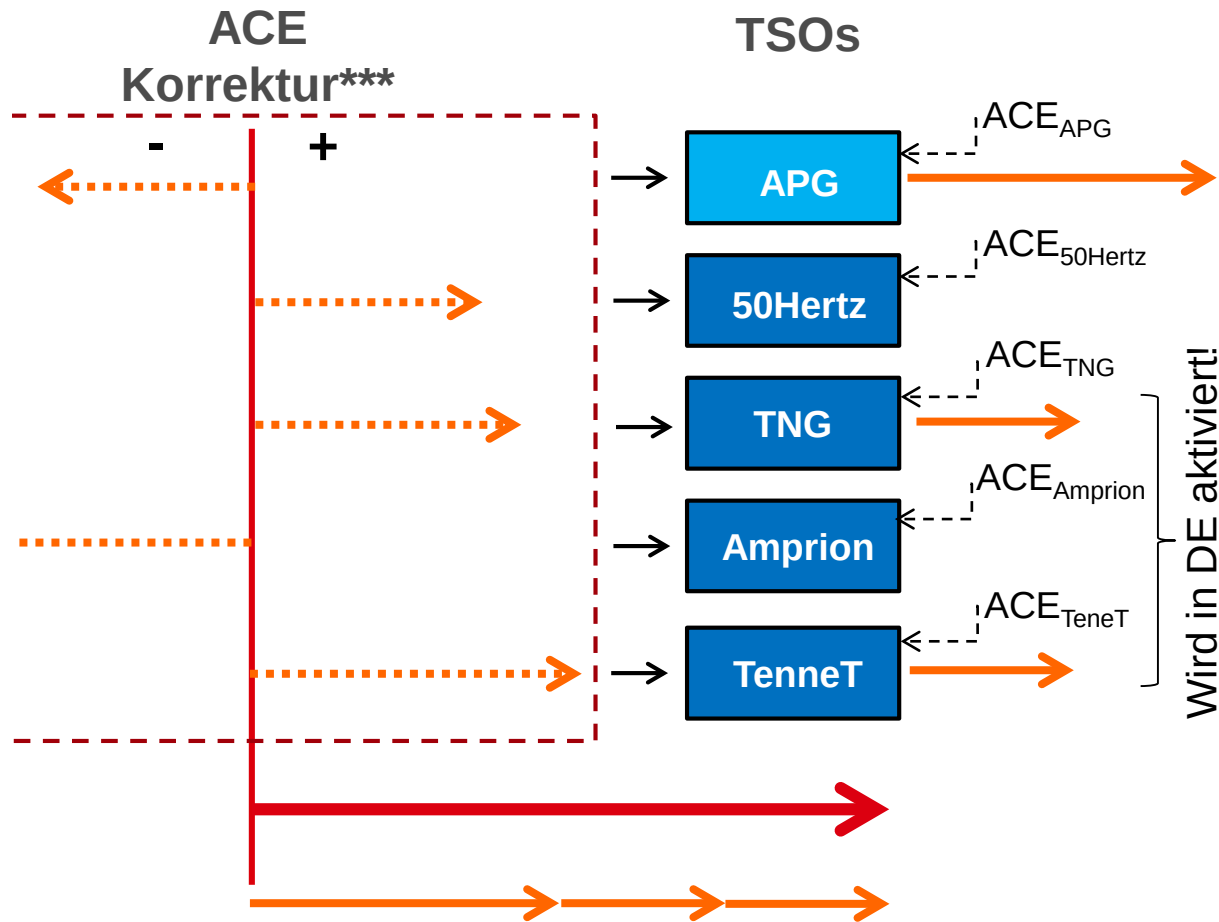
**ACE... Area Control Error, entspricht der Anforderung der zu aktivierenden SRR.

*** Korrektur = Wieviel mehr / weniger als der eigene Bedarf muss i.d. RZ aktiviert werden

... Optimizer der TNG.

Wesentliche Prozesse

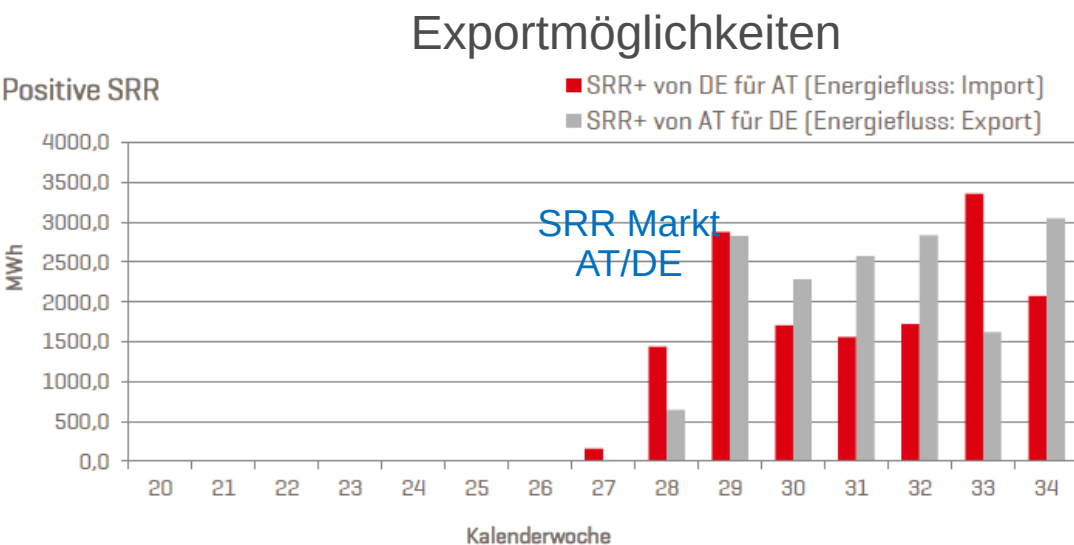
Abruf („Aktivierung“) aus der CMO



- Die eigentliche Aktivierung erfolgt jeweils national (Fallback immer vorhanden!).
- Dieser Prozess erfolgt alle 4s!!

Vorteile durch SRR – Kooperation

- APG hat in Abstimmung mit den DE TSOs den europaweit ersten gemeinsamen SRR Markt entwickelt und umgesetzt!
- Erste operative Erfahrungen zeigen durchwegs positive Effekte.
- Ein weiteres Land hat bereits Interesse an einer Teilnahme signalisiert (SI).
- APG ist hierbei Europaweit führend!



Vorteile:

- Geringere Preise führen zu geringeren Kosten und SDL-Entgelten (Erzeuger sind zu 78% Kostenträger lt. ElWOG §69(1)).
- Kostenersparnis für Kostenträger als auch mehr Erlöspotential für Erzeuger (trotz niedrigerer Preise, da für Exporte keine nationale SDL-Kostentragung anfällt!)

Nachteile:

- Kurzfristig trotzdem sehr hohe Preisspitzen beobachtbar!!

Zusammenfassung

- Zur Erreichung der Klimaziele ersetzen Erneuerbare Energien mehr und mehr konventionelle Erzeugung.
 - Europäische Energielandschaft im Umbruch.
 - Zusammenspiel Markt und Technik (Physik) wird zunehmend komplexer und herausfordernder.
 - Marktmechanismen und Schnittstellen zu regulatorisch/administrativen Eingriffen sind zu klären:
 - Heranführen von Erneuerbaren an bzw. Integration in den Markt,
 - Freie Preisbildung vs. Kapazitätsmechanismen vs. Preiscaps,
 - Planungssicherheit für Investitionen, Prosumer, Elektromobilität Blockchain etc.
- **Der Übergang („Energy Transition“) hin zu einer „Grünen“ Stromversorgung ist eigentlich „Energy Revolution“!**
- **Herausforderungen aber auch Chancen für „Lenker und Denker“...**