


Strommärkte Teil 2

Österreich- (Deutschland)

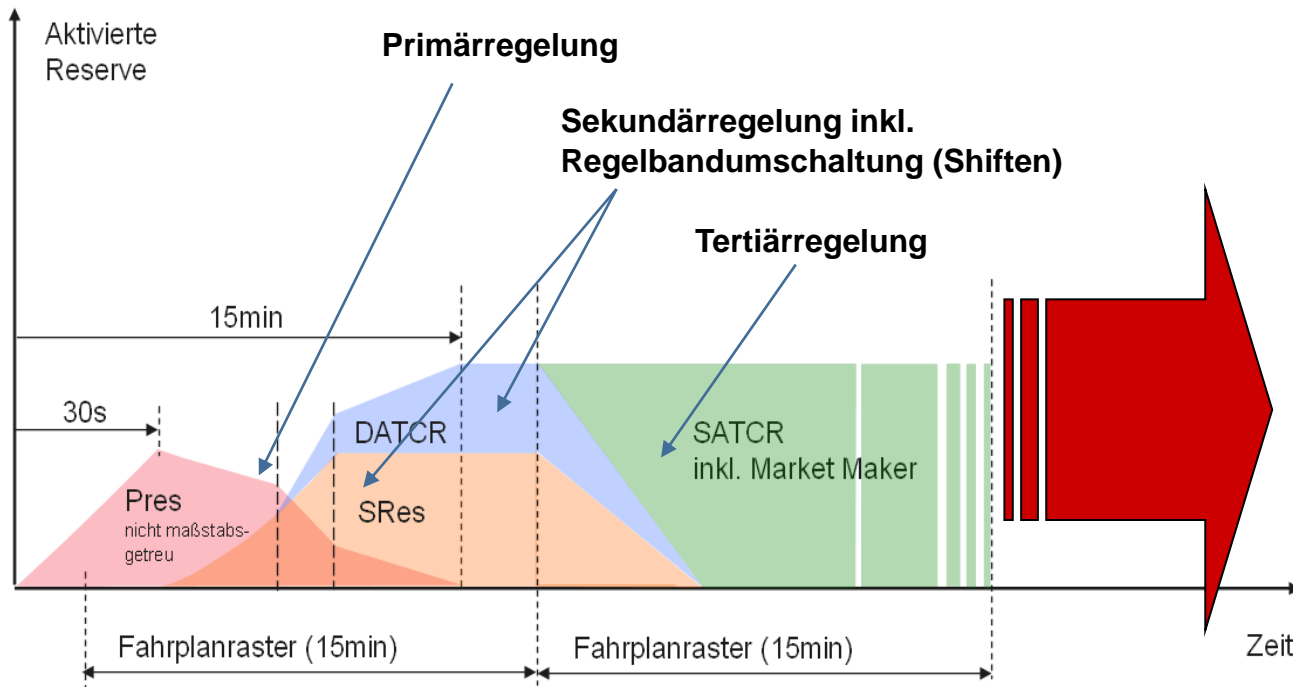
Pfleger Markus, Wien 25.11.2022

Märkte für elektrische Energie und Leistung

Planungshorizont bzw. Reaktionszeit	Marktsegment / Produkt	Organisation des Marktes
Jahre bis Wochen Day Ahead 15 min	Termin-Markt Day-Ahead Markt Intraday-Markt	Energy Only Markt: Öffentliche Strombörsen Bilaterale Vereinbarungen   
15 min 5 min 30 s	Frequency Restoration Reserve (manual) Frequency Restoration Reserve (automatic) Frequency Containment Reserve	Markt für Regelenergie: Marktplatz organisiert durch TSO, Abruf organisiert durch TSO 
Wie vereinbart	Blindleistung Engpassmanagement Störungsmanagement Schwarzstart und Netzwiederaufbau	Kein Markt vorhanden: Bilaterale Vereinbarungen mit TSO, Abruf organisiert durch TSO 

Regelleistung

Komponenten der Netzregelung



Verbund Märkte für elektrische Energie und Leistung

Reaktionszeit	Marktsegment / Produkt	Organisation des Marktes
15 min	Tertiärregelung Frequency Restoration Reserve (manual)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie Leistungsausschreibung: Produktperiode 4h, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> • +280MW • -195MW • Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "manuell" durch TSO Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
5 min	Sekundärregelung Frequency Restoration Reserve (automatic)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie Produktperiode: Leistung 4h, Energie 15min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> • +200MW • -200MW • Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "automatisch" durch TSO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat • Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
30 s	Primärregelung Frequency Containment Reserve	<p>Nur Zahlungen für Leistung Produktperiode 4h, positive and negative Produkte zusammen</p> <ul style="list-style-type: none"> • +/-72MW <p>Abruf "automatisch" abhängig von der lokalen Netzfrequenz Preisfindung: Zuschlag nach Leistungspreis – Jeder bekommt den Grenzpreis - pay as cleared</p>

Neue Begriffe in den ENTSO-E Network Codes

Derzeit findet ein Prozess statt, der dem Stromsystem in Europa neue Regeln gibt

https://www.entsoe.eu/network_codes/

Dabei werden auch neue Begriffe eingeführt.

Primärregelung	→ FCR	– Frequency Containment Reserve
Sekundärregelung	→ aFRR	– Automatic Frequency Restoration Reserve
Tertiärregelung	→ mFRR	– Manual Frequency Restoration Reserve
???	→ RR	– Replacement Reserve

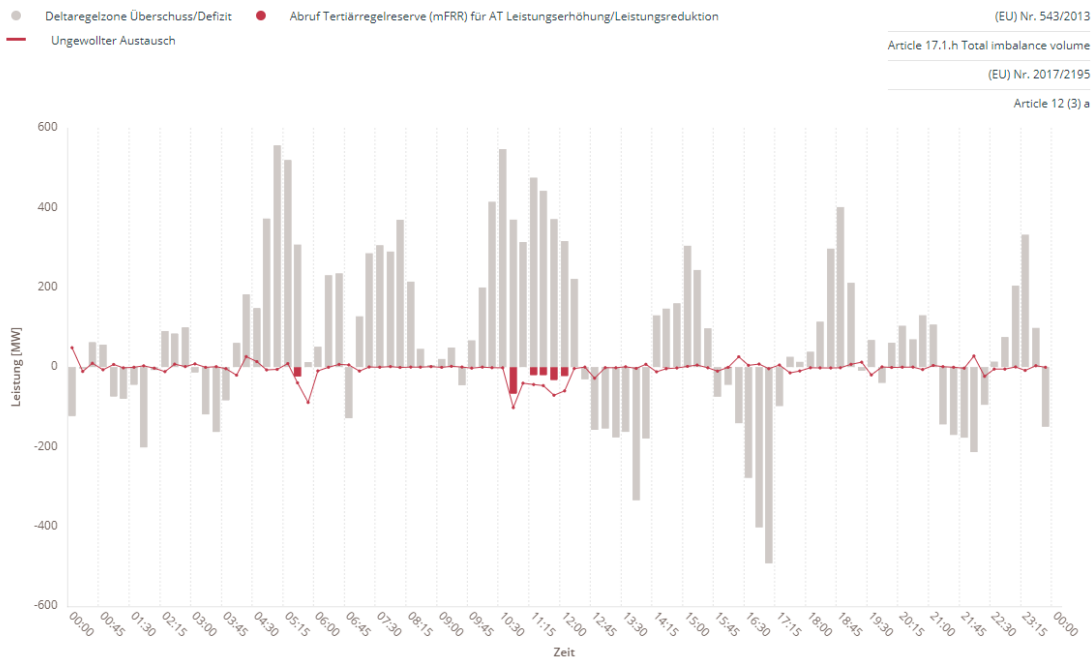
Verbund Märkte für elektrische Energie und Leistung

Reaktionszeit	Marktsegment / Produkt	Organisation des Marktes
15 min	Tertiärregelung Frequency Restoration Reserve (manual)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie</p> <p>Leistungsausschreibung: Produktperiode 4h, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> +280MW -195MW Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "manuell" durch TSO</p> <p>Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
5 min	Sekundärregelung Frequency Restoration Reserve (automatic)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie</p> <p>Produktperiode: Leistung 4h, Energie 15min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> +200MW -200MW Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "automatisch" durch TSO</p> <ul style="list-style-type: none"> Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
30 s	Primärregelung Frequency Containment Reserve	<p>Nur Zahlungen für Leistung</p> <p>Produktperiode 4h, positive and negative Produkte zusammen</p> <ul style="list-style-type: none"> +/-72MW <p>Abruf "automatisch" abhängig von der lokalen Netzfrequenz</p> <p>Preisfindung: Zuschlag nach Leistungspreis – Jeder bekommt den Grenzpreis - pay as cleared</p>

Deltaregelzone und Abruf der Tertiärregelung

Deltaregelzone = Saldo aller Bilanzgruppenabweichungen je 15min-Intervall

Deltaregelzone = Abruf Sekundärregelung + Abruf Tertiärregelung + Ungewollter Austausch



14.11.2023 in der Regelzone APG

Quelle: Austrian Power Grid

Tertiärregelung – Kooperation MARI

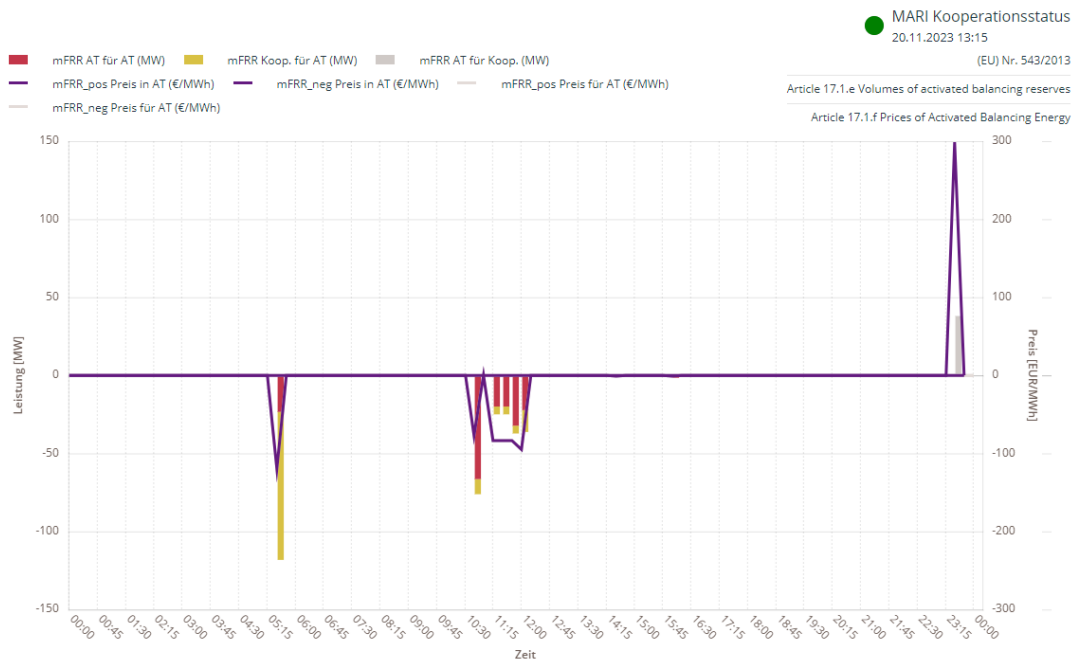
(Manually Activated Reserves Initiative)

- TSO-TSO – Modell
 - Erster und einziger Ansprechpartner für Anbieter ist der Anschluss-TSO
- Gemeinsame Merit-Order Liste
 - Abruf der günstigsten Angebote aus AT und DE falls Netzkapazitäten dies zulassen (keine Reservierung von Grenzkapazitäten)
- Netting bei gegenläufigem Abruf



Abruf der Tertiärregelung

Am 14.11.2023 in der Regelzone APG



Verbund Märkte für elektrische Energie und Leistung

Reaktionszeit	Marktsegment / Produkt	Organisation des Marktes
15 min	Tertiärregelung Frequency Restoration Reserve (manual)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie</p> <p>Leistungsausschreibung: Produktperiode 4h, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> +280MW -195MW Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "manuell" durch TSO</p> <p>Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
5 min	Sekundärregelung Frequency Restoration Reserve (automatic)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie</p> <p>Produktperiode: Leistung 4h, Energie 15min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> +200MW -200MW Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "automatisch" durch TSO</p> <ul style="list-style-type: none"> Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
30 s	Primärregelung Frequency Containment Reserve	<p>Nur Zahlungen für Leistung</p> <p>Produktperiode 4h, positive and negative Produkte zusammen</p> <ul style="list-style-type: none"> +/-72MW <p>Abruf "automatisch" abhängig von der lokalen Netzfrequenz</p> <p>Preisfindung: Zuschlag nach Leistungspreis – Jeder bekommt den Grenzpreis - pay as cleared</p>

Sekundärregelung – Kooperation Picasso

(Platform for the International Coordination of Automated Frequency Restoration and Stable System Operation)

Der (deutsche) Netzregelverbund hat(te) vier Module.

1. Vermeidung gegenläufiger Regelleistungs Aktivierung (Netting)
2. Gemeinsame Dimensionierung der Regelleistung Kann weniger Regelleistung ausgeschrieben werden?
3. Gemeinsame Beschaffung der Regelleistung
 - Es werden monatlich Grenzkapazitäten reserviert wenn dies volkswirtschaftlich günstig ist
4. Kostenoptimale Aktivierung der Regelleistung

SRL Kooperation der APG im Projekt Picasso



Picasso
(aFRRPlattform)

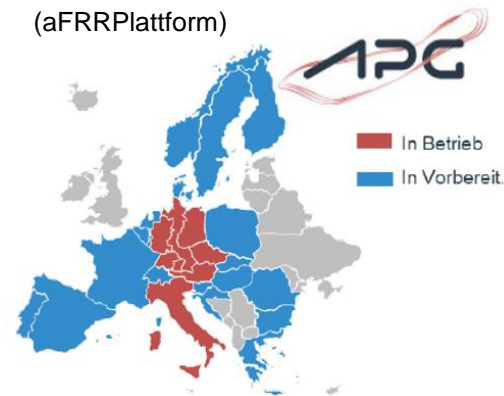


Abbildung 1: Imbalance Netting Kooperationen mit APG (Stand November 2020)

Quelle: Austrian Power Grid

Abruf der Sekundärregelung

Am 14.11.2023 in der Regelzone APG

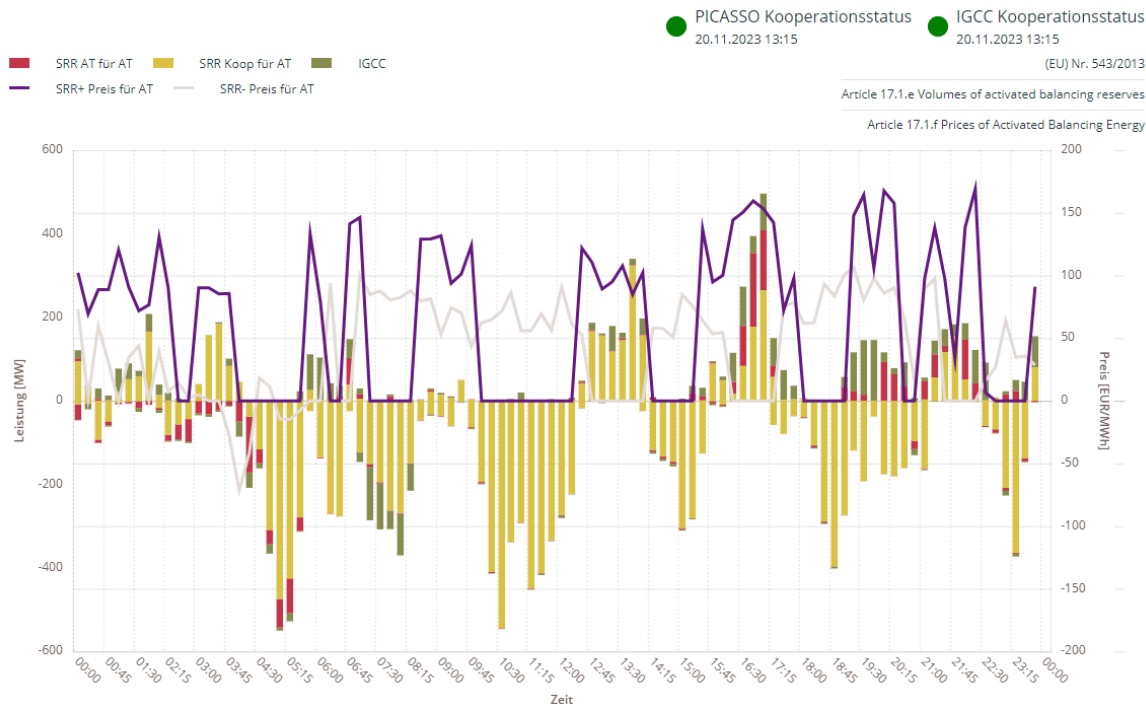


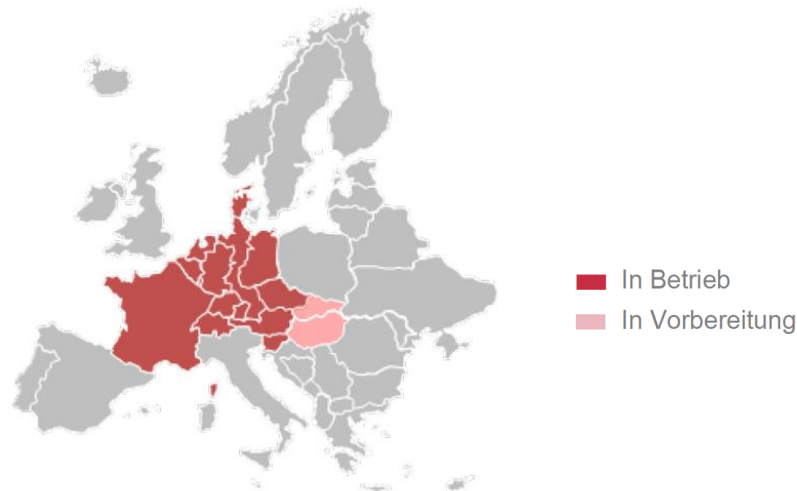
Abbildung 1: Imbalance Netting Kooperationen mit APG (Stand November 2020)

Verbund Märkte für elektrische Energie und Leistung

Reaktionszeit	Marktsegment / Produkt	Organisation des Marktes
15 min	Tertiärregelung Frequency Restoration Reserve (manual)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie Leistungsausschreibung: Produktperiode 4h, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> +280MW -195MW Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "manuell" durch TSO Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
5 min	Sekundärregelung Frequency Restoration Reserve (automatic)	<p>Zahlungen für Leistung und Energie Produktperiode: Leistung 4h, Energie 15min, positive and negative Produkte separat</p> <ul style="list-style-type: none"> +200MW -200MW Zuschlag nach Leistungspreis – pay as bid <p>Abruf "automatisch" durch TSO</p> <ul style="list-style-type: none"> Energieausschreibung: Produktperiode 15 min, positive and negative Produkte separat Abruf der Energie nach „Merit Order“ (günstigstes Angebot zuerst) – pay as cleared
30 s	Primärregelung Frequency Containment Reserve	<p>Nur Zahlungen für Leistung Produktperiode 4h, positive and negative Produkte zusammen</p> <ul style="list-style-type: none"> +/-72MW <p>Abruf "automatisch" abhängig von der lokalen Netzfrequenz Preisfindung: Zuschlag nach Leistungspreis – Jeder bekommt den Grenzpreis - pay as cleared</p>

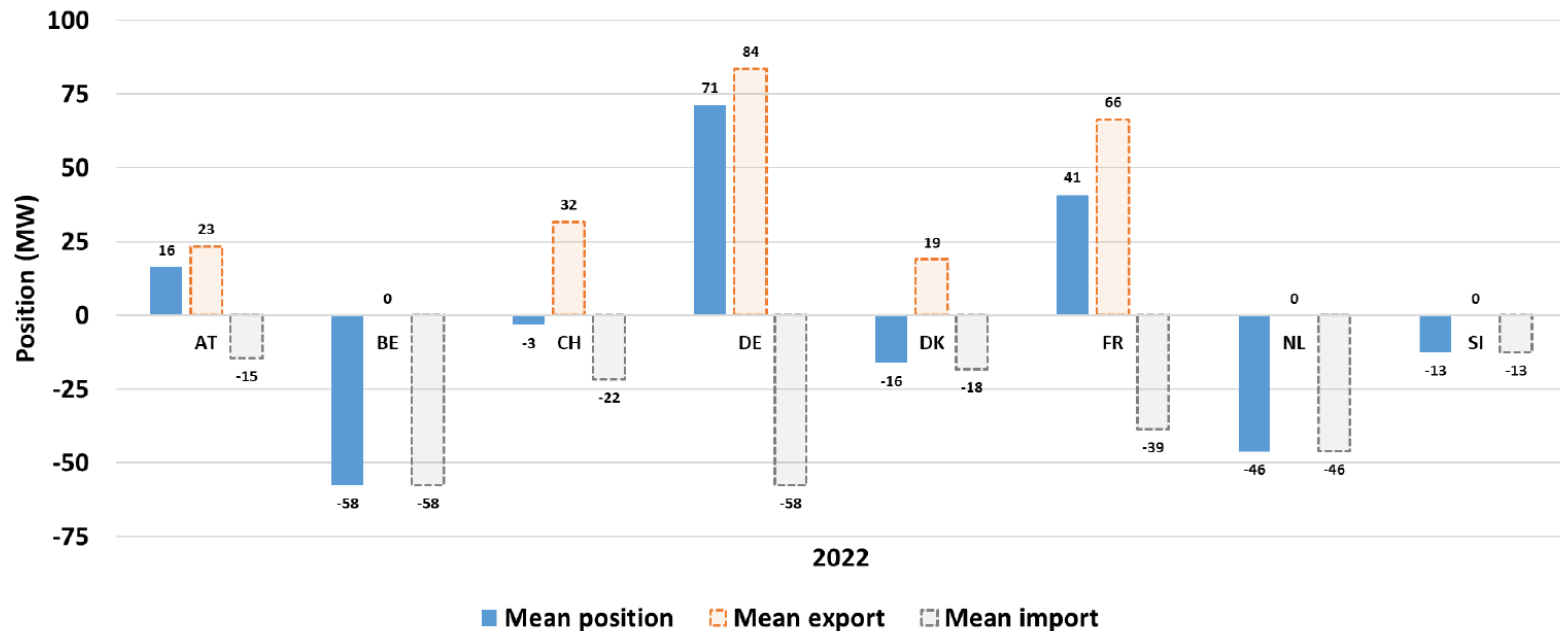
Kooperationen bei Primärregelung

- Gemeinsame Ausschreibung der Primärregelreserve durch TSO-TSO Modell
- Primärregelreserve der Kooperationspartner in Summe > 1400 MW
- *Aus Österreich können bis zu 90 MW Primärregelreserve an die Kooperationspartner geliefert werden.*
- *Kernanteil für Österreich 20 MW (muss in AT erbracht werden)*



Quelle: Austrian Power Grid

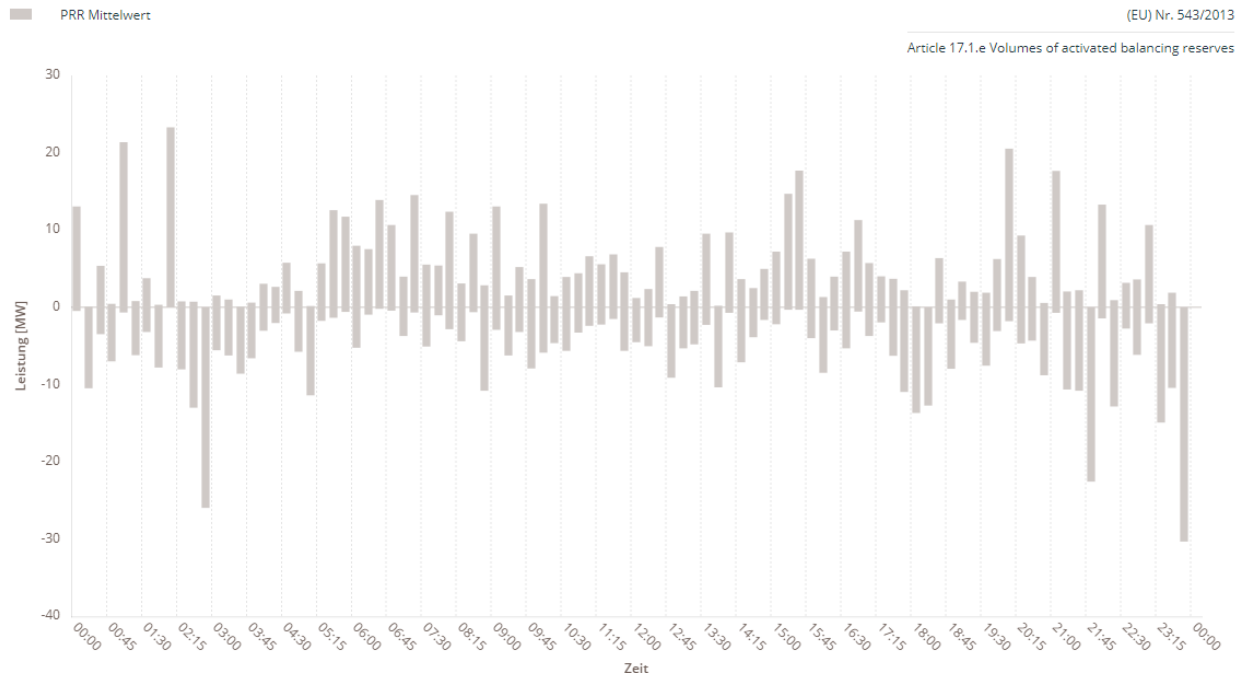
Import und Export-Positionen der Kooperationsmitgliedsländer



Quelle: Austrian Power Grid

Abruf der Primärregelung

14.11.2023 in der Regelzone APG



Quelle: Austrian Power Grid

Modellierung allgemein – wichtige Fragen

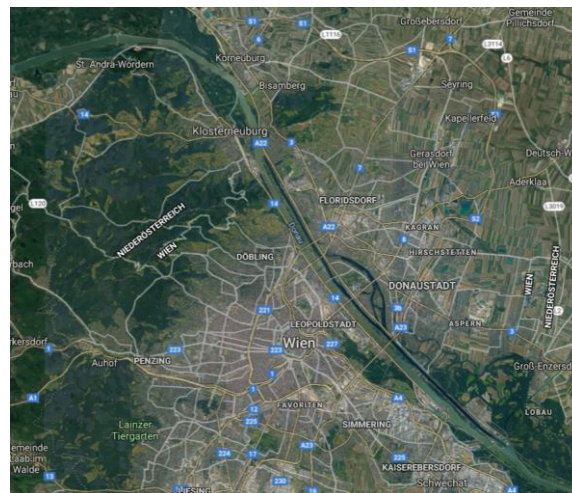
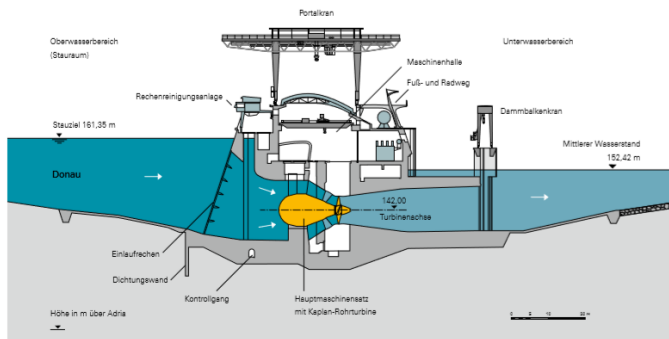
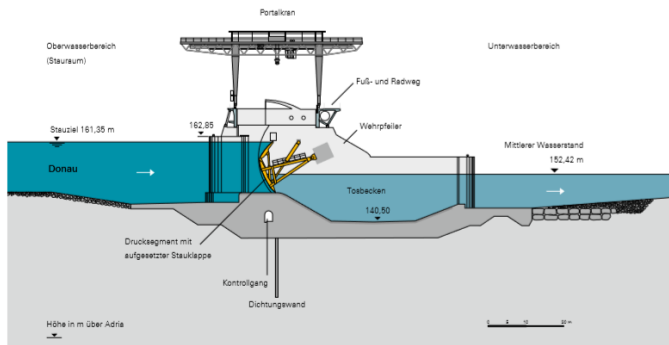
Was ist das Ziel?

- Suche nach der Wahrheit?
- Vertreten eines Standpunktes?

Was errechne ich mit meinem Modell? Wie bilde ich die Realität ab?

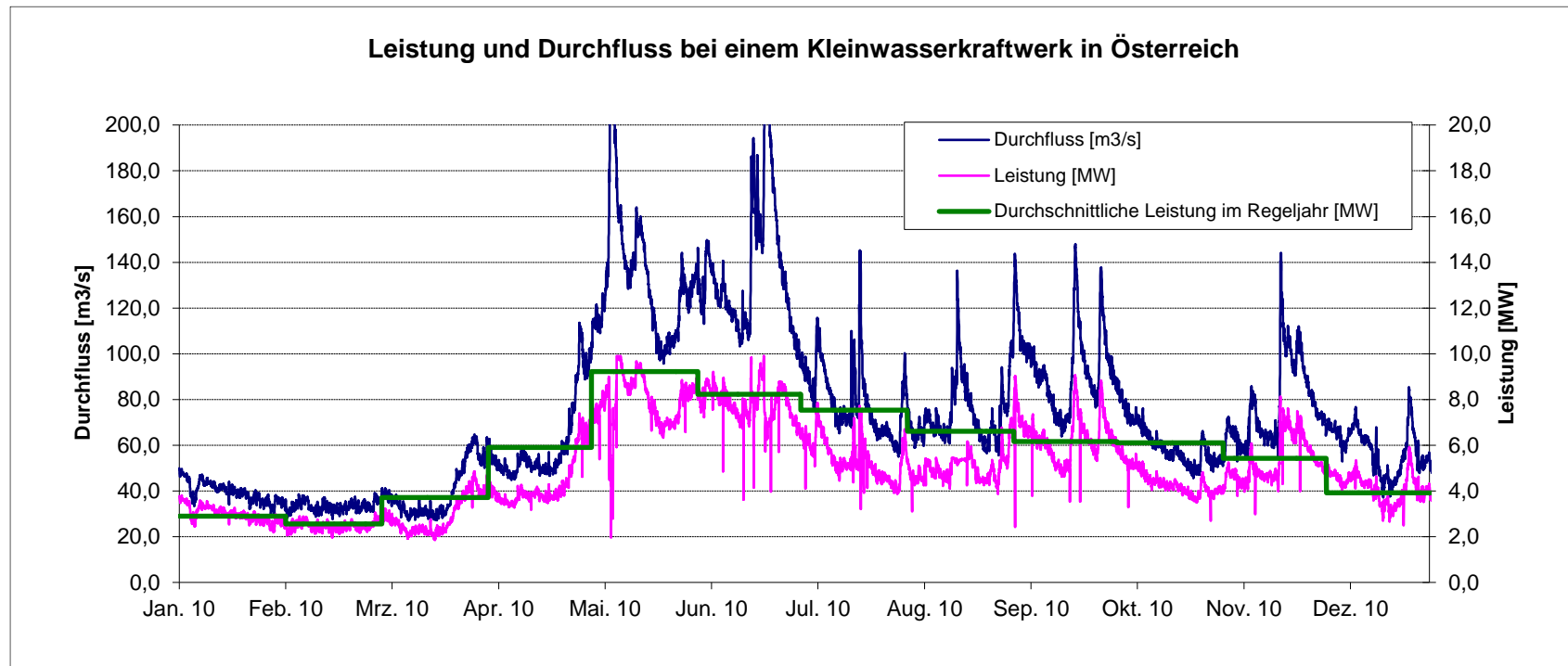
- Obere oder untere Abschätzung des Resultates?
 - Bsp.: Eine neue Einschränkung in einem Optimierungsmodell (maximierte Erlöse) minimiert die Auswirkung dieser neuen Einschränkung
- Plausibilisierung mit anderen Modellen
 - Wenn es die Möglichkeiten zulassen immer mehrere Modelle zur Abschätzung verwenden

Beispiel KW Freudenuau



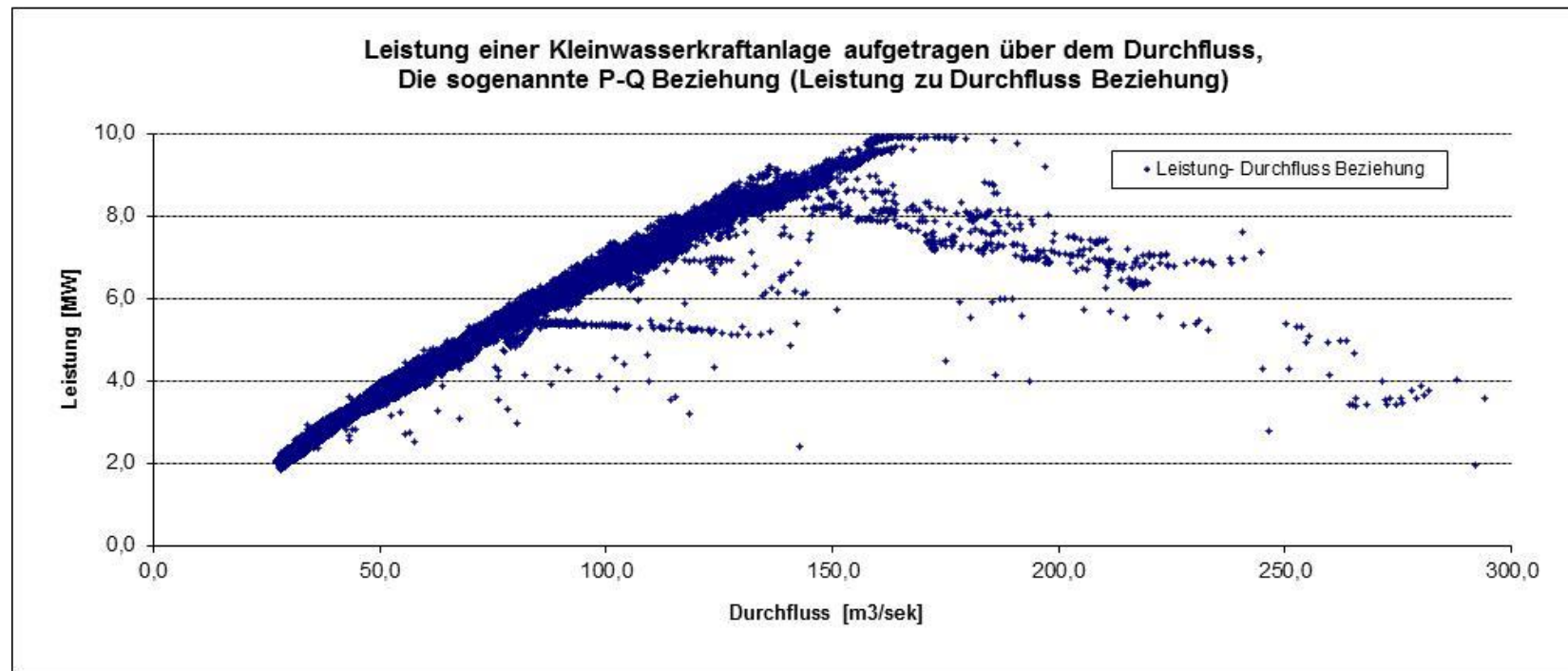
Grundlagen Wasserkraft

Durchfluss, Leistung und Monats-RAV



Grundlagen Wasserkraft

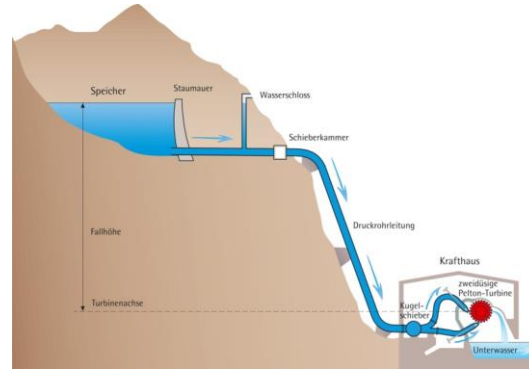
P-Q Beziehung



Speicher- und Pumpspeicher

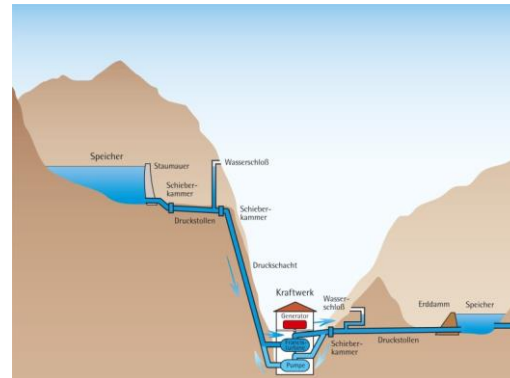
Speicherkraftwerk

- Bei hohem Strombedarf und/oder geringer EE-Einspeisung → Turbinieren
- Bei geringem Strombedarf und/oder hoher EE-Erzeugung → Rückhalten der Energie im Speicher



Pumpspeicherkraftwerk

- Bei hohem Strombedarf und/oder geringer EE-Einspeisung → Turbinieren
- Bei geringem Strombedarf und/oder hoher EE-Erzeugung → Hochpumpen von Wasser in den oberen Speicher

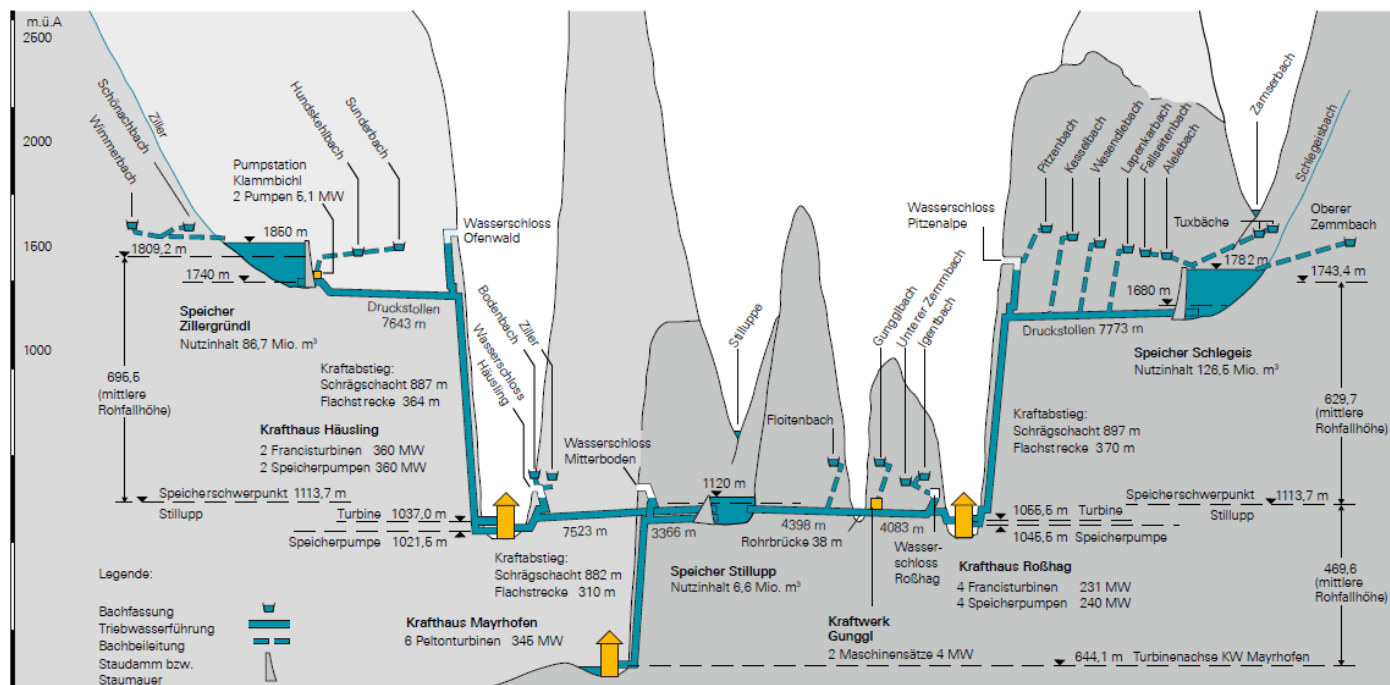




Speicherkraftwerksgruppen im alpinen Raum

Speicherkraftwerksgruppe
(Tatsächliche Komplexität!)

Verbundene Speicher- und
Pumpspeicherkraftwerke
Starke gegenseitige
Beeinflussung



Speicherkraftwerke Zemm-Ziller, Übersichtslängsschnitt