



Stabile Schweizer Stromnetze mit erneuerbarer Energie?

→ Auf jeden Fall!

Urban Frei, Geschäftsleiter Rytec AG


EnergieForum

Rytec AG Schweiz

Abfallmanagement – Energieanlagen – Strom- & Energiedienstleistungen – Rytec Circular

- Gründungsjahr 1988
- 20 Mitdenker:innen
- rollenbasierte Organisation
- aktuell vier Kompetenzfelder: Energieanlagen, Kreislaufwirtschaft, Abfallmanagement, Strommarkt... und immer offen für neue Herausforderungen!

Alte Bahnhofstr. 5, 3110 Münsingen, +41 (0)31 511 13 33, info@rytec.ch
www.rytec.ch



Kompetenzfelder der **Rytec AG**

Abfallmanagement



Vom Abfall zur Ressource –
Beratung für Anlagen,
Behörden, Verbände & Firmen

Energieanlagen



Zukunfts- und mehrheitsfähige
Lösungen im Energiesektor –
Fokus auf thermische Anlagen

Rytec Circular

Geschäftsmodelle und mehr
rund um die angewandte
Kreislaufwirtschaft



Strommarkt & Netze

Unabhängige, zukunftsfähige
Energiesstrategie-Beratung –
Hauptfokus KVA und FW-Netze



Kompetenzfeld Strommarkt & Netze

**Unabhängige, zukunftsfähige
Energiestrategie-Beratung seit 2016**



Rafael Osswald



Fabian Blaser



Jörg Boltshauser



Manes Hornung



Marion Matter



Peter Barmet



Julian Wirtz

Tätigkeitsfelder:

- **KVA-Pool** mit 12 Anlagen
- 10 operative **Energiemanagementsysteme** («**Energy Cockpit**») bei KVA
- Beratung ARA
- Realisierung von 100 MW SRL-Leistung im Regelenergiemarkt (25% des CH-Bedarfs)
- Mitwirkung bei 2 **P2G-Anlagen**
- Optimierung div. **Heisswasserspeicher**
- Div. Gross-**WKK-Projekte** auf Stufe Machbarkeit
- Strategisch-konzeptionelle Beratung
- Energiewirtschaftliche Beratung

Energiestrategie 2050+

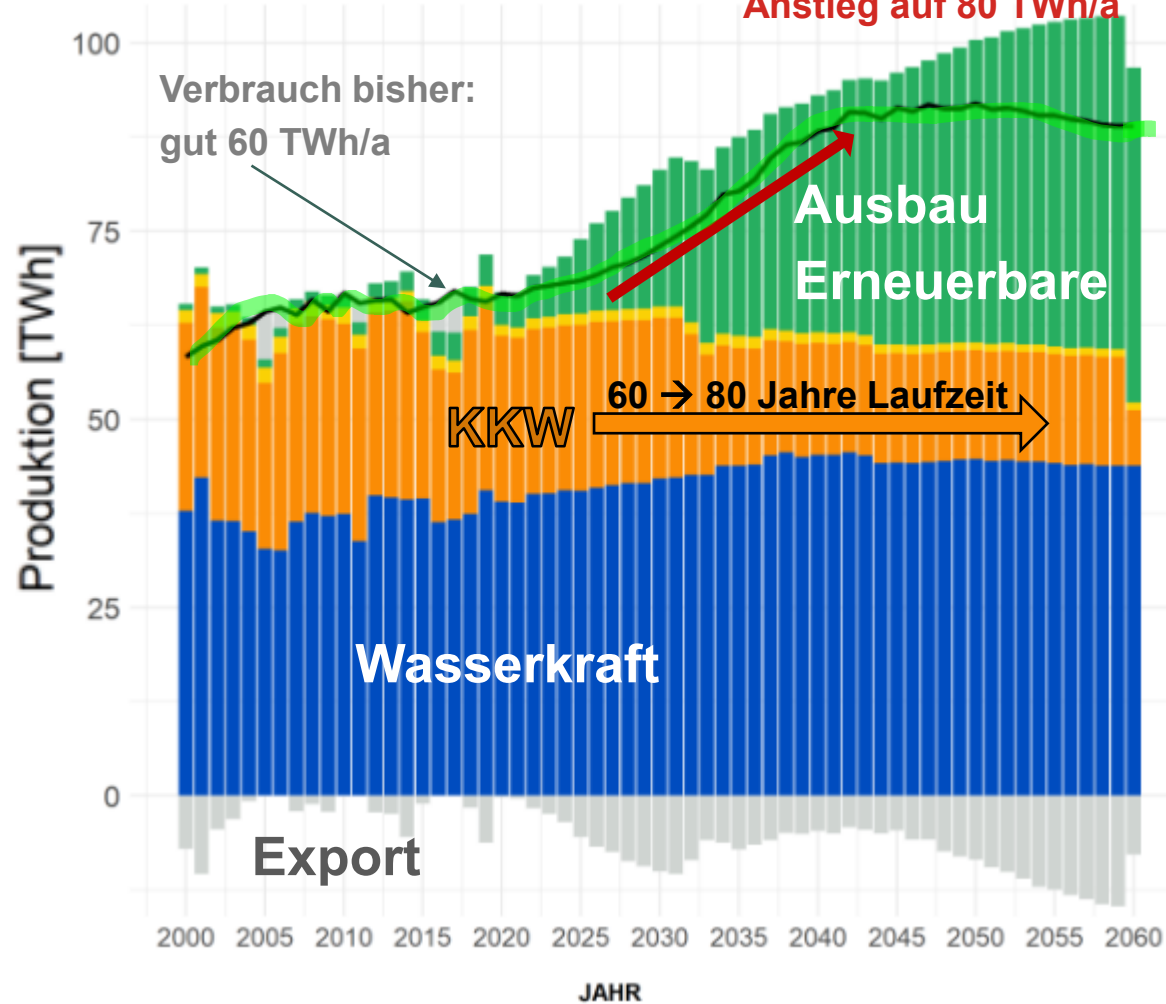
Relevante Einflüsse für das Stromsystem CH

- Deutliche **Effizienzgewinne** → **Verbrauchsreduktion**
- **Ausbau neue Erneuerbare** (v.a. Solar)
- **Verkehr & Wärme: Fossil → Elektrifizierung** (E-Mobilität, Wärmepumpen)
- **Flexibilitäten & Speicherung**
- Veränderung der **zeitlichen Verteilung** der Erzeugung aufgrund Klimawandel?
- Langfristig: **Ausstieg Kernkraft?**



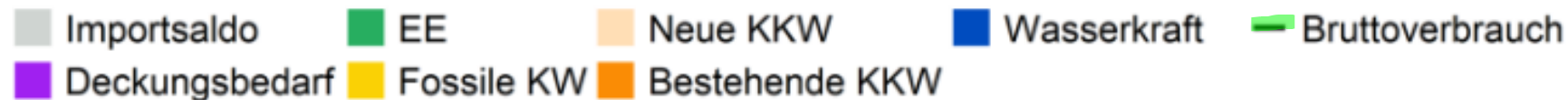
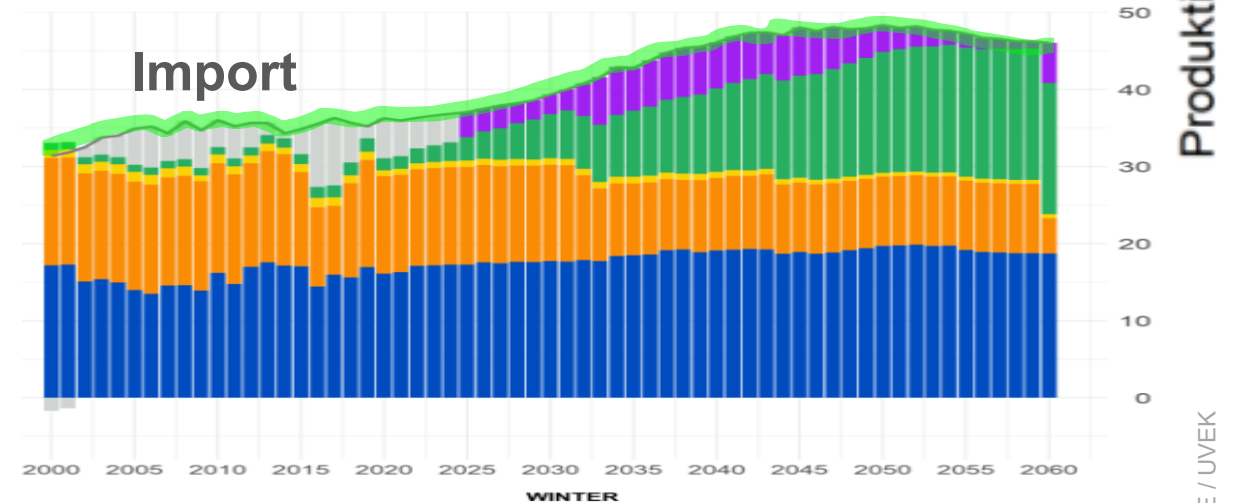
Strombilanz CH mit 80 J. Laufzeit für KKW

JAHR Verbrauch künftig:
Anstieg auf 80 TWh/a



WINTER

Defizit
Mehrere TWh pro Winter



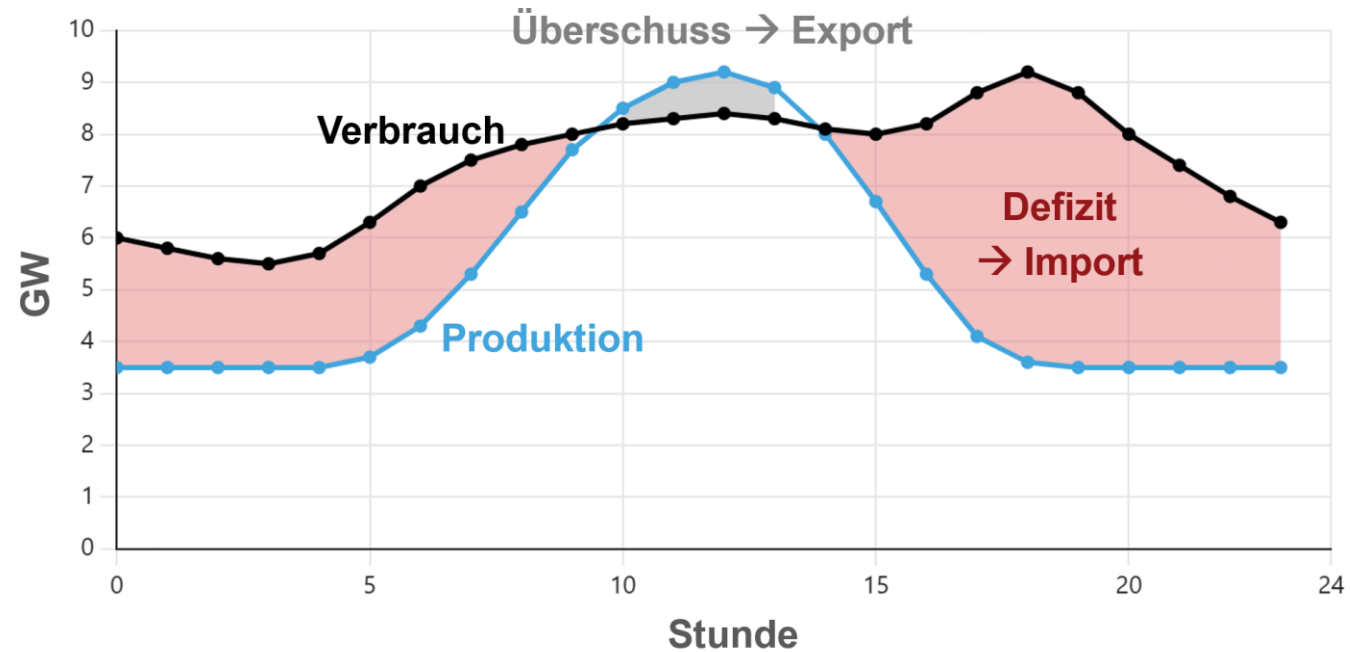
Ist das Stromsystem Schweiz stabil?

→ **Stündliche Bilanzierung** ist notwendig

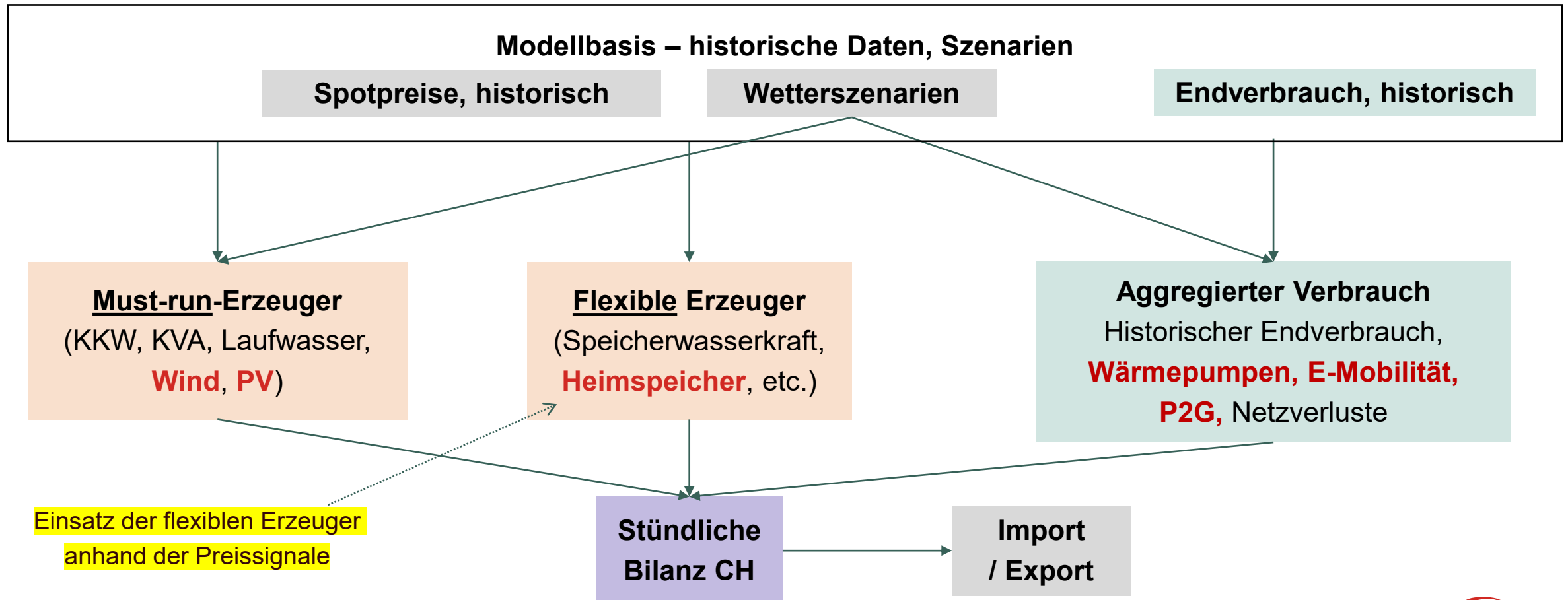


Netzstabilität (50 Hz):

Produktion (1) = Verbrauch (2)



Langfrist-Modell mit stündlichen Strombilanzierung



Konfiguration Modellparameter (Ausschnitt)

Erzeugung

- Grosse Kraftwerke: Standardeinstellungen aufgrund Betriebserfahrungen (Revision KKW im Sommer, Füllstand Speicherseen, etc.)
- PV: Installierte Leistung Dach- & Alpin-Anlagen, Wirkungsgrad, bei Preis x werden x% abgeregelt
- ...

Verbraucher

- E-Mobilität (siehe unten)
- Wärmepumpen: Ø-COP, Heizschwelle etc.
- P2G-Anlagen: installierte Leistung, Verteilung Produktion übers Jahr
- Heimspeicher (Batterien): Kapazität, Anzahl, % marktoptimiert
- ...

→ Gemäss ES2050+

Speicherkraftwerke (Reservoirs)

Zufluss in MW_el-Äquivalent (hydraulisch $\times \eta_t$). LP optimiert den Jahres-Dispatch inkl. Mindest

Anlagenparameter

Turbinen-Leistung [MW]:	<input type="range"/>	9200
Speicherkapazität [GWh_el]:	<input type="range"/>	8500
Wirkungsgrad Turbine [%]:	<input type="range"/>	90

Füllstand & Wasservalore

Startfüllstand [%]: 40

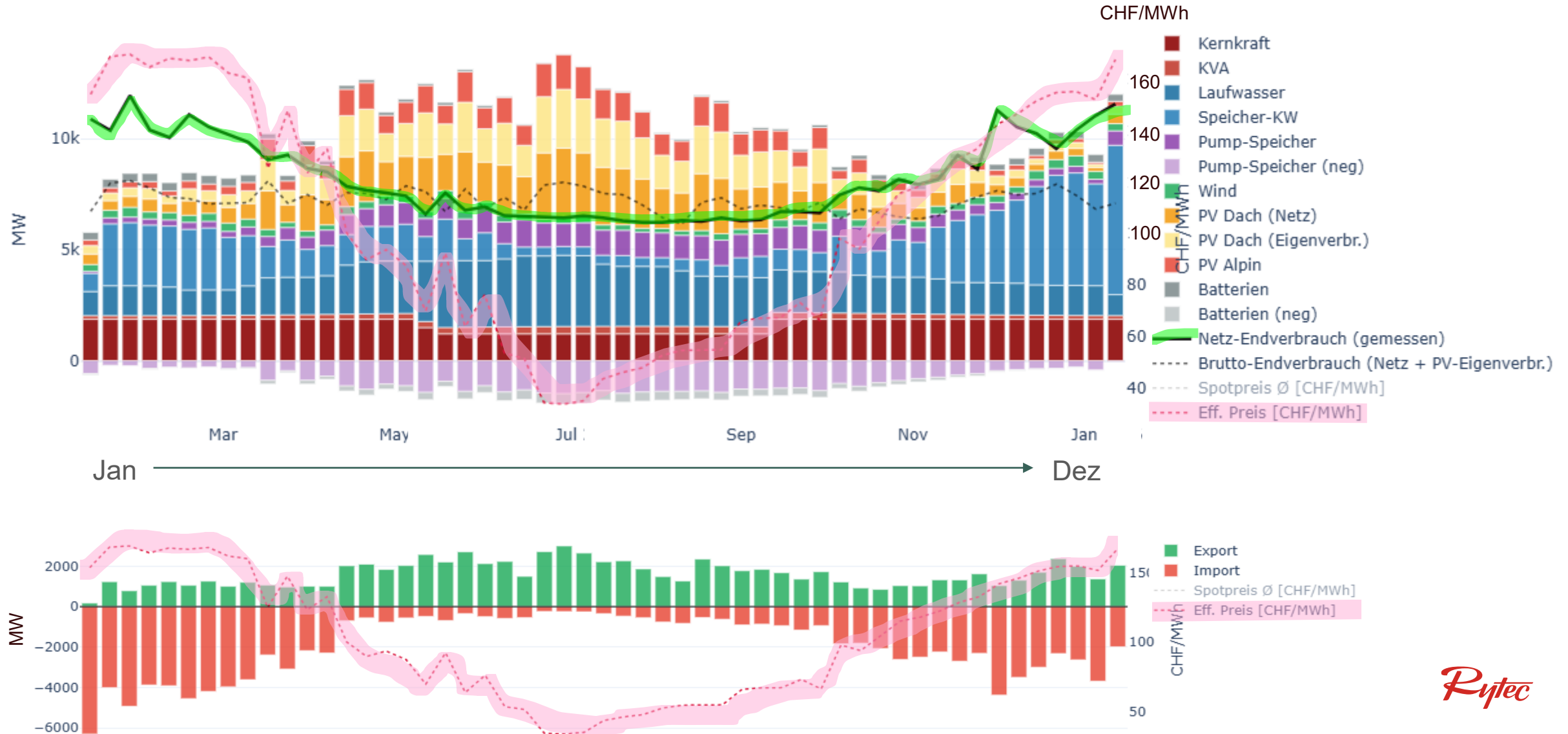
E-PKW (Personenwagen)

Anzahl E-PKW:	<input type="range"/>	2000000	
Jahres-km [km/a]:	<input type="range"/>	14000	
Verbrauch Winter [kWh/100km]:	<input type="range"/>	18	Verbrauch Sommer [kWh/100km]:
Ladeleistung [kW/Fzg.]:	<input type="range"/>	11	
Ladefenster: Ankunft → Abfahrt. Preisoptimaler Anteil wählt günstigste Stunden; Rest wird gleichmäßig verteilt.			
Ankunft [h]:	<input type="range"/>	18	Abfahrt [h]:
Preisoptimal laden [%]:	<input type="range"/>	40	

Gesamterzeugung & Endverbrauch (+ Import/Export)

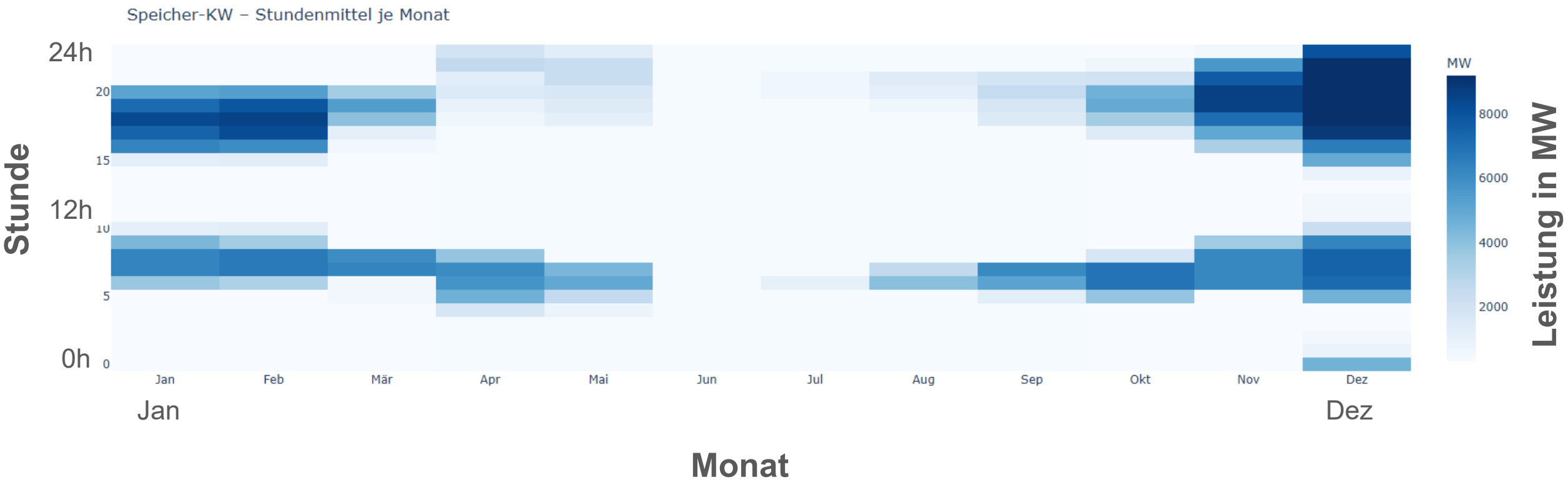
Wochenmittel

Szenario ES 2035 ZERO Basis



Plausibilisierung der Ergebnisse: Speicher-KW

Szenario ES 2035 ZERO Basis



Plausibilisierung der Ergebnisse: Wärmepumpen

Szenario ES 2035 ZERO Basis

Ergebnis-Explorer

Nach der Simulation: **Aktualisieren** klicken - Monat oben wählen - In Grafiken Legende anklicken zum Ein-/Ausblenden

Aktualisieren

Monat:

Feb

Kalenderwoche:

✓ Ergebnis geladen.

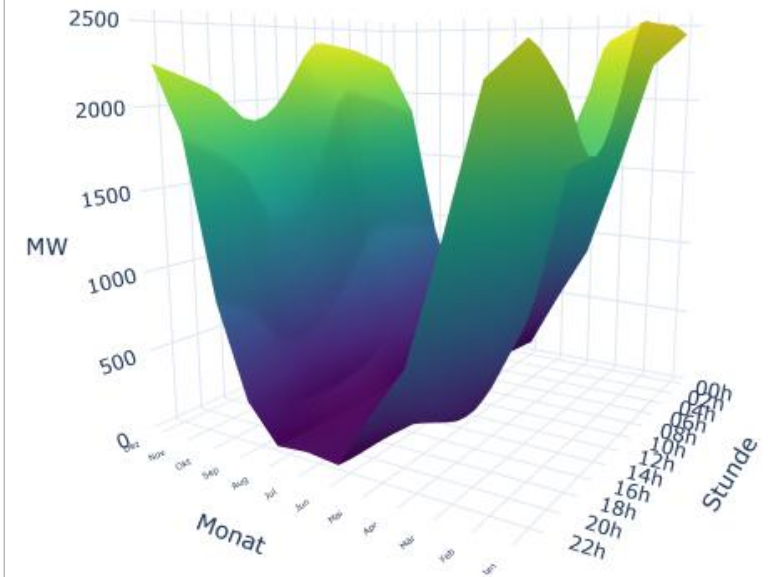
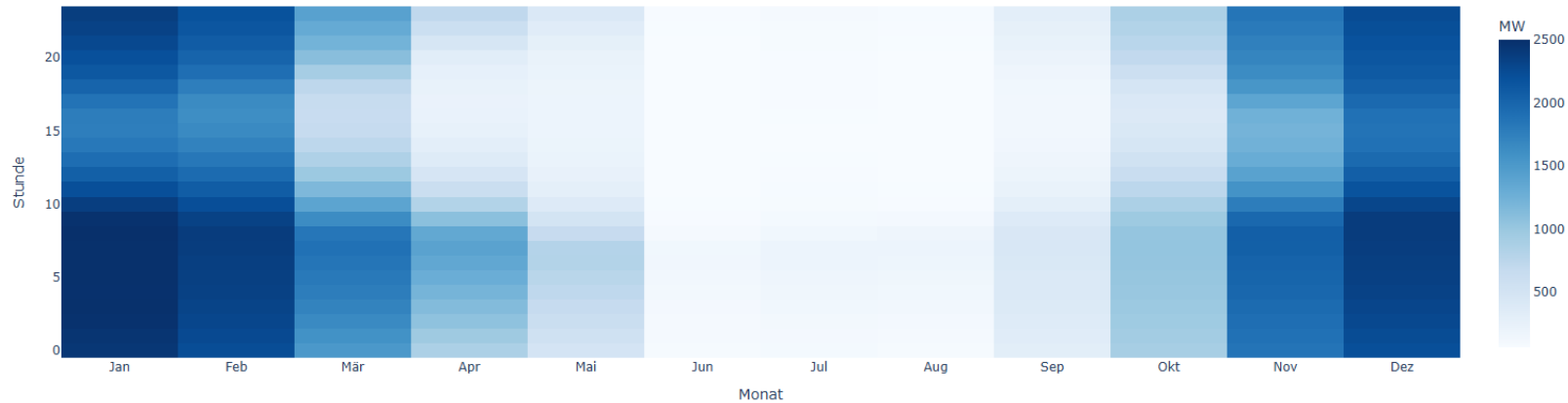
Monatsprofil Heatmap Korrelation Weitere Analysen CSV Export Zeitreihen-Analyse

Typ: MW-Zeitreihe auswählen: Stunde × Monat

Zeitreihe: Wärmepumpen

Erzeugen

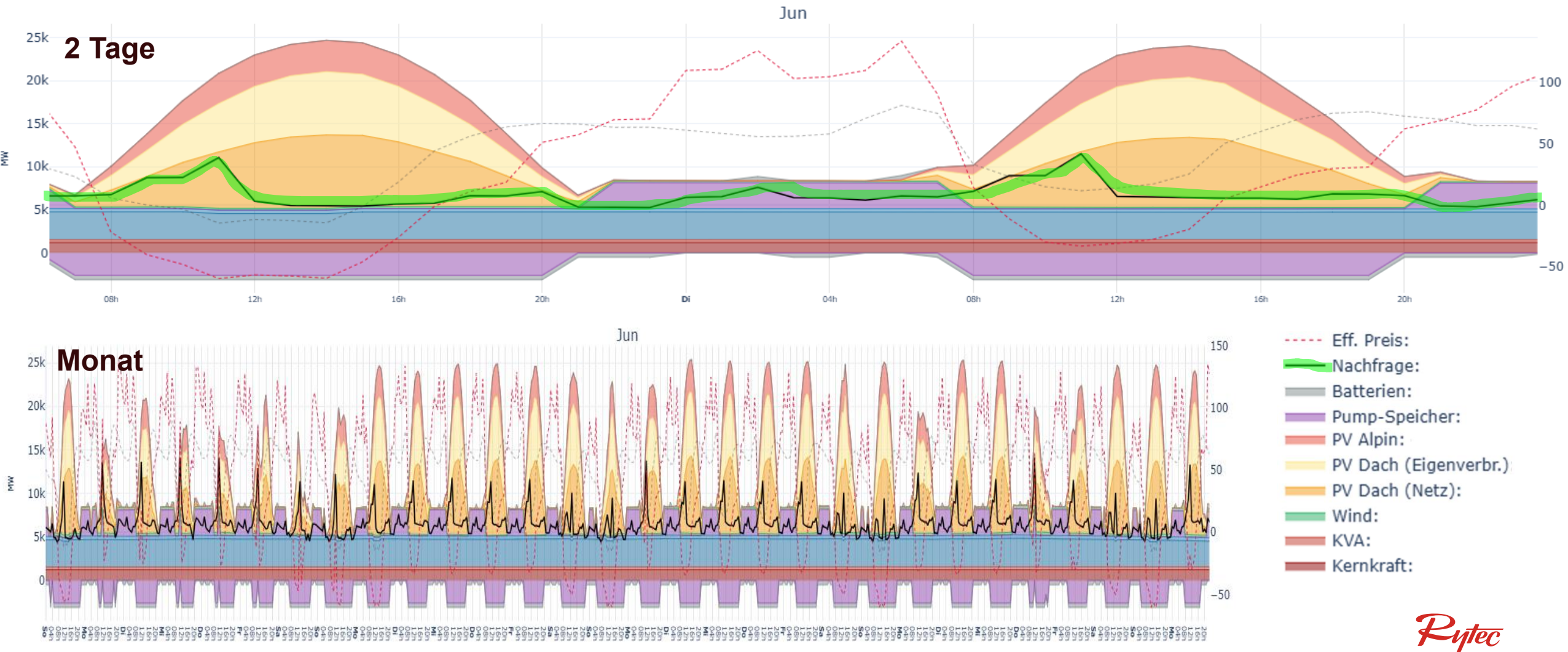
Wärmepumpen – Stundenmittel je Monat



Stündliche Modellierung Gesamterzeugung & Endverbrauch

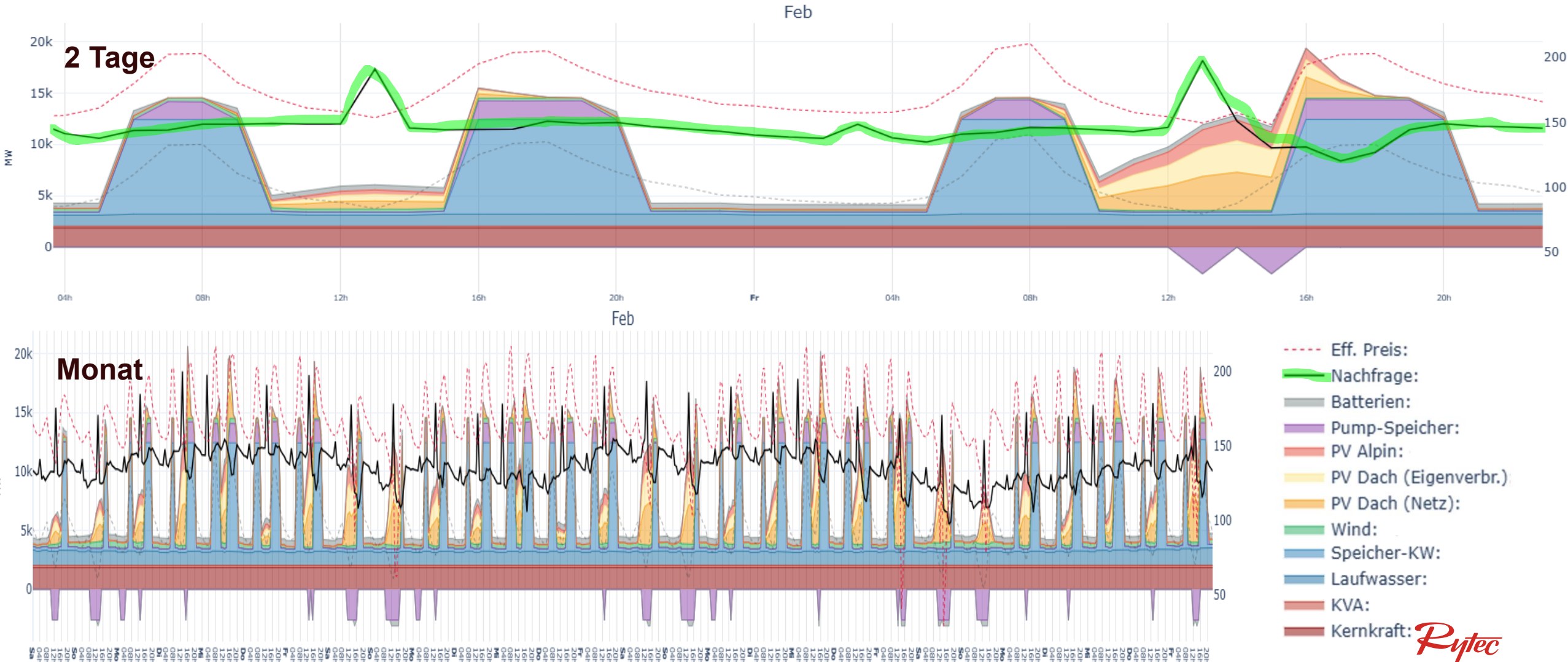
Sommer (Juni)

Szenario ES 2035 ZERO Basis



Stündliche Modellierung Gesamterzeugung & Endverbrauch

Winter (Februar) Szenario ES 2035 ZERO Basis



Fazit: Stabiles künftiges Stromnetz auf Basis von Erneuerbaren?

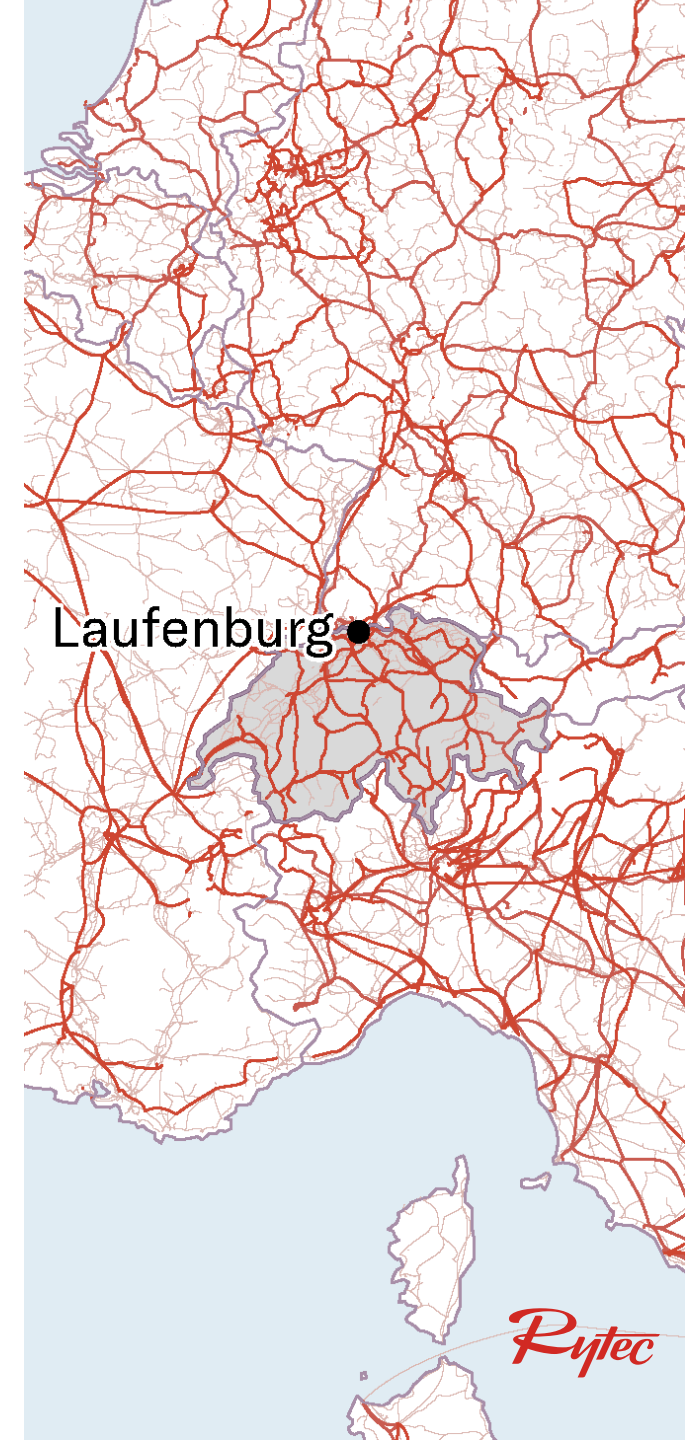
JA! ...



Fazit: Stabiles künftiges Stromnetz auf Basis von Erneuerbaren?

... **aber:**

- **Winter: Schweiz ist auf Importe angewiesen**
→ Autarkie ist kaum bezahlbar
→ **Einbindung ins europäische Stromsystem ist zentral!**
- **Konsequente Umsetzung der ES2050-Massnahmen!**
- **Klima-/Wetterbedingte Schwankungen** können je nach Jahr zu stärkeren Erzeugungseinbussen führen



Winterstromimport 2035

→ eine volkswirtschaftliche Belastung?

Grobe Abschätzung

- Der Winterstromimport verursacht für die Schweiz ca. **1-2 Mrd. Franken Kosten** (Modellabschätzung)
- Einsparung beim Import fossiler Brennstoffe
 - durch Wärmepumpen ca. 30 GWh fossile Brennstoffe
 - durch E-Fahrzeuge ca. 20 GWh fossile Treibstoffe
 - dies entspricht einer **Einsparung von rund 3 Mrd. Franken** (2040 bereits knapp 6 Mrd. Franken)
- **Netto reduziert die Schweiz die Kosten für ihre veränderte/reduzierte Energieabhängigkeit**
(& zudem fließt das Geld ins nahe statt ins ferne Ausland)



Danke...

...für Ihr Interesse!

Kontakt:

Urban Frei

urban.frei@rytec.ch

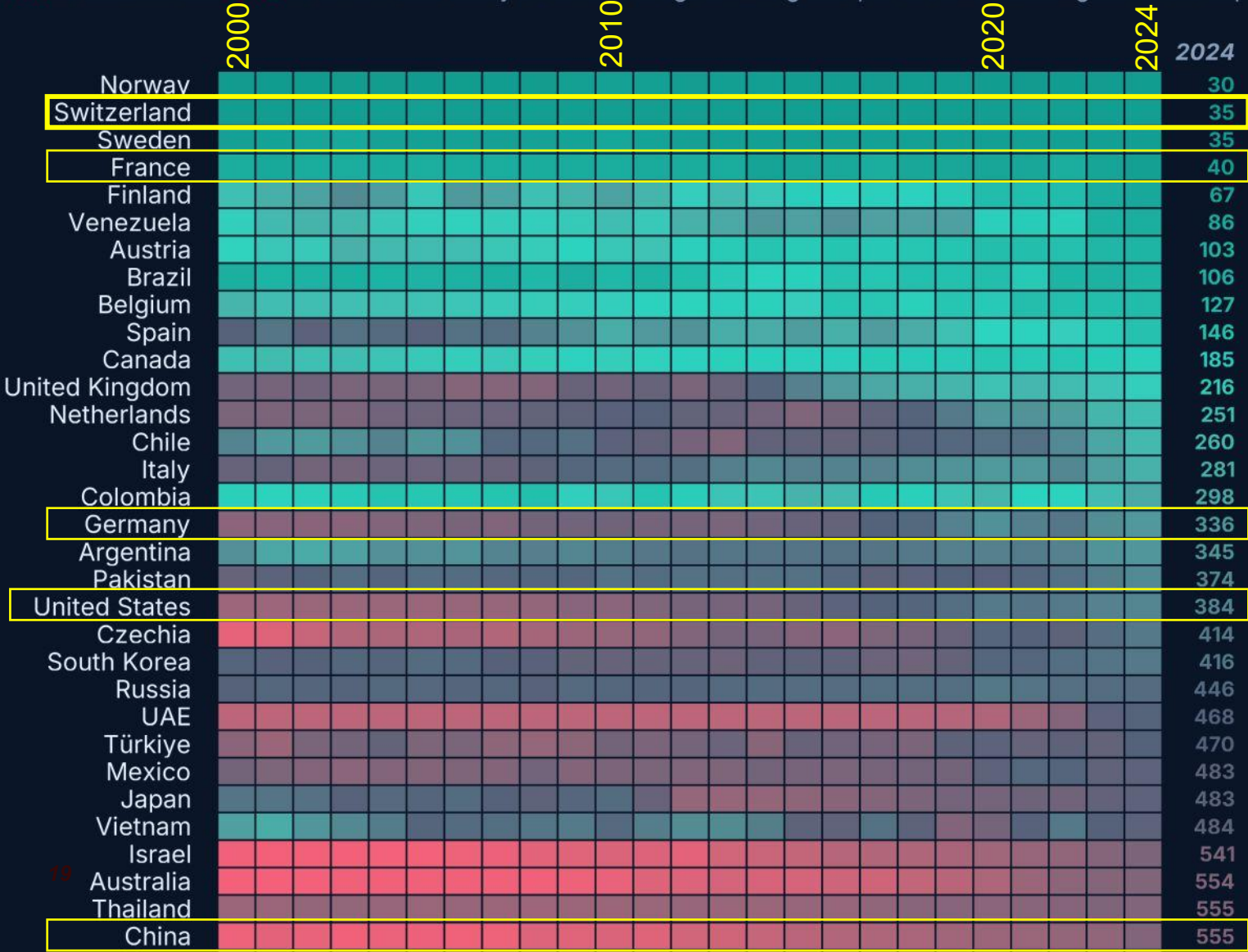
+41 31 511 13 30

Rytec

Watch the world's grids turn green

Carbon intensity of electricity generation, 2000 → 2024, in the 48 largest electricity producers.

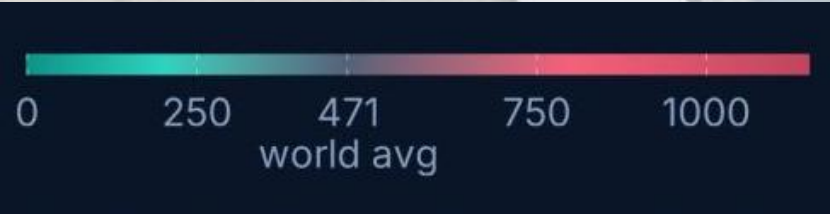
Teal is cleaner and coral is dirtier than today's world average of 471 gCO2 per kWh. Cleanest grids at the top.



Backupfolie

CH

gCO2-Emissionen pro kWh



Pytec