



Wozu Batteriespeicher?

Energiedichte und -mengen im Vergleich

Zur Erzeugung von 1 Million Megawattstunden Strom
(= 1 TWh) braucht es:



kernenergie.ch

1 kg Uran = 6000 - 9000 kg fossile Energie (Erdgas)

So viel Fläche wird benötigt,
um den jährlichen Strombedarf
einer Person zu decken

42 m²

Solar Freifläche
(3-facher Modul-
abstand)

88 m²

Windpark bei Wind-
geschwindigkeiten
von 5-6 m/s

218 m²

Energiepflanzen
(z.B. Pappel-Hackschnitzel)

260 m²

Gewässer bei einer Durch-
flussmenge von 8 m³/s und
einer Absturzhöhe von 5 m

43 m²

Windpark bei
Windgeschwindig-
keiten von 6-7 m/s

14 m²

Solar Dachfläche

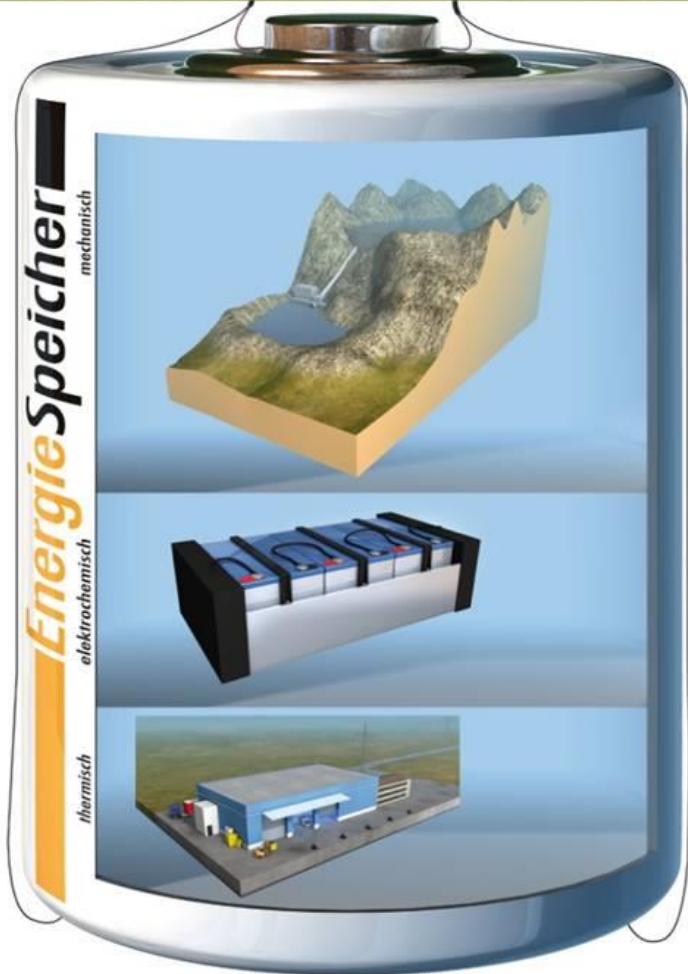
870 m²

Gewässer bei einer Durchfluss-
menge von 1 m³/s und einer Absturz-
höhe von 1,5 m

3.480 m²

Waldrestholz

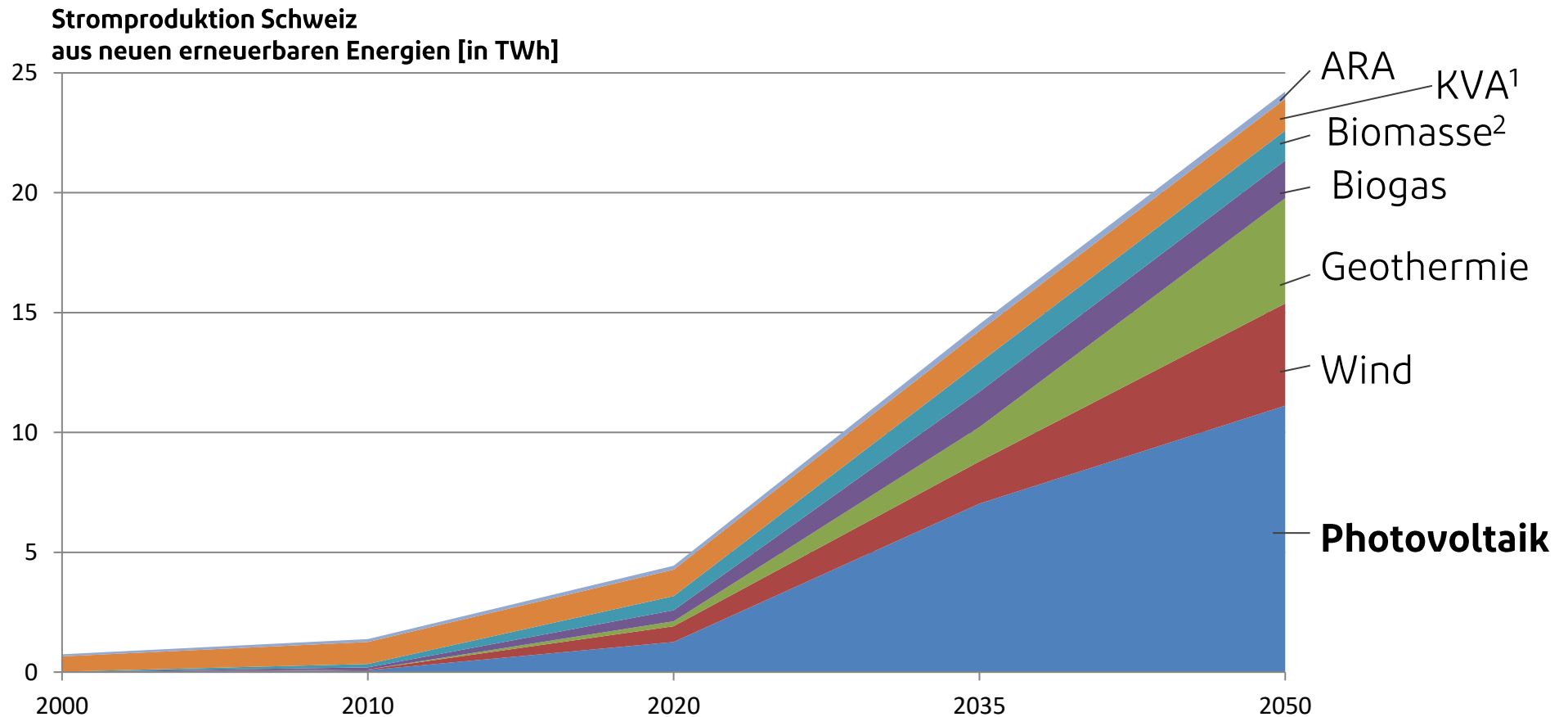
- Geringe Energiedichte
- Hoher Flächenbedarf
- Wind / Sonne: Unregelmässige Produktion
- Wasserkraft: Anhängig von Fallhöhe
- Energiepflanzen: Konkurrenz zu Siedlung, Naturreservate, Agrarfläche für Nahrung



Grosse, mechanische Speicher wie
Wasserkraft

Kleine / mittlere Speicher wie Batterien

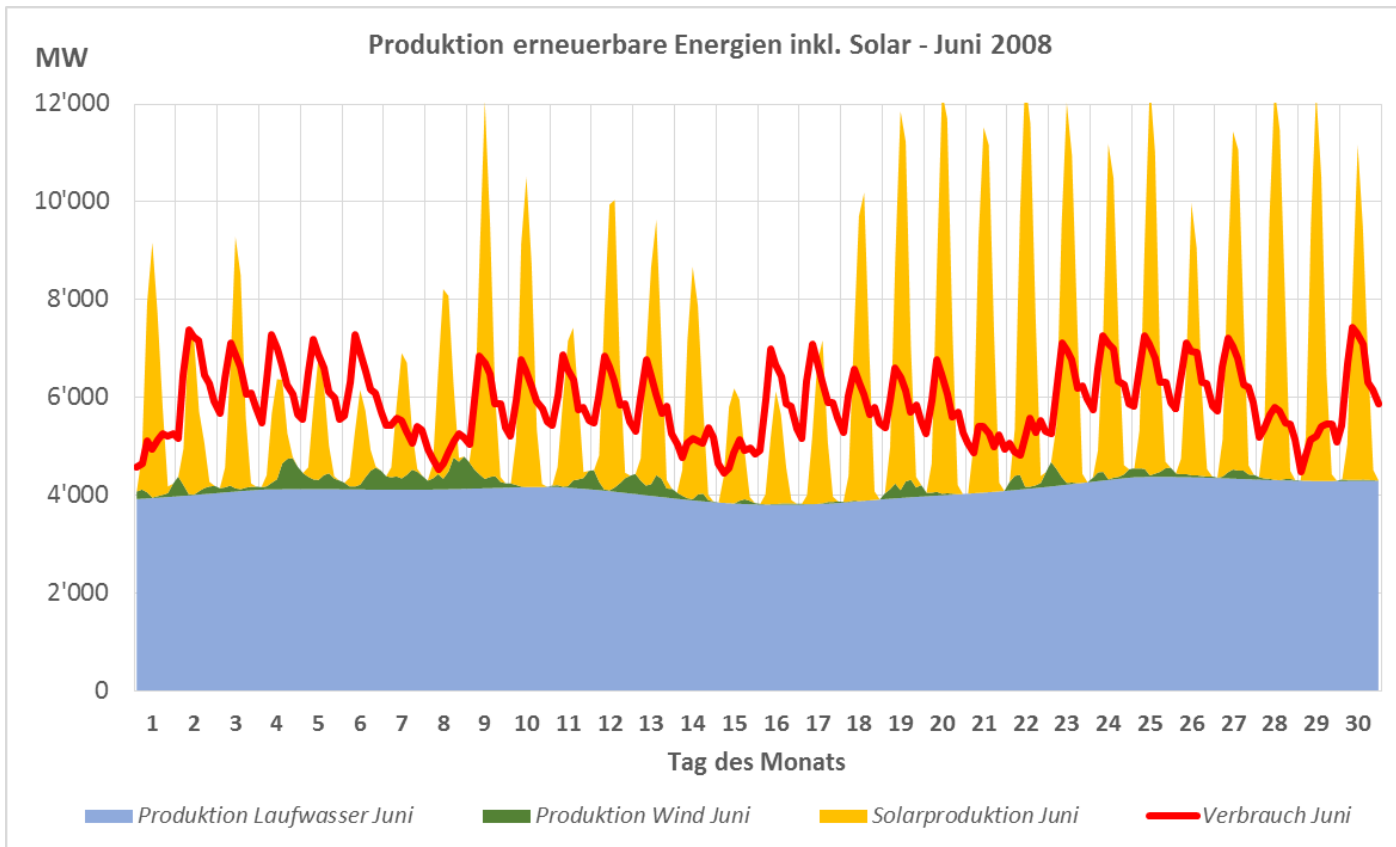
Thermische Speicher



1) 50% EE-Anteil 2) Holz

- Die Produktion aus neuen erneuerbaren Energien wird stark ausgebaut um rund 24TWh pro Jahr im Jahr 2050 (Netto-Erzeugung aller Schweizer Kraftwerke im Jahr 2012: 65.6TWh).
- Ein wesentlicher Anteil davon (ca. 11TWh im Jahr 2050) entfällt auf Photovoltaik.
- Da Photovoltaik, wie auch Wind, nicht regelbar ist, führt dies insbesondere im Sommer zu Stromüberschüssen.

Quelle: Bundesamt für Energie (BFE), „Energiestrategie 2050“, Variante EE verstärkt im Szenario „Politische Massnahmen Bundesrat“



Erklärungen

- Leistung Laufwasser/Wind gemäss Energiestrategie 2050
- Produktion mit geplanter Leistung Energiestrategie 2050 und den effektiven Wasser-/Windverhältnissen im Juni 2008

Erkenntnisse

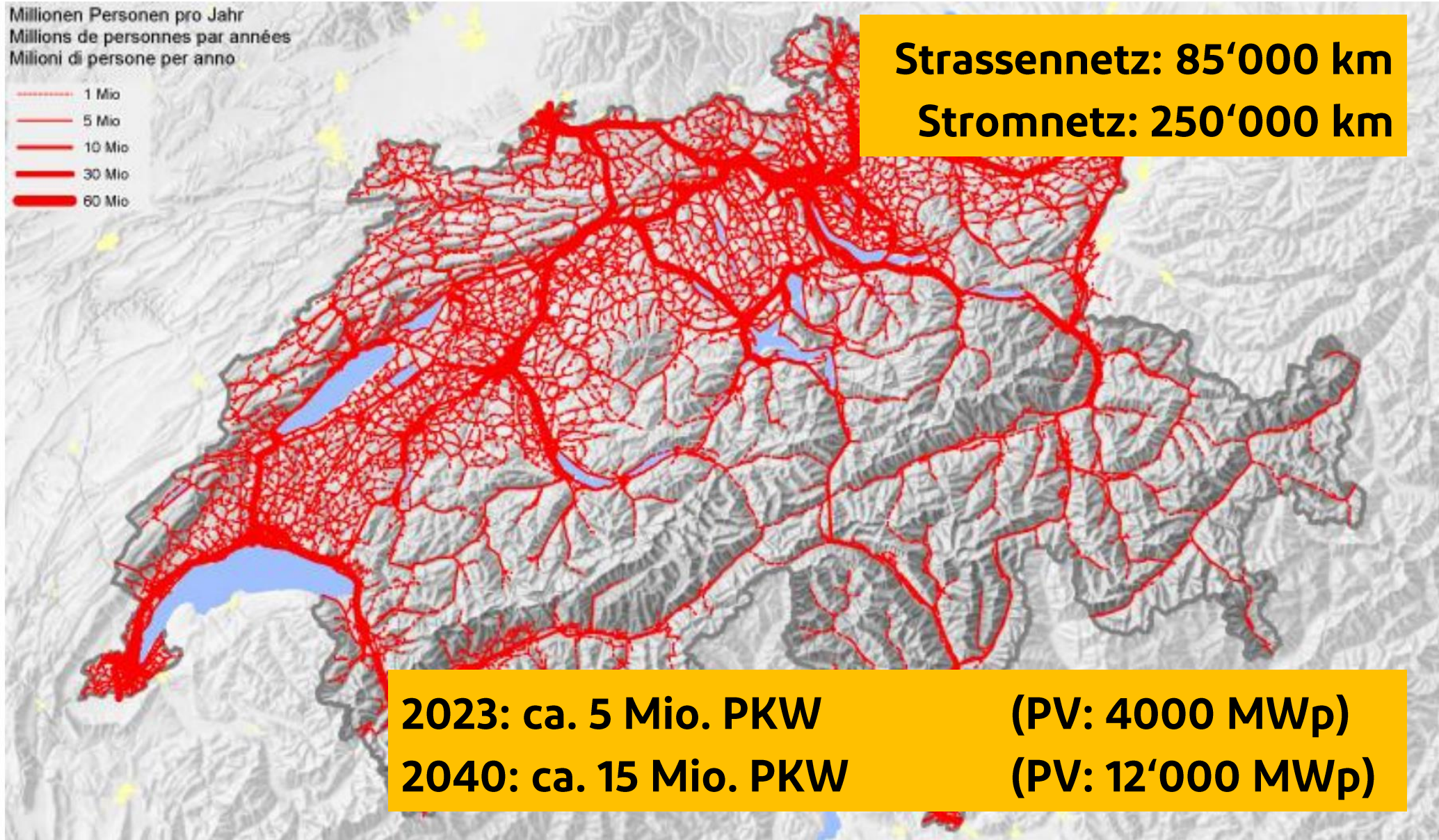
- 8'000 – 10'000 MW Speicherleistung notwendig
- Höchstbelastungen im Niederspannungsnetz
- Dezentrale Speicher sind systemisch notwendig für Energiewende

Quelle:

Prof. Dr.-Ing. M. Popp,
Kurzeitspeicheranalyse
Schweiz, Studie im Auftrag der
KWO AG, 2014

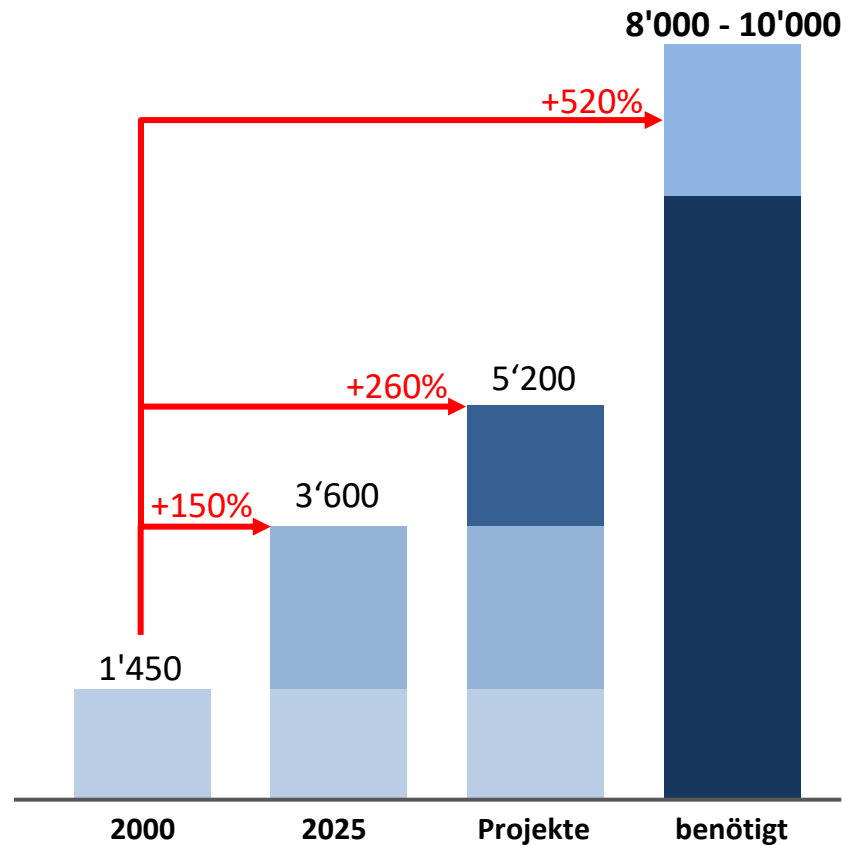
Schlussfolgerungen:

- Doppelt so hohe Produktionsspitzen wie Verbrauchsspitzen
- AC-Netze und Pumpspeicherwerke können die Leistungsüberschüsse in keiner Weise verwerten
- Die Nachbarländer der Schweiz haben genau das gleiche Produktionsmuster
- Sommer Energiepreise werden Richtung Null tendieren.



Massiver Ausbau Pumpleistung

MW



BFE „Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2012“; Projektinformationen der geplanten Pumpspeicherkraftwerke, eigene Berechnungen

Fokus des Ausbaus der Pumpspeicherung

- Kurzfristige Ausregelung des Netzes und Tagesausgleich („Batterie“)
- Keine saisonale Speicherung, (Bestehende) Speicherseen werden im Sommer durch natürliche Zuflüsse gefüllt

Voraussetzungen im Energiesystem

- Netzausbau alle Netzebenen (sehr teuer)
- Keine grosse Änderung in der Struktur der Energieversorgung

Problem:

- Mögliche Tagesspitzen (8'000-10'000 MW) können nicht absorbiert werden

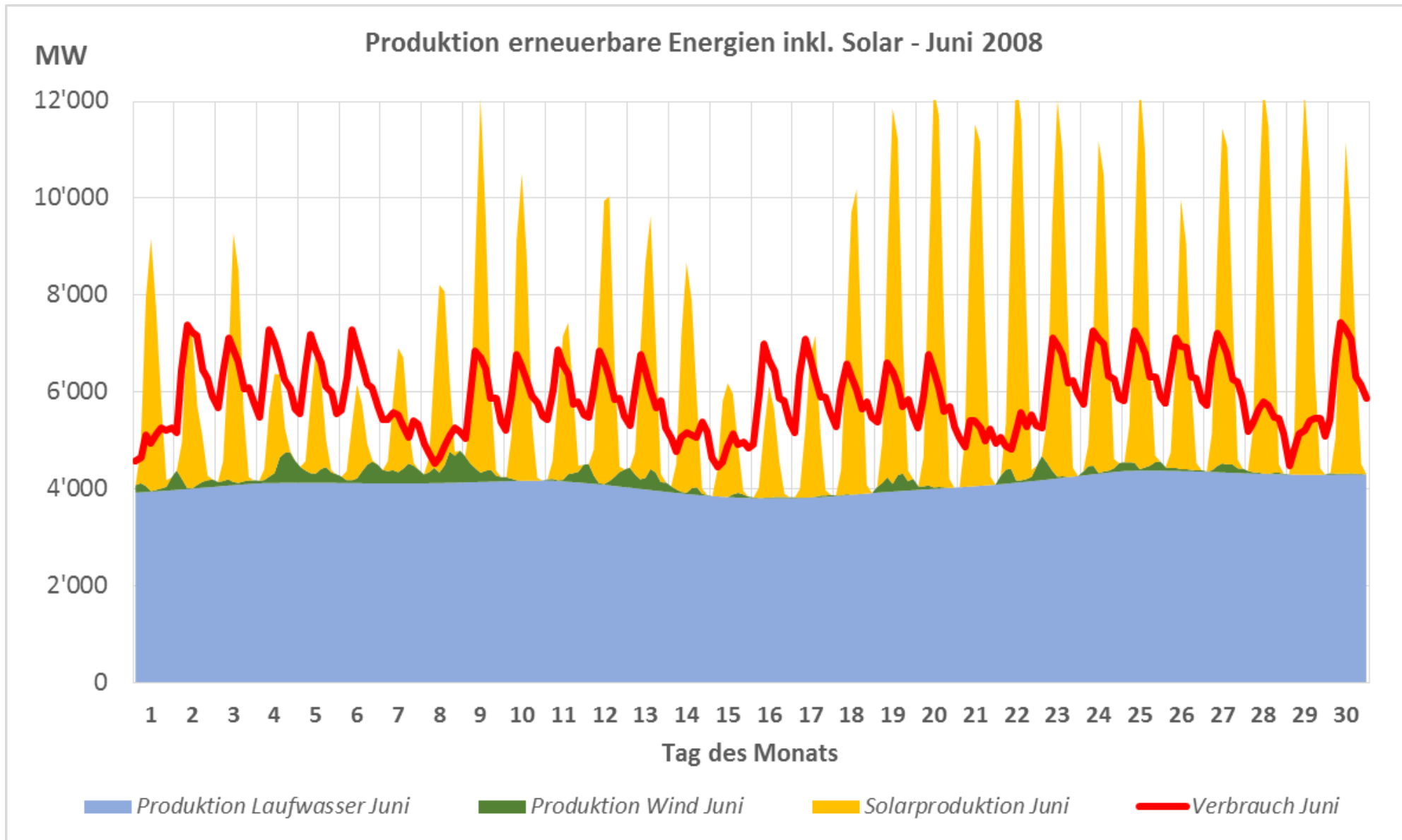
Schlussfolgerung

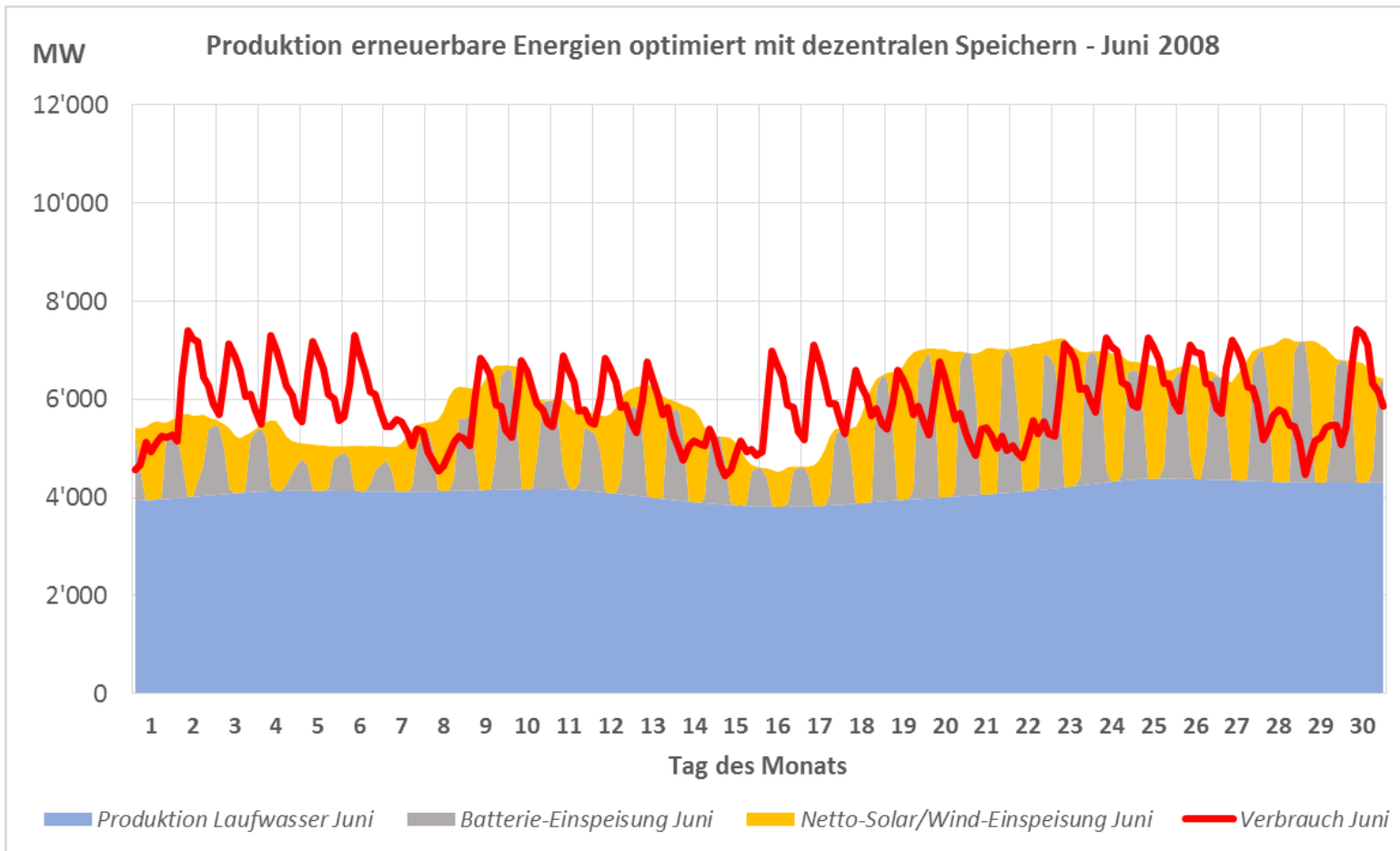
- Sommerspitzen brechen mit Pumpspeicherung technisch und wirtschaftlich undenkbar

Installierte Pumpspeicherleistung: 400 MW
Energieinhalt 23 GWh

Sommerspitzen brechen: 1 Mio. Batterien zu 23 kWh
= ein Oberaarsee mit einer Pumpspeicherleistung von ca. 8000 MW
-> Betrieb: jeden Tag 1 x füllen / 1 x leeren







Quelle:

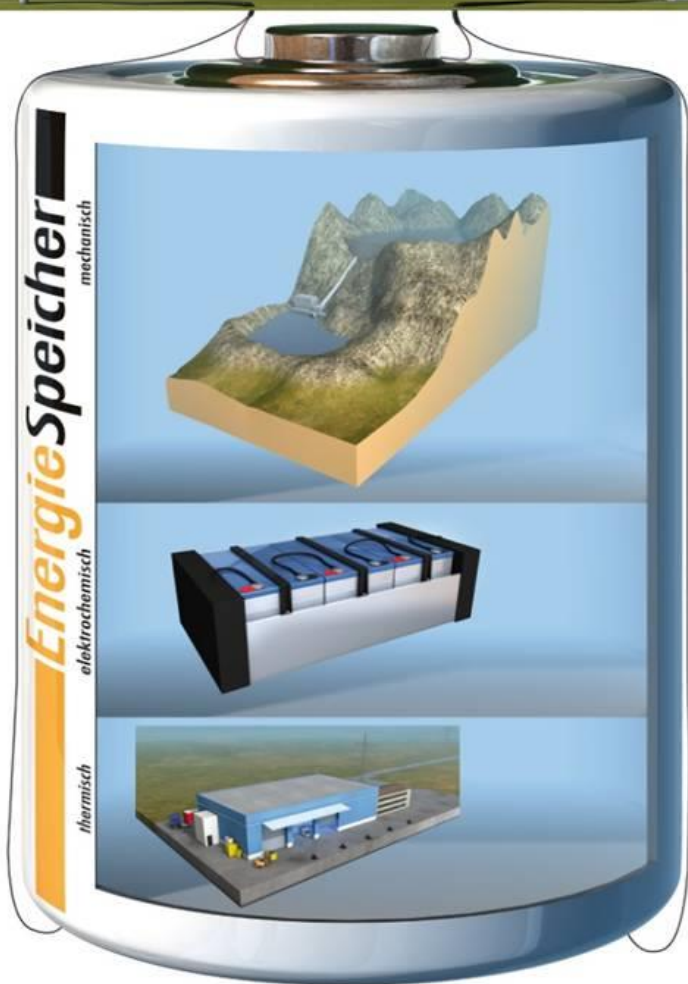
Prof. Dr.-Ing. M. Popp,
Kurzeitspeicheranalyse
Schweiz, Studie im Auftrag der
KWO AG, 2014

Erklärungen

- Ca. 1 Mio. 23-kWh-Batterien im Netz
- Maximale Ladeleistung Batterien: 5'300 MW
- Speicherkapazität der Batterien: 21 GWh
- Batterien mit (simulierter) netzfrequenter Steuerung

Erkenntnisse

- Dezentrale Batteriespeicher reduzieren die notwendige (übrige) Speicherleistung im System auf ca. 3'000 – 5'000 MW
- Überschuss im Sommer wird als Band nutzbar
- Netzfrequente Integration Solar mit dezentralen Batterien möglich

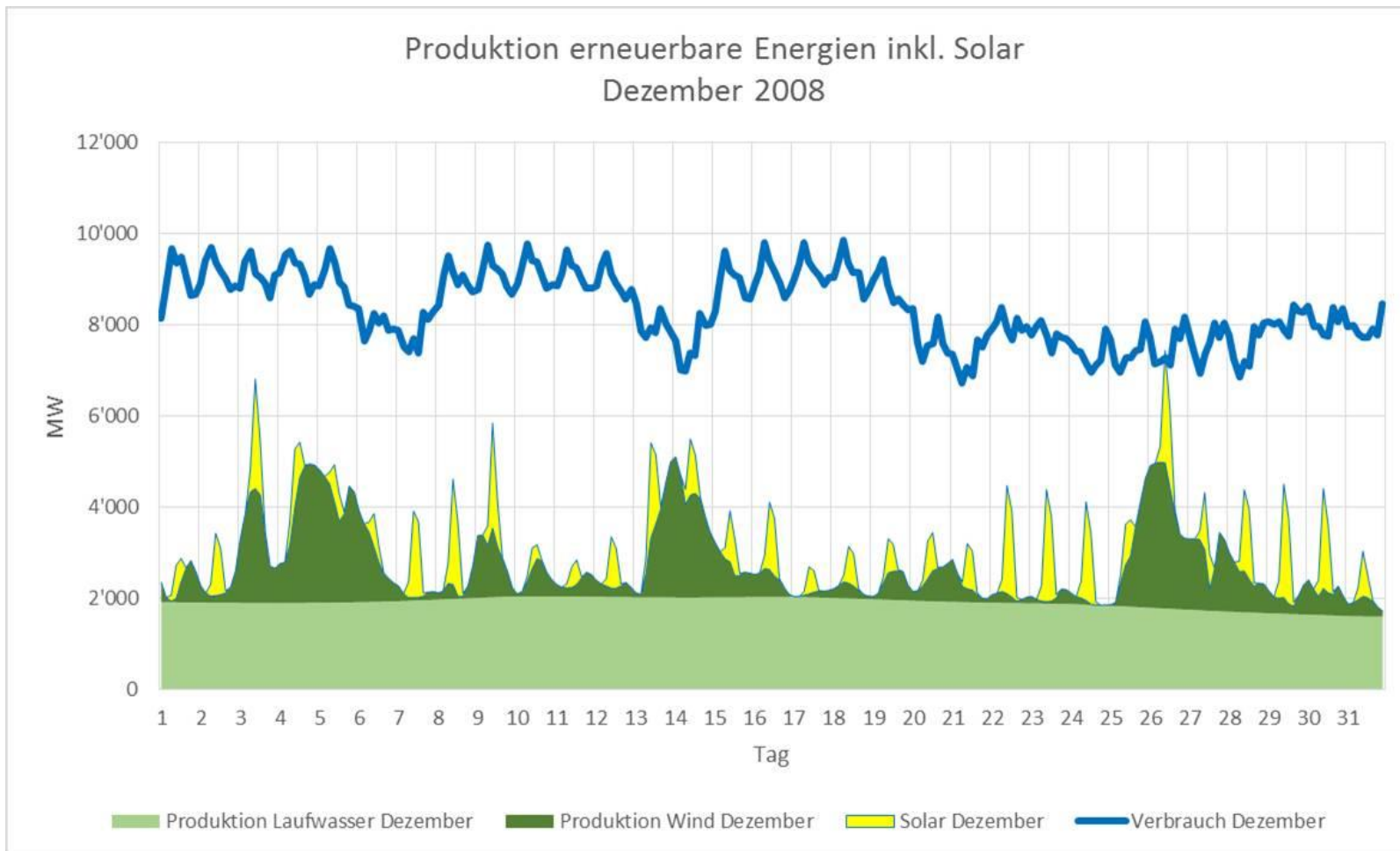


Schweiz (Leistungsbedarf)

3500 MW Pumpspeicherwerke
zentral (~ 10 Standorte)

7000 - 8000 MW Batteriespeicher
Semi-dezentral (~ 2000 Standorte)

1000 MW „smarte“ Leistungssteuerung
Dezentral (~ 1 Mio. Standorte)
(Einsatz von Verbrauchern zu Spitzenzeiten wie Elektroautos,
Warmwasser...)



Quelle:

Prof. Dr.-Ing. M. Popp,
Kurzeitspeicheranalyse
Schweiz, Studie im Auftrag der
KWO AG, 2014

Schlussfolgerungen

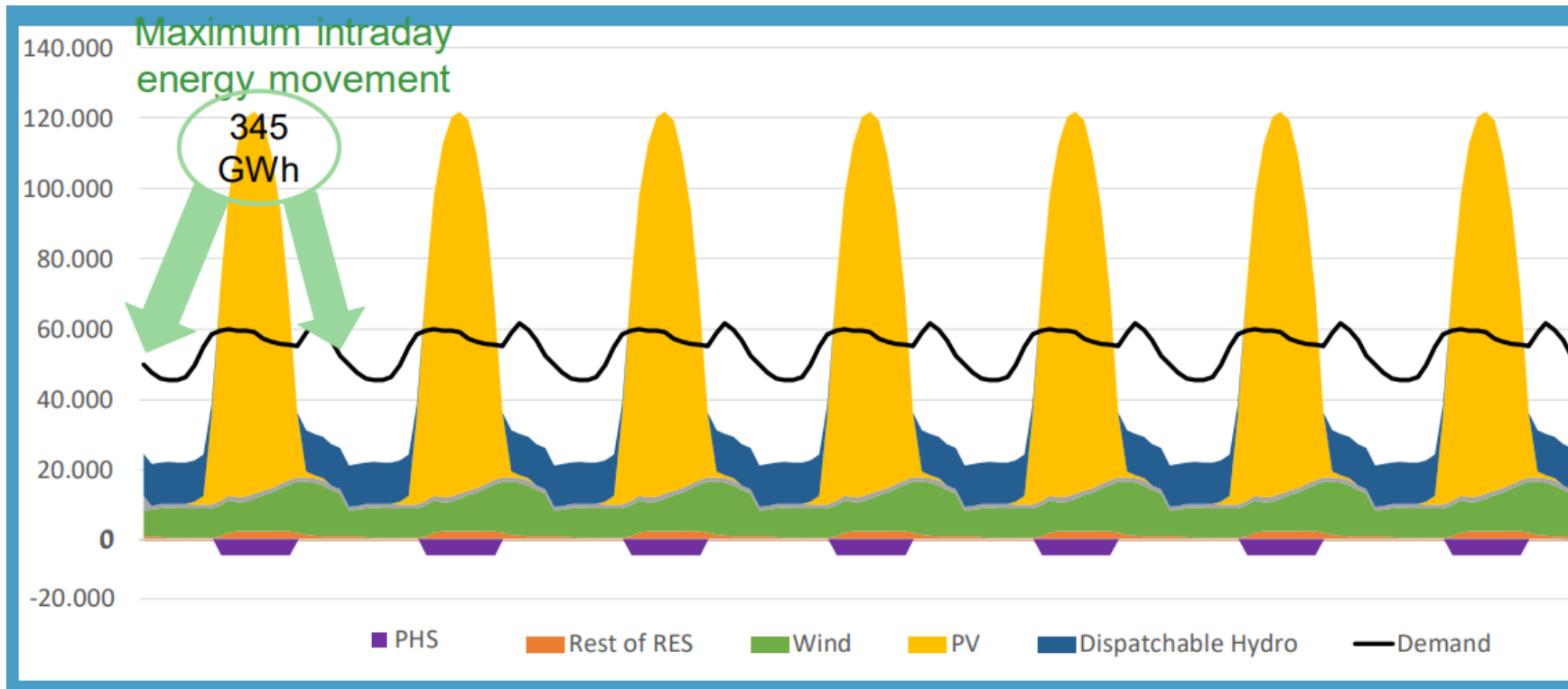
- Massiv höhere PV-Rückliefer-tarife im Winter
- Batteriespeicher abstellen im Winter! -> Nur die Salzatterie kann das ohne Schaden und Lebensdauerverlust

Erklärungen

- Leistung Laufwasser/Wind gemäss Energiestrategie 2050
- Produktion mit geplanter Leistung Energiestrategie 2050 und den effektiven Wasser-/Windverhältnissen im Dezember 2008

Erkenntnisse

- Zu wenig Energie im Winter
- Leistungsspitzen erreichen Verbrauch selten
- Dezentrale Speicher können auch genutzt werden



Geschätzt: 345 GWh im Jahr 2050 für ganz Europa

- Etwa 35 Mio. Elektroautos (10 kWh oder 50 km pro Tag)
- Stand 2020: 330 Mio. PKW in ganz Europa

Lithium-Bedarf:

- 50 kWh Elektroauto-Batterien (die 10 kWh Spitzen aufnehmen)
1'500'000 Tonnen Lithium-Carbonat (0.9 kg Li/kWh)