

Schweizer Stromversorgung: Wie weiter?

*Jürg Rohrer Prof. for Ecological Engineering
Leiter Forschungsgruppe Erneuerbare Energien*

IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Netto-Null bis 2035

- CO₂-Emissionen bleiben praktisch «für immer» (> 1'000 Jahre) in der Atmosphäre und bewirken während hunderten Jahren eine Erwärmung.
 - ➔ Die heutige Erwärmung wird durch die Summe aller CO₂-Emissionen seit 1900 verursacht.

Das globale Budget beträgt 150 Gt CO₂ ab 2024, damit die globale Erwärmung von 1.5 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 83 % nicht überschritten wird.
- Die Schweiz umfasst 1.1 Promille der Weltbevölkerung und hat somit ab 2024 ein Restbudget von 165 Mega-Tonnen (Mt) CO₂
- Beim aktuellen Ausstoss von ca. 37 Mega-Tonnen pro Jahr wäre dieses Budget 2028 aufgebraucht. Bei linearer Abnahme bleibt Zeit für **Netto-Null in der Schweiz bis 2035**

Weitere Infos, siehe z.B. Rohrer, J. (2022). Das Schweizer Klimaziel unter der Lupe: Genügt Netto-Null bis 2050? <https://doi.org/10.21256/zhaw-2434>

- **Netto-Null CO₂-Emissionen ist dringend**
- **Es ist nicht entscheidend, *wann* wir Netto-Null Treibhausgasemissionen erreichen, sondern *wie viele* Treibhausgase wir bis dahin noch ausstossen.**

Die Klimaerhitzung erfordert eine Energiewende

- *Dreiviertel der Schweizer Treibhausgasemissionen (THG) sind energiebedingt.*
- *Die Dekarbonisierung des Energiesystems wird den Strombedarf erhöhen.*
- *Schweizer Ziele sind zu wenig ambitioniert: **Netto Null** THG-Emissionen müsste von der Schweiz **bis 2035** angestrebt werden, um den Vertrag von Paris zu erfüllen.*

Lösungsansätze:

Mobilität (32% der Treibhausgasemissionen THG):

- Weniger MIV, mehr ö.V. und Langsamverkehr, Elektromobilität (Batteriebetrieben)

Gebäude (24% der THG):

- Bestehende Gebäude besser dämmen (ca. 50 bis 60% Energie-Einsparung möglich), neue Gebäude als Plus-Energie-Gebäude
- Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen (in schwierigen Fällen mit Holz)
- Graue Emissionen von Gebäuden adressieren -> Industrie

Industrie (24% der THG):

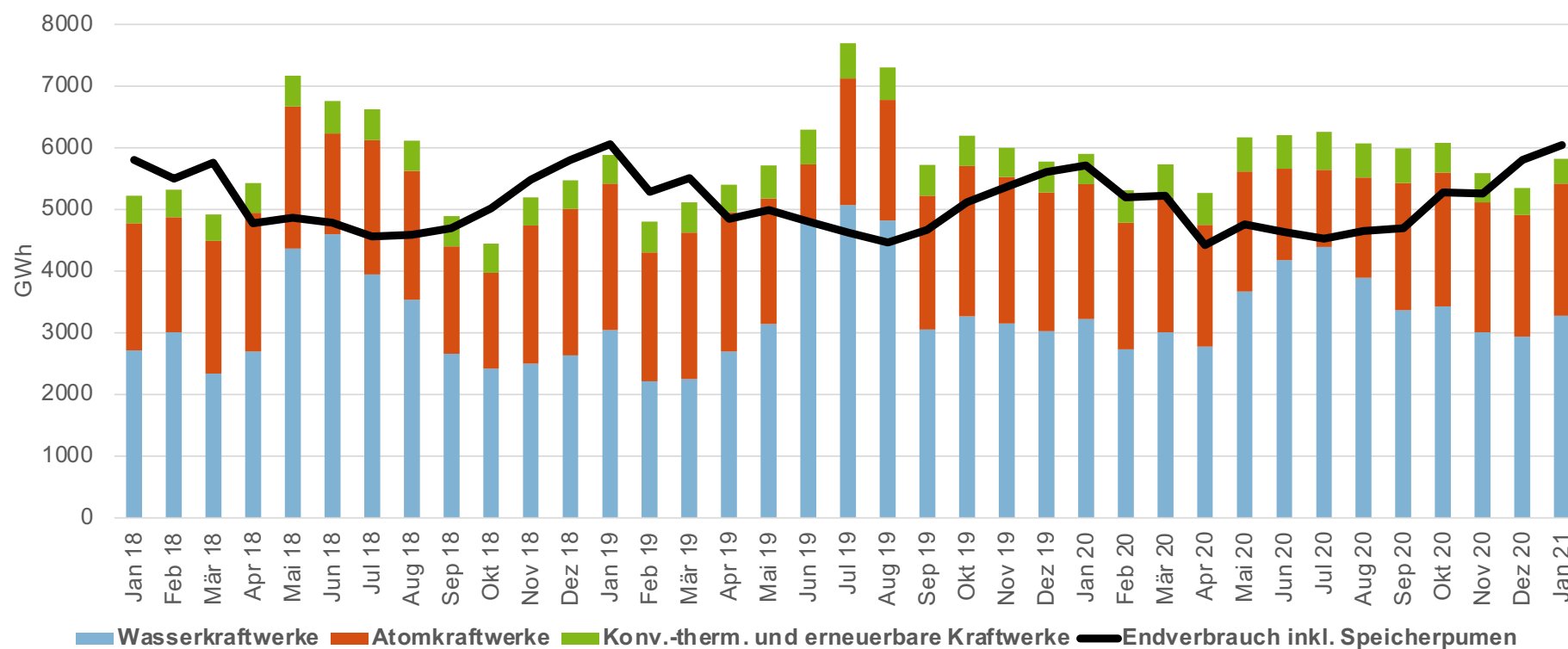
- Wärmepumpen, Holz, Biomethan (Biogas, synthetische Brennstoffe)

➤ **Fossile Energien werden mehrheitlich durch Effizienz und Strom ersetzt.**

Welche Veränderungen kommen bei der Energieversorgung auf uns zu?

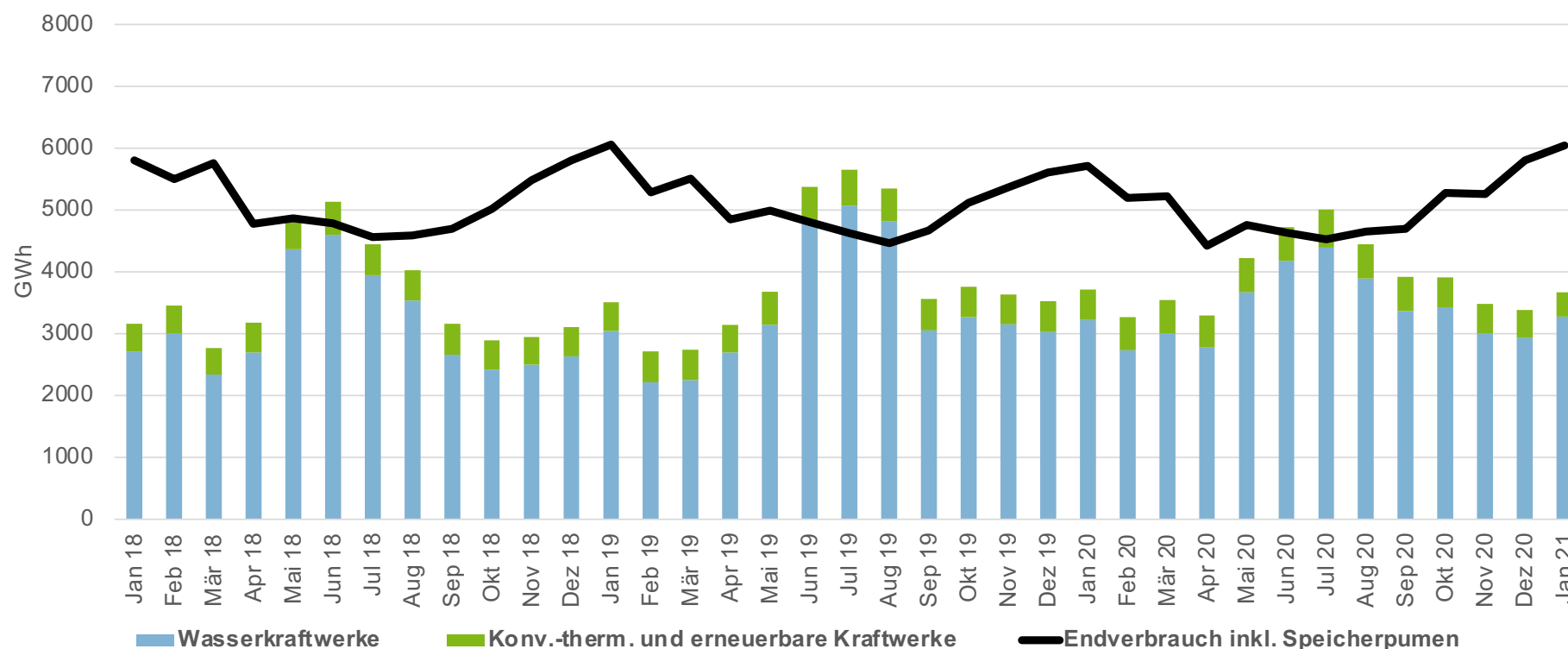
- Klimawandel -> Dekarbonisierung (Gebäude, Mobilität, Industrie) -> erhöhter Strombedarf
 - Atomstrom muss ersetzt werden (ca. 1/3 der heutigen Stromproduktion)
 - Nachbarländer müssen ihr Energiesystem ebenfalls dekarbonisieren
-> Stromimporte werden unsicherer -> Versorgungssicherheit?
- Grosse Risiken, aber auch *grosse Chancen*

Monatliche Stromproduktion und -verbrauch 2018 bis 2021



Datenquelle: Elektrizitätsstatistik der Schweiz 2021, Grafik J. Rohrer

Monatliche Stromproduktion und –verbrauch 2018 bis 2021 ohne AKW



Datenquelle: Elektrizitätsstatistik der Schweiz 2021, Grafik J. Rohrer

EICom empfiehlt 5-10 TWh Winterstrom-Zubau bis 2035

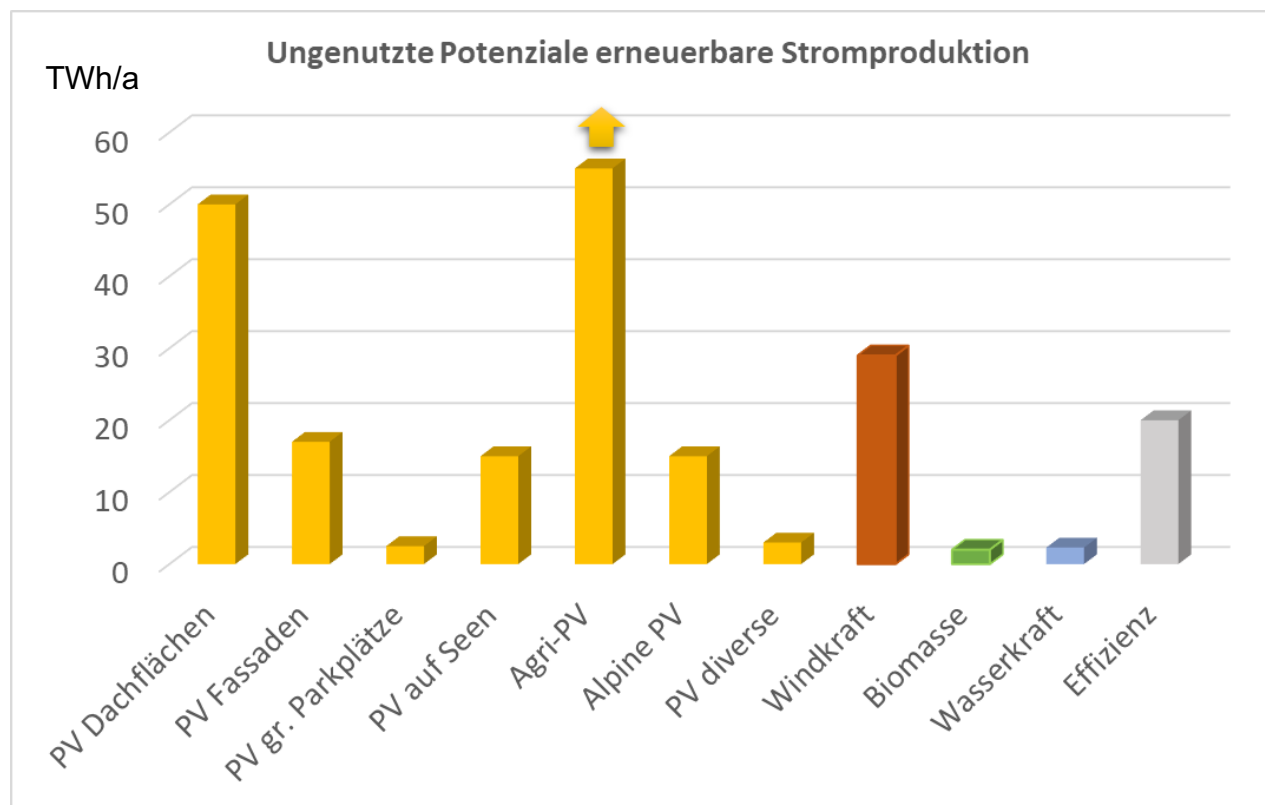
«Die EICom empfiehlt ein rechtlich verbindliches Zubauziel für **Erzeugungskapazitäten im Winterhalbjahr** zwischen fünf und zehn Terawattstunden bis 2035 sowie die Implementierung von geeigneten gesetzlichen Massnahmen, um dieses Ziel zu erreichen.

Weiter ist der Bundesrat gesetzlich zu verpflichten, wettbewerbliche Ausschreibungen für den Ausbau von **Erzeugungskapazitäten als Reserven** im Inland durchzuführen, falls sich abzeichnet, dass das gesetzlich vorgegebene Zubauziel nicht erreicht werden kann.»

Quelle: Bericht der EICom. (2020). *Stromversorgungssicherheit der Schweiz 2020*, pp. 4-5

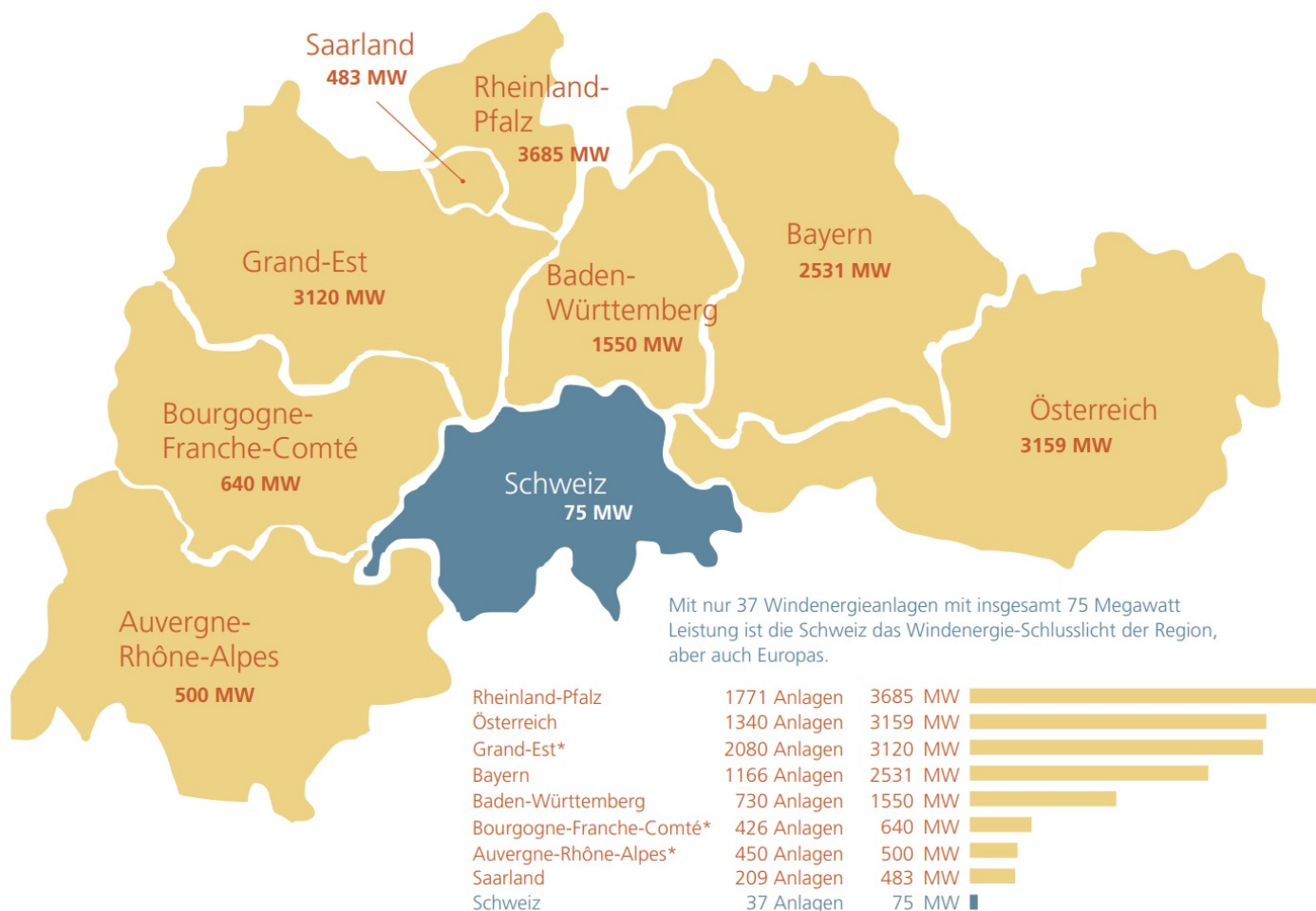
- **Wir müssen die Produktion von Strom aus erneuerbaren Quellen massiv und viel rascher ausbauen.**
- **Der Zubau-Bedarf für Strom ist im Winter-Halbjahr grösser als im Sommer.**
- **Solange niemand am «Strom sparen» verdient, wird dieses grosse Potenzial nicht ausgeschöpft werden.**

Potential zur erneuerbaren Stromproduktion und –effizienz in der Schweiz



- Heutiger Strombedarf: 60 TWh/a
- Strombedarf nach Dekarbonisierung/
Elektrifizierung:
ca. 80 bis 90 TWh/a
- Wasserkraft produzierte in den
letzten Jahren jeweils ca. 39 TWh/a
- **Zusatzbedarf von 40 bis 50 TWh/a**
(Ersatz AKW und Mehrbedarf
Dekarbonisierung)

Datenquellen: BFE, EnergieZukunftSchweiz, eigene Berechnungen



Mit nur 37 Windenergieanlagen mit insgesamt 75 Megawatt Leistung ist die Schweiz das Windenergie-Schlusslicht der Region, aber auch Europas.

Stand 2019 / *Stand 2018, Anzahl Anlagen umgerechnet in Leistung: 1.5 MW pro Anlage

Die Schweiz: (K)ein Windenergie-Land?

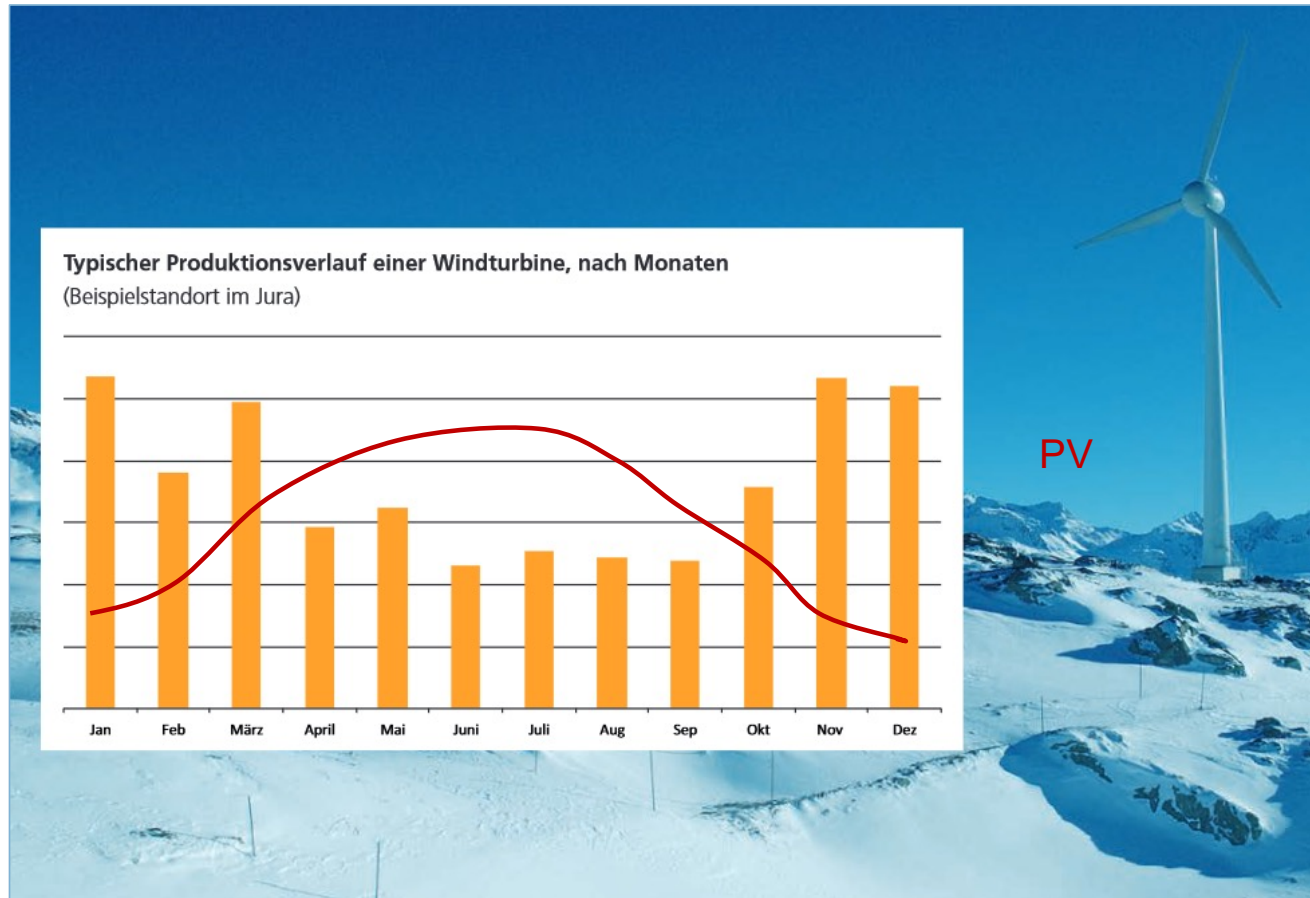
Installierte Windenergie-Leistung bei unseren Nachbarn

Der Wind stoppt nicht an der Schweizer Grenze

Windstrom-Anteil:
Europa > 15 %
Schweiz 0.2 %

Quelle: BFE-Broschüre «Winterstrom für die Schweiz», Elektrizitätsstatistik Schweiz

Windkraft: 2/3 des Ertrages im Winter



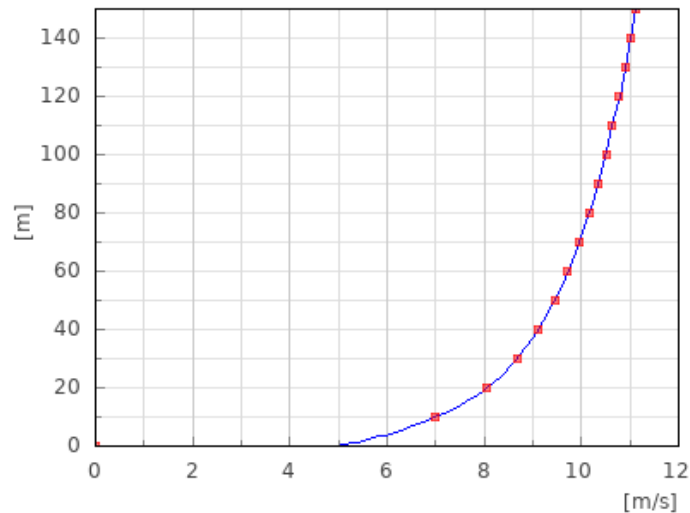
PV

Photovoltaik und Windenergie ergänzen sich optimal Tag/Nacht und Sommer/Winter.

Windkraftwerke reduzieren den Bedarf an Stromspeichern.

Einige grosse oder viele kleine Windturbinen?

Windgeschwindigkeit nimmt mit der Höhe zu

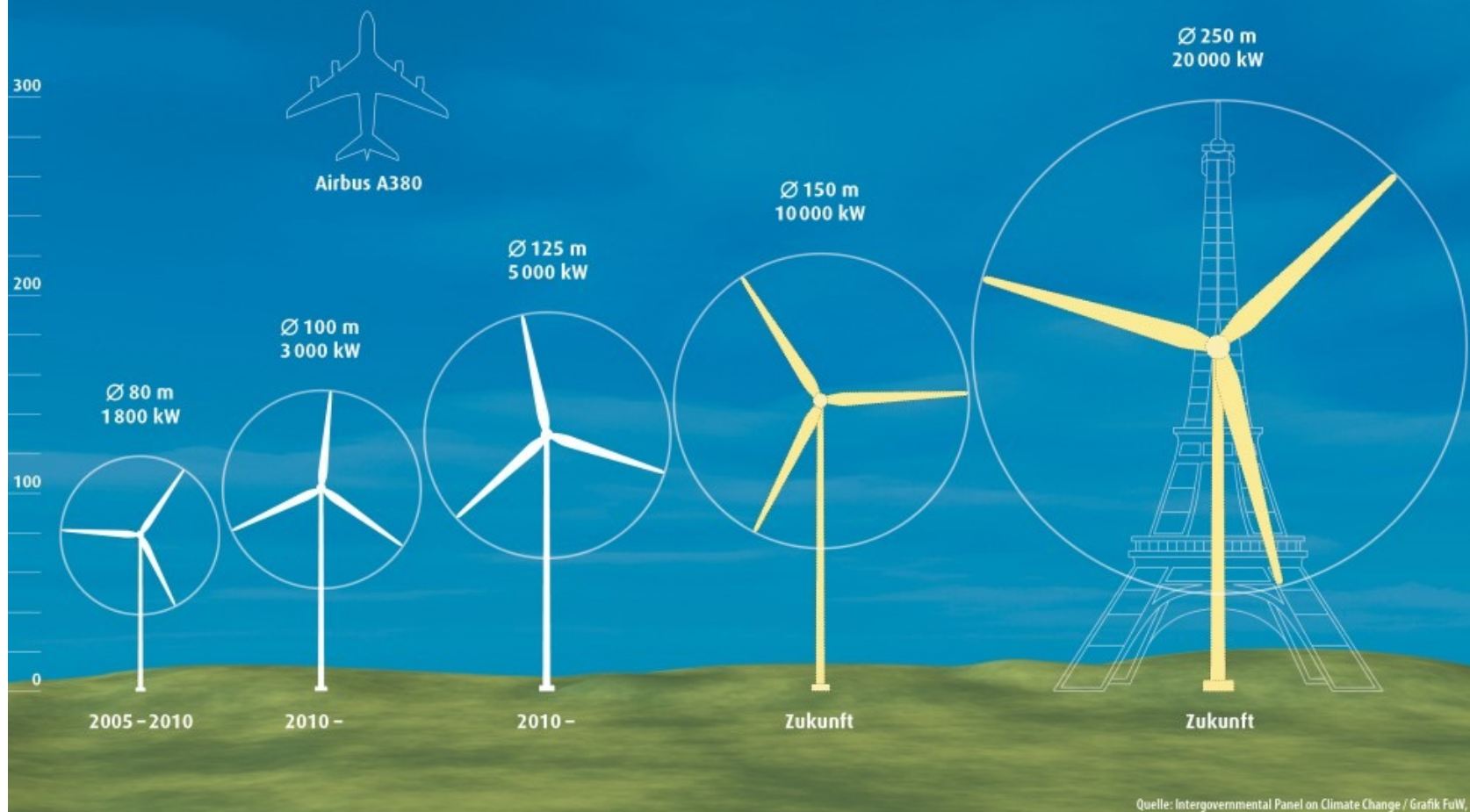


Quelle: Wind-data.ch

Leistung steigt in der 3. Potenz der Windgeschwindigkeit

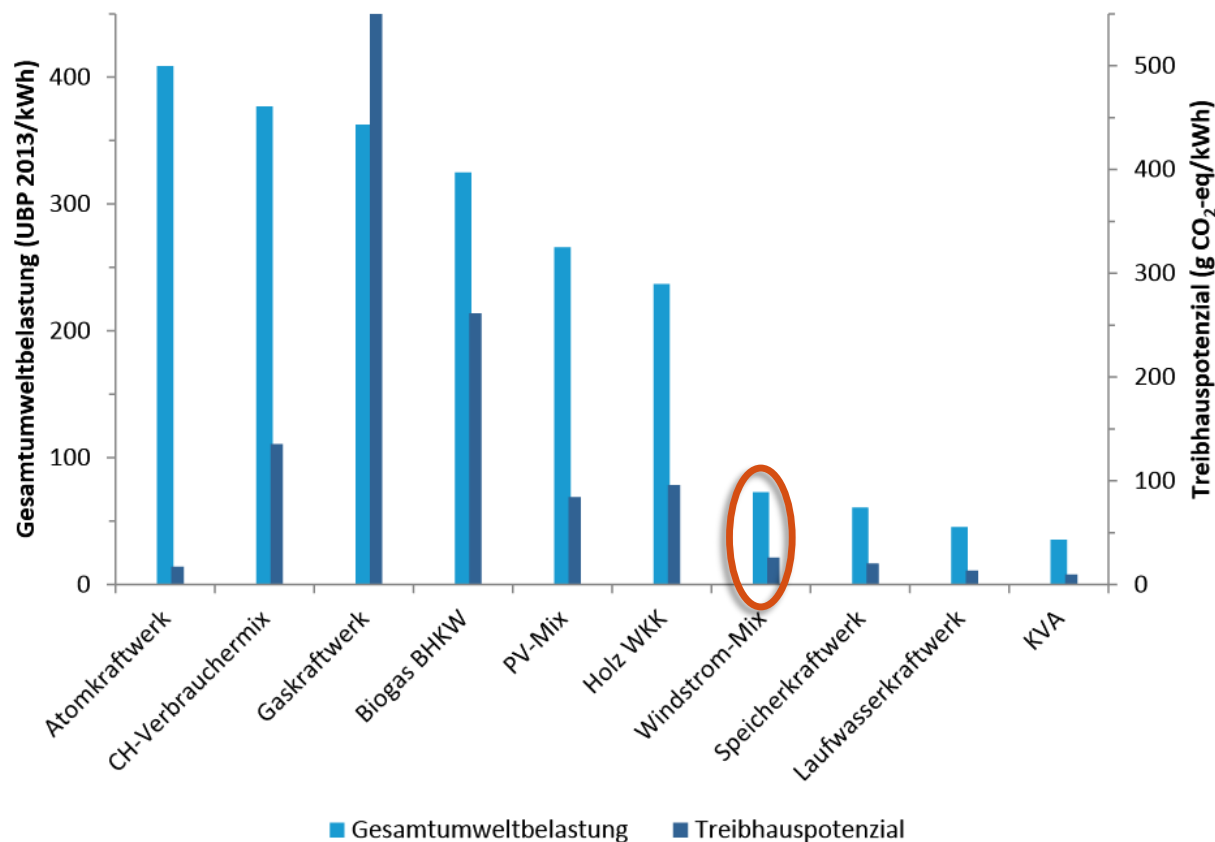


Mehr Wind – mehr Watt



Quelle: Tagesanzeiger
Blog / IPCC

Windstrom ist sehr ökologisch



Treibhausgasemissionen:

PV Dach 42 g CO_{2eq} / kWh

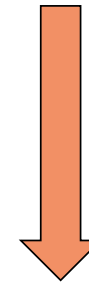
Windkraft 26 g CO_{2eq} / kWh

Die durch eine WKA produzierte Energie ist etwa 40-mal grösser als die Energie zur Produktion, Montage und Demontage einer WKA

Quelle: Eymann L., Stucki M., Fürholz A., König A.; Ökobilanzierung von Schweizer Windenergie, 2015 / 2020
BFE bzw. ZHAW Wädenswil

Zwischenfazit

- Mit erneuerbaren Energien könnten wir in Zukunft in der Jahresbilanz unseren gesamten Energiebedarf aus dem Inland decken (inkl. Mobilität, Gebäudeenergie, usw.).
- Jedes geeignete Dach sollte eine PV-Anlage haben
73 % der Produktion im Sommerhalbjahr, Verbrauch CH 46 % im Sommer
-> ergänzen mit anderen Technologien und Speichern
- Wir benötigen insbesondere auch **erneuerbaren Strom in den Wintermonaten**. Möglichkeiten:
 1. Effizienzmassnahmen, Suffizienz
 2. Windenergie
 3. Photovoltaik in den Alpen
 4. Saisonale Stromspeicherung (evtl. Blockheizkraftwerke)



Kosten steigend

Stromgesetz Ausblick: Ausbau der Stromproduktion aus neuen erneuerbaren Quellen in der Schweiz

Gemäss Mantelerlass Energie: 35 TWh/a nEE bis 2035

- 29 TWh aus PV (heute 5 TWh/a)
- 3.5 TWh aus Windenergie (heute 0.15 TWh/a)

Netto-Null: **45 TWh/a nEE**

- 38 TWh/a aus PV
- 4.3 TWh/a aus Windenergie

Der Mantelerlass erfordert bei der Photovoltaik eine Verdoppelung und bei der Windkraft etwa ein Faktor 20 des aktuellen Tempos beim Ausbau.

Take Home Messages

- 1) Um ihren fairen Beitrag im Kampf gegen die Klimaerhitzung zu leisten, muss die Schweiz sehr viel rascher auf erneuerbare Energien umsteigen und Energie sparen (PV und Windkraft, Effizienz, Suffizienz).
- 2) Windkraft und PV in den Alpen liefern grosse Beiträge im Winter. PV und Windkraft ergänzen sich generell gut.
- 3) Die Energiewende in der Schweiz kann man effizient oder ineffizient gestalten. Der Blick auf das gesamte Energiesystem ist wichtig. Keine Angst vor Angstmachern: Die Verlierer bei der Energiewende verteidigen ihre Pfründe.
- 4) Die Schweiz kann sich praktisch 100 % selbst mit Energie versorgen, wenn wir ein **effizientes Energiesystem** bilden (-> Versorgungssicherheit, Preisstabilität, Unabhängigkeit, Naturschutz).

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Adresse für Rückfragen:

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen
Jürg Rohrer, Prof. für Ecological Engineering
Campus Grüental
8820 Wädenswil

Juerg.Rohrer@zhaw.ch Tel. 058 934 54 33
www.zhaw.ch/iunr/erneuerbareenergien/