

# Energetische Ausgangslage

Webinar „Energiesystem der Zukunft“  
Rahmenbedingungen als Teil der Lösung oder des Problems?

Dr. Martin Rüdisüli  
Urban Energy Systems  
17. Juni 2020, Empa Dübendorf

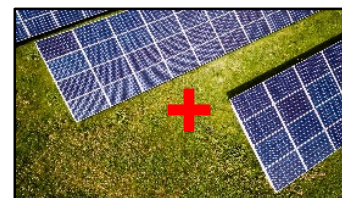
- **Atomausstieg & Förderung erneuerbarer Energien:**
  - Stromerzeugung hauptsächlich aus bestehender **Wasserkraft** und neuen erneuerbaren Energien (**PV**) bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Kernenergie (**AKW**)
- **Mehr Energieeffizienz:**
  - Ersatz fossiler Energieträger für «Wärme» und «Mobilität» durch **Strom-basierte Technologien** (Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge, etc.)



Referendum  
“Energiegesetz”  
21. Mai 2017 (58.2% Ja)

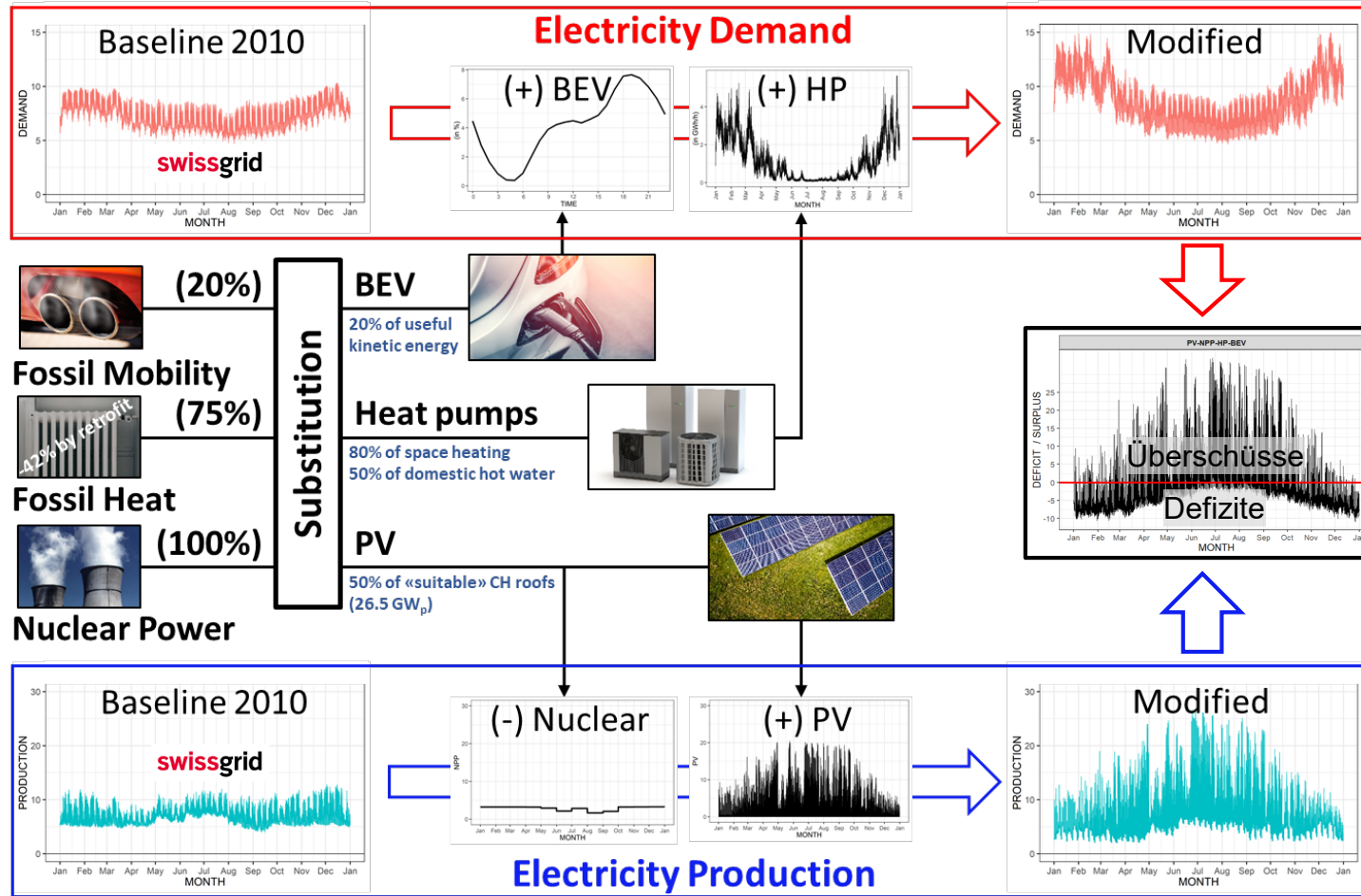


Ratifizierung  
“Paris21”  
6. Oktober 2017



# Daten-basierte, dynamische Modellierung

- **Ziel:** Auswirkungen (Konsequenzen) aufzeigen, wenn beschlossene und akzeptierte Massnahmen der ES2050 – ohne weiterführende Massnahmen – im heutigen Energiesystem umgesetzt würden.

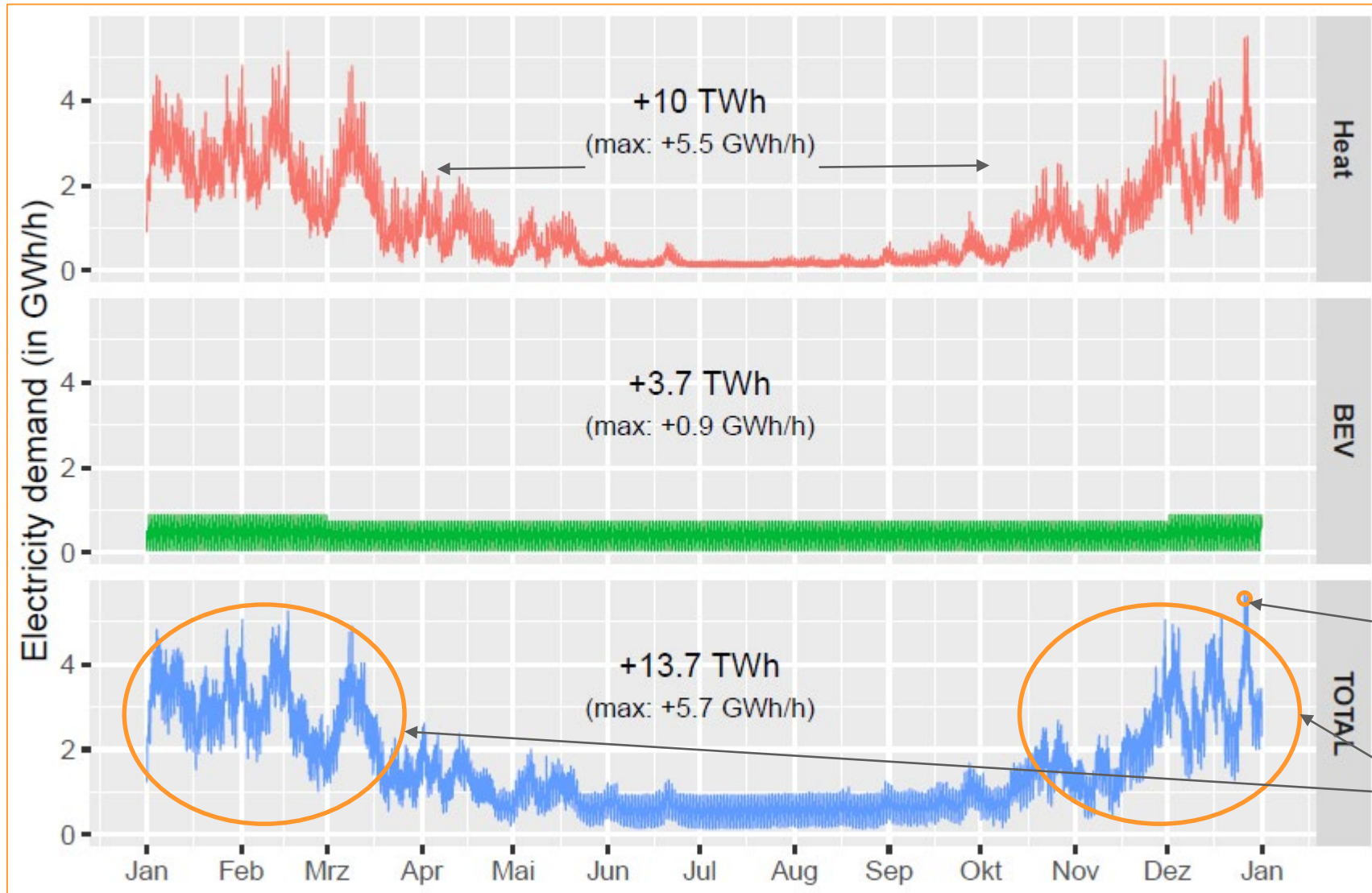


Referenz «2010», weil ...

- alle voll AKW im Betrieb
- Durchschnittliches «Wasserjahr»
- sehr kalter Winter («worst case»)

**Abkürzungen:**  
 BEV = Battery Electric Vehicle (Elektroauto)  
 HP = Heat Pump (Wärmepumpe)  
 PV = Photovoltaik

# Zusätzlicher Strom- und Leistungsbedarf Elektrifizierung «Wärme» und «Mobilität»



Basierend auf echten, stündlichen Einspeisedaten von

**REFUNA**  
Regionale Fernwärme Unteres Aaretal

Basierend auf stündlichem Ladeprofil (Robinson et al. 2013):

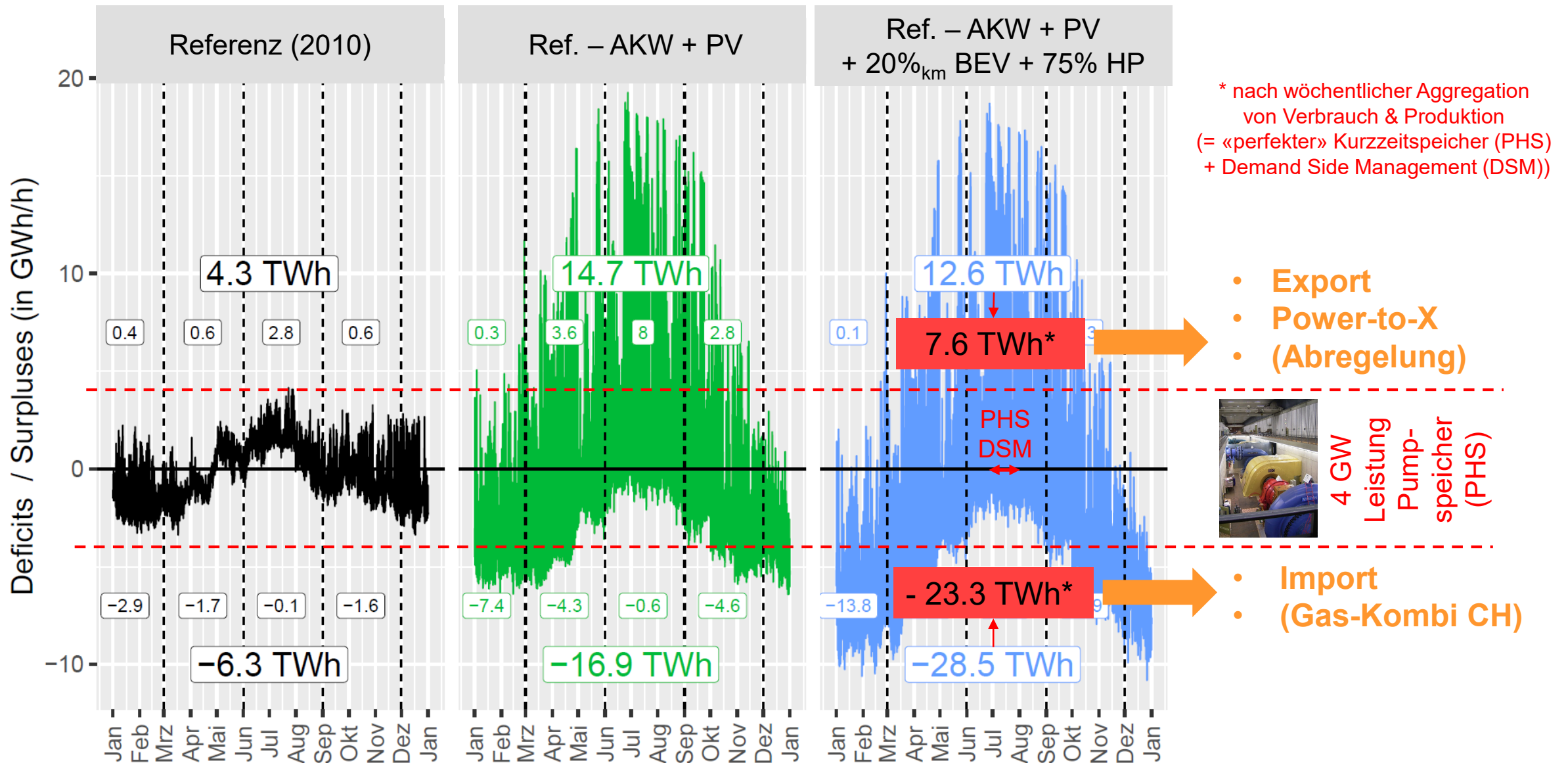
- 70% «Home»
- 15% «Work»
- 10% «Public»
- 5% «Other»

**Grosser zusätzlicher maximaler Leistungsbedarf**

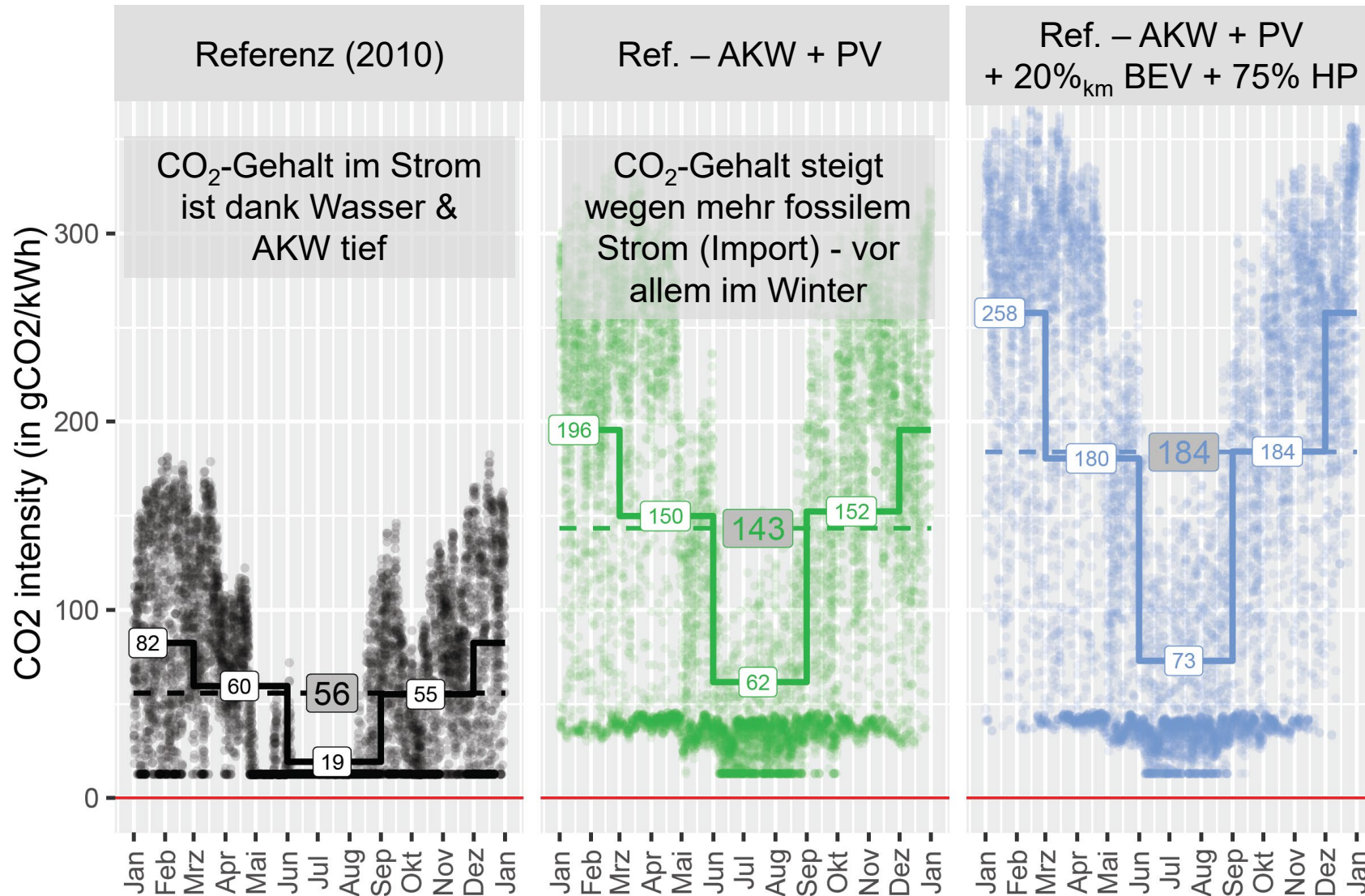
**Grosser zusätzlicher Strombedarf v.a. im Winter (trotz Annahme von -42% Wärmebedarf bei Gebäuden)**



# Momentane Defizite und Überschüsse



# Momentaner CO<sub>2</sub>-Gehalt im Strom



## Life cycle (LCA) CO<sub>2</sub> Intensitäten

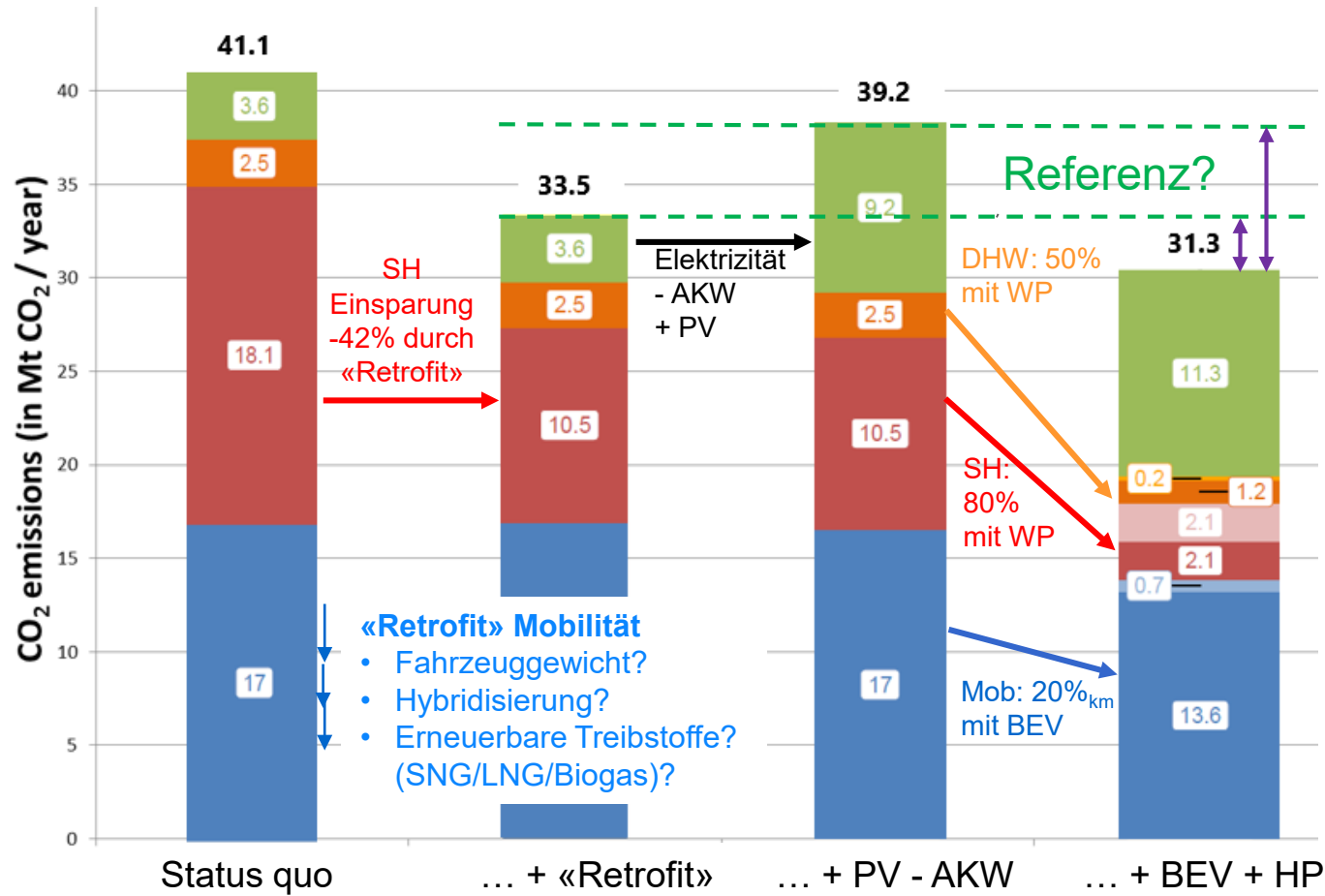
- PV: **50 g<sub>CO<sub>2</sub>-eq</sub>/kWh**
- Wasser: **13 g<sub>CO<sub>2</sub>-eq</sub>/kWh**
- AKW: **12 g<sub>CO<sub>2</sub>-eq</sub>/kWh**
- Import: **443 g<sub>CO<sub>2</sub>-eq</sub>/kWh**  
(= Gas-Kombi → bester «fossiler» Fall)



**entscheidender Faktor!**

→ abhängig davon ob und wie viel «grünen» Strom wir von den Nachbarländern importieren können!

# Effektive CO<sub>2</sub> Einsparung



Einsparung  
= 2.2 – 7.9 Mt CO<sub>2</sub>

Elektrizität  
Raumwärme (SH)  
Warmwasser (DHW)  
Mobilität (Mob.)

- **Optimale Nutzung kurzfristige Energiespeicherung**
  - elektrisch (Power-to-Power → Pumpspeicher, Batterien, *Vehicle-to-Grid*, ...)
  - thermisch (Power-to-Heat → Warmwasser/Boiler, ...)
- **Digitalisierung für Lastverschiebung** („demand & supply side management“)
  - auch auf Ebene der Verteilnetze und Verbraucher
- **Aufbau langfristige (saisonale) Energiespeicherung**
  - thermisch (Power-to-Heat → Erdregister-, Eis-, Sorptionsspeicher, ...)
  - chemisch (Power-to-Gas/Liquids → H<sub>2</sub>, SNG, MeOH, ...)
- **Gebäudesanierung** (bzw. Ersatzneubau) und **Quartierlösungen** (Wärmeverbünde, Speicherlösungen, ...)
- **Anwendungsoptimierte Antriebslösungen** für Mobilität
  - Kurzstrecken → rein elektrisch (BEV)
  - Langstrecken & Schwerverkehr → «synthetische» Treibstoffe (H<sub>2</sub>, SNG, MeOH)
- **Zusätzlicher Ausbau der Erneuerbaren** (+ PV? + Wind? + Biomasse? + Geothermie? zur Deckung des zusätzlichen Elektrizitätsbedarfs von «Wärme» und «Mobilität»)
- **Integrale Energiesysteme und -konzepte** (Strom, Wärme & Gas → „**Sektorkopplung**“)



- Nicht die Effizienz einer **Einzeltechnologie** ist entscheidend, sondern ihr Beitrag zur **Gesamteffizienz des Systems**
- Klimatechnisch ist nur der effektive, **gesamte CO<sub>2</sub>-Ausstoss im System** wichtig
- Zukünftig wird die (saisonale) **Speicherung von Energie** in all ihren Formen (Elektrizität, Wärme, Treib-/Brennstoffe,...) essentiell
- **Nachhaltigkeit** umfasst nicht nur CO<sub>2</sub>, sondern auch ökonomische und gesellschaftliche Aspekte (Luftreinhaltung, Lärm, Sicherheit,...)
- **Zielkonflikte** zwischen Umwelt, Raumplanung und Energie sind unvermeidbar

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

**Publication:** *Impacts of an increased substitution of fossil energy carriers with electricity-based technologies on the Swiss electricity system*

(M. Rüdisüli, S. Teske, U. Elber, Energies 2019, 12(12), 2399; <https://doi.org/10.3390/en12122399>, open access)



Empa – Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology



@Empa\_CH

[www.empa.ch](http://www.empa.ch)

[martin.ruedisueli@empa.ch](mailto:martin.ruedisueli@empa.ch)

