

**OST**

Ostschweizer  
Fachhochschule

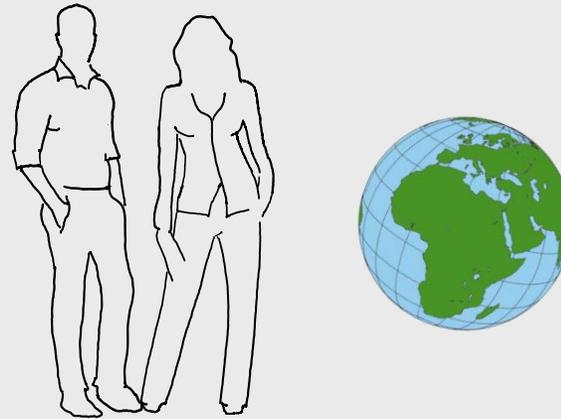
## Solar-Aktion Beverin

Markus Markstaler  
OST Ostschweizer Fachhochschule  
Institut für Energiesysteme  
Werdenbergstrasse 4  
CH-9471 Buchs / SG

Tel.nr +41 (58) 257 33 34

E-Mail: [markus.markstaler@ost.ch](mailto:markus.markstaler@ost.ch)

# Im Zentrum der Mensch

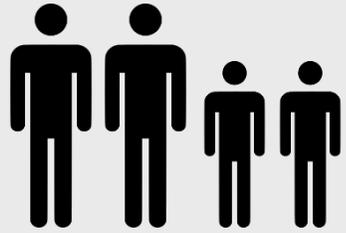


## Bedürfnisse

Existenzbedürfnisse, Grundbedürfnisse, Luxusbedürfnisse



# Wie leben wir? Von der Fläche zur Leistung

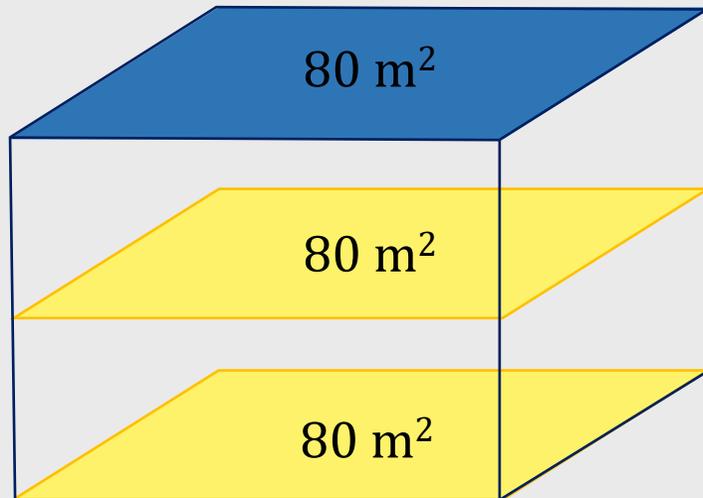


= 160 m<sup>2</sup> Wohnfläche

Photovoltaik

1 m<sup>2</sup> = 180 W

Fläche -> 80 m<sup>2</sup> = 14 kW<sub>p</sub> <- Leistung



# Beispiele von Leistung

14 kWp PV für Einfamilienhausdach mit 80 m<sup>2</sup>

0.5 GWp (500'000 kWp) Zubau 2020 in der Schweiz

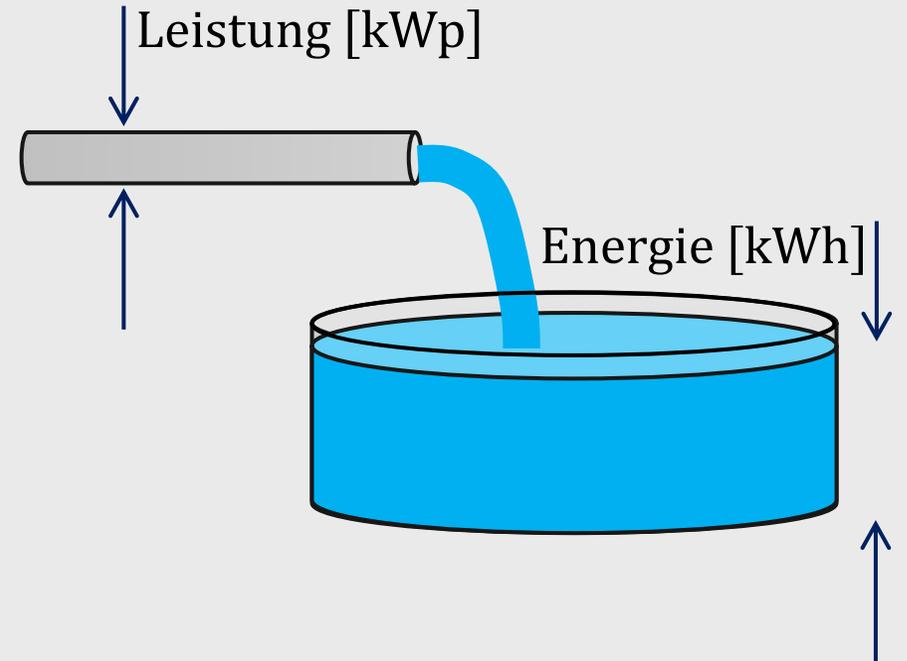
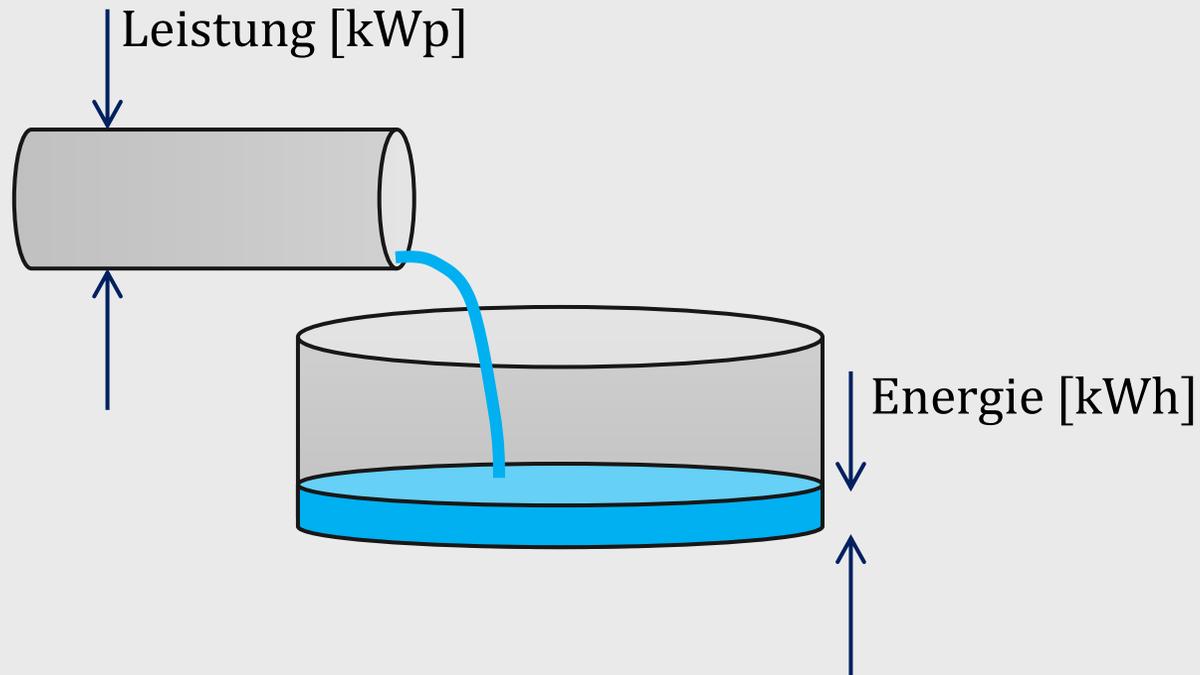
1 GW Atomkraftwerk Leibstadt

2'5 GWp gesamt installierte Leistung in der Schweiz

10-20 GWp Jahresproduktion eines chinesischen Modulherstellers



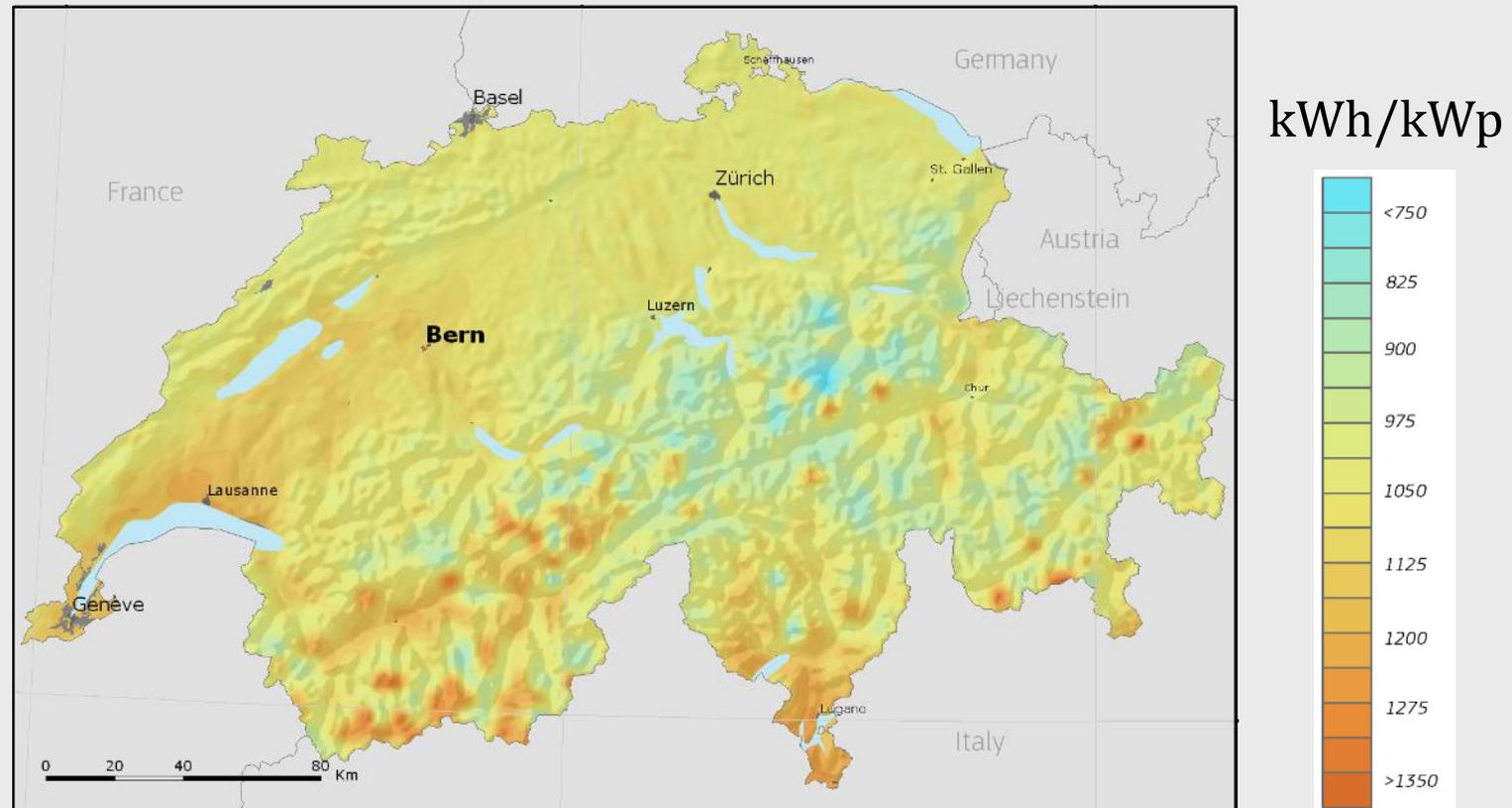
# Von der Leistung zu Energie pro Jahr



$$\text{Energie} = \text{Leistung} \times \text{Zeit}$$

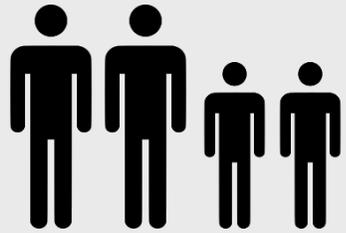
# Jahresertrag Photovoltaik

- 1 kWp ergibt 1'000 kWh Strom pro Jahr
- Spezifischer Ertrag 1000 kWh/kWp
- Die Hälfte der Zeit ist Nacht
- 50 % der Energie durch direkte Solarstrahlung



Internetsuche «PVGIS»

# Leistung [kW<sub>p</sub>]

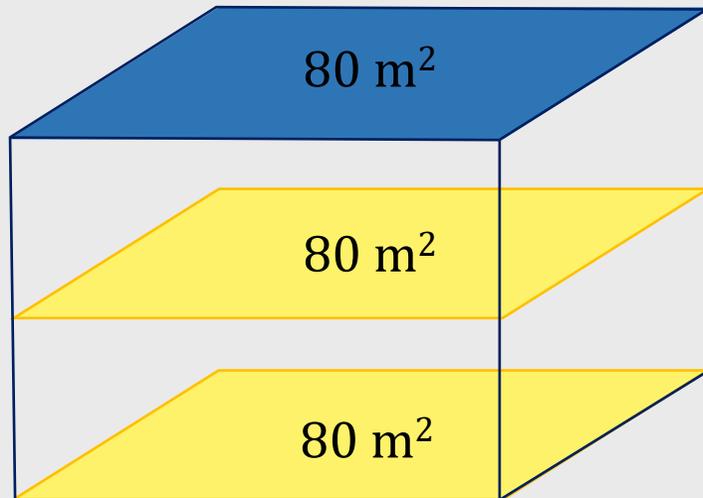


= 160 m<sup>2</sup> Wohnfläche

Photovoltaik

1 m<sup>2</sup> = 180 W

Fläche -> 80 m<sup>2</sup> = 14 kW<sub>p</sub> <- Leistung



# Energie [kWh]

1 kW<sub>p</sub> Leistung -> 1'000 kWh Strom/Energie

14 kW<sub>p</sub> -> 14'000 kWh Strom

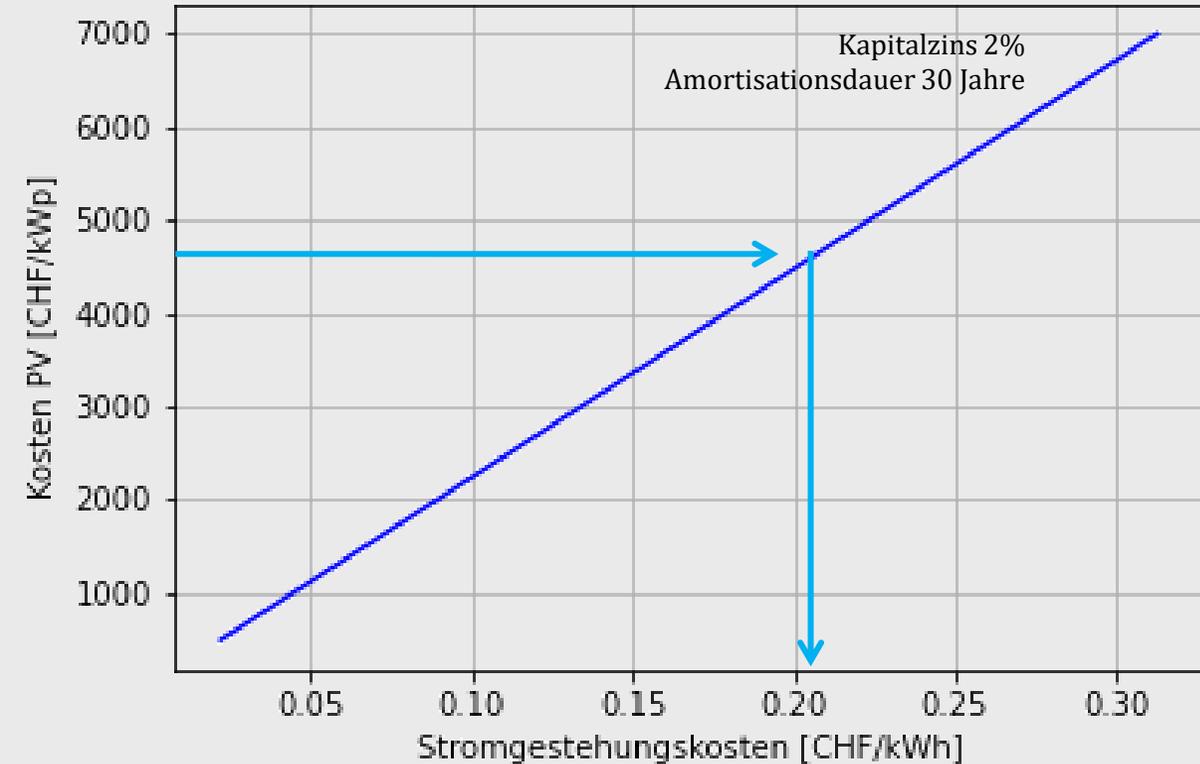
**Typischer Stromverbrauch Einfamilienhaus:**

5'000 kWh für Licht, Strom, Kochen,...

5'000 – 10'000 kWh Strom für Wärmepumpe

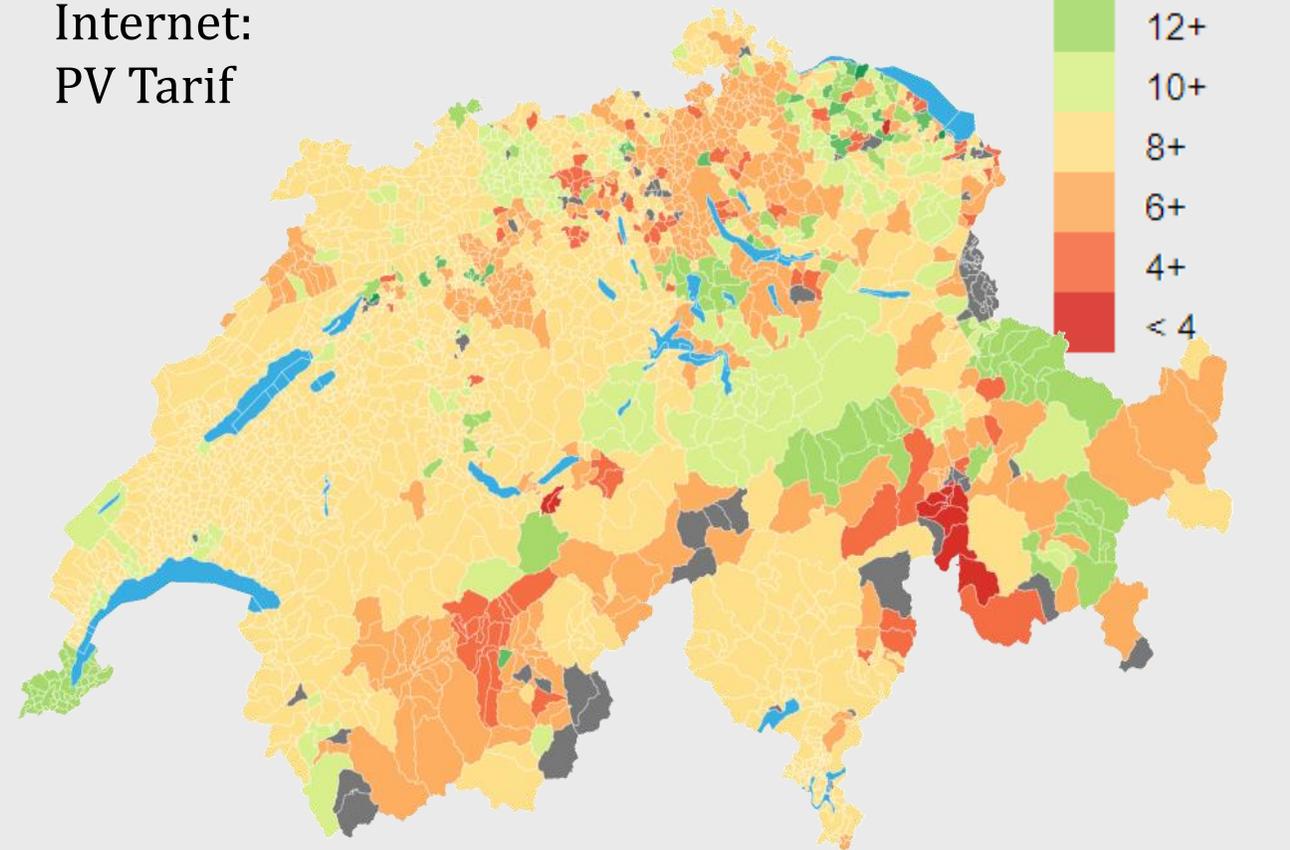
Dachflächen reichen aus um den benötigten Strom herzustellen

# Wirtschaftlichkeit: Einspeisen

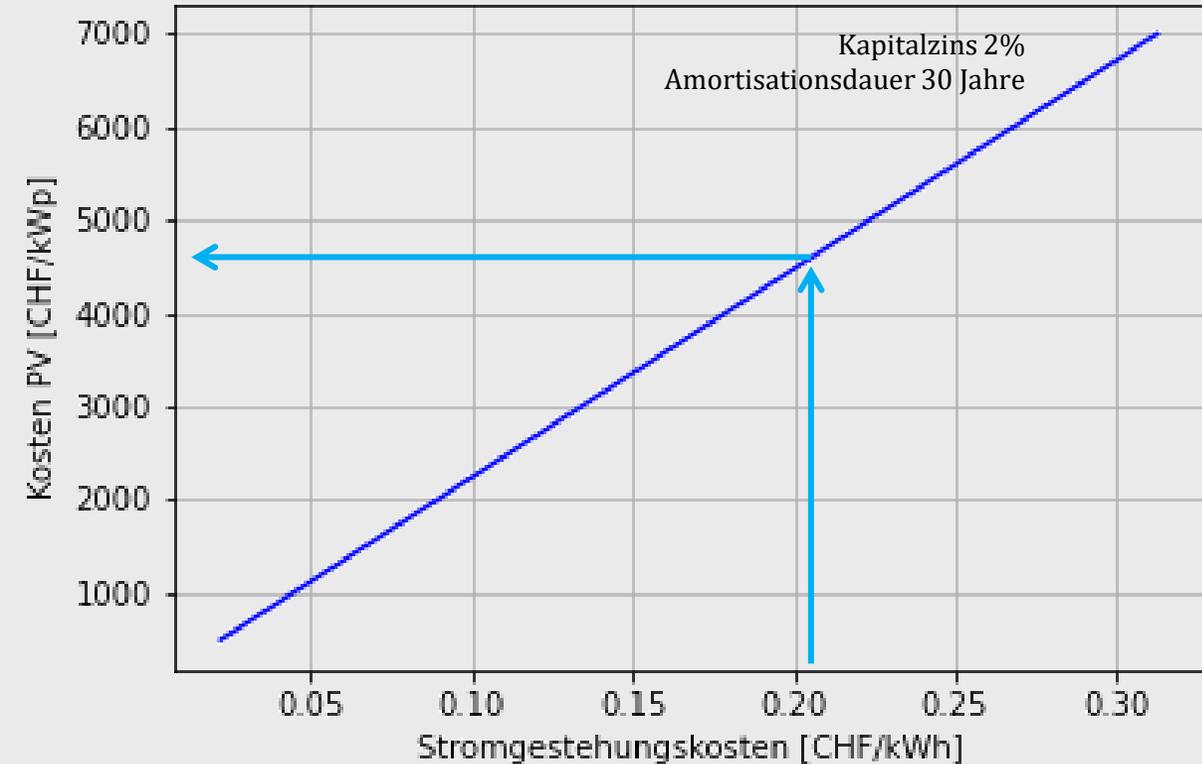


Eigener Strom hat ein Wert

Internet:  
PV Tarif

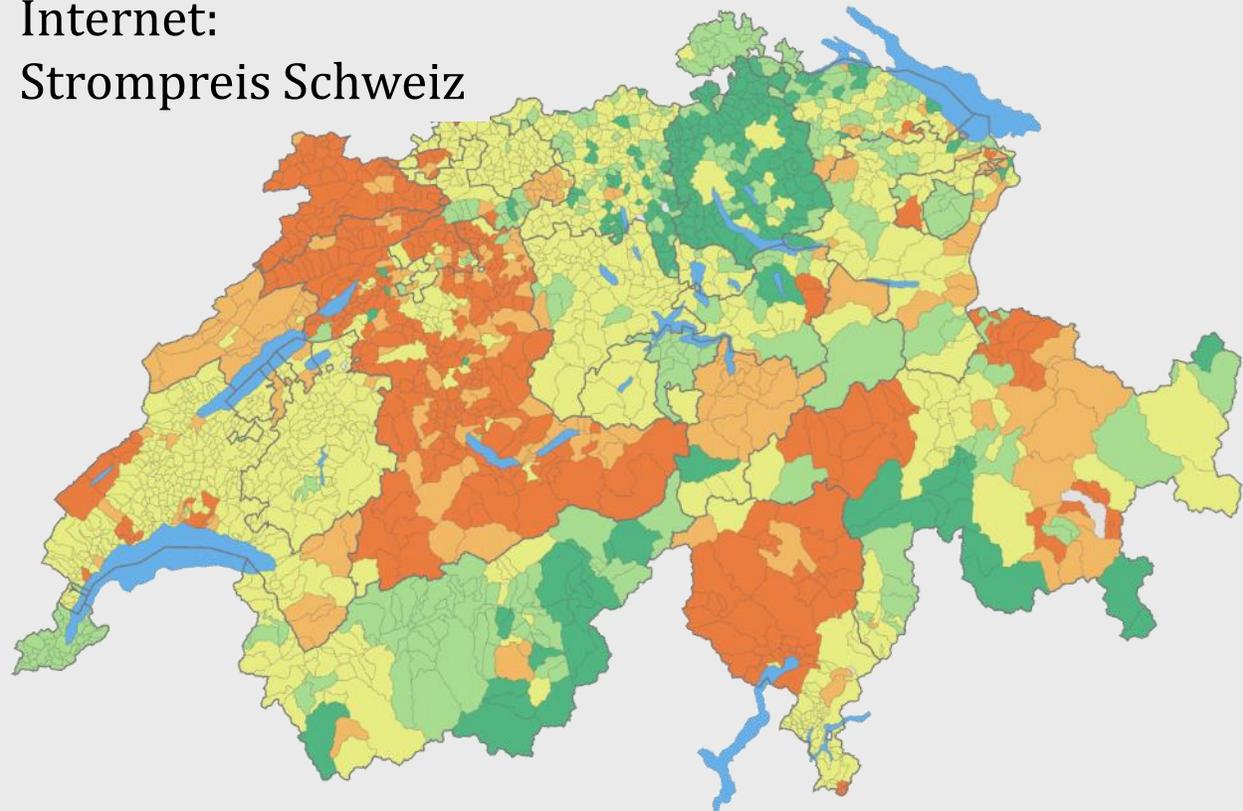


# Wirtschaftlichkeit: Eigenverbrauch



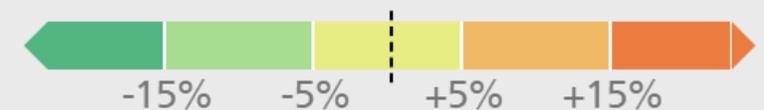
Strom aus der PV-Anlage ist günstiger als aus der Steckdose

Internet:  
Strompreis Schweiz

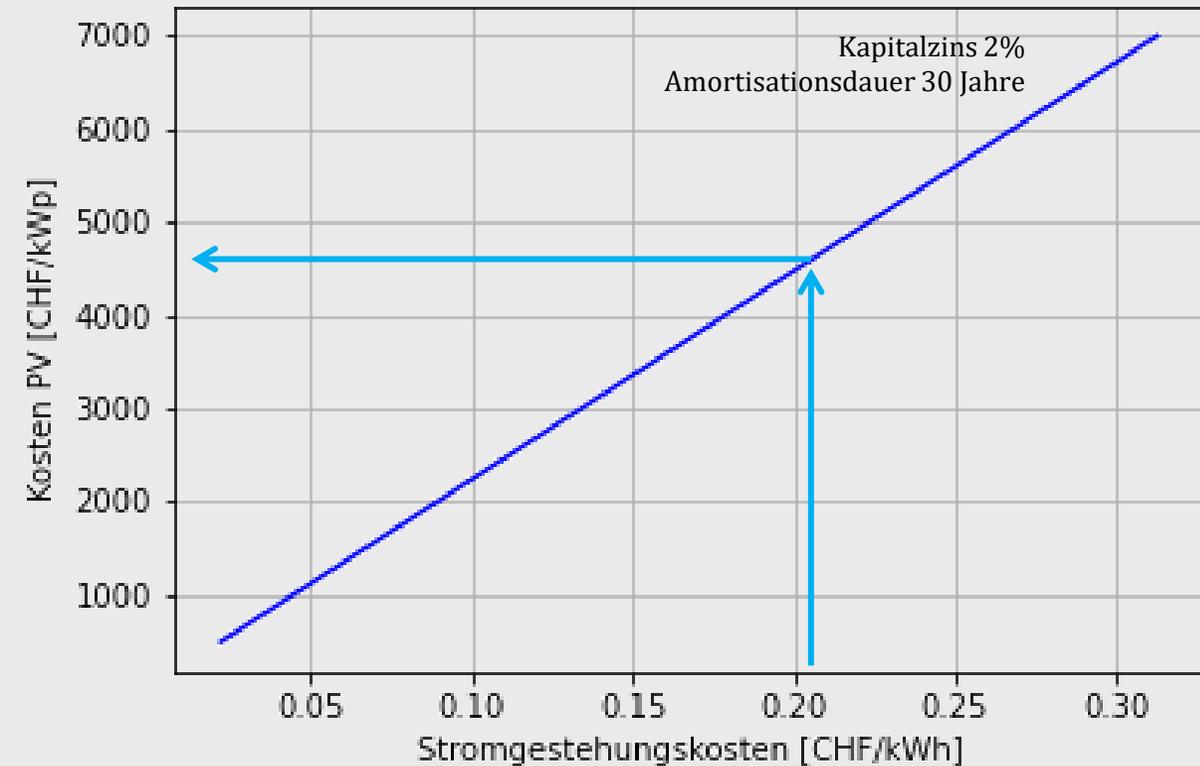


Tarifvergleich in Rp./kWh 

0                      21,16                      28,41  
Min                      Median                      Max



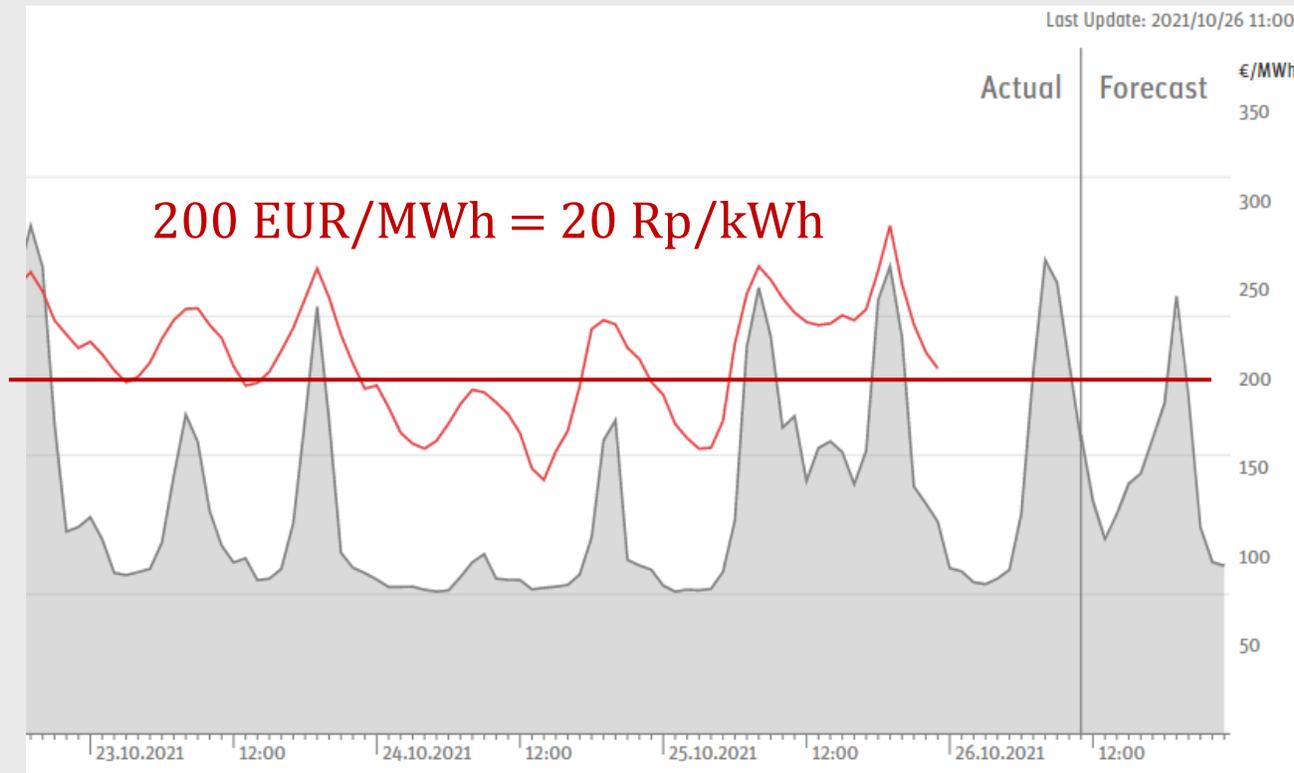
# Wirtschaftlichkeit: Preisentwicklung ?!!



Strom Preis geht zu Strom Wert

## Spot Market Schweiz

<https://www.eex-transparency.com/de/power/ch/produktion/nutzung>



# Eigenstromnutzung

- Eigennutzung ist gut. Nicht Eigenverbrauch!
- Strom selber verbrauchen
  - Heizstab
  - Batterie
- Anreiz Erhöhung der **Eigenverbrauchsquote**

Eigenverbrauchsquote REV: 
$$R_{EV} = \frac{W_{Ver} - W_{Bez}}{W_{Pro}}$$

$W_{Pro}$ : Produzierte Energie  
 $W_{Ein}$ : Eingespeiste Energie  
 $W_{Bez}$ : Netzbezogene Energie  
 $W_{Ver}$ : Verbrauchte Energie

# Eigenstromnutzung

- Eigennutzung ist gut. Nicht Eigenverbrauch!
- Strom selber verbrauchen
  - Heizstab
  - Batterie
- Anreiz Erhöhung der **Eigenverbrauchsquote**

Eigenverbrauchsquote REV:

$$R_{EV} = \frac{W_{Ver} - W_{Bez}}{W_{Pro}}$$

Sinnvolle Kennzahl?

$W_{Pro}$ : Produzierte Energie  
 $W_{Ein}$ : Eingespeiste Energie  
 $W_{Bez}$ : Netzbezogene Energie  
 $W_{Ver}$ : Verbrauchte Energie

# Eigenstromnutzung

- Eigennutzung ist gut. Nicht Eigenverbrauch!
- Strom selber ~~verbrauchen~~
  - ~~Heizstab~~
  - ~~Batterie~~
- Anreiz Erhöhung der **Eigenverbrauchsquote**

Eigenverbrauchsquote REV:

$$R_{EV} = \frac{W_{Ver} - W_{Bez}}{W_{Pro}}$$

Sinnvolle Kennzahl?

- **Reduktion Stromverbrauch vom Netz (Netzbezug)**
- **Autarkiegrad**

$W_{Pro}$ : Produzierte Energie  
 $W_{Ein}$ : Eingespeiste Energie  
 $W_{Bez}$ : Netzbezogene Energie  
 $W_{Ver}$ : Verbrauchte Energie

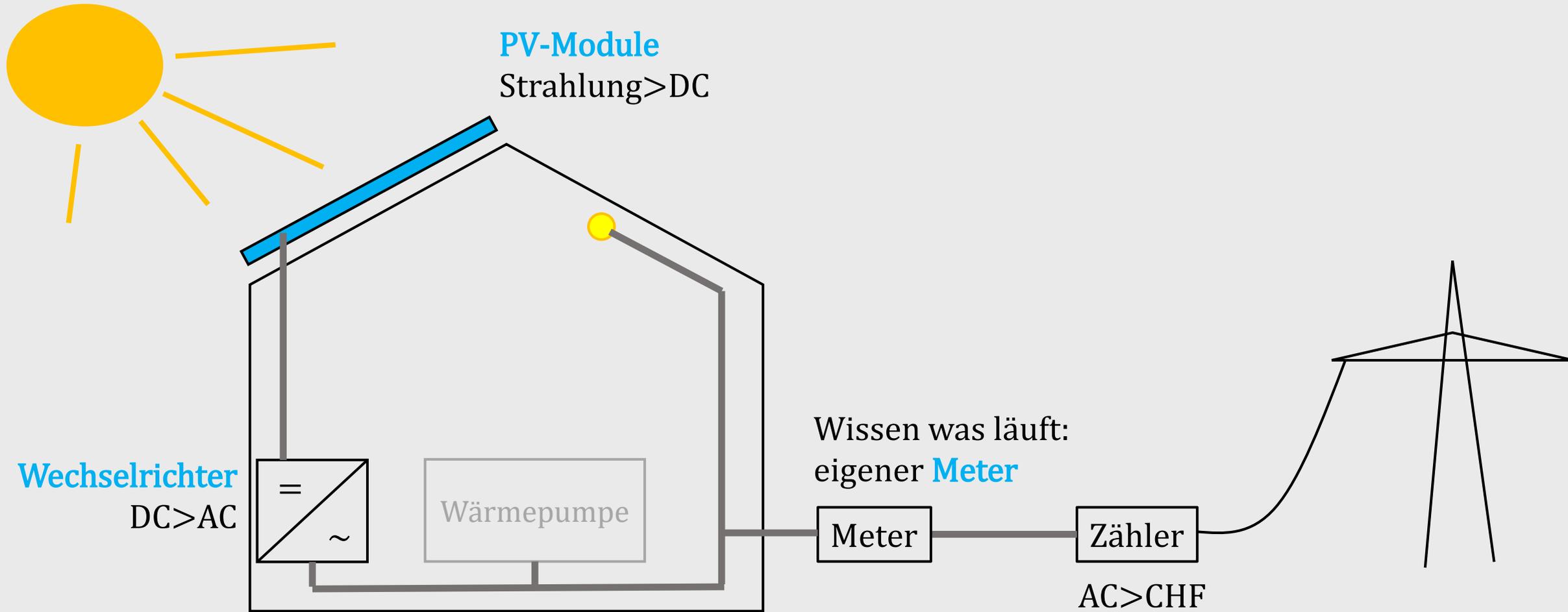
# Wie macht's die Natur?

Ausgleich zeitlich unterschiedlicher Produktion und Verbrauch

- zeitliche Verschiebung von Verbrauch
- Speicher
- **Effizienz**
- **Überfluss**



# Aufbau PV Anlage



# Energiemanagement

## 1. Visualisierung

- PV-Produktion über Wechselrichter
- Verbrauch im Gebäude (Netzbezug/Einspeisung) durch Meter

## 2. Zeitschaltuhr

- Soll-Temperaturen in der Nacht absenken
- E-Mobil laden über Mittag und Wochenende

## 3. Wetterprognose

- Unabhängig wie die Prognose ist, muss geheizt werden wenn's kalt ist
- Potential im einstelligen Prozentbereich

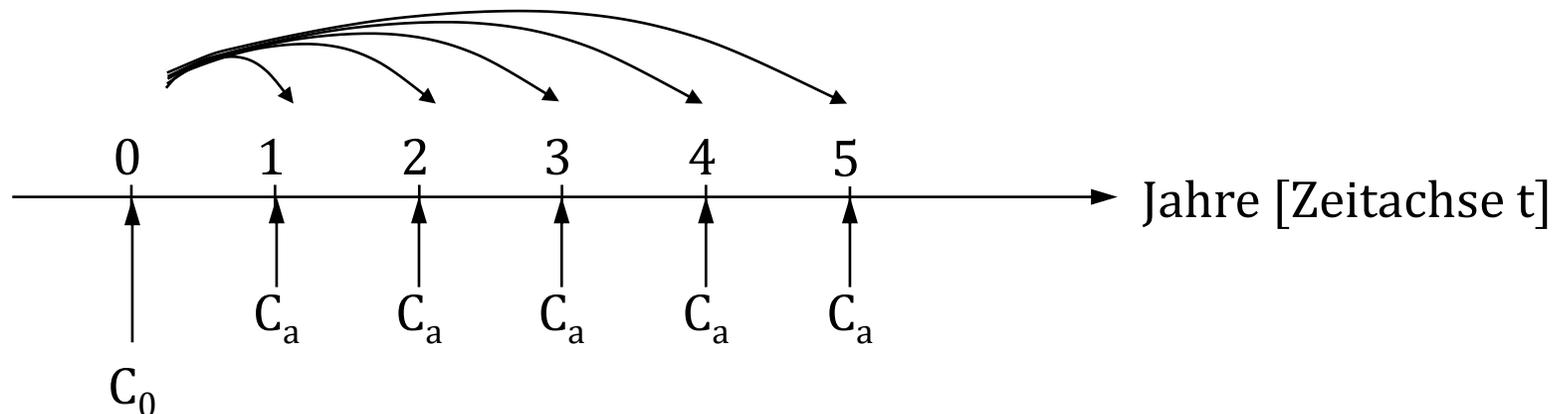
# Muss PV gut aussehen?

Betrachtung Energie und Gebäudes für: **Leisten – Leben**

Vitruv (Marcus Vitruvius Pollio)

1. Firmitas
2. Utilitas
3. Venustas

...den was man liebt das pflegt man.



$$C_a = C_0 \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

$C_0$  Investition  
 $C_a$  Annuität  
 $n$  Amortisationsdauer  
 $i$  Kapitalzins

# Zusammenfassung

- Ein Dach ergibt soviel Strom, wie darunter verbraucht wird
- 1 kWp ergibt 1000 kWh. 1m<sup>2</sup> ergibt 180 W (Wirkungsgrad 18%)
- Wirtschaftlichkeit: Energie Investitionen sind langfristige Investitionen (Alterung Photovoltaik -0.5% pro Jahr)
- Wissen was geht: Meter für Visualisierung
- Denken im Überfluss

Links:

PVGIS: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP)

ElCom Strompreis: <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/>

PVTarif: <https://www.vese.ch/pvtarif/>

Spot Markt Strom: <https://www.eex-transparency.com/de/power/ch/produktion/nutzung>

markus.markstaler@ost.ch +41 (58) 257 33 34