



1

Inhalt

- Wie funktioniert Photovoltaik?
 - Aufbauarten
 - Technik Photovoltaik
 - Spezifischer Ertrag
 - PV Module
 - Wechselrichter

- Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik

- Eigenstromversorgungssystem

- Wie komme ich zur PV-Anlage?

2

Aufbauart Photovoltaik Aufdach



Angebaute PV-Anlage



Hinterlüftung kühlt die Module

3

Aufbauarten Photovoltaik Indach



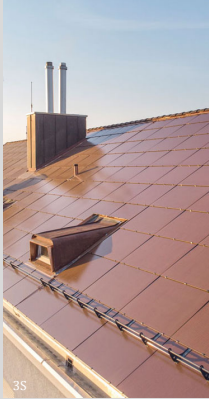
Integrierte PV-Anlage



Hinterlüftung kühlt die Module

4

Aufbauarten Photovoltaik Indach



Photovoltaik als Baumaterial

Hinterlüftung kühlt die Module

5

Aufbauarten Photovoltaik Flachdach



Süd ausgerichtet



Ost-West ausgerichtet

6

Aufbauarten Photovoltaik Gründach



Module höher aufgeständert
auf Substrat ballastiert



niederwachsende Pflanzen auf
magerem Substrat (extensiv)

7

Spezielle Aufbauarten Photovoltaik



Bifaciale Module
nutzen Strahlung von
beiden Seiten



AgriPV
Landwirtschaftliche Produktion &
Stromproduktion

8

Technik Photovoltaik

- Grösse der Anlage ist durch den Solargenerator bestimmt, d.h. PV-Module (nicht durch den Wechselrichter)
- Modulwirkungsgrad ist $\eta = 20\%$. $1 \text{ m}^2 = 200\text{W}$
- Nennleistung definiert bei Strahlung $H = 1 \text{ kW/m}^2$

$$\text{Nennleistung} = \text{Wirkungsgrad} \cdot \text{Fläche} \cdot 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Nennleistung} = 20\% \cdot 50 \text{ m}^2 \cdot 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} = 10 \text{ kW}_p$$

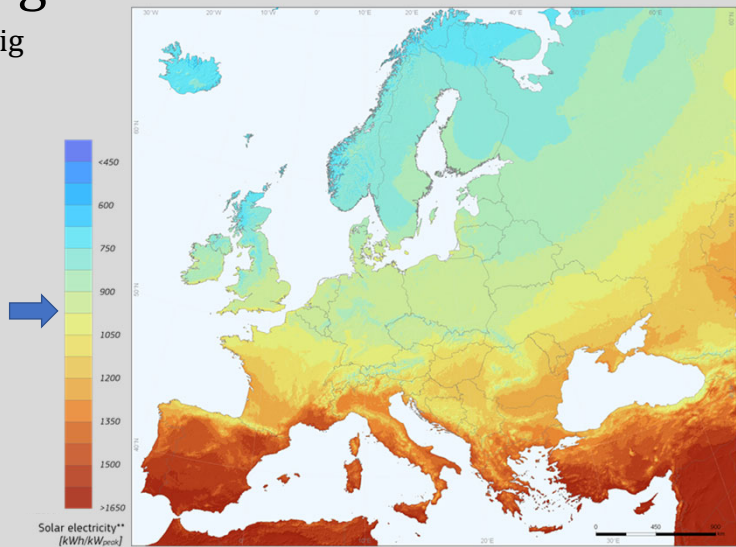


9

Spezifischer Ertrag

- Kennzahl Breitengrad abhängig
- Jahresenergie pro Kilowatt [kWh/kWp]

Typisch *1000 kWh/kWp* →



* Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules
 ** Yearly sum of solar electricity generated by optimally-inclined 1kW_p system with a performance ratio of 0.75

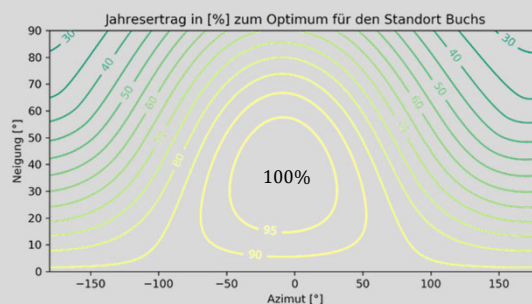
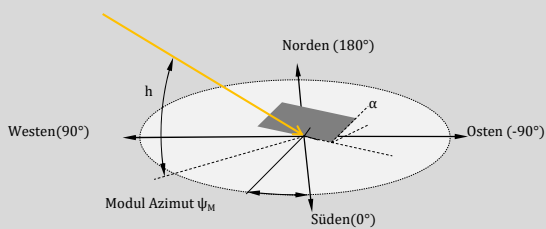
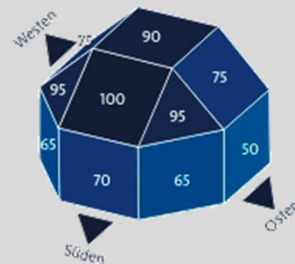
10

Spezifischer Ertrag

Optimale Jahresproduktion:

- Neigung 5 -65 °
- Ausrichtung Südost bis Südwest

Online-Tool: PVGIS (<https://re.jrc.ec.europa.eu>)



11

2. Nennleistung = $20\% \cdot 100\text{m}^2 \cdot 1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} = 20 \text{ kWp}$

3. Jahresenergie = $20\text{kWp} \cdot 1'000 \frac{\text{kWh}}{\text{kWp}} = 20'000 \text{ kWh}$

1. Fläche $20 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$


© Solar Agentur Schweiz, Solarpreis 2017

12

PV Module

- Ca. 1m x 1.7 m mit 400W (40V, 10A)
- Sehr hoher Qualitätsstandart
- Garantien über 85% Leistung nach 25 Jahre
- Getestet mit 2.5 cm Hagelkörner
- Druckfest 400 - 600 kg/m²

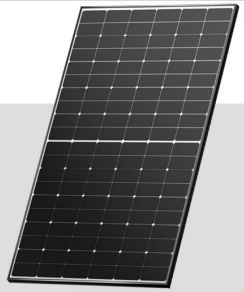
Alterung (nicht Lebensdauer) 0.5%/Jahr:



Black - Das Elegante

- ✓ Nennleistung 375-395 Wp
- ✓ Effizienz: 20,4 – 21,5 Prozent
- ✓ Modernes, elegantes Design
- ✓ Schwarze Backsheet-Folie
- ✓ Modul mit 120 Halbzellen, monokristallinen n-Si, HJT – Heterojunction-Zellen
- ✓ Abmessungen [mm]: 1.767 x 1.041 x 35
- ✓ Gewicht: 19,7 kg
- ✓ 25 Jahre Produkt- und Leistungsgarantie

[Datenblatt Meyer Burger Black](#)



White - Das Leistungsstärkste

- ✓ Nennleistung 380-400 Wp
- ✓ Effizienz: 20,7 – 21,7 Prozent
- ✓ Weisse Backsheet-Folie
- ✓ Modul mit 120 Halbzellen, monokristallinen n-Si, HJT – Heterojunction-Zellen
- ✓ Abmessungen [mm]: 1.767 x 1.041 x 35
- ✓ Gewicht: 19,7 kg
- ✓ 25 Jahre Produkt- und Leistungsgarantie

[Datenblatt Meyer Burger White](#)

13

Wechselrichter

- Verbindung zum Stromnetz
- Wandelt Gleichstrom in Wechselstrom
- Hoher Qualitätsstandard
- Hoher Wirkungsgrad >95%

14

Wechselrichter

String/Zentral Wechselrichter

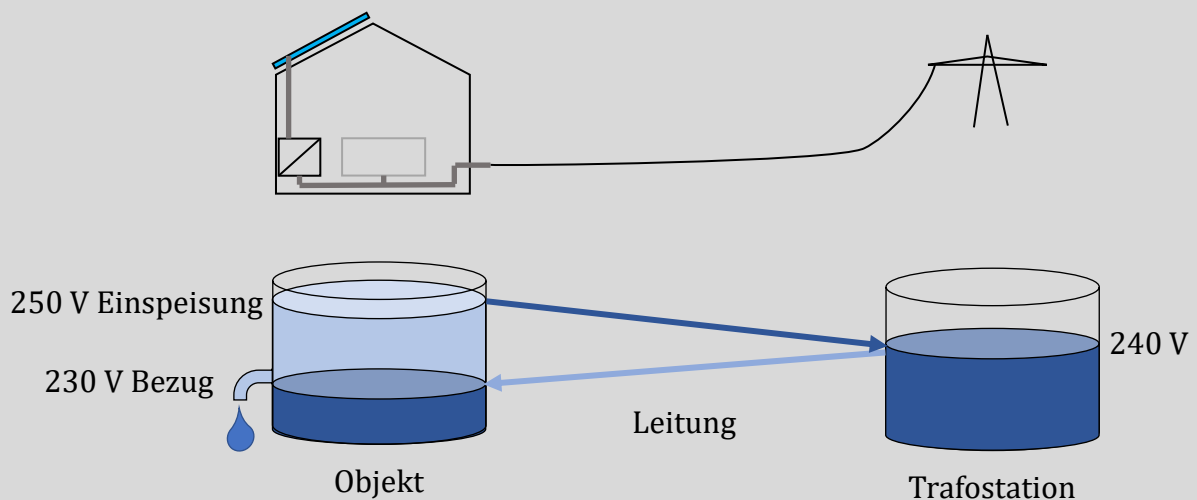


Leistungsoptimierer



15

Wechselrichter: Netzeinspeisung



16

Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik

PV-Kosten beinhaltet

- PV-Module (40%)
- Wechselrichter (10%)
- Planung und Installation (50%)

Kosten liegen bei

~3000 CHF/kW bis 10 kW *)

~2000 CHF/kW 10 bis 50 kW *)



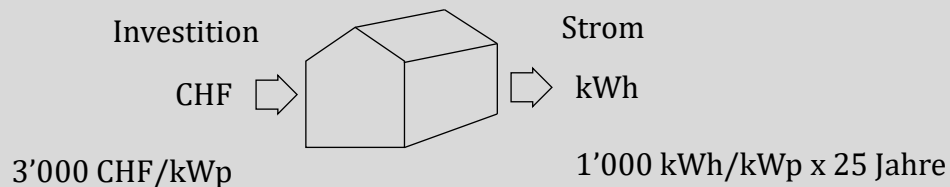
*) Offert- und Rechnungspreise angebaute PV-Anlagen 2019. Christof Bucher. Photovoltaikanlagen. Faktor Verlag AG. S22

17

Wert vom Strom

15 Rp/kWh

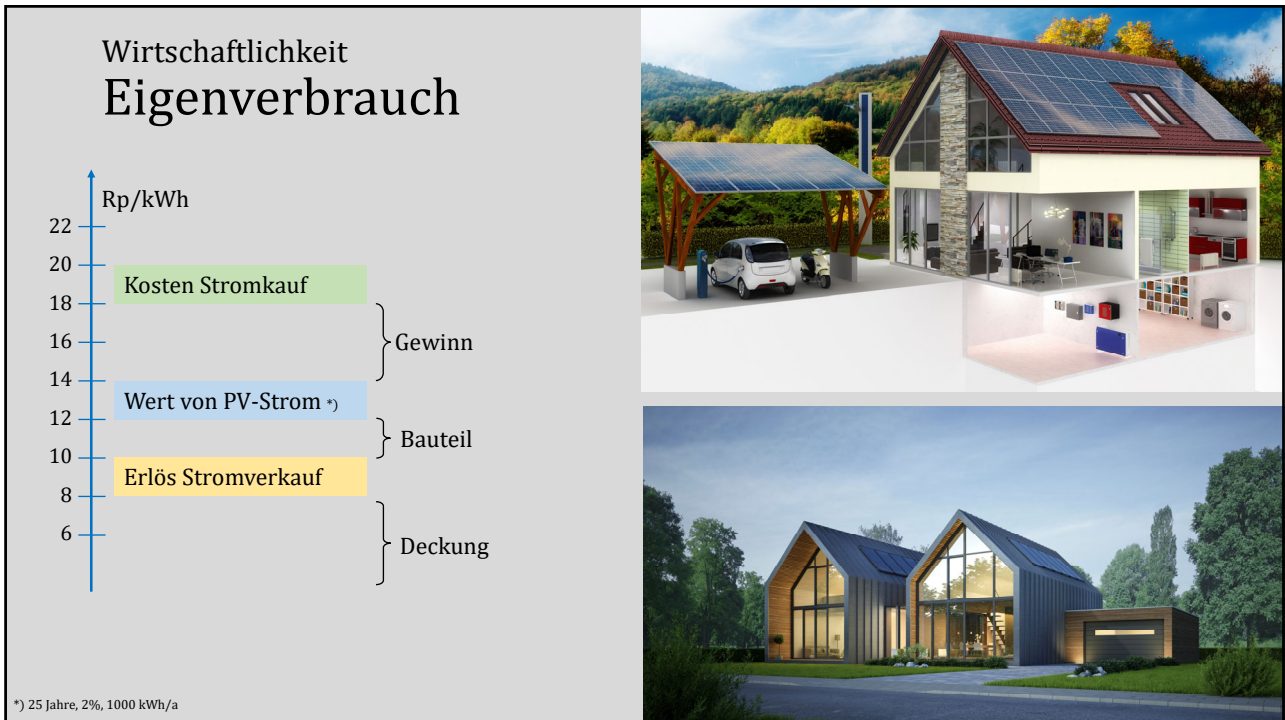
- Investition 3'000 CHF/kWp
- Stromertrag 1'000 kWh/kW (Abhängig von der Ausrichtung)
- Amortisationsdauer 25 Jahre (typische Garantieleistungen)
- Kapitalzins 2%



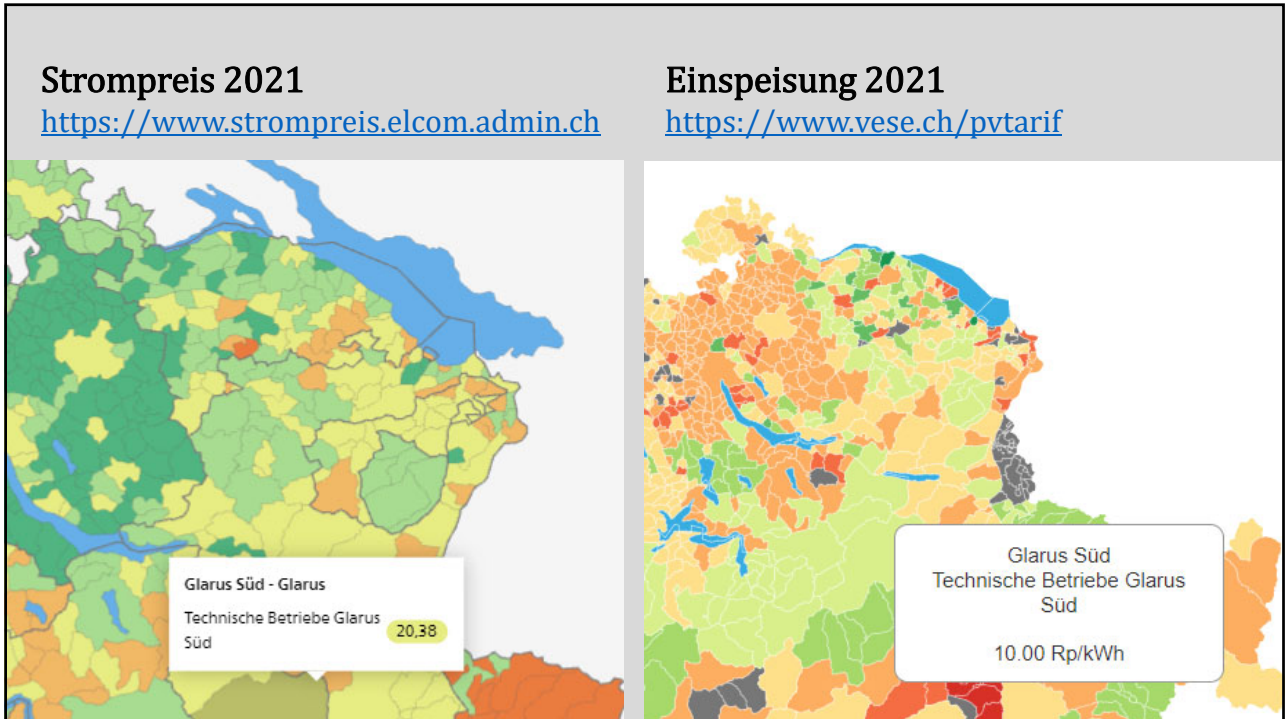
18



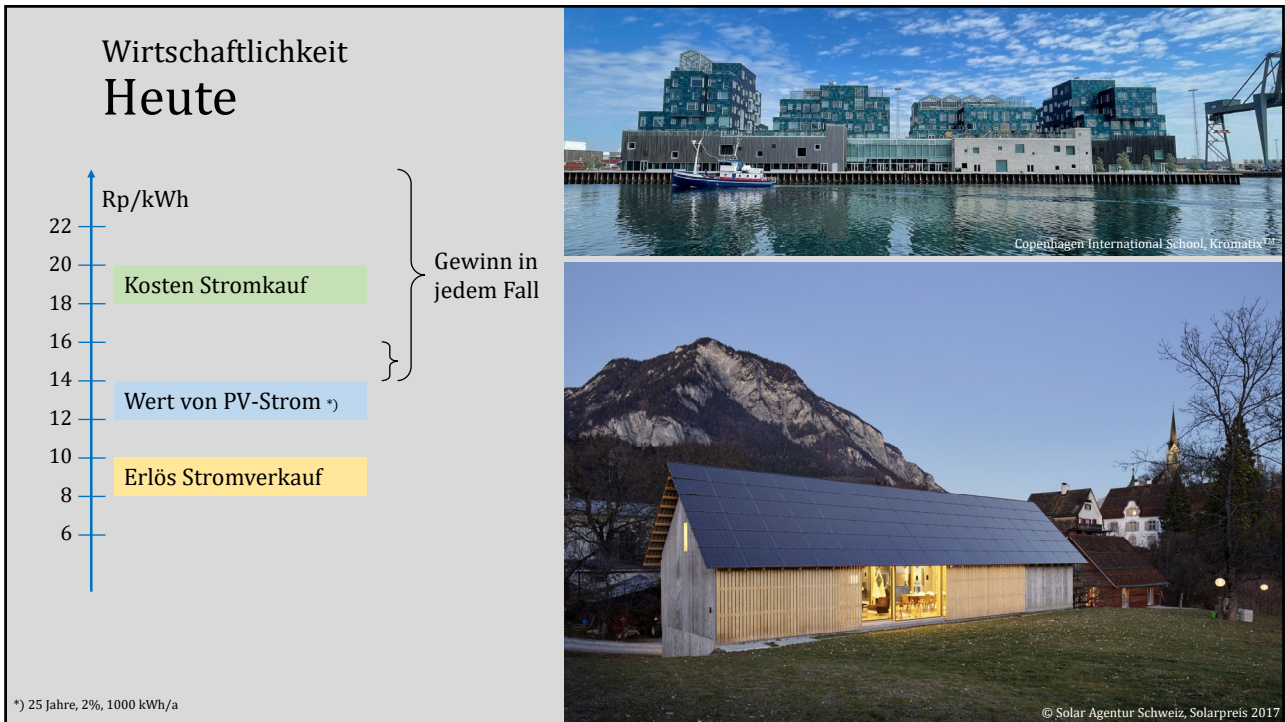
19



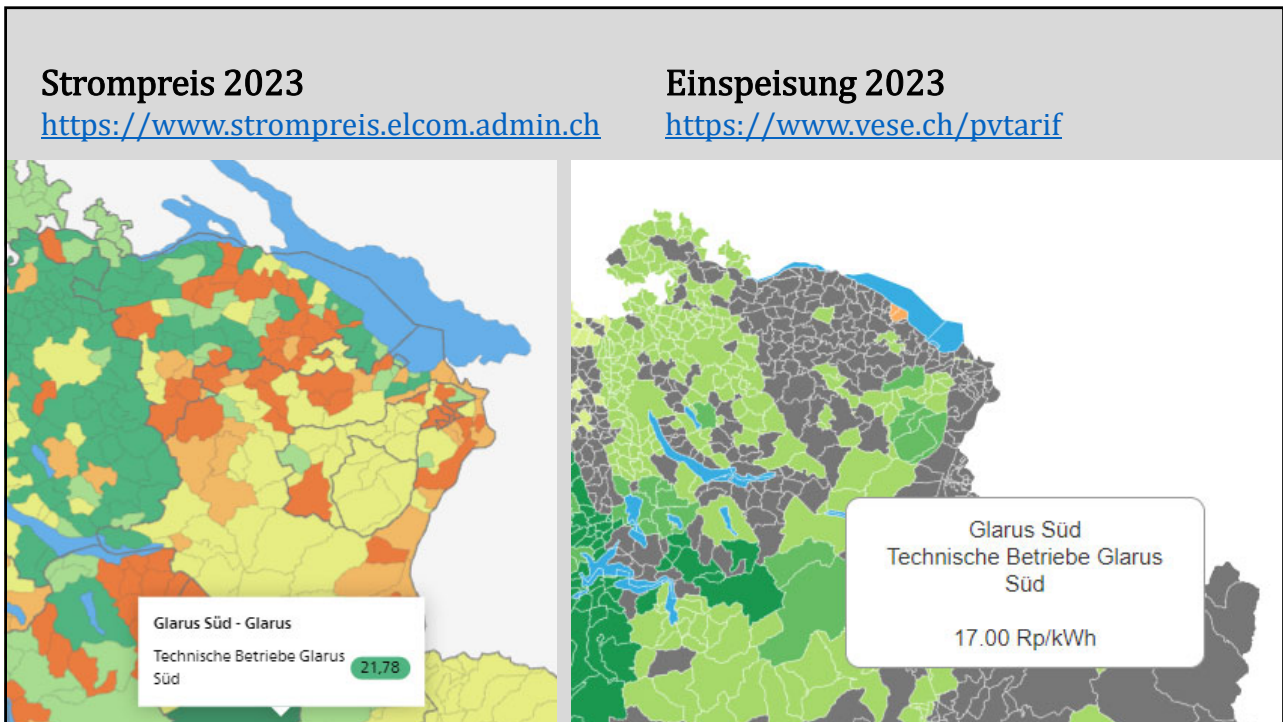
20



21



22



23

Fazit

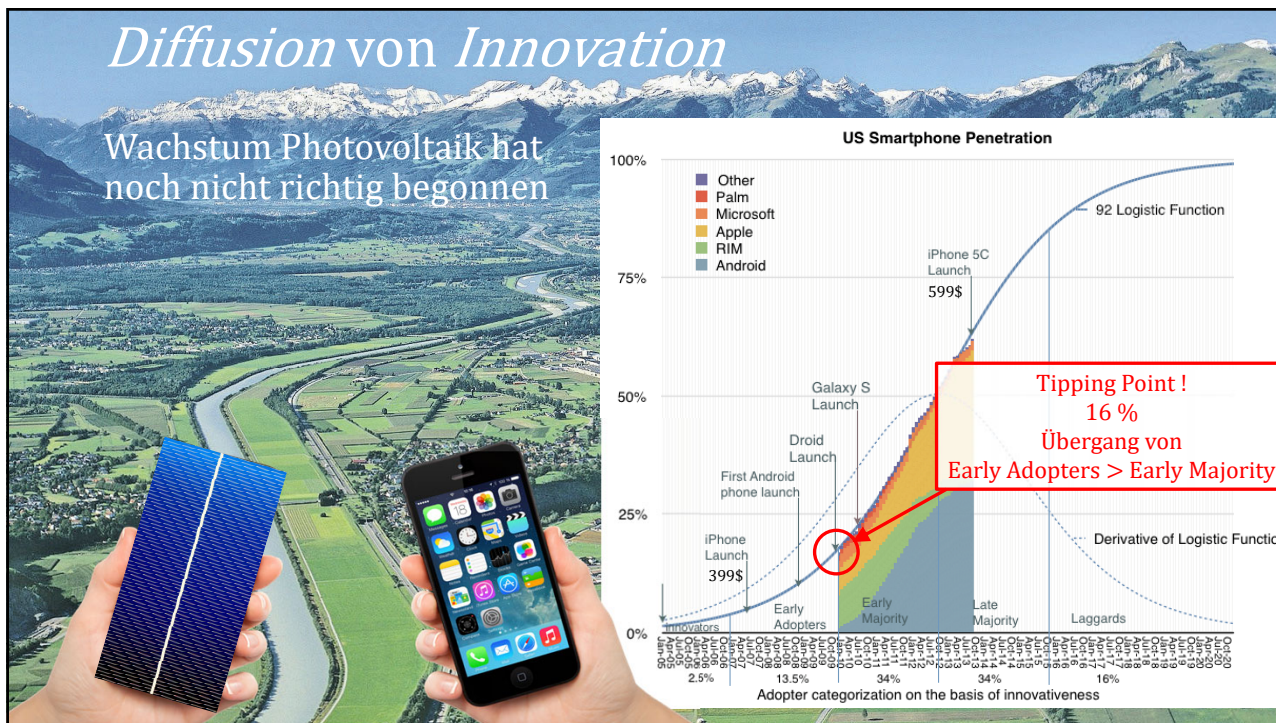
- Nennleistung = Fläche x Wirkungsgrad (1 m² = 200 W bei 20%)
- Jahresstromproduktion 1'000 kWh/kW bei optimaler Ausrichtung (Süden mit 5 - 65° Neigung)
- PV lohnt sich, je mehr, je besser
- Ausrichtung/Standort wird weniger wichtig

24

Strom in der Schweiz

- 60 TWh Stromverbrauch
- 40 TWh Produktion aus Wasserkraft (45% im Winterhalbjahr)
- 50 TWh Potential Photovoltaik auf Dächern (32% im Winterhalbjahr)
- PV-Produktion 3 TWh bzw. 6%

25



26

Strom in der Schweiz

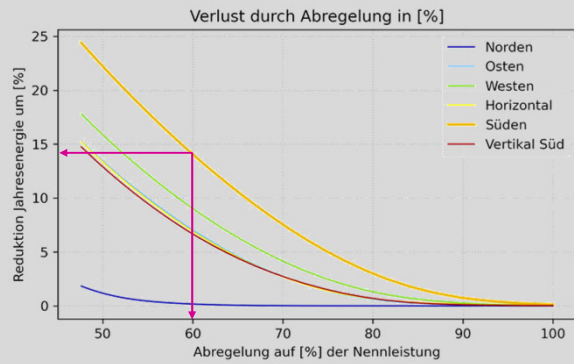
- **60 TWh** Stromverbrauch
- 40 TWh Produktion aus Wasserkraft (45% im Winterhalbjahr)
- **50 TWh** Potential Photovoltaik auf Dächern (32% im Winterhalbjahr)
- PV-Produktion 3 TWh bzw. 6%

Netzintegration?

Bei 60% Abregeln, gehen 14% der produzierten Energie verloren, wenn kein Eigenverbrauch.

Bei Eigenverbrauch geht deutlich weniger verloren

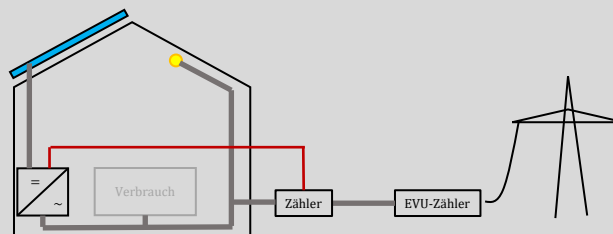
Bei Ost/West geht fast keine Energie (<2%) verloren



27

Energieversorgungssystem

- Wechselrichter mit eigenem Zähler am Hausanschluss
 - Berücksichtigt Eigenverbrauch beim Abregeln
 - Visualisierung von Produktion und Verbrauch

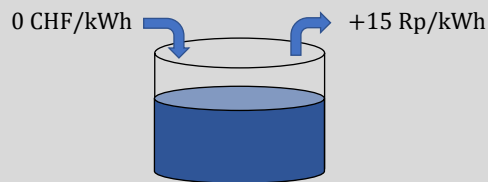


28

Batterien?

Eigenverbrauch

- Erhöhen den Eigenverbrauch um ca. 20% wovon 4% Verluste sind
- Verteuern den Strom um **15 Rp/kWh** (600 CHF/kWh, 20 Jahre, 200 kWh/a)



Notstrom

- Funktionalität beachten: Max. Leistung, 1 oder 3 phasig, solares Nachladen, Netztrennung,
- USV, Notstromdiesel

29

Energiemanagement

1. Visualisierung

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

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

30



Wie macht's die Natur?

Ausgleich zeitlich unterschiedlicher Produktion und Verbrauch

- zeitliche Verschiebung von Verbrauch
- Speicher
- Effizienz
- Überfluss

31

Wie komme ich zur PV-Anlage?

1. Standort: [PVGIS \(https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/\)](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/)
oder Solarrechner bei <https://www.energieschweiz.ch/> oder www.sonnendach.ch
2. Eventuell Solar-Offerte-Check bei www.energieschweiz.ch
3. Finanzierung:
 - Förderung: Einmalvergütung (30%) www.pronovo.ch
 - Einspeisetarif: <https://www.vese.ch/pvtarif>
4. Information an Nachbarn
5. Planer/Installateur oder Bauherr: Information Behörden vor Baubeginn
 - Baubehörde informieren
 - Netzanschlussgesuch

Aus Leitfaden zum Melde- und Bewilligungsverfahren für Solaranlagen von www.energieschweiz.ch

32

Fazit

- Nennleistung = Fläche x Wirkungsgrad
($1 \text{ m}^2 = 200 \text{ W}$ bei 20%)
- Jahresstromproduktion **1'000 kWh/kW**
- Zukunft ist Strom
- Photovoltaik ist die Technologie welche für jedermann zur Verfügung steht
- PV lohnt sich
- Je mehr, je besser

33

34