



GEMEINDEWERKE
ERSTFELD

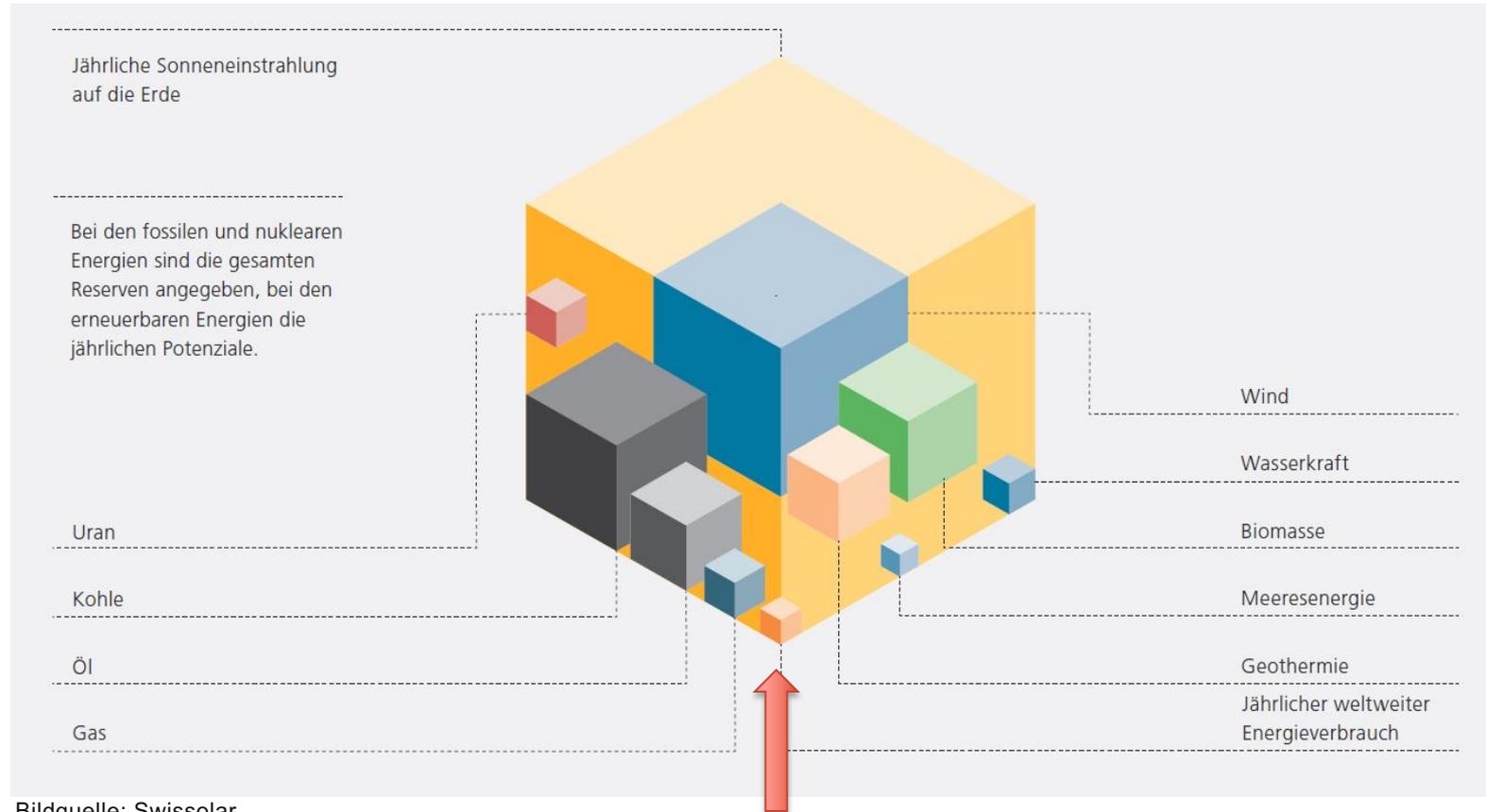
SWISSOLAR 

Die Geschichte der Photovoltaik

08.11.2023 | Swissolar
Fabio Giddey



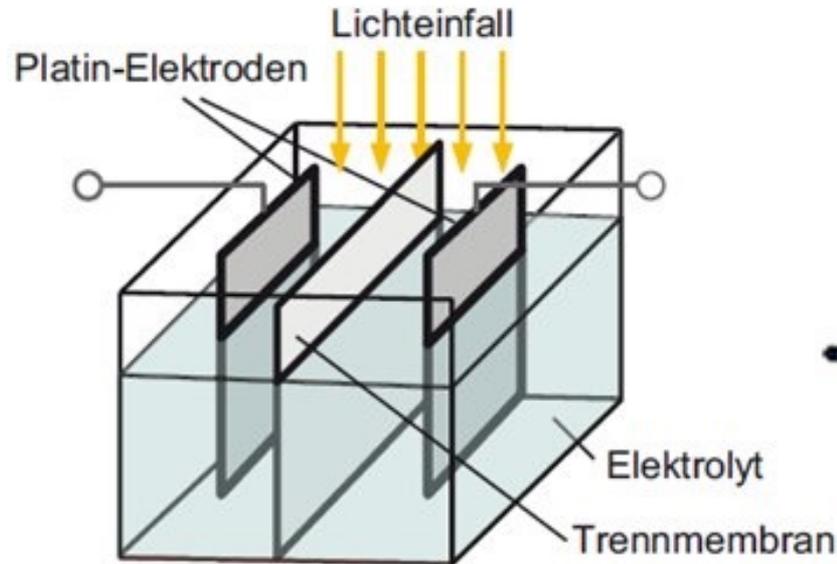
Weltweites jährliches Potential



Bildquelle: Swissolar

Photovoltaik Früher

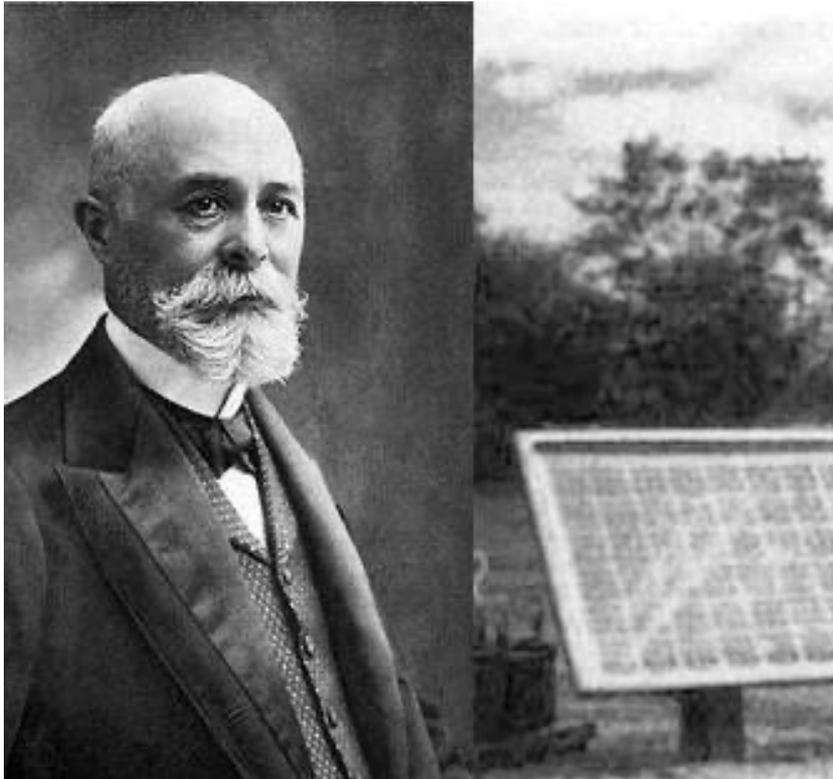
1839, Alexandre Edmond Becquerel



a) Versuchsaufbau von Becquerel

- Alexandre Edmon Becquerel, ein französischer Physiker
- Untersuchte die Elektrolyse
- Fand heraus, dass bei Licht **etwas** mehr Strom floss als bei Dunkelheit
- Vater von Henri Becquerel, dem Entdecker der Radioaktivität

1883, Charles Fritts

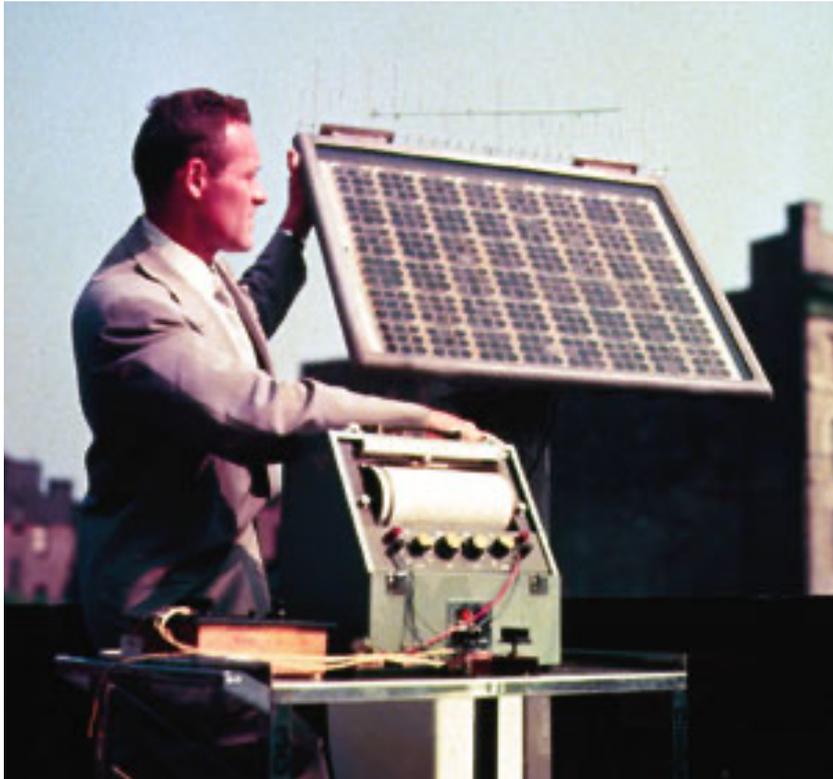


Bildquelle: Wikipedia

- Bau erster Selenzelle
- Fläche ca. 30 cm²
- Wirkungsgrad mit ca. 1-2 %

- In den folgenden Jahren wurde der photovoltaische Effekt, auch dank **Albert Einstein** immer besser verstanden

1953, Bell Laboratories in New Jersey



Bildquelle: Bell Labs, New Jersey

- Erste moderne Siliziumsolarzelle
- Wirkungsgrad von 6%
- Einsatz für Telefonverstärker in abgelegenen Regionen

- Titelseite in New York Times: «Nutzung der fast unbegrenzten Energie»

1958, Erste Solarzelle im All



Bildquelle: US Naval Research Laboratory

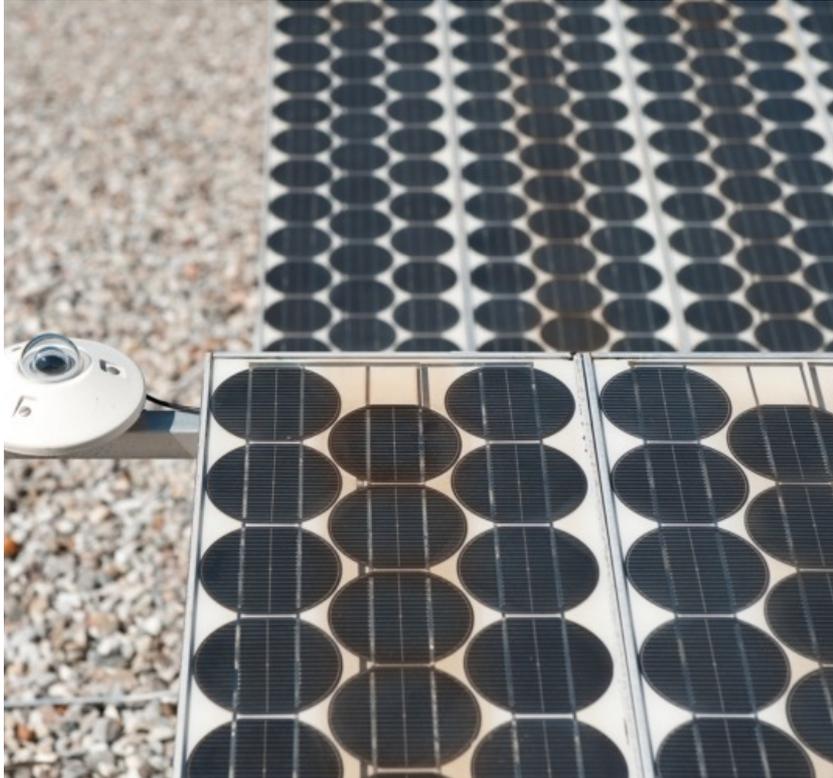
- Piepst bis 1964
ununterbrochen auf 108 MHz
- Übertrifft die Erwartungen der
Stromversorgung
- Weltraumindustrie investiert in
die Entwicklung der
Photovoltaik

1978, Gründung der SOFAS



- Gründung Sonnenergie Fachverband der Schweiz (SOFAS)
- Aus welchem später der heutige Branchenverband **Swissolar** entsteht

1982, Erste netzverbundene PV-Anlage in Europa



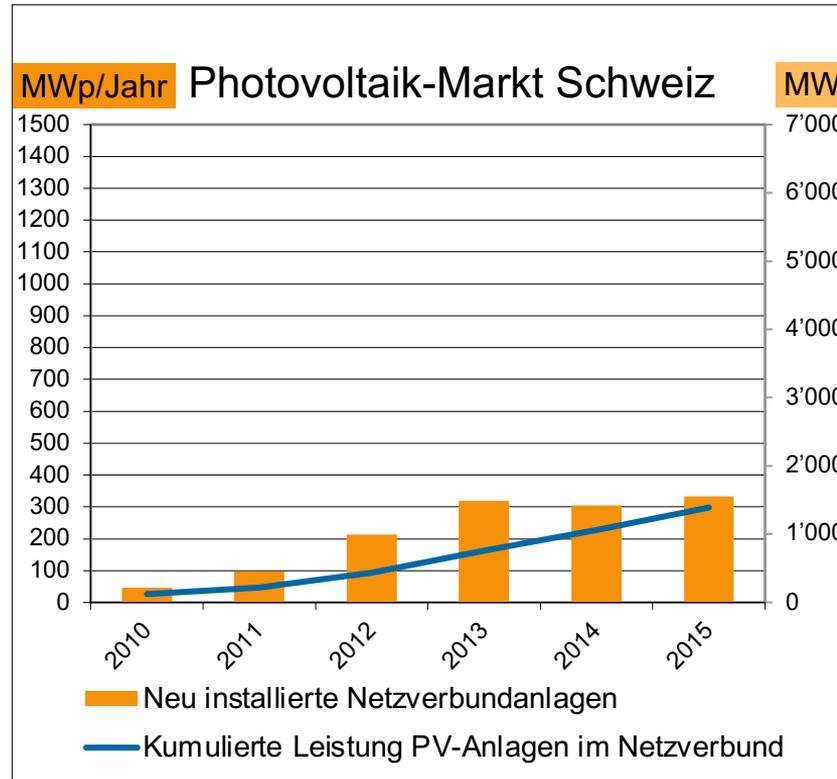
Bildquelle: SUPSI

- In der Schweiz im Tessin
- Auf dem Dach der SUPSI in Lugano
- Inbetriebnahme: 13. Mai 1982

- Modulanzahl: 288 Stk.
- Modulleistung: **35 Watt**
- Wirkungsgrad: 10%

- Modulpreis ca. 100-mal höher als heute

2009, Einführung der KEV



Bildquelle: Swissolar

- Einführung mit Revision des Energie Gesetzes (EnG)
- Kostendeckende-Einspeisevergütung (KEV)
- Gedeckelter Stromtarif für Anlagenbetreiber

- Teilweise bis zu 80 Rp./kWh
- KEV ist schnell überbucht und System überlastet

2010, Technologie PV-Module



Datenblatt



Produktion am Technologie-
Standort Deutschland



TÜV Power controlled:
Niedrigste Messtoleranz branchenweit



Sunmodule Plus:
Positive Leistungstoleranz



25 Jahre lineare Leistungsgarantie und
10 Jahre Produktgewährleistung



- Photovoltaik Industrie ist in Europa/ Deutschland
- Siliziumbasierte Zellen auf demselben Prinzip wie 1953 in New Jersey
- Modulleistung: 250 Watt
- Wirkungsgrad: 15%

Bildquelle: SolarWorld

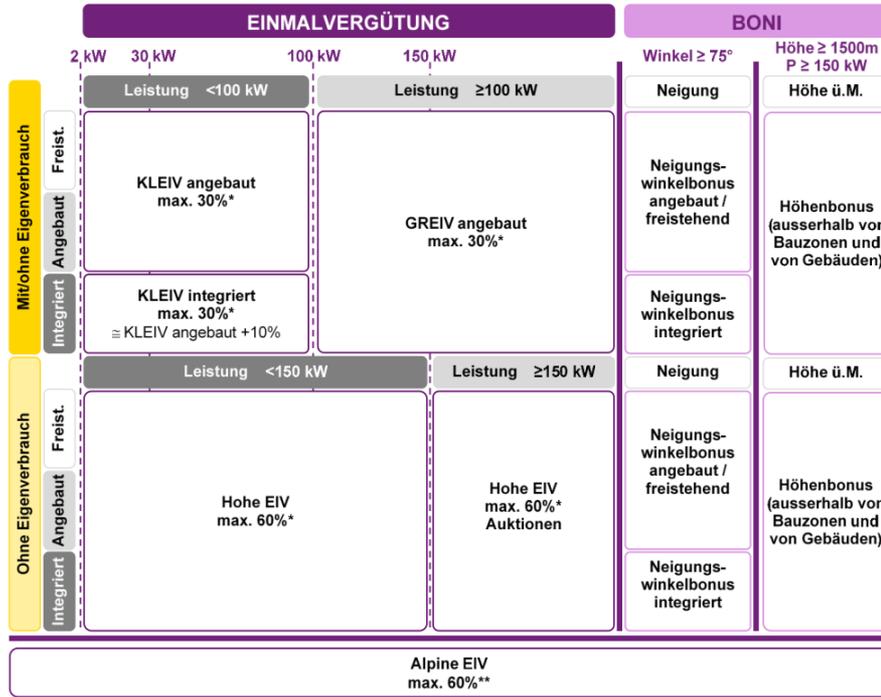
2013, Anpassung Raumplanungsgesetz



Bildquelle: Solar Tiles, © Freesuns

- 3. März Annahme neues Raumplanungsgesetz (RPG)
- Ab 1.5.14 wird für genügend angepasste PV-Anlagen keine Baubewilligung mehr benötigt

2018, Ablösung von KEV mit EIV



- **EIV**: Einmalvergütung
- **Hohe EIV**: ohne Eigenverbrauch
- **KLEIV**: Einmalvergütung für kleine PV-Anlagen / bis 100 kW
- **GREIV**: Einmalvergütung für grosse PV-Anlagen / ab 100 kW
- Betrag der EIV soll max. 30% der Investitionskosten decken
- Auszahlungsfrist unter einem Jahr



[Tarifrechner](#) und [Infos BFE](#)



Photovoltaik Heute

Swissolar, Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie

Erfahrung: aktiv seit 1978

Mitglieder: ca. 1'050 Firmen:

- Hersteller
- Händler
- Installateure
- Planer
- Energieversorger

Sitz: Zürich, Filialen in Yverdon-les-Bains und Avegno

Finanzierung: Mitgliederbeiträge, EnergieSchweiz, Projekte

Potenziale auf Gebäuden sichtbar gemacht



www.sonnedach.ch
www.sonnenfassade.ch

Bildquelle: www.sonnedach.ch, Links Dächer, rechts Fassaden

Erste netzverbundene PV-Anlage in Europa → Heute?



Bildquelle: SUPSI

- Abnützungerscheinungen sind vorhanden (Korrosion, Verbindungskabel)
- Doch, die Mehrheit der Module funktioniert noch einwandfrei!
- Immer noch rund **80%** der Leistung
- Erwartungen wurden übertroffen

2023, Technologie PV-Module



Meyer Burger White

380 – 400 Wp

Für mehr Ertrag auf gleicher Fläche:
Heterojunction Hochleistungssolarmodul
mit SmartWire Connection Technology (SWCT™).

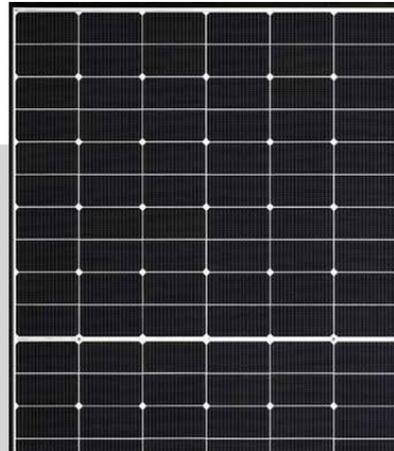
 **Made in Germany. Designed in Switzerland.**
Produktion und Entwicklung nach höchsten
Qualitätsstandards.

 **Maximal profitabel**
Mehr Energieertrag auf gleicher Fläche auch an
bewölkten oder heißen Tagen.

 **Absolut langlebig**
Überdurchschnittliche Zellstabilität und Bruchsicherheit
durch patentierte SmartWire Connection Technology.

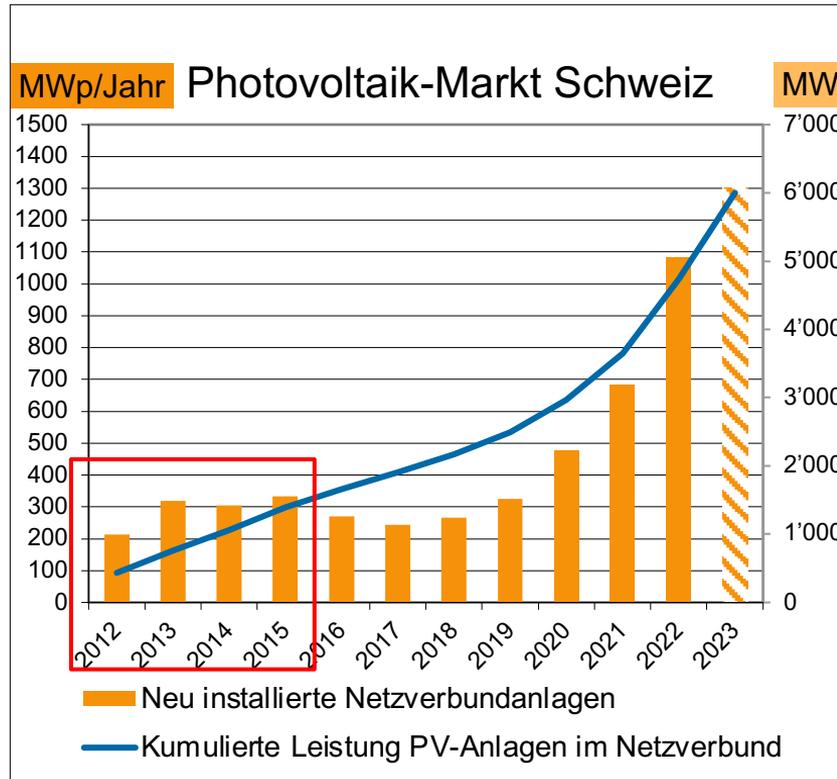
 **Konsequent nachhaltig**

Bildquelle: Meyer Burger



- 90% der Photovoltaik-Industrie inkl. Lieferketten in China
- EU und USA verstärken die Investitionen
- Modulleistung: 400 Watt
- Wirkungsgrad: 21,7%

Photovoltaik-Markt im Aufschwung



Bildquelle: Swissolar

– Jährlich installierte PV-Leistung

– Facts:

2021: 683 MW

2022: 1083 MW = 1.083 GW

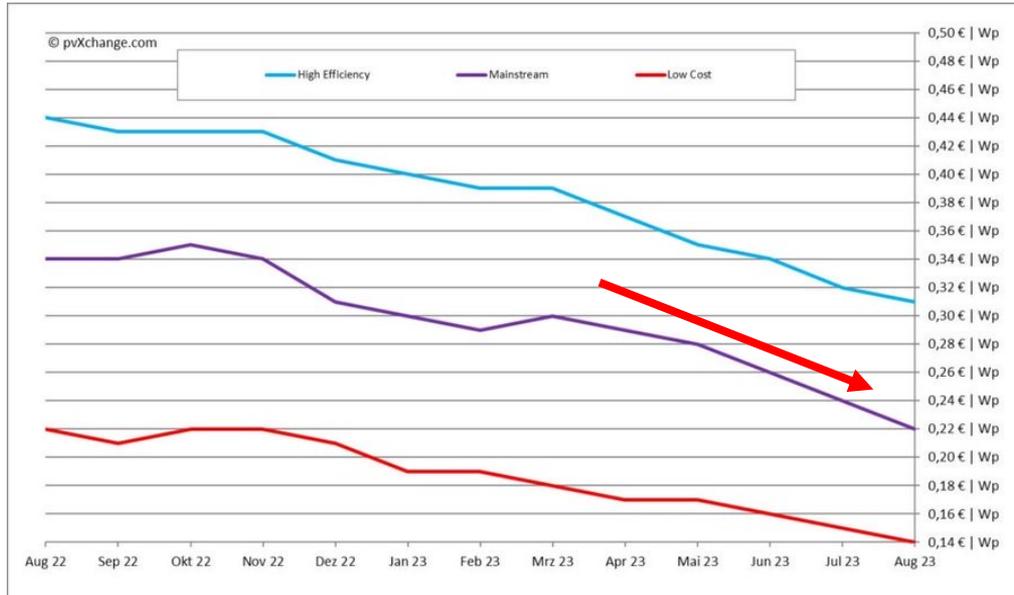
2023: ca. 1300 MW

Langfristiges Ziel

2000 MW/ Jahr

Weltweit 2022: 239 GW

Herausforderungen: Lieferketten und Preise



- **Module:** Nach Preissteigerung im 21/22 und Lieferengpässen jetzt kaum Lieferprobleme, sinkende Preise
- **Wechselrichter und Batteriespeicher:** Lieferengpässe, auf dem Weg zur Normalisierung

Bildquelle: © pvXchange

Herausforderungen: Personalbedarf



- Ziel: 1000 zusätzliche Vollzeitstellen pro Jahr besetzen
- 2 neue Berufslehren ab August 2024
- Div. Bildungsangebote für Quereinsteiger
- Breites Weiterbildungsangebot für Fachpersonen

Photovoltaik Morgen

Auf Dächern und Fassaden mehr Strom produzieren als wir heute verbrauchen!

Ausschöpfungspotenziale:

- Dächer: 54 TWh/Jahr
- Fassaden: 18 TWh/Jahr
- Infrastruktur: 10 TWh/Jahr
- Erschlossene/vorbelastete Alpenflächen: 16 TWh/Jahr
- Agri-PV: 10-18 TWh

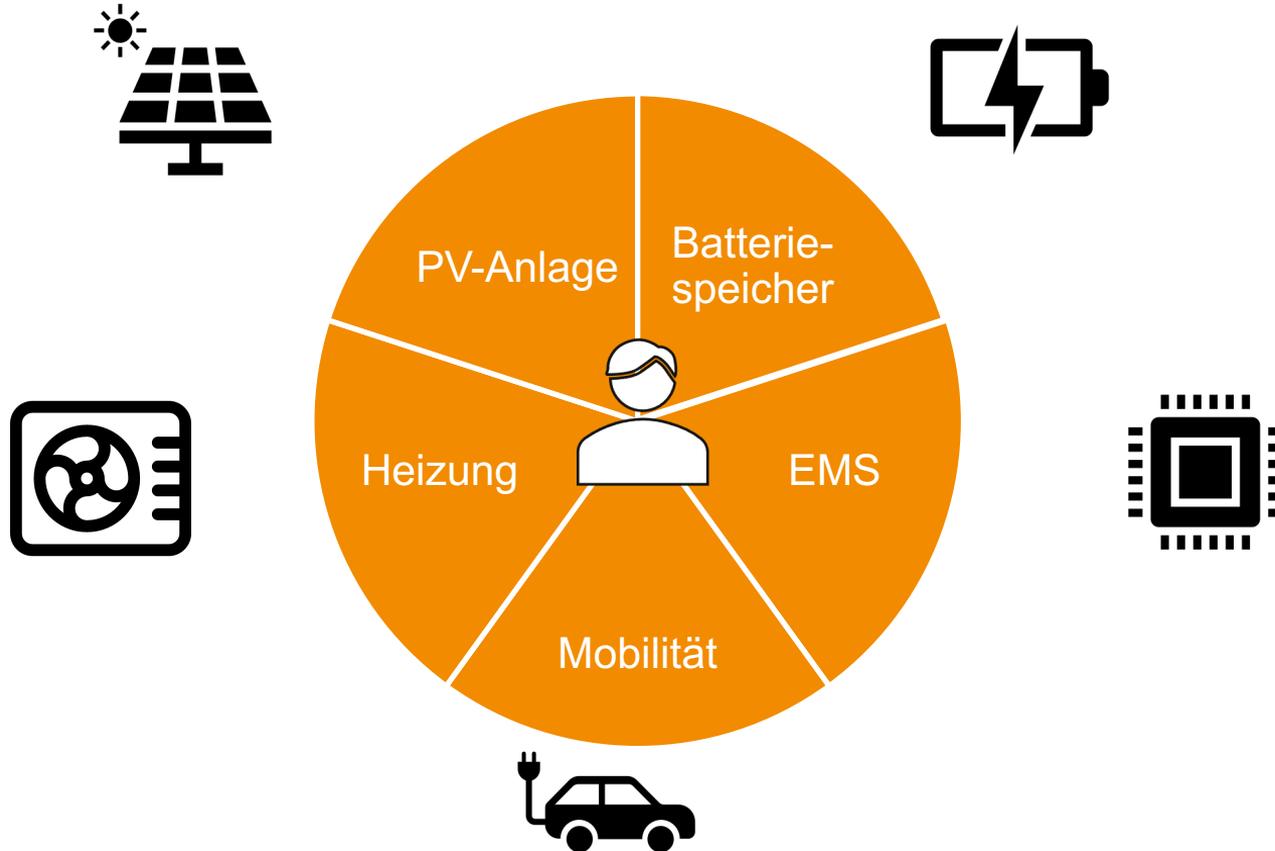
Total ca. 100 TWh



Quellen: [BFH](#) (2022), weitere

Bilder: Schweizer Solarpreis 2020 & 2021,
energiebüro, SAK

Integration in das Energiesystem, Sektorenkopplung



Fazit, Take Home Message

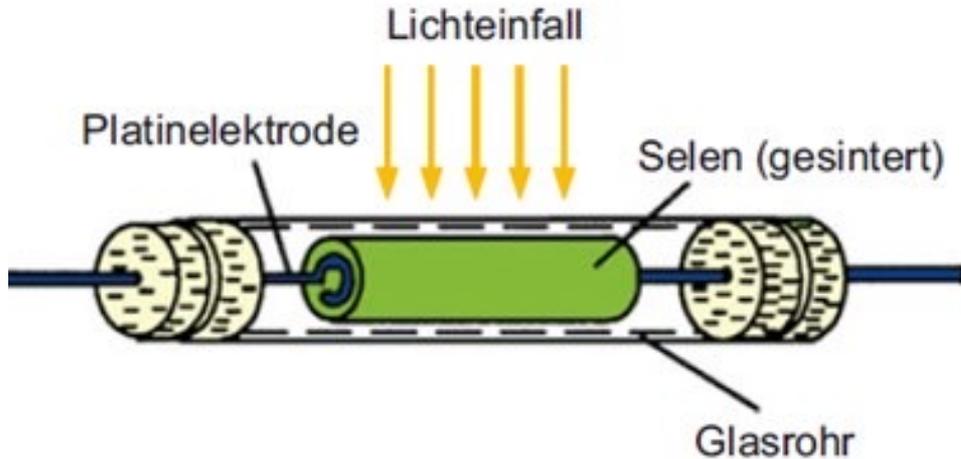


- Bewährte Technologie
- Zentraler Pfeiler der zukünftigen Energieversorgung
- Wirtschaftlichkeit / Kostenersparnisse
- Nachhaltige und langfristige Investition
- Attraktives Fördermodell
- Sektorenkopplung
- Unabhängigkeit

Bildquelle: Solarpreis

Fragen

1876, William Adams und Richard Day



- Basierend auf der Entdeckung 1873, dass Selen seinen Widerstand mit Licht ändert
- Platinelektroden versehener Selenstab
- Erste Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie

b) „Solarzelle“ von Adams und Day

Bildquelle: Solarenergie Förderverein

Photovoltaik-Markt im Aufschwung



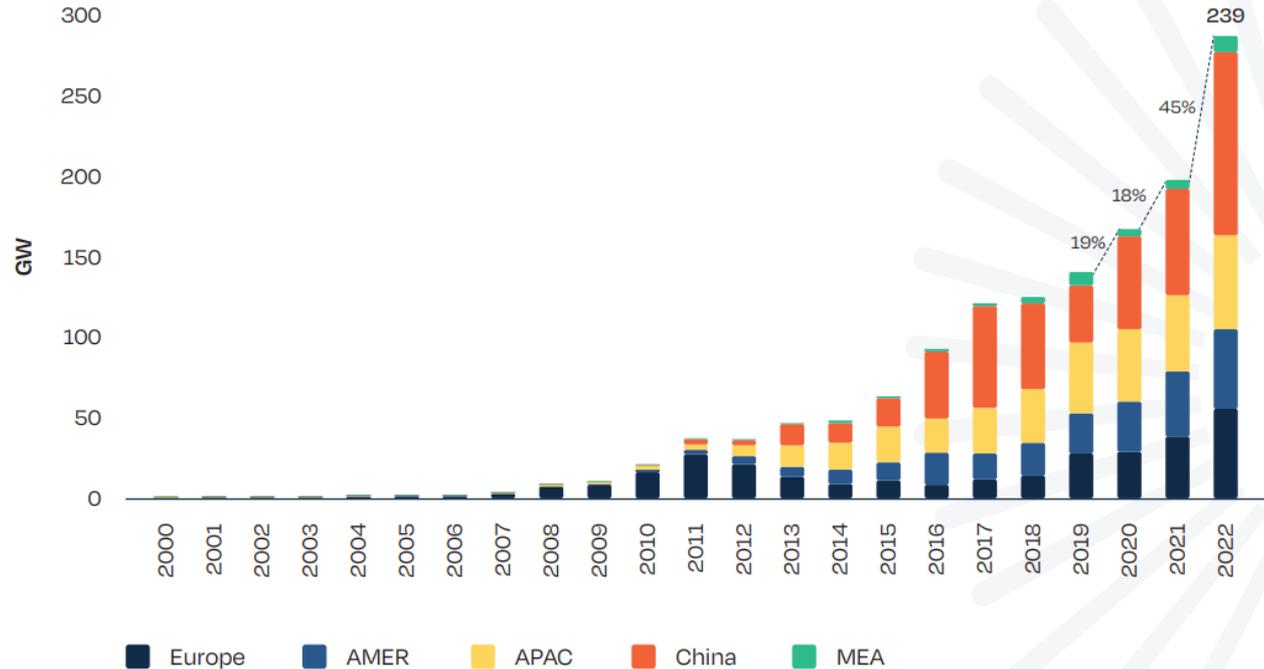
Bildquelle: Swissolar

- 2022 gegenüber Vorjahr +58%
- + 43'000 Anlagen

- Total installiert in CH: 4.74 GW
- Pro Kopf Fläche: 0,6 m²
- 7% Schweizer Strombedarf

Photovoltaik im Aufschwung: Weltweit

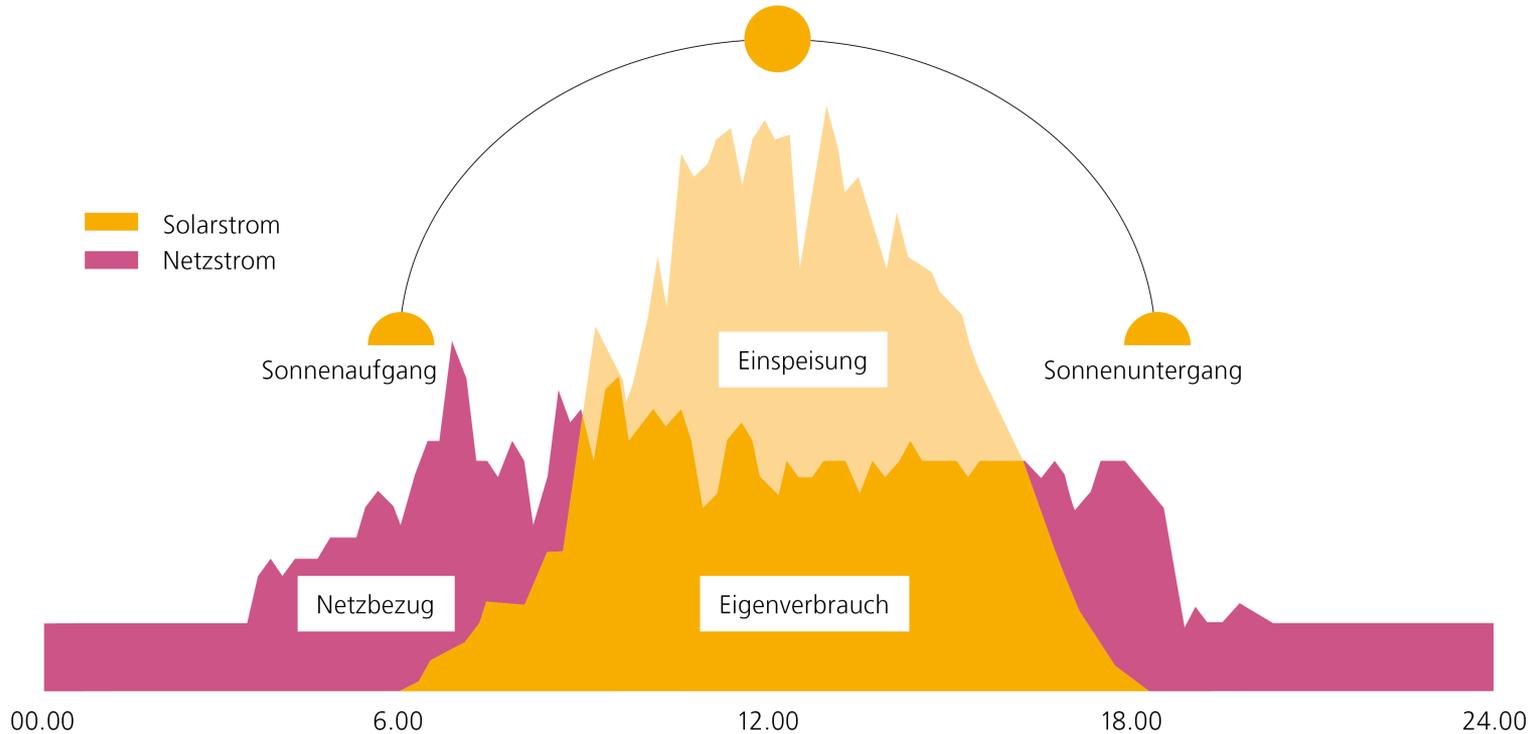
FIGURE 6 ANNUAL SOLAR PV INSTALLED CAPACITY 2000-2022



Bildquelle: Solarpower Europe 2023

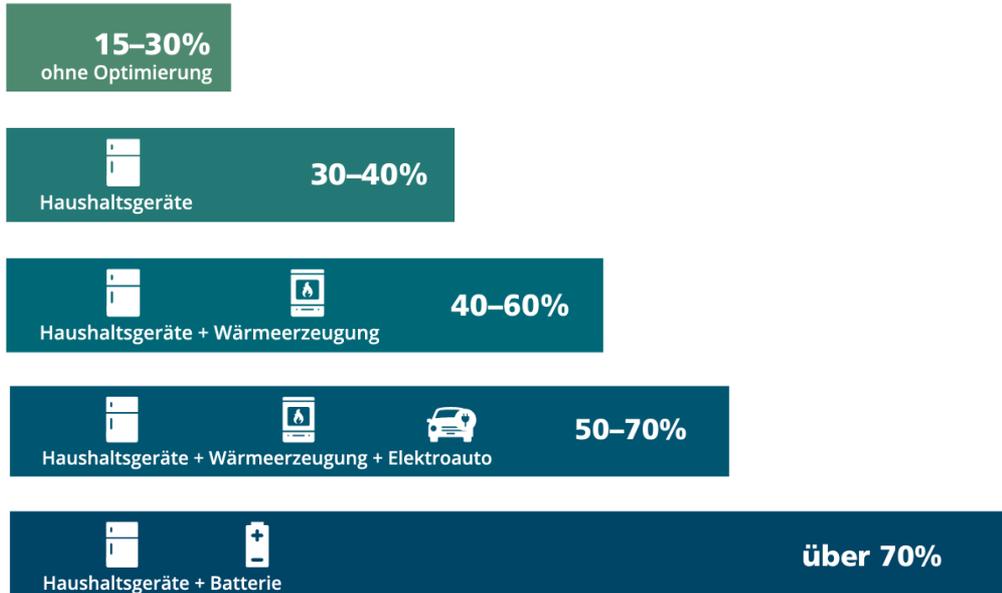
© SOLARPOWER EUROPE 2023

Für den wirtschaftlichen Betrieb einer PV-Anlage braucht es einen massgeblichen Eigenverbrauch!



Bildquelle: Energie Zukunft Schweiz

Erreichbare Eigenverbrauchsanteile im Einfamilienhaus

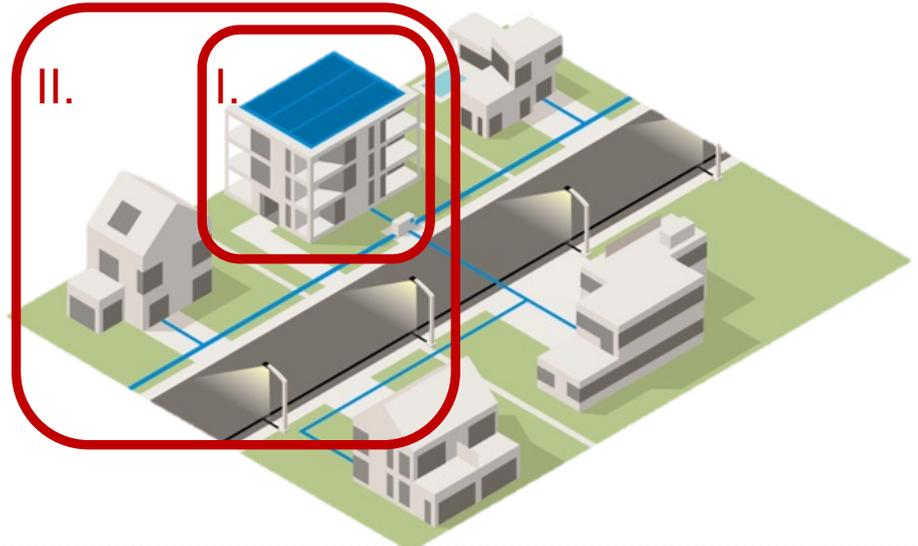


Grösstes Potenzial zur Steigerung des Eigenverbrauchs: Elektromobilität und Wärmeerzeugung durch Strom.

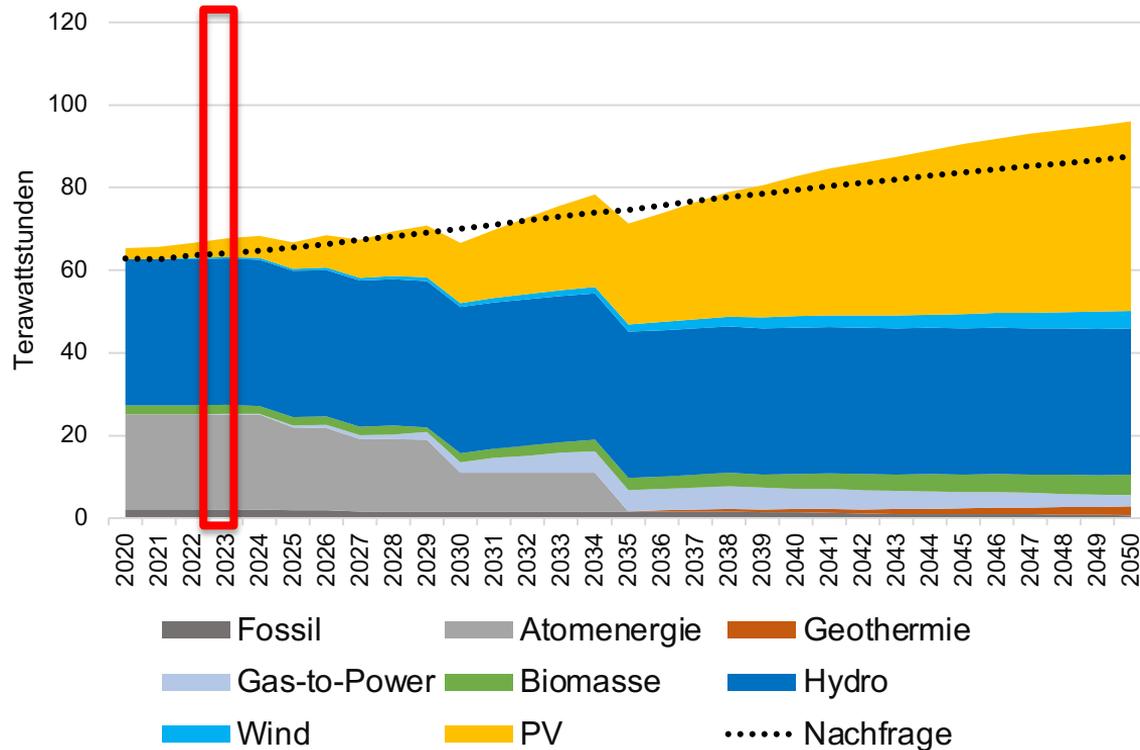
Quelle: Verband der unabhängigen Energieerzeuger VESE (www.vese.ch)

Lokale Energiegemeinschaften

- Voraussichtlich ab 2025
- I. ZEV
- II. ZEV + zusätzliches MFH = LEG
- Nutzung des öffentlichen Verteilnetzes



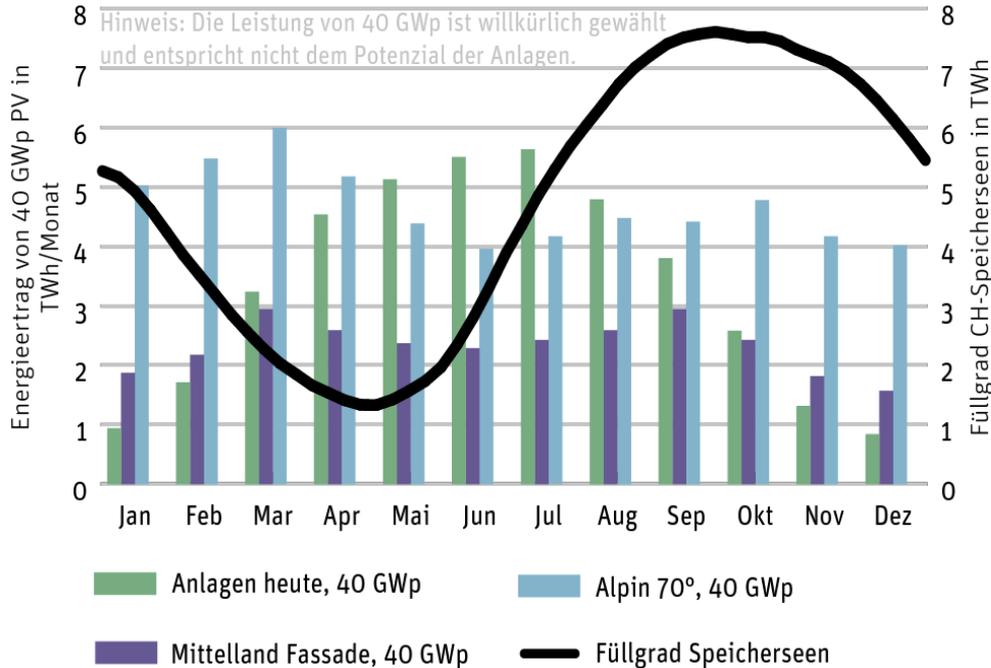
Photovoltaik als Teil des Energiesystems



- Rasch beschleunigter PV-Ausbau verhindert Engpässe in den 30er-Jahren
- Winterversorgung: PV an Fassaden und in den Alpen; Ausbau Speicherwasserkraft, Windenergie, WKK als Backup
- Solar-Überschüsse für Power-to-X

Bildquelle: Swissolar

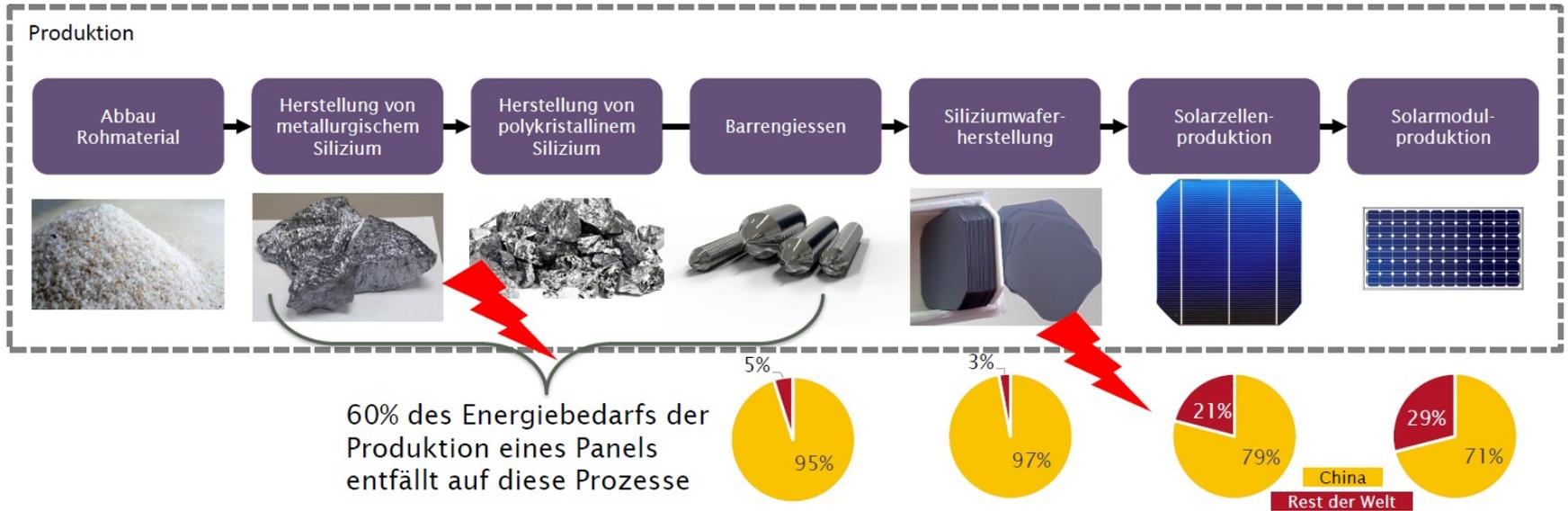
Photovoltaik und Wasserkraft



- Solar und Wasser ergänzen sich perfekt
- Leere Stauseen und volle Solarleistung im April
- Verhältnis Sommer-Winter:
 - Mittelland Dach
Sommer: 70%, Winter: 30%
 - Alpin 70° und Fassaden:
Sommer: 55%, Winter: 45%

Quelle: [BFH](#) (2022), PV-Potenziale der Schweiz

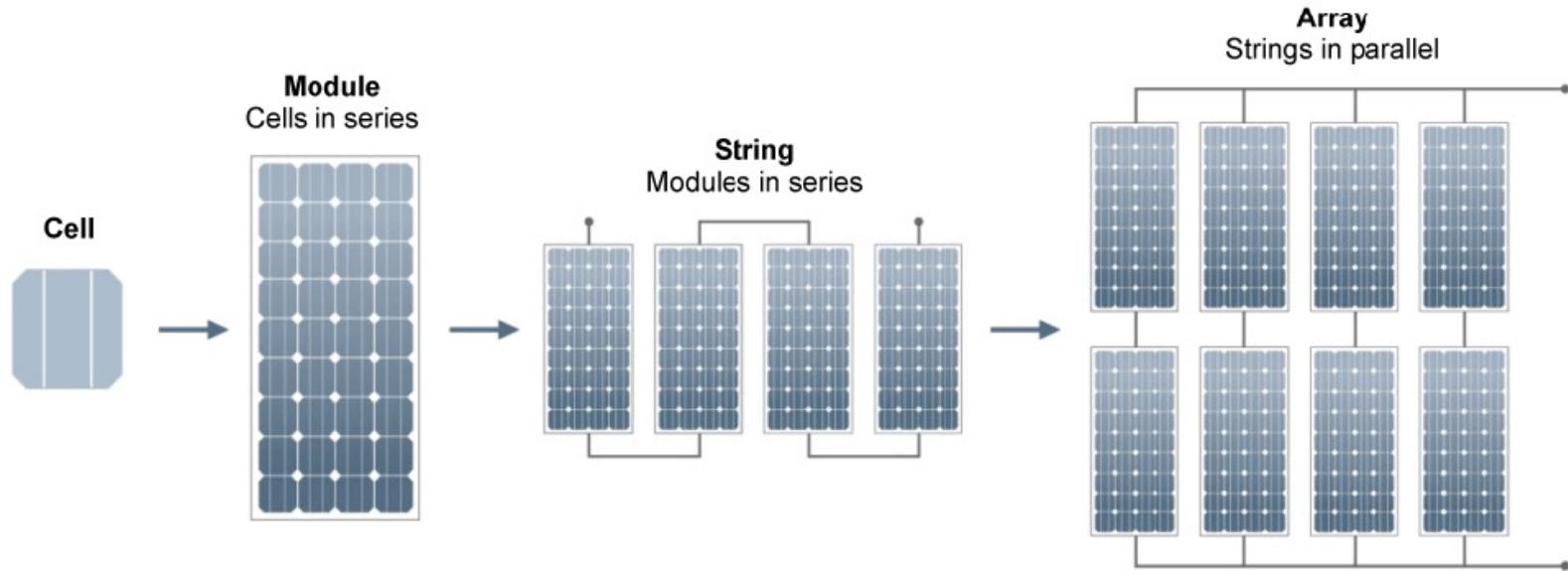
Vom Silizium zur Solarzelle



Quellen: Blakers & Weber, 2020; Bernreuter Research, 2019; Bloomberg New Energy Finance, 2019; China Photovoltaic Industry Association, 2019

Chinas Anteil am Produktionsvolumen entlang der solaren Wertschöpfungskette im Jahr 2019 zeigt massive Abhängigkeit

Von der Solarzelle zum PV-Modul



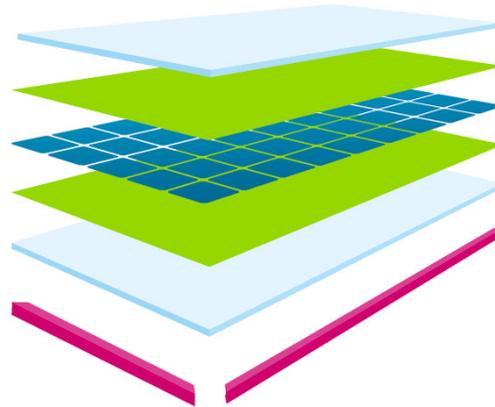
Bildquelle: Solarbildung Schweiz

PV-Modul

Ein Kristallines Silizium-Modul besteht aus folgenden Materialien:

- 90% Glas aus Silizium (Quarzsand) inkl. Wafer
- 10% Aluminium, Kupfer, Halbleitermetalle und Kunststoff

- Glas
- Verbundfolie
- Silizium-Wafer
- Metalle



Energiebilanz

- Energetische Amortisationsdauer zwischen 1.2 bis 3 Jahren
- Treibhausgasemissionen Si-Module heute bei ca. 43 Gramm CO₂-eq/kWh Strom
- Mehr als die Hälfte davon stammt aus der Herstellung der Panels

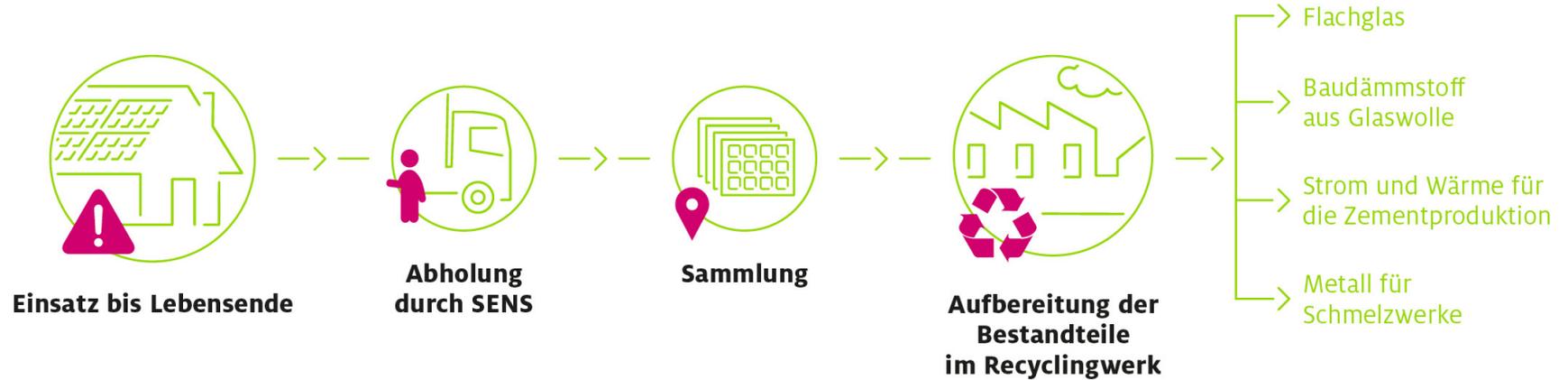
Lebensdauer

- Produktgarantie: mind. 12 Jahre
- Leistungsgarantie: mind. 80% nach 25 Jahren

- PV-Module verlieren in ihrer Lebensdauer an Wirkungsgrad (Degradation)
- Praxis zeigt eine Degradation von ca. 0.1% bis 0.5 % pro Jahr.

- Älteste Netzverbund-Anlage in Lugano: **40 Jahre** in Betrieb und 70-80% der Originalleistung

Recycling



Recycling

- 75% von einem PV-Modul können wiederverwendet werden
- Zusammenarbeit Swissolar und SENS eRecycling seit 2013
- Ab 2023 ist die vorgezogene Recycling-Gebühr Pflicht (vRG) in der Schweiz
- Beim Kauf der Panels ist die vRG inbegriffen
- Weitere Informationen unter: www.swissolar.ch
- Siehe [Flyer](#)

Recycling, System vRG, SENS <> Swissolar

