

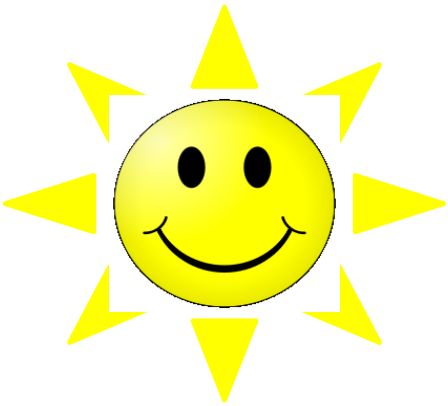
<https://www.irena.org/newsroom/pressreleases/2019/Nov/Latin-America-and-Caribbean-on-the-Brink-of-Massive-Solar-Power-Growth>



Christoph.Ellert@hevs.ch, HESSO, Sion, +41 (0)76 397 6208
Mörel-Filet, 06.04.2022
Infoabend Oberwallis

Photovoltaik im Wallis

Warum, wo, wie & wann ?



Christoph.Ellert@hevs.ch, HESSO, Sion, +41 (0)76 397 6208
Mörel-Filet, 06.04.2022
Infoabend Oberwallis

Energie von der Sonne - Inhalt

1. Grundlagen & technische Erläuterungen
2. PV Kosten, Nutzen & Ertrag für den Anlagenbesitzer
3. Ziele & Herausforderungen der Photovoltaik: Speicherung
4. Technische & wirtschaftliche Entwicklung
5. Diskussion: «Mythen & Fakten»

Walliser Bote



Sponsoring
Samst

sti

Christi
Der Lei
Männer
die Anli
Männer

Mittwoch, 23. März 2022

42 3930 Visp | Nr. 68 | 182. Jahrgang | Lesertinnen und Leser: 43 000 | Fr. 3.00 | walliserbote.ch

ANZIGER



ZERZUBEN
Baltstr. 4, 3930 Visp

Wie weiter mit der Walliser Energiepolitik?

Energieminister Roberto Schmidt (CSPO) hat das kantonale Energiegesetz überarbeitet. Und kommt den Kritikern entgegen.

Der Entwurf des neuen Energiegesetzes beruht auf der Energiestrategie 2050 des Bundes sowie der kantonalen Energiestrategie 2060, die eine zu 100 Prozent erneuerbare und einheimische Energieversorgung anstrebt. Das Departement für Finanzen und Energie

hat den Vorentwurf des Gesetzes im vergangenen Jahr in die Vernehmlassung geschickt. Diese ist mit rund hundert Stellungnahmen auf ein breites Interesse gestossen. «Im Allgemeinen wurde der Vorentwurf begrüsst», sagte Staatsrat Roberto Schmidt (CSPO) gestern in Sitten. Eine grosse Mehrheit erkenne die Notwendigkeit, im Energiebereich Massnahmen zu beschliessen. Generell sprechen sich die Parteien jedoch eher für Anreize statt für zwingende Massnahmen aus. Schmidt hat diesen Ball aufgenommen. Seite 3

Kommentar Seilziehen um Energiegesetz

Roberto Schmidt kämpfte vor rund zehn Jahren an vorderster Front für den schrittweisen Atomausstieg. Er gilt als «Vater des Atomausstiegs». Mittlerweile politisiert Schmidt nicht mehr als Nationalrat in Bern, sondern als Energieminister in Sitten. Und kämpft mit einem Energiegesetz, das von links und rechts unter Beschuss geraten ist.

Daher sucht Staatsrat Roberto Schmidt mit seinem neuen Gesetzesentwurf den Kompromiss: Er hat konkrete Massnahmen teilweise gestrichen und setzt neu verstärkt auf finanzielle Anreize und Beratungen. Schmidts Energiegesetz hat an Biss verloren.

Dabei geben die Zeichen der Zeit klar vor, in welche Richtung sich die Walliser Energiepolitik bewegen muss: Die erneuerbaren Energien müssen gefördert und die Energieverbraucher vorangetrieben werden.

Aus drei Gründen: Erstens macht die geopolitische Lage deutlich, dass die Abkehr von fossilen Energien notwendig ist. Zweitens ist das Wallis besonders stark vom Klimawandel betroffen und muss seinen Beitrag zu dessen Bekämpfung leisten. Und drittens kann die Energiegewinnung auch als Investitionsprogramm in die Walliser Wirtschaft gesehen werden, denn in den kommenden Jahren könnten markante Beträge in die Gebäudesanierungen und Fotovoltaikanlagen investiert werden.

Das Energiegesetz sollte daher nicht verwässert werden. Roberto Schmidt ist gefordert.



Armin Bregy (bra)
a.bregy@emggruppe.ch

Mittwoch, 23. März 2022

Schmidt will weniger Verbote und mehr Anreize

Das Wallis soll weniger abhängig sein von Öl und Gas. Das neue Energiegesetz setzt die Leitplanken. Energieminister Roberto Schmidt sucht den Kompromiss.

Armin Bregy

Das Ziel ist klar: Bis ins Jahr 2060 strebt der Kanton Wallis eine zu 100 Prozent erneuerbare und einheimische Energieversorgung an. Wie dieses Ziel erreicht werden soll, ist indes erst schemenhaft erkennbar. Sicher ist: Es braucht einen vollständigen Umbau der Energieversorgung. Energieminister Roberto Schmidt (CSPO) hat daher ein neues Gesetz an das Walliser Parlament übermittelt. Es zeigt sich: Der Staatsrat setzt vor allem auf finanzielle Anreize und Beratungen und verzichtet weitgehend auf zwingende Massnahmen – dies im Gegensatz zum ersten Gesetzesentwurf, der durchaus ambitioniert war. Die Vernehmlassung hat ihre Spuren hinterlassen.

Kein Zwang bei bestehenden Gebäuden

Gestern präsentierte Schmidt in Sitten das neue kantonale Energiegesetz, sekundiert wurde er von Joël Fournier, Chef der Dienststelle für Energie und Wasserkraft. Aufgrund der Vernehmlassungsantworten verzichtete der Staatsrat weitgehend auf zwingende Massnahmen, sagte Schmidt. So enthält der Gesetzesentwurf keine Frist mehr für die energetische Sanierung von bestehenden Gebäuden, führt jedoch für ältere grössere Gebäude eine freiwillige Energieberatung ein. Auch fossile Heizungen oder dezentrale Elektroheizungen müssen nicht in jedem Fall durch Heizungen mit erneuerbarer Energie ersetzt werden. Wird eine fossile Heizung erneut durch eine mit Öl oder Gas betriebene Heizung ersetzt, so muss indes der Anteil an nicht erneuerbarer Energie um mindestens 20 Prozent reduziert werden. «Die Eigentümer haben also eine möglichst grosse



Zeit für die Energiewende? Staatsrat Roberto Schmidts Blick auf die Uhr. Bild: pomona.media/klein Amherd

Entscheidungsfreiheit, um den Typ und die Art der Energiemassnahmen zu bestimmen», sagte Roberto Schmidt. Anders geht Schmidt bei Neubauten vor: Fossile Öl- und Gasheizungen sind bei neuen Bauprojekten künftig verboten.

Sanierungen haben Potenzial

Im Wallis werden rund 30'000 Gebäude, das heisst 27 Prozent des Baubestandes, elektrisch beheizt. Schmidt will zentrale Elektroheizungen innerhalb von 15 Jahren durch Heizungen mit erneuerbaren Energien ersetzen. Elektroheizungen, Elektrodirektheizungen oder Infrarotstrahler sind spätestens beim

Ersatz des Heizsystems oder bei umfangreichen Renovierungsarbeiten durch erneuerbare Wärmepumpen zu ersetzen. Jedoch sieht das Gesetz zahlreiche Ausnahmen vor, insbesondere für Gebäude mit einer genügenden Energieeffizienz.

Für Zweifelhafte wird verlangt, innerhalb von fünf Jahren eine Fernsteuerung für die Einschaltung der Heizung zu installieren. «Diese Massnahme ist jedoch leicht umzusetzen und in Kürze rentabel», so Staatsrat Roberto Schmidt.

Selbst Energie produzieren

Neubauten sollen in Zukunft einen Teil des von ihnen verbrauchten Stroms durch Fotovoltaikanlagen selbst erzeugen.

Bei bestehenden Gebäuden ist der Einbau einer Fotovoltaikanlage bei einer neuen Dachdeckung vorgesehen, wobei verschiedene Ausnahmen vorgesehen sind. Eine gleichwertige Energieproduktion durch eine finanzielle Beteiligung an einer Anlage an einem anderen Standort soll ebenfalls möglich sein.

Die zusätzlichen finanziellen Auswirkungen für den Kanton für die neuen Massnahmen, die im Gesetz vorgesehen sind, werden auf netto sechs Millionen Franken pro Jahr geschätzt. Der Entwurf des neuen Energiegesetzes sollte im Herbst 2022 vom Parlament beraten werden.

«Energiegesetz ist immer noch ambitioniert»

Staatsrat Roberto Schmidt erklärt, wie das Wallis die Abhängigkeit von fossilen Energien vermindern soll.

Interview: Armin Bregy

Roberto Schmidt, Sie haben ein ambitioniertes Energiegesetz in die Vernehmlassung geschickt. Nun fällt auf, dass Sie viele Kompromisse eingegangen sind. Das Gesetz wurde verwässert.

Nein, das sehe ich anders. Das Gesetz ist immer noch ambitioniert, das zeigen Vergleiche mit anderen Kantonen. Bei den Neubauten haben wir sogar strengere Richtlinien ausgearbeitet.

Welche meinen Sie?

Das Gesetz verbietet künftig fossile Heizungen bei Neubauten und verpflichtet die Leuten, Fotovoltaikanlagen zu installieren.

Anders sieht es bei den bestehenden Gebäuden aus. Die vorgeschriebenen Fristen für energetische Sanierungen wurden fallen gelassen.

Weshalb?

Weil wir den Eigentümern nicht vorgeben wollen, dass sie innerhalb von zehn Jahren ihre Häuser sanieren müssen. Sie sollen eine gewisse Wahlfreiheit haben: Sie können entweder auf erneuerbare Energien setzen oder den Energieverbrauch reduzieren, indem sie die Gebäudehülle sanieren, die Fenster austauschen usw. Für uns ist im Energiegesetz letztlich wichtig, dass die globale Energieeffizienz eines Gebäudes stimmt und der Energieverbrauch reduziert wird, auch wenn wir aus klimapolitischen Gründen lieber die fossilen Heizungen rasch ersetzen möchten.

Das neue Energiegesetz wird nun im Grosse Rat debattiert. Was erwarten Sie?

Diese Debatten kann man leicht antizipieren: Die Linken und Grünen werden sagen, dass das Gesetz zu wenig ambitioniert sei, sie wollen ja die fossilen Energien verbieten. Die Rechte wird monieren, dass das Gesetz zu weit geht, weil bei Neubauten Fotovoltaikanlagen vorgeschrieben werden. Das Gesetz ist somit meines Erachtens ein guter Kompromiss, der im Parlament annehmbar sein wird – hoffentlich.

Fossile Heizungen bleiben in bestehenden Bauten aber erlaubt.

Ja, aber nur, wenn der Anteil an nicht erneuerbarer Energie um mindestens 20 Prozent vermindert wird. Die meisten Kantone schreiben nur 10 Prozent vor. Wir sind also ambitionierter.

Energie von der Sonne - Inhalt

1. **Grundlagen & technische Erläuterungen**
2. PV Kosten, Nutzen & Ertrag für den Anlagenbesitzer
3. Ziele & Herausforderungen der Photovoltaik: Speicherung
4. Technische & wirtschaftliche Entwicklung
5. Diskussion: «Mythen & Fakten»
 - Wieviel Sonne haben wir zur Verfügung?
 - Was ist der Unterschied elektrisch zu thermisch?
 - Woraus besteht eine PV-Anlage?
 - Was macht welche Komponente?
 - Energie & Leistung & Wirkungsgrad
 - Lebensdauer
 - Einfluss Kälte, Wärme, Schnee, Berglage, ...

Potential der Sonnenenergie

Nordeuropa?

Südeuropa

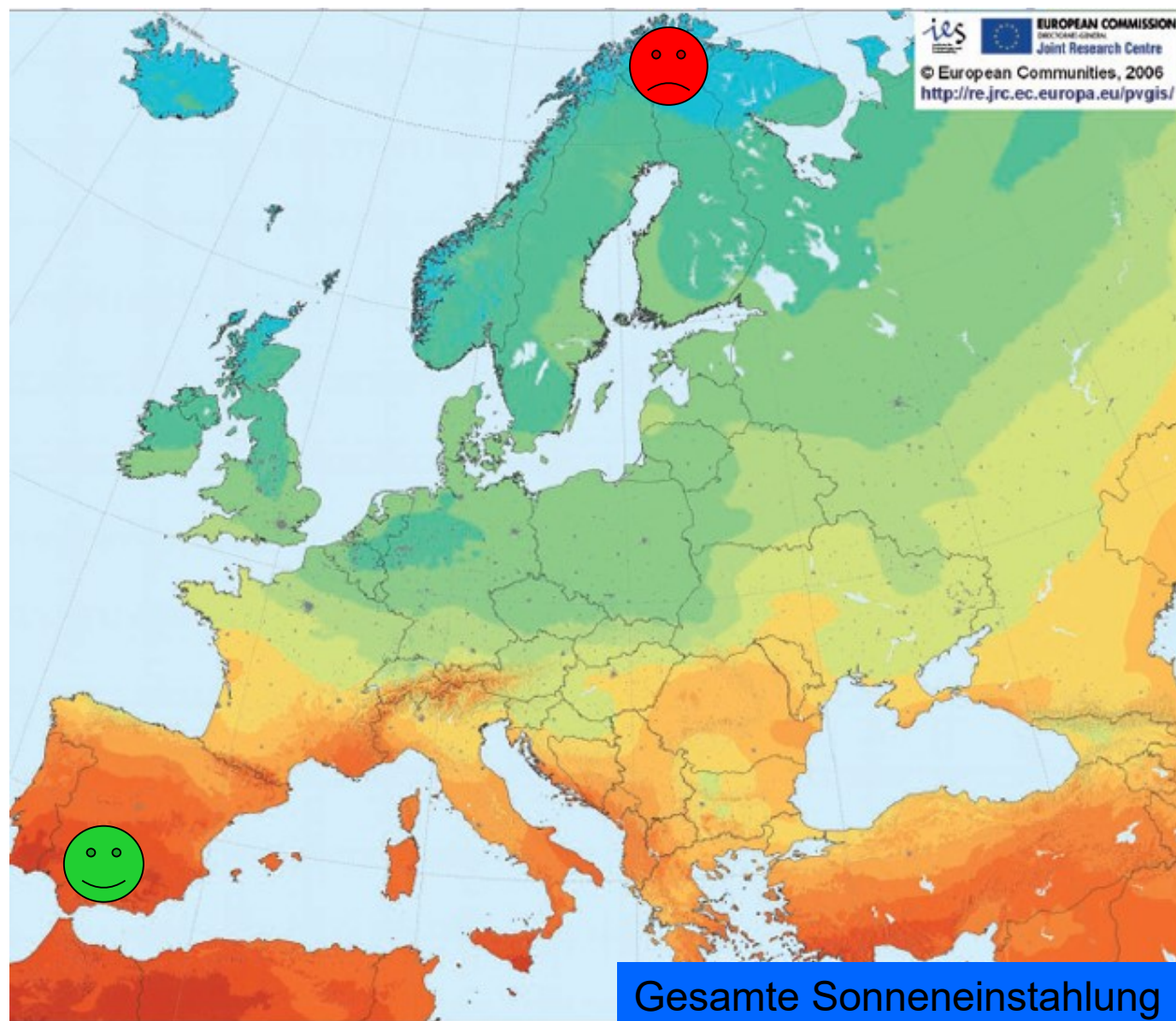


... und die Schweiz?

1000 W auf eine Fläche von 1 m²

Zum Vergleich:

Racletteofen ~ 2000 W = 2 kW



Gesamte Sonneneinstrahlung

Yearly sum of global irradiation incident on optimally-induced south-orientated photovoltaic modules

Global irradiation [kWh/m²]

Yearly sum of solar electricity generated by 1 kWp system with optimally-inclined modules and performance ratio 0.75

Solar electricity [kWh/kWp]

Yearly sum of solar electricity generated by 1 kWp system with optimally-inclined modules and performance ratio 0.75

Solar electricity [kWh/kWp]



Spezifische erzeugte Energie

Sonneneinstrahlung Schweiz

SOLAR RESOURCE MAP

GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION SWITZERLAND



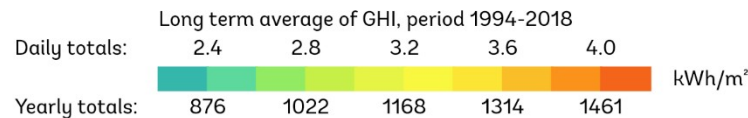
WORLD BANK GROUP



ESMAP



SOLARGIS



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

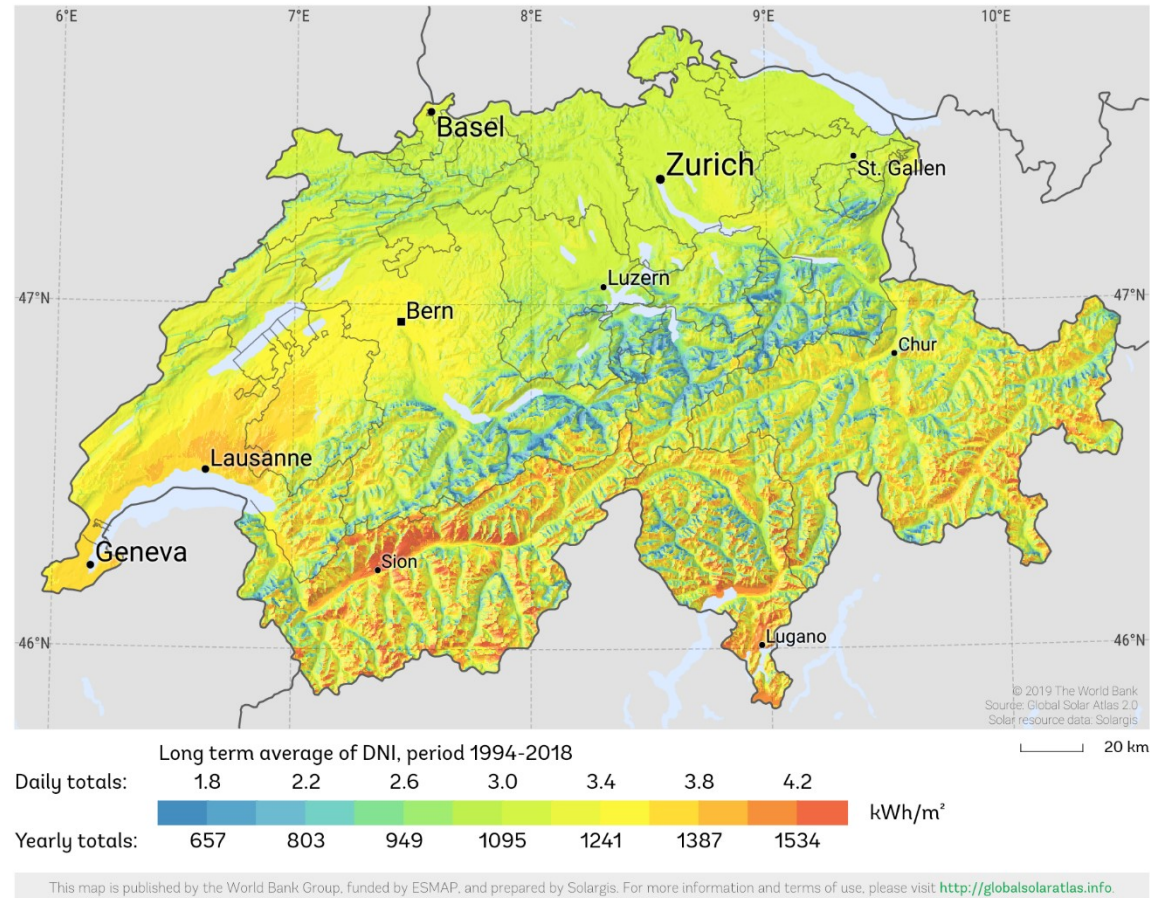
- Gesamte eingestrahlte Energie während eines vollen Jahres
- Auf horizontale Fläche

<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/switzerland>

Direkte Sonneneinstrahlung Schweiz

SOLAR RESOURCE MAP

DIRECT NORMAL IRRADIATION SWITZERLAND

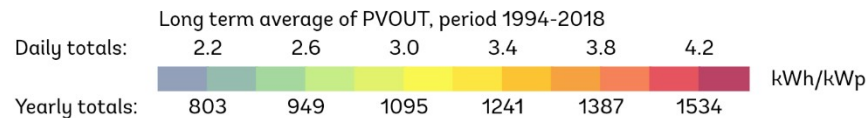
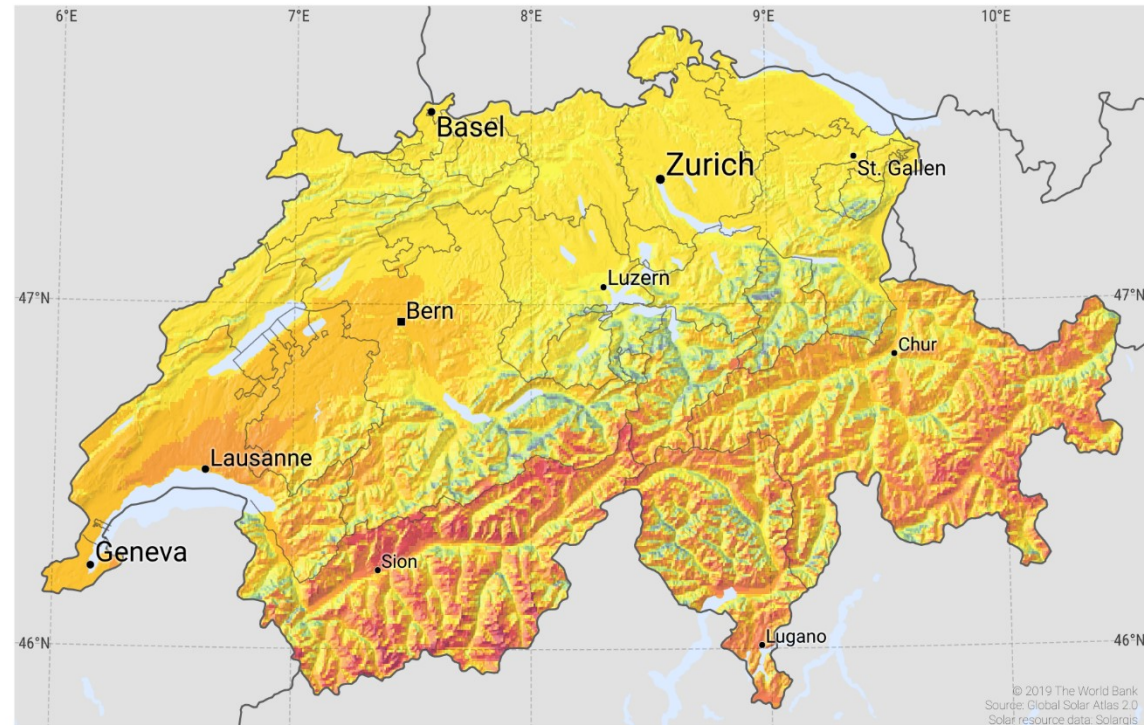


- Direkte eingestrahlte Energie während eines vollen Jahres
- Auf ideal orientierte Fläche senkrecht zu Sonnenstrahlen <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/switzerland>

PV-Potential Schweiz

SOLAR RESOURCE MAP

PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL SWITZERLAND

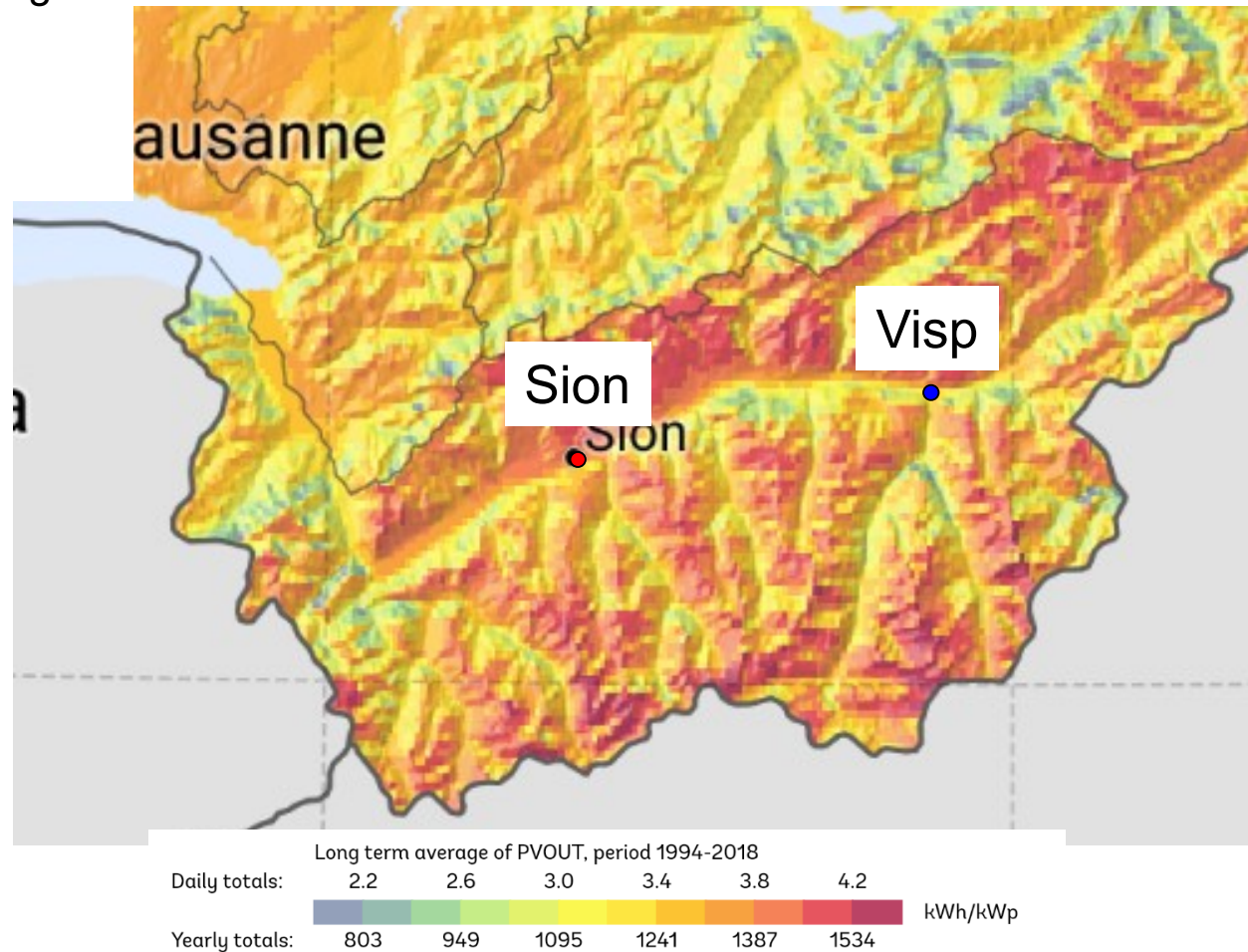


This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

- Mit Photovoltaik erzeugte Energie während eines vollen Jahres
- Pro installierte PV-Leistung

PV-Potential Wallis

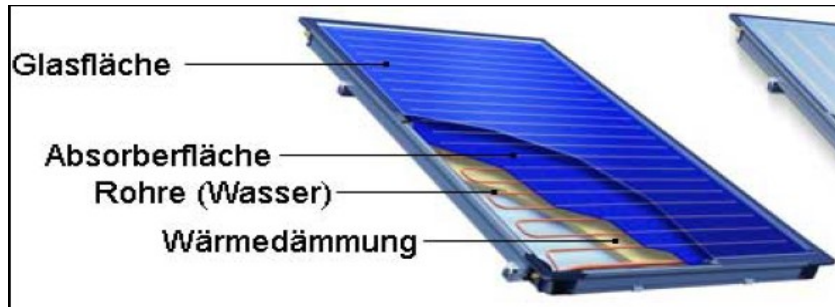
- Mit Photovoltaik erzeugte Energie während eines vollen Jahres
- Pro installierte PV-Leistung



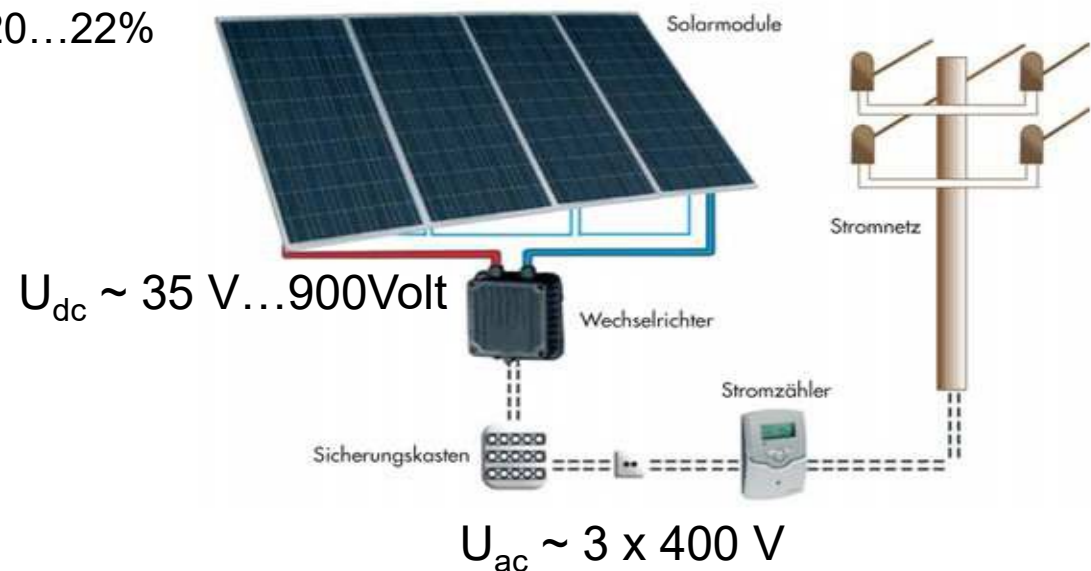
Solarthermie $\neq$ Photovoltaik (PV)

$T \sim 75^\circ \dots 90^\circ \text{ C}$

Warmwasser mittels Solarthermie $\eta = 30 \dots 70\%$

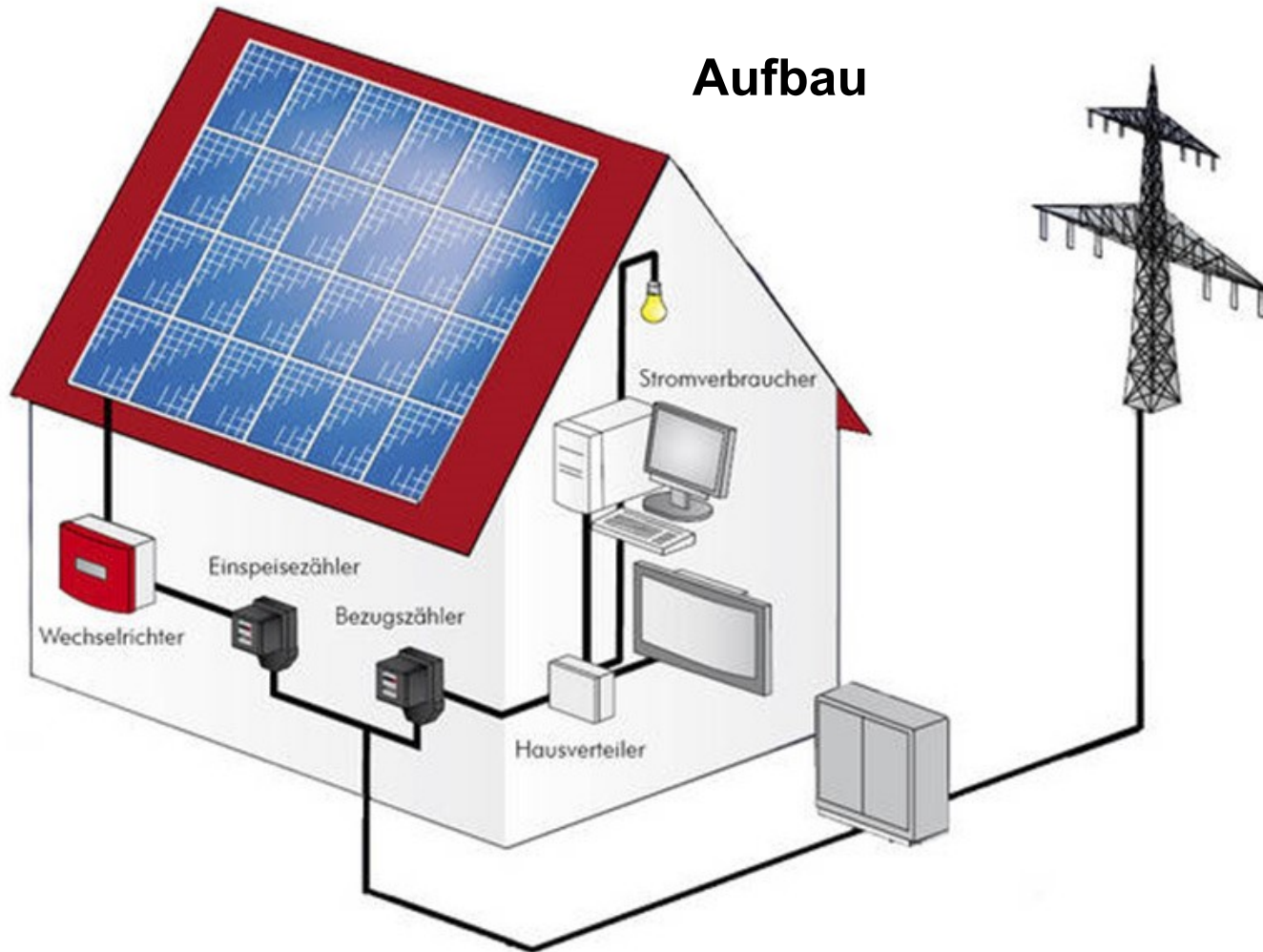


PV: elektrischer Strom durch Solarzellen $\eta = 20 \dots 22\%$



Die Photovoltaik-Anlage

Aufbau

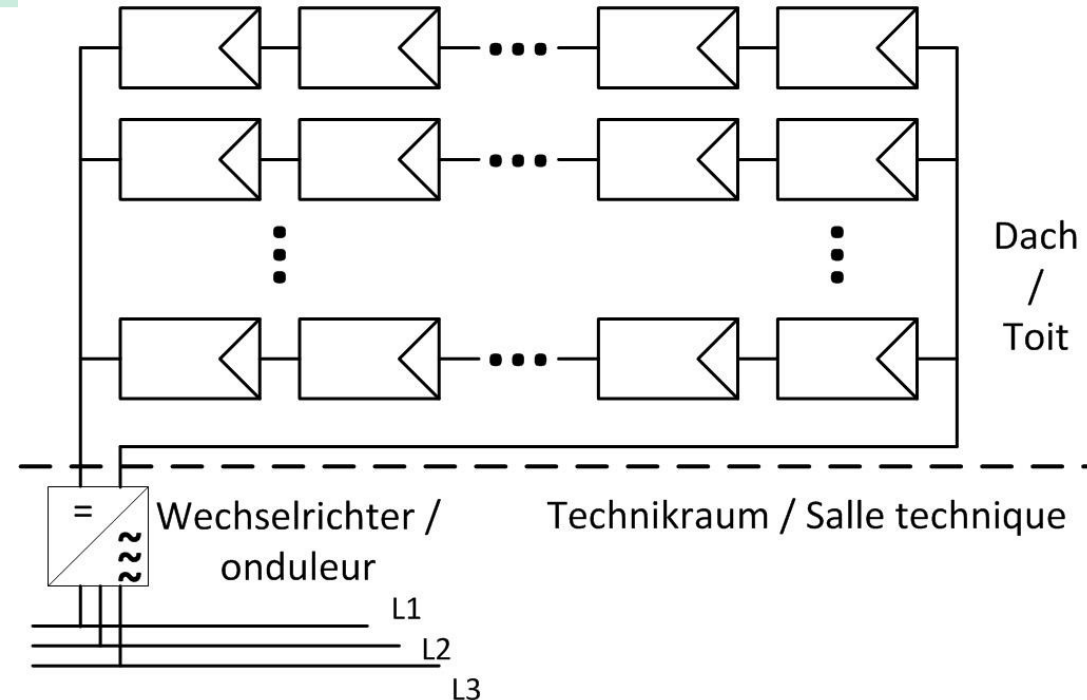


Wichtige Kenngrößen:

- Fläche
- Ausrichtung & Neigung
- Mit / ohne Batterie
- Installierte Leistung
- Investitionskosten
- Spezifischer Energie-Ertrag
in kWh/kW_p

Komponenten einer PV-Anlage

#	Komponenten
1	PV-Module
2	Mechanische Unterkonstruktion
3	Wechselrichter (pro String, pro Einzelmodul)
4	Kabel, Sicherungen, Verbindungsbox, (Dioden), Blitzschutz & Erdung,
5	Einspeisezähler & ZEV- Verteiler

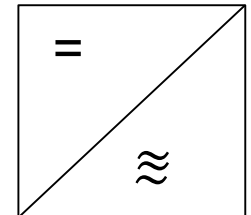


Komponenten & Funktion einer PV-Anlage

#	Material	Funktion
1	PV Module	• Umwandlung des Sonnenlichtes in elektrische Leistung; • Strom & Spannung sind Gleichstrom: «DC»
2	Unterkonstruktion	Befestigung der Module und Sicherstellung der Stabilität über die gesamte Lebensdauer; in Gebäude integriert oder angebaut (Privathaus, Industrie, Parkplatz, etc.) oder auf Freifläche
3	Wechselrichter	1. Umwandlung von «DC» in Wechselstrom «AC» 2. «MPPT»: hält Module immer auf maximaler Leistung
4	Kabel, Sicherung, Verbindungen, Dioden, Erdung, Blitzschutz	Leistungsübertragung; Kablschutz, Schutz gegen Über- oder Gegenspannung bei Mehrfachsträngen; Blitzschutz, Personenschutz
5	Stromzähler	Ermittlung des Ertrags

Wechselrichter ist das Schlüsselement für den Aufbau der PV-Anlage :

- in Form getrennter «Stränge» oder «strings»
- Oder auch einzeln möglich → «Balkonanlage»



Vorbemerkung: Energie $\neq$ Leistung

kWh $\neq$ kW

Energie = Leistung x zeitliche Dauer t



Lampe mit 100 W x 10 h = 1000 W·h = 1kWh

oder



Racletteofen mit 1000 W x 1 h = 1000 W·h = 1kWh

Übrigens...



$\rightarrow 100W \times 1h = 0.1 kWh$

Wichtige Unterscheidung: Energie & Leistung

Man unterscheidet bei einer Solaranlage (wie beim Auto) zwischen:

installierte Leistung
(d.h. «Spitzenleistung»)

≠

aktuelle Leistung
(variabler Betriebszustand)

angegeben in kW_{peak}

≠

kW

Kennzeichnet Anlagengrösse

≠

viel oder wenig Sonnenstrahlung

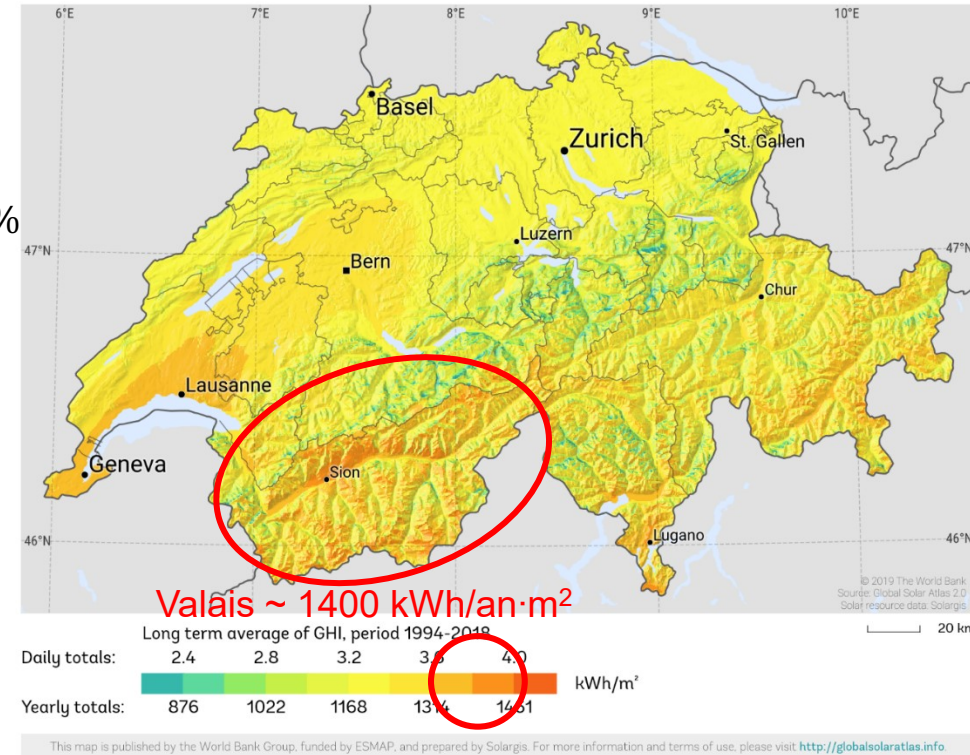


Potential der Sonnenenergie: Schweiz

- Eingestrahlte Energie pro $m^2 \sim 1400 \frac{kWh}{m^2}$
- Wieviel macht ein Solarpanel daraus? Wirkungsgrad $\eta \sim 20\%$

$$\eta \sim 0.20 \rightarrow E_{PV} = E_{sol} \cdot \eta = 0.280 \frac{kWh}{m^2}$$

- Notwendige Fläche pro kW_p : $a_{PV} = \frac{A}{P_{el}} \sim 5 \frac{m^2}{kW_p} = 3 \text{ Module}$

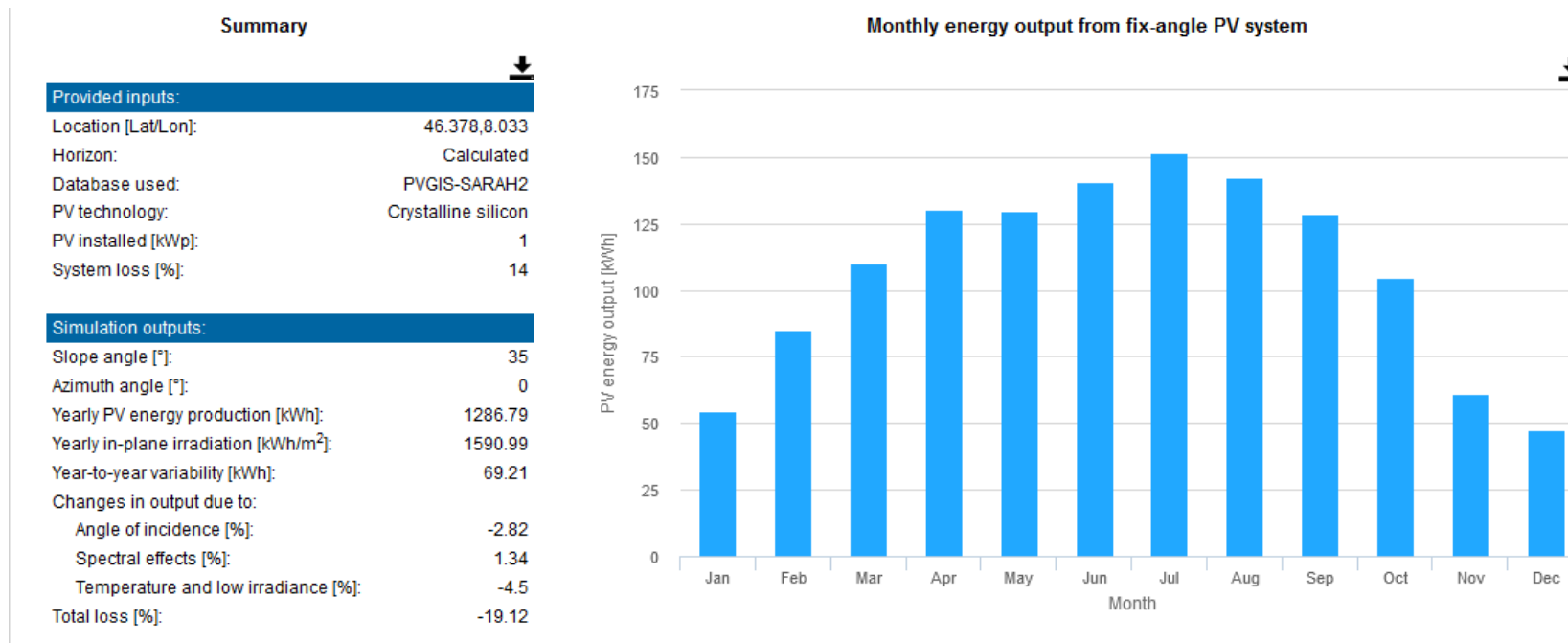


Installierte Leistung von 1 kW_p liefert 1000 ... 1400 kWh/jahr

Einfluss durch Schneebedeckung

Einfluss der Installation in den Bergen

- Die schlechten Monate (Januar & Februar) fallen weg
- Beispiel: Riederalp ~1286 kWh/kWp



Einfluss der Temperatur

Temperaturkoeffizienten

Temperaturkoeffizient I_{SC}	α	[%/°C]	+0,033
Temperaturkoeffizient V_{OC}	β	[%/°C]	-0,234
Temperaturkoeffizient P_{MPP}	γ	[%/°C]	-0,259

Standard Test Bedingungen (STC):

25°C, AM1.5, 1000W/m²

Bei höherer Temperatur ...

... nimmt die Spannung deutlich ab

... nimmt der Strom geringfügig zu

... nimmt die Leistung deutlich ab

Beispiel:

Modul MeyerBurger White - 390 W

60°C: T-Differenz = 35°

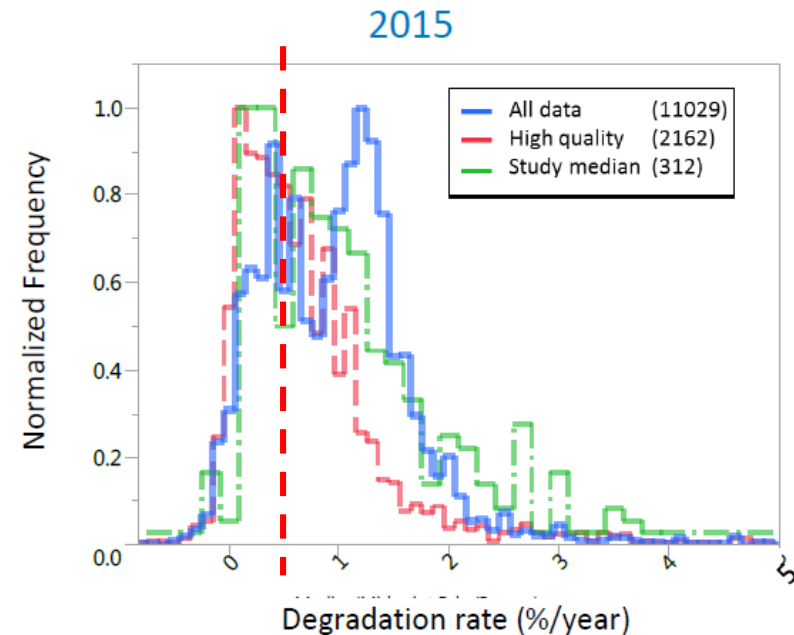
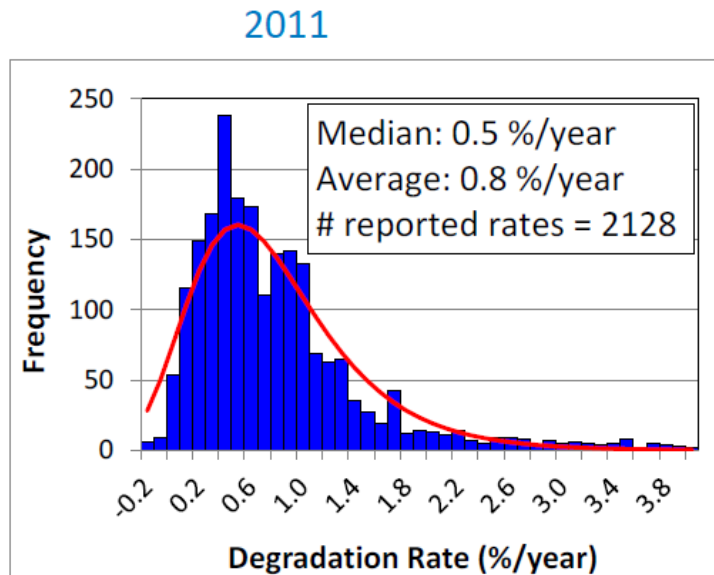
→ Relative Leistungsabnahme 9.1%

→ Absolute Leistungsabnahme 35W

Aber: bei tiefen Temperaturen ist es umgekehrt!

Lebensdauer einer PV-Anlage auf dem Dach

Lebensdauer der PV-Module ~ relative Abnahme der Nominalleistung



Beispiel:

0.5% Abnahme pro Jahr bedeutet für ein Modul mit 360 W Nennleistung eine Reduktion von 1.8 W pro Jahr.

Hersteller garantieren üblicherweise:

Schwächstes Element:

Wechselrichter nicht PV-Module

MEYER BURGER GARANTIE

Produktgarantie [J]	25
Leistungsgarantie [J]	25
Leistung nach 1 Jahr	≥ 98 % der ursprünglichen Leistung
Jährliche Leistungsabnahme [%/J]	0,25
Leistung nach 25 Jahren	≥ 92 % der ursprünglichen Leistung

Beispiel Datenblatt



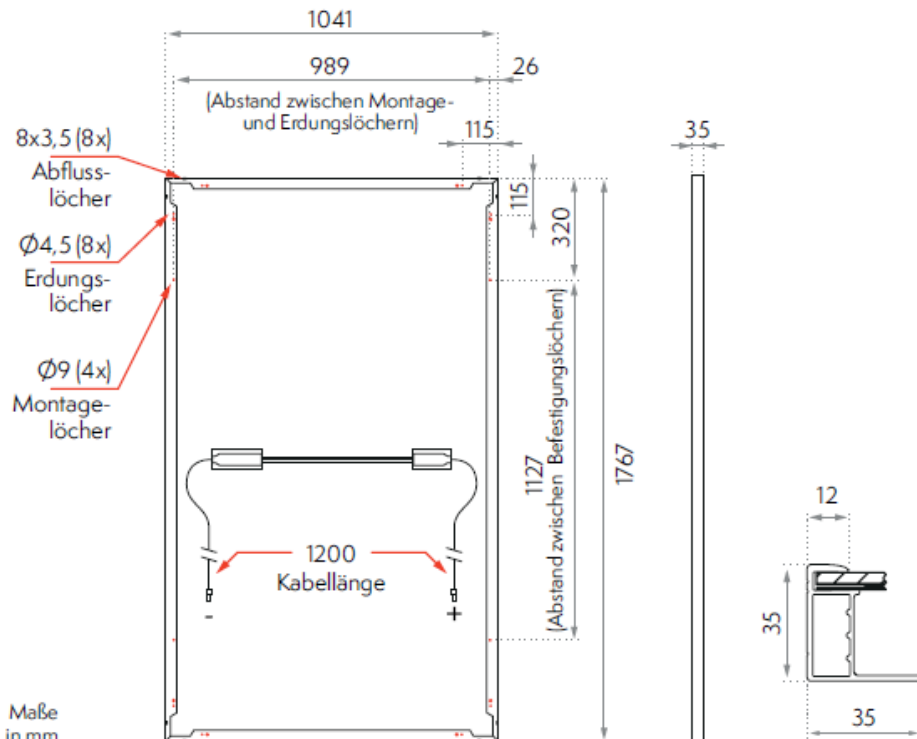
MECHANISCHE DATEN

Meyer Burger White

Heterojunction Modul

Abmessungen [mm]	1.767 x 1.041 x 35
Gewicht [kg]	19,7
Frontabdeckung	Solarglas, 3,2 mm, mit Antireflexbeschichtung
Rückabdeckung	Hochbarriere-Konstruktion, weiß
Rahmen	Eloxiertes Aluminium (schwarz)
Solarzellentyp	Halbzellenmodul 120, mono n-Si, HJT
Anschlussdosen	3 Dioden, Schutzklasse IP68 gemäß IEC 62790
Kabel	PV-Kabel 4 mm ² , 1,2 m lang, nach EN 50618
Stecker	MC4, gemäß IEC 62852, Schutzklasse IP68 erst nach Anschluss

Maße
in mm



ELEKTRISCHE DATEN¹

Leistungsklasse in STC ² [W _p]			380	
Mindestleistung (Leistungstoleranz -0 W/+5 W)			STC	NMOT ³
Mindestwerte	Leistung	P _{mpp} [W]	380	291
	Kurzschlussstrom	I _{sc} [A]	10,8	8,7
	Leerlaufspannung	V _{oc} [V]	44,4	41,8
	Strom	I _{mpp} [A]	10,3	8,3
	Spannung	V _{mpp} [V]	37,2	35,1
Effizienz			η [%]	20,7

ZERTIFIZIERUNG

Zertifizierungen (anstehend)

IEC 61215:2016, IEC 61730:2016

Zertifizierungen (angemeldet)

UL61730-1, UL 61730-2, PID (IEC 62804), Salznebelbeständigkeit (IEC 61701), Ammoniakbeständigkeit (IEC 62716), Dynamische mechanische Belastung (IEC 62782:2016), Staub und Sand (IEC 60068)

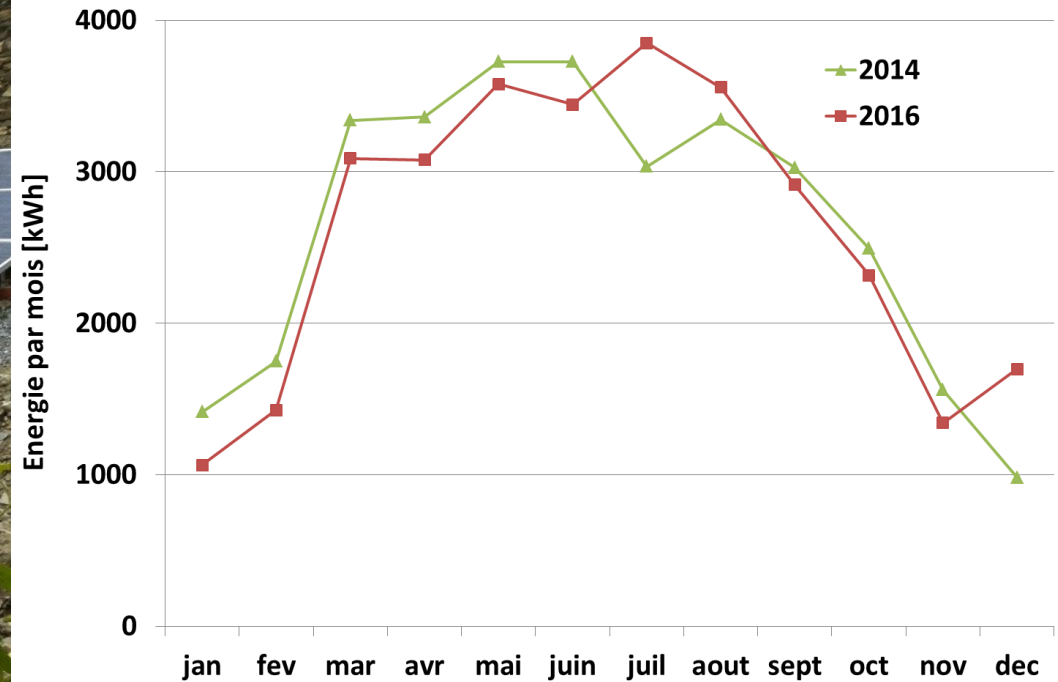
Energie von der Sonne - Inhalt

1. Grundlagen & technische Erläuterungen
- 2. PV Kosten, Nutzen & Ertrag für den Anlagenbesitzer**
3. Ziele & Herausforderungen der Photovoltaik: Speicherung
4. Technische & wirtschaftliche Entwicklung
5. Diskussion: «Mythen & Fakten»
 - [Erfahrungsberichte Ollon, Savies, Siders](#)
 - [Kostenanalyse](#)
 - [Ertragsabschätzung](#)
 - [Welche konkreten Schritte?](#)
 - [Eigenverbrauch & ZEV](#)
 - [Investitionsbeihilfe & Steuer](#)

Beispiel einer privaten PV-Installation



Gabriel Duc

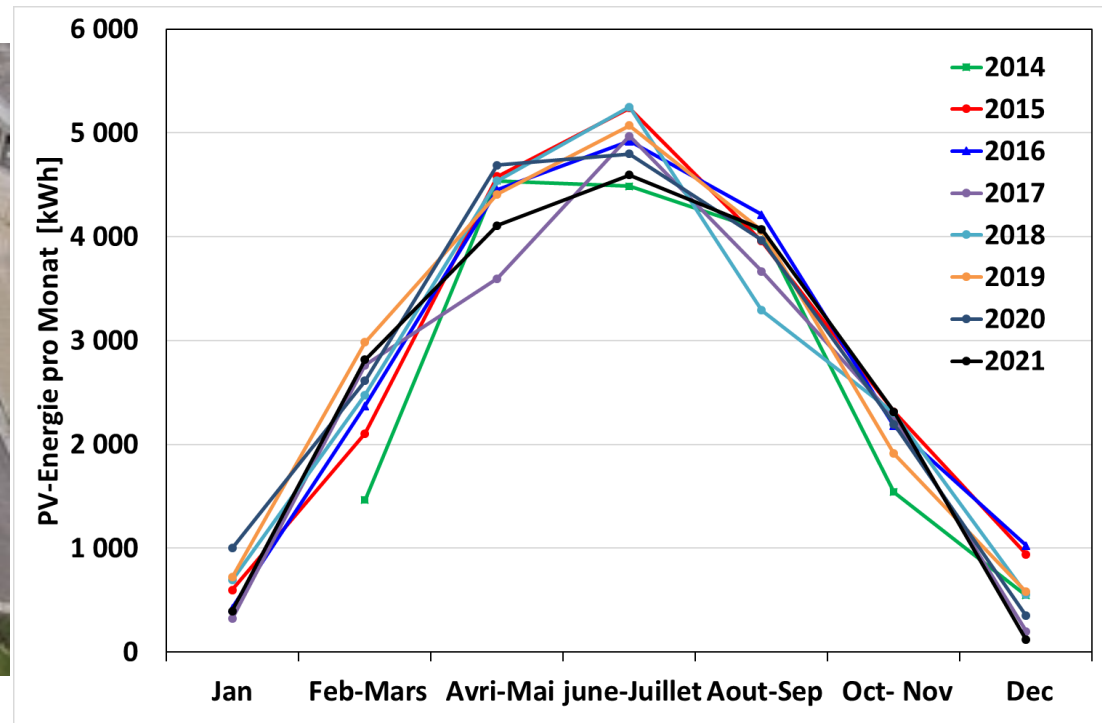


Ollon, 137 m², 21.4 kW_p
= 84 module x 255 W
Neigungswinkel 30°
Ausrichtung 10° Südost

Investiert:
KEV/RPC
Ertrag (Juni 2014):
Spezifischer Ertrag

54000 CHF - Steuerabzug
0.276 CHF/kWh
3870 CHF
1474 kWh/kW_p

PV-Anlage auf Mehrfamilienhaus



Saviese, Zentralwallis, 767m
90.9 m², 56 Module x 265 W = 14.8 kW_c
Neigungswinkel 14°
Ausrichtung 27° Südost

Investition:	45000 CHF
Erwarteter spez. Ertrag :	1169 kWh/kW _p
Realer spez. Ertrag:	1350 kWh/kW_p
Keine KEV → Einkauf	0.15 CHF/kWh,
Verkauf	0.09 CHF/kWh

PV-Anlage auf 4-Reihenhaus in Siders



Siders, Zentralwallis
90.9 m², 50 Module x 340 W = 17 kW_c
Neigungswinkel 25°
Ausrichtung 40° Südost

Investition: 40700 CHF
EIV 6780 CHF

Jahresertrag 23.1 MWh
(bisher <.12 Montate)

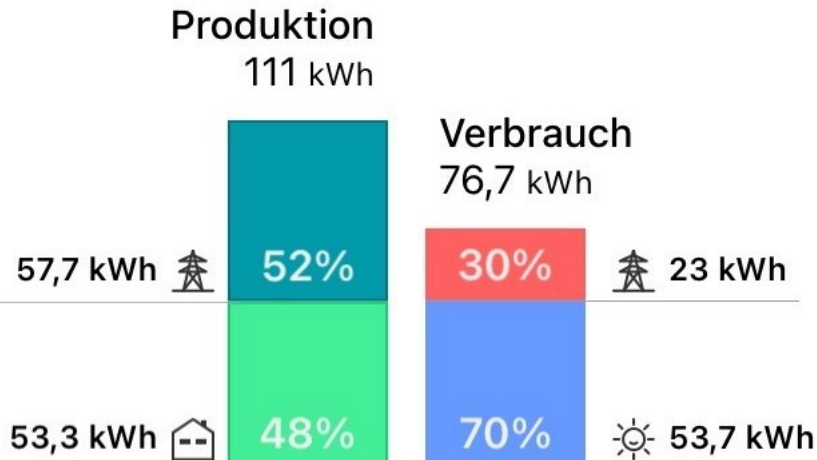
spezif. Ertrag: **1358 kWh/kW_p**

PV-Anlage, 4-Reihenhaus, Siders

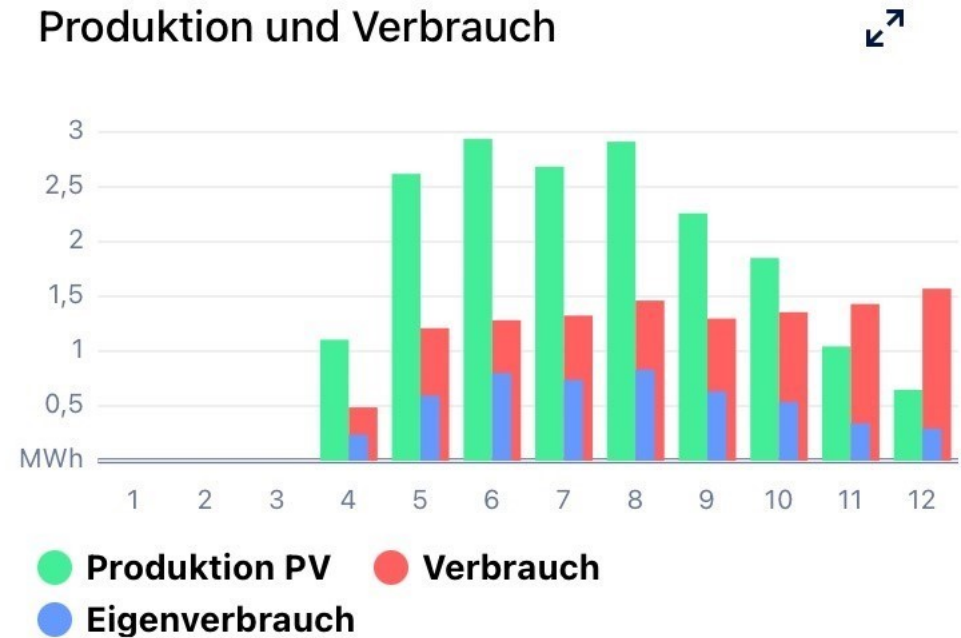
Anlagenüberwachung per Smartphone: Tages-, Monats- und Jahresanzeigen

< 25.04.2021 > >|

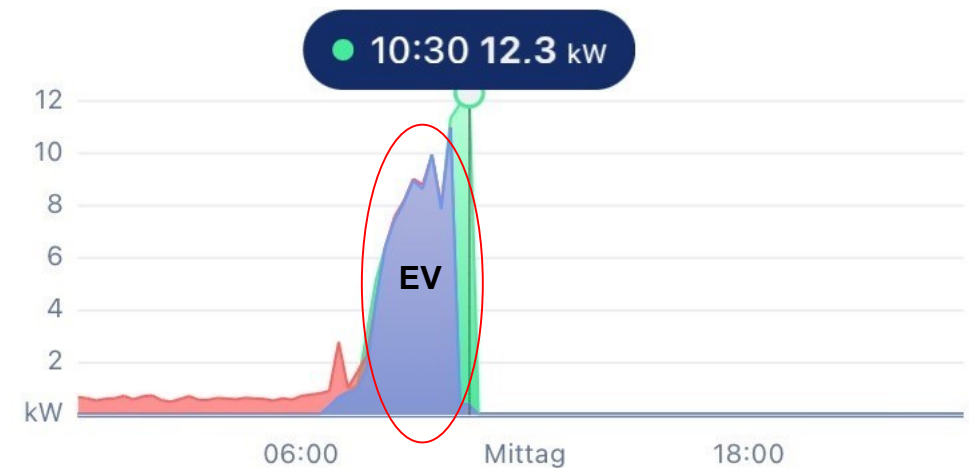
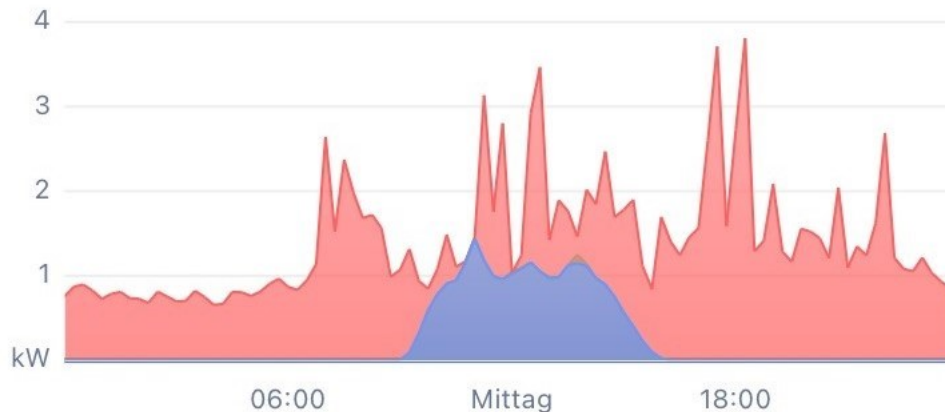
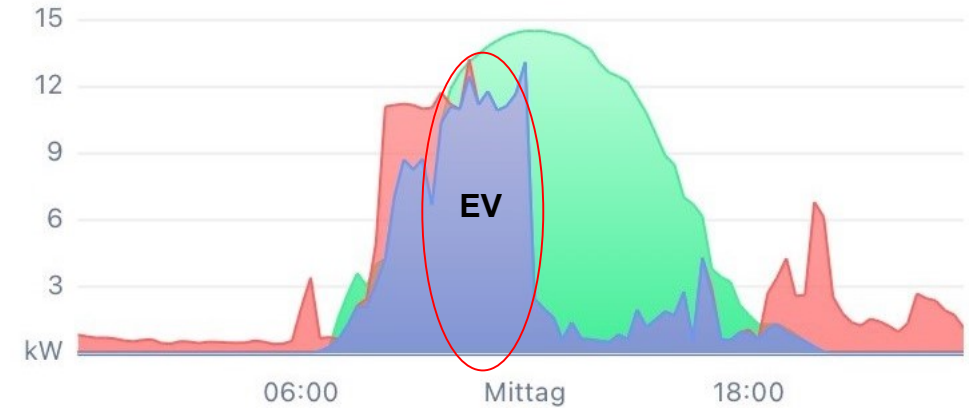
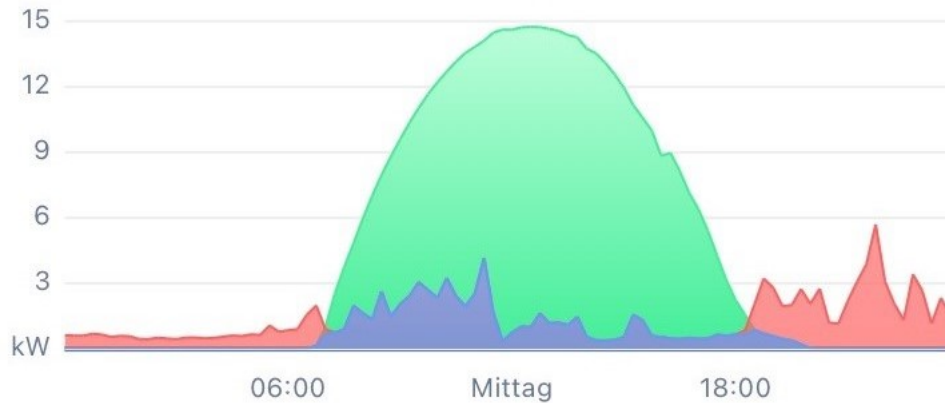
Energiebilanz



Produktion und Verbrauch



4-Reihenhaus, Siders: Eigenverbrauch



● Produktion PV ● Verbrauch
● Eigenverbrauch

● Produktion PV ● Verbrauch
● Eigenverbrauch

Optimierung des Eigenverbrauchs mit Elektrofahrzeug: ungeregelt & geregelt

4-Reihenhaus, Siders: Eigenverbrauch

Rechenbeispiel:

Nutzung von PV: z.B. mit Elektrofahrzeug

eigene PV-Anlage oder Einkauf

	Moderner Benzin/Diesel	Elektroauto (Zoe, BMW I3, Tesla, ...)
Verbrauch pro 100 km	5 Liter	~20 kWh
Tankkosten	2.0 CHF/liter	0.06 ... 0.2 CHF/kWh
Kosten pro 100 km	10 CHF/100 km	1.2 CHF ... 4 CHF/100 km

... aber: Investitionskosten für Elektrofahrzeug sehr hoch ~ 25 000 CHF ... 60 000 CHF...

Meine Photovoltaik-Anlage: «wie»?

- Verbrauch ermitteln & Eigenverbrauch schätzen
- Performanz der potentiellen Anlage auf meinem Haus abschätzen → Sonnendach.ch
oder andere:

<https://www.swissolar.ch/fuer-bauherren/planungshilfsmittel/solardachrechner/>

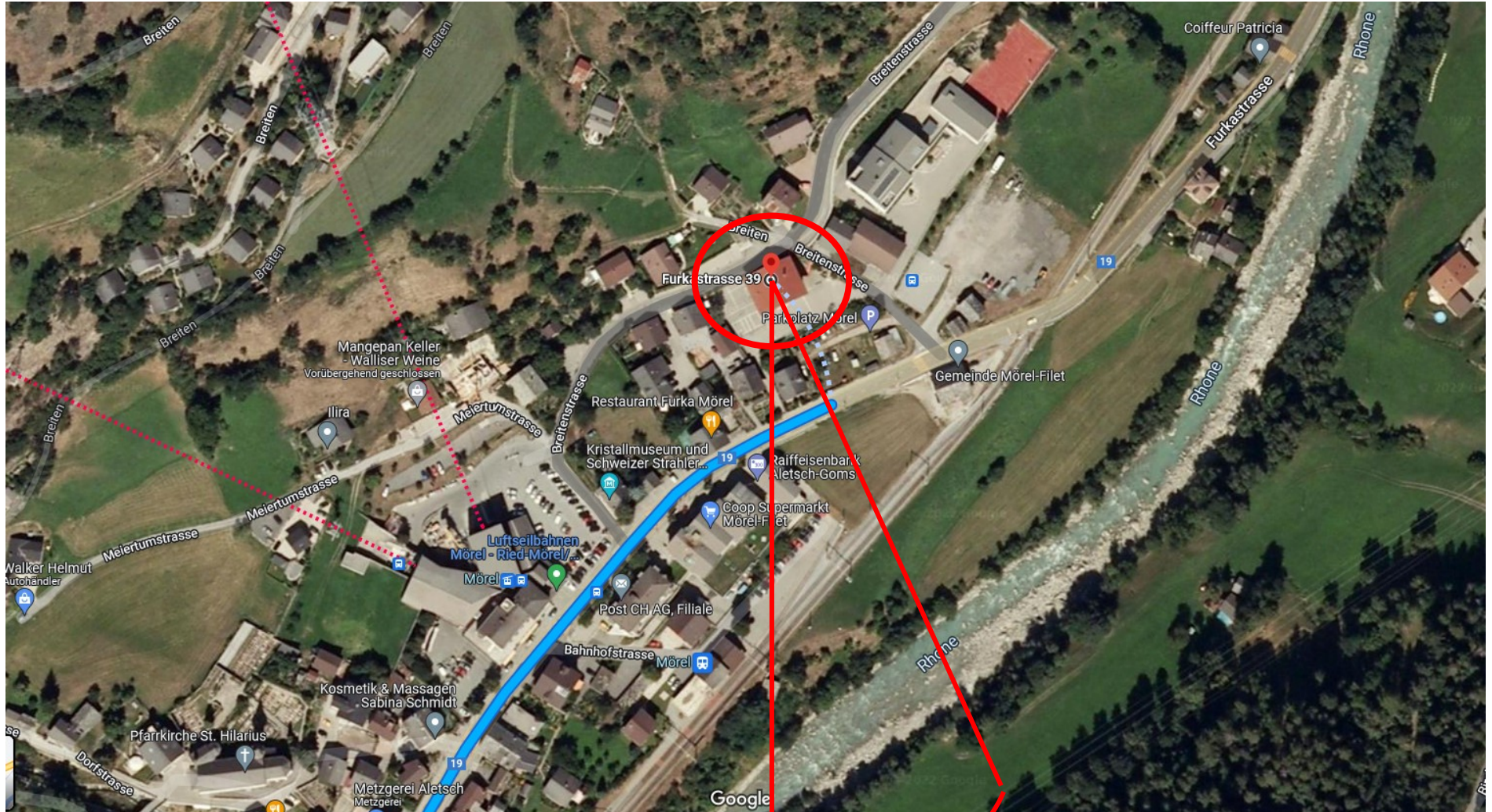
<https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/> <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

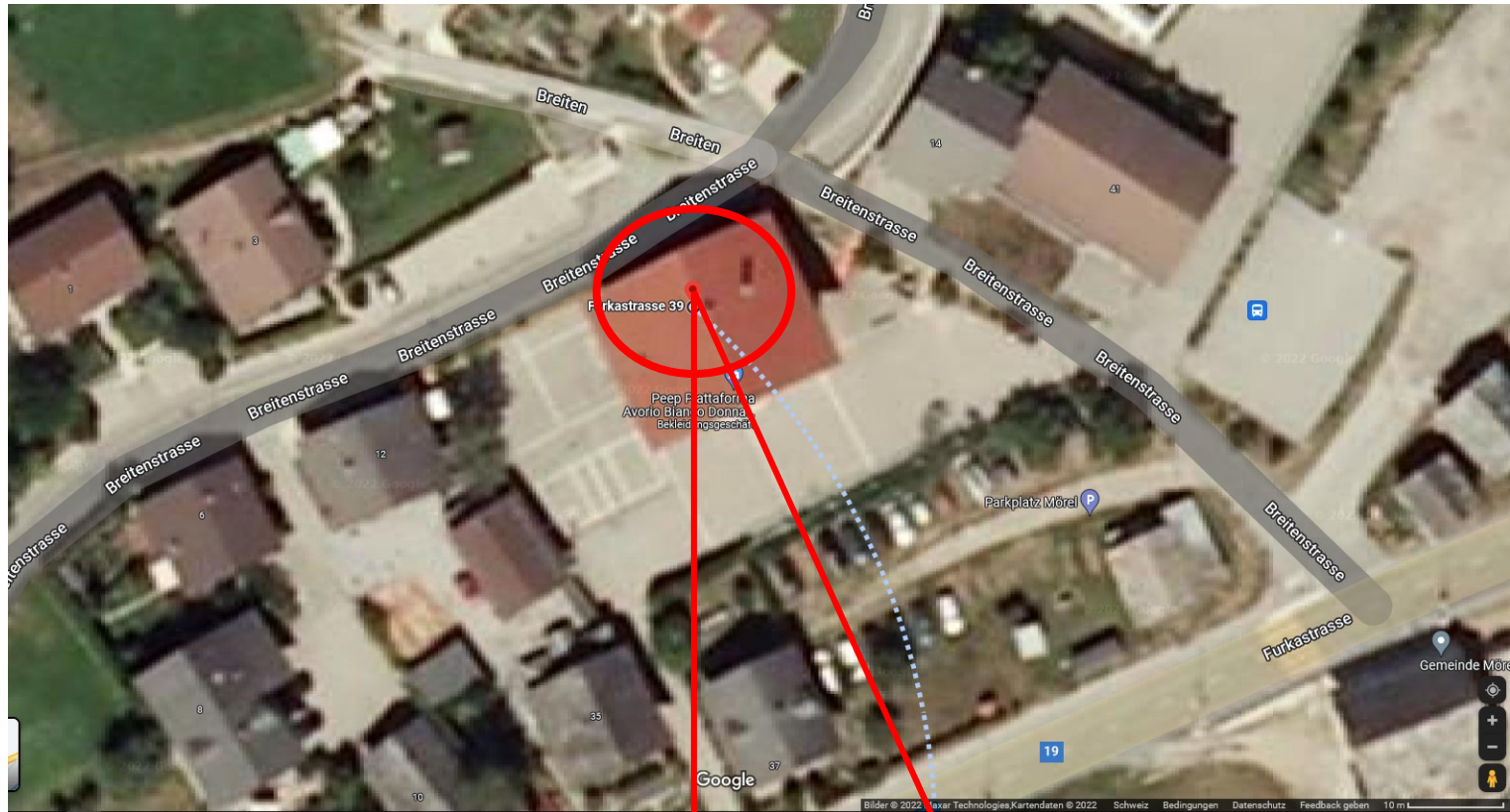
- Was kann oder möchte ich selber machen?
- Kostenschätzung selber machen – siehe Tabelle <https://www.swissolar.ch/fuer-bauherren/planungshilfsmittel/kostenrechner-fuer-pv-anlagen/>
- Ertragsrechnung selber machen → siehe Swisssolar
- Professionnelle Angebote erstellen lassen
- ... die sieben Schritte zur Solaranlage:

<https://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/meine-solaranlage>

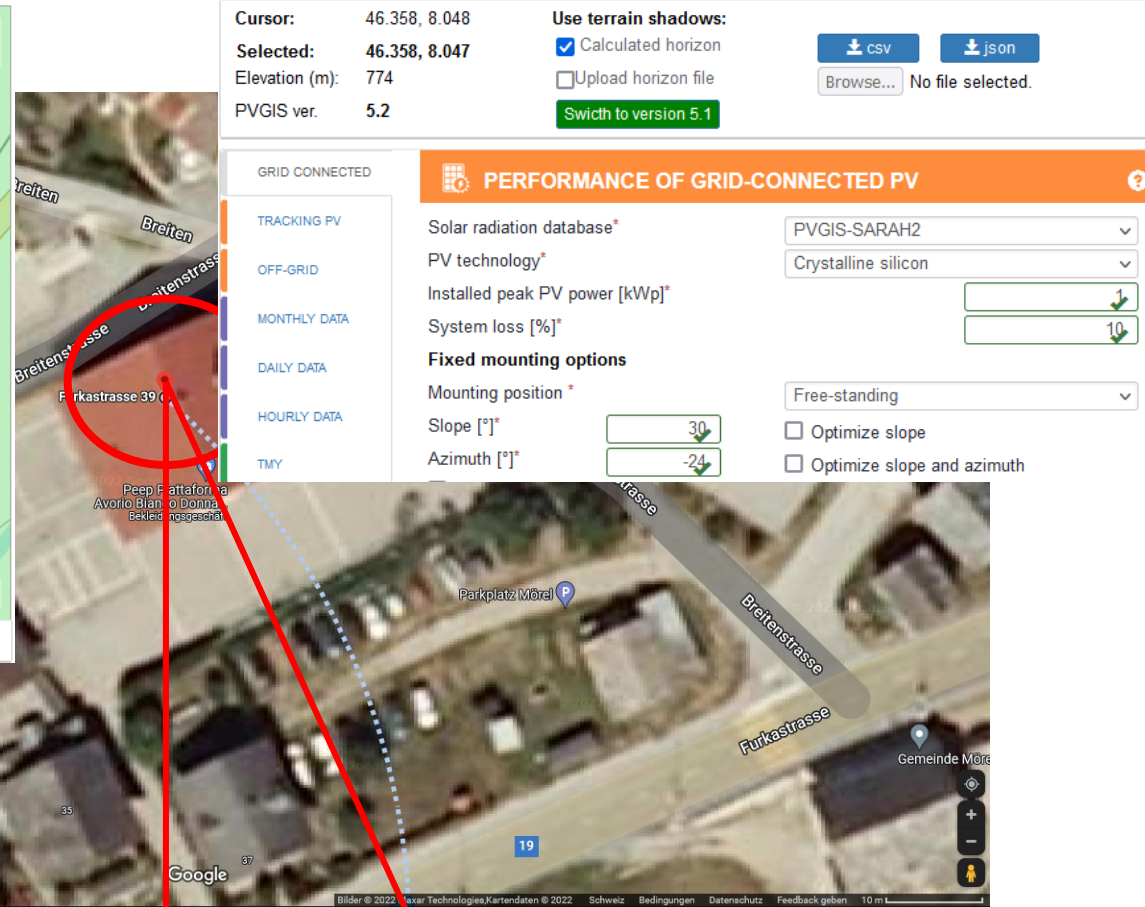
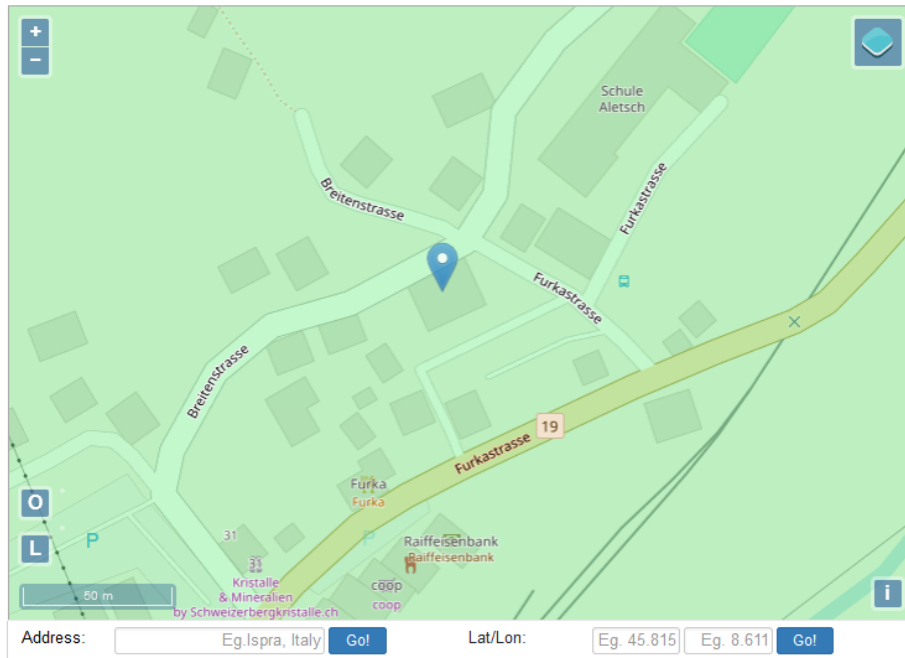
PV-Anlage auf Gemeindesaal, Morël-Filet



PV-Anlage auf Gemeindesaal, Morël-Filet

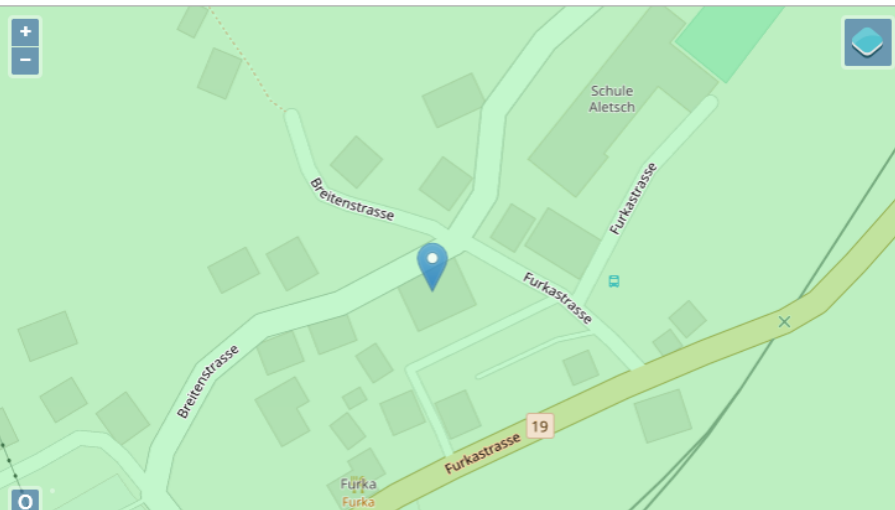


PV-Anlage auf Gemeindesaal, Morël-Filet



<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

PV-Anlage auf Gemeindesaal, Morël-Filet



Cursor: 46.358, 8.048
Selected: 46.358, 8.047
Elevation (m): 774
PVGIS ver. 5.2

Use terrain shadows:

☒ Calculated horizon

☐ Upload horizon file

[Switch to version 5.1](#)

[Download CSV](#)

[Download JSON](#)

[Browse...](#)

No file selected.

GRID CONNECTED

TRACKING PV

OFF-GRID

MONTHLY DATA

DAILY DATA

HOURLY DATA

TMY

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

Solar radiation database*

PVGIS-SARAH2

PV technology*

Crystalline silicon

Installed peak PV power [kWp]*

1

System loss [%]*

10

Fixed mounting options

Mounting position*

Free-standing

Slope [°]*

30

Azimuth [°]*

-24

☐ Optimize slope

☐ Optimize slope and azimuth

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV: RESULTS

[PV output](#)

[Radiation](#)

[Info](#)

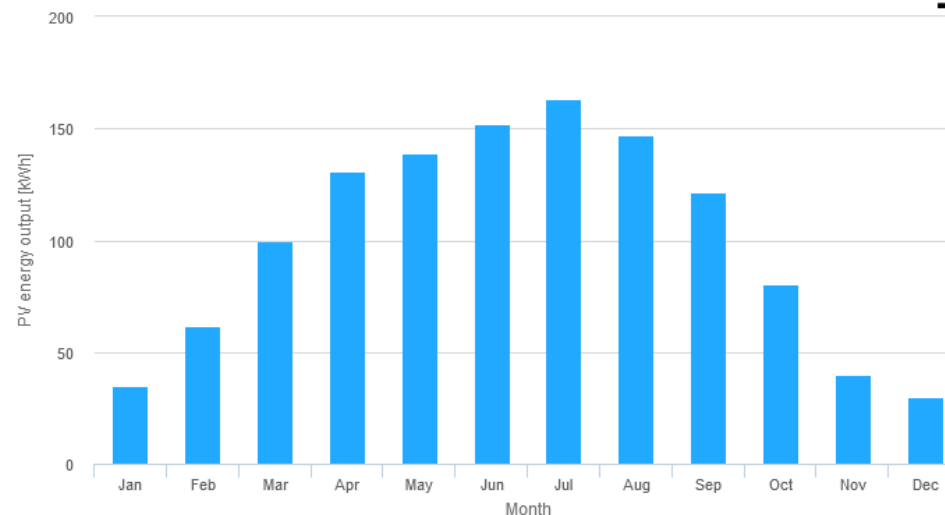
[PDF](#)

Summary

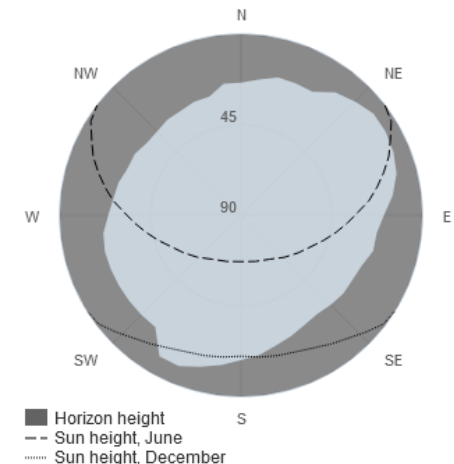
Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	46.358, 8.047
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	1
System loss [%]:	10
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	30
Azimuth angle [°]:	-24
Yearly PV energy production [kWh]:	1199.91
Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]:	1199.91
Year-to-year variability [kWh]:	47.78
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.7
Spectral effects [%]:	1.22
Temperature and low irradiance [%]:	-5.43
Total loss [%]:	-16.17

Spezifischer Ertrag
1200 kWh/kWp

Monthly energy output from fix-angle PV system



Outline of horizon



Meine Photovoltaik-Anlage: was brauche ich?

Folgende Fragen kann man sich stellen:

1. Welches sind meine wichtigsten Verbraucher? Waschmaschine, Geschirrspüler, Wärmepumpe, etc.
2. Wie ist die Nutzung im Tagesverlauf dieser Verbraucher? Fixiert oder von mir anpassbar?
3. Wie kann ich diesen Eigenverbrauch meiner Energie optimal erhöhen?
4. Möchte ich Autarkie erreichen? Also mich komplett selbst versorgen? (Autonomie: selber wählen, wie man sich versorgt, alleine oder (teilweise) mit Hilfe anderer)
5. Was zahlt mein Energiversorger bei Rückspeisung? Wie gross ist die Differenz zu meinem Einkaufspreis? <https://www.vese.ch/pvtarif/>
6. Abschätzung der eigenen Situation: Ausrichtung? Dachneigung? Flachdach? Verfügbare Fläche? komplizierte Dachstruktur? Sonnig? grosse Bäume oder Nachbarhäuser? Teilschatten?

Die 7 Schritte zur eigenen Solaranlage



**ENERGIESCHWEIZ.CH/
MEINE-SOLARANLAGE**

Hier finden Sie die einzelnen Schritte, Tipps und nützliche Links für den Weg zu Ihrer Solaranlage.

Marktdaten zur PV-Installation

Photovoltaikmarkt: Preisbeobachtungsstudie 2020
EnergySchweiz, BFE, Juni 2021

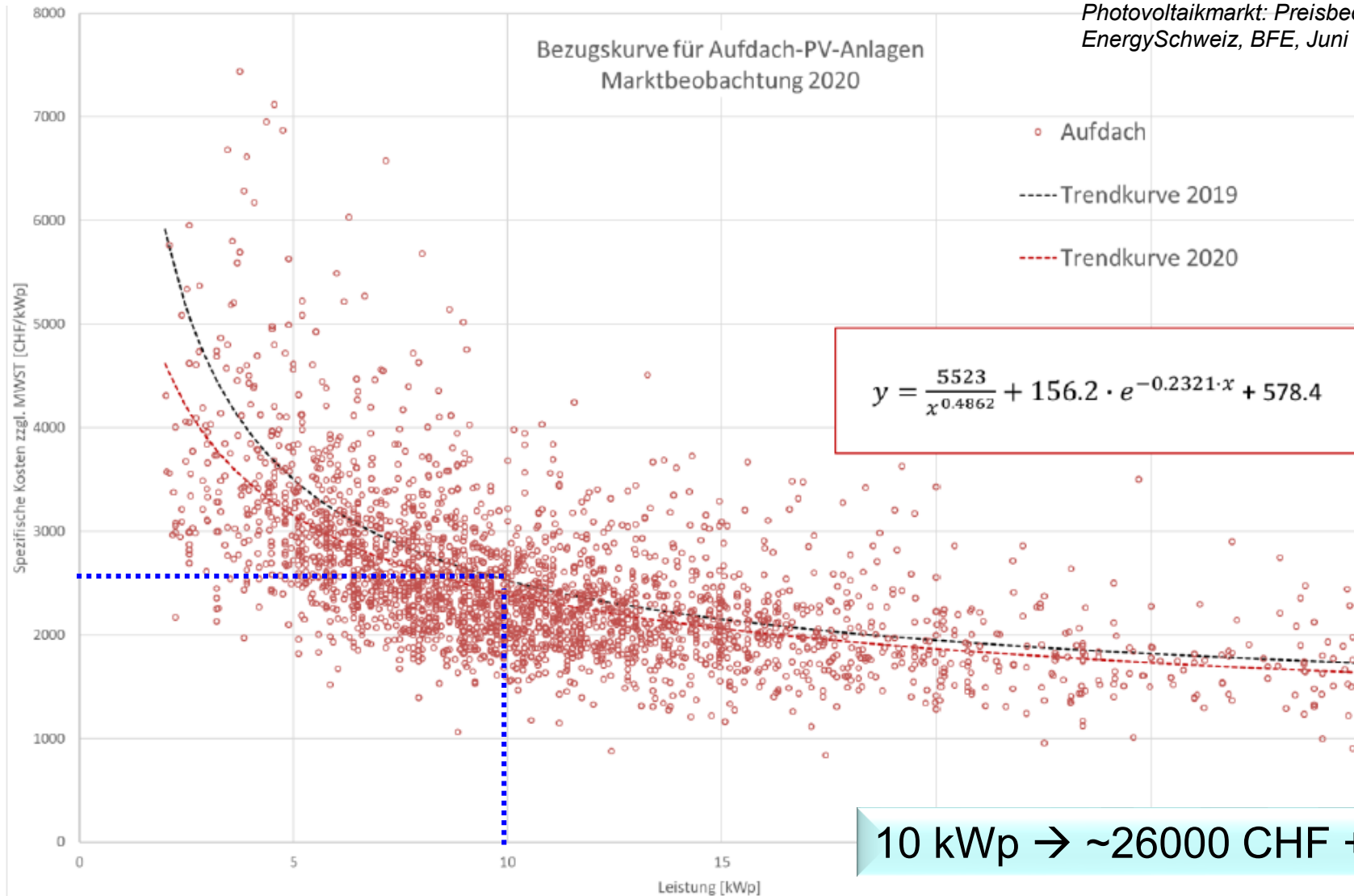
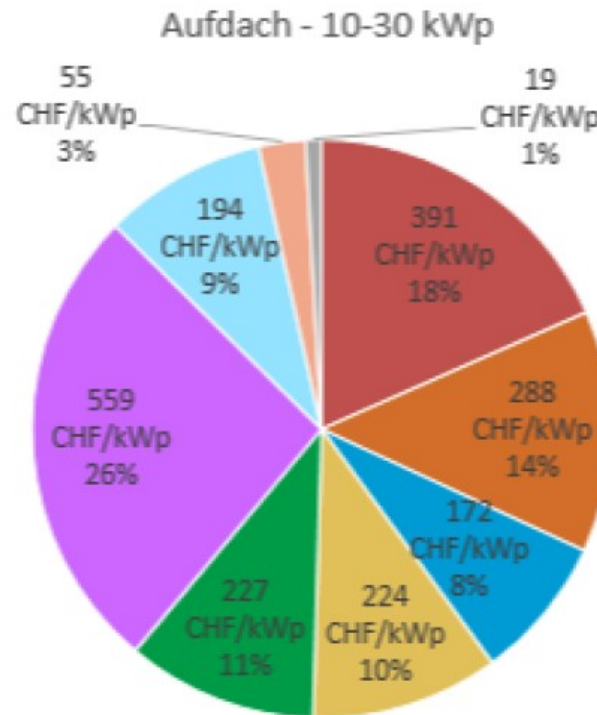
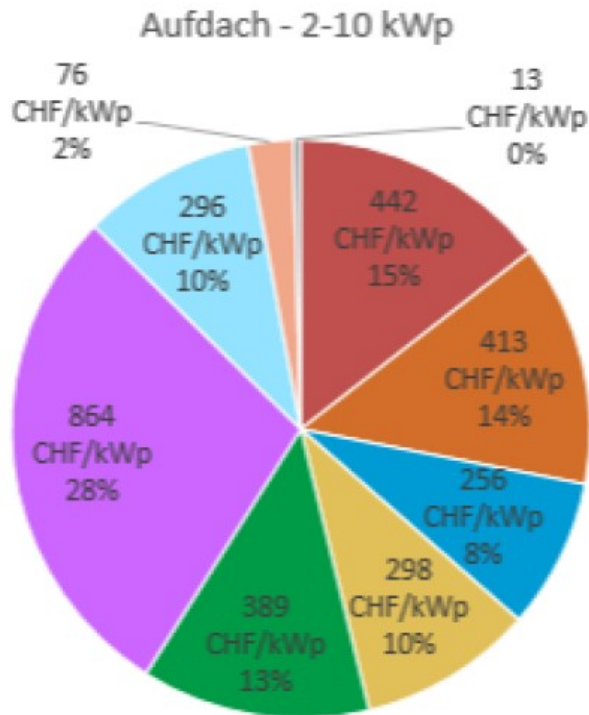


Abbildung 22: Spezifische Kosten (zzgl. MWST) von Aufdach-PV-Anlagen in Abhängigkeit von der Leistung, mit Bezugskurve. Detaildarstellung des Bereichs 2 bis 30 kWp.

Kostenaufteilung einer PV-Installation

Photovoltaikmarkt: Preisbeobachtungsstudie 2020
EnergySchweiz, BFE, Juni 2021



- Kosten der Module
- Kosten der Wechselrichter
- Kosten des Tragwerks
- Kosten für die Baustellenabsicherung und für permanente Sicherheiten
- Verwaltungs- und Planungskosten
- Arbeitskosten
- Kosten des Elektromaterials
- Logistik- und Transportkosten
- Sonstige Kosten

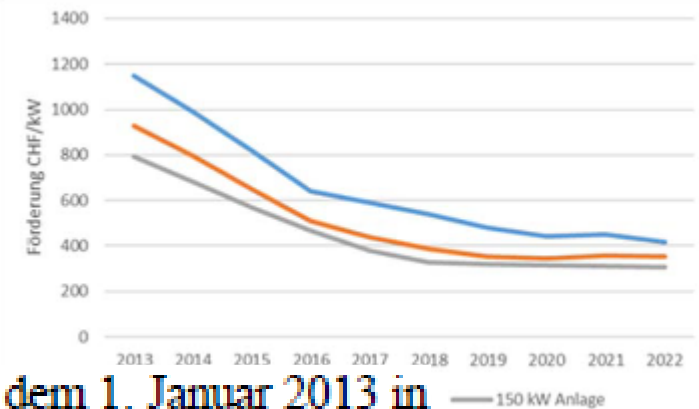
PV-Module	<18%
Elektro & Mechanik Material:	>31%
Verwaltung, Planung, Arbeit, Logistik, Sicherung:	>50%

EIV = Einmalvergütung

Internet site Pronovo (verwaltet Vergütung & Subventionen)

<https://pronovo.ch/>

<https://pronovo.ch/de/services/tarifrechner/>



2.3 Für die angebauten und freistehenden Anlagen, die ab dem 1. Januar 2013 in Betrieb genommen wurden, gelten die folgenden Ansätze:

Leistungs- Inbetriebnahme klasse												
		1.1.2013–31.12.2013	1.1.2014–31.3.2015	1.4.2015–30.9.2015	1.10.2015–30.9.2016	1.10.2016–31.3.2017	1.4.2017–31.3.2018	1.4.2018–31.3.2019	1.4.2019–31.3.2020	1.4.2020–31.3.2021	1.4.2021–31.3.2022	ab 1.4.2022
Grund- beitrag (Fr.)		1500	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1000	700	350
Leistungs- beitrag (Fr./kW)	< 30 kW	1000	850	680	500	500	450	400	340	340	380	380
	<100 kW	750	650	530	450	400	350	300	300	300	290	300
	≥100 kW	700	600	530	450	400	350	300	300	300	290	270

EIV für integrierte Anlagen < 100 kW: +10%

EIV = Einmalvergütung

Internet site Pronovo (verwaltet Vergütung & Subventionen)

<https://pronovo.ch/>

<https://pronovo.ch/de/services/tarifrechner/>

2 Ansätze für die Einmalvergütung

2.1 Für integrierte Anlagen, die ab dem 1. Januar 2013 in Betrieb genommen wurden, gelten die folgenden Ansätze:

Leistungs- klasse	Inbetriebnahme											Vorschlag für neue Verordnung: angebaut	
	1.1.2013–31.12.2013	1.1.2014–31.3.2015	1.4.2015–30.9.2015	1.10.2015–30.9.2016	1.10.2016–31.3.2017	1.4.2017–31.3.2018	1.4.2018–31.3.2019	1.4.2019–31.3.2020	1.4.2020–31.3.2021	1.4.2021–31.3.2022	ab 1.4.2022	Seit 1.4.2022	Ab 1.1.2023
Grund- beitrag (Fr.)	2000	1800	1800	1800	1800	1600	1600	1550	1100	770	385	350	0 200 (<5kW)
Leistungs- beitrag (Fr./kW)	< 30 kW	1200	1050	830	610	610	520	460	380	380	420	380	400
	<100 kW	850	750	630	510	460	400	340	330	330	320	300	300
	> 100kW											270	270

EIV für integrierte Anlagen < 100 kW: +10%

Reduktion der Investitionskosten

Rechenbeispiel:

Anschlussdatum 15.03.2021, angebaute Anlage,
installierte Leistung = 17 kWp

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Grundbeitrag} &= 1100 \text{ CHF} \\ \rightarrow \text{Leistungsbeitrag} &= 17 \text{ kWp} * 380 \text{ CHF/kWp} = 6460 \text{ CHF} \\ \text{Total EIV} &= 7560 \text{ CHF} \end{aligned}$$

Ausserdem:

Steuerersparnis von ca. 15% der Investitionskosten (je nach Steuersatz)

Nicht zu verwechseln mit Förderinstrument von früher:
KEV $\neq$ EIV

Kostendeckende EinspeiseVergütung $\neq$ EinmalVergütung

PV-Anlage auf Gemeindesaal, Morël-Filet

Spezifischer Ertrag 1200 kWh/kWp

Orientation: Ost-West

Fläche: $2 \times (10\text{m} \times 12\text{m}) = 240 \text{ m}^2$

Installierte Leistung :

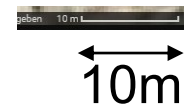
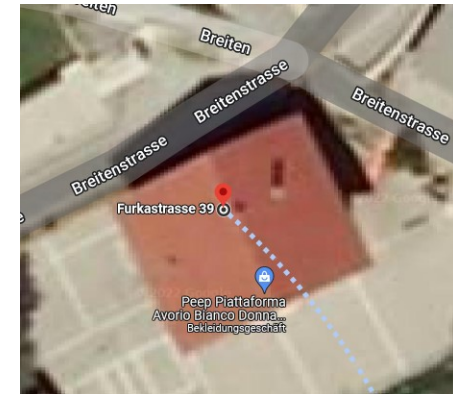
$200\text{m}^2 \times 200 \text{ Wp/m}^2 = 40 \text{ kWp}$

Kosten:

$2 \text{ CHF/Wp} \rightarrow 80000 \text{ CHF}$

$\text{EIV} = 350 \text{ CHF} + 40 \text{ kWp} \times 300 \text{ CHF/Wp} = 12350 \text{ CHF}$

Steuerersparnis für öffentliche Gebäude ?



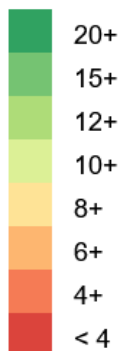
Meine Photovoltaik-Anlage: was brauche ich?

2022 ▾

Was zahlt mein Energiversorger bei Rückspeisung? Wie gross ist die Differenz zu meinem Einkaufspreis?

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

Tarif [Rp/kWh]



Oiken SA (2022)

< 1000 kVA		
Energie	8.30	Rp/kWh
HKN	0.00	Rp/kWh
Total	8.30	Rp/kWh

Bei den obigen Zahlen handelt es sich um aus Meteodaten berechnete effektive Jahrestarife ([Erklärung](#))

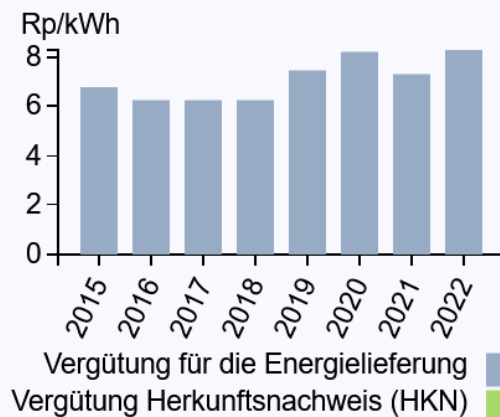
[Link Tarifblatt 1](#)

[Webseite Netzbetreiber](#)

Weitere Informationen

Augmentation de +1 cts/kWh au 1.1.2022. La reprise de la garantie d'origine est compris dans la rétribution.

Entwicklung der Vergütungen (10 kVA)



HKN = Herkunftsnachweis, kostenlos, wenn man über das Internetportal online bei Pronovo den Dauerauftrag beantragt

<https://pronovo.ch/de/services/formulare/#>

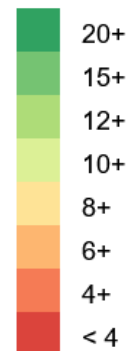
Meine Photovoltaik-Anlage: was brauche ich?

2022 ▾

Was zahlt mein Energiversorger bei Rückspeisung? Wie gross ist die Differenz zu meinem Einkaufspreis?

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

Tarif [Rp/kWh]



VED Visp Energie Dienste AG (2022)

	< 30	< 3000	kVA
Energie	7.10	7.10	Rp/kWh
HKN	2.00	0.00	Rp/kWh
Total	9.10	7.10	Rp/kWh

Winter/Sommer-Tarif für die Vergütung Bei den obigen Zahlen handelt es sich um aus Meteodaten berechnete effektive Jahrestarife ([Erklärung](#))

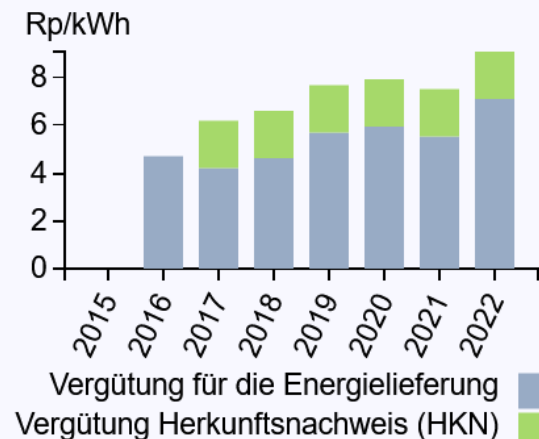
[Link Tarifblatt 1](#)

[Webseite Netzbetreiber](#)

Weitere Informationen

Produktionsanlagen mit einer Leistung grösser 30 kWp: Vergütung des HKN auf Anfrage

Entwicklung der Vergütungen (10 kVA)



HKN = Herkunftsnachweis, kostenlos, wenn man über das Internetportal online bei Pronovo den Dauerauftrag beantragt

<https://pronovo.ch/de/services/formulare/#>

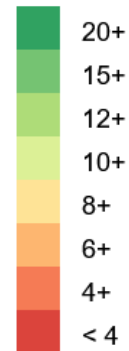
Meine Photovoltaik-Anlage: was brauche ich?

2022 ▾

Was zahlt mein Energiversorger bei Rückspeisung? Wie gross ist die Differenz zu meinem Einkaufspreis?

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

Tarif [Rp/kWh]



EnBAG Netze AG (2022)

< 3000 kVA		
Energie	5.96	Rp/kWh
HKN	3.00	Rp/kWh
Total	8.96	Rp/kWh

HT/NT-Tarif für die Vergütung Winter/Sommer-Tarif für die Vergütung Bei den obigen Zahlen handelt es sich um aus Meteodaten berechnete effektive Jahrestarife ([Erklärung](#))

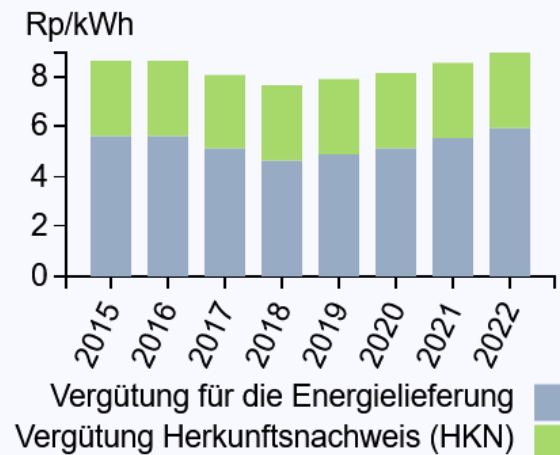
[Link Tarifblatt 1](#)

[Webseite Netzbetreiber](#)

Weitere Informationen

Nur 1 Rp/kWh für HKN aus nicht "naturmade" zertifizierten PV-Anlagen

Entwicklung der Vergütungen (10 kVA)

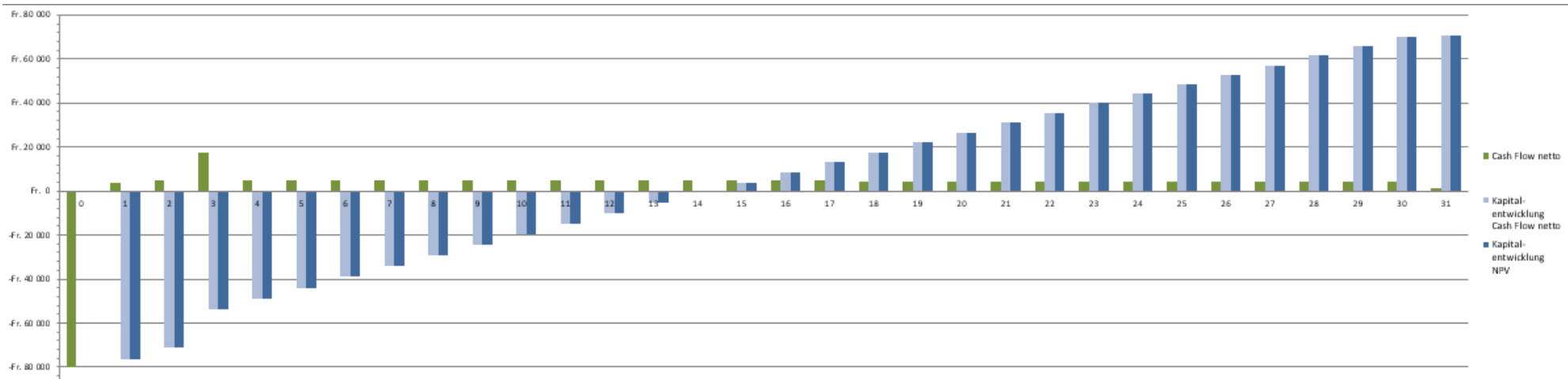
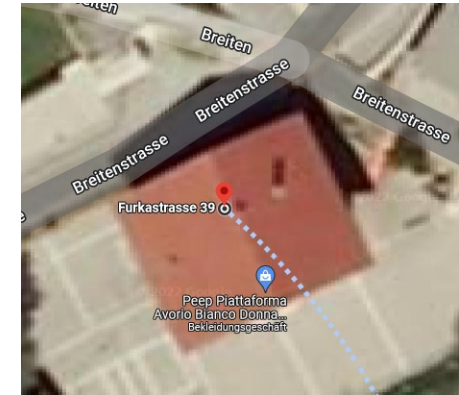


HKN = Herkunftsnachweis, kostenlos, wenn man über das Internetportal online bei Pronovo den Dauerauftrag beantragt
<https://pronovo.ch/de/services/formulare/#>

PV-Anlage auf Gemeindesaal, Morël-Filet

Annahmen:

- Unterhaltskosten 2 Rp/kWh,
- keine Steuerersparnis,
- finanziert durch Budget der Gemeinde (ohne Bankkredit),
- 40% Eigenverbrauch,
- 0.08 CHF/kWh Einspeisevergütung,
- 0.2 CHF/Bezugskosten



Eigenverbrauch optimieren: ZEV

Zusammenschluss zum Eigenverbrauch:

- Einige oder alle Bewohner eines Wohnhauses werden Besitzer der PV-Anlage und verteilen den erzeugten Strom unter sich
- Es wird mehr Strom selbst verbraucht und weniger dem Energieversorger zu einem ungünstigen Tarif verkauft
- Deutlich erhöhte Rendite durch die hohe Differenz von Rückkauf und Verkaufspreis der Netzbetreiber (siehe Folien vorher)

Eigenverbrauch optimieren: ZEV

Die Beteiligten:

1. Besitzer der PV-Solaranlage
2. Verbraucher
3. Netzbetreiber

...und ihre Rolle & Aufgaben:

Besitzer der PV-Anlage:

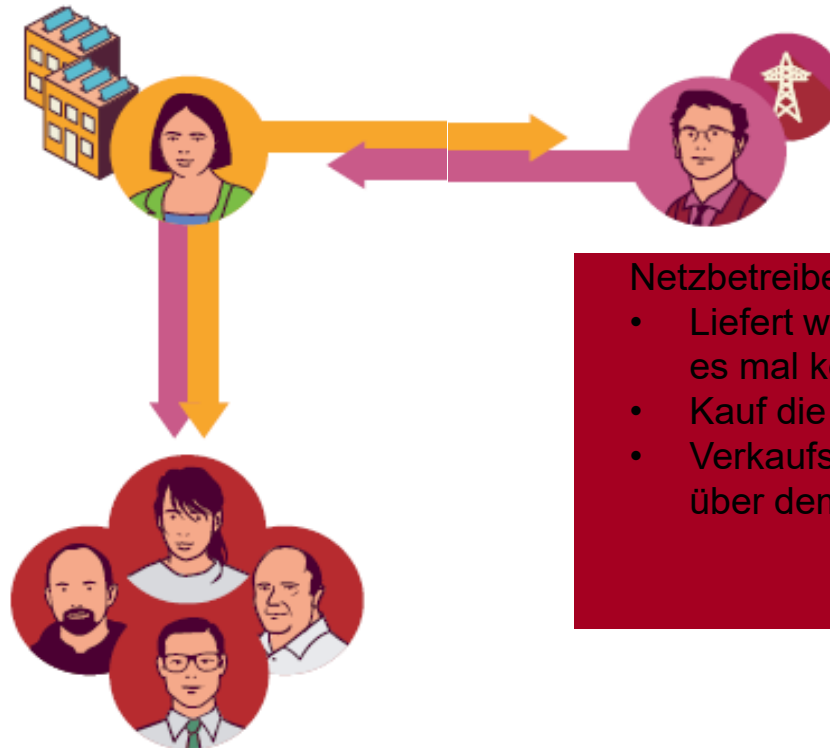
- Betreibt Verwaltet die PV-Anlage
- Rechnungsstellung an die Nutzer
- Organisiert den ZEV
- Nimmt die Erträge ein

Verbraucher:

- Bezahlen die Energie dem Besitzer der Anlage
- Zum gleichen Tarif oder etwas unter Netztarif
- Mieter oder Eigentümer

Netzbetreiber:

- Liefert weiterhin Energie falls es mal keine Sonne gibt
- Kauf die Überschussenergie
- Verkaufspreis liegt deutlich über dem Rückkaufpreis

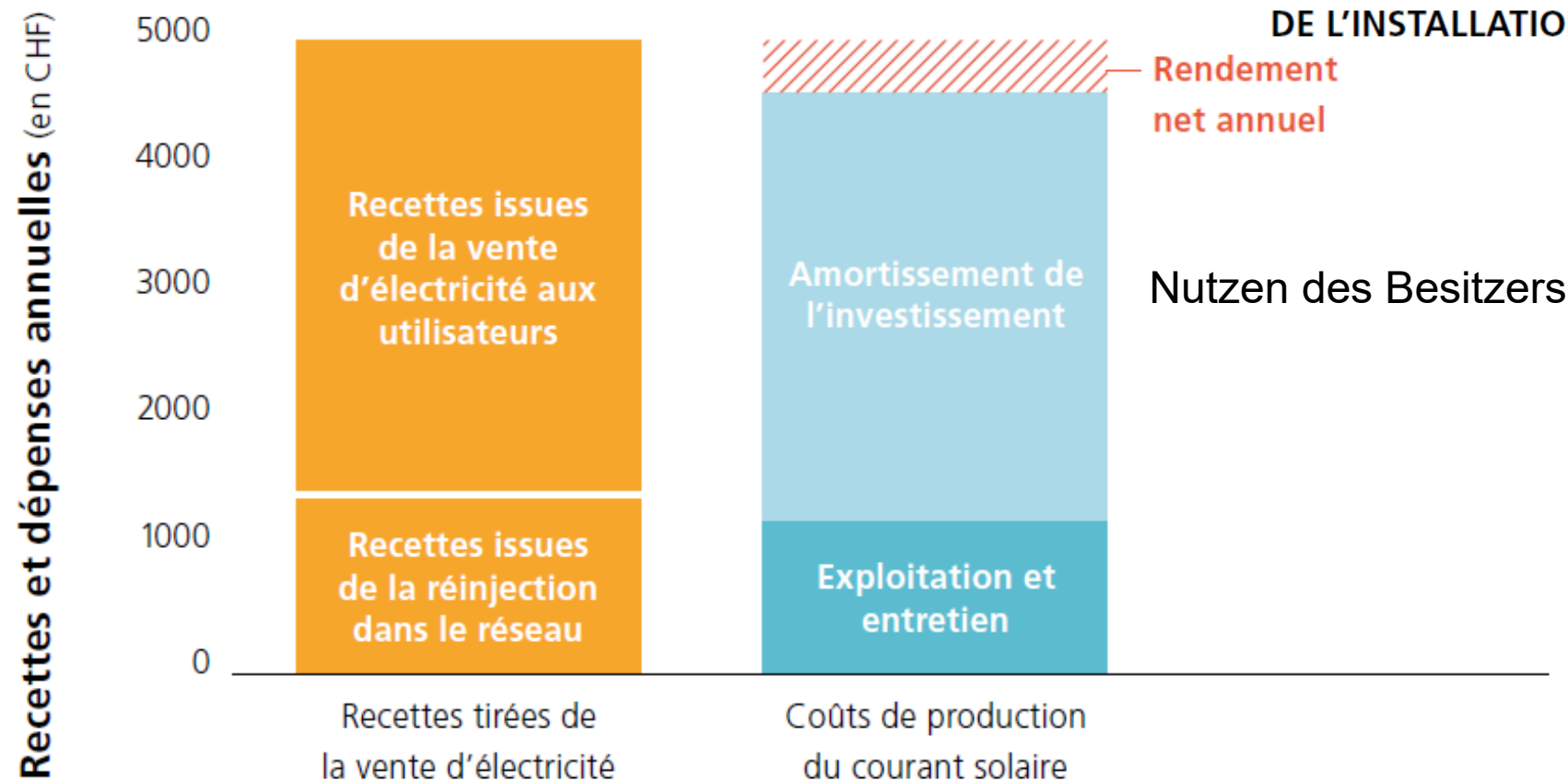


ZEV - Rendite



PROPRIÉTAIRE
DE L'INSTALLATION SOLAIRE

Erträge und Kosten pro Jahr eines Wohnblocks mit
20 Wohnungen



Simulationsbeispiel Kosten-Ertragsrechnung

Beispiel PV-Anlage Siders 4-Reihenhaus, (17 kWp, 1350 kWh/kWp)

- Unterhaltskosten: neuer Wechselrichter alle 15 Jahre : 1800 CHF
- einen oder mehrere Optimiser ersetzen inkl. Arbeit : 1000 CHF
- Reinigen unter Funktionskontrolle in Eigenarbeit durch Besitzer: 0 CHF
- Sonstiges: 1200 CHF

Unterhaltskosten über 30 Jahre: 4000 CHF

Verteilt auf 30 Jahre: $4000 \text{ CHF} / 30 = 133 \text{ CHF/Jahr}$

Erzeugte Energie pro Jahr 23000 kWh: 0.006 CHF/kWh

Swissolar-Tabelle zum download unter:

<https://www.swissolar.ch/fuer-bauherren/planungshilfsmittel/kostenrechner-fuer-pv-anlagen/>

SWISSOLAR 

Simulationsbeispiel Kosten-Ertragsrechnung

Beispiel PV-Anlage Siders 4-Reihenhaus

PV-Wirtschaftlichkeit (Basisdaten)

(kompatibel ab Excel-Version 2010)

Sprache/langue/lingua: deutsch

Projekt	Betreiber	Mister X
	Standort	Siders
	Bezeichnung PV-Anlage	4 Reihenhaus
	Bemerkungen	
	MWST	Produzent MWST-pflichtig MWST-pflichtige Produzenten müssen 7.70% MWST auf den Erträgen abliefern
Anlagendaten	Anlagen-Kategorie	freistehend
	Anlagen-Nennleistung	17 kwp
	Anlagen-Lebensdauer	30 Jahr(e)
	Vergütungsdauer (gilt ab Inbetriebnahme)	1 Jahr(e)
	spezifischer Jahresenergieertrag (ohne Berücksichtigung der Degradation)	1350 kWh/kwp (ohne Degradation)
	Degradation (linear)	85 % der Anfangsleistung
	spezifische Betriebs- und Unterhaltskosten	0.01 SFr./kWh (inkl. MWST)
Investition	Investitionssumme	33 000 SFr. (exkl. MWST)
	Direkte Förderung auf Investitionssumme	0 SFr.
	Einmalvergütung	7 160 SFr.
	Zahlungsfrist Einmalvergütung	2 Jahr(e)
		KLEIV: Kleine Einmalvergütung (Zahlungsfrist 1-2 Jahre) 7 160 SFr. GREIV: Grosse Einmalvergütung (Zahlungsfrist 2-3 Jahre) - SFr.
Kapitalstruktur	Eigenkapital	33 000 SFr.
	Fremdkapital 1	SFr.
	Fremdkapital 2	SFr.
		Laufzeit 30 Jahr(e) Kalkulationszinssatz 100% (p.a. nominal, inkl. Nebenkosten)
Vergütungstarife/Phase	Phase 1 eigener Tarif	ab (Inbetriebnahme-Periode) April 2021
	Phase 2	ab
	Phase 3	ab
	Rückliefertarif	0.0860 SFr./kWh (inkl. MWST)
	Bezugstarif / Solarstromtarif ZEV	0.1600 SFr./kWh (exkl. MWST)
	Eigennutzungsgrad	40%
Ertrag ohne Einspeisevergütung (exkl. MWST)	Vergütungsdauer von/bis	01.04.2021 31.03.2051
	Rücklieferung	1078 SFr./Jahr
	eingesparter Bezug	1337 SFr./Jahr
	Ø Ertrag	1078 SFr./Jahr
Ertrag mit Einspeisevergütung (inkl. MWST)	Leistungsklasse	Grösse (kwp)
	≤ 10 kwp	
	≤ 30 kwp	
	≤ 100 kwp	
	≤ 1000 kwp	
	> 1000 kwp	
	Ø Einspeisevergütung (bezogen auf Vergütungsdauer)	SFr./Jahr
Kennzahlen (bezogen auf die Anlagen-Lebensdauer)	Ø Jahresenergieertrag	21 510 kWh/Jahr
	Ø Jahresertrag	1076 SFr./Jahr
	Ø eingesparter Bezug	1334 SFr./Jahr
	Ø MwSt-Umsatzsteuer	83 SFr./Jahr
	Ø MwSt-Vorsteuer	16 SFr./Jahr
	Ø Unterhaltsaufwand	209 SFr./Jahr
	Ø Eigenkapitalkosten	1006 SFr./Jahr
	Ø Fremdkapitalkosten	0 SFr./Jahr
	Ø Nettoertrag	1129 SFr./Jahr
	Kapitalbarwert (NPV) (Nettgegenwartswert)	29 183 SFr.
	Payback (dyn. Amortisationsrechnung)	12 Jahr(e)
	kWh-Kosten (Gestehungskosten)	0.060 SFr./kWh

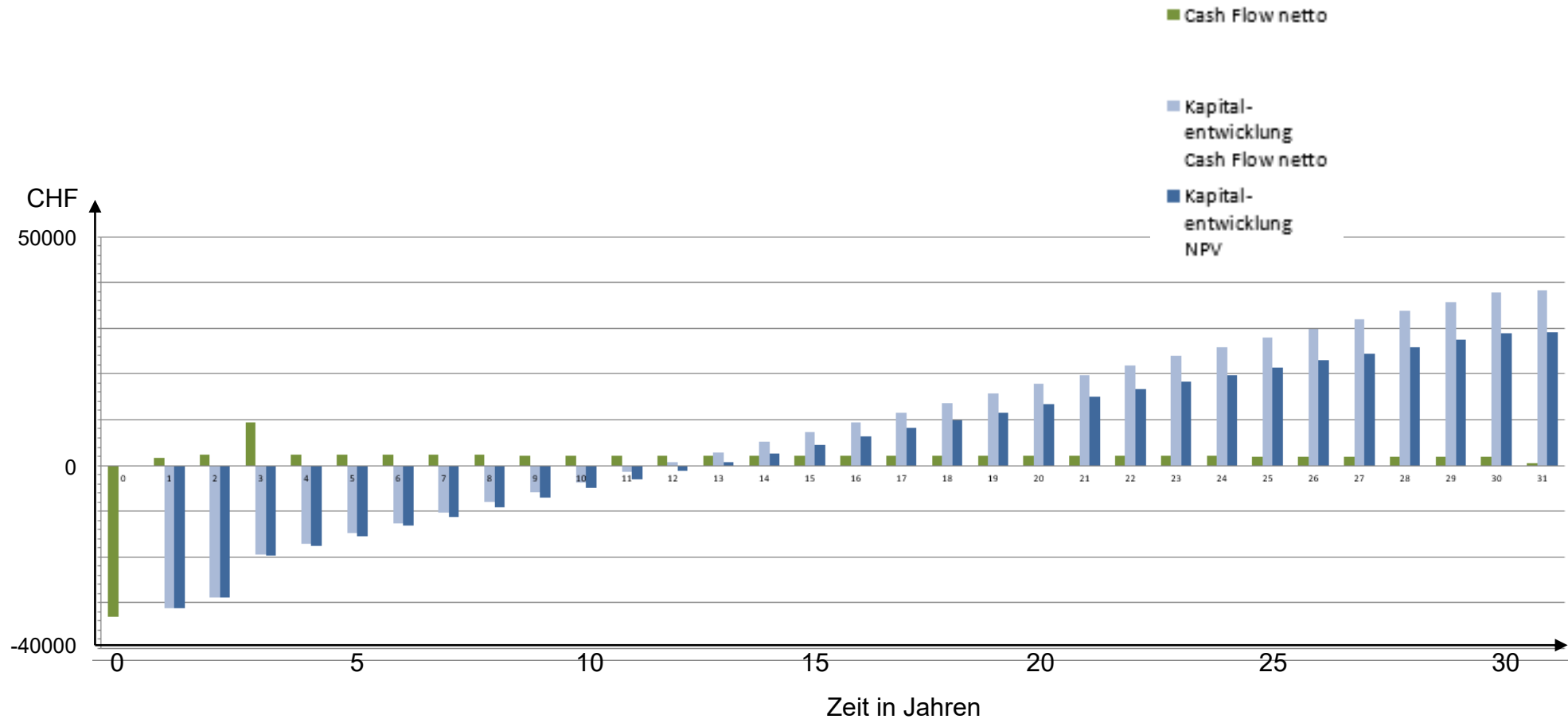
Nicht lesbar.

Payback time : 12 Jahre

kWh-Kosten : 0.06 CHF/kWh

Simulationsbeispiel Kosten-Ertragsrechnung

Beispiel PV-Anlage Siders 4-Reihenhaus



Energie von der Sonne - Inhalt

1. Grundlagen & technische Erläuterungen
2. PV Kosten, Nutzen & Ertrag für den Anlagenbesitzer
3. **Ziele & Herausforderungen der Photovoltaik: Speicherung**
4. Technische & wirtschaftliche Entwicklung
5. Diskussion: «Mythen & Fakten»

Stromproduktion Schweiz

Fig. 9 Entwicklung der einzelnen Erzeugerkategorien seit 1950
Evolution des différentes catégories de production depuis 1950

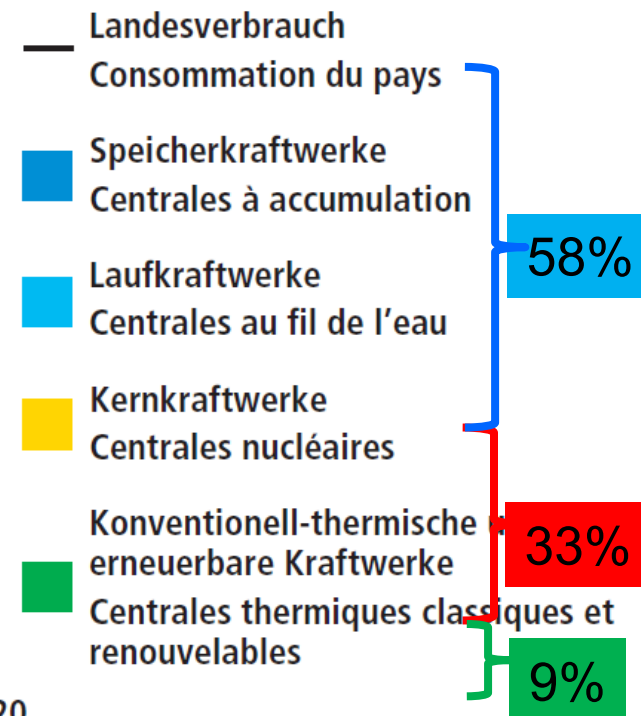
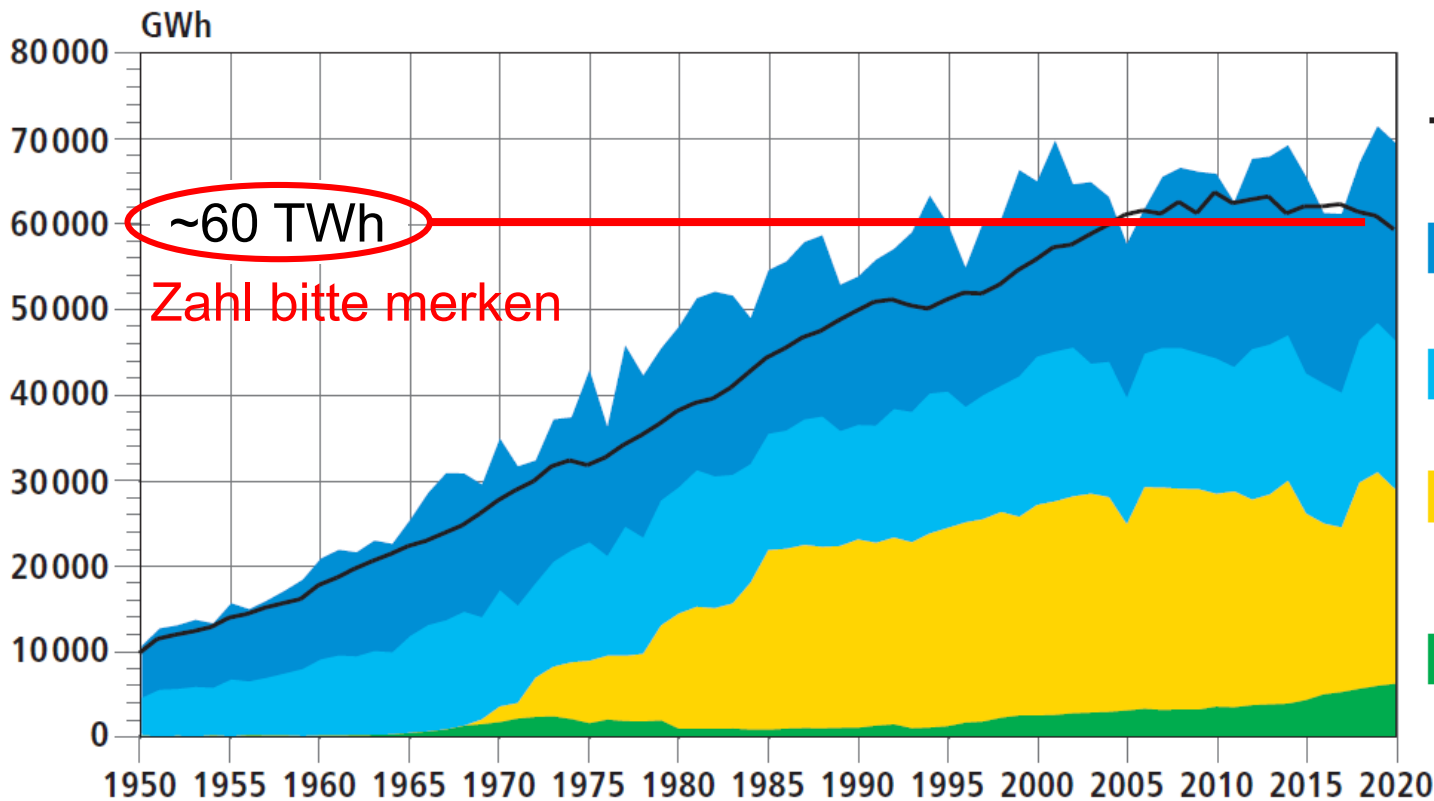
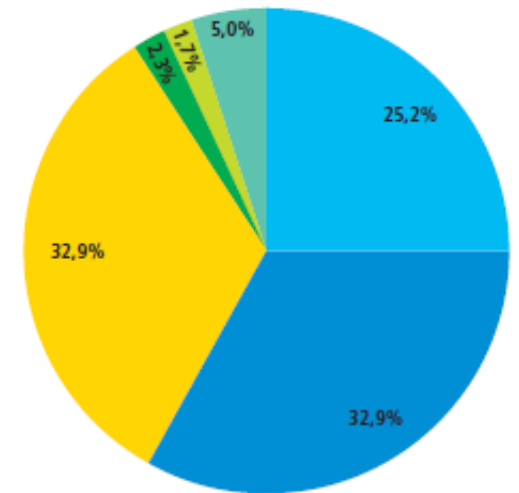
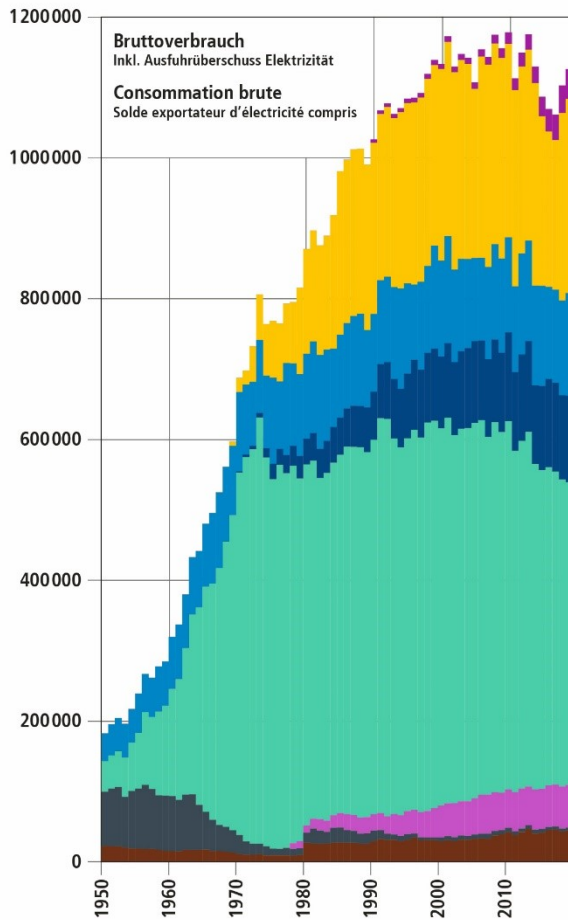
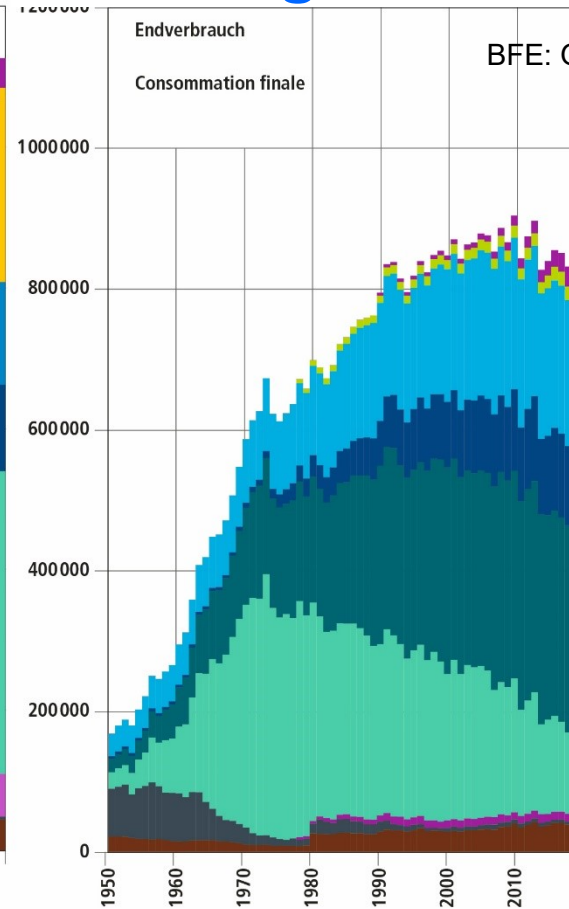


Fig. 4 Energieverbrauch 1950–2019 in TJ
Consommation d'énergie 1950–2019 en TJ



Übrige erneuerbare Energien
Autres énergies renouvelables
 Kernbrennstoffe
Combustibles nucléaires
 Rohwasserkraft
Force hydraulique brute
 Erdgas
Gaz naturel
 Erdöl
Pétrole
 Abfälle
Déchets
 Kohle
Charbon
 Holz
Bois

Endenergieverbrauch Schweiz 1910 - 2019



Übrige erneuerbare Energien
Autres énergies renouvelables
 Fernwärme
Chaleur à distance
 Elektrizität
Electricité
 Gas
Gaz
 Treibstoffe
Carburants
 Erdölbrennstoffe
Combustibles pétroliers
 Industrieabfälle
Déchets industriels
 Kohle
Charbon
 Holz
Bois

BFE: Gesamtenergiestatistik 2019

Stromverbrauch ~ 1/4

Fossile Brennstoffe ~ 2/3

→ Es gibt viel zu tun...

Jenseits vom Strom: Neubauten & Graue Energie

Die Baubranche setzt auf Abriss

Alte Häuser abreißen und von Grund auf neu bauen liegt im Trend – doch dabei geht viel graue Energie verloren

CHRISTOF FORSTER, BERN

Alte Gebäude verbrauchen viel Energie. Sie sind schlecht isoliert und werden oft mit Öl oder Gas beheizt. Ihre CO₂-Bilanz ist miserabel. Hauseigentümer stehen vor der Frage: abreißen und neu bauen – oder sanieren? «In den vergangenen 10 Jahren hat man stark für Ersatzneubauten plädiert», sagt der Nationalrat Kurt Egger (Grüne), der eine Energieberatungsfirma leitet. Im Fokus sei der Verbrauch im laufenden Betrieb gestanden. Diesbezüglich schneiden nach Minergie-Zertifizierung in den Städten, und da vor allem in Zürich, ist die Abrissbirne besonders aktiv. Im letzten Jahr wurden 1768 Wohnungen abgerissen, was ein neuer Rekord ist.

Ein vehementer Verfechter von Ersatzneubauten ist der Baumeisterverband. Diese seien eine der effektivsten Arten, die Klima- und Energieziele zu erreichen, schreibt der Verband in der Vernehmlassung zum CO₂-Gesetz. Dabei handelt es sich um eine Neuauflage, nachdem das Stimmvolk im Juni 2021 die ursprüngliche Vorlage bachab geschickt hatte. Der Verband fordert, dass Ersatzneubauten im gleichen Ausmass gefördert werden wie energetische Sanierungen. Sie würden bereits in vielen Kantonen als Lösung für die Modernisierung des Gebäudeparks gelten.

Zudem fordern die Baumeister, die Baubewilligungsverfahren zu vereinfachen, zu beschleunigen und zu digitalisieren. Dies solle mithelfen, die Sanierungsquote von 1 auf 3 Prozent zu erhöhen und damit eine eigentliche «grüne Welle» auszulösen.

Kantone interessiert

Was gut tönt auf dem Papier, entpuppt sich bei genauerer Betrachtung als viel kniffliger. Denn bei der Abwägung zwischen Ersatzneubauten und Sanierungen wurde die graue Energie, die in den Gebäuden steckt, bisher zu wenig beachtet. Die Produktion von Zement, Stahl, Aluminium und weiteren Baumaterialien ist energieintensiv. Bei der Herstellung von Zement sind Temperaturen von rund 900 Grad notwendig, die durch Verbrennen von Gasen erreicht werden. Um Aluminium zu produzieren, wird viel Strom benötigt.



In den Städten, und da vor allem in Zürich, wurden im vergangenen Jahr 1768 Wohnungen demoliert.

GERHARD BÄCK / NZZ

Es gibt indes gute Gründe dafür, dass die Kantone an Ersatzneubauten interessiert sind. Damit lassen sich die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor stark senken. Auf diesem Konto wird der CO₂-Ausstoss, der beim Heizen und für das Aufbereiten des Warmwassers anfällt, ausgewiesen. Hingegen werden die Emissionen, die beim Neubau entstehen, der Industrie zugerechnet. Dazu gehört die Produktion von Zement. Im Ausland hergestellte Materialien wie Stahl tauchen in keiner CO₂-Statistik der Schweiz auf.

Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) schreibt in der Stellungnahme zum CO₂-Gesetz: «So wird die CO₂-Bilanz des Kantons zwar besser, aber global gesehen hat man nichts für den Klimaschutz getan.» Im Gegenteil: Die Treibhausgasemissionen in der Atmosphäre würden gar erhöht.

Die CO₂-Emissionen, die in der Schweiz beim Bau von Gebäuden verur-

sacht werden, betragen rund 11 Millionen Tonnen. Sie entsprechen den gesamten direkten Emissionen aller Öl- und Gasheizungen in der Schweiz. Diese grauen Emissionen werden aber laut SIA nicht ausgewertet. Hinzu kommen aus dem Ausland importierte graue Energie und CO₂-Emissionen für Baumaterialien. Der SIA schlägt vor, die Treibhausgasemissionen des gesamten Bausektors zu erfassen. Damit könnten Fortschritte transparent gemacht und gemessen werden.

Brachliegendes Potenzial

Der Verband sei nicht grundsätzlich gegen Ersatzneubauten, sagt SIA-Präsident Peter Dransfeld. Jeder Fall müsse individuell beurteilt werden. Es gebe Situationen, in denen Ersatzneubauten die nachhaltigere Option seien. In der Regel ist aber laut Dransfeld aus Klimaschutzgründen der Weiterbau am Be-

stand zu bevorzugen. Grund dafür sei die grosse Menge an grauer Energie, die in der Primärstruktur enthalten sei. Dazu gehören das Untergeschoss und die Tragstruktur. Muss sie nicht neu erstellt werden, kann viel CO₂ eingespart werden.

Auf die grosse Bedeutung der grauen Energie verweist auch der WWF. «Der CO₂-Ausstoss, der bei Bau, Umbau und Abriss von Gebäuden entsteht, ist aktuell das brachliegende Potenzial im Gebäudesektor», sagt Patrick Hofstetter vom WWF. Mit den laufend sinkenden Emissionen aus dem Betrieb der Gebäude nehme der relative Anteil der grauen Energie und der grauen Emissionen zu. «Netto null» bleibe unerreichbar, solange Millionen Tonnen von CO₂ durch den Einsatz von Zement, Stahl und Glas in Neu- und Umbauten entstünden.

Auch der Schweizer Heimatschutz wehrt sich gegen den Trend zum Abbruch von Häusern. Jährlich fielen 4 Mil-

lionen Tonnen Bauabfall aufgrund von Abrucharbeiten an. Trotz Anstrengungen beim Rezyklieren sei der Verlust von grauer Energie heute zu hoch. Der Heimatschutz schlägt vor, dass die graue Energie in der Abwägung zwischen Neubau und Umbau verbindlich berücksichtigt wird. Er kritisiert den Entwurf zum neuen CO₂-Gesetz, welcher den Fokus einseitig auf die Reduktion der für den Betrieb verbrauchten Energie richtet.

Anders sieht es der Baumeisterverband. Ein heute erstelltes Gebäude verbrauche vier- bis siebenmal weniger Energie als eine Immobilie aus der Zeit vor den 1980er Jahren, schreibt er. Neue Gebäude emittierten zudem kein CO₂. Daher sei der Neubau alter Gebäude oft energieeffizienter. Und Verdichtungen seien bei Ersatzneubauten einfacher als bei Sanierungen, sagt Bernhard Salzmann, Vizepräsident des Verbands. Damit werde die Ressource Boden geschont. Mit Ersatzneubauten lässt sich zudem das Angebot besser auf die nachgefragten Wohnstandards ausrichten. Sanierungen hätten aber durchaus auch ihren Platz.

Höhere Ausnutzung

Das Parlament wird sich in der Beratung zum CO₂-Gesetz zur Frage Ersatzneubauten oder Sanierungen positionieren müssen. Beiden Seiten legen Vorschläge vor. Der SIA will energetische Sanierungen fördern, indem für bauliche Verdichtungen in bestehenden Gebäuden eine zusätzliche Ausnutzung des Grundstücks gewährt werden soll. Die Verdichtung müsse in erster Linie über Aufstockungen erfolgen, um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Der Baumeisterverband hingegen fordert auch für Ersatzneubauten eine zusätzliche Ausnutzung von mindestens 25 Prozent.

Es gibt bereits Ideen, wie die graue Energie im Gebäudesektor besser berücksichtigt werden kann. Die Umweltkommission des Nationalrats arbeitet derzeit an einer Vorlage. Die Grenzwerte für die graue Energie im Gebäudebereich vorsieht. Für die Umsetzung zuständig wären die Kantone im Rahmen der Mustervorschriften im Energiebereich (Mukun). Die Kommission möchte mit der Revision des Umweltschutzgesetzes ganz grundsätzlich die Kreislaufwirtschaft fördern.

Zementherstellung:
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

- Ersatzstoffe - **begrenzt**
- CO₂-Capture & Storage - **energieintensiv**

achtet. Die Produktion von Zement, Stahl, Aluminium und weiteren Baumaterialien ist energieintensiv. Bei der

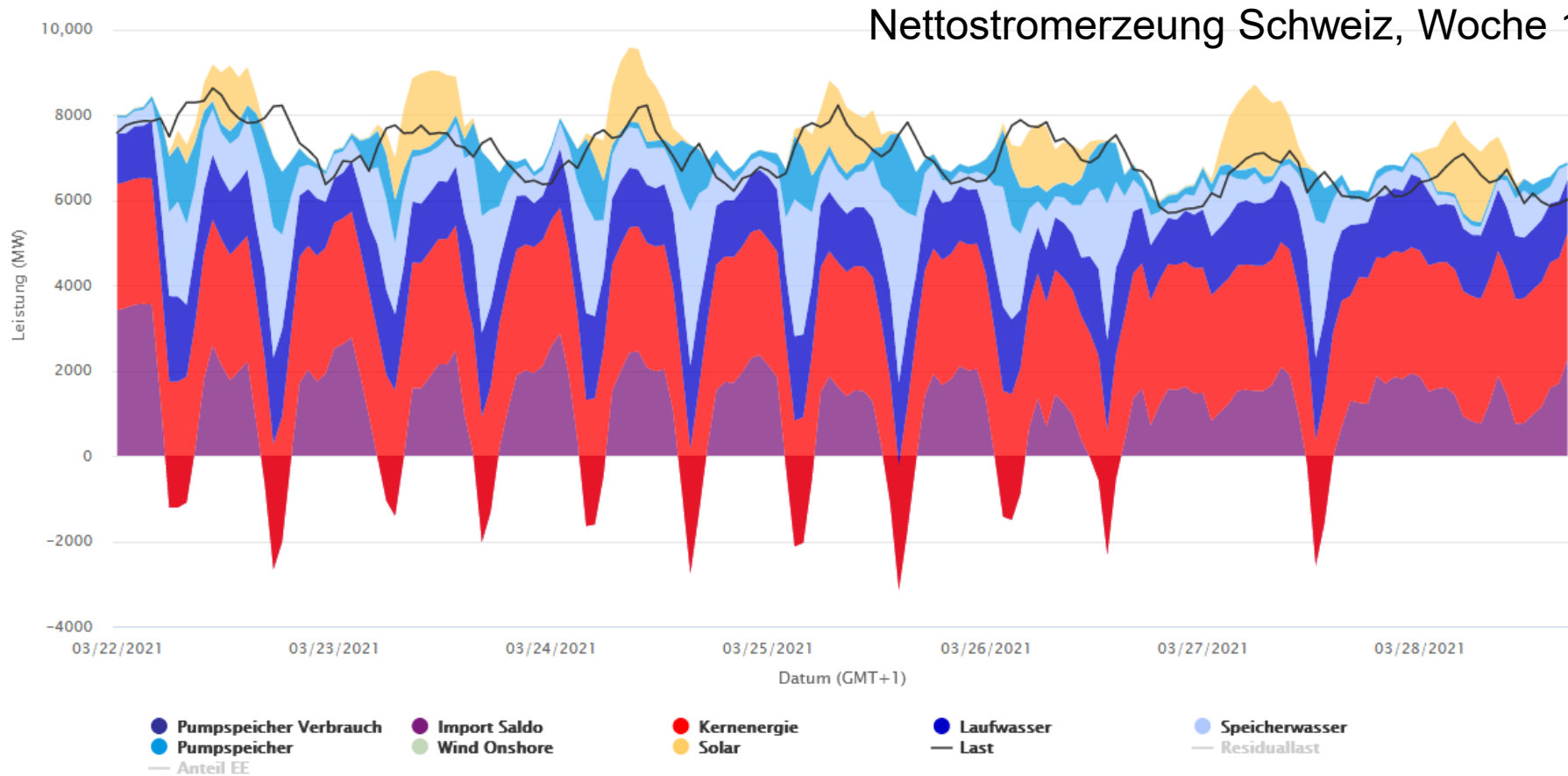
Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) schreibt in der Stellungnahme zum CO₂-Gesetz: «So wird die CO₂-Bilanz des Kantons zwar besser, aber global gesehen hat man nichts für den Klimaschutz getan.» Im Gegenteil: Die Treibhausgasemissionen in der Atmosphäre würden gar erhöht.

Hauptproblem: Zeitliche Variation

Wie kann man das ausgleichen? 4 Optionen:

1. Netzeinspeisung (Standard) : am einfachsten heutzutage
→ Problemlos bis etwa 5...10% des Stromverbrauchs
→ Aber in Zukunft? $E_{PV} > 10\% E_{tot}$ → Ausbau von Übertragung & Verteilnetz
2. Zentrale Regelung des Verbrauchs → klassische «smart grid» ~ maximal 15% des Verbrauchs
3. Eigenverbrauch: «in gewissen Grenzen» mittels lokaler Regelung, Elektroauto & Wärmepumpe darüber hinaus: Batterien
4. Speicherung notwendig ab ~10% Gesamtverbrauch (Schweiz 2020 ~ 5%)
 - Zentral: Pumpspeicher; z.B. Limmat-Lint & Nant de Drance 2018: je ~ 1 GW
 - Lokal: Batterien: zunehmen aber noch nicht rentabel, Tag/Nacht Regelung, nicht saisonal
 - Saisonal: Power-to-Gas → Schweiz: mehrere Prototypen im Aufbau, momentan zu wenig Solarstrom, als dass sich das lohnt

Zeitliche Variation Solarstrom



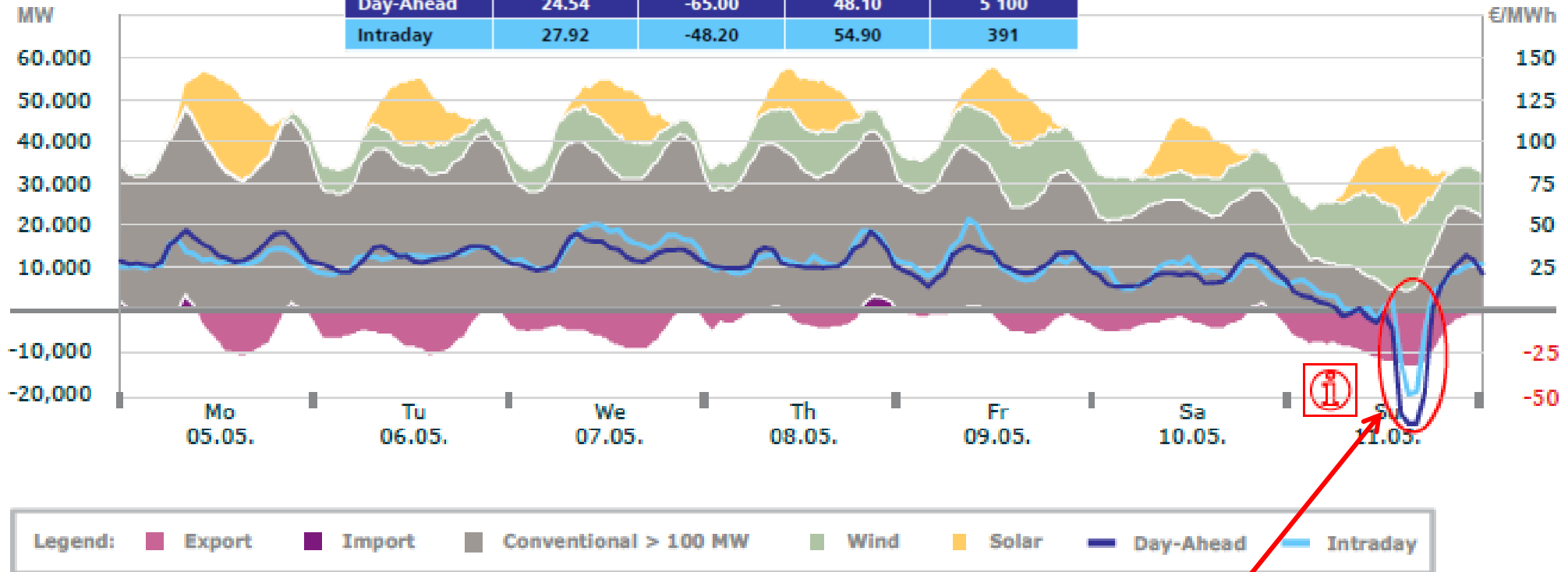
Energy-Charts.info - letztes Update: 02/28/2022, 11:39 PM GMT+1

- In den nächsten 5 Jahre ist in der Schweiz keine Überproduktion an PV zu erwarten
- Und für die 10 Jahre danach stehen die Pumpspeicher bereit

Zeitliche Variation Solarstrom

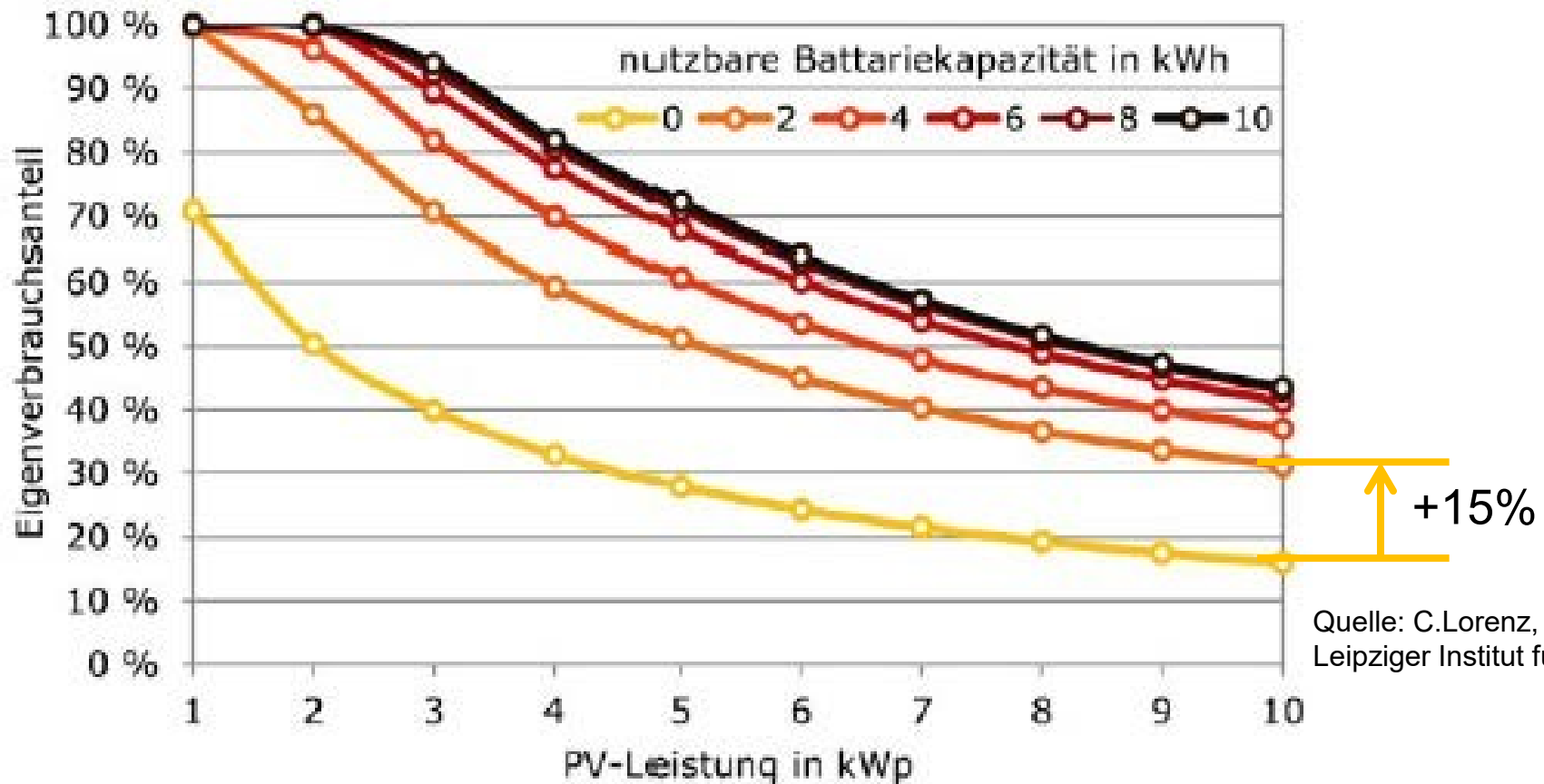
€/ MWh	Period Mean	Period Min	Period Max	Trading / GWh
Day-Ahead	24.54	-65.00	48.10	5 100
Intraday	27.92	-48.20	54.90	391

displayed week: CW 19; 2014



Gratis Stromimport!!
Besser noch: bezahlt für Verbrauch

Erhöhter Eigenverbrauch mit Batterie



Quelle: C.Lorenz, G.Schröder,
Leipziger Institut für Energie, 2015

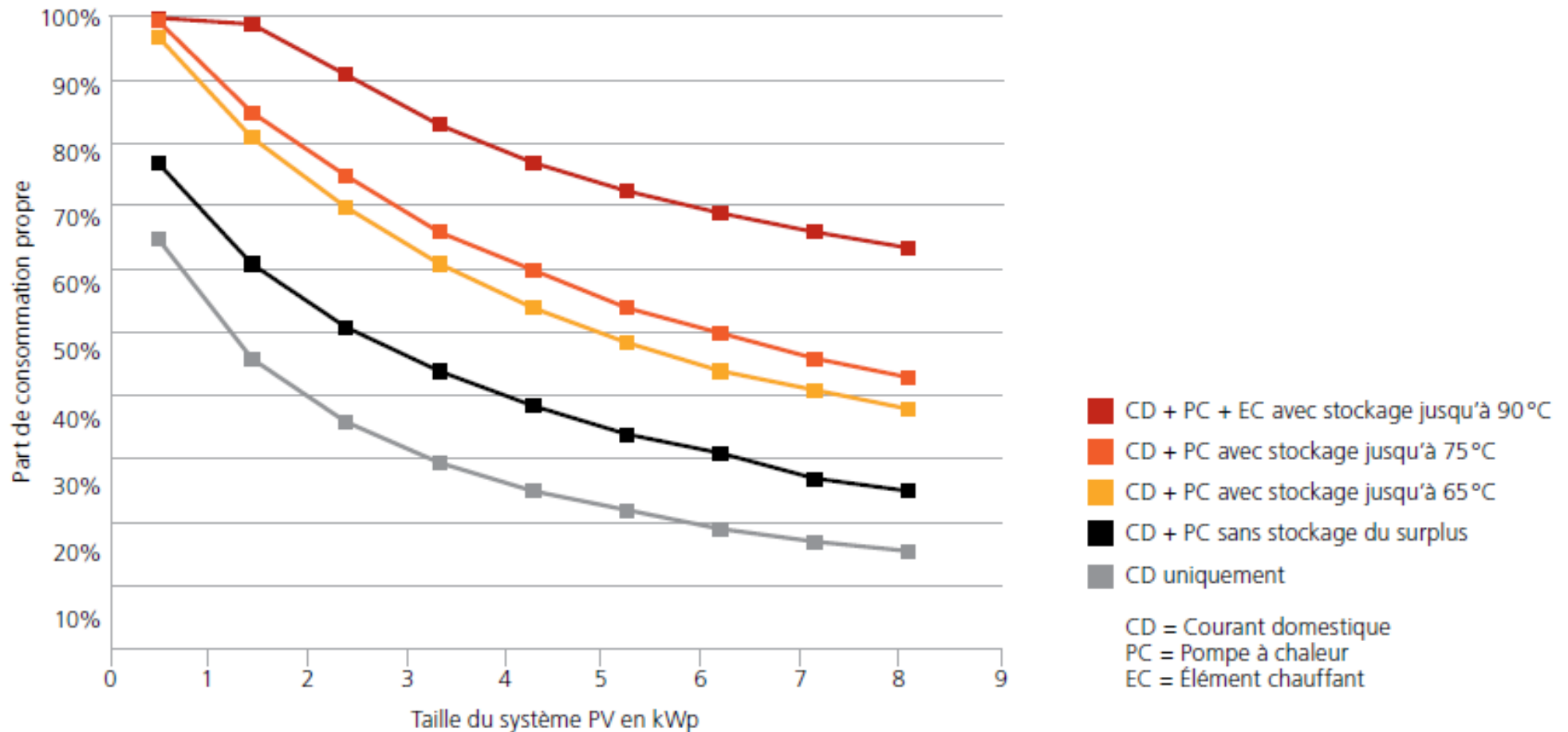
Kosten: Li-Batterie 500...600 CHF/kWh_{nom}

→ 2 kWh_{reel} ~ 1500 CHF → Eigenverbrauch + 15%

→ Neue Rendite-Berechnung mit EIV-Berechnung

→ niedrigere Netzbelastung wird in Tarifen nicht belohnt

Erhöhter Eigenverbrauch mit Wärmepumpe

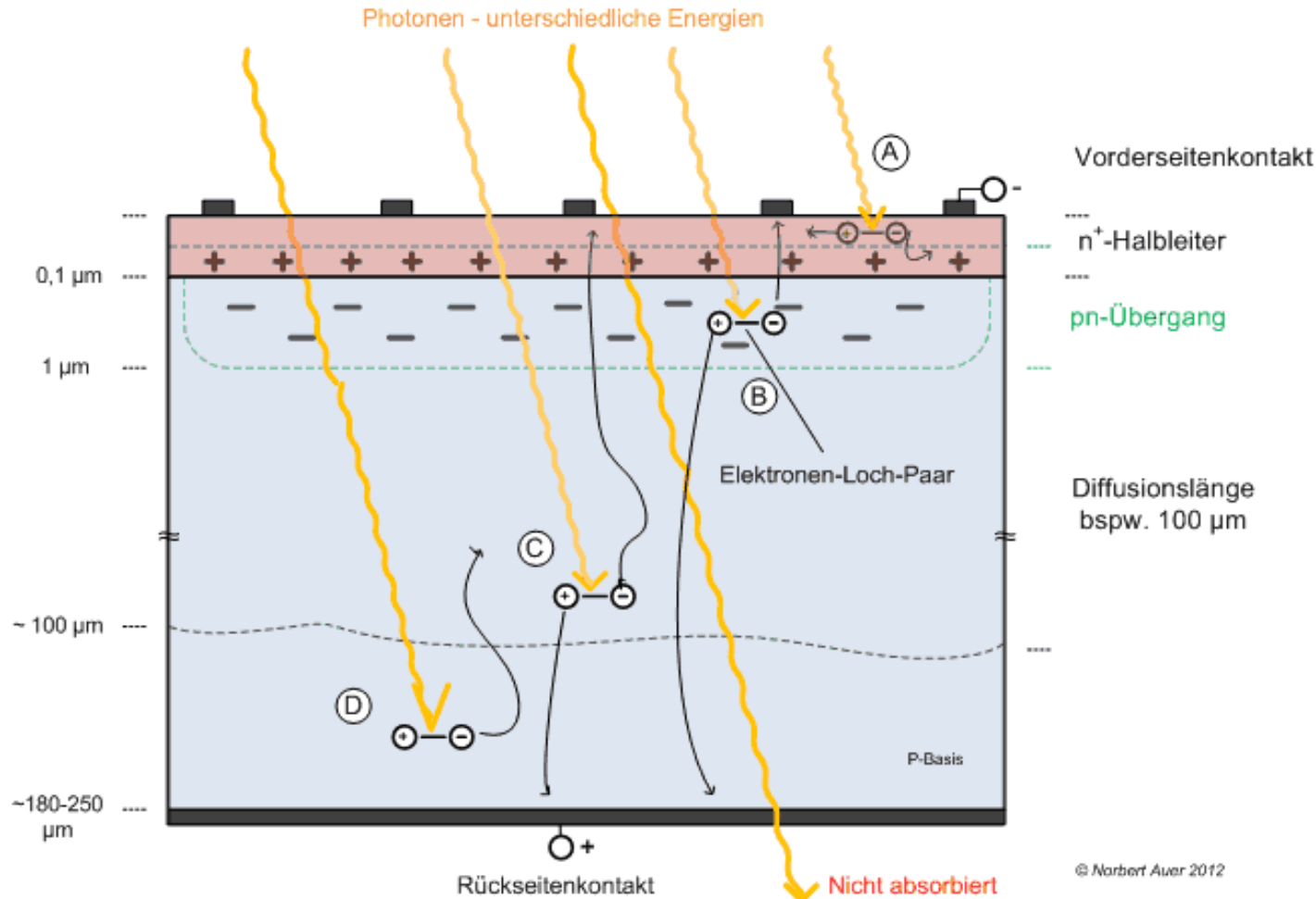


Energie von der Sonne - Inhalt

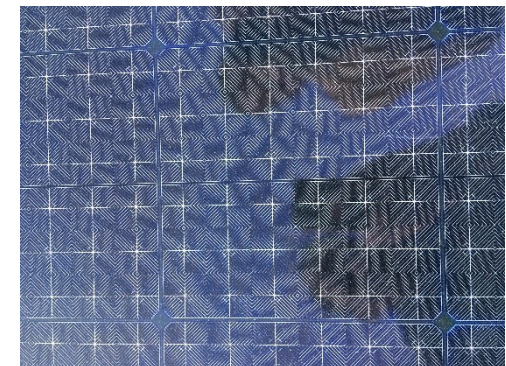
1. Grundlagen & technische Erläuterungen
2. PV Kosten, Nutzen & Ertrag für den Anlagenbesitzer
3. Ziele & Herausforderungen der Photovoltaik: Speicherung
- 4. Technische & wirtschaftliche Entwicklung**
5. Diskussion: «Mythen & Fakten»
 - Aufbau einer Solarzelle
 - Technische Entwicklung in naher Zukunft
 - Was bringt PV überhaupt? Was bringt PV für die Schweiz?

Prinzip der Solarzelle – Details

SOLARSTROMERZEUGUNG IN KRISTALLINEN SOLARZELLEN

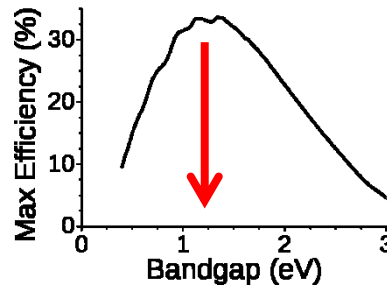


- Dicke
- Absorption
- Diffusion
- Schichtstruktur
- Elektr.Feld
- Kontaktierung
- Verluste
- ...

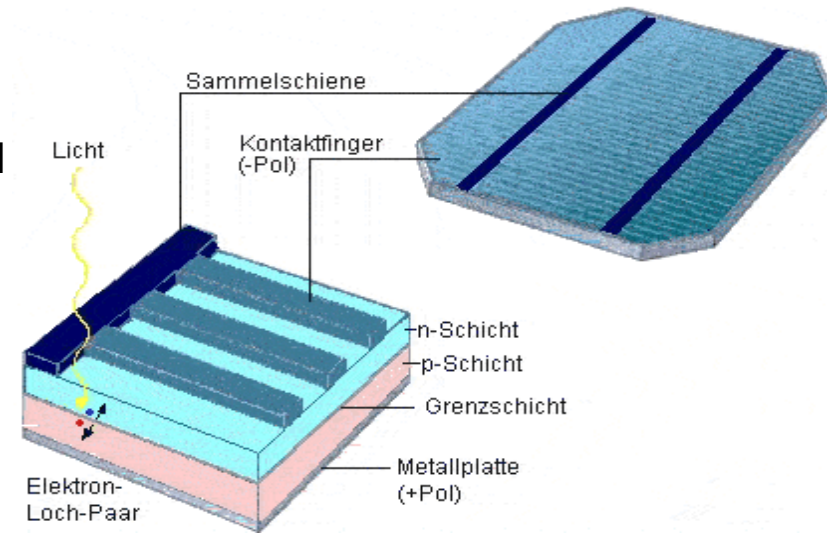


Prinzip der Solarzelle

- Grundmaterial: Halbleiter
- Wichtig: Energielücke zwischen Leitungs- und Valenzband
Ideal:



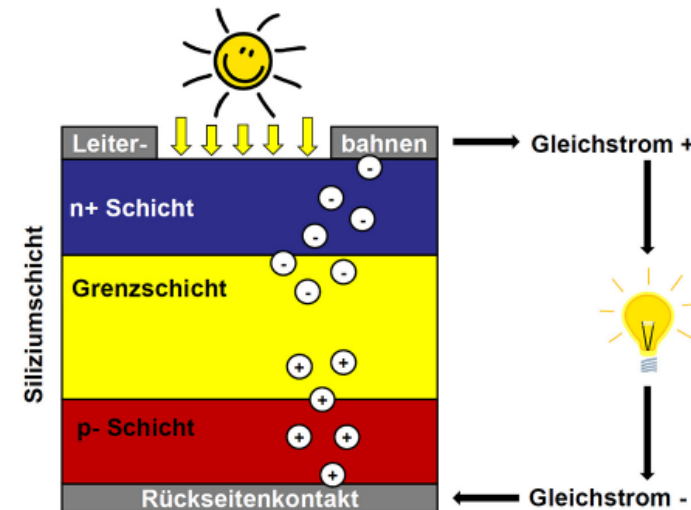
ey & Queisser 1961



- Photon $\rightarrow$ erzeugt ein Elektron-Loch-Paar
- Halbleiterphysik: doping « p » und « n » $\rightarrow$ lokal verankertes elektrisches Feld
- Trennung Elektron vom «Loch»
- Spannung an den Anschlüssen: «+» und «-» -Pole

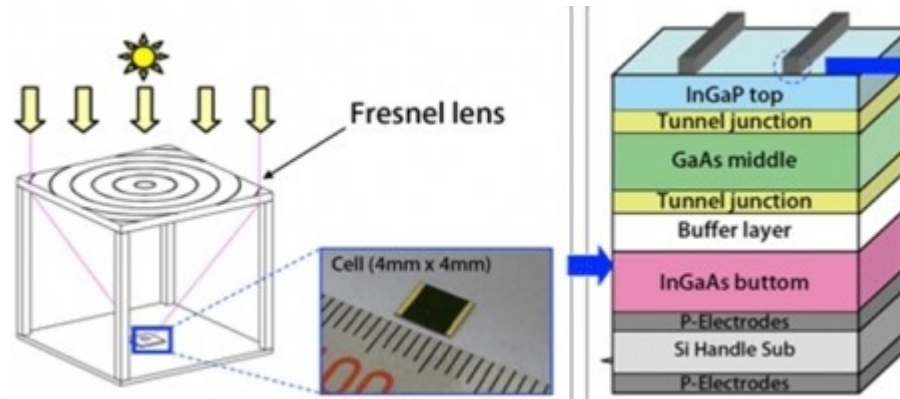
- **Zu vermeiden:** Rekombination Elektron – Loch $\rightarrow$ Verluste
 $\rightarrow$ Materialqualität: monokristallin > polykristallin > Dünnschicht

- Generell: Höhere Temperatur $\rightarrow$ grössere Verluste

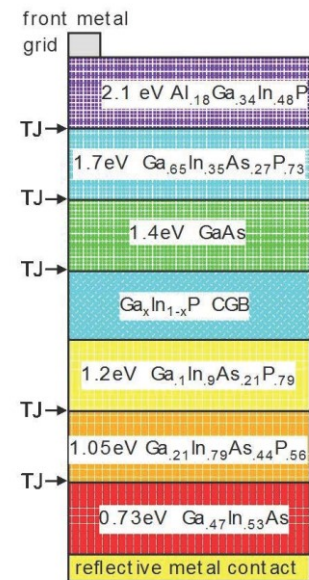
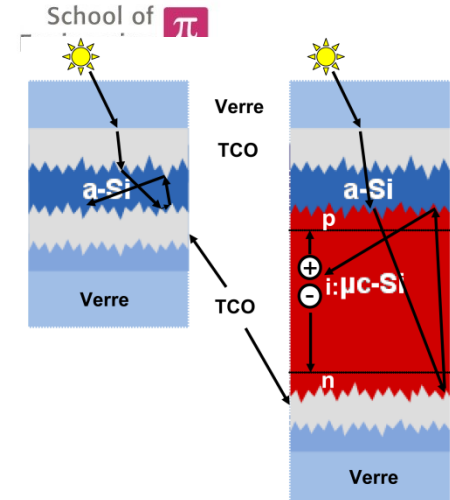


Unterschiedliche Technologien: PV

- Silizium: monokristallin, polykristallin ~85% Marktanteil
- Mischhalbleiter: Dünnschicht
 - CdTe – toxisch $\eta \sim 17\%$
 - CuInSe / CuInS – kompliziert $\rightarrow \eta \sim 17\%$
 - Si amorph & mikrokristallin – billig: $\eta \sim 12\%$
- GaAs/InGaAs – Nischenanwendungen (z.B. Satelliten)
- Konzentrator-PV: dreifach-Zellen $\rightarrow \eta = 44,4\%$ (Sharp 2013)

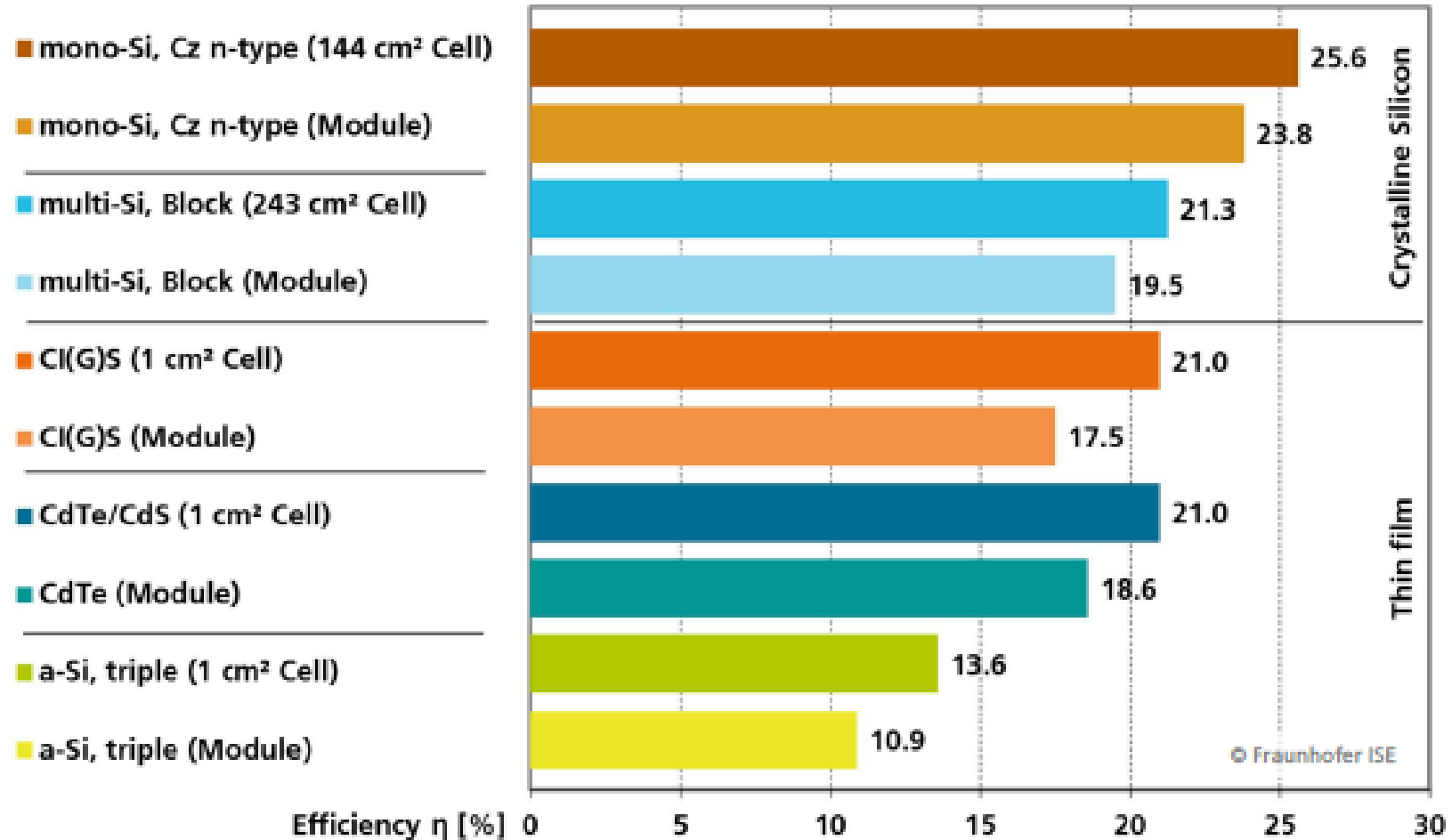


- Farbstoffzellen « Grätzel » $\rightarrow \eta \sim 12\%$ verbesserte Stabilität $\rightarrow$ siehe EPFL-Site
- « Flexible » $\rightarrow$ gleiche Zellen wie oben, anderer Träger
- Gedruckte Zellen $\rightarrow$ gleiche Zellen, andere Herstellungsverfahren
- Andere Typen/Materialien (Pyrit FeS_2 , Perowskit CaTiO_3) $\rightarrow$ R & D



Wie entwickelt sich der Wirkungsgrad?

Labor
Markt



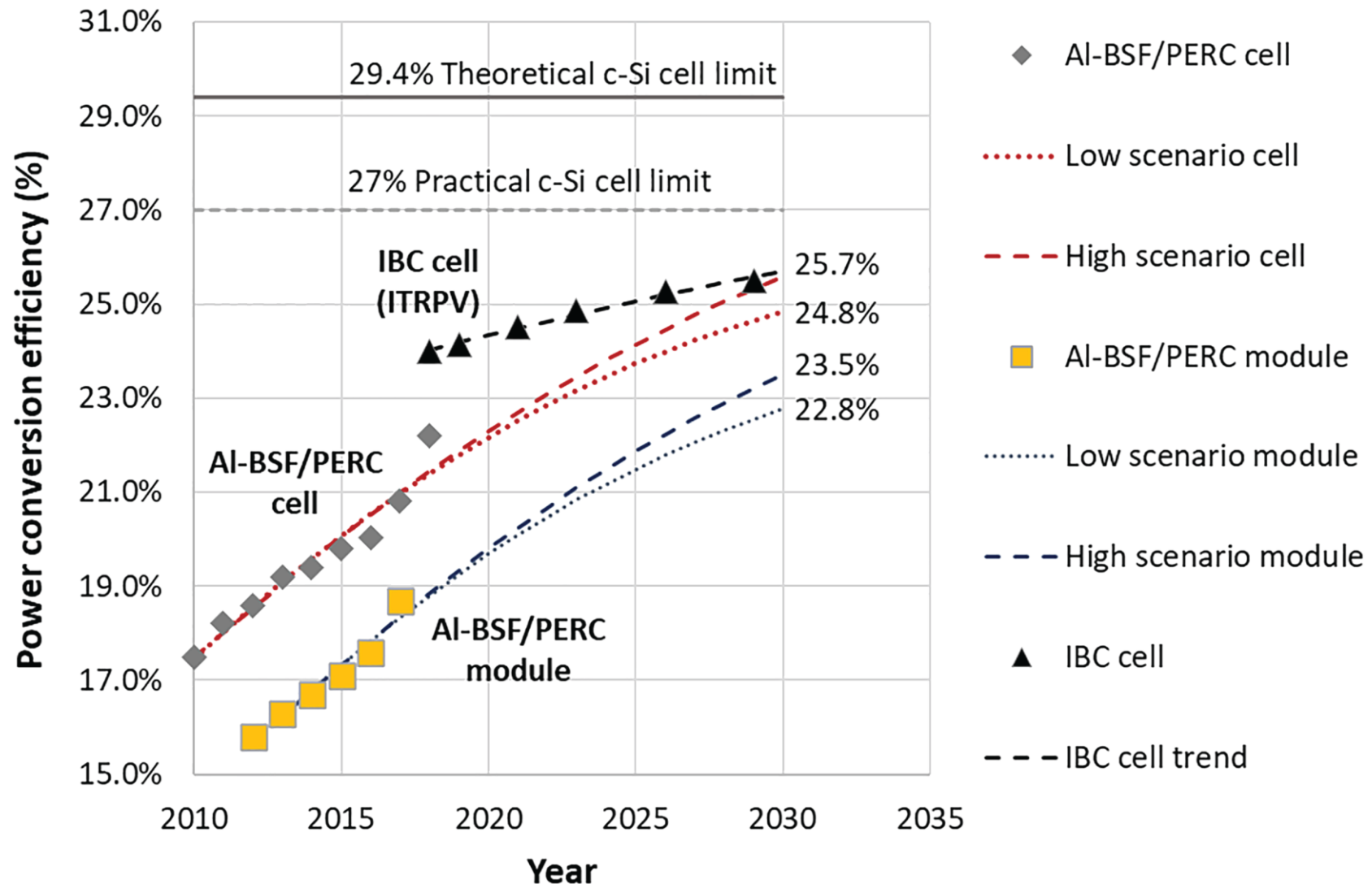
Data: Green et al.: Solar Cell Efficiency Tables (Version 48), Progress in PV: Research and Applications 2016. Graph: PSE AG 2016

« Besser warten bis Wirkungsgrad deutlich ansteigt » ???

- Wo stehen wir heute? $\eta \sim 20\%$
- Womit sollte man vergleichen?
100% ??
... oder mit ...
Thermischen & nuklearen Kraftwerken, welche Schadstoffe emittieren (CO₂ u.a.), aber ebenfalls keine 100% liefern ?
- Was ist technisch möglich? *PRL, Queisser, 1982*
44% is Rekord, aber limitiert durch finanzielle Rentabilität
- Vergleich mit der Natur: Photosynthese $\sim 1\% \dots 35\%$ - je nach Berechnungsmethode

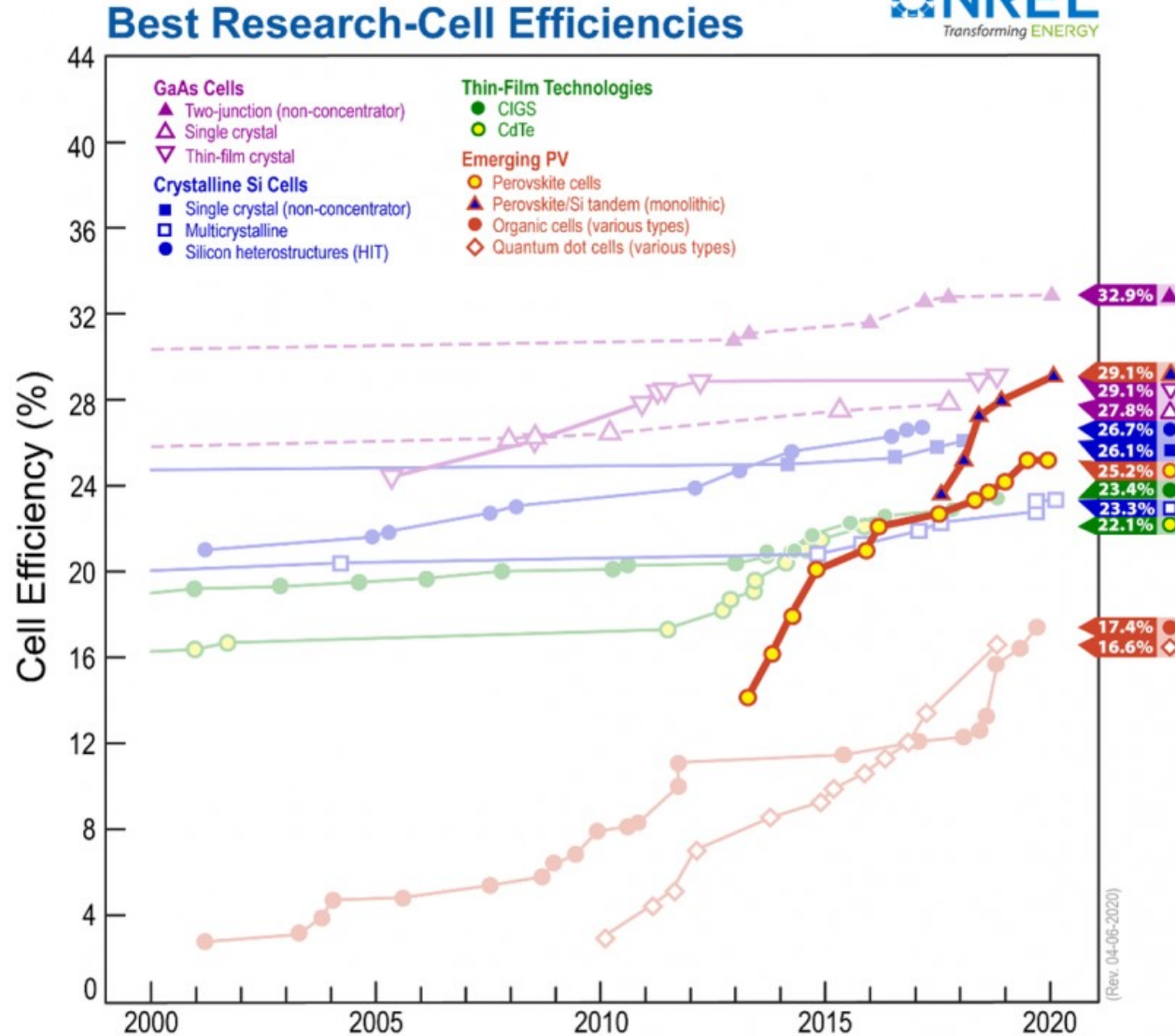
→ **Kein Quantensprung im Wirkungsgrad zu erwarten**
→ **Lernkurve erfordert hohen Durchsatz in der Produktion**

Wie entwickelt sich der Wirkungsgrad?



Rekord-Mono-Cells nähern sich Grenzen: 26% → Zukunft: tandem cells

Wie entwickelt sich der Wirkungsgrad?

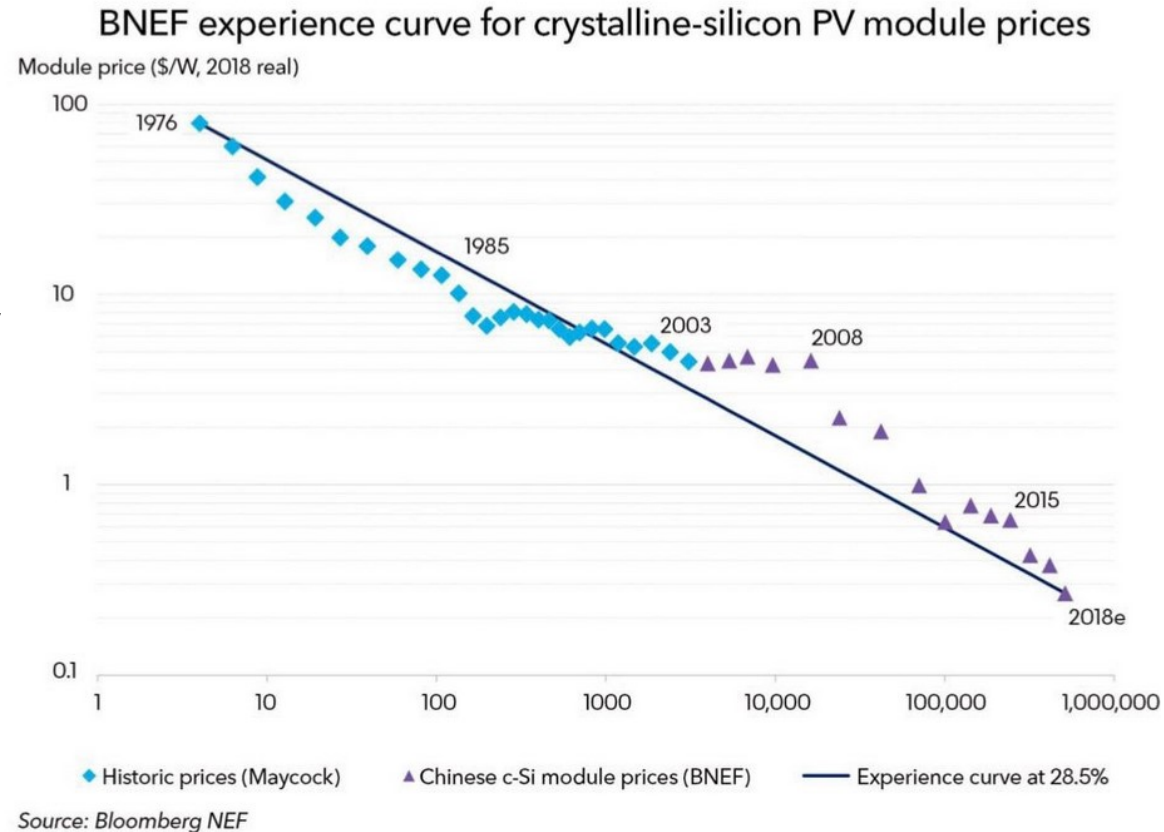


→ Laborwerte stagnieren bei 21% ... 27%

Kostenentwicklung PV-Anlage

1. PV-Module: Mit zunehmender Erfahrung sinken die Modulkosten; bisher aus China, ab 2021 auch wieder vermehrt in Europa
2. Arbeitskosten Schweiz: Hauptkostenfaktor
3. Anderes Material: Elektrik & Mechanik bleibt unverändert
4. Aber: Stromkosten steigen, CO2 Zertifikate werden wirksam

→ Rendite sollte sich verbessern
→ Insbesondere mit hohem Eigenverbrauch



Potential der Sonnenenergie: Schweiz

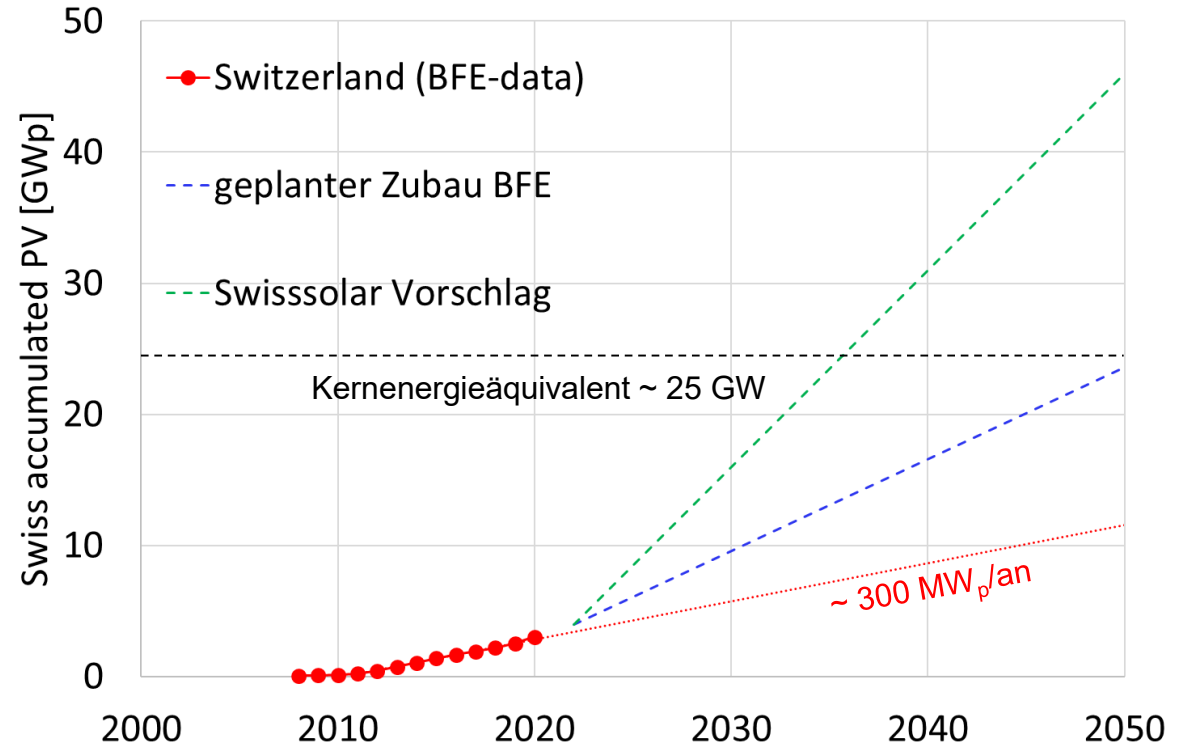
Basierend auf der jährlich erstellten Energiestatistik des BFE:

Bisheriger Zubau $\sim 300 \text{ MW}_p/\text{an}$

Aktuell $\sim 450 \text{ MW}_p/\text{an}$

Angestrebt BFE $\sim 700 \text{ MW}_p/\text{an}$

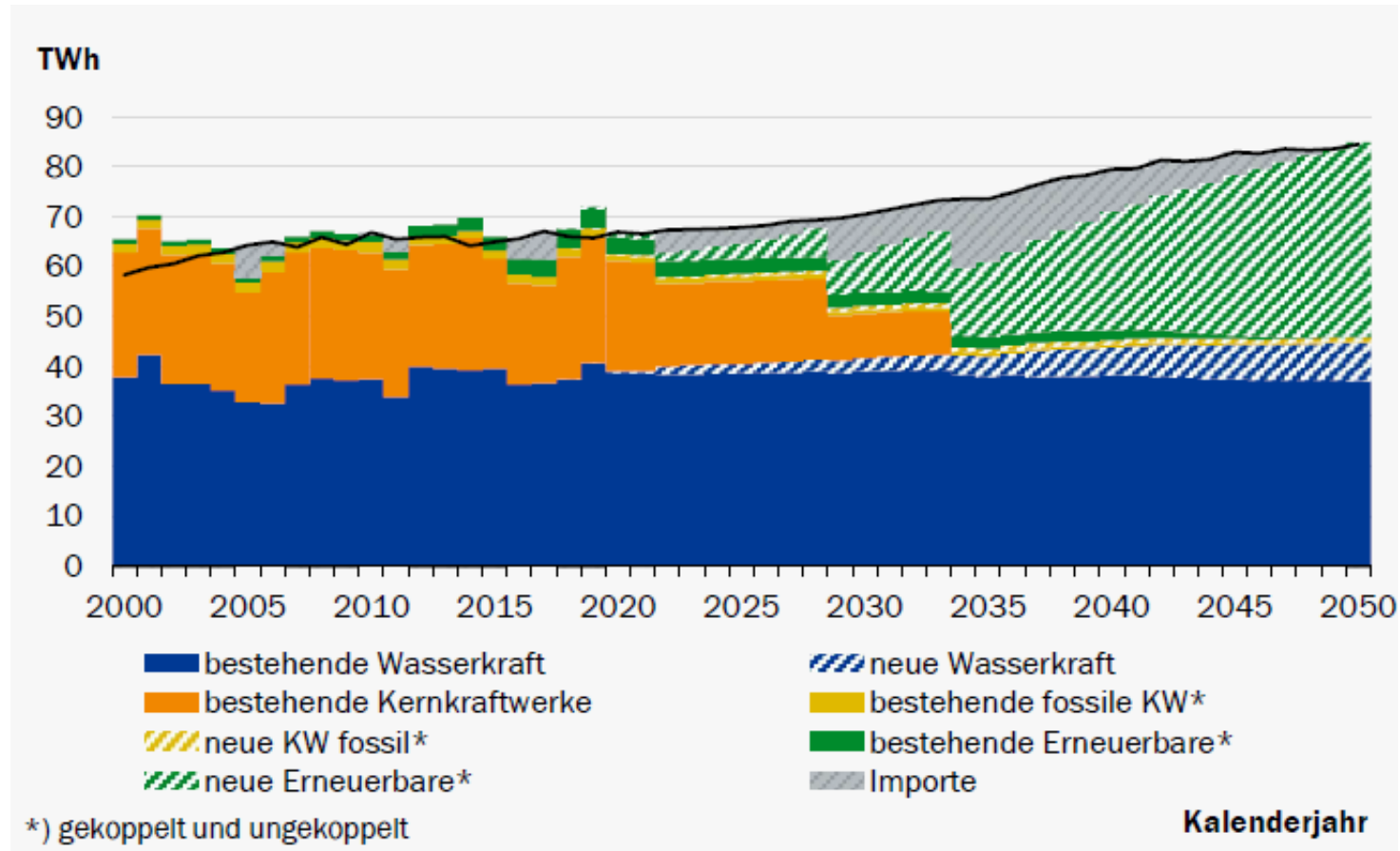
Gefordert:
(Swissolar) $\sim 1500 \text{ MW}_p/\text{an}$



Was ist notwendig?

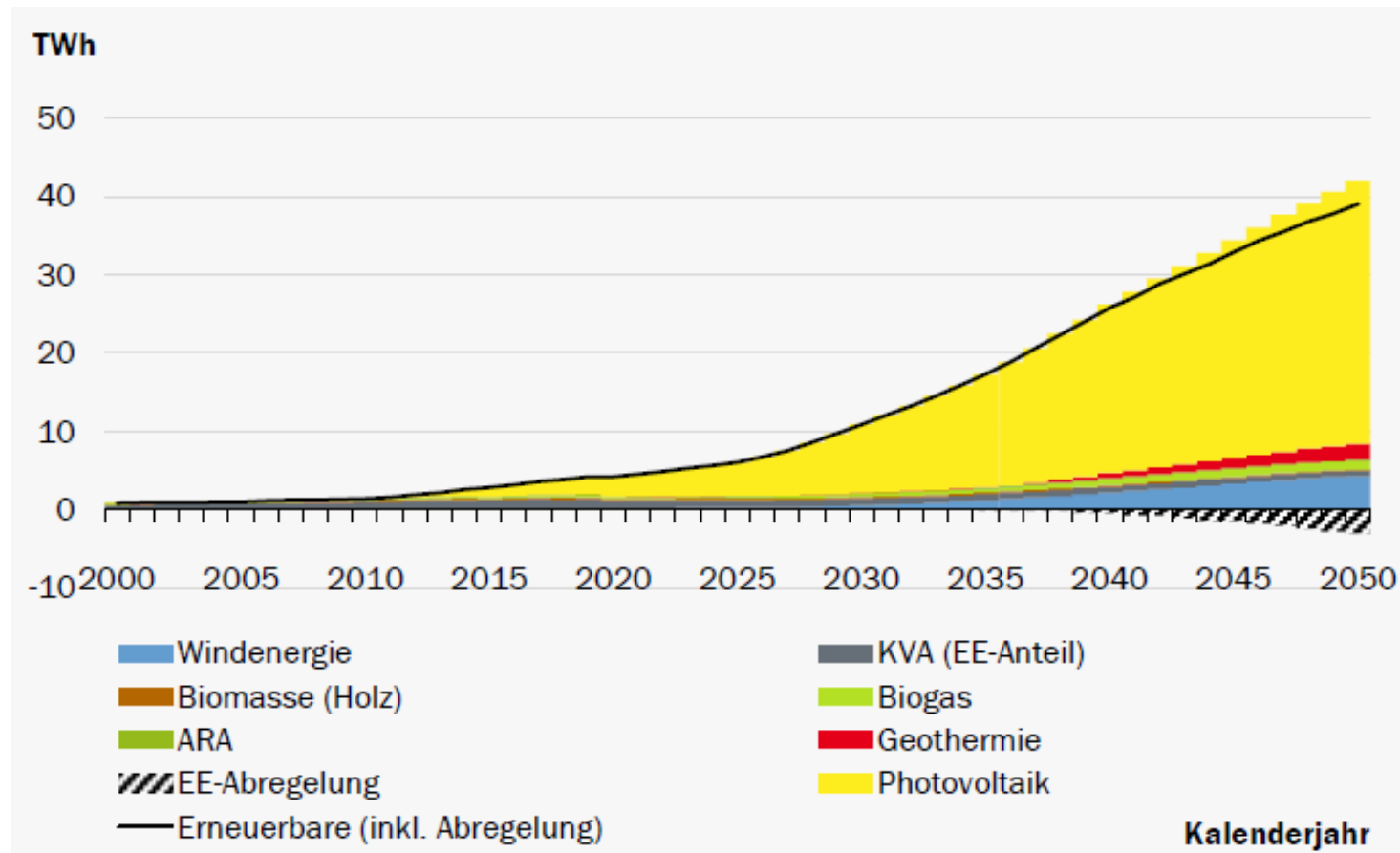
1. Kernenergie ersetzen $4 \text{ GW}_{\text{nucl}} \sim 25 \text{ GW}_{\text{PV}}$
2. Elektrofahrzeuge 100%
3. Wärmepumpen
4. Saisonale Speicherung für Winter ?

Potential der Sonnenenergie: Schweiz



Prognos AG, TEP Energy GmbH, infras AG 2021

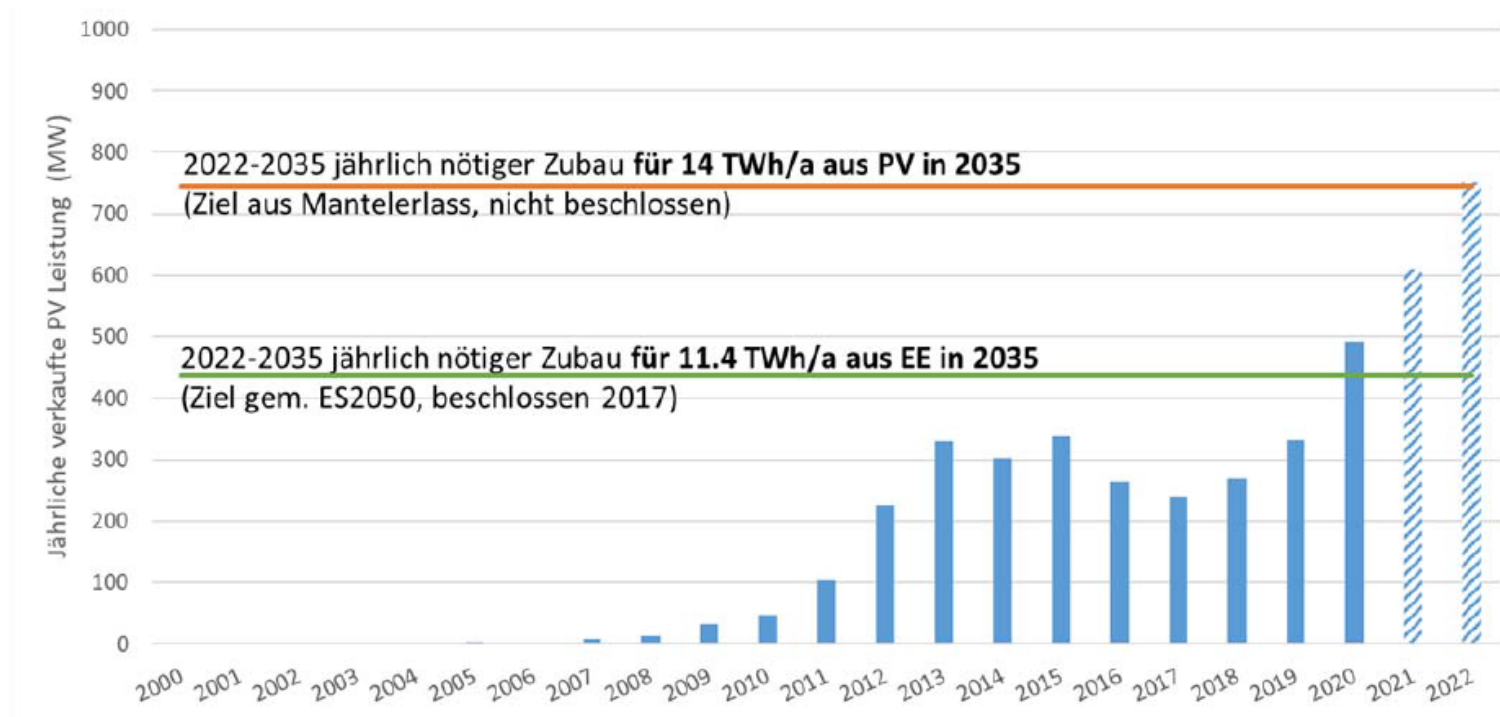
Potential der Sonnenenergie: Schweiz



Prognos AG, TEP Energy GmbH, infras AG 2021



ZUBAU BISHER UND PROGNOSE 2021/2022



→ Mit Fördermitteln der ES2050 (Ziel: Ersatz KKW!) ist Zubau für Netto Null Ziel in Reichweite!

PHOTOVOLTAIKANLAGEN AUSSERHALB DER BAUZONE 1/2

- Potenzial auf gut geeigneten Dächer und Fassaden:
67 TWh/a (Ziel Bunderat: 34 TWh/a)
- PV-Anlagen auf Gebäuden: günstig, rasch & konfliktfrei umsetzbar und nahe am Verbrauch
- Grosser Vorteil der PV ggü. Wind- & Wasserkraft:
PV nicht angewiesen auf «freie Fläche»
- Winterstrom: günstiger im Flachland zu erzeugen
als in den Alpen (Einstrahlung im Winter max. Faktor 2 höher, Kosten mind. Faktor 3 höher)



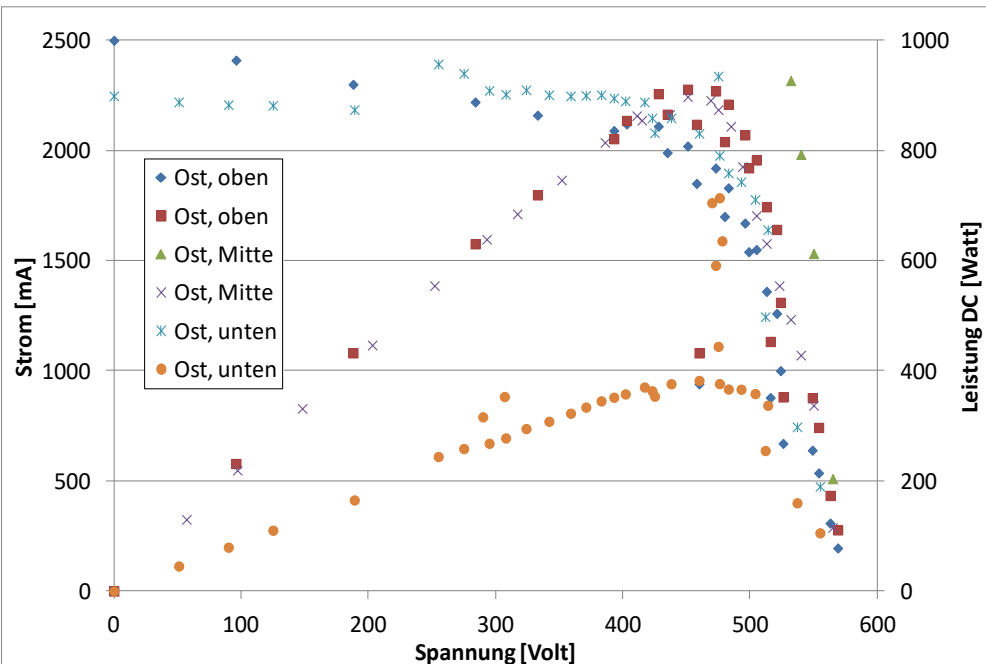
→ Anlagen auf Gebäuden haben Priorität, aber...

Energie von der Sonne - Inhalt

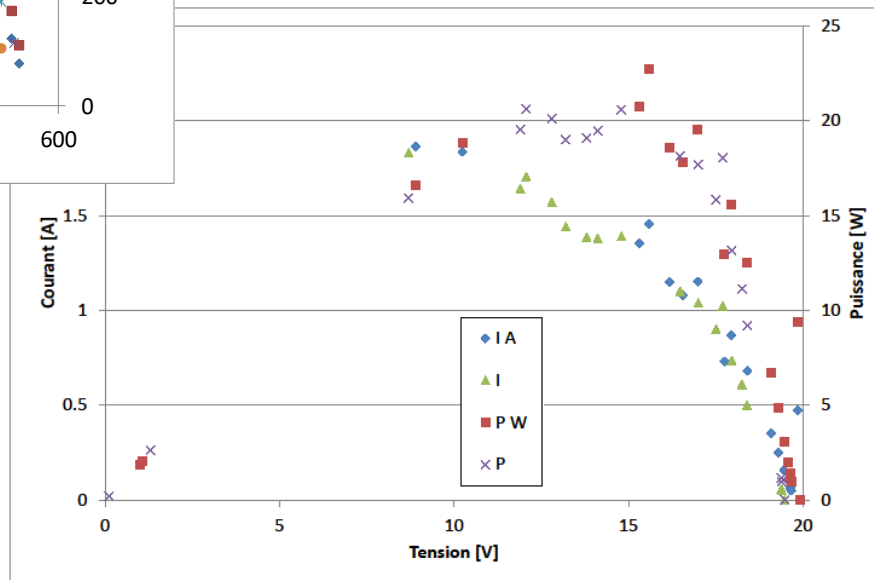
1. Grundlagen & technische Erläuterungen
2. PV Kosten, Nutzen & Ertrag für den Anlagenbesitzer
3. Ziele & Herausforderungen der Photovoltaik: Speicherung
4. Technische & wirtschaftliche Entwicklung
5. **Diskussion: «Mythen & Fakten»**

Argumente gegen die PV

Argument: « **kurze Lebensdauer** »



Realität:
Lebensdauergarantie:
Nach 25 Jahren > 80% P_{nominel}



Sunnegga,
Zermatt PV 1993



Photowatt Module von 1980

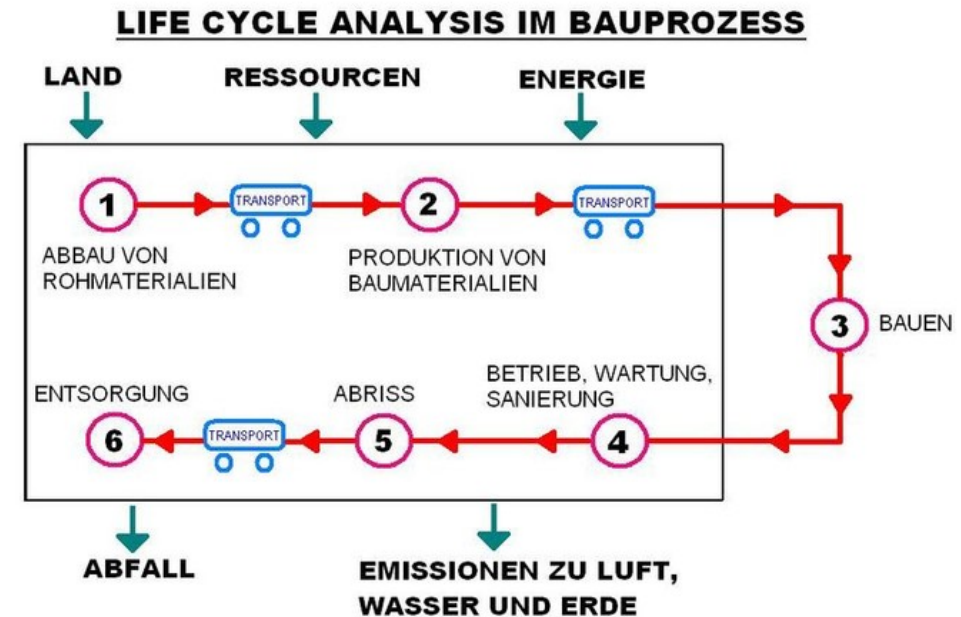
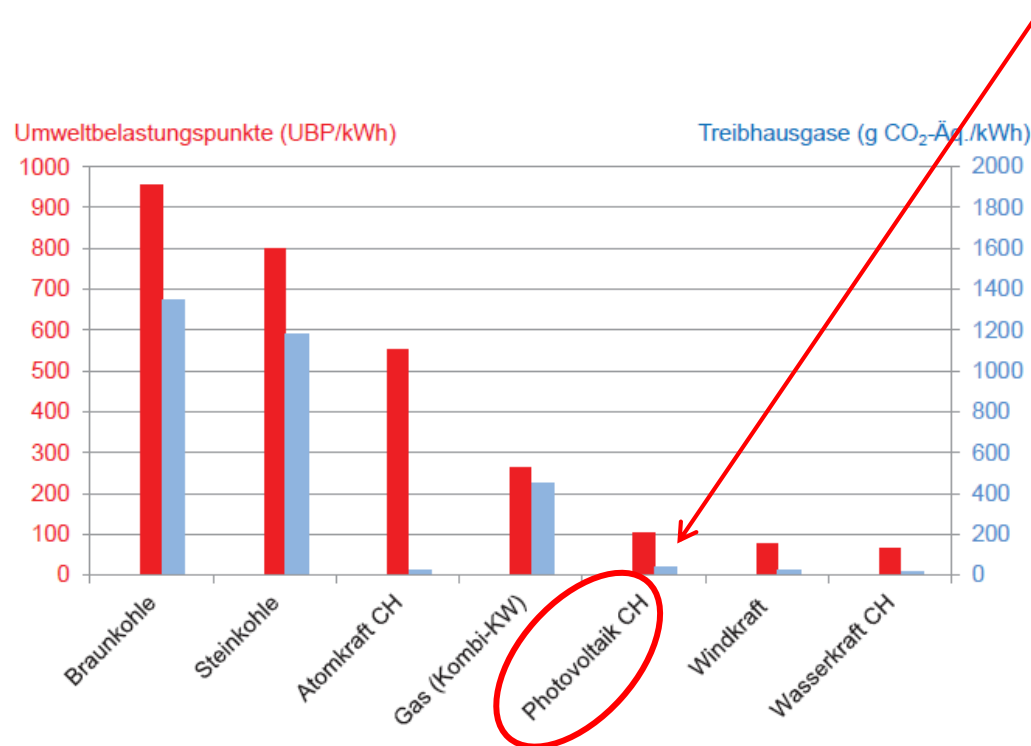


Argumente gegen die PV

« Photovoltaik **verunreinigt die Umwelt** ebenfalls »

Realität: zwei Aspekte:

1. «graue» Energie nimmt permanent ab, je mehr PV installiert wird.
2. Chemikalien im Herstellungsprozess werden in Europa scharf reglementiert & kontrolliert.



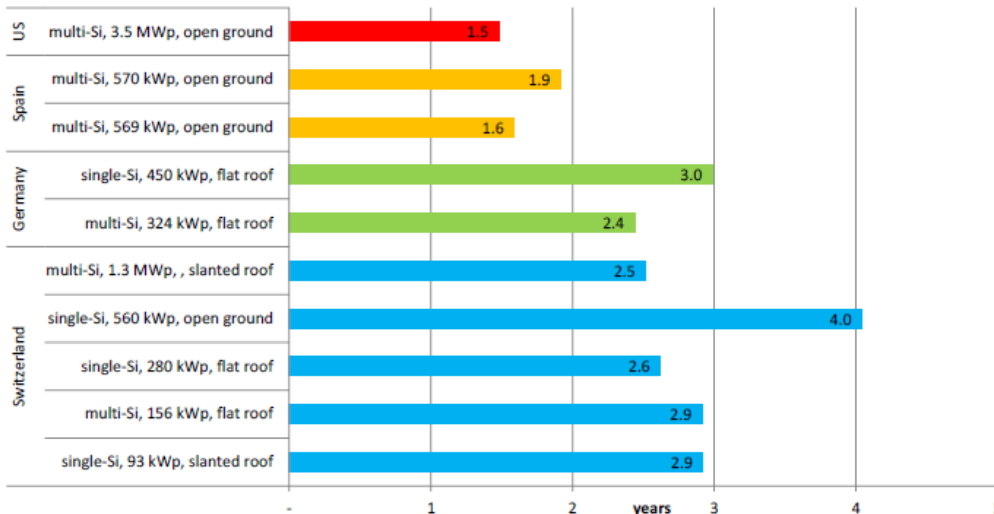
- Erzeugungsarten ohne die Bezeichnung CH sind europäische Mittelwerte (UCTE)
- Photovoltaik CH: Dach-integrierte Anlage mit monokristallinem Si, Technologie 2012, Standort Küsnacht, Jahresertrag 185 kWh/m²
- Berechnung durch E2 Management Consulting AG, Zürich (siehe: www.e2mc.com → Projekte → Publikationen → Ökobilanz von Solarstrom)

Argumente gegen die PV

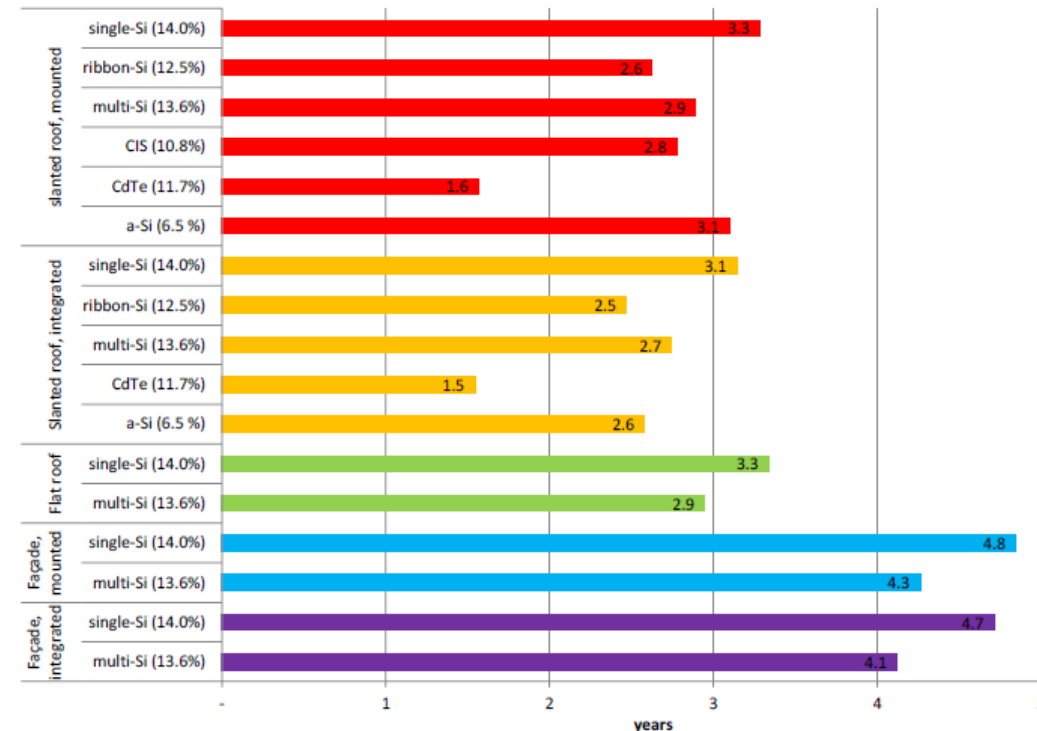
« Energiegewinn PV kleiner als die notwendige Energie für die Herstellung »

Realität 1.5 ... 4.5 Jahre

Gemäss Land

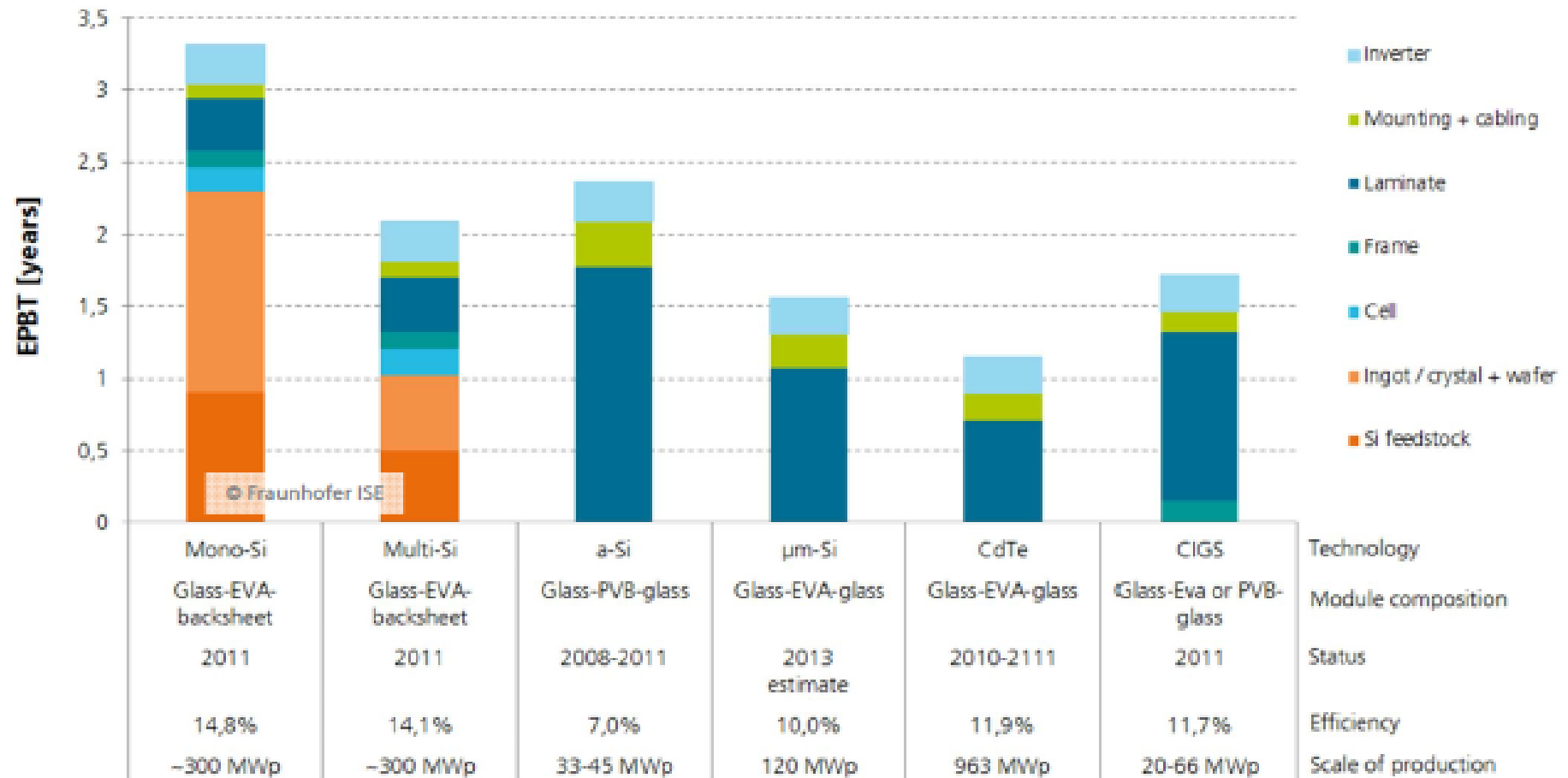


Gemäss Installationsart



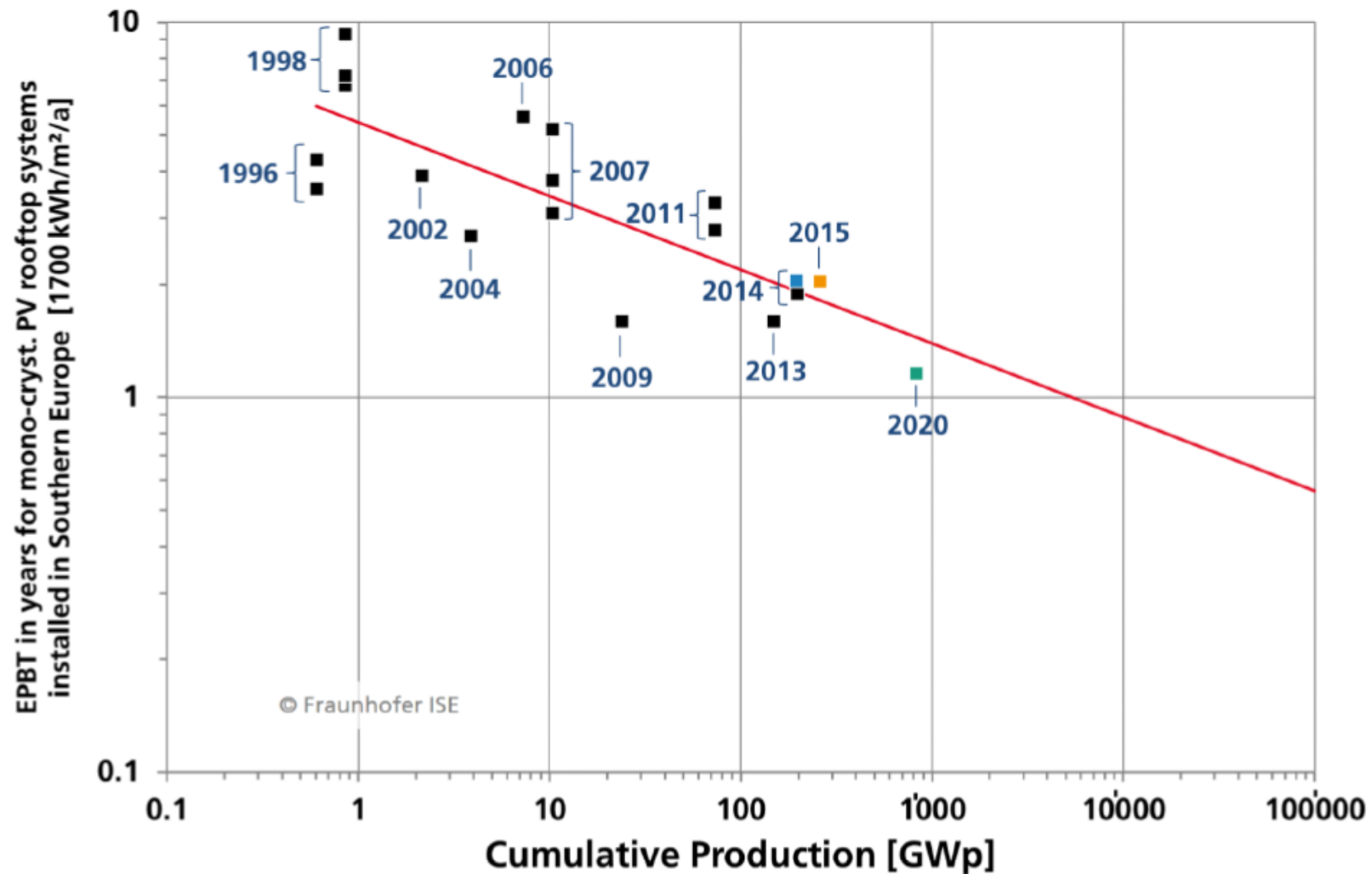
Energy payback time

Global Irrad.: 1000 kWh/m²/yr



Data: M.J. de Wild-Scholten 2013. Graph: PSE AG 2014

Energy payback time



Argumente gegen die PV

- Aussage « nicht möglich in den Bergen »
 - Hôtel Weisshorn, 2300m
 - Sunnegga, Zermatt, 2300m
- « zu teuer » (siehe oben)
- « nicht genug Fläche » (siehe Diskussion)
- « giftig » → je nach Herstellungsort und Prozess: China oder CdTe
- « das bringt global nichts in Europa, solange Afrika & Asien nichts tun »
 - China ist aktiver als Europe
 - Afrika: es ist an uns zu unterstützen



Wirtschaftsgebäude, Hotel Weisshorn, St.Luc, 2014



<https://megasol.ch/referenzen/alpinsolar-staumauer-muttsee/>

Argumente gegen die PV

« der subventionierte Solarstrom aus Deutschland ist das Ende der Schweizer Wasserkraft »

Realität:

- Preisverfall durch Solar tritt nur mittags auf
- Genereller Preisverfall → durch Kohlekraftwerke ~ ineffiziente CO₂ –Zertifikate (bis vor 2 Jahren)

Im Detail: Welche Wasserkraftwerke?

- Klein-Wasserkraft: $P_{\text{min-hydro}} < 10\text{MW}$ wird ebenfalls gefördert durch KEV
- Pump-Speicher – Nant-de-Drance & Limmat-Linth
 - mit Abschaltung der Kernkraft & stark ausgebauter Solarenergie werden diese sehr rentabel (zeitliche Umkehrung des ursprünglichen Businessmodels, informelle Info Alpiq)
- CO₂-Zertifikate beginnen zu wirken

Argumente gegen die PV

« von PV profitiert nur China! »

Realität:

~ 1/6 der Kosten PV sind die Module

→ China, richtig! Aber Europa steigt wieder ein

~ 1/3 ist elektrisches & mechanisches Material

→ Schweiz oder Europa

~ 1/2 ist Installation, Planung, etc

→ ***Immer ein lokaler Betrieb !!***

→ ***Man vergleiche mit seinem Natel, Fernseher, Auto oder Lebensmitteln***

Résumé:

Wieso leistet die PV nur einen so kleinen Anteil?

~ 5% der elektrischen Produktion in 2021

Mögliche Gründe:

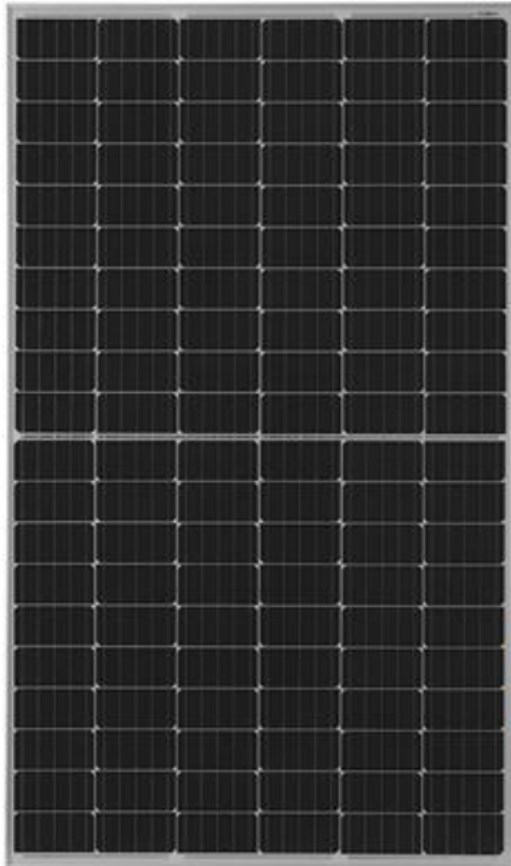
- Technische? Nein, welche sollten das sein?
- Wirtschaftliche? Teilweise – siehe die Diskussion um KEV/EIV
- Kenntnisse? Ja – oft widersprüchliche Informationen

Was ist zu tun?

- Wallis ist beste Sonnenlage → nutzen! Eigeninitiative
- Breite Aufklärung
- Politik: Tarifstruktur anpassen;
 Eigenverbrauch vereinfachen mittels ZEV
 lokale Speicherung fördern;



... und warum nicht einfach auf den Balkon stellen?



Set mit Netzwechselrichter 380Wp /
295VA

Artikel Z-SET1

Gestecktes Netzverbund-Set ("Balkon-Solaranlage"),
Einspeisung in die Steckdose, Direktversorgung des
Haushaltes. Im Set inbegriffen sind PV-Modul,
Wechselrichter und ein 5m-Anschlusskabel PUR mit
Stecker T12/230 Volt, exkl. Modul-Befestigung.

Netto

Fr. 471.⁷²

Preis / STK
inkl. MwSt.

Bestand

0 Lager

Energie von der Sonne - Inhalt

1. Grundlagen & technische Erläuterungen
2. PV Kosten, Nutzen & Ertrag für den Anlagenbesitzer
3. Ziele & Herausforderungen der Photovoltaik: Speicherung
4. Technische & wirtschaftliche Entwicklung
5. Diskussion: «Mythen & Fakten»

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!!

