

# Solarthermie und Photovoltaik

Arbeitswochenende Fribourg

2. November 2019

Walter Sachs

Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie SSES



# Inhalt

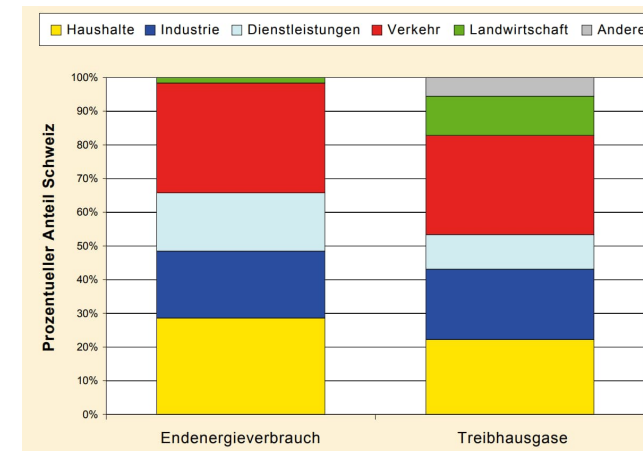
- Solarenergie im Gesamtenergiekontext
- Exkurs: Sektorkopplung
- Wirkungsgrade von PV und Thermie
- Systemgrenzen PV und Thermie
- Förderung / Kommunikation PV und Thermie
- Wann welche Technologie?
- Energiestrategie, Zubau

# 2000 Watt-Gesellschaft?

- Der Begriff geht von einer mittleren «Leistung» von 2000 Watt pro Kopf aus (ca. 18'000 kWh) und entspricht etwa dem globalen Durchschnittsbedarf an Primärenergie eines Menschen im Jahre 2007
- Zum Vergleich: Retour-Flug Zürich-Los Angeles: 1000 Watt, d.h. ca. 9'000 kWh
- **2007:** CH-Primärenergieverbrauch pro Kopf: 5000 Watt \* 8760 h ; d.h. ca. **44'000 kWh**
- **1960:** CH-Primärenergieverbrauch pro Kopf: 2000 Watt \* 8760 h; d.h. ca. **18'000 kWh**

## Zunahme von 1960 bis 2007 – warum?

- Erhöhung Energieverbrauch lief parallel zur Erhöhung des BIP, Mehrbedarf wurde vor allem fossil gedeckt
- die «grossen Brocken» heute: Verkehr, Gebäude, Konsumgüter
- immer zzgl. graue Energie: pro Kopf in 2007: 4000 Watt \* 8760 h ; d.h. 35'000 kWh



Anteile der verschiedenen Wirtschaftssektoren am Endenergiebedarf und an den Treibhausgasemissionen der Schweiz im Jahr 2004 (BAFU 2006) (BAFU 2006).

Alle Zahlen aus:  
PSI, Energie-Spiegel, 04 / 2007  
[https://www.psi.ch/sites/default/files/import/info/MediaBoard/Energiespiegel\\_Nr18\\_04\\_2007\\_d.pdf](https://www.psi.ch/sites/default/files/import/info/MediaBoard/Energiespiegel_Nr18_04_2007_d.pdf)

# Solarenergie im Gesamtenergiekontext

- Gesamtendenergieverbrauch CH 2016:  
237 TWh (davon ca. 50 % Erdölprodukte\*)
- Davon Stromverbrauch:  
58 TWh (ca. 25 % des Gesamtverbrauchs)
- Anteil PV am Stromverbrauch:  
ca. 3.4 % (Ende 2018)
- Installierte Solarleistung CH (Ende 2018):  
PV: 2.1 GW (ca. 2 TWh)  
Thermie: 1.2 GW (ca. 0.7 TWh)
- Installierte PV-Leistung DE: 46 GW  
(entsprechend ca. 38 x KKW Leibstadt, wenn über  
ganz DE die Sonne scheinen würde)



\* Entpricht ca. 11.7 Mia Liter Öl oder ca. 390'000 Tankwagen mit Anhänger, hintereinandergereiht wären diese ca. 5'850 km lang, dies ist die Strecke von Lagos (Nigeria) nach Basel, der Lastwagenzug hat eine Geschwindigkeit von ca. 0.7 km/h, verbraucht werden jede Stunde (nur in der Schweiz) 1.3 Mio. Liter Öl

# Was bedeutet «Sektorkopplung»? I

Traditionell drei getrennte Sektoren

- Elektrizität
  - Energieträger: Strom
- Wärme- und Kälteversorgung
  - Energieträger: Öl, Gas, Holz, Strom
- Verkehr und Industrie
  - Energieträger: Öl, Gas, Strom

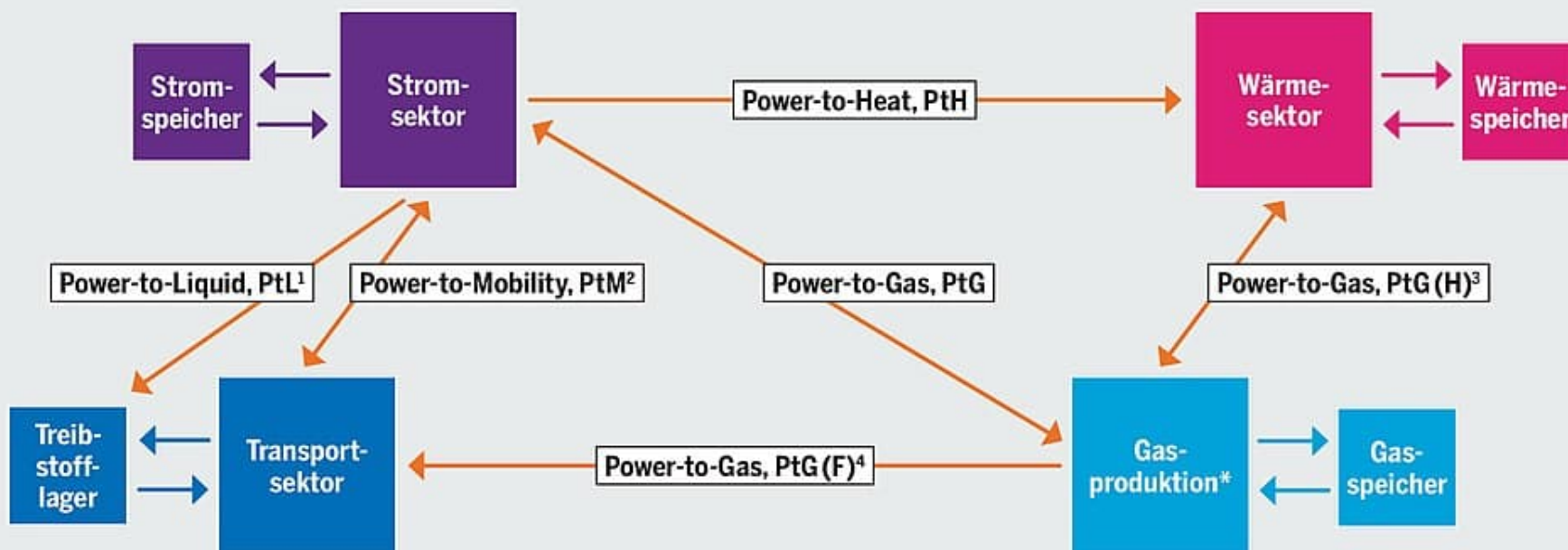
Aber: jeder Sektor wurde für sich separat betrachtet und optimiert

- «Neu»: Kopplung - Beispiel: Strom wird als Wärme oder Gas zwischengespeichert

# Was bedeutet «Sektorkopplung»? II

## UMWANDLUNGSTECHNIKEN – WELCHE WAS ERLEDIGEN SOLL

Schema der gekoppelten Sektoren und der sie verbindenden, von der Elektrifizierung ausgehenden „Power-to-X“-Technologien



<sup>1</sup> als Treibstoff <sup>2</sup> für Elektroautos <sup>3</sup> als Wärmespeicher <sup>4</sup> als Kraftstoff zur Stromerzeugung

\* Gas: Produktion aus erneuerbaren Energien, Umwandlungsprozesse ohne Emission von Treibhausgasen. PtM, PtL: synthetische Kraftstoffe, nur bei wirtschaftlichen Verfahren

© ENERGIEATLAS 2018 / AGORA

Graphik: Bartz/Stockmar

# PV/Thermie: Wirkungsgrade

- PV produziert Strom, Solarthermie Wärme

Ist Strom «wertvoller» als Wärme?

- Strom ist universeller als Wärme einsetzbar, ausserdem kann Strom mit bis zu 100% Wirkungsgrad in Wärme beliebiger Temperatur umgewandelt werden

	Thermie	PV	PV+Wärmepumpe
Warmwasser-Vorwärmung	75%	16%	48%
Nur Warmwasser (WW)	55%	16%	48%
WW + Heizung (Jenni: ca. 75%)	45%	16%	48%
Haushaltsstrom / E-Mobil	--	16%	--
Prozesswärme	12-30%	16%	--
Wirkungsgrad Umwandlung in Strom (ORC)	9-12%	--	--

Der Wirkungsgrad von Sonnenkollektoren ist stark temperaturabhängig

Wichtig: WP in Altbauten nur bedingt einsetzbar, Jahresarbeitszahl schwankt je nach Region, Wärmeabnahme, Zwischenspeicherung etc.



# PV/Thermie: Technischer Vergleich

	Thermie	PV
Technisch gegebene Systemgrenze	Haus / Überbauung / Nahwärmeverbund	Europa (Europäisches Verbundnetz)
Speicherung	Thermisch (Wasser, Erde, Phasenwechsel)	Thermisch, Chemisch (Batterie, Power-to-gas), Druck, potentielle und kinetische Energie

Zusammengefasst:

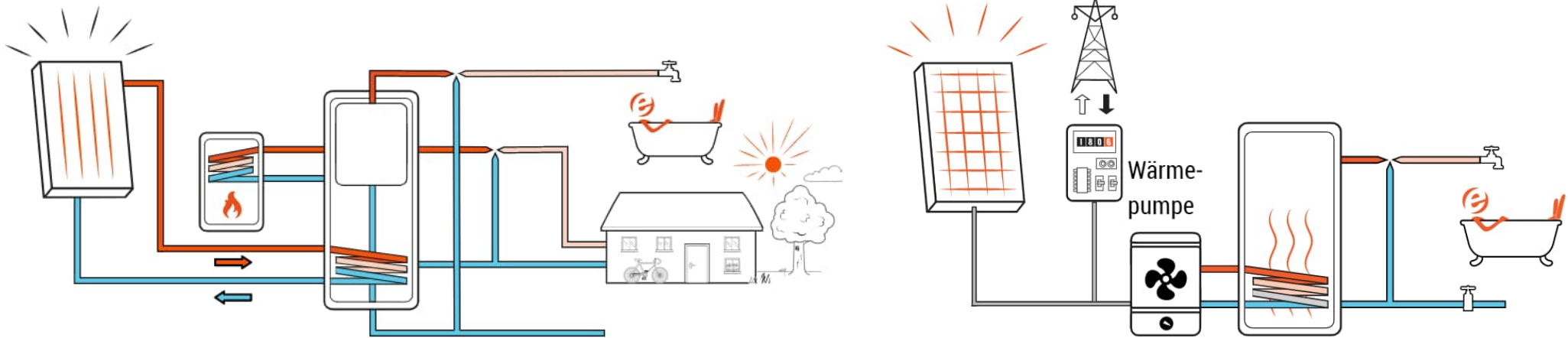
- PV ist beliebig skalierbar, die Grösse einer thermischen Anlage muss immer auf den Verbrauch abgestimmt werden
- Beide Technologien haben gemeinsames «Problem» der Speicherung, bei PV aufgrund der vielfach grösseren Systemgrenze aber einfacher lösbar

# Unterschiede Förderung / Kommunikation

	Thermie	PV
Förderung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kantonal (Wärme ist «Kantonssache»)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schweizweit einheitlich (KLEIV / GREIV)</li></ul>
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wärme ist nicht «schick», ein Haus «ist einfach warm», Wärme wird als Selbstverständlichkeit wahrgenommen</li><li>• Um Wärme kümmert sich der Abwart, «habe ich nichts mit zu tun»</li><li>• Mit Wärmeerzeugung werden Dreck, Abgase und muffige Keller assoziiert</li><li>• Bei Planung von Neubau kommt Wärme meist spät, ist «Sache des Architekten», Bauherr interessiert sich wenig dafür</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Strom ist schick, ich komme dauernd direkt mit Strom in «Berührung»</li><li>• Strom wird als universell und wichtig wahrgenommen: Antriebe, Licht, Smartphone</li><li>• Strom gilt als «sauber», keine Abgase, leise Antriebe (Bsp. Zug, Trolley-Busse, E-Velo)</li></ul>

Deshalb: auch über Wärme reden, Strom sind nur 25% des Primärenergieverbrauchs!

# Wann welche Technologie?



Dies kann pauschal nicht beantwortet werden. Kriterien:

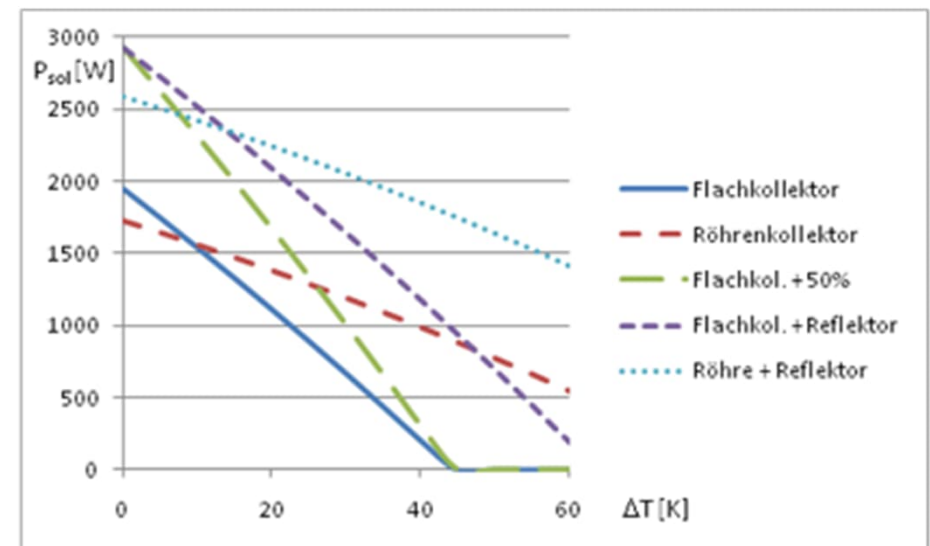
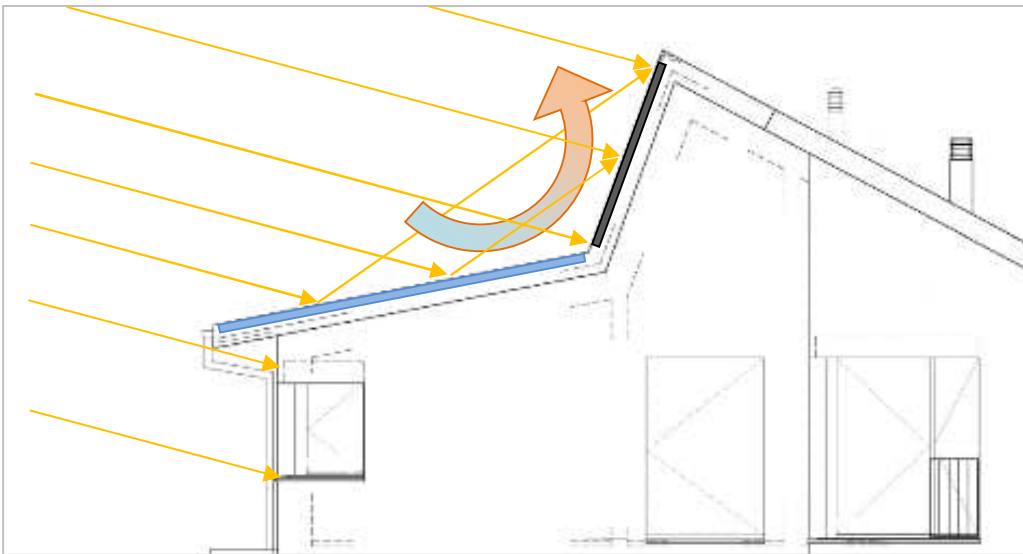
- Refinanzierung (Thermie nur Einsparung, PV Einsparung + Vergütung)
- Neubau / Bestandsbau, Wärmeabnahme über die (Jahres)Zeit
- Temperaturniveaus – in Altbauten kommen Wärmepumpen an ihre Grenzen
- Platzangebot für Kollektoren / Solarmodule
- Abwägen, ob zwei Systeme (hydraulisch und elektrisch) auf einem Dach Sinn machen (Stichworte: Wartung, Gesamtkosten, was wären die Vorteile?)
- Hybridmodule (PVT): prüfen bei niedrigen, thermischen Temperaturen (bis ca. 30 Grad)

# 11 Beispiel Kombination Thermie / PV

Effekt der Reflexion

Ergebnisse:

- Winter: PV-Anlage reflektiert auf Kollektoren
- Winter: Kollektoren helfen Schnee auf PV-Anlage abzuschmelzen
- Sommer: Keine Verschärfung der Stagnation
- Sommer: Kollektoren reflektieren auf PV-Anlage
- Sommer + Winter: PV-Abwärme nützt der thermischen Anlage



# Eigenverbrauch im Kontext der Energiestrategie 2050

- PV-Zubau zu gering, um die Ziele der Energiestrategie erreichen zu können
- Schweizweiter Rückgang PV-Zubau seit 2015 von 330 MWp auf ca. 250 MWp.
  - es werden vor allem Anlagen kleiner 20 kWp gebaut
  - über 100 kWp gab es einen Rückgang seit 2015 von über 100 MWp



Graphik: seagul/Pixabay

Mögliche Ursachen für diesen Rückgang:

- Die Fokussierung auf Eigenverbrauch / ZEV schafft neue, rein administrativ entstandene Systemgrenzen («Optimierung auf Grundstücksgrenze») mit der Folge:
  - Bau von kleinen Anlagen und teilbelegten Dächern, obwohl jedes weitere kWp praktisch «gratis» ist
  - nicht realisierte Anlagen aufgrund unklarer Amortisationsaussichten (Eigenverbrauch «zu gering»)
  - ökologisch und volkswirtschaftlich fragwürdige Entwicklungen: Bsp. isolierte und nicht im Verbund gesteuerte Batterien im EFH-Bereich
  - Fokussierung auf Eigenverbrauch und ZEV verhindert «reine Produktionsanlagen», obwohl diese meist preiswerter und grösser (Bsp. Landwirtschaftsgebäude) als Eigenverbrauchsanlagen sind
- Was muss getan werden?
  - Schaffen von Investitionssicherheiten u.a. durch prognostizierbare Rückliefertarife
  - Schaffen einer breiten politisch-gesellschaftlichen Unterstützung: obwohl PV die preiswerteste Energie bei neuen Anlagen geworden ist, wird dies nur selten kommuniziert
  - korrekte Klimawandel-Berichterstattung in den Medien – Überschwemmungen, Stürme, fehlender Schnee innerhalb eines Gesamtbilds kommunizieren, nicht als isolierte Einzelereignisse, keine Reduktion der Klimadebatte auf «der heisseste März seit ...»
  - AKW-Debatte: es wird suggeriert, dass die AKW unbegrenzt weiterlaufen werden, faktisch werden diese aus Altersgründen in den nächsten 10-20 Jahren stillgelegt werden, dies muss unbedingt so kommuniziert werden

# Energieversorgung der Zukunft?

## Alternativen zu «heute»

Zur Zeit serienreife Technologien sind:

Technologie	Begrenzung	Kosten pro kWh	Potential in CH
Photovoltaik	Standorte	bei massivem Zubau: ca. 6 Rp	38 TWh / Jahr
Wind	Standorte	ca. 10 Rp	4 TWh / Jahr
Biomasse	begrenzt durch die Verfügbarkeit vergärbaren Materials	ca. 30 - 50 Rp	2 TWh / Jahr
Wasserkraft	Standorte	ca. 5 Rp	2 TWh / Jahr
Stromeffizienz	Keine	ca. 1 - 25 Rp	15 TWh / Jahr

Quelle: "Dekarbonisierung des Schweizer Energiesystems", 2019, Nadia Sperr und Jürg Rohrer, <https://doi.org/10.21256/zhaw-3325>



# Ausbaupfad Photovoltaik

- der Zubau beträgt zur Zeit ca. 0.3 TWh pro Jahr - dies bedeutet, dass man in ca. 100 Jahren das gut erschliessbare Schweizer Potential erschlossen hätte
- deswegen ist eine Verfünffachung des Zubaus (d.h. 1.5 TWh / Jahr) notwendig, dann wäre das jetzige Potential in 20 Jahren erschlossen (zum Vergleich: jährlicher Zubau in DE: 3 TWh)
- für kleine Anlagen findet dieser verstärkte Zubau dank der Eigenverbrauchsregelungen und der KLEIV schon statt
- grössere Anlagen, die es für die Energiewende genauso braucht, werden aber kaum noch gebaut - dies vor allem aufgrund der mangelnden Investitionssicherheit.

# Fragen und Antworten?



- Betrieben von der Schweizerischen Vereinigung für Sonnenenergie SSES
- Gratis Fragen stellen und Antworten von Experten erhalten

Link: [www.forumE.ch](http://www.forumE.ch)

