



OST

Ostschweizer
Fachhochschule

Gebäude im Winter

Von der Bedarfsreduktion zur Stromproduktion

Prof. Dr. Andreas Häberle, Institutsleiter SPF, Fachabteilungsleiter EEU
Dr. Michel Haller, Leiter Forschung SPF



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK

Das SPF stellt sich vor

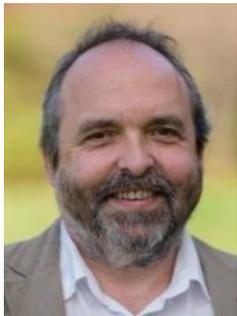
- Ein Institut der OST - Ostschweizer Fachhochschule
- Kompetenzzentrum für Solarenergie seit 1981
- 50 Mitarbeitende
- Schwerpunkt: aF&E / DL, ca. 2 Vollzeitstellen in der Lehre



Instituts- und Teamleitung:



A. Häberle
Institutsleiter



S. Brunold
Stv. Institutsleiter
Kollektortechnik / Optik



A. Bohren
Leiter Testing /
Monitoring



M. Haller
Leiter Research
Energiesysteme



I. Gurruchaga
therm. Systeme /
Modellierung



C. Biba
Photovoltaik



X. Dagenet
Thermodynamik



D. Philippen
Energieeffiziente
Gebäude

Kern-Kompetenzen des SPF

- **Solarwärme**
 - akkreditiertes Prüflabor, CH-Kompetenzzentrum
- **Photovoltaik**
 - mobiles Messlabor, PV + WP-Systeme
- **Wärmepumpen + Solarenergie**
 - PV+WP, ST+WP, PVT, Eisspeicher
- **Energiespeicher**
 - Sorptionsspeicher, Schichtung thermischer Speicher, Renewable Metal Fuels, Heimspeicher-Systemtest
- **Systeme und Netze**
 - Anergienetze, Solare Wärmenetze
- **Industrielle Prozesswärme und –kälte**
- **Energieeffiziente Gebäudetechnik**



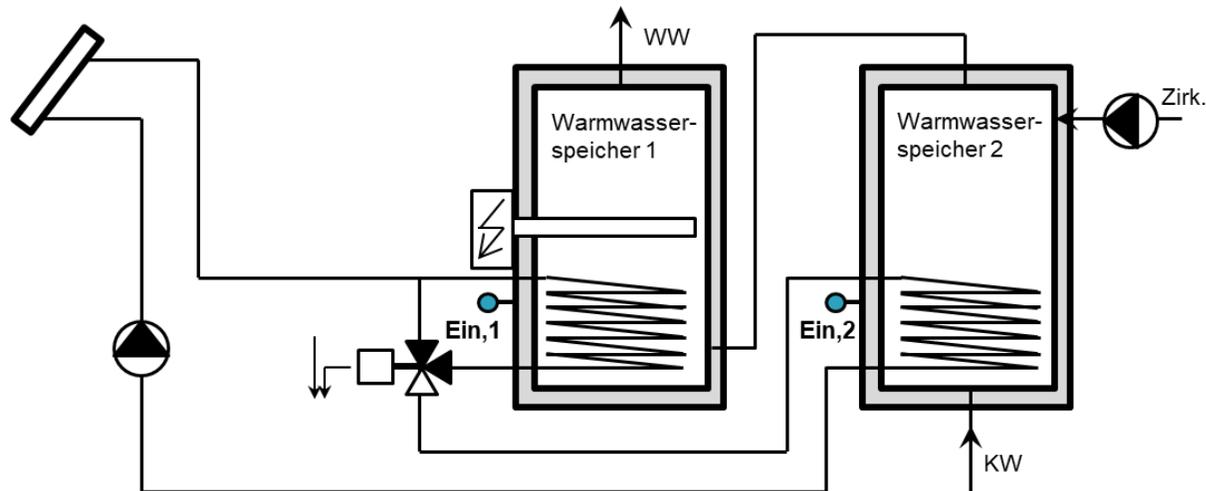
Übersicht

- Effizienz-Betrachtungen Warmwasser: ganzjährig und insbesondere für den Winter...
 - Beitrag Solar – und die Gretchenfrage «Heizstab»
 - Effizienzpotenzial Warmwasser mit Wärmepumpen
- Winterdeckung Raumheizung und Warmwasser
 - Stand der Technik: Saisonale Speicherung von Wärme
 - Ausblick: Chemische Speicher für Wärme und Strom

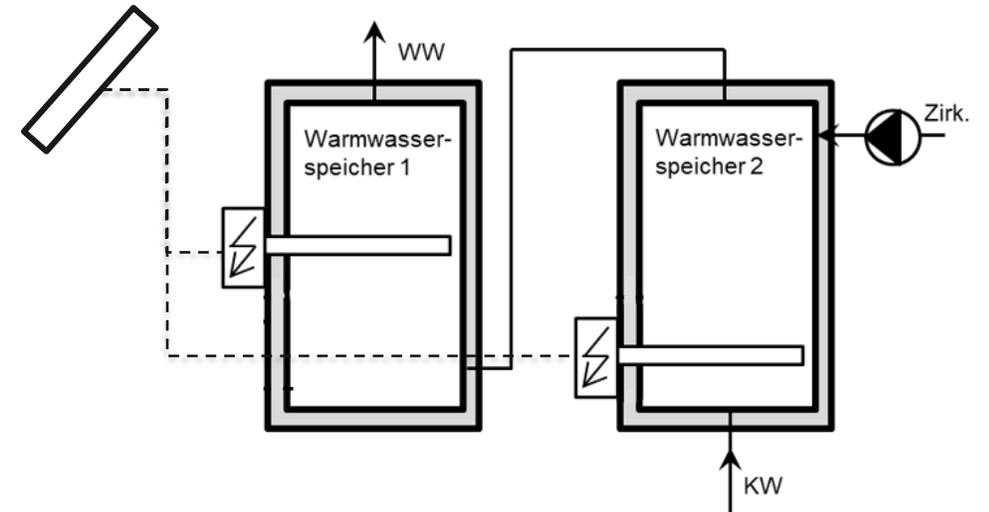
Solar-Warmwasser (PV oder Thermie) + Elektroheizstab

- Untersuchung im Auftrag der EnFK – Energiefachstellen der Kantone (SPF + HSLU)
- **Warmwasser im Mehrfamilienhaus mit Solar + Heizstab «only» (!)**
- **Referenzsystem Warmwasser über zentrale Wärmepumpen-Anlage mit Zirkulation (HT-WP)**

Solarthermie und Heizstab



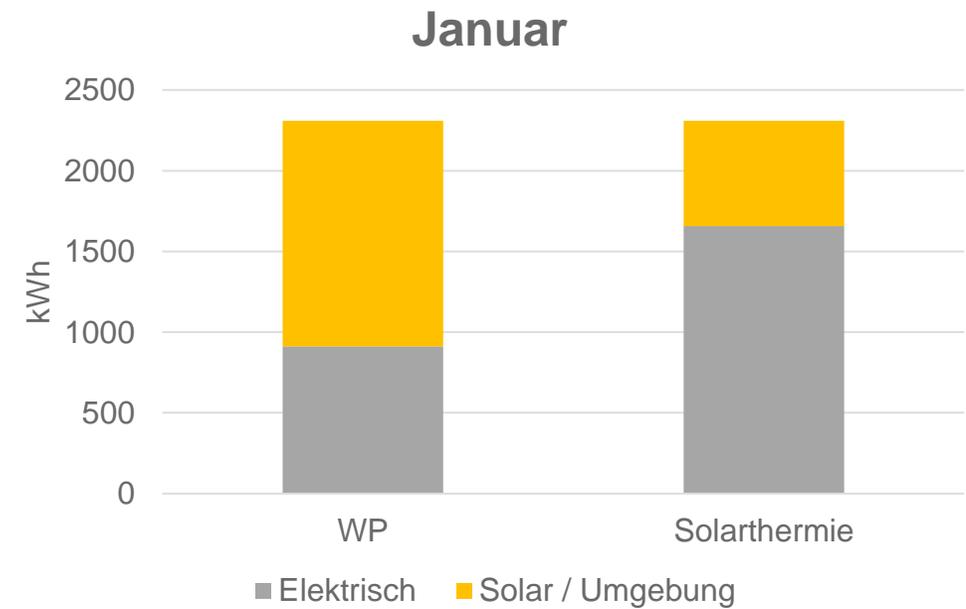
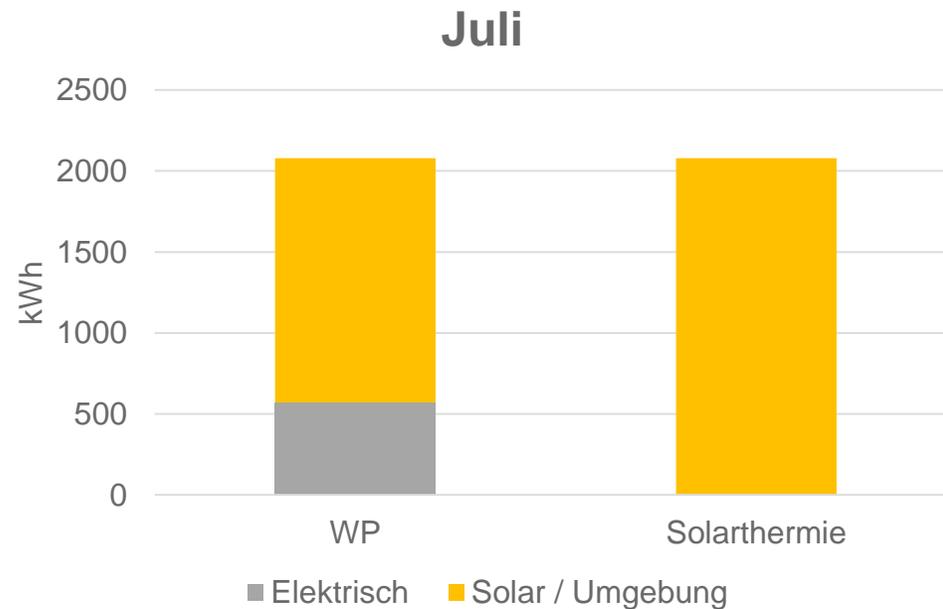
Photovoltaik und Heizstab



Effizienz: Solarthermie (+Heizstab?)

Solarthermie + Elektroheizstab für Warmwasser MFH

- Vergleich Sommer (Juli) und Winter (Januar)

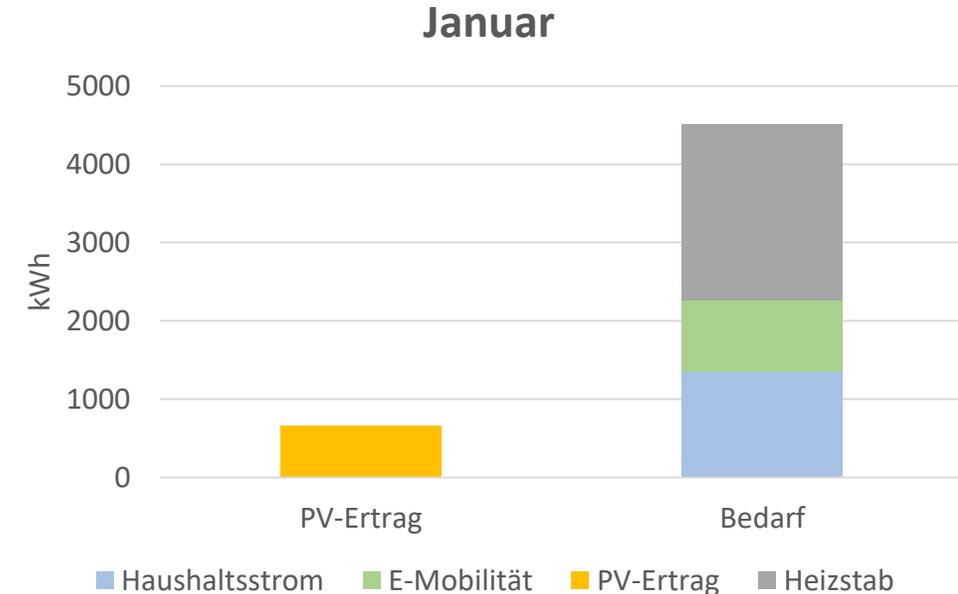
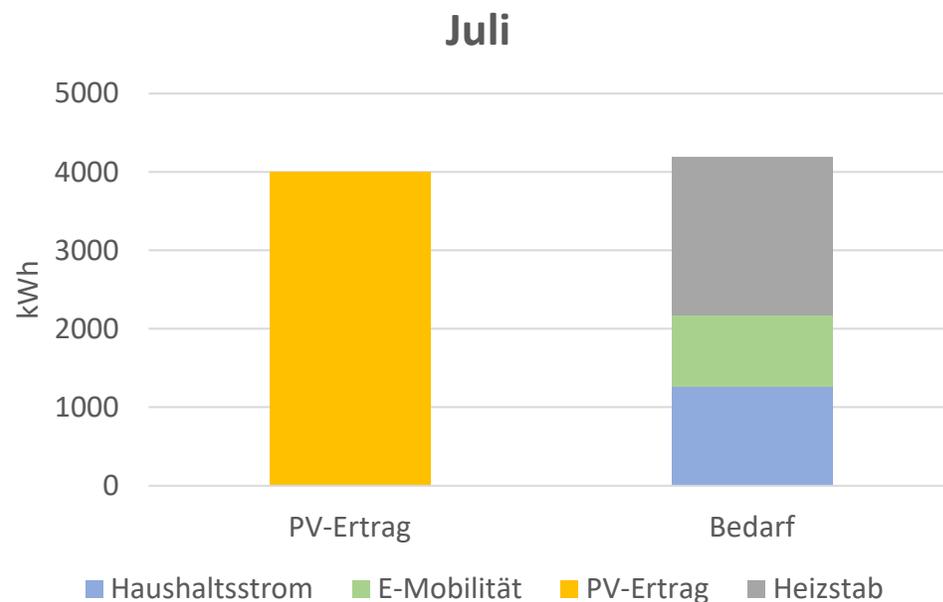


- **Fazit: Solarthermie sollte im Winter nicht mit Elektroheizstab kombiniert werden, sondern mit Wärmepumpe oder Holzwärme**

Effizienz: PV (+Heizstab?)

PV + Elektroheizstab für Warmwasser MFH

- Vergleich Sommer (Juli) und Winter (Januar)



- **Fazit: PV-Heizstab mag im Sommer eine (ineffiziente) Lösung für Warmwasser sein, im Winter wird PV aber bereits von Haushaltsstrom und eMobilität geschluckt, der Heizstab geht leer aus und heizt mit Netzstrom...**

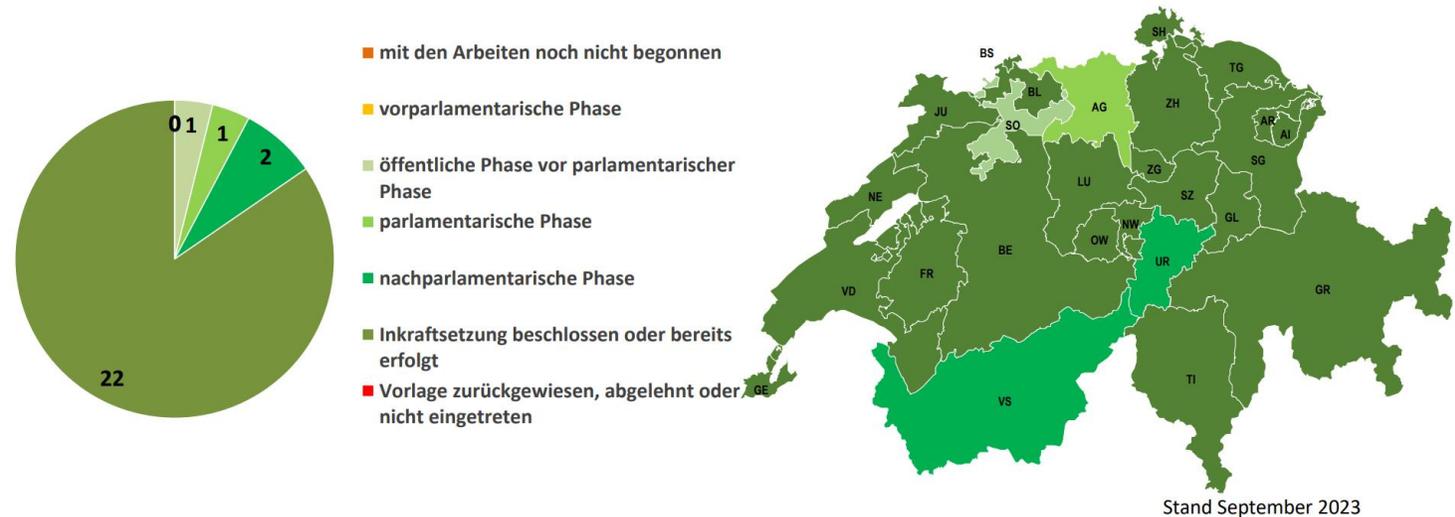
Warum ist das relevant?

MuKE n - Mustervorschrift der Kantone im Energiebereich

- Basis der Energiegesetze und Verordnungen fast aller Kantone (22 von 26 Kt. Inkraftsetzung)
- Art. 1.16² **Neubau oder Ersatz von direkt-elektrischer Erwärmung von Warmwasser** in Wohnbauten nur erlaubt, wenn...
 - a. ODER
 - b. ... min. 50% erneuerbar oder Abwärme
 - Keine Angabe zur Jahreszeit (d.h. Sommer/Winter egal)
 - Solarthermie und Elektroheizstab?
 - PV und Elektroheizstab?

Umsetzung MuKE n 2014

Stand der Umsetzung in den Kantonen



22 wenden an | 4 arbeiten an der Umsetzung, davon haben 2 parlamentarische Phase abgeschlossen

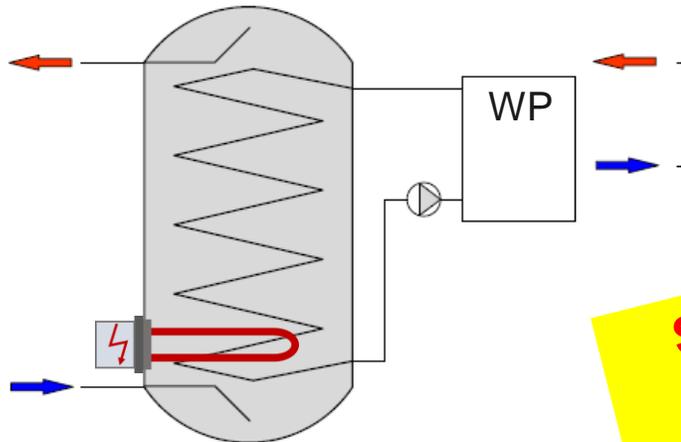


EnDK | 11.09.2023 | Bern

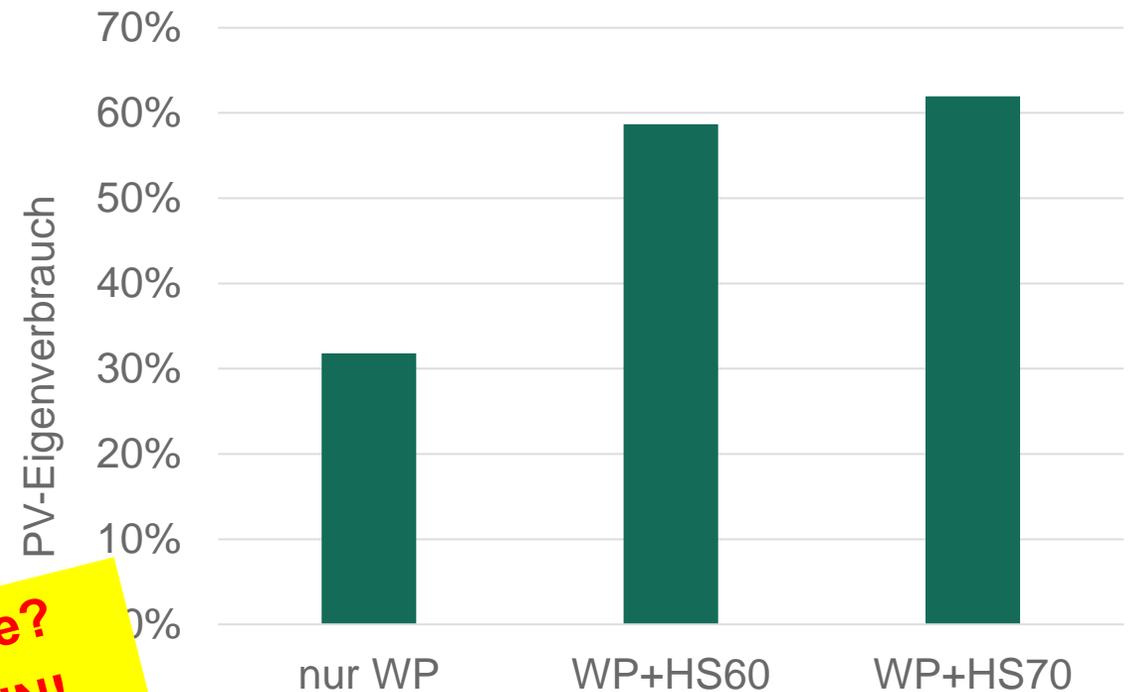
1

Eigenverbrauch bei WW + WP mit Heizstab erhöhen...

- Eigenverbrauch durch Zeitfenster für WP-Ladung von 12-14 Uhr bereits erhöht (von 29% auf 32%)
- **PV-Heizstab** (gesperrt während WP Ladung) **erhöht Eigenverbrauch** beträchtlich



**Super Sache?
LEIDER NEIN!**

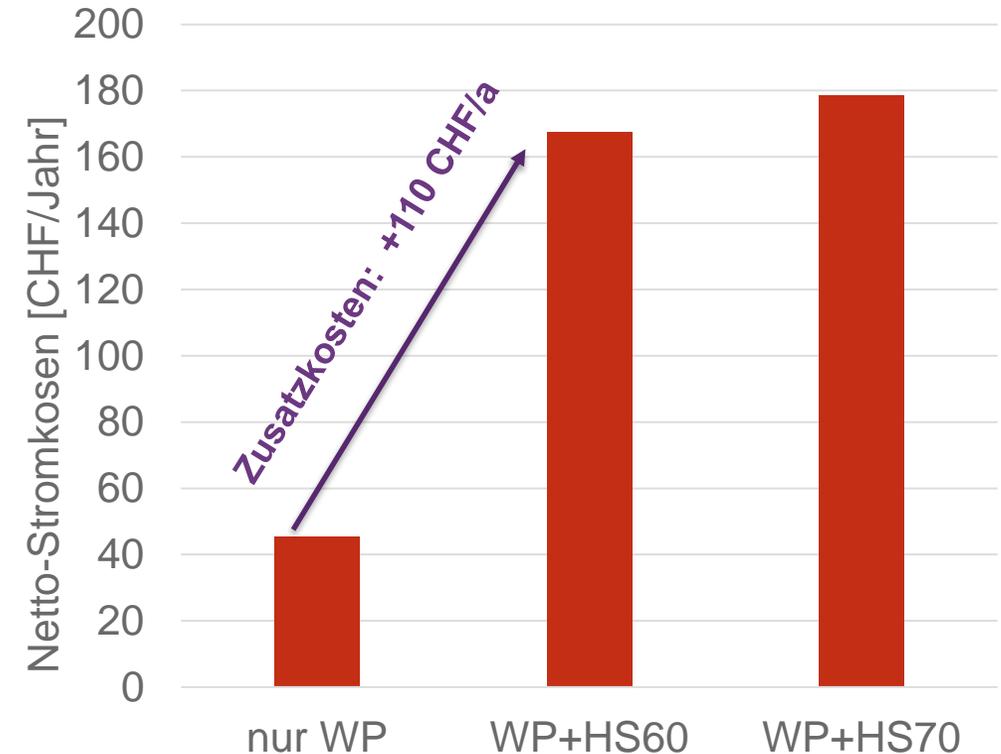


HS60 = Heizstab bis 60 °C

HS70 = Heizstab bis 70 °C

Netto-Stromkosten bei WP + Heizstab

- **Netto-Stromkosten STEIGEN** durch Einsatz von Heizstab!
 - Netto-Stromkosten = Netzbezug – Einspeisevergütung
 - Netzbezug 20 Rp/kWh
 - Einspeisevergütung 9 Rp/kWh
- Es werden zwar bei einem PV-Betrieb des Heizstabs bis 60 °C **185 kWh weniger Strom vom Netz bezogen**, dafür aber **1766 kWh weniger kWh zurückgeliefert**
 - Das Verhältnis Reduktion Rücklieferung zu Reduktion Einspeisung beträgt damit 1 : 9.6
 - Finanziell nur attraktiv bei Stromkosten die 9.6 x höher sind als Rückliefertarif (z. Bsp. Bezugstarif 28.8 Rp und Einspeisetarif 3 Rp)

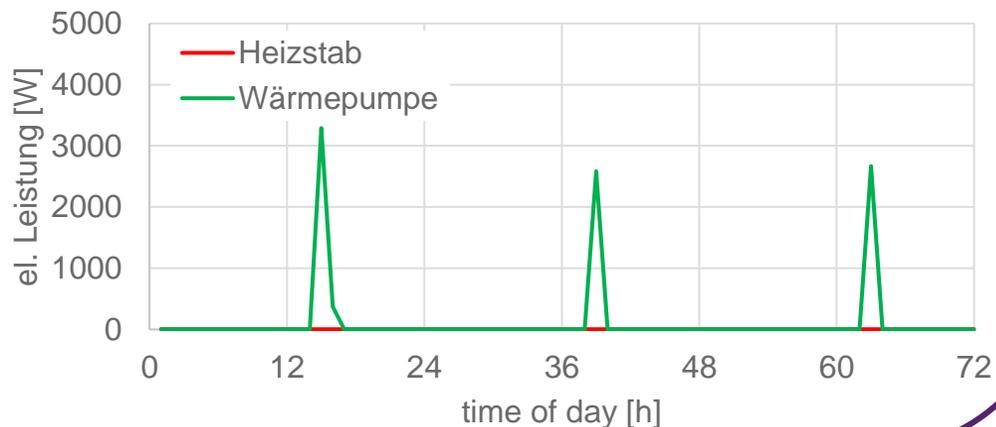
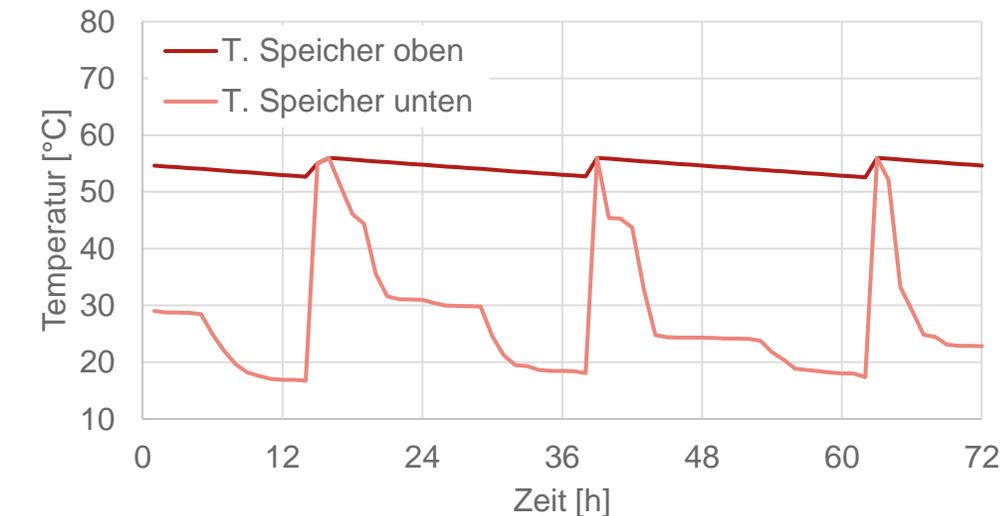


HS60 = Heizstab bis 60 °C

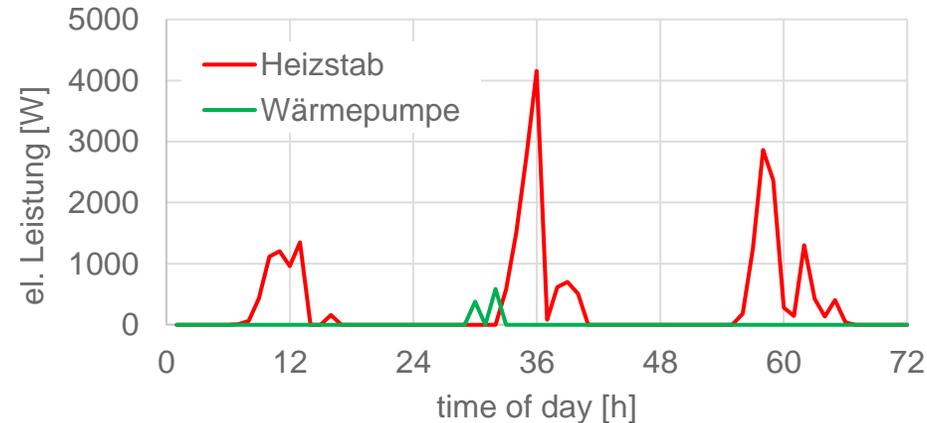
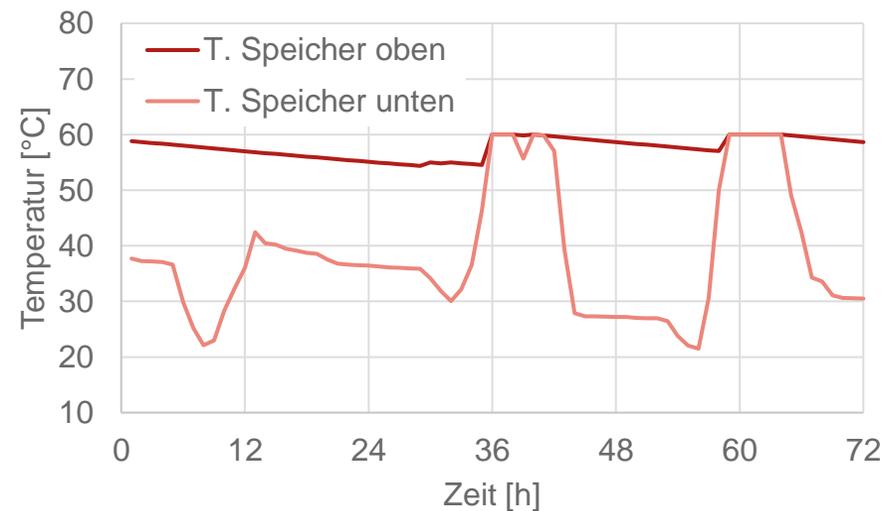
HS70 = Heizstab bis 70 °C

Warum ist das so? - Beispiel drei Tage im April...

Nur Wärmepumpe



Wärmepumpe + Heizstab



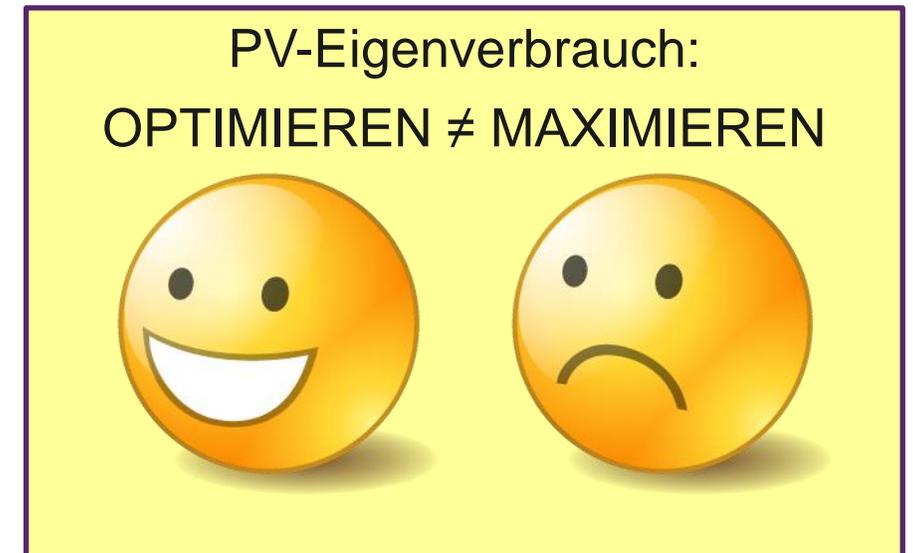
PV-Eigenverbrauch – maximieren?

PV Eigenverbrauch für Heizen

- Wollen Sie tatsächlich den Eigenverbrauch maximieren?



Bildquelle: gewa-gartenbau.ch

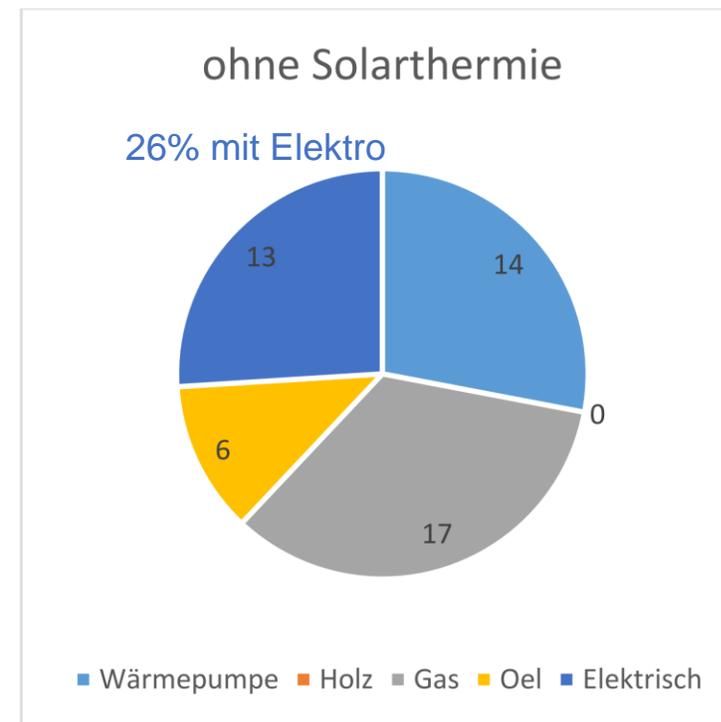
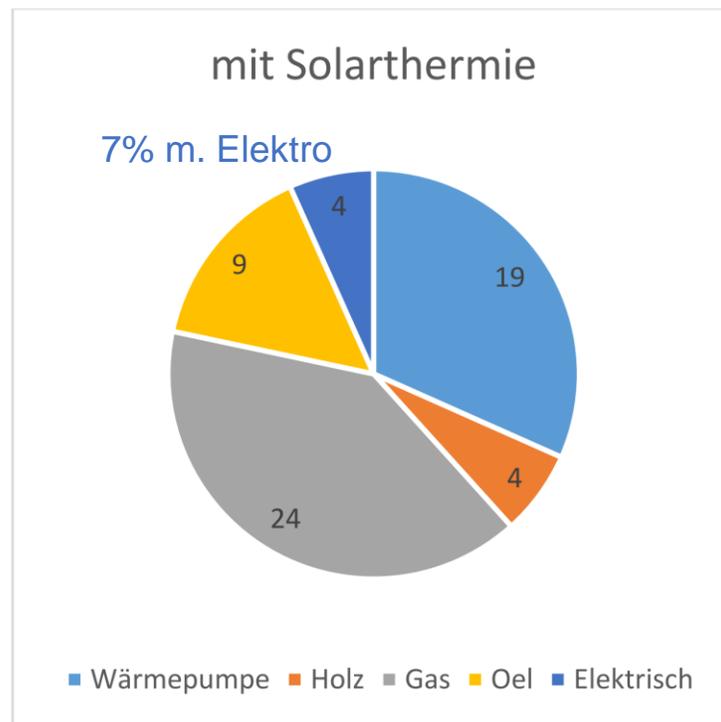


Bildquelle: Visual Farm – Creative Commons

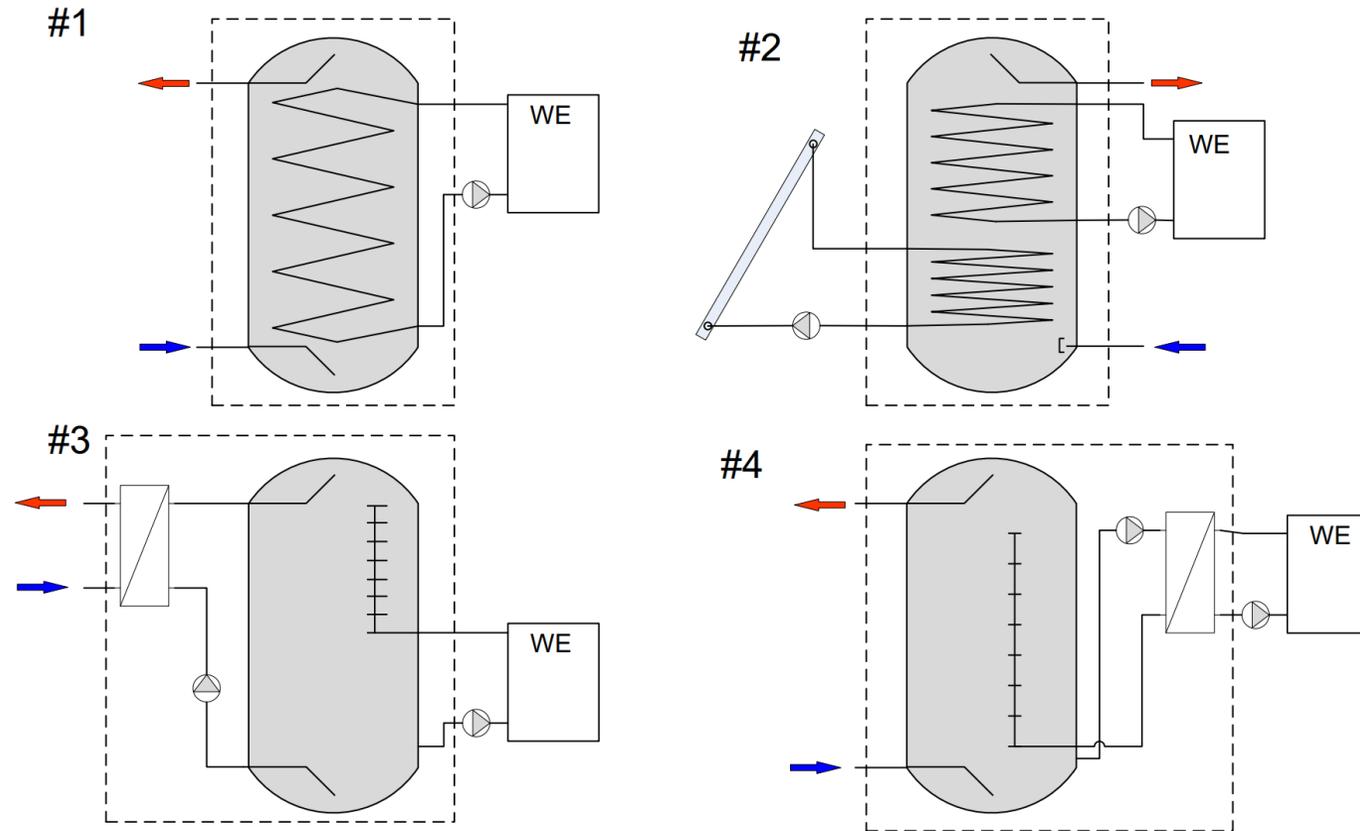
www.ost.ch/spf/solenev

Fazit zu Solarenergie + Heizstab

- Heizstäbe können aus Effizienzgründen und aus Betriebsoptimierungs-Gründen nicht empfohlen werden, auch nicht in Kombination mit Solarwärme oder PV
- Insbesondere im Winter ist der Betrieb von Heizstäben praktisch immer mit Verschwendung von Strom verbunden, der anderweitig dringend benötigt würde

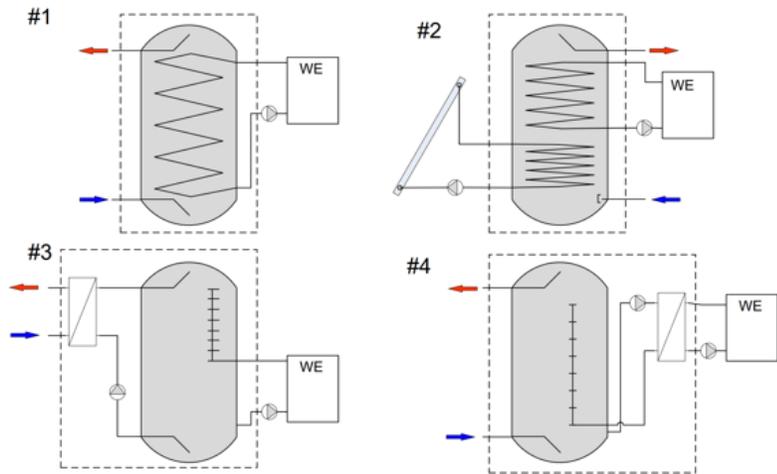


Optimierung WP + Warmwasser (auch ohne Solar)



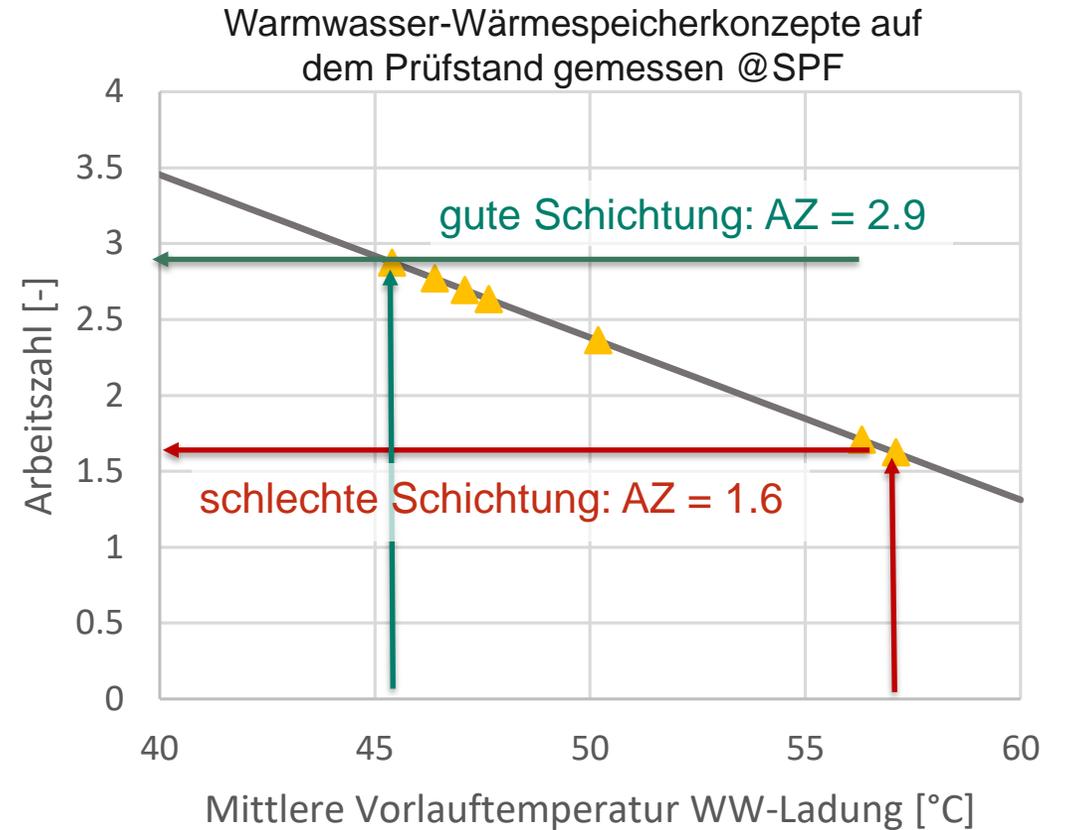
www.ost.ch/spf/dhwstrat

Speicherschichtung und Lademanagement ist in Kombination mit WP match-entscheidend



Einsparung:
44% elektrisch

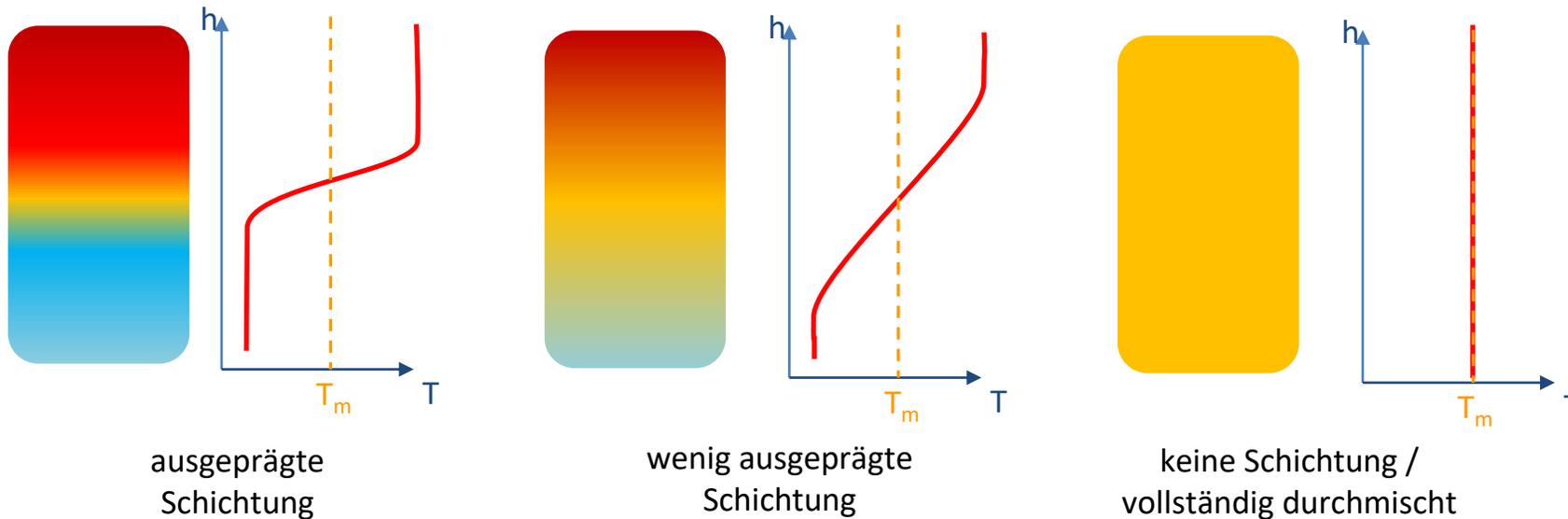
- **spart bis zu 44% elektrische Energie**
 - EFH: spart 240 CHF/Jahr (bei 30 Rp/kWhel)
 - weil die Temperatur der Beladung tiefer gehalten werden kann bei guter Schichtung, was der Arbeitszahl der Wärmepumpe zugute kommt.



www.ost.ch/spf/dhwstrat

Speicher ist nicht gleich Speicher

- Möglichst **geringe Wärmeverluste** (gute und lückenlose Dämmung)
- **”gute” Temperaturschichtung**: heiss immer oben, kalt immer unten, wenig Durchmischung



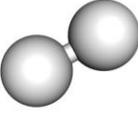
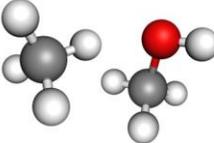
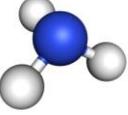
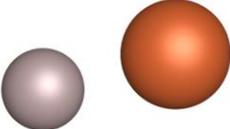
$T = \text{Temperatur}$

- Einfluss von Speicherschichtung und –management bei WW in MFH (mit Zirkulation) ist Gegenstand eines laufenden Projektes: www.ost.ch/spf/effplusww

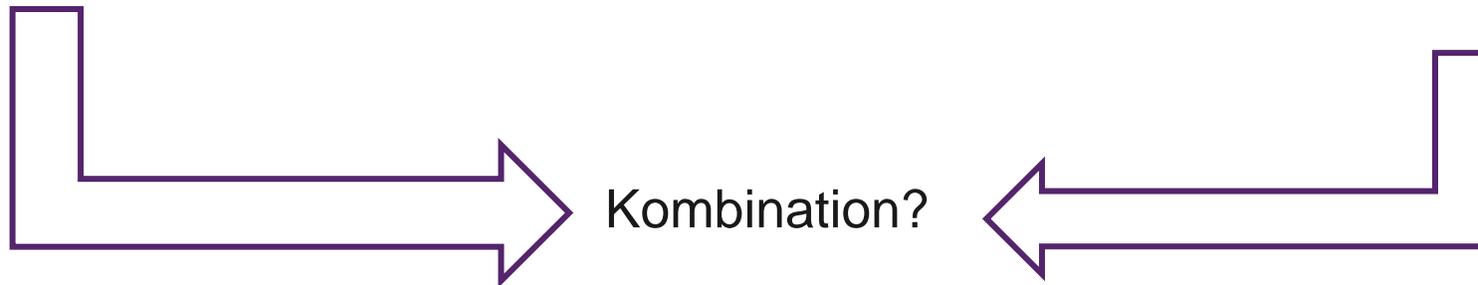
Gesamtbetrachtung – saisonale Speicher im Gebäude



Thermisch – Stand der Technik

<p>Wasserstoff</p>  <p>Nachteile: vol. Energiedichte / Speicherbarkeit</p>	<p>Kohlenwasserstoffe Methan / Methanol</p>  <p>Nachteile: Kohlenstoff: Woher und wohin?</p>	<p>Ammoniak</p>  <p>Nachteile: Toxizität</p>	<p>Metalle – Renewable Metal Fuels: Al, Fe</p>  <p>Nachteile: Technologiereife</p>
---	---	---	---

Chemisch – aF+E



Maximal-Variante: 100% Solare Wärme mit grossem Speicher

Beispiel: Mehrfamilienhaus, 8 Wohnungen

	Original	Neu*
Wohnungen	8	8
Speicher	110 m ³	55 m ³
Kollektoren	160 m ²	110 m ²
Photovoltaik	0 m ²	50 m ²
Wärmepumpe	Keine	10 kW
Niedertemperaturquelle / -senke	Keine	Fundamentplatte
Warmwasser-Rückgewinnung	Keine	Fallstrang zentral
Umsetzung	Erfolgt / erfolgreich	steht aus!



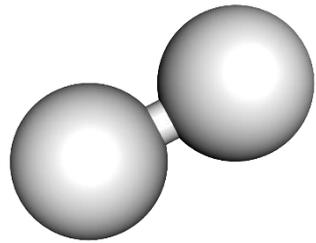
Bildquelle: Jenni Energietechnik



* neues Konzept simuliert / untersucht durch SPF-OST, HSLU & Jenni Energietechnik, www.ost.ch/spf/sensopt

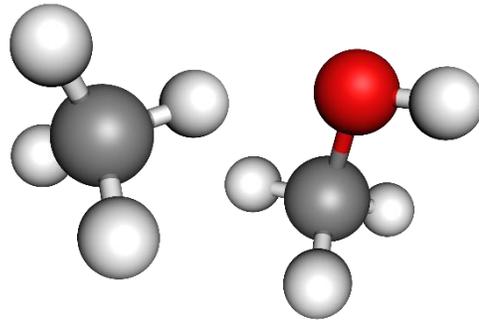
Optionen chemisch: Power-to-X

Wasserstoff



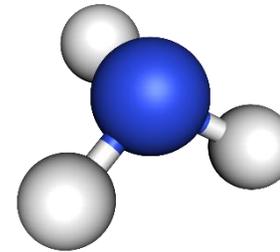
Nachteile:
vol. Energiedichte
/ Speicherbarkeit

Kohlenwasserstoffe Methan / Methanol



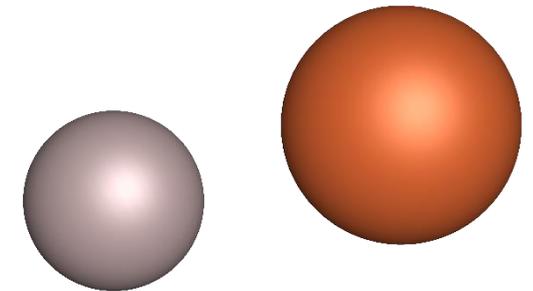
Nachteile:
Kohlenstoff: Woher
und wohin?

Ammoniak



Nachteile:
Toxizität

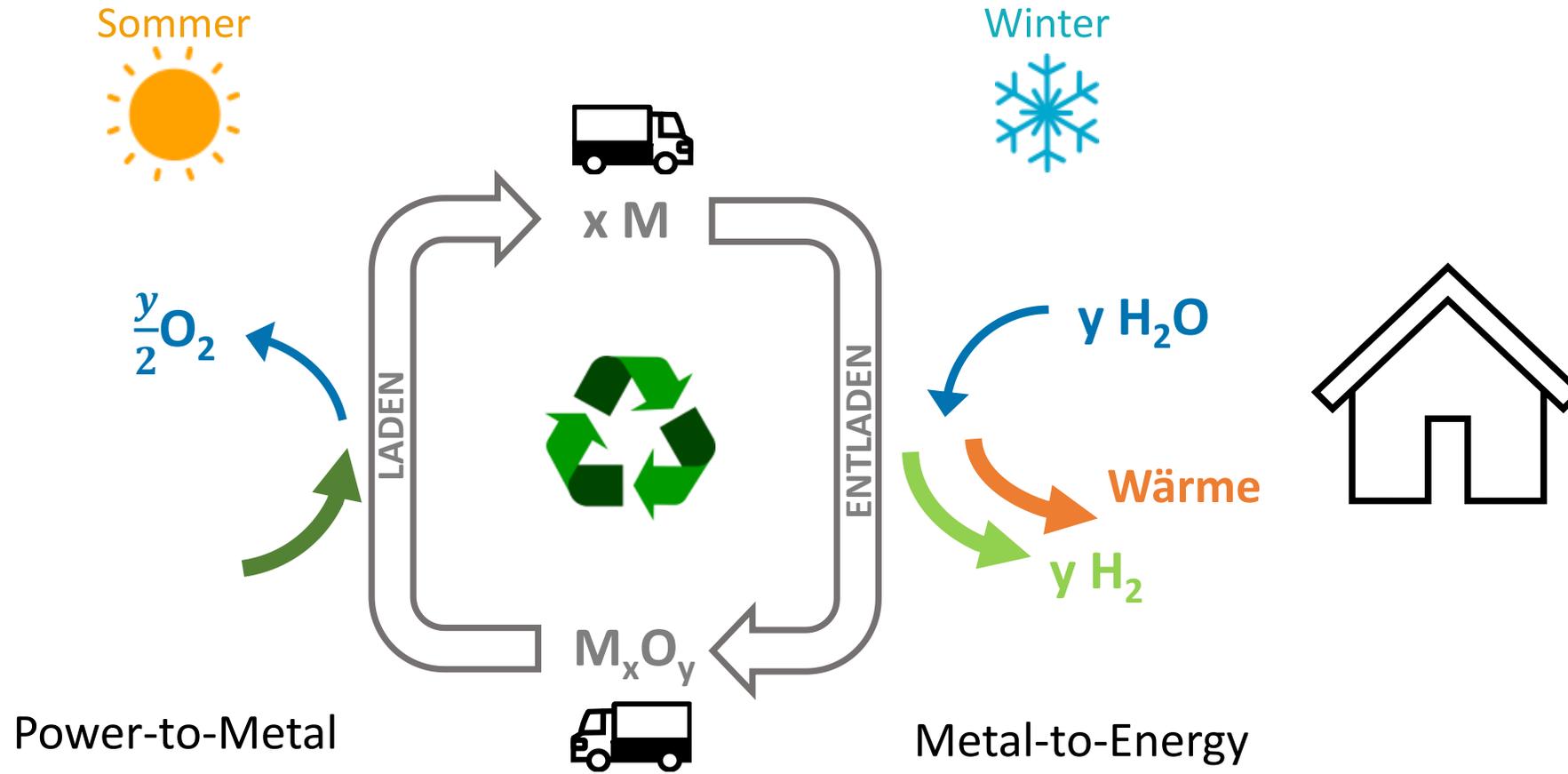
Metalle – Renewable Metal Fuels: Al, Fe



Nachteile:
Technologiereife

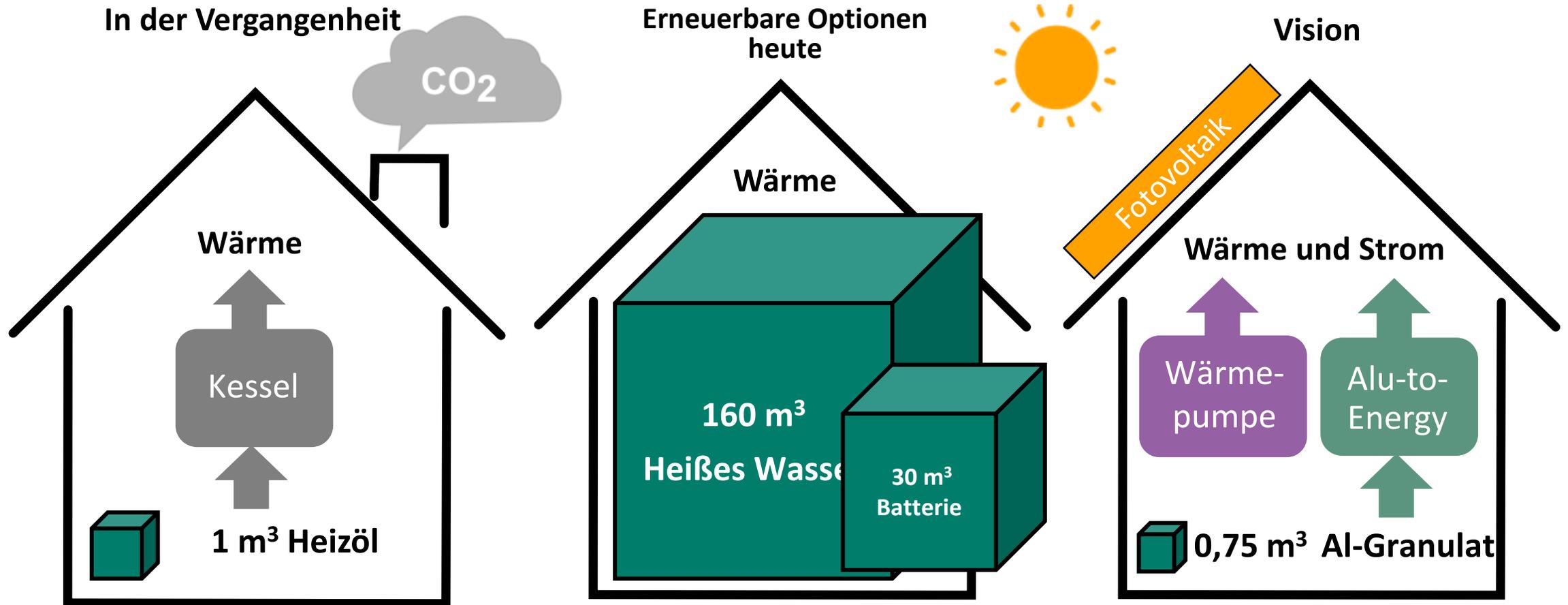
Langzeitspeicher: Chemisch

Ausblick: 100% Deckung mit Renewable Metal Fuels



Langzeitspeicher: Chemisch

Volumenbetrachtungen



Erforderliches Speichervolumen zur Deckung eines Winterwärmebedarfs von **11'000 kWh**

Fazit

- **Effizienz !**
- **Elektroheizstab ☹️**
- **Speicherschichtung und Speichermanagement !**
- **Saisonale Speicherung: Wärme und Strom**

Hinweis: www.ost.ch/energiespeicher

22./23. & 29./30. August 2024



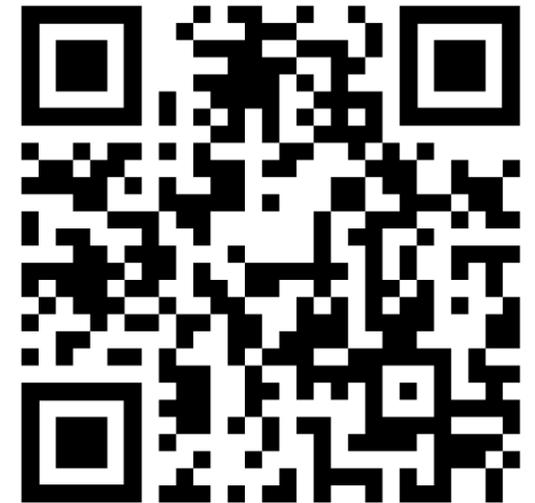
**WEITERBILDUNG
ENERGIESPEICHER**

WO WISSEN WIRKT.

Jetzt mehr erfahren und anmelden



OST
Ostschweizer
Fachhochschule



Herzlichen Dank



Prof. Andreas Häberle
andreas.haeberle@ost.ch



Dr. Michel Haller
michel.haller@ost.ch