

**Betrieb von Erdwärmesondenanlagen in Verbindung mit
Photovoltaik sowie Solarthermie
Erfahrungsbericht mit Beschreibung der Konsequenzen für
die Auslegung**

Koblenz, 15.09.2022

Gliederung:

- Auslegung einer Erdwärmesondenanlage für den Betrieb mit Wasser
- Kombination mit Solarthermie zur Regeneration des Untergrundes
- Nutzen der Solarthermie
- Kombination mit Photovoltaik
- Berücksichtigung des smart-grid-Betriebs der Wärmepumpe
- Nutzen der Photovoltaik

Voraussetzungen für die Auslegung mit Wasser

- Exakte Abstimmung der Heizung und Kühlung erforderlich (mit Heizungsbauer / TGA-Planer)
- Einhaltung der Vorgaben Wärmepumpenhersteller und EWS-Anlage
- Temperaturmessung hinter Wärmetauscher
- Durchflussmengen sind einzuhalten

Vorteile des Betriebs mit Wasser

- Genehmigungsfähigkeit im Wasserschutzgebiet
- Leckage bleibt ohne Umweltauswirkungen
- Höhere Jahresarbeitszahl
- Kühlung in einem Kreislauf möglich (Materialauswahl im Heizkreislauf beachten!)
- Besserer Wärmetausch, geringere Viskosität, geringere Druckverluste

Nachteile des Betriebs mit Wasser

- Exakte Abstimmung der Heizung und Kühlung erforderlich (mit Heizungsbauer / TGA-Planer)
- Nachhaltige Auslegung mit Kühlung (Gebäude) zur Regeneration der EWS-Anlage erforderlich
- Einhaltung der Vorgaben zu Durchflussmengen und Temperatur

Kosten

- Keine höheren Investitionskosten für EWS-Anlage, da frostsicherer Betrieb ohnehin gefordert wird
- Geringere Kosten durch Verzicht auf Frostschutzmittel
- Geringere Betriebskosten infolge höherer JAZ
- Geringere Kosten durch Verzicht auf Sachverständigenprüfung (bei großen Anlagen!)

Praxisbeispiel 10 kW-Anlage im WSG IIB

- Jahresheizarbeit Gastherme (vor Umstellung auf EWS): 18 MWh/a (Gas); Stromverbrauch nicht ermittelbar.
- Stromverbrauch Wärmepumpe einschließlich aller Pumpen, Gebläse, usw.: 2 MWh/a.
- Passive Kühlung (des Heizkreislaufs) und Lüftung mit Kühlung und vorgeschaltetem Pollenfilter
- Regeneration der EWS-Anlage infolge Kühlung ausreichend

Solarthermie auch zur Regeneration der EWS-Anlage vorgesehen



Auslegungsdaten EWS-Anlage Einfamilienhaus im WSG IIB

Jährlicher Warmwasserbedarf	5.00 MWh
Jahresheizarbeit	18.00 MWh
Jahreskühlarbeit	0 MWh
Jahresarbeitszahl (WW)	3.00
Jahresarbeitszahl Heizen	4.50
Jahresarbeitszahl Kühlen	99999.00 (passiv)
Spitzenlast: 10 kW in	
Januar, Februar und Dezember:	jeweils 1 Stunde

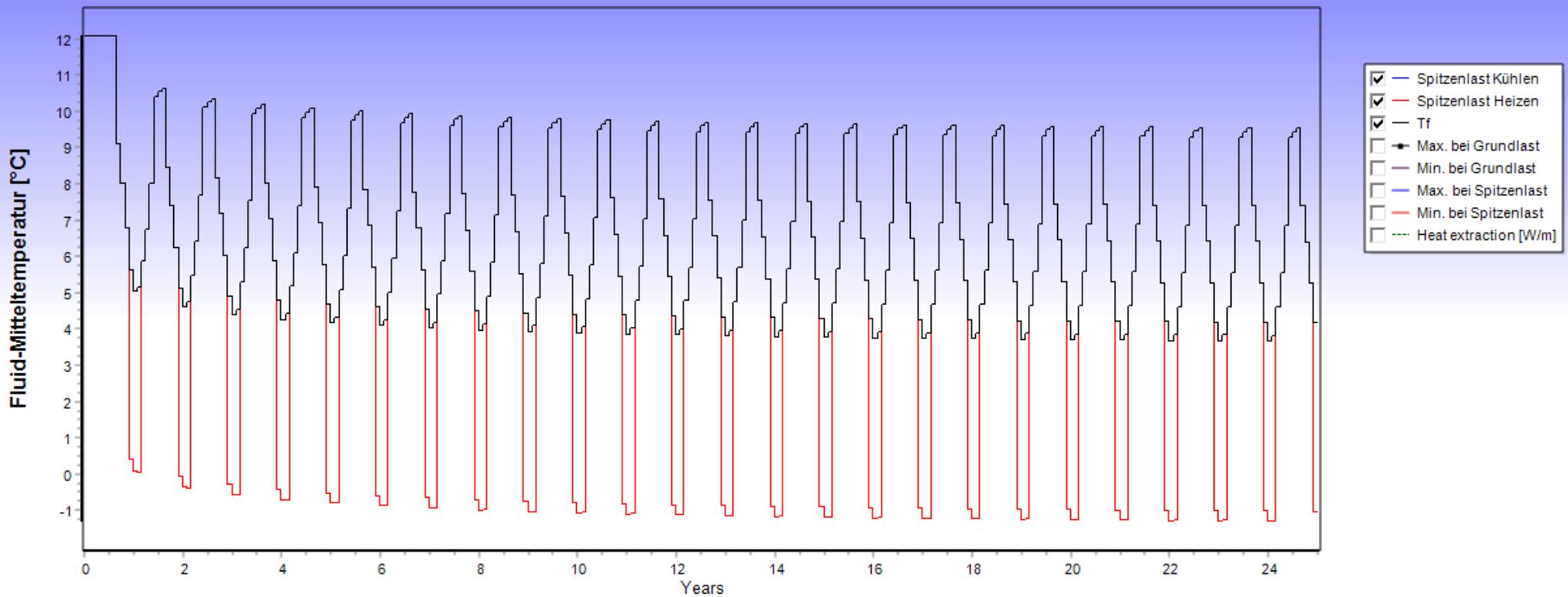
Auslegungsdaten EWS-Anlage Einfamilienhaus im WSG IIB

Anzahl Bohrungen	2
Tiefe der Erdwärmesonde	99.00 m
Erdwärmesondenlänge gesamt	198.00 m

UNTERGRUND (**Ergebnisse aus GRT**)

Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs	2.790 W/(m·K)
Spez. Wärmekapazität des Erdreichs	1.100 MJ/(m ³ ·K)
Mittl. Temperatur d. Erdoberfläche	11.00 °C
Geothermischer Wärmefluss	0.0600 W/m ²

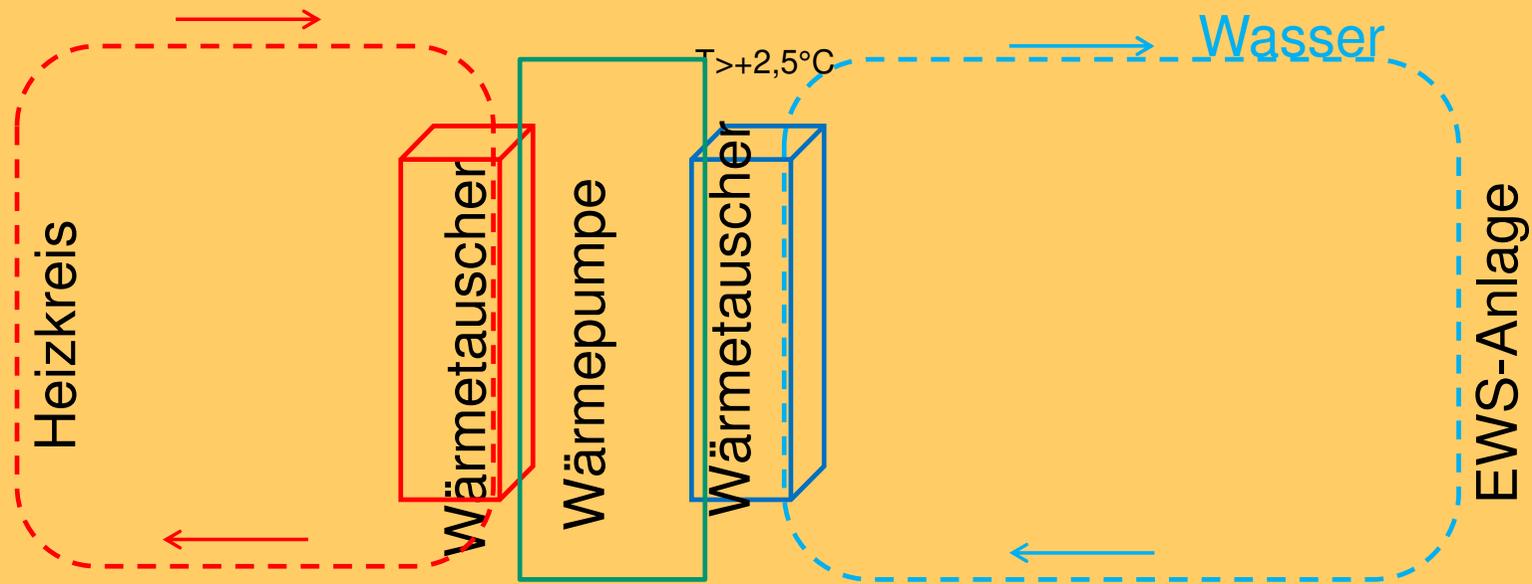
EED-Berechnung mit Wasser



Monthly simulation: EED2022.DAT
 Sondenanordnung 1 ("2 : 1 x 2 line"), B: 11 m, D: 99 m
 Fluid temperatures for last year: min: -1,32°C max: 9,53°C

Einfamilienhaus mit 10 kW Heizleistung, ohne Wärmeeintrag; Anlage friert ein!

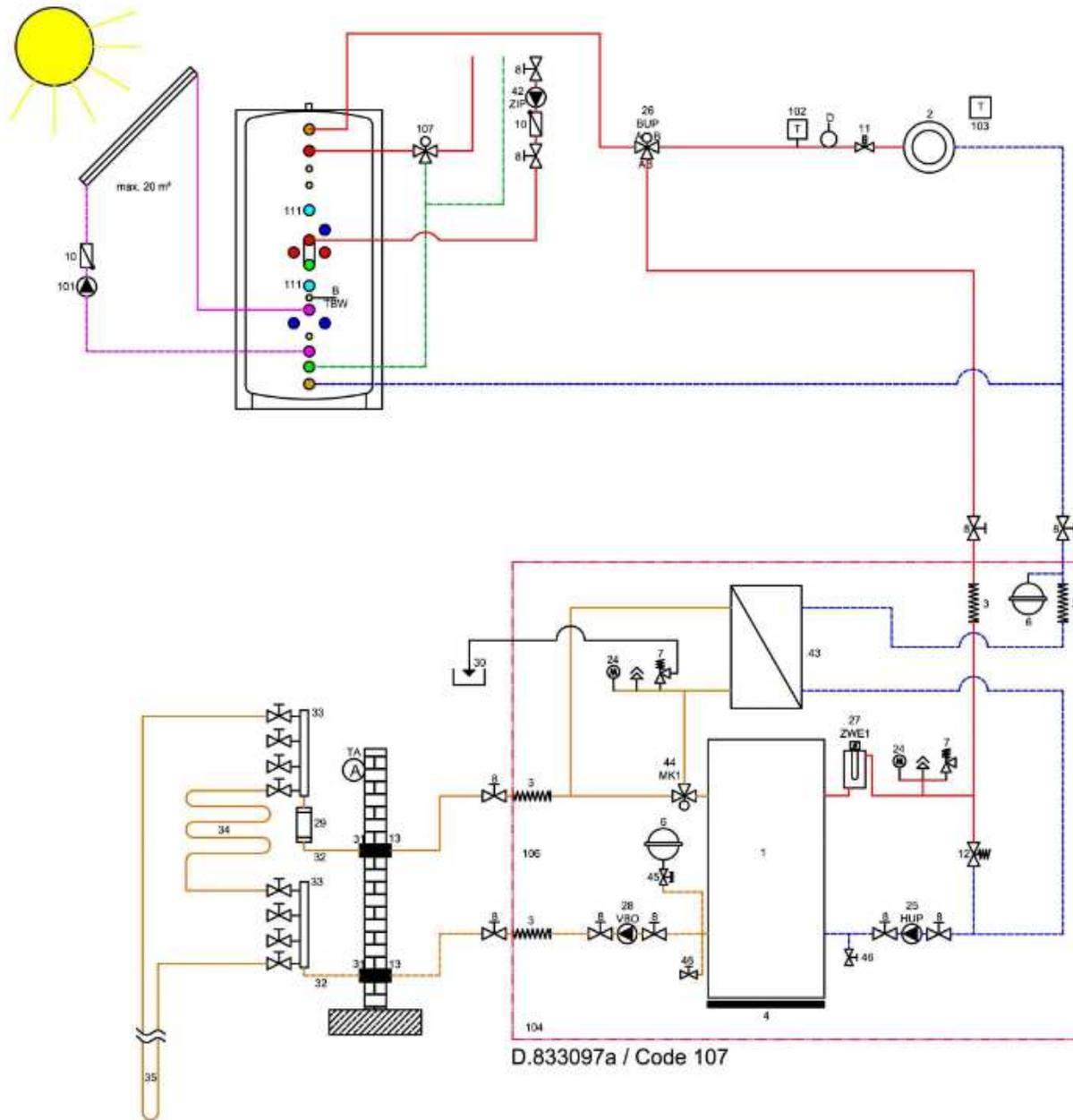
Betrieb mit Wasser in EWS-Anlage



Temperaturvorgabe Wärmetauscher: $>+2,5^{\circ}\text{C}$ (Vorgabe Brötje)

Betriebsweise

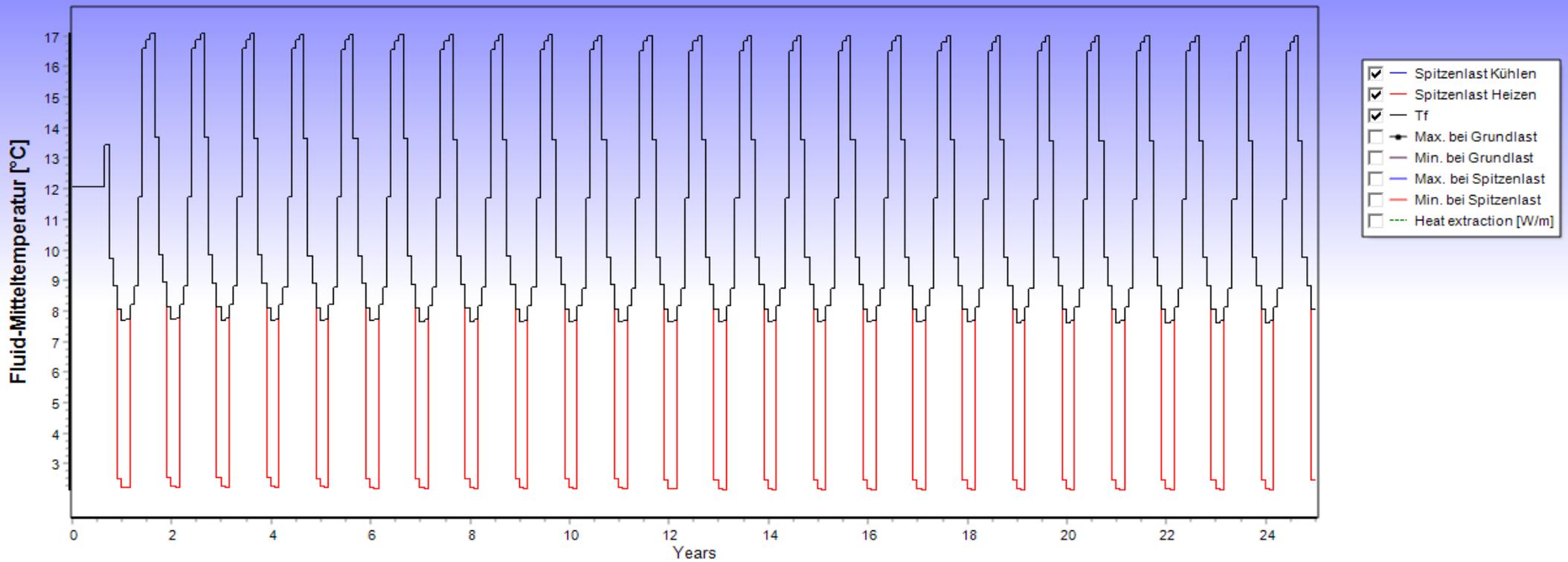
- Beschränkung der Temperatur auf $+2,5^{\circ}\text{C}$ (Vorgabe Brötje)
- Abdeckung Spitzenlasten durch Alternativen
- Optimierung der Durchflussmengen
- Wasser in EWS-Anlage



Ohne Wärmeeintrag friert die Anlage ein!

Einbindung der Solarthermie reduziert den Heizenergiebedarf; Die thermischen Überschüsse im Sommer werden zur thermischen Regenerierung des Untergrundes genutzt

EED-Berechnung mit Wasser



Monthly simulation: EED2022.DAT
 Sondenanordnung 1 (*2 : 1 x 2 line*), B: 11 m, D: 99 m
 Fluid temperatures for last year: min: 2,12°C max: 17°C

Einfamilienhaus mit 10 kW Heizleistung, passive Kühlung

Sinnhaftigkeit der Kombination der EWS-Anlage mit Solarthermie

Vorteile:

- Reduzierter Bedarf an Heizarbeit der Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser
- Überwiegend alleinige Bereitstellung des Warmwasserbedarfs im Sommer
- Möglichkeit der Einleitung der thermischen Überschüsse in den Untergrund

Nachteile:

- Ungenutzte Überschüsse an thermischer Energie im Sommer
- Investitionskosten könnten höher sein als der Nutzen während der Betriebszeit

Solarthermie war auch zur Regeneration der EWS-Anlage vorgesehen, wurde aber nicht benötigt, da die passive Kühlung des Gebäudes ausreicht!



Betriebserfahrungen nach 13 Jahren

- Untergrundtemperaturen bleiben unverändert hoch aufgrund der passiven Gebäudekühlung
- Betriebssicherheit ist immer vorhanden
- Die Einleitung der Überschusswärme der Solarthermie in den Untergrund wurde nie benötigt

Fazit der Kombination mit Solarthermie:

- Verwendung von Wasser als Wärmeträgermedium in der geschlossenen Erdwärmeanlage ist sinnvoll, insbesondere in Gebieten, in denen ansonsten keine Geothermie zulässig wäre.
- Passive Kühlung regeneriert den Untergrund thermisch bzw. die Wärmespeicherung führt zur Verbesserung der Jahresarbeitszahl im folgenden Heizbetrieb
- Überschüsse des Wärmeertrags nicht nutzbar

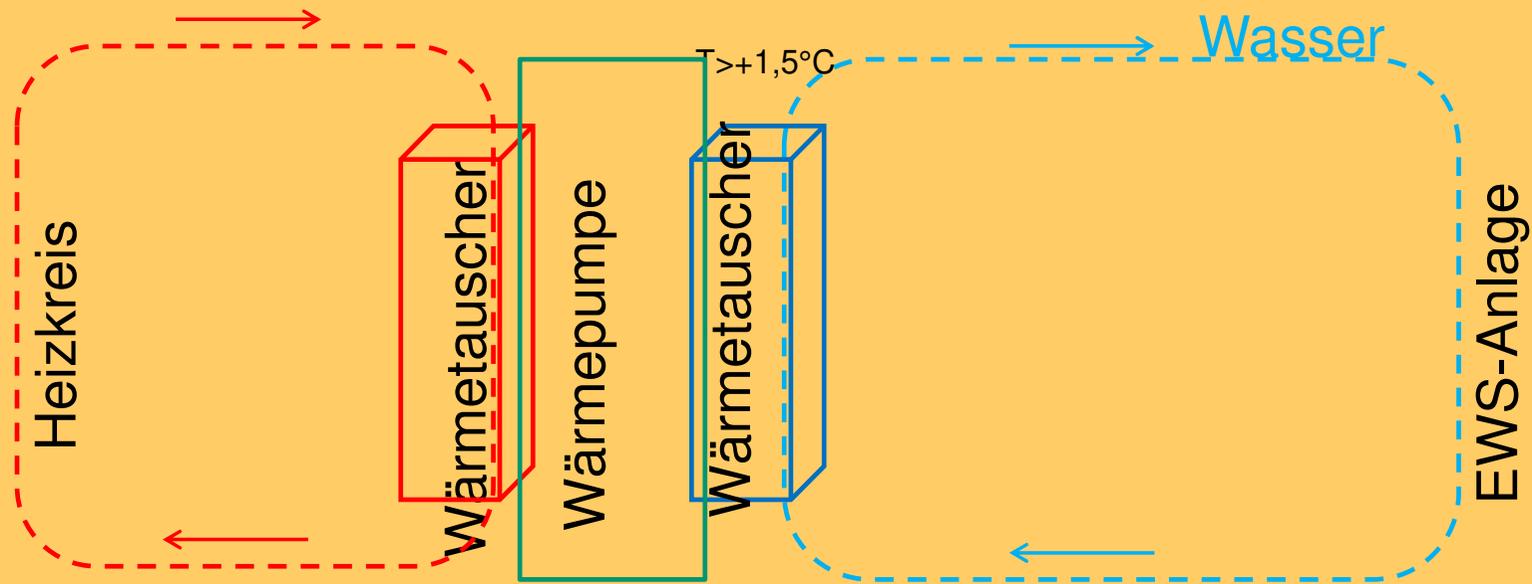


Nutzung der PV-
Erträge für smart-
grid-Betrieb der
Wärmepumpe,
Heizung,
Warmwasser-
bereitung,
Kühlung,
Haushalt,
Autofahrt

Auslegungsdaten EWS-Anlage im WSG IIB

Jährlicher Warmwasserbedarf	5.00 MWh
Jahresheizarbeit	15.00 MWh
Jahreskühlarbeit	6 MWh (passive Gebäudekühlung)
Jahresarbeitszahl (WW)	3.00
Jahresarbeitszahl Heizen	4.50
Jahresarbeitszahl Kühlen	99999.00 (passiv)
Spitzenlast: 11 kW in Januar, Februar und Dezember:	jeweils 5 Stunden

Betrieb mit Wasser in EWS-Anlage



Temperaturvorgabe Wärmetauscher: $>+1,5^{\circ}\text{C}$

Plattenwärmetauscher



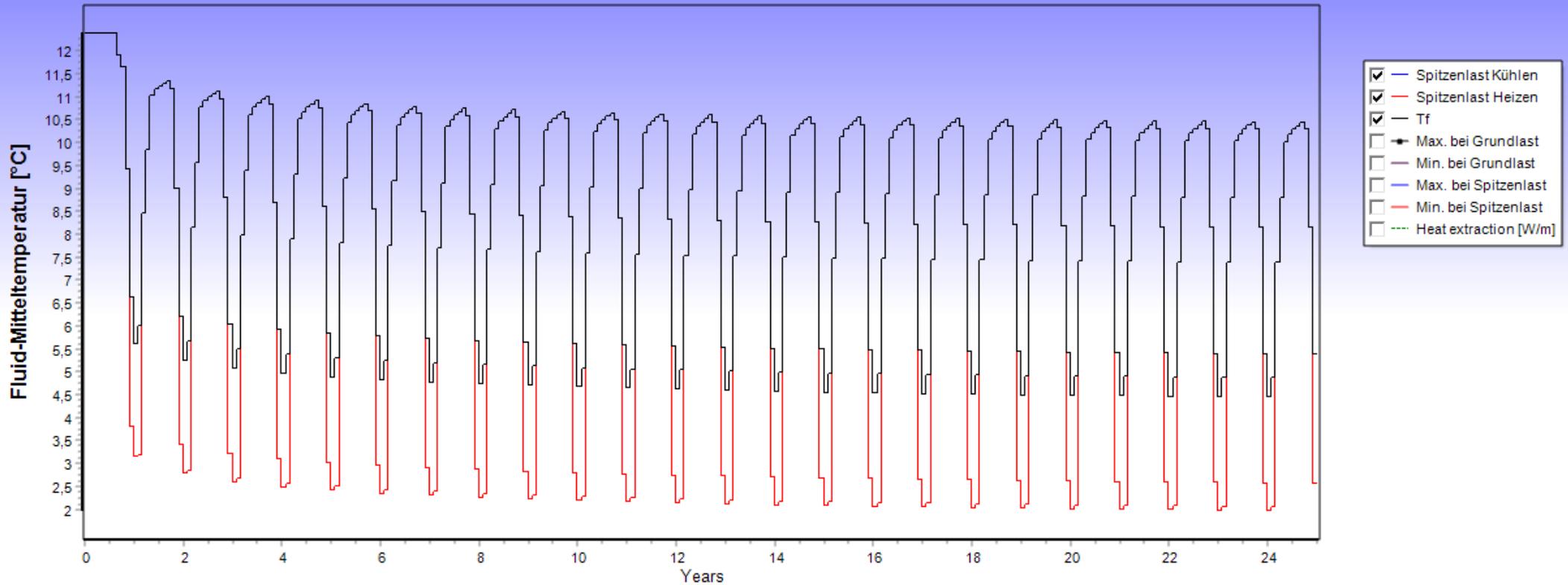
Vorgabe: $T > +2,5^{\circ}\text{C}$, z.T. $> +4^{\circ}\text{C}$

Koaxialwärmetauscher



Vorgabe: $T > +1,5^{\circ}\text{C}$

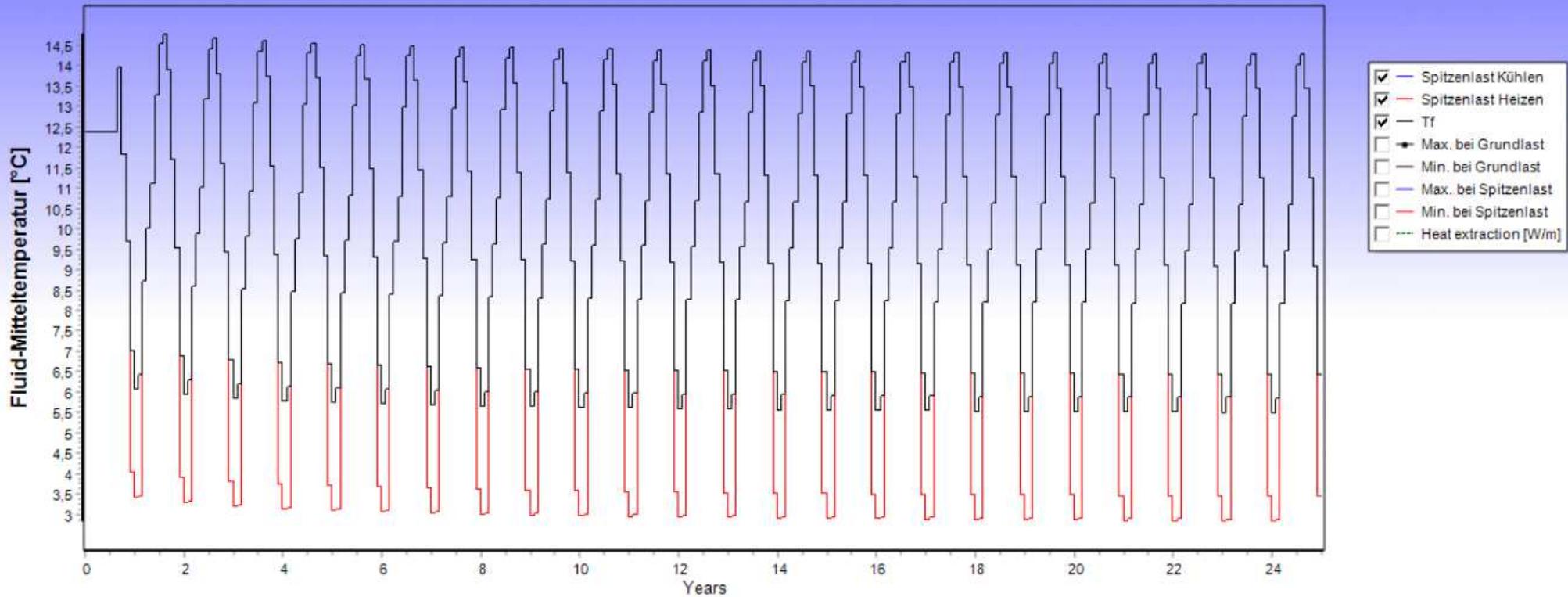
EED-Berechnung mit Wasser, ohne Kühlung!



Monthly simulation: 220513EED.DAT
 Sondenanordnung 1 ("2 : 1 x 2 line"), B: 8 m, D: 124 m
 Fluid temperatures for last year: min: 1,96°C max: 10,4°C

Einfamilienhaus mit 11 kW Heizleistung; Anlage friert ein (bei Vorgabe +2,5°C)!

EED-Berechnung mit Wasser, mit Kühlung!



Monthly simulation: 220513EEDKÜHLG.DAT
Sondenanordnung 1 (*2: 1 x 2 line*), B: 8 m, D: 124 m
Fluid temperatures for last year: min: 2,83°C max: 14,3°C

Einfamilienhaus mit 11 kW Heizleistung; Anlage friert nicht ein (bei Vorgabe +2,5°C)!

Anlagenauslegung

- Heizung und Warmwassererzeugung mittels Wärmepumpe (auch smart-grid)
- Aktive Be- und Entlüftung mit Kreuzwärmetauscher
- Zusätzliche Heizung der aktiven Belüftung über Wärmetauscher (Heizkreislauf)
- Passive Kühlung über Fußbodenheizung und Lüftung unter Estrich (eht-siegmund)
- Passive Kühlung der aktiven Belüftung über Wärmetauscher direkt mit dem Wasser des Erdwärmesondenkreislaufs

Passive Kühlung: Die Temperatur im Heizungskreislauf muss wegen des

Taupunkts beschränkt werden!
Im Lüftungswärmetauscher kann die kondensierte Luftfeuchtigkeit abgeleitet werden.
Ergebnis:
Entfeuchtete, gekühlte Zuluft



Sinnhaftigkeit der Kombination der EWS-Anlage mit Photovoltaik

Vorteile: Hoher Anteil der Energienutzung aus Eigenerzeugung:

- Betrieb der Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser (einschl. Umwälzpumpen)
- Passive Kühlung, Haushaltsstromnutzung, Autoladung
- Akku zur besseren Ausnutzung der Erträge sinnvoll!
- Flatrate von Sonnen als Ausgleich für die „verschenkten“ Überschüsse

Nachteile:

- Die EWS-Anlage muss auf den smart-grid-Betrieb angepasst werden
- Im smart-grid-Betrieb verschlechtert sich die JAZ



Akku + Smart Grid Speicherung der PV-Überschüsse

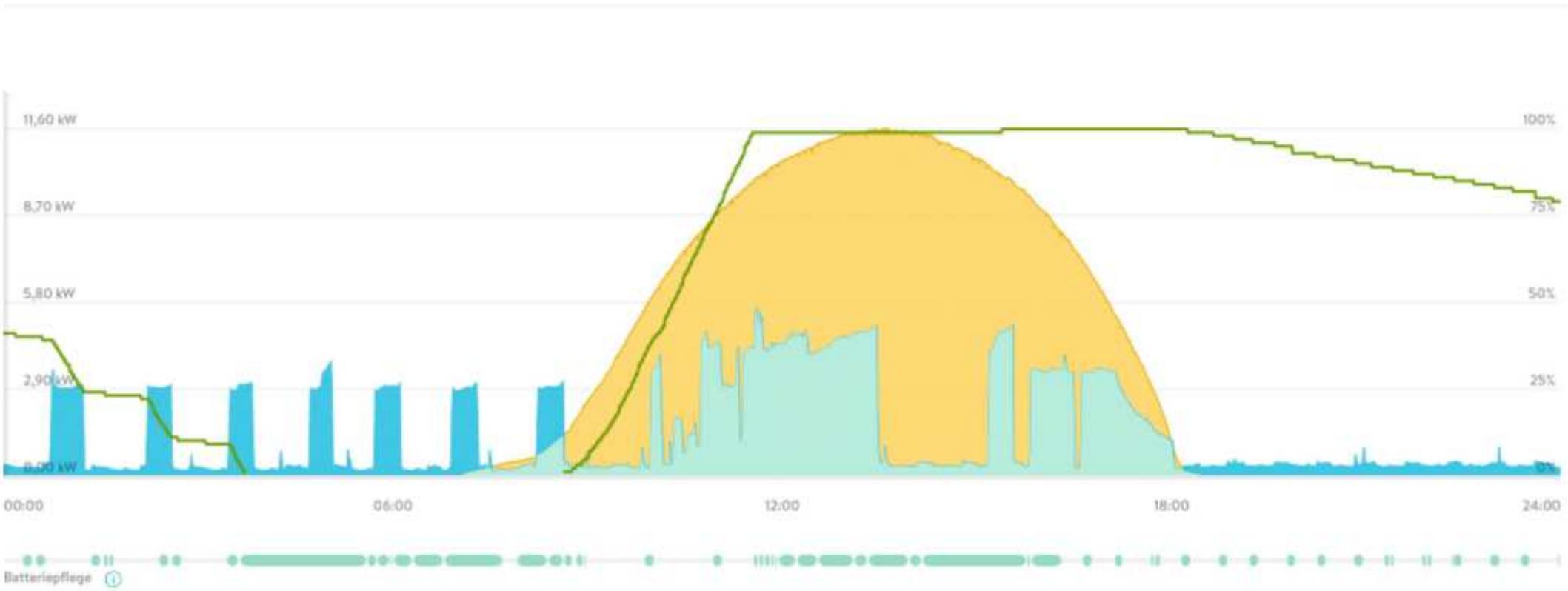
< 26.02.2022 >



Kombination PV mit Geothermie, Haushalt und PKW-Ladung

Akku + Smart Grid Speicherung der PV-Überschüsse

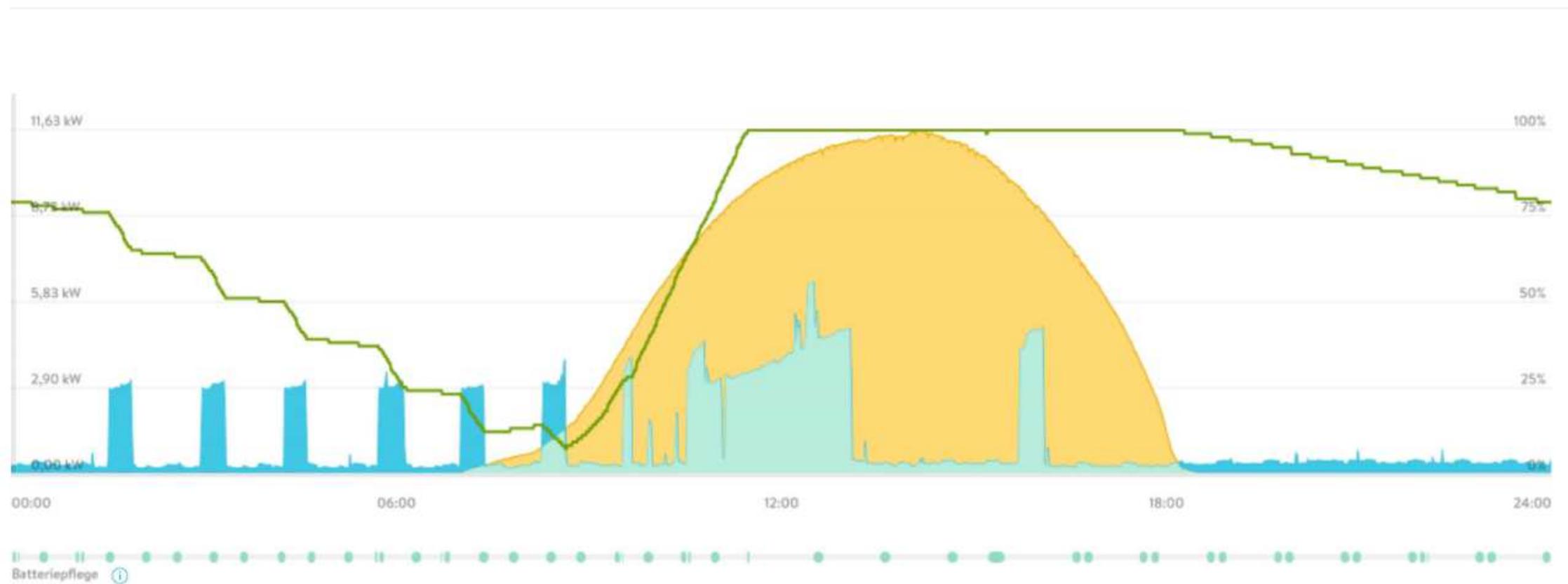
< 09.03.2022 >



Kombination PV mit Geothermie, Haushalt und PKW-Ladung

Akku + Smart Grid Speicherung der PV-Überschüsse, 10.03.2022

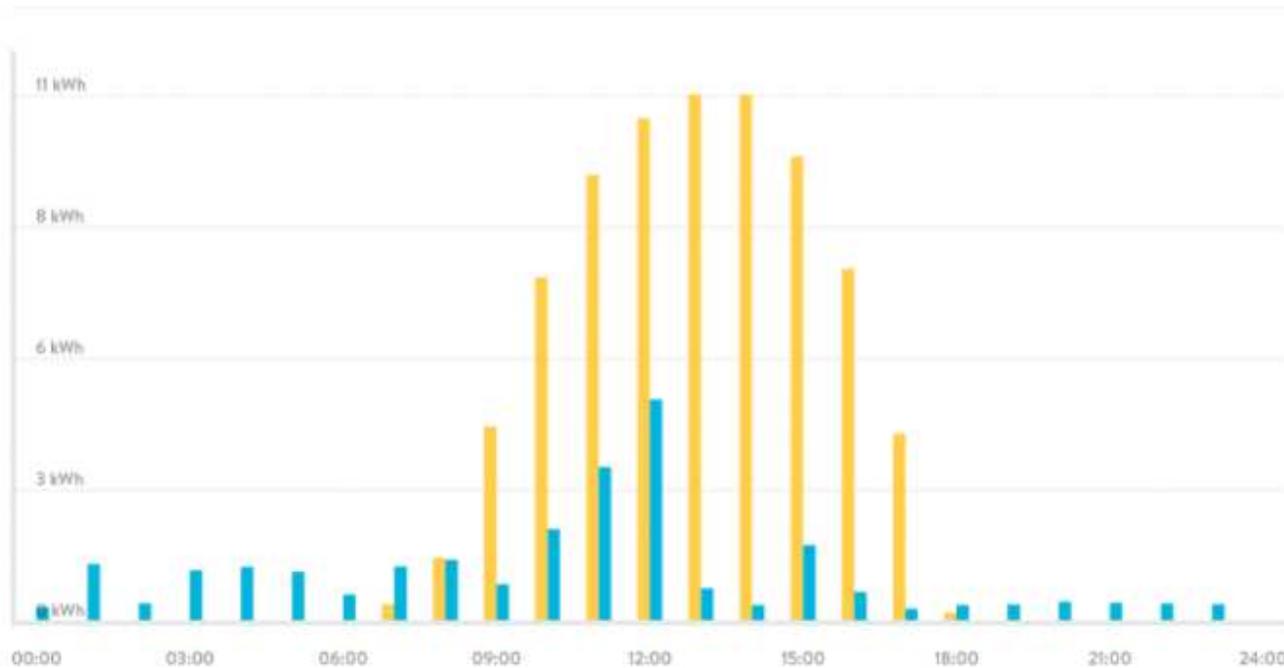
< 10.03.2022 >



Kombination PV mit Geothermie, Haushalt und PKW-Ladung

Ergebnis: Erhöhung der Autarkie und des Eigenverbrauchs!

10.03.2022



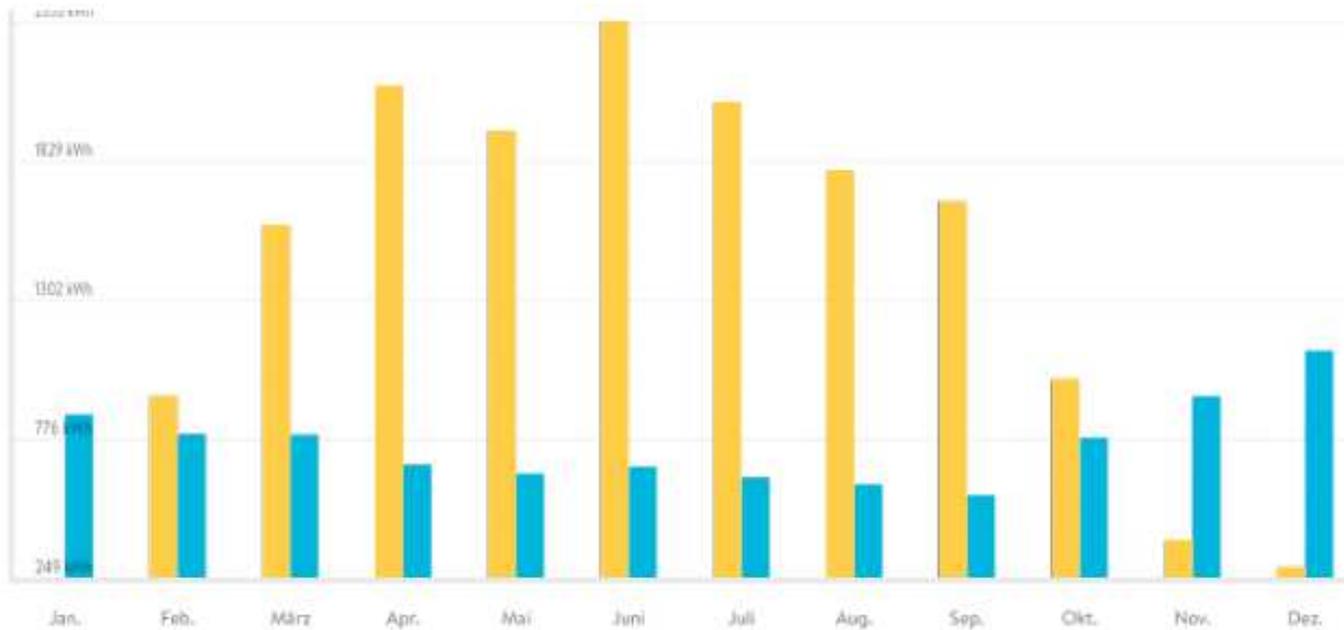
98% Autarkie
2% Netzbezug



33% Eigenverbrauch
67% Netzeinspeisung



Jahresergebnis 2021: Erhöhung der Autarkie und des Eigenverbrauchs!



71% Autarkie
29% Netzbezug



41% Eigenverbrauch
59% Netzeinspeisung



sonnen
Sonnen.de

Fazit:

- Die Kombination von Photovoltaik mit Erdwärmennutzung, insbesondere auch bei smart-grid-Betrieb der Wärmepumpe ist technisch sinnvoll und sehr wirtschaftlich.
- Die zusätzliche Nutzung der Photovoltaik für den Haushalt, die passive Kühlung und Lüftung über die Erdwärmesondenanlage sowie die Ladung der Auto-Akkus erhöht den Autarkiegrad.
- Die kostenlose Flatrate, zum Beispiel von der Firma Sonnen (Wildpoldsried), im Gegenzug zur kostenlosen Einspeisung der Überschüsse, optimiert in Verbindung mit einem Akku den Anteil der Eigennutzung der Erträge

Gesamtfazit:

- Die Kombination von Photovoltaik mit Erdwärmennutzung ist i.d.R. sinnvoller als die Kombination von Solarthermie mit Erdwärme.
- Die Erträge der Solarthermie können i.d.R. vor allem in der Sommerzeit nicht in vollem Umfang genutzt werden.
- Die Nutzung der Erträge der Photovoltaik auch für Haushalt, Lüftung, Auto, usw. ist zu jeder Zeit in größerem Umfang möglich
- Die Energieautarkie ist mit PV besser zu erreichen als nur mit Solarthermie

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Diplom-Geologe Stefan Pohl

**geo consult POHL
Im Stein-Reich 6
56170 Bendorf-Sayn**