
Fünf Jahre Solarwärmepumpe mit Jahresarbeitszahlen über 5.

Die Analyse der Messdaten von Soleheap mit zeitlicher Auflösung über Jahre, Monate, Tage und Stunden.

Herbert Güttinger, quidconsult Elgg, 04. Dezember 2025

Im September 2019 wurde im Einfamilienhaus an der Winzerstrasse 9, 8353 Elgg mit Unterstützung des Kantons Zürich das Projekt Soleheap (solar enhanced heat pump) realisiert. Die Ölheizung wurde durch eine Solarwärmepumpe¹ ersetzt, deren Wärmequelle Sonnenkollektoren auf dem Dach und Solarabsorber an der Südfassade (Abbildung 1) des Hauses sind. Bei genügend Sonnenstrahlung wird Solarwärme genutzt und ansonsten dienen die Absorber als Wärmetauscher zur konvektiven Gewinnung von Wärme aus der Luft. Wichtigste Ziele des Projektes waren die Prüfung, ob eine Wärmepumpe aus thermischer Sonnenenergie genügend Wärme gewinnen kann, um den Bedarf für Heizung und Warmwasser zu decken und dies dank relativ hoher Quellentemperatur mit einer guten Arbeitszahl. Die Erfahrungen sollten dokumentiert und veröffentlicht werden².



Abbildung 1:

Die Solarabsorber (8 m²) an der Südseite der Liegenschaft Winzerstrasse 9, CH-8353 Elgg als Wärmequelle für die Wärmepumpe.

In diesem Bericht werden die wichtigsten Messwerte und Erkenntnisse der vergangenen 5 Jahre in verschiedener zeitlicher Auflösung (Jahr, Monat, Tag, Stunden) präsentiert. Nach 5 Jahren Betrieb kann eine positive Bilanz gezogen werden. Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe³ betrug je nach Witterung zwischen 5.0 und 5.5. Eistage ohne Sonnenschein 'Nebel-Kälte-Perioden' erwiesen sich als kritisch. Sie erfordern eine zusätzliche Wärmequelle (Holzofen, Notheizstab).

¹ In Analogie zu Luft-, Erd- und Wasserwärmepumpen wird die mit Solarwärme als Quellenenergie betriebene Wärmepumpe von Soleheap als Solarwärmepumpe bezeichnet.

² Details zu Soleheap wurden 2021 im Schlussbericht an die Baudirektion des Kantons Zürich publiziert [1].

³ Wärmeproduktion der Wärmepumpe für Heizung und Brauchwarmwasser geteilt durch Strombedarf der WP. Der Strombedarf für die Kreislaufpumpe des Absorberkreislaufs (= Verdampferpumpe der WP) ist darin enthalten.

1 Jährliche Leistung der Anlage von 2020 bis 2024

Abbildung 2 zeigt die Beiträge der verschiedenen Energieträger an die Wärmeversorgung der Liegenschaft über die 5 vollständigen Betriebsjahre. Die Solarabsorber liefern als Quelle für die Wärmepumpe im Winter den grössten Anteil an der Wärmeversorgung und die verglasten Sonnenkollektoren auf dem Dach decken den Warmwasserbedarf im Sommer. Im Sommer bleibt ein grosser Teil der Solarwärme ungenutzt.

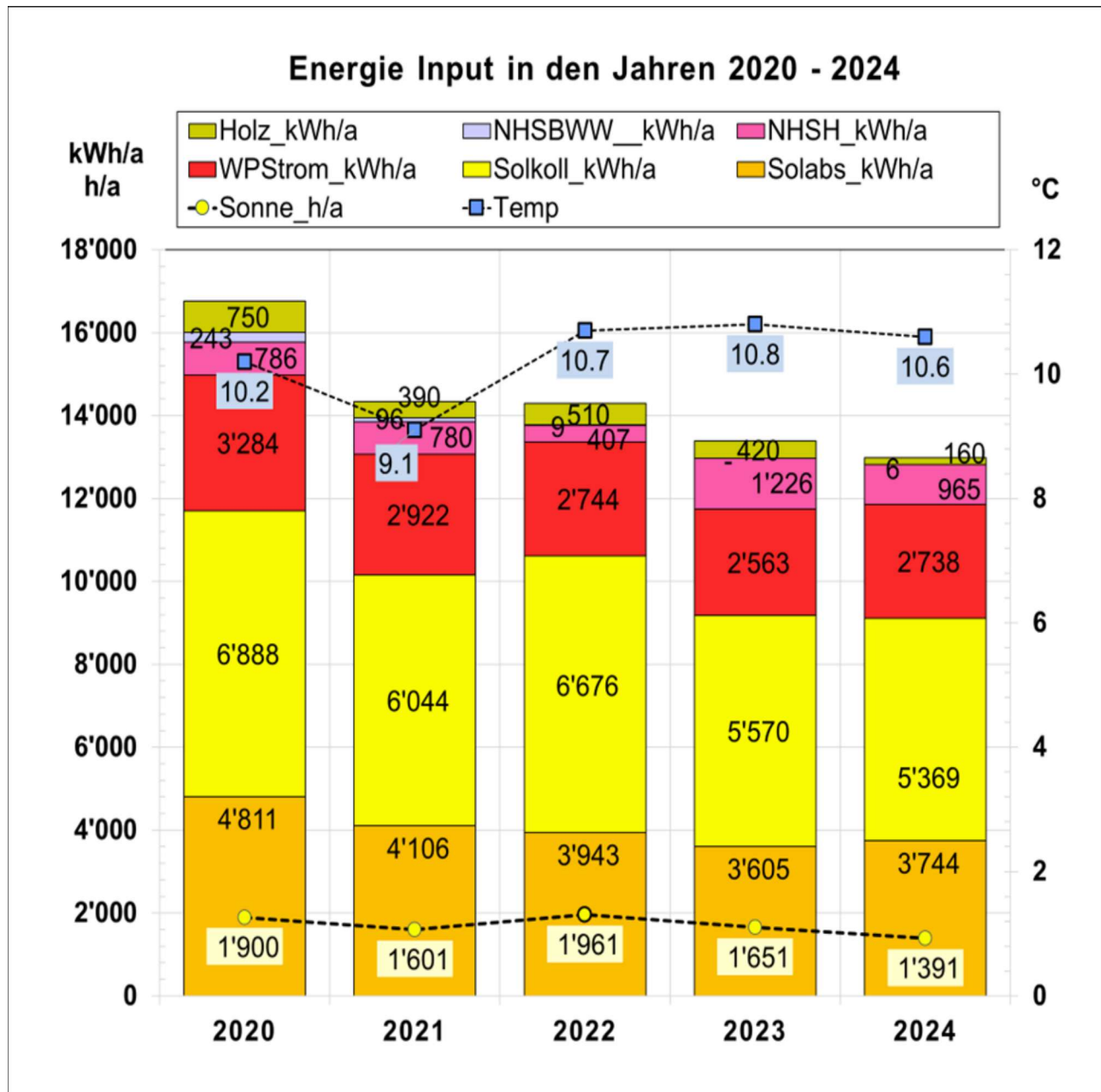


Abbildung 2: Beiträge der verschiedenen Energieträger an der Erzeugung von Brauchwarmwasser und an die Heizung in den Jahren 2020 bis 2024. Vom Febr. 2023 bis März 2024 fiel der Wärmezähler der Solarabsorber aus. Die fehlenden Werte für die Jahre 2023 und 2024 wurden mit den Werten der Monate vor und nach dem Ausfall ergänzt. Seit 2023 wohnen statt nur einer, zwei Personen im Haus. NHS = Notheizstab, BWW = Brauchwarmwasser, H = Heizung, Temp = mittlere Jahrestemperatur gemäss MeteoSchweiz [7].

Vor dem Einbau der Wärmepumpe und einigen energetischen Sanierungen wurde mit dem Ölkessel (kombiniert mit thermisch-solarer Heizungsunterstützung) für Heizung und Warmwasser rund 15'000 kWh/a Primärenergie (Heizöl) benötigt. Eine Übersicht über die Entwicklung der

ersten 2 Betriebsjahre der Anlage im Vergleich zu früher ist im Schlussbericht an den Kanton Zürich [1] aufgezeigt. Heute liegt der Bedarf an Elektrizität für Heizung und Brauchwarmwasser bei unter 3'000 kWh/a (Abbildung 4).

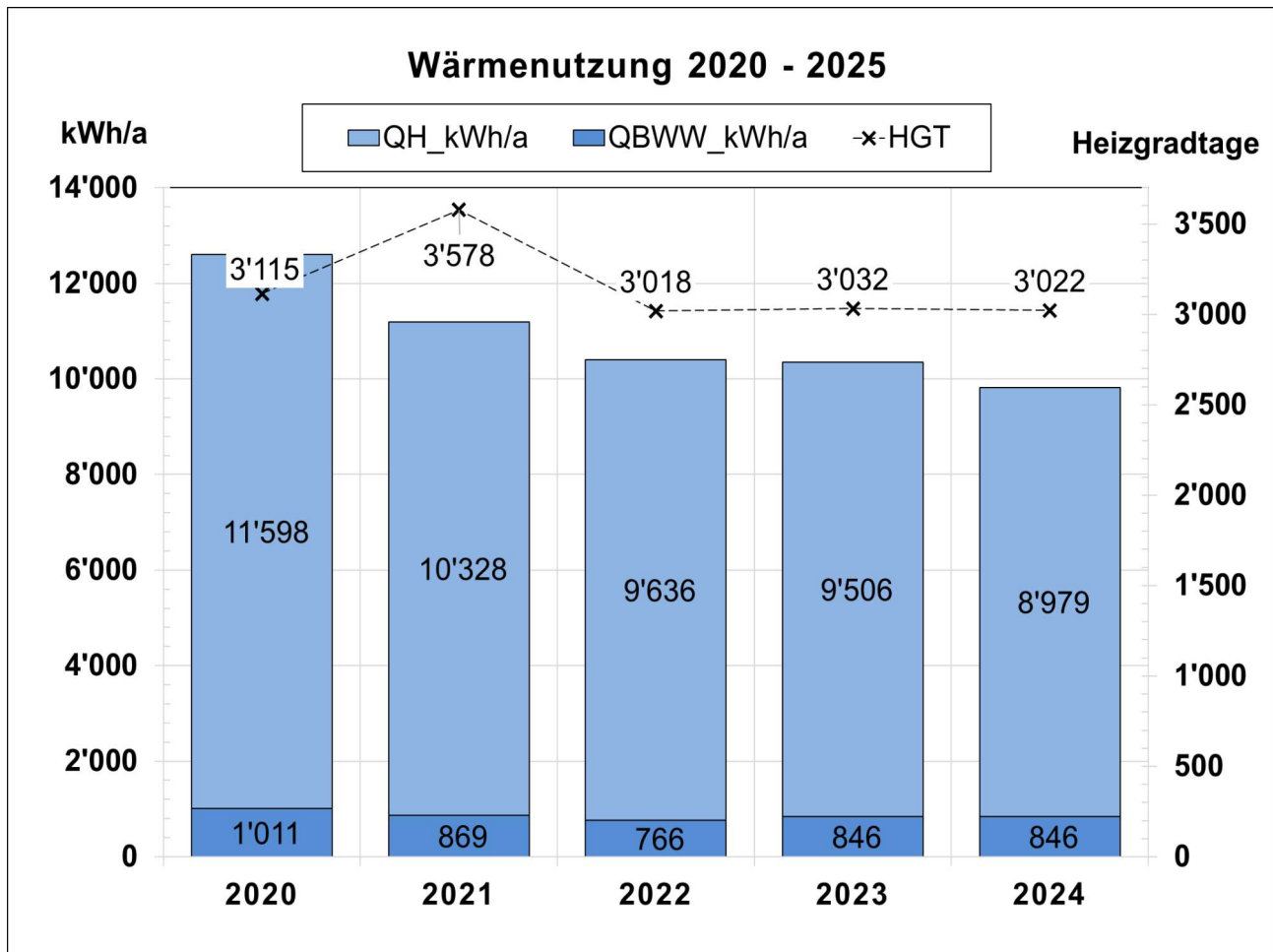


Abbildung 3: Nutzung der Wärme für Heizung QH und Brauchwarmwasser QBWW in den Jahren 2020 – 2024. Soleheap wurde im September 2019 installiert.

Bei einer Energiebezugsfläche von 150 m² wurden im Jahr 2024 66 kWh/a m² Wärme für Heizung und Brauchwarmwasser benötigt (Abbildung 3). Davon entfielen 60 kWh/a m² auf die Heizung. Die Heizgradtage lagen in den vergangenen Jahren in der nahe gelegenen Station Aadorf/Tänikon ([2]) konstant bei rund 3000.

Einige wichtige Eckdaten:

08.08.2014	Bau PV-Anlage (Panotron Solarziegel, 5.65 kWp, 67 m ²)
23.11.2016	Isolation Estrichboden und Dach
28.01.2019	Einbau 3-fach verglaste Fenster im Erdgeschoss und den 2 Schlafzimmern im Untergeschoss
09.10.2019	Ersatz der Ölheizung durch eine Wärmepumpe
... 2020	Optimierungen der Steuerung
01.01.2023	Bewohnerwechsel (neu 2 Personen statt nur 1)
27.03.2024	Einbau 3-fach verglaste Fenster im Keller und Veloraum sowie im Eingangsbereich bei der Haustüre.

Die Wärmezufuhr (Abbildung 2) ist durchschnittlich 17% grösser als der Bedarf (Abbildung 3) und etwa gleich gross wie mit der alten Ölheizung. Die Verluste sind also beträchtlich. Einerseits produziert die Solarwärme im Sommer einen Überschuss und andererseits gibt es Speicherverluste.

Abhängig von der Sonnenscheindauer während der Heizperiode liegt die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe für Heizung und Brauchwarmwasser bei bis zu 5.5. Die durchschnittliche Arbeitszahl seit Inbetriebnahme der Wärmepumpe im September 2019 lag am 31. Dez. 2024 bei 5.04 (76'961 kWh Wärme gegenüber 15'259 kWh Strom). Bei der Interpretation ist zu beachten, dass während des bisherigen Betriebs noch einige Tests mit verschiedenen Einstellungen vorgenommen wurden. Zum Beispiel wurde ab November 2024 getestet, ob eine höhere Erwärmung der Heizungsspeicher hilft, Nebel-Kälte-Perioden besser zu überbrücken. Dazu wurde die im System vorgesehene 'Überhöhung' der Heizungsspeicher über die Solltemperatur der Heizung vorübergehend heraufgesetzt. Der Test war nur bedingt erfolgreich, da aufgrund der Temperaturschichtung der Speicher nicht die volle Kapazität der 2 m³ genutzt werden konnte. Somit konnte nur etwa der Bedarf von 1-2 Tagen zusätzlich gespeichert werden. Dafür musste aber wegen der höheren Temperaturen ein etwas tieferer COP (Coefficient of performance) der WP in Kauf genommen werden.

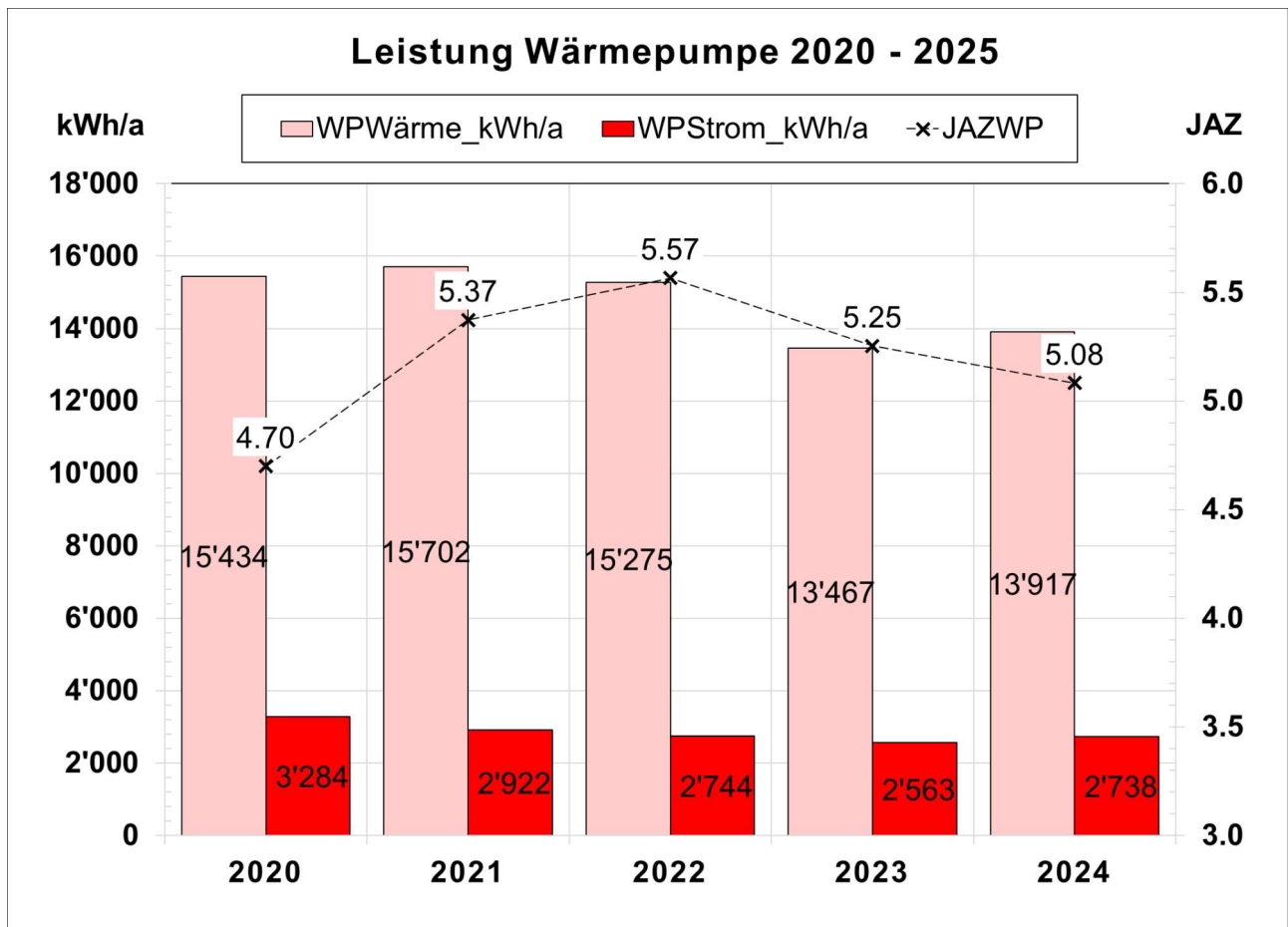


Abbildung 4: Strombedarf und Wärmeproduktion der Wärmepumpe in den Jahren 2020 bis 2024. Die Jahresarbeitszahl liegt nach Einregulierung der Steuerung meist über 5.

2 Monatliche Leistung von Soleheap im Jahr 2022

Erwartungsgemäss lieferten die Solaranlagen während der Sommermonate genügend Wärme für den Brauchwarmwasserbedarf und meistens auch genügend Quellenenergie für die Wärmepumpe (Abbildung 6, Abbildung 7 und Abbildung 8). Da die Absorber auch als Wärmetauscher wirken, bildet sich Kondenswasser, welches bei weiterem Wärmeentzug gefriert (Abbildung 5). Damit kann

auch Kondensations- und Kristallisationswärme genutzt werden, wird aber auch der Wärmeaustausch mit der Luft behindert.



Abbildung 5: Solarabsorber an der Südfassade während einer Nebel-Kälte-Periode. Durch den Wärmeentzug bildet sich an der Oberfläche Kondensat, welches anschliessend gefriert.

Auffallend sind die hohen Arbeitszahlen der Wärmepumpe in den Monaten März, April, Mai und September, Oktober (>6). Hier kommt der Vorteil der solarthermischen Erwärmung der WP-Quelle besonders zur Geltung, da die Sonne in diesen Monaten die Absorber stark erwärmen kann und die Senktemperatur, bzw. der Heizwärmebedarf nicht sehr hoch ist. Bei hohen Temperaturen der Verdampferspeicher ($>50^{\circ}\text{C}$, im System einstellbar) wird Überschusswärme mittels Wärmepumpe in die Heizungsspeicher umgelagert. Der Vergleich der Wärmezufuhr (Abbildung 6) mit der Nutzung (Abbildung 7) zeigt, dass vor allem die verglasten Sonnenkollektoren im Sommer zu den Überschüssen beitragen.

Die monatliche Aufgliederung der Kennzahlen zeigt, dass Jahreswerte nur im Hinblick auf die Problematik der Energiewende nur bedingt hilfreich sind. In den Monaten November bis Februar ist die Arbeitszahl einer Wärmepumpe und damit der Stromverbrauch besonders wichtig, um die Winter Stromlücke der Stromversorgung gut zu bewältigen.

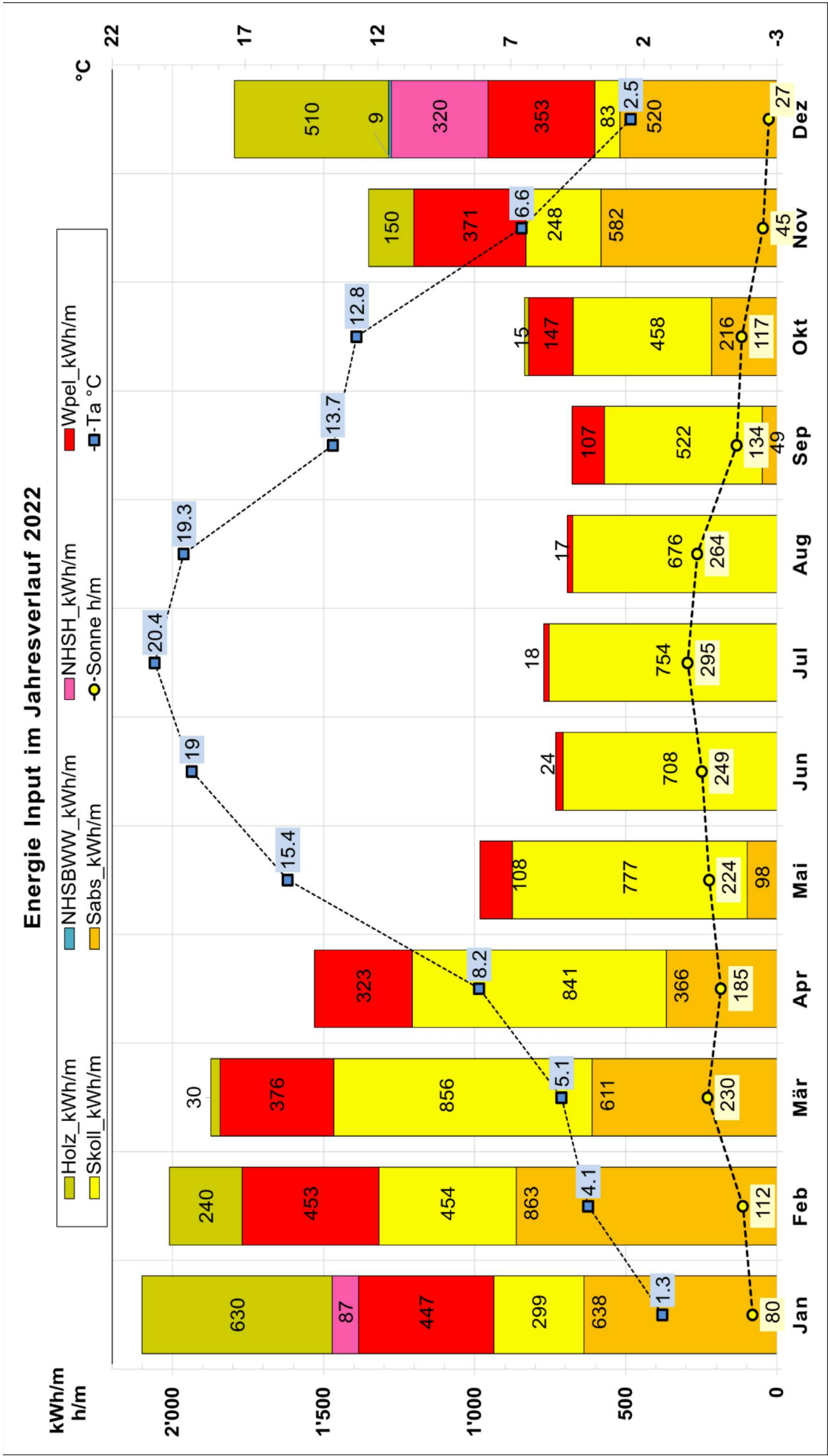


Abbildung 6: Monatliche Anteile der verschiedenen Energiequellen im Jahr 2022 (Säulen), mittlere Sonnenscheindauer (Tage/Monat) sowie Lufttemperatur (Tagesmittel °C) der Station Aadorf/Tänikon von MeteoSchweiz ([7]). Elgg hat wie das nahe gelegene Tänikon in den Wintermonaten zahlreiche Nebeltage und entsprechend wenige Sonnenstunden. Im Januar schien die Sonne nur während 80 h, im November und Dezember während 45, bzw. 27 h.

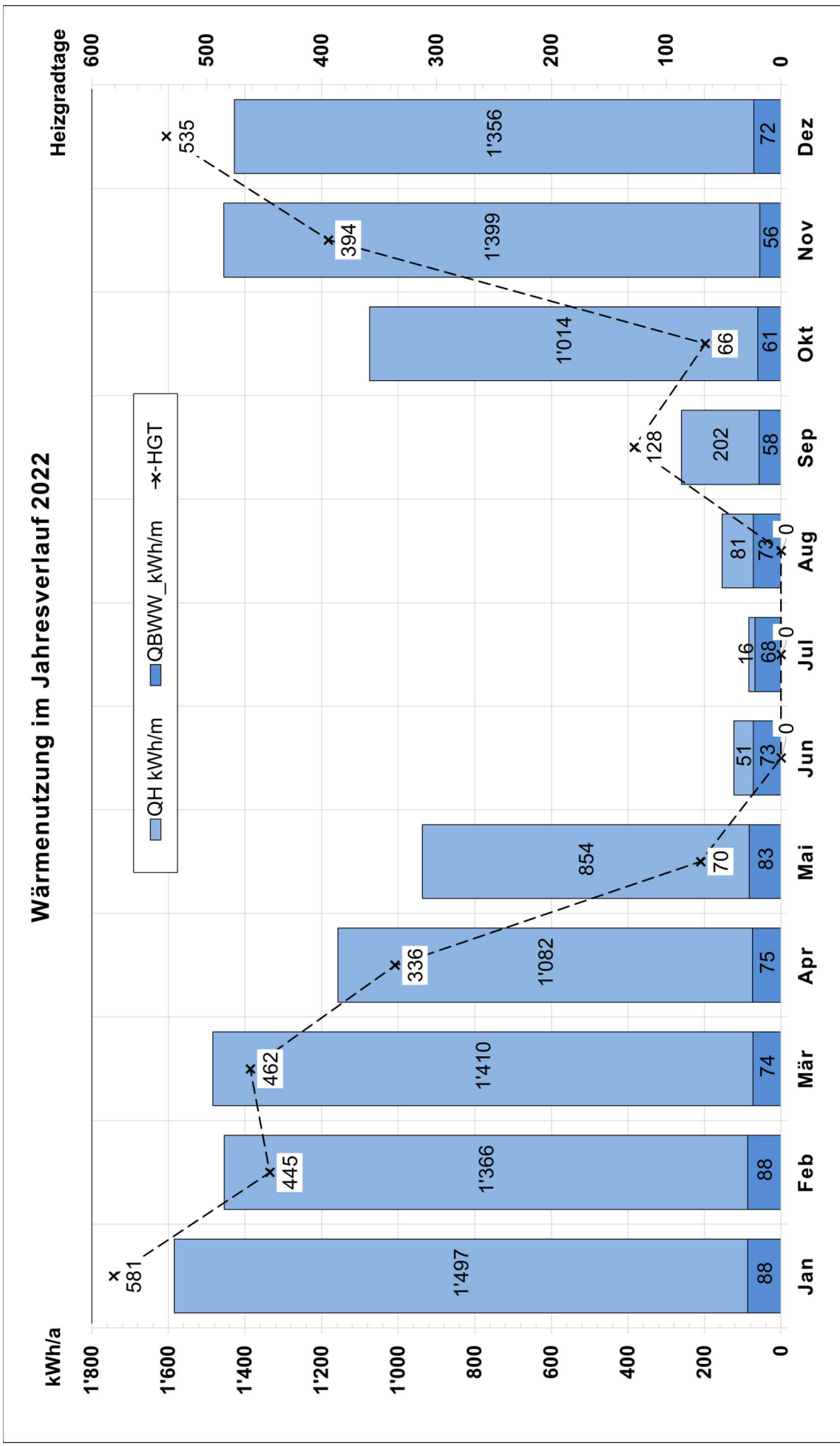


Abbildung 7: Monatlicher Bedarf an Wärme für Brauchwarmwasser und Heizung und Heizgradtage in Aadorf/Tänikon. Die Vorlauftemperatur der Heizung bei -8°C war auf 33°C und bei 12°C auf 24°C eingestellt.

Wärmepumpe im Jahresverlauf 2022

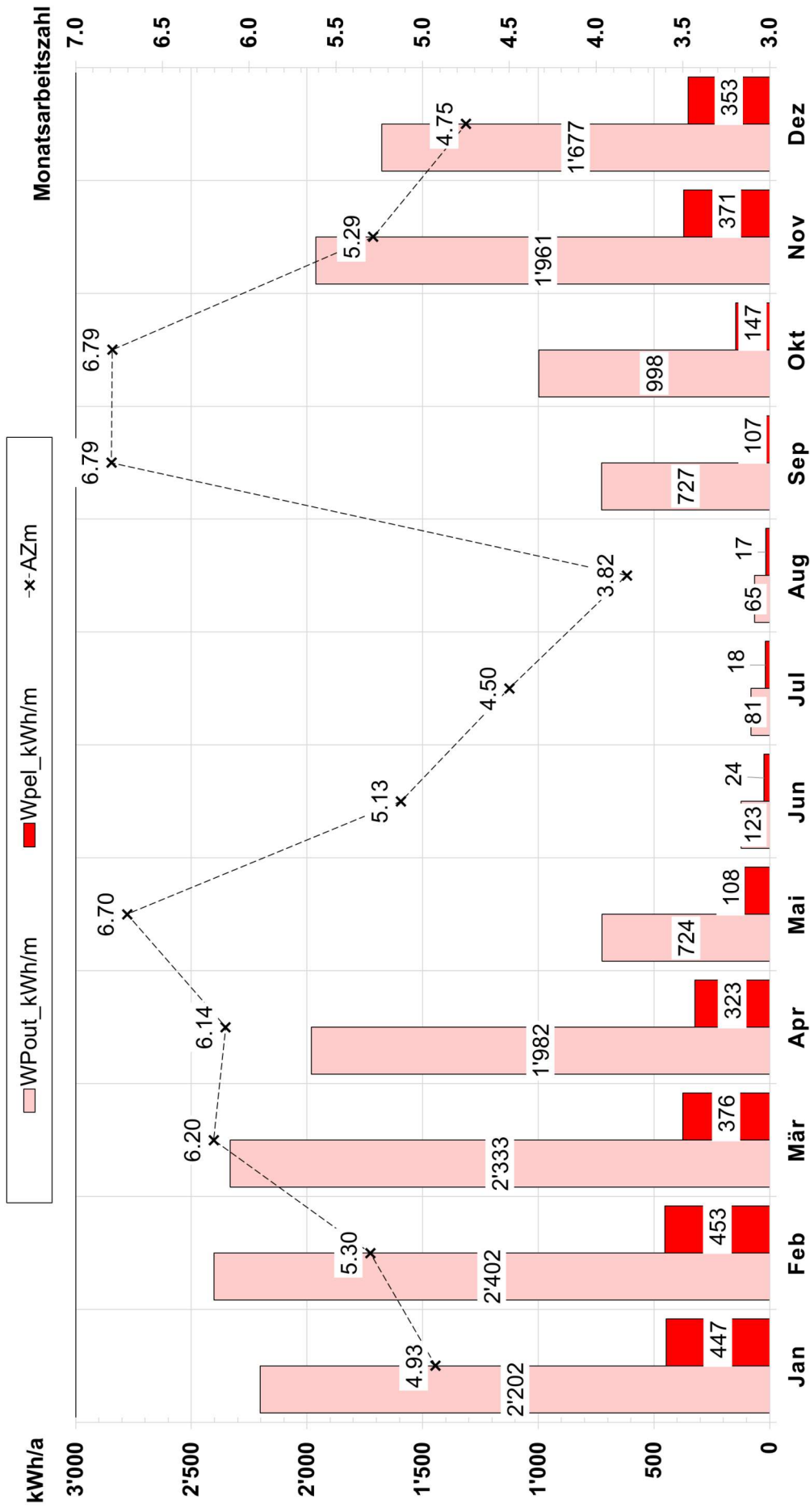


Abbildung 8: Monatlicher Elektrizitätsbedarf und Wärmeerzeugung der Wärmepumpe im Jahr 2022 mit den entsprechenden Monatsarbeitszahlen. In den Sommermonaten wird das Brauchwarmwasser hauptsächlich durch die thermischen Sonnenkollektoren erzeugt und die Wärmepumpe läuft nur bei Schlechtwetter und zur Umlagerung von Wärme von den Verdampferspeichern in die Heizungsspeicher.

3 Tägliche Leistung von Soleheap im Dezember 2022

Sowohl der Energiebedarf als auch die Bereitstellung unterliegen nicht nur saisonalen, sondern auch täglichen Schwankungen. Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11 zeigen einige wichtige Kennzahlen für die einzelnen Tage im Dezember 2022. In diesem Monat herrschte während 10 Tagen (11. – 20. Dez.) eine Nebel-Kälte-Periode und Elgg lag unter einer Hochnebelschicht. Es musste mit Holz (510 kWh/Monat) und den elektrischen Notheizstäben (329 kWh/Monat) nachgeheizt werden. Die Wärmepumpe arbeitete über den gesamten Monat mit einer Arbeitszahl von 4.75. Unter Einbezug des Elektrizitätsbedarfs der Notheizstäbe resultierte eine Arbeitszahl von 2.46. Damit wird etwa gleich viel Strom benötigt, wie mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ohne Zusatzheizstab [3]. Da Soleheap ausser im Dezember und Januar eine höhere Arbeitszahl aufweist als Luft-Wasser-Wärmepumpen wird über das ganze Jahr gerechnet weniger Elektrizität benötigt. In den Jahren 2020 – 2024 wurde der Notheizstab für die Warmwasserbereitung an insgesamt 85 Tagen (im Durchschnitt für 5.9 kWh/d) und für die Raumheizung 241 Tagen (23.9 kWh/d) eingeschaltet, im Dezember 2022 1x für Brauchwarmwasser und 10x für die Heizung (Abbildung 9). Die Absorberfläche genügte dann nicht, um genügend Konvektionswärme aus der Luft zu gewinnen und sie wurde auch nicht durch die Sonnenstrahlung erwärmt. Je nach Witterung bildet sich Kondensat, welches zeitweise gefriert (Abbildung 5). Bei Sonnenstrahlung oder Temperaturen über dem Gefrierpunkt taut das Eis und es kann wieder mehr Wärme gewonnen werden. Wie viel die Kondensations- und die Kristallisationswärme beitragen, ist nicht bekannt. Die Wärmepumpe schaltet ein, wenn die Soletemperatur im Verdampfungsspeicher auf -3°C ansteigt und entzieht Wärme bis -6°C (untere Grenze der Wärmepumpe).

Energie Input im Dezember 2022

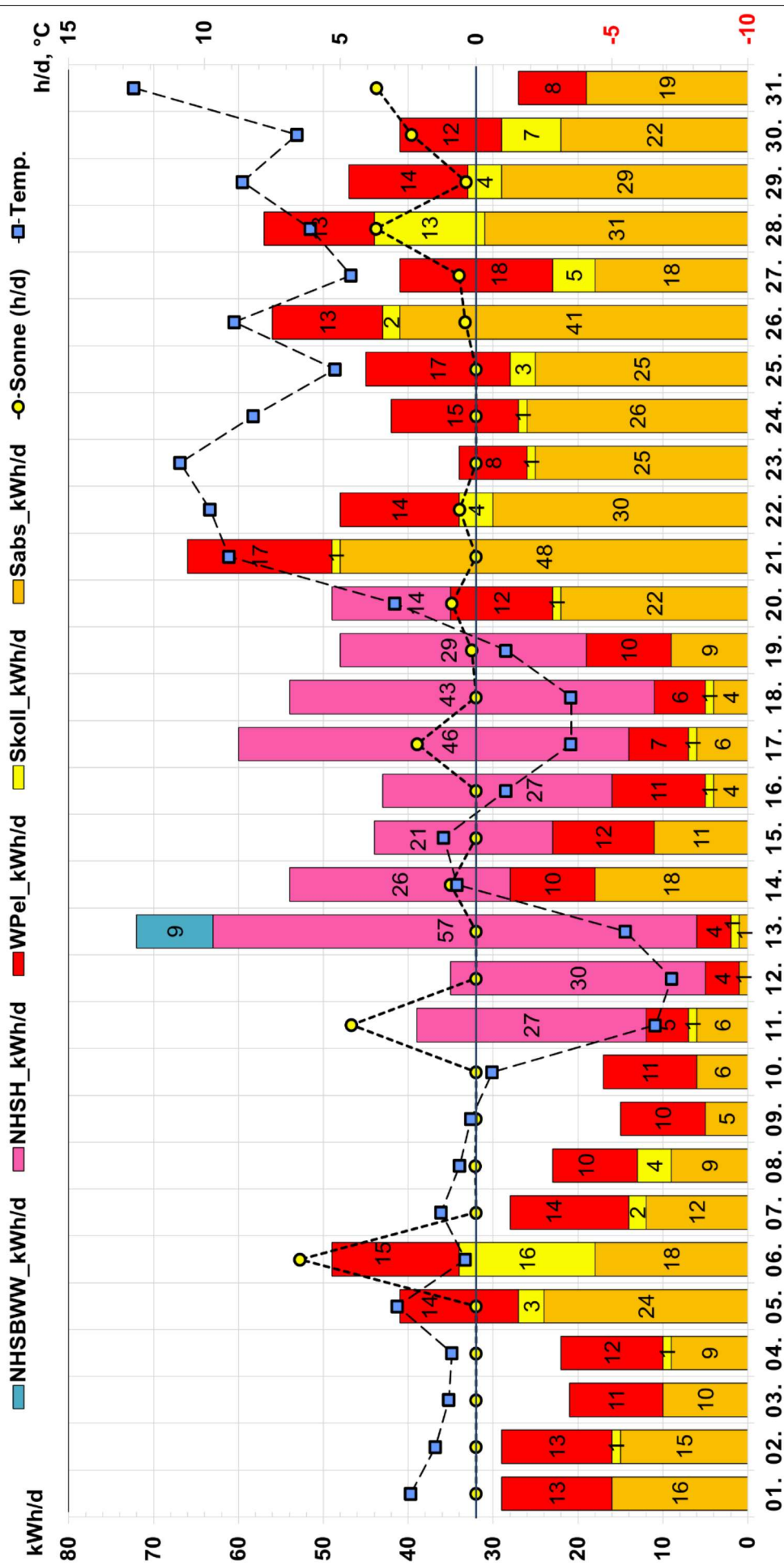


Abbildung 9: Tägliche Anteile des Energie Inputs im Verlauf des Monats Dezember 2022. Zwischen dem 11. und dem 20. Dezember herrschten Temperaturen unter 0 °C und gleichzeitig war es meist neblig. Während dieser Periode schaltete der Notheizstab für die Heizung jeden Tag und derjenige für das Brauchwarmwasser am 13. Dez. ein. Insgesamt mussten 320 kWh eingespeist werden. Bereits kurze Phasen mit Sonne verbesserten die Bilanz merklich (11., 14., 17. und 20. Dez.). Im Durchschnitt wurden im gesamten Monat Dezember 510 kWh Holzenergie eingesetzt, 16 kWh pro Tag (der Einsatz von Holz wurde nicht täglich registriert).

Wärmenutzung im Dezember 2022

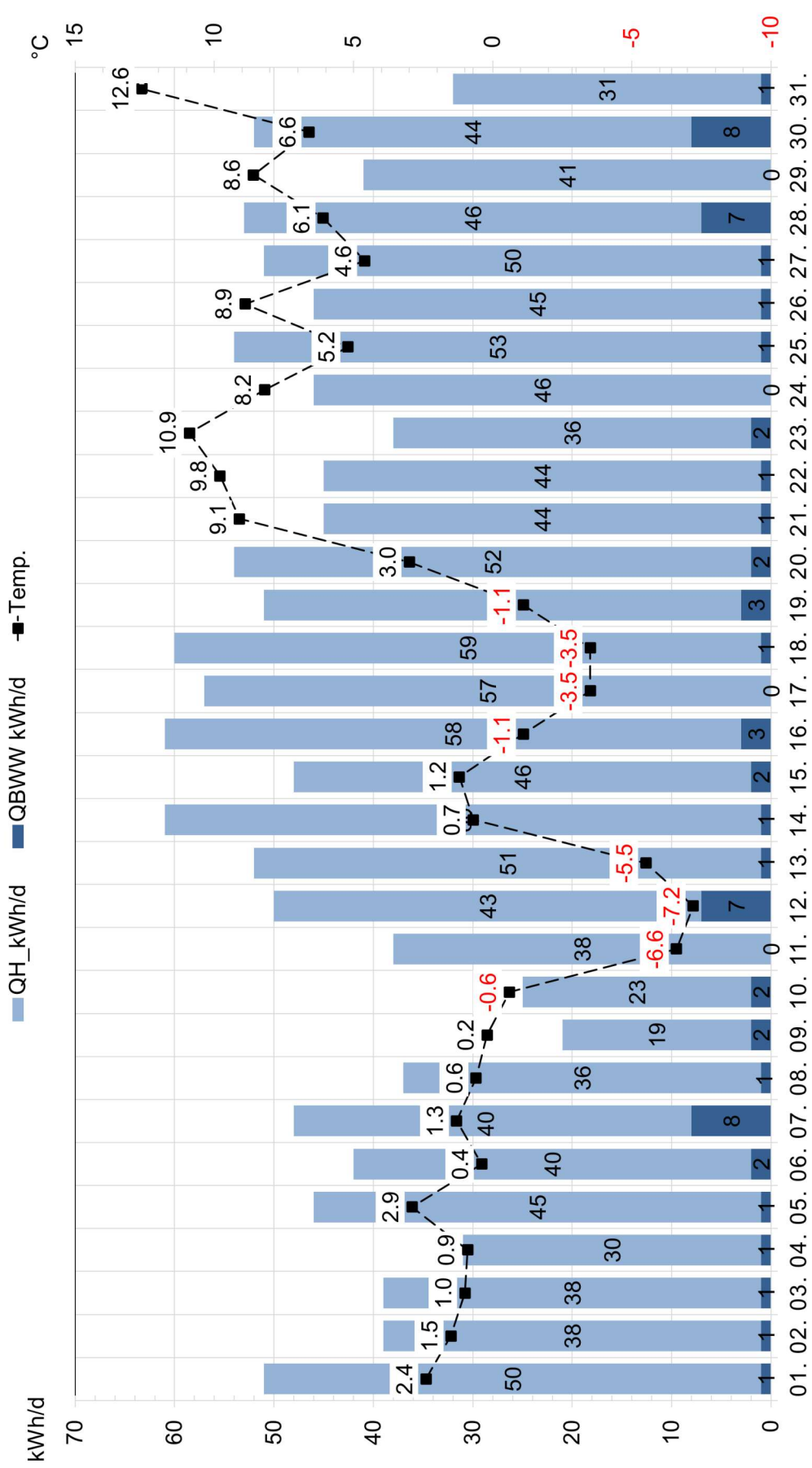


Abbildung 10: Wärmebedarf für Heizung und Brauchwarmwasser im Verlauf des Dezembers 2022. Der Bedarf in den Wintermonaten liegt bei da. 50 kWh/Tag. Der Wärmebedarf für Brauchwarmwasser beträgt 8,0-9,5% im langjährigen Durchschnitt (bis Ende 2022 für 1 Person, ab 2023 für 2 Personen).

Wärmepumpe im Dezember 2022

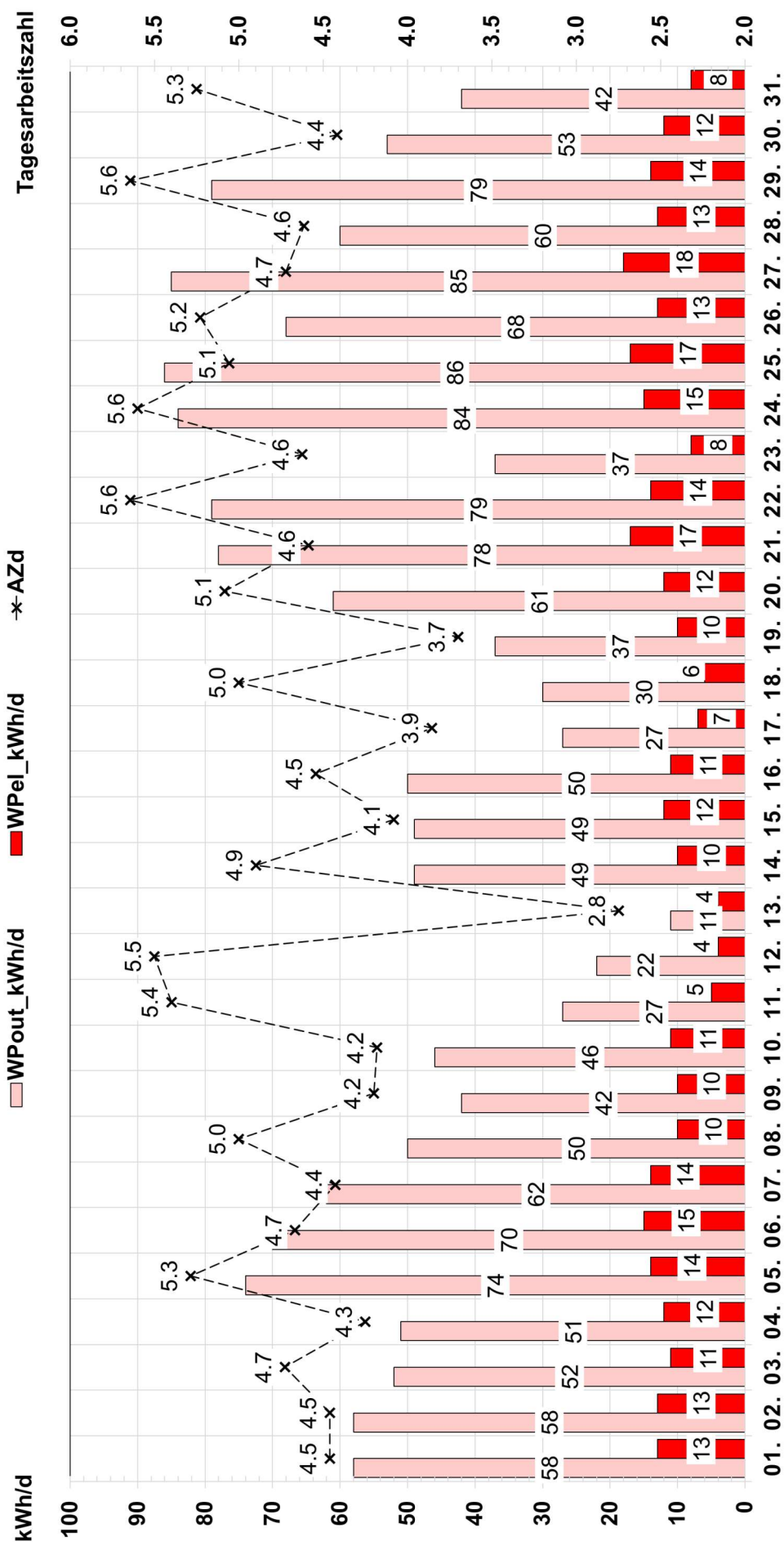


Abbildung 11: Wärmeproduktion der Wärmepumpe, Elektrizitätsbedarf und Arbeitszahlen im Dezember 2022.

Quellen- und Senkentemperaturen der Wärmepumpe im Dezember 2022

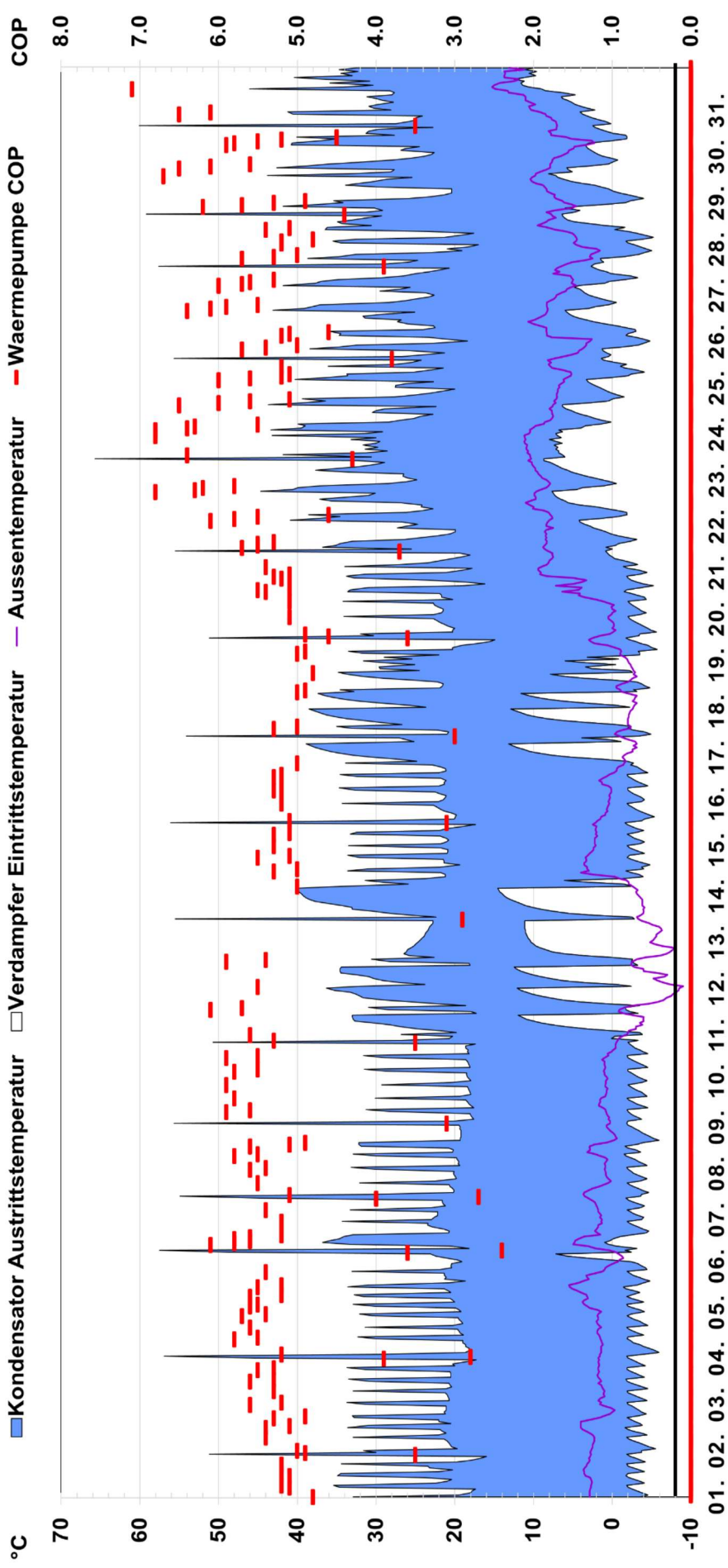


Abbildung 13: Temperaturverläufe im Dezember 2022 (Stundenwerte) und COP der Wärmepumpe. Die Solltemperatur für das Brauchwarmwasser war auf 53°C eingestellt und die Wärmepumpe schaltete ein, wenn der BWW-Speicher <45°C aufwies. Die Spitzen der Kondensator Austrittstemperaturen bei >50°C zeigen die Ladung des BWW Speichers. Die entsprechenden COP lagen dann bei ca. 3 und zwischen 5 und 7 für die Ladung der Heizungsspeicher. Die Verdampfer Eintrittstemperatur oszillierte zwischen -3°C und -6°C so lange überhaupt Energie für den Betrieb der Wärmepumpe verfügbar war.

4 Stündliche Leistung von Soleheap am 20. Dezember 2022

Die Energiezufuhr hat einen charakteristischen Tagesverlauf. Als Beispiel wird der 20. Dezember 2022 betrachtet, bei dem auch die elektrische Zusatzheizung zum Einsatz kam.

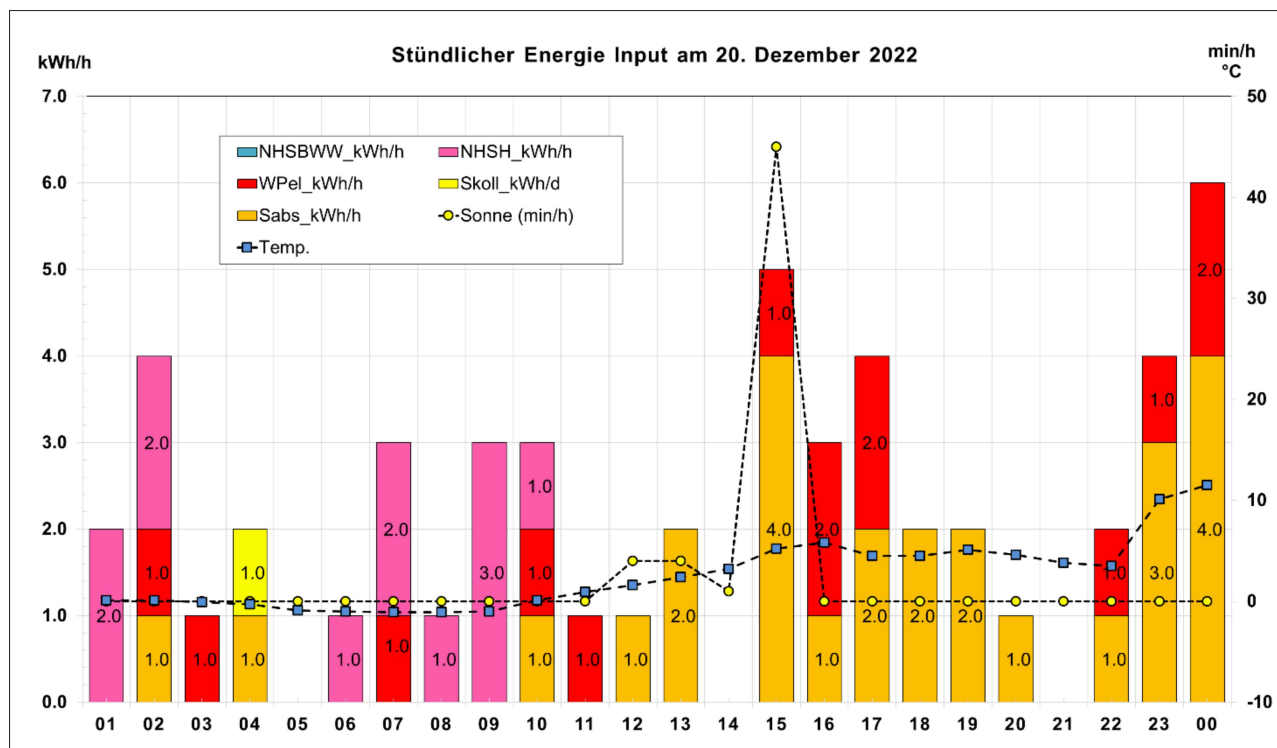


Abbildung 14: Stündliche Beiträge der Energiequellen am 20. Dezember 2022 sowie Lufttemperatur und Sonnenstrahlung (Daten von MeteoSchweiz AG, Lufttemperatur 2m über Boden, Stundenmittel).

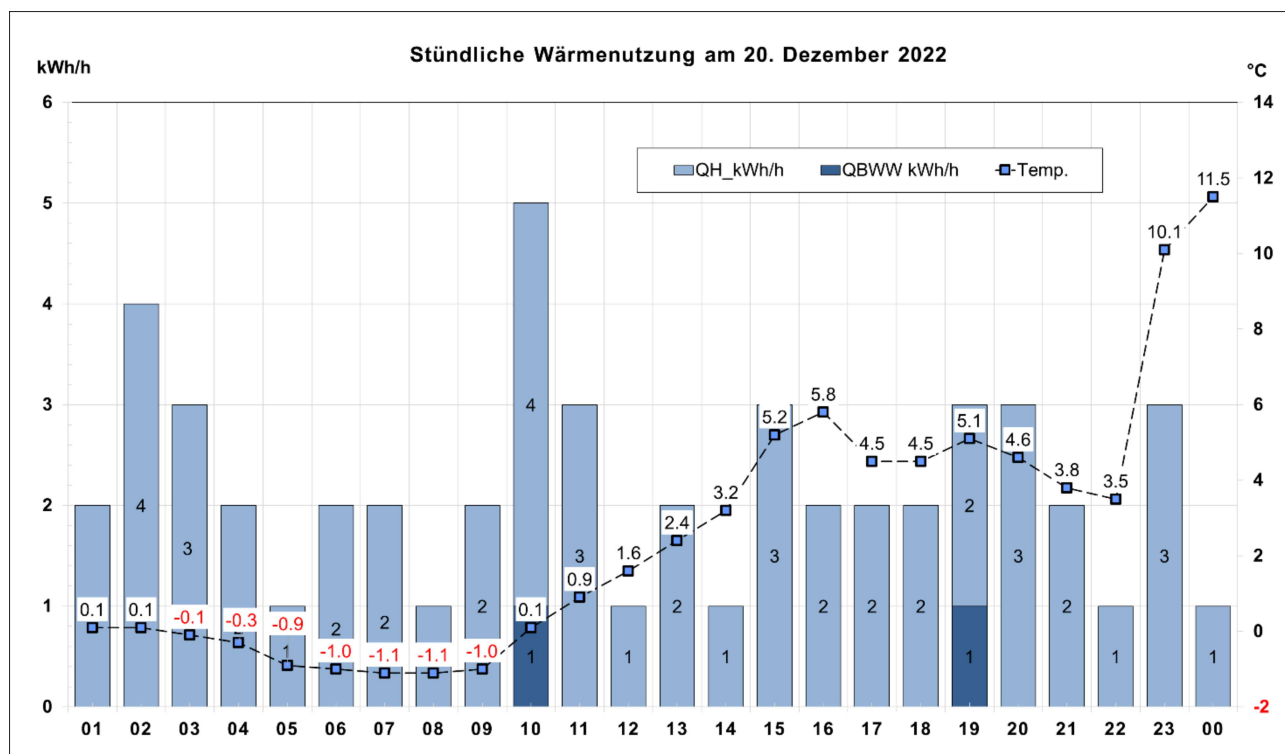


Abbildung 15: Stündliche Wärmenutzung für Brauchwarmwasser und Heizung am 20. Dezember 2022 und Lufttemperatur.

Die Leistung der Wärmepumpe bei Soleheap ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Verfügbarkeit von genügend Quelltemperatur in den Verdampferspeichern, Bedarf an Warmwasser und Heizenergie und Ladezustand der verschiedenen Speicher (Brauchwarmwasser-, Heizungs- und Verdampferspeicher).

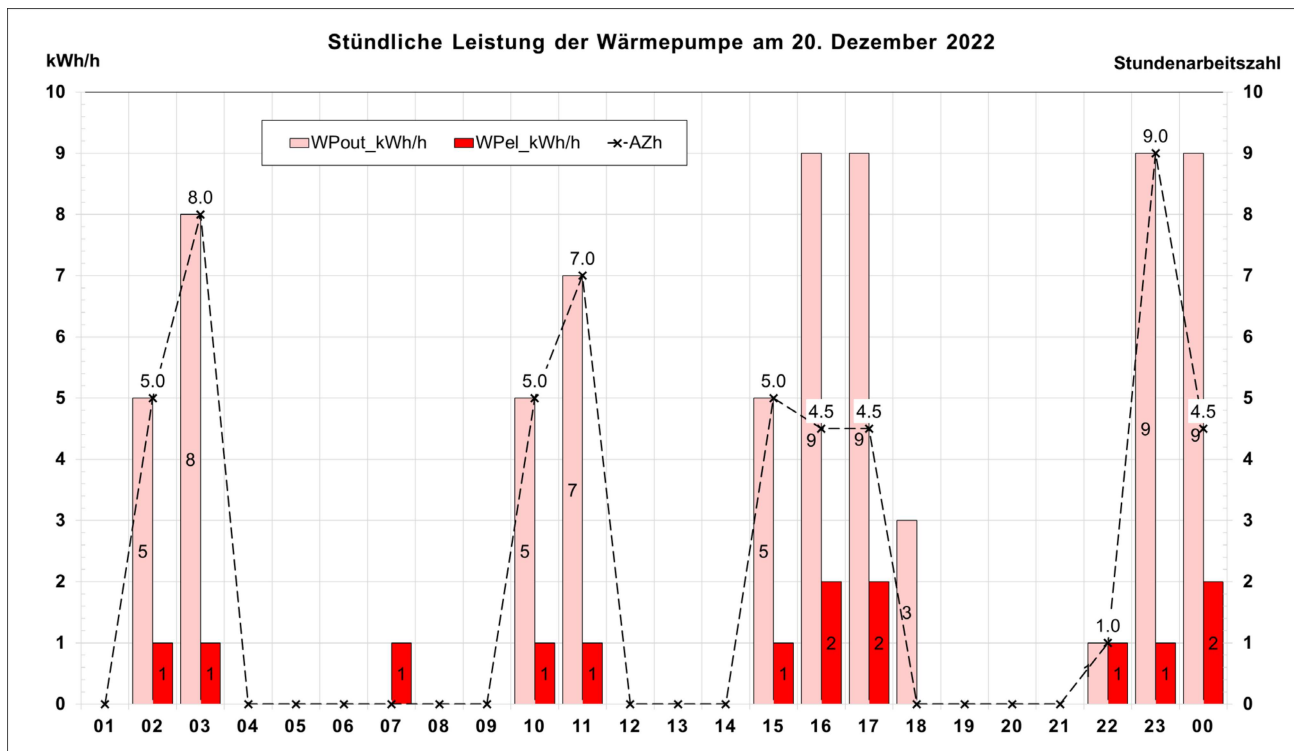


Abbildung 17: Stündliche Leistung der Wärmepumpe am 20. Dezember 2022 und Stundenarbeitszahl der Wärmepumpe (Nominalleistung der Wärmepumpe 8 kW).

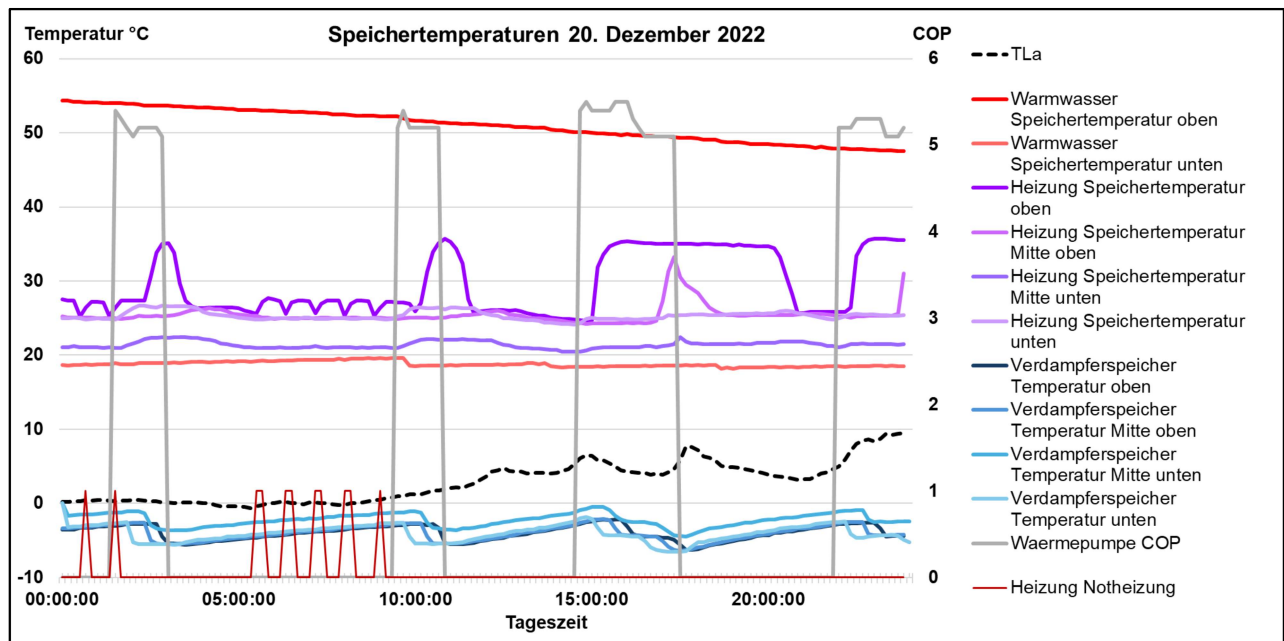


Abbildung 16: Abkühlung und Aufheizung der Speicher im Tagesverlauf sowie COP der Wärmepumpe und Einschaltintervalle des Notheizstabs am 20. Dezember 2025. Die Temperatur der Aussenluft (TLa) ist auf dieser Abbildung die am Haus gemessene.

Am 20. Dezember 2022 (Abbildung 14, Abbildung 15, Abbildung 16, Abbildung 17) sank die Temperatur am Vormittag unter die Nullgradgrenze und über die Mittagszeit schien während kurzer Zeit die Sonne. In Abbildung 13 sind die Temperaturen und der COP dargestellt. Aufgrund der bereits einige Tage andauernden Nebel-Kälte-Periode waren die Speicher leer und es musste am Vormittag der Notheizstab eingeschaltet werden. Mit dem Anstieg der Temperatur um einige °C am Nachmittag, lieferten die Solarabsorber, bzw. die Wärmepumpe in der zweiten Tageshälfte wieder genügend Energie. Der Bedarf an Heizenergie blieb während des ganzen Tages bei ca. 2 kWh/h, Warmwasser wurde am Vormittag und am Abend benötigt. Da zu wenig Quellenenergie in den Verdampferspeichern zur Verfügung stand, wurden die Heizungsspeicher nicht vollständig geladen. Zur Aufladung der Speicher auf höhere Temperaturen muss zudem ein schlechterer COP in Kauf genommen werden, so dass die Pufferung zurückhaltend eingesetzt werden muss. Wie die Temperaturabnahme im Brauchwarmwasserspeicher zeigt, sind die Wärmeverluste bei höheren Temperaturen deutlich grösser (Abbildung 17).



Abbildung 18 Linkes Bild: Der Brauchwarmwasser- (links) und die Verdampferspeicher. Dazwischen sind die Leitungen zu den Solaranlagen sichtbar.
Rechtes Bild: Die Wärmepumpe, das Expansionsgefäß und die beiden Heizungsspeicher (der linke ist teilweise verdeckt). Am rechten Bildrand ist der Steuerungsschrank.

5 Schlussfolgerungen

5.1 Stärken von Soleheap

Eine Wärmepumpe kann mit Solarwärme als Quelle betrieben werden und dabei sogar höhere Jahresarbeitszahlen als Luft- oder Erdsondenwärmepumpen erreichen. Bei Soleheap liegen sie über 5. Gemäss Bericht Feldmessungen [3] liegen die JAZ+ von Luft-Wärmepumpen bei 3-4 und diejenigen von Erdsonden-Wärmepumpen bei 4-5.

Im Winter erwärmen sich die Oberflächen der Solarabsorber bei Sonnenschein über die Umgebungstemperatur und damit über die Quellentemperaturen von Luft-Wärmepumpen. Dank höheren Arbeitszahlen und entsprechend tieferem Strombedarf kann damit die Überbrückung der Winterstromlücke unterstützt werden. Im Herbst und Frühling liefern die Solaranlagen höhere Temperaturen als Erdsonden und im Winter tiefere. Im Sommer produzieren sie meistens genügend Wärme für das Brauchwarmwasser und die Wärmepumpe braucht dann nicht eingesetzt zu werden.

Ein weiterer Vorteil von Solarwärmepumpen gegenüber Wärmepumpen mit anderen Wärmequellen ist, dass keine Erdsonden verlegt werden müssen und es keine Lärmemissionen im Betrieb gibt. Bei Neubauten ist Soleheap eine gute Lösung, da weniger Wärme benötigt wird und

Solaranlagen wie auch Speicher bei der Planung optimal dimensioniert werden können. Bei Sanierungen ist das System eine nähere Betrachtung wert, da damit gute Arbeitszahlen der Wärmepumpe erreicht werden können.

Gemäss Elektrizitätsstatistik 2024 benötigten die 469'815 installierten Wärmepumpen in der Schweiz 2'803 GWh Strom und erzeugten damit 9'598 GWh Wärme. Die mittlere Jahresarbeitszahl beträgt also 3,4. Bei einer JAZ von 5 würden 883 GWh weniger Strom benötigt. Im Jahr 2050, bei voraussichtlich 1,2 Mio installierten Wärmepumpen wären die Einsparungen grösser als 2 TWh pro Jahr; vor allem im Winterhalbjahr. Thermische Solarkollektoren kombiniert mit Wärmepumpen – Solarwärmepumpen – könnten also einen wesentlichen Beitrag an die Energiewende leisten.

5.2 Schwachstellen der Soleheap Pilotanlage

Der Nutzen von Soleheap ist stark abhängig von der Sonnenscheindauer in den Wintermonaten und diese ist für Elgg eher tief (Abbildung 2 und Abbildung 6). In nebelfreien Zonen des Jura und den Voralpen wären die Bedingungen diesbezüglich idealer. In den Monaten Dezember und Januar genügt die Fläche der installierten Solarabsorber von 8 m² deshalb nicht zur ausreichenden Versorgung der Anlage mit Umgebungswärme. Es wären ca. 12 m² Fläche notwendig. Alternativ könnte auch eine zusätzliche Energiequelle eingesetzt werden. Im Moment sind das der Holzofen und die elektrische Notheizung.

Im Sommer erzeugen die Sonnenkollektoren auf dem Dach Überschusswärme, die abgeführt werden muss. Beim momentanen Konzept wird sie in die Verdampferspeicher und via Wärmepumpe auch in die Heizungsspeicher geleitet. Beides ohne direkten Nutzen.

Die dritte Schwachstelle liegt bei der Speicherkapazität und -bewirtschaftung. Zur Aufladung der BWW- und Heizungsspeicher mit Reserveenergie muss die Temperatur über die benötigte Vorlauftemperatur für Warmwasser und Heizung erhöht werden. Dabei resultiert eine tiefere Arbeitszahl der Wärmepumpe. Zudem sind bei höheren Temperaturen die Speicherverluste grösser. Zur Überbrückung von Nebel-Kälte-Perioden müsste die Speicherkapazität etwa 2-3 Mal höher sein.

6 -Wie weiter?

Das vorgestellte Projekt ist ein auf die spezifische Situation zugeschnittener Prototyp und entsprechend verbesserungsfähig. Für eine weitere Verbreitung wäre eine möglichst weitgehende Standardisierung hilfreich. Die Kosten für eine solche Anlage liegen in der Grössenordnung derjenigen einer Erdsonden-Wärmepumpenanlage. Folgende Optimierungsmöglichkeiten bieten sich mittel- oder langfristig an:

- Unverglaste Kollektoren (Absorber) könnten für die Nutzung als Solarabsorber und Wärmetauscher optimiert werden, beispielsweise durch Vergrösserung der Oberfläche für den Wärmetausch. Durch Anpassungen an die verfügbaren Flächen eines Gebäudes könnte eine Konkurrenz zu Photovoltaikanlagen vermindert werden. Denkbar wären entsprechend gestaltete Schneefänger, Dachrinnen oder Giebel. Ob sich allenfalls auch Hybridkollektoren durchsetzen werden, ist noch offen [4].
- Verglaste Kollektoren müssten auf maximale Erträge im Winter optimiert werden und insbesondere tiefere Vorlauftemperaturen ohne Kondensationsprobleme zulassen. Es ist zu prüfen, ob sie bei Soleheap sogar ganz weggelassen werden könnten.
- Eine ideale Ergänzung für die kalten Monate wären kleine, günstige Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen. In Frage kämen zum Beispiel konventionelle Notstromaggregate mit Wärmeauskopplung, eine H₂-Brennstoffzelle oder in Zukunft auch die Nutzung von Aluminium

als Wärme und Stromlieferant, wie sie derzeit am Institut für Solartechnik an der Ostschweizer Fachhochschule untersucht und entwickelt wird [5].

- Wärmepumpen sind bereits sehr effizient. Wenn sie Quellentemperaturen von weniger als -6° C und von mehr als 20° C nutzen können, wäre das für das System Soleheap dienlich.
- Neue Langzeitspeicher müssen entwickelt werden, die günstiger sind und/ oder eine höhere Speicherdichte aufweisen als die heutigen Systeme und die eine Speicherung von 10-20 Tagesbedarfen (ca. 500-1000 kWh) ermöglichen. Bei einer Nutzung als Quelle für die Wärmepumpe müssen sie nicht zwingend hohe Temperaturen liefern können. In Frage kämen allenfalls auch Sandspeicher, die mit günstigem Solarstrom im Sommer geladen werden [6] .

Für Soleheap ist vorgesehen, eine Al-Brennstoffzelle (Aluminium als Energieträger zur Erzeugung von Wärme und H₂ für eine Brennstoffzelle [5]) einzubauen, sobald deren Entwicklung genügend fortgeschritten ist. Mit 100 kg Al könnten 600 kWh Wärme und 200 kWh Strom in den kalten Monaten generiert werden.

7 Dank

Dieses Projekt konnte nur dank der Offenheit aller Beteiligten für neue Ideen realisiert werden. Das verdient einen besonderen Dank. Ebenfalls ein grosser Dank gebührt dem AWEL (Amt für Abfall, Wasser, Energie, Abteilung Energie und Luft der Baudirektion des Kantons Zürich) für die finanzielle Unterstützung des Projektes.

Michael Woodtli und Arthur Huber (Hetag) sind geduldig und kompetent auf meine Wünsche eingegangen, haben das hydraulische Konzept erarbeitet und mich beim Betrieb zusammen mit Markus Graf (Enersol Graf AG Energietechnik) unterstützt, Markus Widmer (EK Energiekonzepte AG) hat die Machbarkeit verschiedenster Varianten mit Polysun geprüft, Urs Jaeggi (JGE) hat es mit seinen Mitarbeitern gebaut und unterhalten. Markus Morf (stromwerkstatt gmbh) hat die vielen Leitungen gelegt. Beat Lehmann vom AWEL danke ich für seine positive Unterstützung bei der Projektformulierung für das AWEL und seine hilfreichen Kommentare zur Berichterstattung. Meinem Sohn Alain danke ich für die konstruktiv-kritische Durchsicht des Artikels.

8 Literatur

- [1] H. Güttinger, «Soleheap Solar enhanced heat pump efficiency. Potenzial-Untersuchung zur Nutzung von thermischen Solarspeichern als Quelle für Sole/Wasser Wärmepumpen,» quidconsult, Elgg, 2021.
- [2] H. HEV, «HEV Schweiz, Heizgradtage,» 2025. [Online]. Available: <https://www.hev-schweiz.ch/vermieten/nebenkostenabrechnungen/heizgradtage>. [Zugriff am 2025].
- [3] M. Prinzing, M. Berthold, M. Eschmann und S. Bertsch, «Bericht "Feldmessungen von Wärmepumpen-Anlagen Heizsaison 2019/20",» EnergieSchweiz, Bern, 2020.
- [4] M. Y. Haller und et al., «SOL-HEAP. Solar and Heat Pump Combisystems,» BFE Bern. SPF Rapperswil, Bern, 2014.
- [5] M. Haller, «Projekt AlEnCycles. Wärme und Wasserstoff aus Recycling-Aluminium,» Bd. Newsletter 1, Nr. April 2021, 2021.
- [6] R. Bürgi, «Wie eine Sand-Batterie Wärme Speichert,» *Energie Experten*, 18 01 2023.

[7] MeteoSchweiz, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, 2025. [Online]. Available:
Applikationen - MeteoSchweiz.