

Statt Abregelung: Wie Fernwärmenetze dem weiteren PV-Zubau den Weg ebnen können

Überschuss-Solarstrom als Wärme nutzen für Fernwärme und Industrie

Der weitere Photovoltaik-Ausbau ist zentral für die Energiewende, führt jedoch zu Netzengpässen. Fernwärmenetze und Industrie können überschüssigen Solarstrom lokal in Wärme umwandeln und so zur Lösung beitragen. Power-to-Heat entlastet das Netz und ersetzt gleichzeitig fossile Energie.

Text Josef Timoteo Jenni
Bilder energy-charts.info,
Localnet AG,
Jenni Energietechnik AG

Herausforderung des dringend nötigen, weiteren PV-Zubaus

Um die Energiewende und die Energiestrategie umzusetzen, ist ein weiterer Zubau von PV-Anlagen auf Hausdächern unerlässlich. Diese Anlagen sollen dann, wenn der Strom gebraucht wird, am besten auch in den Wintermonaten, so viel Strom liefern wie möglich. Dieser Zubau führt schon heute zu merkbaren Überkapazitäten im Stromnetz, was diverse Energiewerke bestätigen. Dies zeigt sich unter anderem in sehr tiefen Handelspreisen an der Strombörse an sonnigen Tagen (siehe Beispiel-Grafik KW 25/2025 und immer aktuell unter: energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.htm?c=CH). Damit der Strompreis an sonnigen Tagen nicht ins Minus fällt, und auch in Zukunft der eingespeiste PV-Strom wenigstens minimal vergütet werden kann, muss dieser Strom einem Nutzen zugeführt werden.

Netzausbau

Der Ausbau des Stromnetzes und der Trafostationen ist ein wichtiger Punkt der Energiestrategie und nötig, damit der auf den Dächern produzierte Strom z.B. zu einem Pumpspeicherkraftwerk geführt werden kann. Da der Solarstrom aber nur am Tag und primär im Sommerhalbjahr zu Engpässen im Netz führt, ist ein Netzausbau auf die Spitzenleistung der Anlagen nicht zielführend und nicht wirtschaftlich. Es braucht somit dezentrale Lösungen, die idealerweise im Ortsnetz realisierbar sind.

Eine Möglichkeit besteht darin, Wechselrichter bei Überschüssen abzuschalten. Dies sollte aber nur die Notlösung sein, um Überlastungen zu verhindern. Besser ist es, die Wechselrichter ab einer gewissen Netz-Einspeiseleistung zu drosseln, so kann der PV-Produzent selbst seinen Verbrauch so steuern, dass nicht zu viel eingespeist wird.

Ein weiterer Ansatz ist, den PV-Strom, bevor er das Ortsnetz über die Trafostation verlässt, einer Nutzung im Ortsnetz nahe dem Einspeisepunkt zuzuführen. Hierfür eignen sich verschiedene Technologien wie Zusammenschlüsse zum Lastmanagement, Batteriespeicher, Wasserstoffproduktionsanlagen oder die Wärmeerzeugung für Industrie und Fernwärme (Power-to-Heat).

Rahmenbedingungen für diese Technologien:

- Schnelle Regelbarkeit
- Amortisierbar in wenigen Jahresbetriebsstunden
- Technische Reife
- Aufnahme hoher Spitzenleistungen
- Einsetzbarkeit auf Ortsebene (relativ kleiner Massstab)

Dies führt dazu, dass in vielen Fällen, wo die Wärme auch im Sommer gebraucht werden kann, Power-to-Heat (P2H) die aktuell realisierbare Lösung ist.

Dieser Artikel betrachtet aus Gründen der technischen Reife und der gegebenen Wirtschaftlichkeit ausschliesslich P2H-Anwendungen und ihre Einbindungsmöglichkeiten.

Grundlegende Überlegungen

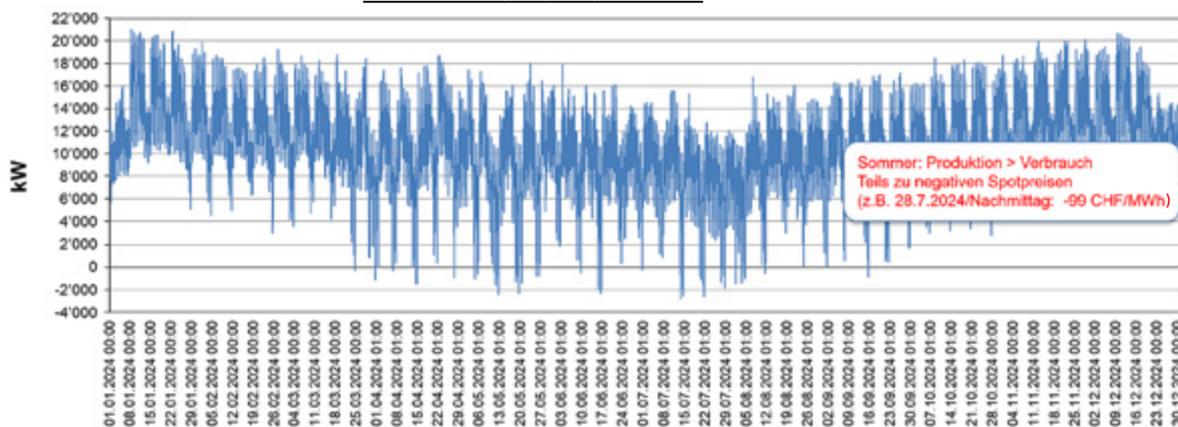
Strom in Wärme umzuwandeln, ist an sich nichts Neues. Mit der Wärmepumpe machen wir das tagtäglich. Um Überschüsse aus dem Stromnetz für die Fernwärme und Industrie nutzen zu können, muss ein elektrischer Wärmeerzeuger hohe Temperaturen liefern können, schnell schaltbar und genug günstig sein, damit er sich auch mit kurzen Laufzeiten amortisieren kann.

Aus diesen Gründen kommen für P2H-Anwendungen in den meisten Fällen Elekt-

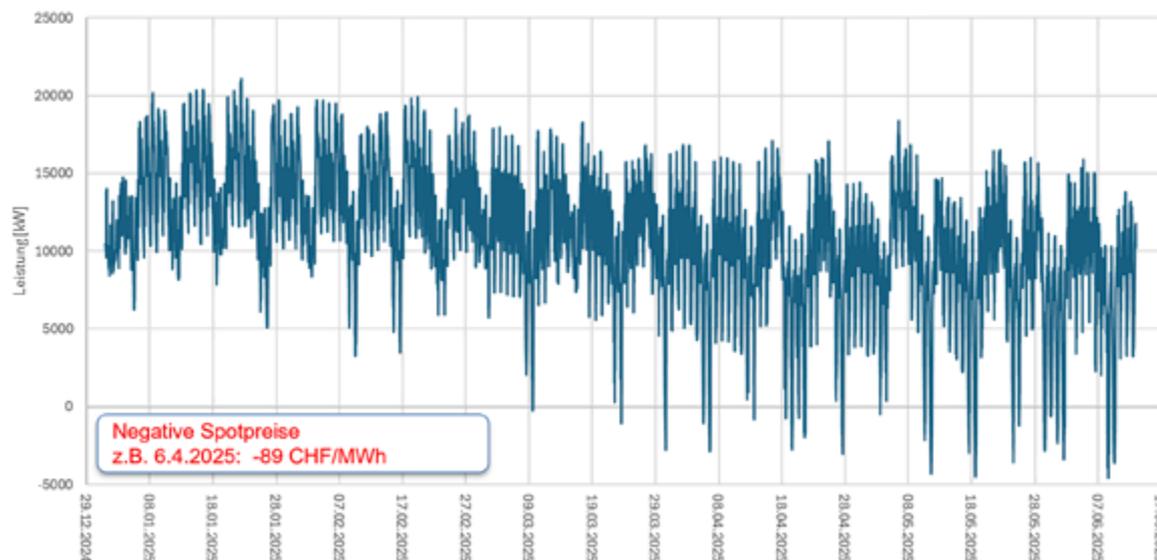


Stromproduktion und Börsenstrompreise in der Schweiz, KW 25/2025.
 Grün: Leistung Erneuerbare
 Schwarz: Last
 Rot/Orange: Strompreise.
 (energy-charts.info/charts/price_spot_market/chart.htm?c=CH)

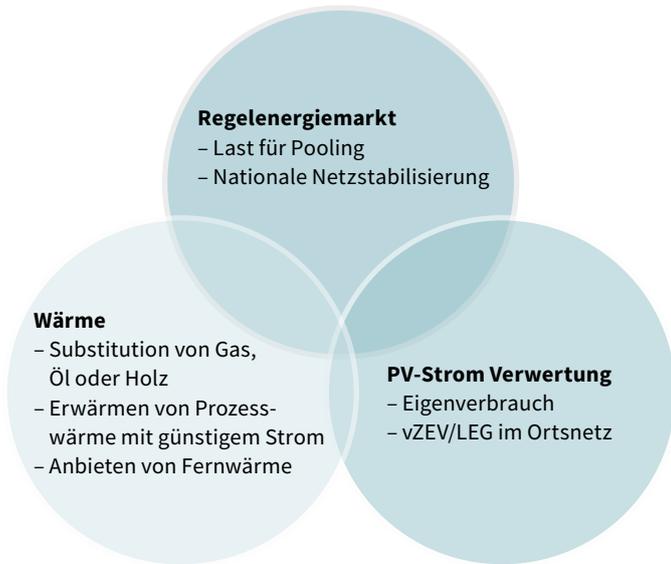
Summenlastgang Burgdorf 2024



Summenlastgang Burgdorf 1.1. - 17.6.2025



Der Summenlastgang beschreibt die bezogene oder zurückgespeiste Leistung an den Trafostationen zum Verteilnetz (in diesem Fall der BKW). Am Beispiel Burgdorf BE von 2024, erkennt man gut, dass bei Sonnenschein im Sommerhalbjahr eine Leistung bis zu 3 MW ins Hochspannungsnetz zurückgespeist wird. Diese Rückspeisungen werden mit dem Zubau von PV-Anlagen noch zunehmen und werden die Einspeisevergütungen unter Druck setzen. Quelle: Localnet AG, Summenlastgang netto (Aggregat) der Übergabestellen zum Vorliegernetz.

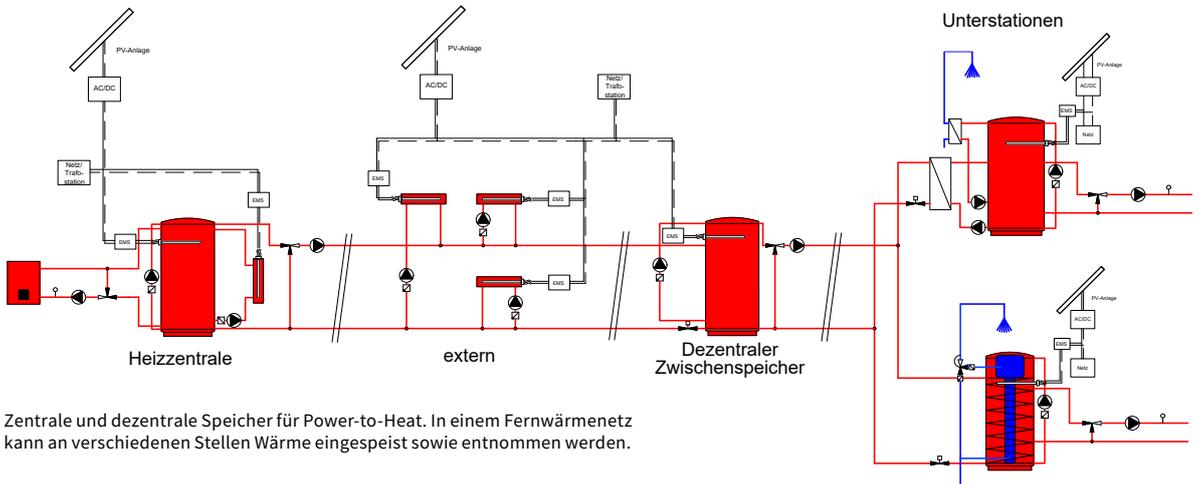


Schnittmenge bei Einsatzmöglichkeiten von Power-to-Heat.

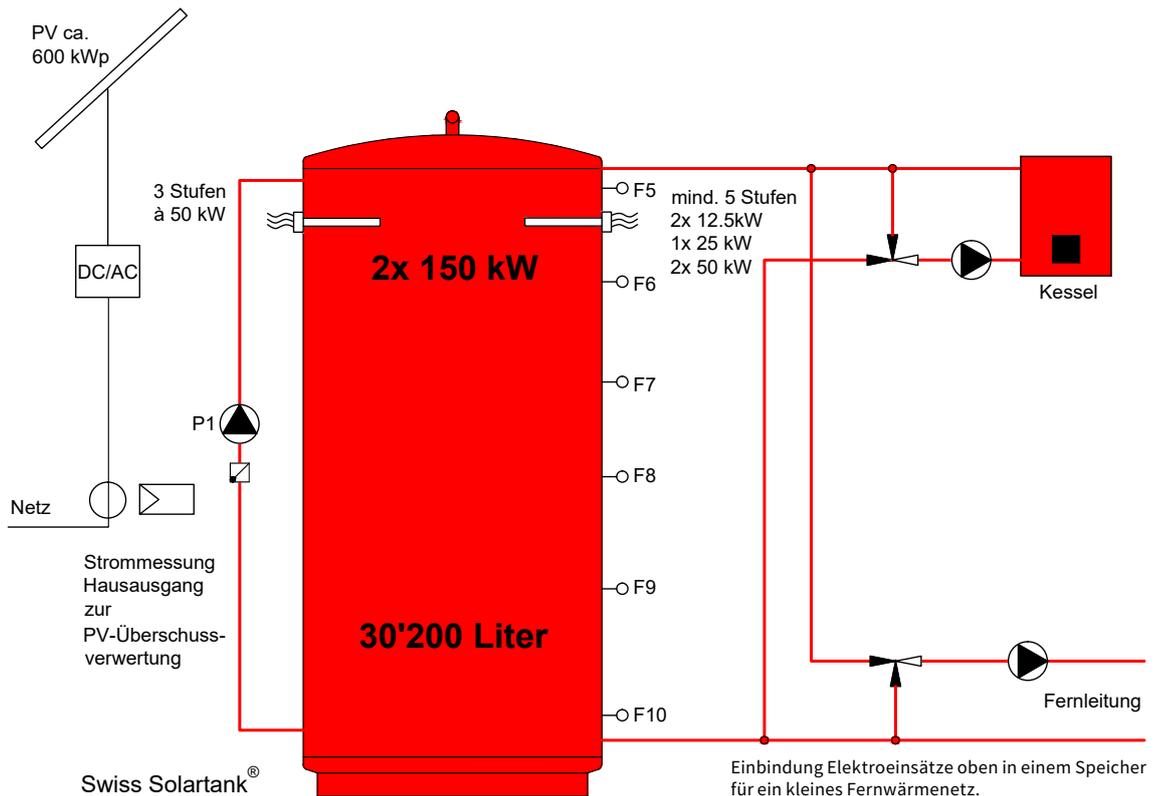
roheizstäbe zum Einsatz. Trotzdem sollten sie nur die letzte Option sein, und ausschliesslich Überschüsse verheizen oder allenfalls als Notheizung zum Einsatz kommen. Solange der Strom einer sinnvollen, hochwertigeren Anwendung zugeführt werden kann, sollte das, sofern wirtschaftlich vertretbar, gemacht werden.

Wann macht P2H Sinn?

Am wirtschaftlichsten sind P2H-Lösungen, wenn sich verschiedene Anwendungen überschneiden.



Zentrale und dezentrale Speicher für Power-to-Heat. In einem Fernwärmenetz kann an verschiedenen Stellen Wärme eingespeist sowie entnommen werden.



Ökologisch am sinnvollsten ist, wenn mit einer P2H-Anlage fossile Energien substituiert werden. Auch sinnvoll ist es, wenn sie dazu beiträgt, dass im Sommer Holz gespart wird. Holz sollte als saisonaler Energiespeicher betrachtet werden und nur im Winter verwendet werden. So können noch weitere Holzfeuerungen realisiert werden.

Die Flexibilität einer P2H-Anlage erlaubt noch weitere, interessante Anwendungen: Gerade in Kombination mit der Teilnahme am Regelenergiemarkt in einem Pooling kann sich eine P2H-Anlage sehr schnell amortisieren und einen wichtigen Beitrag zur nationalen Netzstabilisierung leisten. Auch eine saisonal unterschiedliche Anwendung ist vorstellbar: Beispielsweise die Teilnahme am Regelenergiemarkt im Winterhalbjahr und die Nutzung von PV-Strom im Sommerhalbjahr.

Voraussetzung für die Nutzung von überschüssigem Strom mit einer P2H-Anlage ist das Vorhandensein eines genug flexibel einsetzbaren Speichers. Gut geeignet dafür sind thermische Speicher in den Zentralen der Wärmenetze, dezentrale Wärmespeicher oder auch die Rohrleitungen des Wärmenetzes, sofern eine ständige Nachfrage und genügend Kapazität vorhanden ist.

Grundsätzlich gilt es zu beachten, dass P2H-Lösungen von Swissgrid für den Regelenergiemarkt gewünscht sind, sie aber momentan nicht von Netzentgelt und Spitzenlastzähler befreit sind. Für das Verwenden von eigenen PV-Stromüberschüssen fallen keine Netzgebühren und Spitzenlastzählungen an, jedoch gibt es in den kantonalen Gesetzgebungen Unterschiede in deren Handhabung. Hierfür ist der Dialog mit dem lokalen Energieversorger unerlässlich. Technisch ist mit dem lokalen Energieversorger abzuklären, was durch die örtliche Stromzuleitung möglich ist und wie schnell und in wie grossen Stufen eine P2H-Anlage regelbar sein sollte. Weiter müssen Sicherheitsvorkehrungen gegen Übertemperatur und Überdruck getroffen werden. Auch muss jederzeit ein sicheres Abschalten der Anlage gewährleistet sein.

Vier wichtigste Möglichkeiten zur Einbindung von P2H-Lösungen

Die Aufzählung 1–4 bezieht sich auf das Bild links in der Mitte, von links nach rechts:

1. Power-to-Heat in der Wärmezentrale
Ist in der Zentrale ein genügend grosser Speicher vorhanden, kann dieser mit einem Elektroeinsatz erwärmt werden. Sollen auch schon nach kurzen Laufzeiten nützliche Temperaturniveaus erzeugt werden, kann es sinnvoll sein, den Elektro-einsatz oben im Speicher (Bild links unten) zu montieren, wo er ein kleines Volumen schnell auf hohe Temperaturen aufheizen kann. Damit der ganze Speicher durchgeladen werden kann, wird mit einer Umschichtpumpe die Wärme von oben nach unten gefördert. Eine Beladung von oben nach unten ist zudem für eine allfällige Kesselmodulation vorteilhaft.

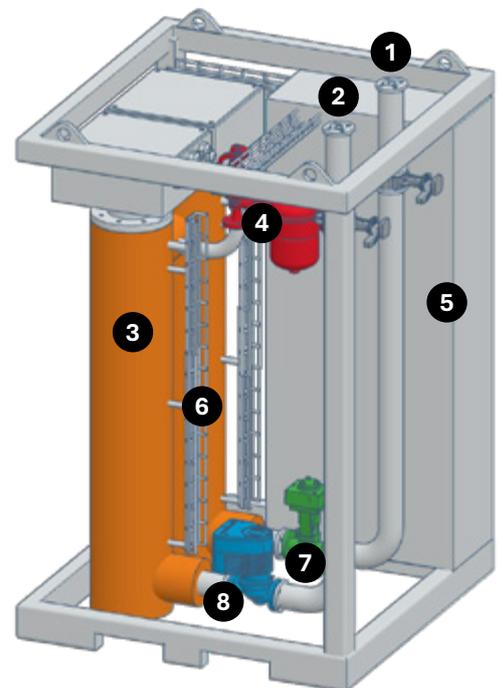
Bei einer bestehenden Wärmezentrale kann eine P2H-Anlage im «Durchlauferhitzer»-Prinzip erweitert werden. Sie wird dann wie ein weiterer Kessel eingebunden und belädt den Speicher von oben nach unten mit Wärme.

2. Dezentrale Power-to-Heat-Anlage auf den Rohrleitungen

Auch auf der Fernleitung kann eine P2H-Anlage eingebunden werden. Zwischen Netzvorlauf und Rücklauf kann mit einer genügend starken Pumpe direkt in den Vorlauf gespiesen werden. Eine «serielle» Einbindung auf dem Vorlauf kann vor einem Bezüger, der hohe Temperaturen benötigt (z. B. eine Käserei), sinnvoll sein. Seriell auf dem Rücklauf kann über das Wärmenetz der Speicher in der Zentrale geladen werden. Die Einbindung auf dem Netz bedingt eine gewisse Kontrolle der Übergabestationen, sodass beispielsweise Zwangsladungen ausgelöst oder ein Primärventil geöffnet werden kann.

3. Dezentrale Einbindung und Speicherung
Eine Einbindung kann auch über einen dezentralen Speicher erfolgen. Dieser ist als Kapazität einfacher kontrollierbar als die Netzkapazität. Dezentrale Speicher in Fernwärmenetzen sind in Ländern wie Deutschland oder Dänemark bereits eine zentrale Komponente der Energiewende. Sie können z.B. genutzt werden, um Spitzenlasten in Teilsträngen abzufangen oder nahe einer Trafostation oder PV-Anlage Überschüsse ins Wärmenetz abzugeben.

4. Einbindung bei den Übergabestationen
PV-Strom kann auch in den Unterstationen verwendet werden. So können PV-Anlagebesitzer ihren eigenen Strom im Sommer zur Warmwasserbereitung nutzen.))



- | | |
|---------------------|--------------------|
| ❶ Vorlauf | ❺ Schaltschrank |
| ❷ Rücklauf | ❻ Temperaturfühler |
| ❸ Elektroeinsätze | ❼ Regelventil |
| ❹ Sicherheitsventil | ❽ Pumpe |

Beispiel kompakt aufgebaute P2H-Anlage mit 40–480 kW Leistung inkl. Schaltschrank, Pumpe und Sicherheitsventil. Standfläche 1.50 x 1.50, Höhe ca. 2.20 m. Schlüsselfertig vorverkabelt.



Wichtig ist hierbei, dass die Nutzung von PV-Strom nicht zu einer Anhebung der Rücklauftemperatur im Netz führt.

Komponenten Durchlauferhitzer im Detail

Bei einem Neubau der Wärmezentrale besteht die Möglichkeit, Elektroinsätze platzsparend in den Speicher der Zentrale zu integrieren. Kann dies aus technischen Gründen, oder weil der Speicher und die Zentrale schon bestehen, nicht gemacht werden, kann ein Elektroinsatz auch mit einem P2H-Durchlauferhitzer eingebunden werden.

Dies ermöglicht, alle Komponenten wie Schaltschrank, Pumpen und Ventile platzsparend zu installieren und zu verkabeln. So kann eine P2H-Anlage auch mit geringem Aufwand einfach nachgerüstet werden. Vorgängig ist abzuklären, welche Leistung die Zuleitung in die Zentrale zulässt und was die Rahmenbedingungen des lokalen Energiewerks sind.

Projektbeispiel 1: Zanella Holz AG

Die Zanella Holz AG betreibt in Turtmann im Wallis ein Hobelwerk mit einer 605-kWp-PV-Anlage, welche den Strom für die Produktion von gehobelten Bodenbelä-

gen liefert. Unter der Woche und am Wochenende werden PV-Überschüsse auf dem Areal im eigenen Wärmenetz unter anderem für die Holz Trocknung genutzt. Hierfür wurde die mit Hobelspänen betriebene Schnitzelheizung mit einem 30 200-Liter-Wärmespeicher von Jenni Energietechnik mit zwei 150-kW-Elektroinsätzen nachgerüstet. Die so eingesparten Hobelspäne können nun für die Pelletsproduktion verkauft werden.

Projektdaten Zanella Holz AG, Turtmann VS:

- Nutzung von PV-Strom auf dem Areal
- Baujahr: 2023
- Speicher: 30 200 Liter, Swiss Solartank
- Elektroinsatz: 2 x 150 kW
- Zusatzheizung: mit Hobelspänen betriebene Schnitzelheizung

Projektbeispiel 2: Wärme Lindau AG

Die Wärme Lindau AG betreibt in ihrem Wärmeverbund in Tagelswangen drei Holzheizungen mit insgesamt 3.6 MW, eine Abgaswärmerückgewinnung und ein Holzvergaser BHKW. Die Wärme wird in drei Wärmespeicher von insgesamt 88 500 Liter eingespeist. Diese Speicher sind seriell verbunden und der kälteste Speicher ist

mit 4 x 150 kW Elektroinsätzen ausgerüstet, welche im Pooling am Regelenergiemarkt teilnehmen. Das heisst, sie können zusammen mit anderen Lasten von Swissgrid automatisiert zugeschaltet werden, wenn im nationalen Stromnetz Überschüsse vorhanden sind. Für das Bereithalten der 600 kW Last und der Kapazität, eine gewisse Zeit die Energie abnehmen zu können, gibt es ein Entgelt. Wird die Last abgerufen, bekommt der Wärmeverbundbetreiber eine Vergütung, dessen Preis er selbst definieren kann, und er kann zudem die Energie als Wärme in seinem Verbund verkaufen. Setzt er den Preis hoch an, wird er im Markt weniger oft berücksichtigt. Setzt er ihn niedrig an, kommt er öfter zum Zug, spart Brennstoff und kann die Wärme verkaufen.

Projektdaten Wärmeverbund Tagelswangen ZH:

- Verwertung von Regelenergie in der Fernwärme
- Baujahr: 2024
- Gesamt-Speichervolumen: 88 500 Liter (3 x Swiss Solartank)
- Leistung: 4 x 150 kW
- Holzschnitzel 3.6 MW und Holzvergaser-BHKW

Projektbeispiel 1: Aussenaufgestellter Speicher auf dem Areal der Zanella Holz AG mit zwei 150-kW-Elektroeinsätzen. PV-Anlage im Hintergrund.

Schlussfolgerung und Ausblick

Um den weiteren PV-Zubau nicht zu gefährden durch Massnahmen wie Wechselrichter abregeln oder Strafen fürs Einspeisen von PV-Strom zu gewissen Zeiten, ist es nötig, schnell wirtschaftliche Möglichkeiten zur Verwendung des überschüssigen PV-Stroms zu finden. Da dies vor allem im Sommer und am Tag der Fall ist, dürfen solche Lösungen nicht zu viel kosten und müssen flexibel einsetzbar sein. Zudem sollten sie möglichst nahe am Produzenten realisiert werden, um den Netzausbau möglichst gering zu halten. Hierfür können Fernwärmenetze und Industrie einen wichtigen, schnell umsetzbaren Teil der Lösung darstellen. ■

energy-charts.info
jenni.ch



Projektbeispiel 2: Wärme Lindau AG. Zwei der insgesamt vier Elektroeinsätze à je 150 kW.



Wärme Lindau AG: Speicher zur Aufnahme von Regelenergie.