Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Bundesamt für Umwelt BAFU

25. April 2023

Solarthermie

Bericht zuhanden der UREK-S

22.061 s Revision des CO2-Gesetzes nach 2024

Aktenzeichen: BAFU-233.11-1861/2/2/1/4
Geschäftsfall:

1. Auftrag an die Verwaltung

Die UREK-S hat die Verwaltung am 3. Februar 2023 im Rahmen der Beratungen zum CO_2-Gesetz gebeten, untenstehende Fragen zum Einsatz und zur Wirtschaftlichkeit der Solarthermie zu beantworten.

2. Fragen an die Verwaltung

a. Wie sieht die Wirtschaftlichkeit der Nutzung von Solarthermie aus?

- Die Kosten einer Solarthermieanlage hängen stark von der Grösse der Anlage ab (je grösser, desto tiefer die spezifischen Kosten in CHF/m^2). Für die Wärmegestehungskosten sind weiter der effektiv nutzbare Solarertrag und die Grösse des Wärmespeichers entscheidend. Für die Wirtschaftlichkeit sind diese Wärmegestehungskosten mit den Grenzkosten des Energieträgers, der ersetzt wird, zu vergleichen.
- Die Gestehungskosten haben, abhängig vom Anwendungsbereich und der Grösse der Anlage, eine grosse Bandbreite. Die tiefsten solaren Wärmegestehungskosten werden in thermischen Netzen mit tiefen Netztemperaturen erreicht (5-16 Rp/kWh). Bei Mehrfamilienhäusern liegen die Gestehungskosten bei 10-15 Rp/kWh und bei Einfamilienhäusern zwischen 15 und 20 Rp/kWh. Die Kosten für die Bereitstellung von Prozesswärme sind ebenfalls sehr variabel und liegen gemäss der Studie Sol-Ind Swiss zwischen 8 und 20 Rp/kWh.[1]
- Gerade bei Einfamilienhäusern steht die Solarthermie in starker Konkurrenz zu Wärmepumpen in Kombination mit PV-Anlagen. Dies zeigt sich auch im massiven Rückgang von Solarthermieanlagen in diesem Segment über die letzten 10 Jahre (Statistik Sonnenenergie, Bundesamt für Energie BFE).[2]
- Subventionen gibt es heute (abgesehen von Forschungs- oder Pilot- und Demonstrationsprojekten) lediglich für Solarthermieanlagen, die der Warmwasserbereitstellung oder Heizungsunterstützung im Gebäudebereich dienen. Sie werden im Rahmen des Gebäudeprogramms von den Kantonen gewährt.

b. Inwiefern kann die Solarthermie einen Beitrag leisten, um andere Energieträger wie die Holzenergie, Biogas oder die oberflächennahe Geothermie zu ergänzen oder zu ersetzen, oder die industrielle Prozesswärme zu ergänzen und damit dafür zu sorgen, dass diese Energieträger für sinnvollere Zwecke eingesetzt werden können, wie z.B. für die Nutzung im Winter?

- Die Solarthermie kann gemäss den Energieperspektiven 2050+ des BFE einen Beitrag leisten, andere erneuerbare Energien zu ergänzen. Verschiedene Szenarien enthalten einen unterschiedlichen Anteil an Wärme aus der Solarthermie. So ist in den Energieperspektiven im Szenario ZERO Basis ein Anteil von ca. 0.3 TWh für Prozessenergie aus Solarthermie enthalten. Dieses Szenario sieht zudem einen starken Ausbau der oberflächennahen Geothermie vor. Damit würden zukünftig ca. 8-9 TWh aus Erdwärmesonden und anderen Geostrukturen gewonnen. Diese Wärme kann nicht alleine durch den geothermischen Energiefluss gewährleistet werden. Für den Zubau der oberflächennahen Geothermie in Gebieten mit einer relativ hohen Wärmedichte wird das Thema der Regeneration zukünftig stärker adressiert werden müssen. Die Regeneration kann mit Abwärme aus Kühl- und Kälteanwendungen, mit Solarthermie (inkl. hybriden PVT-Kollektoren) oder mit Umweltwärme erfolgen.
- In den meisten Netto-Null Szenarien wird Energieholz in Holzheizkraftwerken oder für Prozesswärme benötigt. Die Verbrennung dieser gut lagerbaren Ressource für Raumwärme findet nur noch in kleinem Umfang statt, da mit Ausrichtung auf Netto-Null das ganze verfügbare Potenzial genutzt und möglichst für Hochtemperatur-Anwendungen eingesetzt wird. Das BFE geht davon aus, dass in der Schweiz prozentual mehr Wärmepumpen als Solarthermie-Anlagen den Einsatz

[1] Schlussbericht Sol-Ind Swiss: Solare Prozesswärme in der Schweiz (2019) → https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Solarenergie/Solarwaerme/190711_Sol_Ind_Swiss_Schlussbericht.pdf

[2] Statistik Sonnenenergie: Referenzjahr 2021 (2022) → https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10986

von lagerbarem Holz im Sommerhalbjahr reduzieren. Dies einerseits wegen dem forcierten Zubau von Photovoltaikanlagen und andererseits wegen der grösseren Flexibilität. Wärmepumpen können das gewünschte Temperaturniveau auch an Schlechtwettertagen erreichen, weil der Strombezug aus dem Netz unabhängig vom Solaranteil ist.

- Das Potenzial für solare Prozesswärme in der Schweiz wurde in der Studie Sol-Ind Swiss auf 3-4 TWh geschätzt. Aufgrund der erforderlichen Temperaturniveaus kommen in erster Linie die Branche Pharma, Textil, Papier und Lebensmittel für konventionelle solarthermische Systeme mit eher niedrigen Temperaturen bis 130°C in Frage. Stand 2023 gibt es jedoch in der Schweiz lediglich eine Handvoll von solchen Anwendungen. Eine Möglichkeit um den Einsatz von Solarthermie für Prozesswärme zu beschleunigen, wäre der Aufbau eines Förderprogramms für Investitionsprojekte und Machbarkeitsstudien für solarthermische Grossanlagen nach dem Vorbild von Österreich. Die notwendigen finanziellen Mittel könnten beispielsweise über eine Anpassung von Artikel 34a des CO2-Gesetzes bereitgestellt werden. Zur Förderung von jährlich 100 solarthermischen Grossanlagen mit einer erwarteten Wärmeproduktion von 30-50 GWh/Jahr wären jährliche Mittel in Höhe von 15-24 Millionen notwendig. Eine solche allfällige Förderung ginge allerdings zu Lasten des Gebäudeprogramms, es sei denn die Einnahmeseite würde über andere Massnahmen erhöht.

c. Ist es möglich und sinnvoll, ähnlich wie in anderen europäischen Ländern die saisonale Wärmespeicherung in Neubauquartieren zu unterstützen, damit die Solarthermie auch in dieser Form sinnvoll und wirtschaftlich eingesetzt werden kann?

- Wärmespeicher werden in der Schweiz zurzeit vor allem verwendet, um Lastspitzen zu brechen, die Regelung von Heizsystemen zu vereinfachen oder den Tagesgang der Produktion auszugleichen. Ab einer gewissen Grösse kann Wärme auch saisonal gespeichert werden. Beispiele dafür sind grosse Wasserbehälter (z.B. der sog. Jenni-Tank), Latenzwärmespeicher (Eis-Speicher), Aquiferspeicher oder Erdwärmesondenfelder.
- Heute sind saisonale Wärmespeicher nur in wenigen Fällen wirtschaftlich interessant, da fossile Energieträger für die Spitzenlastabdeckung in thermischen Netzen nach wie vor günstiger sind (aktuelle Preisentwicklungen aufgrund der geopolitischen Lage sind bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt). Hohe Energiepreise im Winter erhöhen die wirtschaftliche Attraktivität der saisonalen Wärmespeicher. Ein weiterer Grund, warum saisonale Speicher im Vergleich zum Ausland in der Schweiz selten sind, ist das grosse benötigte Volumen für Wasserspeicher, mit entsprechenden Auswirkungen auf Kosten (Bauland, Speicher), Raumplanung und Bewilligungsverfahren.
- In der im Januar 2023 publizierten «Wärmestrategie 2050»[3] zeigt das BFE auf, mit welchen Massnahmen die Wärmeversorgung der Schweiz bis 2050 CO_2-neutral werden soll. Neue Energiespeicher stellen dabei eine zentrale Komponente im zukünftigen Energiesystem dar. Für einen erfolgreichen Ausbau thermischer Speicher sollten auch Förderinstrumente für Wärmespeicher geprüft werden. Bisher fehlt für eine solche Förderung auf Bundesebene die rechtliche Grundlage. Die Möglichkeiten einer Förderung thermischer Speicher im Rahmen des Bundesgesetzes über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KIG) werden derzeit geprüft.
- Über das Forschungsprogramm «Solarthermie und Wärmespeicherung» fördert das BFE hingegen anwendungsorientiere Forschung und forschungsnahe Entwicklung. Im Rahmen dieses Programms hat das BFE im März 2023 einen Aufruf zur Projekteingabe mit Fokus mittlere bis grosse Wärmespeicher publiziert und stellt dafür 1.2 Millionen Franken zur Verfügung.[4] Verschiedene Projekte, in welchen solarthermische Anlagen in Kombination mit saisonaler Wärmespeicherung zum Einsatz kamen, wurden auch über das Pilot- und Demonstrationsprogramm des BFE gefördert. Die Erkenntnisse aus einem solchen Projekt (Überbauung Weltpoststrasse,

[3] Wärmestrategie 2050 des BFE → https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11255

[4] https://www.bfe.admin.ch → Forschung und Cleantech → Forschungsprogramme → Solarthermie und Wärmespeicherung

Bern) sind beispielsweise im Schlussbericht «Sichere erneuerbare Wärmeversorgung in hochverdichteter Wohnüberbauung bei fehlenden erneuerbaren Energiequellen» festgehalten.

- Für die (beinahe) vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung spielt die Wärmespeicherung und die Regeneration des Erdreichs/Grundwassers eine wichtige Rolle. Aus diesem Grund hat das BFE ein ämterübergreifendes Projekt gestartet. Darin soll geprüft werden wie auf Seite Bund die (nahezu) vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung unterstützt werden kann, welche Transformationen dringend angegangen oder den Kantonen empfohlen werden müssen und wie bestehende und allenfalls neue Förderinstrumente darauf ausgerichtet werden müssen.

d. Welchen positiven und nachhaltigen Beitrag kann die Solarthermie zur Ergänzung der Energie in den Wärmenetzen leisten?

- Gemäss der im Auftrag des BFE publizierten Liste «Thermische Netze»[5] gab es im Jahr 2021 rund 1'000 Nah- und Fernwärmeverbünde, mit einem kumulierten Wärmeabsatz von rund. 8.5 TWh/Jahr. Mengenmässig überwiegen Wärmenetze mit Holzschnitzel als Hauptenergieträger (60% aller Netze), rund 45% des Wärmeabsatzes aller Wärmenetze stammt jedoch aus der Abwärmenutzung von Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVAs). Etwa 7% der Wärmenetze nutzen als Hauptenergieträger Erdgas. Fossile Energieträger werden aber zusätzlich sehr häufig als sekundärer Energieträger für die Deckung von Spitzenlasten und als Backup verwendet.
- Bis heute gibt es rund 15-20 mehrheitlich kleinere Wärmeverbünde, in denen Solarwärme-Anlagen eingebunden sind. Die wohl grösste Solarthermie-Anlage speist in den Fernwärmeverbund CAD SIG in Genf ein (SolarCAD II, 500 MWh/Jahr, 800 m2 Kollektorfläche)[6].
- Das Potenzial der Solarthermie in Wärmenetzen wurde im Rahmen der Studien SolCAD[7] und SolTherm2050[8] untersucht. Es liegt für den Zeithorizont 2050 zwischen 1-2 TWh (SolCAD) und 0-7 TWh (SolTherm2050). Gemäss den Annahmen wird Solarthermie in Wärmenetzen immer mit einem saisonalen Speicher kombiniert und wird in Zukunft insbesondere dort eingesetzt, wo eine anderweitig begrenzte Ressource eingespart werden kann (Holz, Öl/Gas, Umgebungswärme). In Holzwärmeverbunden decken Solarwärme-Anlagen idealerweise den Wärmebedarf im Sommer, womit die Nutzung der speicherbaren und endlichen Ressource Holz reduziert wird. Damit diese Transformation eingeleitet wird, braucht es entsprechende Anreizsysteme. Wenn zudem die Holzheizung im Sommer nicht im Teillastbereich betrieben werden muss und seltener an und abgeschaltet wird, wirkt sich das positiv auf ihre Lebensdauer aus.
- Als aktuelle Hemmnisse werden eine fehlende Verfügbarkeit geeigneter Flächen genannt, fehlendes Knowhow und die relativ hohen Kosten (im Vergleich zu den Grenzkosten von Holzheizungsanlagen) respektive eine fehlende Förderung für Solarthermie in thermischen Netzen, bei welchen Holz als endliche Ressource eingespart wird. Die Erfahrung aus dem Ausland hat zudem gezeigt, dass die Kosten insbesondere durch grossflächige Installationen auf der freien Fläche gesenkt werden können. Freiflächenanlagen scheitern in der Schweiz allerdings häufig an den Konflikten mit anderweitiger Nutzung sowie Landschafts- und Naturschutz.

3. Fazit

- Solare Wärmegestehungskosten hängen stark vom Anwendungsbereich sowie von der Grösse der Anlage ab und liegen zwischen 5-16 Rp/kWh für thermische Netze, 10-15 Rp/kW für Raumwärme bei Mehrfamilienhäusern und 15-20 Rp/kWh in Einfamilienhäusern.
- Saisonale Wärmespeicher sind aufgrund der Kosten und des Raumbedarfs heute in der Schweiz nur wenig verbreitet, werden aber aufgrund der Dekarbonisierung des Wärmesystems in Zukunft

[5] Liste Thermische Netze: Auswertungsbericht 2021 (2022) → https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10878

[6] SOLARCADII : Optimisation et suivi des performances d'une grande installation solaire thermique couplée avec un réseau de chauffage à distance – Rapport intermédiaire 2021 (2022) → https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=45279

[7] SolCAD: Potentiel du solaire thermique dans les chauffages à distance en Suisse (2022) → https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=45280

[8] SolTherm 2050: Chancen durch Solarwärme und thermische Energiespeicher für das Energiesystem Schweiz 2050 (2021) → https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=45277

eine zentrale Rolle spielen. Das BFE hat ein bundesinternes Projekt gestartet in welchem u.a. die gewässerschutzrechtlichen (bei Aquiferspeicher) und die raumplanerischen Hemmnisse evaluiert und sinnvolle Möglichkeiten für eine gezielte Förderung geprüft werden.

- Das Potenzial von Solarthermie für die Bereitstellung von Prozesswärme liegt bei 3-4 TWh, bisher gibt es jedoch schweizweit nur eine Handvoll an Projekten. Eine Möglichkeit, um deren Einsatz zu beschleunigen, wäre der Aufbau eines spezifischen Förderprogramms für Investitionsprojekte sowie Machbarkeitsstudien für solarthermische Grossanlagen nach dem Vorbild von Österreich.
- Das Potenzial von Solarthermie in thermischen Netzen liegt mit bis zu 7 TWh in erster Linie dort, wo begrenzte Ressourcen wie beispielsweise Holz eingespart werden können. Hemmnisse sind die Flächenkonkurrenz, mangelndes Knowhow und fehlende Förderung.