

01 / DIE BEISPIELRECHNUNG

So entstehen 581,4 MWh Speicherkapazität

Ein Saisonspeicherfeld aus 153 Modulen veranschaulicht die maximale gleichzeitig gespeicherte Wärmemenge. Die Belegung ist eine Annahme für dieses Beispiel.

Beispielhaftes Baufeld	50 × 100 m = 5.000 m²
------------------------	------------------------------

Angenommene Anzahl	153 Saisonspeicher
--------------------	---------------------------

Maximale Kapazität je Modul	3,8 MWh
-----------------------------	----------------

$$153 \times 3,8 \text{ MWh} = 581,4 \text{ MWh}$$

Das entspricht 581.400 kWh bei vollständiger Durchladung.

Grundlage und Einordnung

Die Modulkapazität von maximal 3,8 MWh gilt gemäß Projektangabe bei vollständiger Temperaturschichtung mit maximal 95 °C. Sie ist eine vorgegebene Produktangabe und wird hier nicht aus Behältermaßen hergeleitet.

Die Zahl 153 ist keine aus der Grundstücksfläche abgeleitete Planung. Tatsächliche Anzahl, Anordnung, Abstände und Betriebsbedingungen müssen für das jeweilige Projekt ausgelegt werden.

MWh beschreibt eine Energiemenge. MW beschreibt eine Leistung. Die 581,4 MWh sind weder eine Leistungsangabe noch die automatisch nutzbare Jahreswärmemenge.

Nachladung verringert die Nettoentnahme

Vereinfachtes Rechenbeispiel mit konstanten Leistungen über 24 Stunden. Speicherverluste werden in dieser Beispielrechnung nicht berücksichtigt.

Ohne Nachladung

$$3 \text{ MW} \times 24 \text{ h} = 72 \text{ MWh}$$

Entnahme aus dem Speicher innerhalb eines Tages.

Mit kontinuierlicher Nachlieferung von 2 MW

$$(3 - 2) \text{ MW} \times 24 \text{ h} = 24 \text{ MWh}$$

Nettoentnahme aus dem Speicher innerhalb eines Tages.

Der Bedarf bleibt bei 3 MW. Die Wärmequelle liefert davon 2 MW; der Speicher übernimmt die verbleibende Differenz von 1 MW. Die angenommene Lade- und Entladeleistung ist kein bestätigter Leistungswert einer konkreten Anlage.

Die allgemeine Energiebilanz lautet:

Speicheränderung = zugeführte Wärme – entnommene Wärme – Speicherverluste

Die tatsächlich bereitgestellte Wärmemenge hängt von Wärmequelle, Bedarf, Temperaturniveaus, Lade- und Entladeleistung sowie den Verlusten ab.

Wärme im Betrieb und über die Saison nutzen

Ausführliche Anwendungsbeispiele. Die genannten Leistungen sind illustrative Betriebsannahmen.

Sommerliche Wärmeeinspeicherung für die Heizperiode

Während der Sommermonate können Wärmeüberschüsse aus Solarthermie, industrieller Abwärme, Wärmepumpenanlagen oder anderen Wärmequellen in das Speicherfeld eingespeist werden. Die Temperatur des Speichers wird über einen längeren Zeitraum schrittweise erhöht. Mit Beginn der Heizperiode wird diese gespeicherte Energie anschließend für Gebäudeheizung, Warmwasserbereitung oder ein angeschlossenes Wärmenetz genutzt. Das Speicherfeld übernimmt damit die zeitliche Verschiebung der Energie vom Sommer in den Winter.

Kontinuierliche Nachladung während des Winterbetriebs

Auch während der Entladung muss der Speicher nicht von der Wärmequelle getrennt sein. Wird beispielsweise kontinuierlich industrielle Abwärme oder Umweltwärme bereitgestellt, kann diese gleichzeitig in das System einfließen, während auf der anderen Seite Wärme für Verbraucher entnommen wird. Werden beispielsweise im Mittel 3 MW Wärmeleistung benötigt und gleichzeitig 2 MW kontinuierlich nachgeliefert, muss der Speicher nur die verbleibende Differenz von 1 MW bereitstellen. Ohne Nachladung würden innerhalb von 24 Stunden 72.000 kWh aus dem Speicher entnommen. Mit der kontinuierlichen Einspeisung von 2 MW beträgt die Nettoentnahme hingegen nur 24.000 kWh pro Tag. Dadurch verlängert sich die mögliche Versorgungsdauer erheblich.

Abdeckung von Spitzenlasten in einem Wärmenetz

Ein besonders sinnvoller Einsatz besteht in der Entkopplung von Wärmeerzeugung und kurzfristigem Spitzenbedarf. Die angeschlossenen Wärmeerzeuger können weitgehend gleichmäßig und in einem effizienten Betriebspunkt arbeiten. Steigt der Wärmebedarf beispielsweise an kalten Wintermorgen oder während besonders niedriger Außentemperaturen kurzfristig stark an, stellt das Speicherfeld zusätzliche Leistung bereit. Sinkt der Bedarf anschließend wieder, kann die überschüssige Erzeugungsleistung erneut zur Nachladung des Speichers genutzt werden.

Wärme im Betrieb und über die Saison nutzen

Ausführliche Anwendungsbeispiele. Die genannten Leistungen sind illustrative Betriebsannahmen.

Nutzung kontinuierlicher industrieller Abwärme

Viele industrielle Prozesse produzieren über große Teile des Tages kontinuierlich Abwärme, während der Wärmebedarf von Gebäuden erheblich schwankt. Das Speicherfeld kann diese zeitliche Differenz ausgleichen. In Zeiten mit geringer Nachfrage wird die überschüssige Prozesswärme eingespeichert. Zu Zeiten höheren Wärmebedarfs wird zusätzlich Wärme aus dem Speicher entnommen. Dadurch muss wertvolle Abwärme nicht verworfen werden, nur weil Erzeugung und Verbrauch zeitlich nicht übereinstimmen.

Kombination mit Wärmepumpen und erneuerbarem Strom

Das Speicherfeld kann außerdem gemeinsam mit Großwärmepumpen eingesetzt werden. Steht viel erneuerbarer Strom zur Verfügung, können die Wärmepumpen verstärkt betrieben und überschüssige Wärme in das Speicherfeld eingespeist werden. Bei geringer Stromverfügbarkeit oder hohen Strompreisen kann die Leistung der Wärmepumpen reduziert und stattdessen Wärme aus dem Speicher entnommen werden. Das Speicherfeld übernimmt damit zusätzlich eine Pufferfunktion zwischen Strom- und Wärmesektor.

Wärme im Betrieb und über die Saison nutzen

Ausführliche Anwendungsbeispiele. Die genannten Leistungen sind illustrative Betriebsannahmen.

Kurzfristige Lade- und Entladezyklen innerhalb der saisonalen Nutzung

Ein saisonaler Wärmespeicher muss nicht ausschließlich einmal im Sommer geladen und einmal im Winter entladen werden. Auch innerhalb einer Heizperiode können zahlreiche kleinere Lade- und Entladevorgänge stattfinden. Beispielsweise kann tagsüber bei hoher Wärmeerzeugung Energie eingespeichert und nachts wieder entnommen werden. Gleichzeitig bleibt ein großer Teil der saisonalen Wärmereserve erhalten. Saisonale Speicherung und kurzfristige Betriebsoptimierung können somit parallel erfolgen.

Wärmeversorgung bei schwankender Erzeugung

Bei Energiequellen mit wechselnder Verfügbarkeit übernimmt das Speicherfeld eine stabilisierende Funktion. Stehen zeitweise beispielsweise 5 MW Wärme zur Verfügung, während die Verbraucher nur 3 MW benötigen, können 2 MW in den Speicher fließen. Steigt der Verbrauch später auf 4 MW und die aktuelle Erzeugung fällt gleichzeitig auf 2 MW, können die fehlenden 2 MW wieder aus dem Speicher bereitgestellt werden. Der Verbraucher bemerkt diese Schwankungen auf der Erzeugerseite im Idealfall nicht.

Speicherinhalt und Jahreswärme unterscheiden

Durch wiederholte Nachladung kann die kumulativ bereitgestellte Wärmemenge über eine Heizperiode deutlich über 581,4 MWh liegen. Dies ist keine Zusage einer bestimmten Jahresenergiemenge.

Was die Zahl 581,4 MWh aussagt

Die 581.400 kWh sind daher nicht mit der gesamten über ein Jahr nutzbaren Wärmemenge gleichzusetzen. Sie stellen die maximale gespeicherte Wärmemenge bei vollständiger Durchladung dar.

Entscheidend für den realen Betrieb ist die Energiebilanz.

Speicheränderung = zugeführte Wärme – entnommene Wärme – Speicherverluste

Im vereinfachten Fall ohne Speicherverluste gilt: Solange während der Entladung gleichzeitig neue Wärme in das System eingespeist wird, reduziert sich der Speicherinhalt lediglich um die Differenz zwischen Wärmeeinspeisung und Wärmeentnahme. In bestimmten Betriebsphasen kann der Speicherinhalt sogar nahezu konstant bleiben, obwohl kontinuierlich große Wärmemengen durch das Speicherfeld umgesetzt werden.

Dadurch kann die kumulativ bereitgestellte beziehungsweise umgesetzte Wärmemenge über eine Heizperiode deutlich über 581.400 kWh liegen. Die tatsächliche Jahresenergiemenge hängt insbesondere von der verfügbaren Wärmequelle, dem Wärmebedarf, der Lade- und Entladeleistung, den Temperaturniveaus sowie den thermischen Verlusten des Gesamtsystems ab.

Das saisonale Speicherfeld ist somit weniger als einmalig zu entleerender „Wärmespeicher“ zu verstehen, sondern vielmehr als dynamischer Energiepuffer innerhalb eines kontinuierlich arbeitenden Wärmeversorgungssystems.

Sie möchten mehr erfahren?

Nehmen Sie gerne Kontakt mit uns auf.

Geothermie-Hochleistungsenergiepfahl-Systeme
UG (haftungsbeschränkt)

Albert Vögerl
Geschäftsführer

Johann-Mois-Ring 46
92318 Neumarkt in der Oberpfalz

Mobil: 0151 124 55 456

E-Mail: av@geo-hep-systems.de