

# Wärmespeicher

Basierend auf dem Vortrag von Hanno Balzer, HH2E AG  
18.02.2021

Die HH2E AG ist eine junge Firma, die das Ziel hat, große Kohlekraftwerksstandorte und Standorte von Gaskraftwerken vollständig auf EE umzurüsten. Energiewende wird nur erfolgreich, wenn urbane und industrielle Faktoren zu 100% erneuerbar werden. Dazu muss man sich die großen Standorte anschauen und Konzepte für die Weiternutzung entwickeln, um aus einem fossilen einen postfossilen Standort zu machen.

2010 im November: Schon damals haben die Erneuerbaren den Strommarkt geprägt und schon damals gab es zeitweise höhere Einspeisungen als Lasten. Um eine Versorgung mit 100% Erneuerbaren sicherzustellen, müssen extrem hohe Leistungen an Erneuerbaren installiert haben, da die Einspeisung unter Volllast bei Erneuerbaren gering ist. Das ist die große Herausforderung der Systemintegration. Anders als vor 10 Jahren können sich heute breite Teile der Energiewirtschaft vorstellen, dass mit 100% Erneuerbaren eine vollständige und sichere Versorgung möglich ist.

## Der Energiemarkt in Deutschland

Wärme ist der größte Teilmarkt (Industriewärme und Raumwärme). Der Strommarkt umfasst nicht einmal  $\frac{1}{4}$  des gesamten Energiemarktes. In den anderen Märkten ist die Energiewende noch längst nicht so weit, aber es gibt die Chance, die anderen Märkte für die Integration von Erneuerbaren auch im Strommarkt zu nutzen.

Strom und Wärme lassen sich beispielsweise über korrespondierende Technologien lösen: Stromheizungen (Wärmepumpen) oder auch KWK-Anlagen. Diese Technologien ermöglichen die technische Kopplung der beiden Märkte und die Bedeutung dieser Technologien hat massiv zugenommen

2010 war die Phase der virtuellen Kraftwerke. Damit sollten die Speicherkapazitäten im Wärmemarkt genutzt werden. Immer dann, wenn zu viel Windstrom im System war, hat man die Verbraucher hochgefahren, also beispielsweise die Wärmepumpen. Und wenn wenig Wind im System war, haben die dezentralen Technologien wie BHKWs die Stromlücke gefüllt. Das Prinzip ist simpel, die technische Ausführung ist aber weniger trivial, da die Steuerung von dezentralen Einheiten früher unbekannt war und die Einheiten immer Wärme-geführt waren. Die Zahl der direkt ansteuerbaren Einheiten ist in den letzten 2 Jahre explodiert. Mittlerweise sind es weit mehr als 1 Mio. Einheiten mit einem gigantischen Datenvolumen.

Der Neubau dezentraler, steuerbarer Lasten hat mit dem Ausbau der Erneuerbaren aber in keiner Weise Schritt gehalten. Gleichzeitig sind die gesellschaftlichen Erwartungen massiv gestiegen (Kohleausstieg, FFF,

Druck auf fossile Anlagen). Das hatte Auswirkungen auf das Marktumfeld: Der Energiemarkt besteht aus Wärme, Strom und Mobilität. Der Strompreis hat sich vom Gaspreis gelöst und ist nun vollständig abhängig vom Einspeiseverhalten der Erneuerbaren. Damit ist Volatilität ein zentrales Thema, das sich auch auf die Preise auswirkt. Teure und günstige Strompreise gehen massiv auseinander, die Spreizung hat stark zugenommen.

Daraus sind Ideen zum Thema Hochtemperaturspeicher entstanden: Erneuerbare sind zeitweise sehr günstig. Diese Phasen müssen zum Einspeichern genutzt werden. Und die Technologie sollte in der Lage sein, Wärme und Strom auszukoppeln und sie sollte schnell skalierbar sein. So wurden Stahlkernspeicher entwickelt. Das knüpft an die technischen Kenntnisse der Anlagenbetreiber an und ermöglicht, den Kohlekessel in den Anlagen auszutauschen. Das restliche Kraftwerk ist schließlich nicht umweltschädlich.

### **Aufbau des Luminion-Stahlkern-Speichers**

Strom aus dem Stromnetz wird dann genutzt, wenn er günstig verfügbar ist: es können sehr schnell sehr große Energiemengen aufgenommen werden. Wenn Wärme oder Strom gebraucht werden, dann kann Wärme mit hohem Temperaturniveau entnommen werden. Der entstehende Prozessdampf kann für Wärme und Strom genutzt werden. Das Auslegungskriterium für den Speicher ist: 1000-2000 Stunden Verfügbarkeit von günstigen Stromüberschüssen und 6000 Stunden mit hohen Strompreisen, also Zeit, in der Energie zur Verfügung gestellt werden soll. Dafür wurden die Speicher ausgelegt. So ist Laden in 4 Stunden möglich, die dort gespeicherte Energie kann in 24 aufgespeichert werden. Es handelt sich dabei also um einen Tagesspeicher.

### **Anwendungsbereiche und Leistung**

Der Speicher verfügt über einen breiten Anwendungsbereich, der Prozessdampfmarkt alleine ist größer als der gesamte Strommarkt. Die Wärme kann aber auch für die Fernwärme oder in KWK-Anlagen bei großem Strombedarf genutzt werden. Die Kopplung von Strom und Wärme ist entscheidend für die Energiewende. Gerade im Hinblick auf den Wärmemarkt lässt sich festhalten, dass eine Dekarbonisierung möglich ist und alle benötigten Technologien zur Verfügung stehen. Dieser Prozess sollte deshalb in den nächsten 10 Jahren vollzogen sein.

Insgesamt sind Wärmespeicher unterschiedlich und reagieren auf unterschiedliche Bedürfnisse. Warmwasserspeicher werden gerade viel gebaut zur Aufnahme von Windstrom in Power-to-Heat-Anlagen. Sie haben eine Pufferfunktion, können schnell be- und entladen werden und arbeiten mit kleineren Temperaturdifferenzen (zwischen 60-95%). Deshalb brauchen sie ein großes Volumen für den Energiegehalt.

Die Luminion-Speicher eignen sich insbesondere für Hochtemperatur-Prozesse und für einen größeren Maßstab. Aufgrund der hohen Temperatur benötigen sie eine dicke Isolation. Das macht es für kleine

Anwendungen unattraktiv, Hochtemperatur-Systeme zu nutzen. Prinzipiell eignet sich der Speicher für den Einsatz in großen Kraftwerken beziehungsweise dort als Ersatz der fossilen Brennstoffe. Dabei gilt im Hinblick auf die Leistung: Bei 50 MWh werden 12,5 MW el Anschlussleistung zur Ladung in 4 h benötigt, was zu 2MW thermischen Output führt. Das lässt sich entsprechend skalieren. Gerade werden auch große Kraftwerke über solche Systeme gerechnet.

Beispiel Datteln (900 MWe<sub>el</sub>, 2000 MW<sub>thermisch</sub>/ein Block): dafür bräuchte man 2000 MW thermischen Output. Technisch ist das denkbar, bei der praktischen Umsetzung gibt es noch Herausforderungen. In der Umsetzung arbeitet man gerade an 9000 MWh Speicherkapazität, damit ist die Kapazität von Datteln noch weit entfernt.

Integration in große Systeme: das Ziel ist, dass dort, wo Fernwärmesysteme heute fossil betrieben werden, solche Speicher genutzt werden können, entweder vollständig oder in Kombination mit nichtfossilen Brennstoffen. Da gibt es dann die Diskussionen um synthetische oder biogene Brennstoffe, beides ist teuer und in der Verfügbarkeit eingeschränkt, aber die technische Kombination ist möglich, also die Nutzung von Strom und für die Dunkelflaute grünes Gas oder Biomasse.

Beispielsweise ließe sich das Heizkraftwerk in Frankfurt durch einen solchen Speicher ersetzen. Mainova behauptet, man kann die Hochhäuser nur mit Dampf beheizen. Das Netz braucht also hohe Temperaturen, dafür sind Hochtemperaturspeicher gut. Das Problem ist bei Frankfurt aber, dass es Netzengpässe gibt und dort die Verfügbarkeit von abgeregelten Windmengen geringer ist. Wichtig ist bei solchen Projekten die Netzanschlussleistung. Die ist meistens zu klein, da sie für die kurzfristige Aufnahme des Stroms konzipiert wurden, nicht für eine rasche Entnahme. Platzrestriktionen müssen darüber hinaus betrachtet werden, aber die Anforderungen von Luminion-Speichern sind nicht so groß.

### **Beispielanlage in Tegel**

Die Anlage am Bottroper Weg hat keine Rückverstromung und dient der Einspeisung in ein Nahwärmesystem auf 90°, weil die Anlage relativ klein ist und kleine Dampfturbinen sich wirtschaftlich oft nicht rechnen. Die Anlage hat eine Kapazität 2,5 MWh, Aufnahme 300KW, sie läuft auf 500° und besteht aus ca. 60 Tonnen Stahl

Gebaut wurde am Standort ein BHKW mit 1MW, das ist eine Kundenstromanlage, da sind 300KW frei geblieben, weil weniger Kunden angeschlossen wurden als zunächst geplant. Die werden für den Speicher benutzt. Damit gelingt ein technisch einwandfreier, wirtschaftlicher Betrieb, auch wenn es vor dem Hintergrund der Energiewende-Ziele keine sinnvolle Technologiekombination ist.

## **Stahlbedarf und Größe**

1 MWh Energie Speicher bei einer Temperaturdifferenz von 300° benötigen 22 Tonnen Stahl.

Für große Speichersysteme (beisp. Moorburg) wären das 400.000 Tonnen Stahl, um einen Block zu ersetzen. Das entspricht ungefähr der Menge Stahl, wie sie in den größten Schiffen der Welt verbaut werden. Im Hinblick auf die momentane Stahlproduktion wäre es kein Problem, die gesamte deutsche Energiewirtschaft in Stahl zu speichern. Die Thyssen-Krupp Hochöfen müssten drei Tage laufen, um Moorburg vollständig zu ersetzen. Im Hinblick auf den CO<sub>2</sub>-Footprint von Stahl ist die Lebenszeit zu betrachten. Ein Speicher lebt 20-40 Jahre, da ist es vermutlich zu vernachlässigen, aber die Nutzung der Technologie setzt an sich voraus, dass Stahl CO<sub>2</sub>-neutral hergestellt werden kann. Insgesamt lässt sich für einen solchen Speicher auch Schrott verwenden. Das Temperaturniveau ist abhängig von der Stahlqualität. Bei einer schlechteren Legierung sind die Temperaturen geringer. Die 650°, die Luminion annimmt, werden mit einfachem Baustahl oder Schrott erreicht. Höhere Temperaturen sind möglich, das wird aber oft zu teuer.

500 MWh Speicher hat die Abmessung eines Aldi-Marktes 80mX30mx10m, das ist im Vergleich zu Wasser sehr klein, da die Dichte von Stahl hoch ist und viel Wärme gespeichert werden kann.