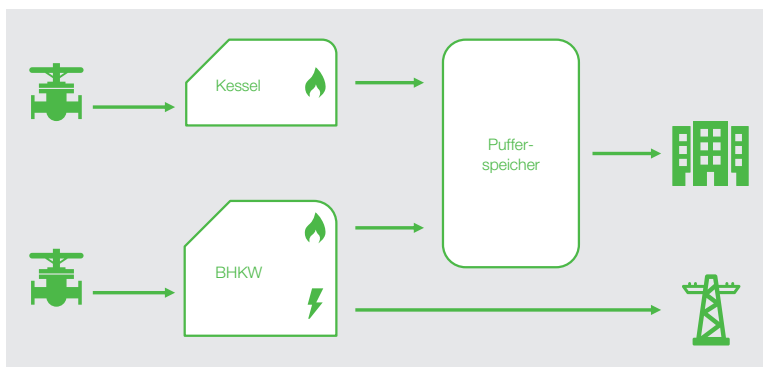


Mehrerlöse durch KWK-Optimierung mithilfe künstlicher Intelligenz

Wärmespeicher leisten einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und zur Einsparung von klimaschädlichem CO₂, denn sie ermöglichen die **zeitliche Entkopplung von Strom und Wärme**. Durch eine vorausschauende, flexible und durch künstliche Intelligenz gestützte Bewirtschaftung können Betreiber nicht nur die Integration von Strom aus erneuerbaren Quellen fördern, sondern gleichzeitig auch Mehrerlöse generieren, wie der Beitrag **anhand von zwei Praxisbeispielen** zeigt.

von: Dr. Johannes Jungwirth (VK Energie GmbH)

Bei Wärmespeichern handelt es sich um wassergefüllte Zylinder mit außenliegender Isolierung, die thermische Energie speichern. Zum Einsatz kommen sie in KWK-Anlagen (**Abb. 1**) sowie in Verbindung mit Wärmepumpen oder Solarthermieranlagen. Ziel der Anlagen ist es, gleichzeitig Strom und Wärme zu erzeugen, und das möglichst ressourcenschonend.



Wärmespeichern wird gleichwohl häufig wenig Beachtung geschenkt, denn sie stehen – je nach Größe – in vielen Fällen eher unscheinbar neben einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage (KWK), die sich im eigentlichen Hauptfokus der Ingenieure und Planer befindet.

Wie funktioniert der Standardbetrieb von Wärmespeichern?

An unterschiedlichen Stellen im Speicher messen Temperaturfühler die Wassertemperatur und geben diese Information an die Anlagensteuerung weiter. Im Normalfall läuft der Regelbetrieb einer KWK-Anlage folgendermaßen ab: Wenn der Speicher leer ist – er also nur noch kaltes Wasser enthält –, werden Wärmeerzeuger zugeschaltet. Sobald der Speicher wieder mit heißem Wasser gefüllt ist, werden die Wärmeerzeuger wieder abgeschaltet.

Abb. 1: Schematischer Aufbau einer KWK-Anlage mit Wärmespeicher

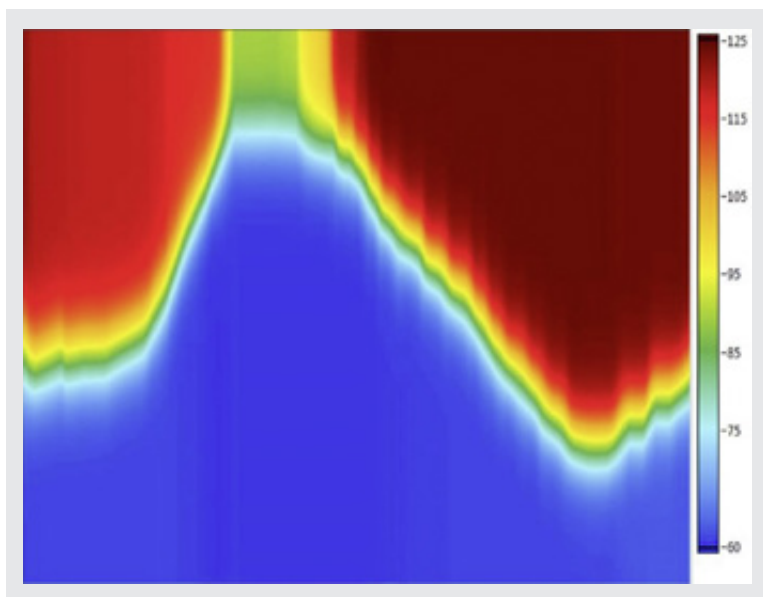


Abb. 2: Das aktive Wärmespeichermanagement mit KI visualisiert Speicherzustand und -dynamik.

Aktives Wärmespeichermanagement durch künstliche Intelligenz

Die VK Energie GmbH hat ein patentiertes Verfahren entwickelt, welches es erlaubt, den Wärmespeicher von KWK-Anlagen aktiv zu managen. Dazu wird eine spezielle Steuerungsbox in die Anlage eingebaut, die mithilfe künstlicher Intelligenz (KI) aus den diskreten Temperaturwerten ein kontinuierliches Temperaturprofil im Speicher errechnet. Damit stehen detaillierte Informationen über das Schichtungsverhalten des Wassers im Speicher zur Verfügung. Vergleichbar ist dies mit dem Bild einer Wärmekamera auf den Speicher, das laufend aktualisiert wird (**Abb. 2**). Neben dem aktuellen Zustand des Wärmespeichers (Speicherinhalt und -kapazität) wird auch die Dynamik des Wärmespeichers detailliert analysiert, was wiederum eine Prognose in die Zukunft erlaubt.

Auf diese Weise ermöglicht das aktive Wärmespeichermanagement eine proaktive und vorausschauende Bewirtschaftung des Wärmespeichers. Dadurch können z. B. die Anzahl der Start/Stop-Vorgänge von KWK-Anlagen oder auch die Einsatzzeiten von Spitzenlastkesseln minimiert werden. Ein weiterer Vorteil: Die teure Hardware – nämlich KWK-Anlage und Wärmespeicher – ist bereits vorhanden. Damit kann ohne eine nennenswerte Investition die Wirtschaftlichkeit der bestehenden Anlage deutlich erhöht werden.

Flexible Fahrpläne integrieren den Strom aus erneuerbaren Energien

Durch die fluktuierende Einspeisecharakteristik von Strom aus Wind- und Fotovoltaikanlagen steigt der Bedarf an Speichern und flexiblen Erzeugern im deutschen Stromnetz, die zu Zeiten geringer Stromerzeugung aus Wind und Fotovoltaik einspringen. KWK-Anlagen sind in der Lage, diese Flexibilität zur Verfügung zu stellen. Die flexible Fahrweise kann aber nur dann gelingen, wenn gleichzeitig die Wärmeversorgung zuverlässig gedeckt wird. Hier kommt der Wärmespeicher ins Spiel, denn er ermöglicht die zeitliche Entkopplung von Strom und Wärme: Der Wärmespeicher wird z. B. vorausschauend befüllt, sodass zur prognostizierten Zeit die KWK-Anlage die Erzeugung aus Wind und Fotovoltaik flexibel ergänzen kann. Dies kann aber wiederum nur dann gelingen, wenn der Wärmespeicher vorausschauend bewirtschaftet, also aktiv „gemanagt“ worden ist. Der

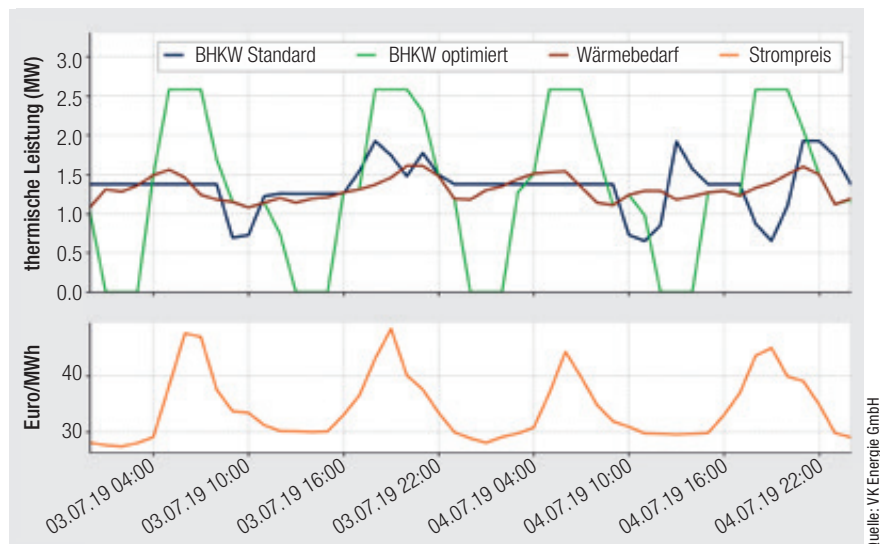


Abb. 3: Der zeitliche Verlauf verdeutlicht den Unterschied von Standard- und optimiertem Betrieb abhängig vom EPEX-Strompreis.

Betreiber hilft mit seinem Wärmespeicher nicht nur der Integration von Strom aus erneuerbaren Quellen, sondern verdient gleichzeitig mehr Geld: Der in der Direktvermarktung nach stundenscharfem EPEX-Strompreis vergütete Strom aus der Anlage wird nämlich genau zu den Zeiten mit hohen Strompreisen erzeugt, wodurch durchschnittlich 20 Prozent Mehrerlöse gegenüber dem mittleren Marktwert erzielt werden können (Abb. 3). Bezogen auf die installierte Leistung einer KWK-Anlage bedeutet dies ein Umsatzplus von ca. 30.000 Euro pro Jahr und MW_{el}.

Wie gelingt die intelligente Steuerung der KWK-Anlage?

Für den Betreiber ist die Umsetzung einfach: VK Energie bietet die beschriebene Betriebsoptimierung als Kom-

plett-Service an. Nach der Analyse des wirtschaftlichen Potenzials für eine konkrete Anlage durch Ingenieure des Unternehmens erfolgt die Umsetzung mithilfe der Steuerungsbox. In einem eintägigen Integrationsprojekt werden die Voraussetzungen für die betriebsbegleitende Optimierung gelegt.

Über ein Online-Portal hat der Betreiber jederzeit Zugriff auf die aktuellen Daten, die historische Auswertungen sowie auf die geplante Fahrweise der Anlage. Er kann hier auch beabsichtigte Reparaturen und Wartungen eintragen, um die Prognose der Betriebsweise mit Planungsdaten anzureichern. Die ständige Analyse des Wärmespeichers erfolgt vollautomatisch direkt auf der Steuerungsbox. Ebenso werden die optimalen Fahrpläne für die einzelnen Erzeuger, basierend auf Prognosen für den Wär-

Anzeige 1/4



Quelle: VK Energie GmbH

Abb. 4: Das im Praxisbeispiel genannte BHKW (Leistung: 1,2 MW_e) erreicht Mehrerlöse von 10 Euro/MWh

mebedarf und einer Strompreisprognose, erstellt. Auch bestehende Verträge mit Strom-Direktvermarktern werden integriert: VK Energie tritt selbst nicht als Direktvermarkter am Markt auf, sondern schließt vielmehr die Lücke zwischen Anlagenbetreiber und Vermarkter. Durch den automatischen Fahrplanversand hat der Betreiber auch für die Direktvermarktung des Stroms keinen Aufwand mehr. Bei Bedarf kann er aber weiterhin Anpassungen am Fahrplan vornehmen. Der finale Fahrplan wird durch die Steuerungsbox auch direkt an die Anlage durchgesteuert. Dies stellt sicher, dass der Betrieb bei einer sehr hohen Fahrplantreue erfolgt, was sich in geringen Kosten für Ausgleichsenergie widerspiegelt. Gleichzeitig hat der Anlagenbetreiber weniger Aufwand im technischen Betrieb, da Störungen und Wartungen reduziert werden.

Praxisbeispiel I: Drei Heizkraftwerke optimiert

In der Region Bayerisch-Schwaben engagiert sich die schwaben regenerativ gmbh für die Energiewende und betreibt mit dem Heizkraftwerk in Mindelheim ein Vorzeigeprojekt für umweltschonende und effiziente Energieerzeugung. Zwei hocheffiziente und mit Bio-Erdgas betriebene Blockheizkraftwerke versorgen einen Industriebetrieb sowie ein örtliches Nahwärme-

netz mit Strom und Wärme. Neben der Anlage in Mindelheim betreibt das Unternehmen darüber hinaus weitere Heizkraftwerke in Dillingen und Kaufbeuren mit Biomasse. Die Software zur Betriebsoptimierung von VK Energie kommt auch dort zum Einsatz.

Die Ergebnisse der digitalen Betriebsoptimierung überzeugen auf ganzer Linie: Die Stromerzeugung wurde pro Jahr um 15 Prozent gesteigert, die Wärmeerzeugung aus Bioerdgas um 9 Prozent. Daneben konnten die CO₂-Emission um knapp 1.300 t pro Jahr reduziert werden; den nicht benötigten Kohlestrom einberechnet.

Praxisbeispiel II: Anlagenoptimierung mit Fokus auf höhere Strompreis-Erlöse

In der Nähe von Stuttgart wird eine KWK-Anlage mit Nahwärmerversorgung durch aktives Wärmespeichermanagement möglichst flexibel betrieben (Abb. 4). Das Ziel ist die Optimierung der Betriebsweise auf Zeiten hoher Strompreise, was oftmals bedeutet, dass zu diesen Zeiten ein geringes Angebot an Fotovoltaik- und Windstrom herrscht. Der vorausschauende Speichereinsatz ermöglicht eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit um ca. 35.000 Euro pro Jahr, durch eine Steigerung der mittleren Vergütung für den eingespeisten

Strom von ca. 10 Euro/MWh. Gleichzeitig werden zusätzliche CO₂-Einsparungen erreicht, da das Blockheizkraftwerk (BHKW) bevorzugt Strom zu Zeiten produziert, in denen der Strompreis hoch und damit meistens wenig erneuerbare Energien im Strommix vorhanden sind. Auf ein Jahr gerechnet werden so 100 t CO₂-Emissionen zusätzlich durch die optimierte Fahrweise eingespart.

Klimaschutz durch die Einsparung von CO₂-Emissionen

Wärmespeicher können einen entscheidenden Beitrag zu Energiewende und zur CO₂-Einsparung leisten. Dieses Potenzial wird jedoch oft unterschätzt, da die Anlagen z. B. im Vergleich zu Batterien und Elektroautos nicht als „Technologie der Zukunft“ wahrgenommen werden. Grund dafür ist, dass die Innovation nicht in der Hardware, sondern in der Betriebsweise, also der intelligenten und vorausschauenden Verwendung des Wärmespeichers durch die richtige Steuerungssoftware, steckt. Aufgrund der hohen Verbreitung von Wärmespeichern ist das nutzbare Potenzial gleichwohl sehr groß.

Speicher werden im Energiesystem der Zukunft eine entscheidende Rolle einnehmen. Daher wird aktuell viel Geld in die Entwicklung von Speichertechnologien und die Realisierung neuer Projekte gesteckt. Mithilfe von aktivem Wärmespeichermanagement können in diesem Zusammenhang schon jetzt KWK-Anlagen fit für die Anforderungen der neuen Energiewelt gemacht werden. ■

Der Autor

Dr. Johannes Jungwirth ist technischer Geschäftsführer bei der VK Energie GmbH in München.

Kontakt:

Dr. Johannes Jungwirth
VK Energie GmbH
Goethestr. 25a, 80336 München
Tel.: 089 954570-851
E-Mail: info@vk-energie.de
Internet: www.vk-energie.de