

Positionspapier zu Speichertechnologien

Ergebnisse einer Energiesystemmodellierung

*Dipl.-Ing. Philipp Kuhn, Dipl.-Ing. Maximilian Kühne, Dipl.-Ing. Christian Heilek,
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas Hamacher*

Für den Ausbau der großtechnischen Speicherung sind derzeit überwiegend drei Technologien in der Diskussion: Technologisch ausgereifte Pumpspeicherwerke (PSW) verfügen über eine hohe Effizienz (ca. 80 %), allerdings ist das Ausbaupotential in Deutschland aufgrund topologischer Voraussetzungen und aus Umweltschutzgründen eher gering. Adiabate Druckluftspeicherkraftwerke (AA-CAES) reichen in der Effizienz und bei den Wandlerkosten nahe an PSW heran und stellen im Prinzip die Ersatztechnologie zu PSW dar. Kostenseitige Unsicherheiten und der größte Entwicklungsaufwand sind bei den hierbei benötigten Wärmespeichern auszumachen. Die Wasserstoffspeicherung weicht in ihren Parametern stark von den zuvor genannten Technologien ab. Nachteile sind die hohen Kosten für die Elektrolyse und die deutlich schlechtere Gesamteffizienz. Die aufgrund der hohen Energiedichte sehr niedrigen Kosten für die Speicherkapazität lassen diese Technik jedoch für die Saisonalspeicherung großer Energiemengen interessant erscheinen.

Die folgenden Darstellungen stützen sich auf aktuelle Forschungsergebnisse des Lehrstuhls für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik. Mittels eines Modells zur Bestimmung des volkswirtschaftlich optimalen Einsatzes und Ausbaus von Kraftwerken und Speichern konnten die nachstehenden Kernaussagen bezüglich des Speicherbedarfs bis zum Jahr 2050 getroffen werden – ausgehend vom bereits existierenden Kraftwerkspark, den bestehenden PSW und dem aktuellen Energiekonzept der Bundesregierung als Rahmenbedingung. Bis zum Jahr 2050 wird demnach ein Anteil der erneuerbaren Energien (EE) am Bruttostromverbrauch von 80 % angestrebt.

In allen betrachteten Szenarios sind Speicherzubauten wirtschaftlich, wobei der Ausbau auf deutlich geringerem Niveau stattfindet, wenn kein Deckungsanteil der Investitionskosten durch Erlöse am Markt für Systemdienstleistungen unterstellt wird.

Ein Ausbaupotential für PSW bildet sich ab den Jahren 2016 bis 2022 aus. AA-CAES werden nur bei erzwungener vollständiger Integration der EE so früh wie möglich gebaut, andernfalls sind sie erst ab etwa 2030 wirtschaftlich. Bei der Wasserstoffspeicherung zeigt sich ein ähnliches Bild, wobei ein stärkerer Zubau erst ab 2035 einsetzt. Ein wirtschaftlicher Speicherausbau führt grundsätzlich zu keiner vollständigen Integration des Erzeugungsüberschusses aus EE und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Es bleibt stets ein Teil nicht wirtschaftlich integrierbarer Energie aus EE und KWK übrig, da für deren vollständige Nutzung die installierte Ladeleistung bei vergleichsweise geringer Ausnutzung stark erhöht werden müsste, was zu stark steigenden Integrationskosten führen würde.

Die Konkurrenzsituation zwischen der Speicherung und dem Export überschüssiger Erzeugung verringert bei den unterstellten Erlösen (niedriger als die günstigste konventionelle Erzeugungstechnologie) und Kuppelkapazitäten (5 bzw. 10 GW) den wirtschaftlichen Ausbau an Speichern in geringem Umfang. Ebenso tritt eine leichte zeitliche Verzögerung des Ausbaus gegenüber dem Szenario ohne Exportmöglichkeit auf.

Die Variation der verfügbaren Speichertechnologien zeigt den positiven Beitrag der Wasserstofftechnologie zur Integration großer regenerativer Überschüsse. Selbst bei einem als theoretisch zu betrachtenden Szenario mit unbeschränkter Zubaumöglichkeit aller drei Technologien werden Wasserstoffspeicher gebaut. Demzufolge ist das wirtschaftliche Potential der Wasserstoffspeicher nicht nur auf die mangelnden Alternativen, sondern auch auf die technologiespezifisch günstigen Kosten für die Speicherkapazität zurückzuführen. Wird die Wasserstoffspeicherung als nicht verfügbar angenommen, so wird diese Technologie nur in geringem Umfang durch PSW bzw. AA-CAES substituiert und es zeigt sich ein deutlich größerer Überschuss an nicht wirtschaftlich integrierbarer Erzeugung. Im Umkehrschluss wird dadurch die Bedeutung der Wasserstoffspeicherung für die Integration großer Mengen an EE deutlich.

Eine hohe Durchdringung mit Elektrofahrzeugen (30 Mio. im Jahr 2050) führt, verbunden mit intelligentem Lademanagement, zu einer starken Reduzierung des Speicherbedarfs. In dieser Betrachtung werden die Fahrzeuge lediglich als zusätzliche, aber flexible Last behandelt. Die Lasterhöhung einerseits und die mögliche bessere Anpassung der Last an die fluktuierende Erzeugung andererseits verringern die Menge an überschüssiger EE- und KWK-Erzeugung deutlich. Die treibende Kraft für einen wirtschaftlichen Ausbau an Speichern fällt deshalb geringer aus. Jedoch sind hierfür zwingend Systeme zum gesteuerten Laden von Elektrofahrzeugen notwendig. Ähnliche Speichersubstitutionseffekte werden auch bei anderen flexiblen Verbrauchern, wie beispielsweise elektrischen Speicherheizungen, sichtbar.

Um die für die Volkswirtschaft günstigste und sinnvollste Lösung für eine nachhaltige elektrische Energiebereitstellung zu finden, sind grundsätzlich der Ausbau von Netzen, die Schaffung von Überkapazitäten bei erneuerbaren Energien inkl. deren Abschaltung, der Zubau großtechnischer Speicher und lastvariable Verbraucher, wie z. B. Elektrofahrzeuge, unter Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte gleichberechtigt zu behandeln.