



ECO STOR Analyse:

Kurzzeitspeicher und Dunkelflaute: Wie Batterien das Energiesystem stabilisieren und ergänzen können

Von Amadeus Teuffel, Head of Data Science bei ECO STOR

Abstract: Die Dunkelflaute bleibt eine Schlüsselherausforderung der Energiewende. Diese Analyse auf Basis eines PyPSA Optimierungsmodells zeigt, dass Batteriespeicher den Bedarf an sonstiger gesicherter Backup-Leistung deutlich verringern können. Bereits 60 GW Kurzzeitspeicher mit zwei bis vier Stunden Speichertiefe (entsprechend 120-240 GWh Speicherkapazität) mindern den notwendigen Reservebedarf um 15–20 GW; Ein Gesamtspeicherkapazität von rund 1000 GWh (entsprechend 125 GW à 8 h) reduziert den Backup-Bedarf sogar um etwa 30 GW. Eine weitergehende Reduktion der Residuallast auf deutlich unter 70 GW ist hingegen aufwendig. Kurzzeitspeicher können Dunkelflauten also allein nicht vollständig überbrücken, sie stabilisieren jedoch das Netz, dämpfen Lastspitzen und erhöhen die Effizienz des Gesamtsystems. Damit leisten sie einen zentralen Beitrag, den Kraftwerksbedarf und die Systemkosten zu senken. Diese Analyse soll eine faktenbasierte Debatte über die Rolle von Speichern in einem dekarbonisierten Energiesystem unterstützen.

Die „Dunkelflaute“ ist eines der Schlagworte, die regelmäßig in der Energiewendedebatte auftauchen. Es bezeichnet eine Wetterlage, in der gleichzeitig wenig Sonne scheint und kaum Wind weht, also genau dann, wenn die Stromnachfrage hoch ist, aber die Erzeugung aus Erneuerbaren gering ausfällt. Das oft vermittelte Bild ist, dass in solchen Situationen nur fossile Kraftwerke aushelfen und eine kontinuierliche Energieversorgung sicherstellen können. Doch wie verändert sich diese Perspektive, wenn Batteriespeicher ins Spiel kommen?

Ein interaktives Tool zur Veranschaulichung der Speicherwirkung

Um diese Frage transparenter zu machen, wurde ein freizugängliches Simulationstool, das sogenannte [Dunkelflauten-Dashboard](#) entwickelt. Dort lassen sich individuelle Szenarien für Photovoltaik, Windkraft, Batteriespeicher und Stromnachfrage in Deutschland durchspielen. Im Hintergrund berechnet ein Optimierungsmodell (auf Basis von PyPSA), wie Batteriespeicher betrieben werden und welche zusätzlichen Backup-Leistungen erforderlich sind. Das sind neben zusätzlichen steuerbaren Kraftwerken (z.B. Biomasse, H2, Abfall, Erdgas, etc.) auch der Stromaustausch mit dem Ausland oder andere Flexibilitäts- und Erzeugungsoptionen und wird im Modell nicht



unterschieden. So wird nachvollziehbar, welchen Beitrag Speicher in verschiedenen Ausbaupfaden leisten.

Kurzzeitspeicher – ein zentraler Baustein für Flexibilität

Batteriegroßspeicher sind Kurzzeitspeicher. Ihr Fokus liegt auf der Stabilisierung des Stromsystems im Stunden- bis Tagesspektrum. Sie übernehmen also die wichtige Aufgabe, kurzfristige Schwankungen auszugleichen und Spitzen in der Residuallast zu kappen. Der Unterschied zwischen Tageshöchstlast und Tagestiefstlast beträgt typischerweise mehrere Gigawatt. Batteriespeicher sind ideal, um diese Tageschwankungen auszugleichen und dabei den Bedarf an residuallastdeckenden Kraftwerken zu verringern. Für längere Phasen braucht es wiederum ergänzende Lösungen wie Langzeitspeicher, Stromaustausch mit dem Ausland, flexible Stromnachfrage oder flexible Erzeugung. Durch das Zusammenspiel von Kurzzeitspeichern und anderen Flexibilitätsoptionen sinkt der Bedarf an Kraftwerken. Flexible steuerbare Leistung muss also weiterhin – allerdings in deutlich geringerem Umfang als bisher veranschlagt – für seltene Extremsituationen vorgehalten werden.

Schon wenige Batteriespeicher stärken die Versorgungssicherheit spürbar

Um diesen Effekt zu illustrieren, wurde das Ausbauziel 2030 der Bundesregierung simuliert. In einer Parameteranalyse, durchgeführt mit dem von ECO STOR entwickelten Simulationstool, wurde die installierte Leistung von Batteriespeichern variiert und untersucht, wie sich die notwendige, zusätzliche kombinierte Backupleistung verändert.

Die benötigten Backupleistungen korrelieren direkt mit der maximal auftretenden Residuallast. Darauf aufbauend wurde die Parameterstudie auf Basis von fünf Wetterjahren durchgeführt und die Mittelwerte in Abbildung 1 dargestellt.

Das Ergebnis: Bereits moderate Speicherleistungen erhöhen die Flexibilität des Systems erheblich. In der Grafik sind fünf Kurven für Speicher mit 1, 2, 3, 4 und 8 Stunden Speicherdauer dargestellt. Alle zeigen denselben Trend: Je mehr Batteriespeicher im System installiert sind, desto geringer ist die zusätzlich erforderliche kombinierte Backupleistung. Der Haupteffekt bei Batteriespeichern liegt erwartungsgemäß in der Abfederung kurzfristiger Residuallastspitzen.

Batteriespeicher verringern den Bedarf an verbleibender Backup-Leistung deutlich. Bei einer installierten Leistung von 60 GW mit 2 h Kapazität entsprechend 120 GWh Speicherkapazität sinkt der erforderliche Backup-Bedarf in Dunkelflauten von 100 GW um rund 15 GW (A1) auf 85 GW, bei 4 h Kapazität um etwa 20 GW (A2). Mit 100 GW installierter Leistung reduziert sich der Bedarf um ca. 19 GW (B1) bzw. 24 GW (B2). Eine

Integration von 1000 GWh Speicherkapazität (entspricht $125 \text{ GW} \times 8 \text{ h}$) senkt die notwendige Backup-Leistung sogar um etwa 30 GW (C), so dass nur 70 GW Residuallast verbleiben.

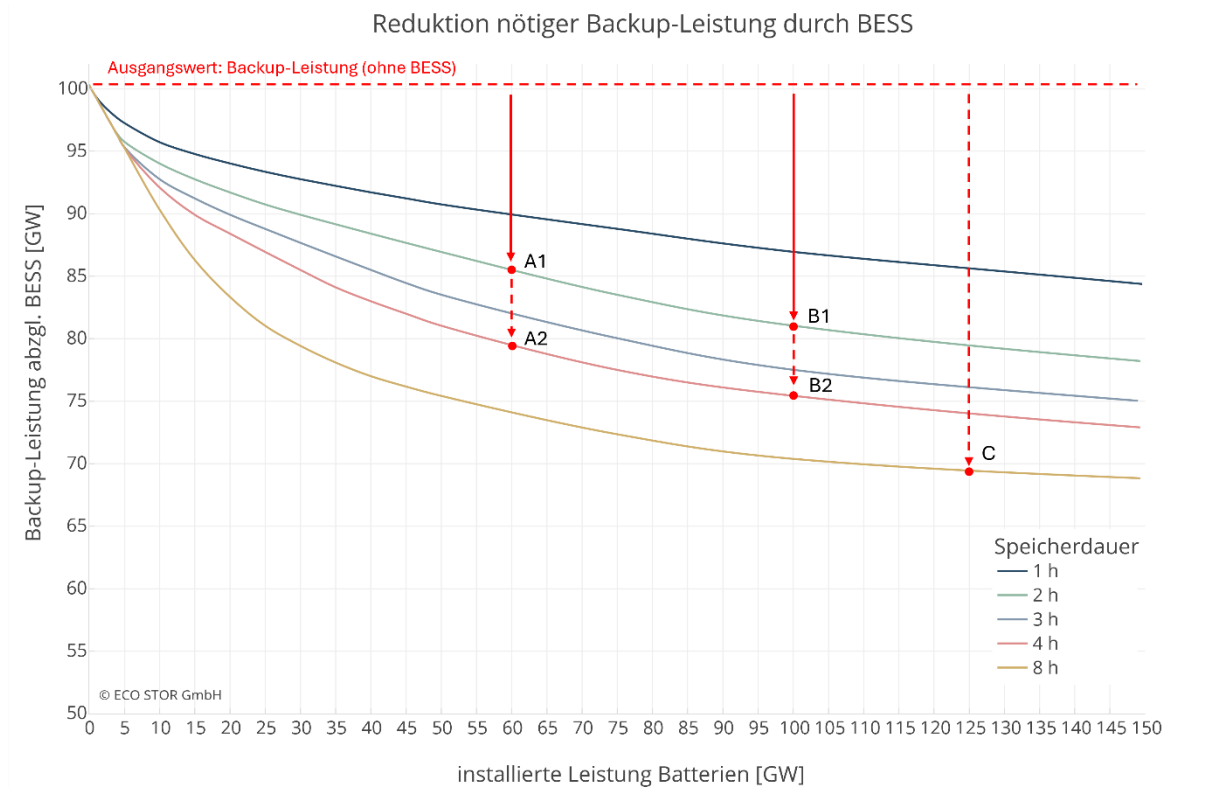


Abbildung 1: Batteriespeicher reduzieren die erforderliche, verbleibende Backup-Leistung deutlich. 60 GW BESS mit 2h Kapazität reduzieren die verbleibende Backup-Leistung zur Nachfragedeckung in der Dunkelflaute um ca. 15 GW (A1), mit 4h wären es ca. 20 GW (A2). 100 GW BESS mit 2h Kapazität reduzieren die verbleibende Backup-Leistung zur Nachfragedeckung um ca. 19 GW (B1), mit 4 h wären es ca. 24 GW (B2). Würde man 1000 GWh Speicherkapazität integrieren (C: 125 MW x 8h-Speicher), reduziert sich die Backup-Leistung um 30 GW.

Ebenfalls spannend zu sehen, ist, dass mit zunehmender Speichertiefe der Batteriespeicher deren Beiträge in Dunkelflauten deutlich an Relevanz gewinnen. So werden künftige 8 Stundenspeicher noch deutlich mehr Kraftwerkskapazitäten verdrängen, als dies bei den aktuellen 2-Stundenspeichern der Fall ist.

Je mehr Speicher ans Netz kommen und je mehr Kapazitäten diese haben, desto geringer der Bedarf an sonstigen steuerbaren Backup-Kapazitäten. Besonders stark ist dieser Effekt am Anfang des Zubaus. Mit zunehmender Speicherinstallation nimmt der Mengeneffekt langsam ab.



Bei einer Residualspitzenlast von etwa 100 GW werden weiterhin rund 70 GW an steuerbaren Kapazitäten benötigt, seien es Langzeitflexibilitäten, Bioenergiekraftwerke, Wasserkraftwerke, H2-ready Kraftwerke-, Stromhandel oder andere. Zusammen ergeben diese Elemente ein robustes Gesamtsystem.

Versachlichung der Diskussion

Die Debatte um die Dunkelflaute wird oft schwarzweiß geführt: Entweder sind Speicher die Lösung für alles oder sie helfen gar nicht. Beides greift zu kurz. Richtig ist: Kurzzeitspeicher können bei Dunkelflauten den Bedarf an steuerbarer Backupleistung reduzieren. Sie können Kraftwerke aber nicht vollständig ersetzen. Dafür sind sie im Gegensatz zu Langzeitspeichern technisch und operativ nicht ausgelegt. Sie sind zudem ein äußerst wirksamer Baustein, um die Energiewende günstiger, effizienter und klimafreundlicher zu gestalten.

Auch der aktuelle Versorgungssicherheitsbericht der Bundesnetzagentur (BNetzA) macht deutlich, wie zentral die Rolle von Flexibilitäten für die Energiewende ist. Laut Bericht läuft Deutschland Gefahr, bei unzureichendem Ausbau von Flexibilitätsoptionen (Szenario „verzögerte Energiewende“) ein Übermaß an Backupkraftwerken bauen zu müssen. Großbatteriespeicher, die im BNetzA Modell bisher kaum betrachtet wurden, können wesentlich dazu beitragen die drohende Flexibilitätslücke effektiv und kosteneffizient zu schließen.

Wer also über den zukünftigen Kraftwerksbedarf diskutiert, sollte die Rolle von Kurzzeitspeichern realistisch einschätzen. Sie sind ein Schlüssel zur Ergänzung anderer Technologien und tragen entscheidend zu einem stabilen und nachhaltigen Energiesystem bei.

Zum Autor

Dr. Amadeus Teuffel ist Head of Data Science bei ECO STOR. Mit seinem Team verantwortet er die Entwicklung und Umsetzung datengetriebener Strategien und Anwendungen für die Planung, den Betrieb und die Optimierung von Großbatteriespeichern. Unter seiner Leitung entwickelt das Data-Science-Team u.a. Prognosetools, die den netzdienlichen und wirtschaftlich optimierten Betrieb der Speicheranlagen ermöglichen. Vor seiner Tätigkeit bei ECO STOR war er Projektleiter bei weiteren Herstellern von Großbatterien sowie wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Angewandte Energieforschung Bayern, wo er Energiesystemanalysen durchführte und anwendungsnahe Forschungsprojekte leitete. Er promovierte an der Technischen Universität München zur Rolle von Energiespeichern für die Energiewende in Deutschland.

Über ECO STOR

Das Team der ECO STOR GmbH entwickelt, baut und betreibt deutschlandweit Batteriespeicher, die immer wieder Rekorde bei Leistung und Kapazität setzen. Damit liefert das deutsch-norwegische Unternehmen einen zentralen Baustein für das Gelingen der Energiewende: Dank ECO STOR wird es egal, wann Strom aus Erneuerbaren produziert wird. Mithilfe der Batteriespeicher wird grüne Energie



bezahlbarer und berechenbarer. Als einziger Akteur in Deutschland deckt ECO STOR dabei die gesamte Wertschöpfungskette von der Planung über Realisierung bis zum Betrieb ab. Ein starkes internationales Energiewende-Konsortium steht hinter ECO STOR, darunter der Entwickler erneuerbarer Energien X-ELIO und die auf den Sektor spezialisierte Beteiligungsgesellschaft Nature Infrastructure Capital (NIC). Mehr Informationen: www.eco-stor.de

Medienkontakt

ECO STOR GmbH

Dieter Niewierrra

Corporate Communications

E-Mail: dn@eco-stor.de