



## Potenziale und Grenzen von Batteriespeichern

Hans-Peter Sollinger

7. April 2023

Die Stromspeicherung ist in Deutschland in den letzten Jahren in den Fokus der Diskussionen um die Energiewende gerückt. Der volatilen Erzeugung von Strom in Wind- und Solaranlagen müssen ausreichend große Stromspeicher zur Seite gestellt werden.

Eine einfache Rechnung zeigt den großen Bedarf von Stromspeichervolumen auf: Das deutsche Stromnetz muss heute eine durchschnittliche Leistung von ca. 65 GW bereitstellen. Diese Leistung für einen Tag ergibt eine Strommenge von  $65 \text{ GW} \times 24 \text{ h} = 1560 \text{ GWh}$ . Deutschland verbraucht also an einem Tag durchschnittlich 1560 GWh Strom.

Die Bedeutung der Speicherung von Strom ist also groß, wird aber hinsichtlich Potenzials der Speichermöglichkeit durch Batterien in der öffentlichen Diskussion völlig überschätzt. Ganz ausgeblendet wird dabei zudem, dass die unabdingbar notwendigen Speicher den Wind- und Solarstrom teuer machen. Der große Vorteil der niedrigen Stromgestehungskosten aus Wind und Sonne wird dadurch zunichtegemacht.

Der größte in Deutschland zurzeit geplante Batterie-Speicher soll 2025 in Kupferzell bei Stuttgart in Betrieb gehen. Er hat eine Speicherkapazität von 0,250 GWh und benötigt eine Grundfläche von fünf Fußballfeldern. Hochgerechnet bräuchte man davon 6240 Stück mit einer Grundfläche von 31200 Fußballfeldern, um nur einen Tag Dunkelflaute zu überbrücken.

Um Dunkelflauten oder gar die saisonalen Schwankungen mit Batteriespeichern auszugleichen, wäre eine Speicherkapazität erforderlich, die weit oberhalb dessen liegt, was als Kapazität in Batterie-Speichern wirtschaftlich realisierbar ist.

In dieser Betrachtung ist nur die heutige durchschnittliche Stromnetz-Leistung von 65 GW zu Grunde gelegt. Mit der Elektrifizierung vieler neuer Bereiche wie Verkehr und Transport, Heizen mit Wärmepumpen, Digitalisierung und der Elektrifizierung von ganzen Industrie-Bereichen wird die erforderliche Stromleistung in Deutschland noch beträchtlich zunehmen. Dunkelflauten oder saisonale Schwankungen mit Batteriespeichern auszugleichen, wird damit noch utopischer.

Der Sinn und Zweck der existierenden und zukünftigen Batteriespeicher ist somit nicht die Überbrückung von Dunkelflauten und saisonalen Schwankungen (Windstrom mehr im Winter, Solarstrom mehr im Sommer) in der Energieproduktion, sondern die Stabilisierung des Stromnetzes.

Die Stromspeicher müssen dabei folgende Stabilisierungsaufgaben erfüllen: Die wichtigste Aufgabe ist, die 50 Hz Stromfrequenz in einem sehr engen Schwankungsband konstant zu halten. Frequenzschwankungen im Stromnetz, die grösser sind als 49,8 und 50,2 Hz, müssen von den Stromspeichern im Sekundenbereich mit ihrer Regelenergie ausgeglichen werden, in dem von den Speichern entweder Strom ins Netz eingespeist wird bzw. vom Netz aufgenommen wird. Sollte die Stromfrequenz einmal unter 47,5 Hz sinken, droht das Stromnetz zusammenzubrechen. Hierfür sind Batteriespeicher mit vergleichsweise schneller Lade- bzw. Entladeleistung gut geeignet.

Eine weitere wichtige Aufgabe ist das sogenannte Peak-Shaving im Stromnetz. Stromspitzen bzw. Täler, die kurzfristig durch volatile Stromerzeuger z.B. durch Wolkenbildung entstehen, können von den Ersatzkraftwerken nicht schnell genug ausgeglichen werden, weil deren Regelcharakteristik im Vergleich zu den Batteriespeichern träge ist. Hier müssen die Batteriestromspeicher im Minutenbereich die Stromlücken bzw. die Stromspitzen ausgleichen, bis die konventionellen Kraftwerke nachgeregelt haben.

Batteriespeicher sind also erforderlich und primär geeignet für die Stabilisierung der Stromnetze mit hohem Wind- und Solaranteil, weil sie einerseits sehr schnell reagieren können und die im Kurzfristbereich erforderlichen Speichergrößen mit ihnen noch realisierbar sind.

Bei der konventionellen Stromerzeugung ohne volatile Wind- und Solarenergie war diese Art der Netzstabilisierung nicht erforderlich, weil die konventionellen Kraftwerke konstant Energie lieferten und sie aufgrund der großen Schwungmassen der Turbinenlaufräder ein inhärentes Stabilisierungselement eingebaut haben, wodurch die Netzfrequenz von 50 Hz, ohne Eingriff von außen, stabil gehalten werden konnte.

Für Regionen, die eine deutlich höhere Sonneneinstrahlung haben als Deutschland, werden Batteriespeicher außer für die Stromstabilisierung noch für die Strombereitstellung in der Nacht eingesetzt, wenn die PV keinen Strom liefert.

In Regionen wie Nordafrika oder Kalifornien sind kombinierte Systeme aus Solaranlagen und Batterien mit einer vier- bis achtstündigen Kurzzeitspeicherung heute schon in Betrieb.

Der bisher größte gebaute Batterie-Stromspeicher ist die Vistra-Moss-Landing-Battery in Kalifornien mit einer Speicherkapazität von 1,6 GWh für

eine 4-stündige Kurzzeitspeicherung. Der größte geplante Batteriespeicher der Welt soll in Marokko Ende dieses Jahrzehnts entstehen. Es ist das Morocco-UK-Power Projekt mit einer 10,5 GW Wind- und PV-Anlage kombiniert mit einer Batteriespeicherkapazität von 20 GWh für eine vierstündige Kurzzeitspeicherung. Damit will man sicherstellen, dass für mindestens 20 Stunden am Tag Strom geliefert werden kann.

Offen ist jedoch, ob für solche Anwendungen Batteriespeicher die optimale Lösung sind. Die Investitionskosten für solche Speicher wie der Marokko-Speicher liegen heute bei über 10 Milliarden Euro. Batteriespeicher sind für große Speichervolumen nicht geeignet, weil der Aufwand für die Skalierbarkeit der Batteriespeicher mit der Größe extrem ansteigt. Das liegt daran, dass das Speicher-Reservoir für den Strom bzw. für die Elektronen die Batteriezelle selbst ist, die ein komplexes und sehr materialintensives Bauelement ist, das relativ teuer ist und hinsichtlich der Lebensdauer auch noch begrenzt ist. Eine Skalierung der Speicher-Reservoirs bedeutet eine Skalierung der teuren und materialintensiven Batterien.

Alternative Speicher haben in der Regel wesentlich leichter skalierbare Speicher-Reservoirs, wie beim Redox-Flow-Speicher die Tanks für die Elektrolyt-Flüssigkeit oder wie beim Pumpspeicherwerk die Ober- und Unter-Wasserbecken oder wie beim Wasserstoffspeicher die Gastanks bzw. unterirdische Kavernen oder wie beim thermischen Speicher die Salztanks oder wie beim Schwerekraftspeicher die Betonklötze.

#### Fazit

1. Zur Stabilisierung der Stromnetze mit hohem Wind- und Solaranteil sind Batteriespeicher geeignet und auch notwendig.
2. Für Kurzzeitspeicher (Überbrückung von Nachtphasen, Speicherkapazität bis 4-8 h) sind Batteriespeicher geeignet, aber wegen der hohen Skalierungskosten sehr teuer. Günstigere alternative Speicher gibt es.
3. Für die Langzeitspeicherung (Überbrückung von Dunkelflauten und saisonale Schwankungen, Speicherkapazität grösser 8 h bis mehrere Tage und Monate) gibt es aus heutiger Sicht überhaupt keine denkbare wirtschaftliche Lösung mit Batterien.

Somit bleiben für die Langzeitspeicherung zur Überbrückung der Dunkelflauten und der saisonalen Schwankungen im Stromnetz mit hohem Wind- und Solaranteil nur die Lösung mit Ersatzkraftwerken, die bereitgehalten werden, um einspringen zu können. Wind- und Solaranlagen kommen also nicht ohne Doppelstrukturen aus. Man hat also doppelte Fixkosten, einerseits für die Wind- und Solaranlagen, andererseits für die Ersatzkraftwerke.

Als Ersatzkraftwerke kommen primär konventionelle CO<sub>2</sub>-freie Kraftwerke (Wasserkraft, Biomasse-Energie) infrage oder Gaskraftwerke, die mit klimaneutralen Brennstoffen (Wasserstoff, Wasserstoff-Derivate) oder mit Erdgas in Verbindung mit CCUS betrieben werden.

Die Kombination aus zusätzlichen Batteriespeichern zur Netzstabilisierung im Kurzfristbereich und der praktisch erforderlichen vollen Leistung in Form

konventioneller Kraftwerke als Langfristspeicher macht ein Stromnetz mit einem hohen Anteil an Wind- und Solarstrom sehr teuer und die günstigen Stromgestehungskosten von Wind- und Solaranlagen werden wieder zunichte gemacht.