



Gemeinschaftlich genutzte Stromspeicher im Quartier

Quartierspeicher, Multi-Use, Prosumer-Gemeinschaften, Energie-Dienstleistungen

Jan Knoefel, Frieder Schnabel

In Städten kann die gemeinschaftliche Speicherung von Strom in sogenannten Quartierspeichern eine wertvolle Ergänzung im Energiesystem der Zukunft sein. Wird der Quartierspeicher allerdings rein zur Erhöhung des Eigenverbrauchs genutzt, lassen sich kaum profitable Geschäftsmodelle abbilden. Dieser Beitrag stellt daher potenzielle Netz- und Systemdienstleistungen vor, die im Rahmen eines Multi-Use durch den Quartierspeicher neben der Eigenverbrauchserhöhung erbracht werden können. Außerdem wird gezeigt, in welchem Umfang dies durch eine flexible Anpassung der Speicherkapazitäten möglich ist.

Quartierspeicher im Stadtkontext

Smarte Stadtquartiere erzeugen ihren Strom zu immer größeren Teilen selbst. Um die Schwankungen der Erneuerbaren Energien auszugleichen, spielen Batteriespeicher eine wichtige Rolle im zukünftigen Energiesystem. Im Vergleich zu vielen einzelnen Heimspeichern lassen sich mit wenigen gemeinschaftlich genutzten Großspeichern, auf die alle Be-

wohner zugreifen können, einige Vorteile erzielen. So entfällt etwa der Platzbedarf und das Risiko (zum Beispiel: Brandlast) im Haushalt. Außerdem bieten sogenannte Quartierspeicher die Chance, dass ein noch größerer Anteil der selbsterzeugten Energie innerhalb des Quartiers verbraucht werden kann, da Erzeugungs- und Verbrauchsspitzen noch besser untereinander ausgeglichen werden können [1, 2].

Neben diesen energetischen und organisatorischen Vorteilen können sich Quartierspeicher außerdem positiv auf die Gemeinschaft in einem städtischen Umfeld auswirken. Denn in sich lokal bildenden Energie-Gemeinschaften können Quartierspeicher ein gemeinsames und sinnstiftendes Element werden, das die Gemeinschaft untereinander und zum Quartier stärkt [3]. Außerdem ermöglicht es den Bewohner*innen noch aktiver an der Entwicklung der Energiewende teilzuhaben. Ergänzt man die privaten Prosumer um Verbraucher und Erzeuger aus Industrie, Supermärkten, Bildungseinrichtungen und ähnlichem, kann der Speicher noch wichtiger werden, um Erzeugung und Verbrauch lokal auszugleichen. Ein Quartierspeicher kann insofern dazu beitragen, sowohl den sozialen wie auch den ökologischen Herausforderungen der Urbanisierung zu begegnen [4].

Heute werden Batterien auf Haushalts- und Quartiersebene in Deutschland vor allem zur Erhöhung des Eigenverbrauchs von selbst erzeugtem Strom eingesetzt [3]. Bleibt dies der einzige Einsatzzweck, sind Quartierspeicher jedoch wirtschaftlich aufgrund der hohen Investitionskosten (noch) nicht rentabel. Allerdings können Batterien neben der Erhöhung des Eigenverbrauchs auch noch weitere Dienstleistungen im Sinne eines Multi-Use erbringen. Denn, infolge der schwankenden Energienachfrage und -produktion über den Tag und zu den verschiedenen Jahreszeiten, ist die Batterie zu einem erheblichen Teil des Tages entweder leer oder vollständig geladen [5, 6]. Ein Multi-Use ermöglicht eine effizientere Nutzung der Batterie und kann somit

zusätzliche Gewinne für einen positiven Business Case generieren.

In diesem Beitrag werden mögliche Anwendungsfelder von Quartierspeichern in Deutschland strukturiert vorgestellt und die vielversprechendsten Anwendungen für einen Multi-Use aufgezeigt. Darüber hinaus liefert eine technische Simulation der Energieflüsse eines Quartiers mit Variation der Anzahl der Haushalte, der Photovoltaikleistung und der Batteriegröße den Nachweis, dass eine Multi-Use-Nutzung von Quartierspeichern, sogar mit nur geringen Auswirkungen auf den Eigenverbrauch innerhalb des Quartiers, möglich ist.

Energiedienstleistungen und ihre Kombinationen

Um die Zwischenspeicherung von selbst erzeugtem Strom im Vergleich zur Anschaffung eines Heimspeichers wirtschaftlich interessanter zu gestalten, kann Nutzer*innen die Möglichkeit angeboten werden, ihre jeweils benötigte Speicherkapazität flexibel zu variieren. Dies erfolgt, indem sie einen Teil der Gesamtkapazität eines Quartierspeichers anmieten und diesen zum Beispiel wöchentlich oder monatlich flexibel an ihren aktuellen Bedarf anpassen. Mit diesem Konzept kann der oben beschriebenen ineffizienten Nutzung von Batterien entgegen gewirkt werden, da beispielsweise bei in Wintermonaten typischerweise geringer Stromproduktion und gleichzeitig hohem Bedarf nur eine sehr kleine und somit kostengünstige Speicherkapazität angemietet werden muss. Gleichzeitig kann der Speicherbetreiber die zu diesem Zeitpunkt nicht benötigten



Bild 1: Dienstleistungen mit Quartierspeichern neben der Eigenverbrauchserhöhung. ©Knoefel, Schnabel

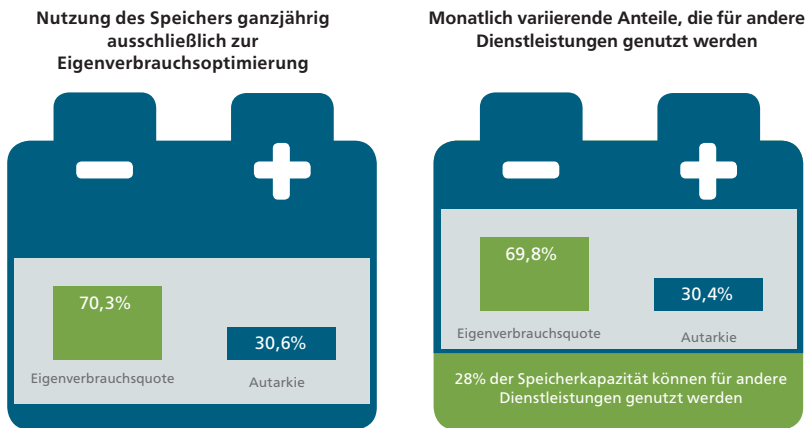


Bild 2:
Freie Speicheranteile für Multi-Use durch Einsatz flexibler Speicherkapazitäten.
© Quelle und detaillierte Berechnungen: Knoefel und Hermann (2021)

Speicherkapazitäten bzw. Stromüberschüsse sekundär für weitere Anwendungen in einem Multi-Use-Ansatz nutzen.

Quartierspeicher können für eine Vielzahl von solchen Zweit- und Drittanwendungen genutzt werden. Einen Überblick zeigt **Bild 1**. Diese Dienstleistungsideen stammen aus Literaturrecherchen zu bereits existierenden Energiedienstleistungen sowie Kreativitätsworkshops mit Fachexperten und Unternehmen aus dem Energiebereich. Die identifizierten Dienstleistungsideen wurden in die folgenden sieben Kategorien eingeteilt, wobei die Grenzen nicht immer trennscharf sein können: Energiemanagement, Monitoring, Handel mit Speicherkapazität, Stromhandel, sektorübergreifende Dienstleistungen, Netzstabilität und autarke Systeme. Eine ausführliche Erläuterung aller Dienstleistungen findet sich bei *Schnabel und Kreidel* [7].

Aus dieser Grundgesamtheit an potenziellen Dienstleistungen eignen sich einige im Stadtkontext für eine Multi-Use-Kombination mit der primären Anwendung der Eigenverbrauchssteigerung. So können beispielsweise zusätzlich Elektrofahrzeuge von Privatanutzern oder Carsharing-Flotten im Stadtquartier über einen Quartierspeicher geladen werden. Denn dieser ermöglicht hohe Ladeleistungen, ohne dass dafür die Infrastruktur (zum Beispiel: Trafostationen) in der Region ausgebaut werden muss. Zudem zählen E-Fahrzeuge zu den wenigen Verbrauchern, die auch in den Sommermonaten, wenn die Stromerzeugung hoch ist und es sonst wenig Strombedarf gibt, nennenswerte Energiemengen abrufen.

Ebenfalls interessant könnte ein Peer-to-Peer-Stromhandel über den Quartierspeicher werden, auch wenn es derzeit keinen implementierten Markt auf Quartiersebene gibt. Dies liegt an einem herausfordernden Rechtsrahmen mit dessen Marktrollen und Verantwortlichkeiten sowie an unausgereiften marktorganisatorischen Prozessen, wie beispielsweise die Abwicklung von Transaktionen mittels

Blockchain. Prinzipiell könnte jedoch ein Prosumer gespeicherten Überschussstrom an andere Privathaushalte verkaufen. Wirtschaftlich interessant wird der Handel innerhalb einer Nachbarschaft vor allem dann, wenn der Strom nicht über das öffentliche Netz ausgetauscht werden muss, da in diesem Fall keine oder nur geringe Netzentgelte und andere Gebühren anfallen.

Während beide vorab genannten Beispiele für Multi-Use-Anwendungen – ebenso wie etwa eine Lastspitzenkappung oder die Direktvermarktung von Strom – die Effizienz durch Vermarktung von überschüssigem Strom bei voller Batterie erhöhen, sollten weiterhin auch Anwendungen kombiniert werden, die bei leerer Batterie die freistehenden Speicherkapazitäten für die Erwirtschaftung zusätzlicher Gewinne nutzen. Hierzu zählt etwa die Teilnahme am Regelenergiemarkt. Diese erfordert allerdings eine Präqualifikation durch den für die jeweilige Regelzone zuständigen Übertragungsnetzbetreiber sowie eine Bündelung mehrerer Speicher in der Regel über ein einzelnes Quartier hinaus, um die geforderten Mindestkapazitäten sicherstellen zu können [8].

Vereinbarkeit von Multi-Use mit Eigenverbrauchserhöhung

Sollen Zweit- und Drittanwendungen gemeinsam mit der Eigenverbrauchserhöhung in einem Multi-Use-Ansatz kombiniert werden, bedarf es einer Abschätzung über die dafür zur Verfügung stehende Restkapazität des Speichers. Zur Bestimmung wird das IÖW-Energie-Prosumer Modell (EProM) genutzt, mit dessen Hilfe Energieflüsse von Produktion, Verbrauch und Speicherung in einem Stadtquartier minutengenau simuliert werden können [9].

Berechnungen eines beispielhaften Stadtquartiers basieren auf einem realen Pilotprojekt in Köln-Widdersdorf welches aus 75 Wohnungen besteht und zentral mit Wärmepumpen beheizt wird. Eine 225 kWp-Solaranlage liefert Strom und ein 84 kWh großer Quartierspeicher mit einer Leistung von 18 kW ermöglicht die gemeinschaftliche Speicherung. Mit Hilfe der Simulation der Energieflüsse konnte ermittelt werden, dass die Batterie 5 % des Jahres nahezu leer und 70 % des Jahres annähernd vollständig geladen ist. Beide Zustände bieten das Potenzial, für sekundäre Dienstleistungen genutzt zu werden. Wird zum Beispiel die oben beschriebene variable Anpassung des Anteils der Speicherkapazität für die Erhöhung des Eigenverbrauchs monatlich angepasst, kann in einigen Monaten ein Teil der Kapazität für andere Dienstleistungen genutzt werden.

Bild 2 verdeutlicht, dass bei einem minimalen Rückgang der Eigenverbrauchsquote und einem leicht geringeren Autarkiegrad 28 % der Speicherkapazität für sekundäre Dienstleistungen genutzt werden können. Je kürzer die Zeiträume zur Anpassung der Speicheranteile gewählt werden, desto größer wird auch die verfügbare Speicherkapazität für sekundäre Dienstleistungen. Allerdings ist fraglich, ob eine sehr geringe Taktung wie beispielsweise ein täglicher Wechsel technisch umsetzbar ist. Außerdem zeigen Ergebnisse der Simulation, dass die verfügbare Speicherkapazität für sekundäre Dienstleistungen bei einer wöchentlichen Anpassung der Speicheranteile nur geringfügig größer ist als bei einer monatlichen.

Fazit

Es wird deutlich, dass ein Quartierspeicher mehr leisten kann, als nur den Eigenverbrauch zu erhöhen. Eine Vielzahl von Dienstleistungen ist möglich, von denen das Laden von Elektrofahrzeugen, der Peer-to-Peer-Stromhandel und die Teilnahme am Regelenergiemarkt zu den vielversprechendsten gehören. Die Kombination mit der Erhöhung des Eigenverbrauchs führt zu einer besseren Auslastung der Batterie und erhöht deren Profitabilität. Zur Umsetzung eines Multi-Use von Speichern bietet es sich an, monatlich die für die jeweiligen Dienstleistungen reservierten Kapazitäten an den jeweiligen Bedarf anzupassen. Berechnungen an einem beispielhaften Stadtquartier zeigen, dass dies sogar nur vernachlässigbar geringfügige Auswirkungen auf die Eigenverbrauchsquote und die Autarkie hat. Damit die Potenziale eines Multi-Use aber auch in der Praxis gehoben werden können, braucht es entsprechende gesetzliche Rahmenbedingungen. Diese erschweren derzeit sowohl die gemeinschaftliche Speicherung als auch die Umsetzung von Multi-Use Konzepten. Der gesetzliche Rahmen sollte entsprechend angepasst werden, damit Quartierspeicher in Zukunft eine sinnvolle Ergänzung eines städtischen Energiekonzeptes werden und einen wertvollen Beitrag für die Energiewende leisten können.

Danksagung

Diese Studie basiert auf Ergebnissen des Forschungsprojekts „ESQUIRE – Energiespeicherdienste für smarte Quartiere“ und wurde im Projekt „Steuer-Board Energie – Steuerungsmechanismen im polyzentrischen Energiesystem der Zukunft“ erweitert, die beide vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen FKZ 02K15A020 (IÖW), FKZ 02K15A022 (IAO) bzw. FKZ 01UU2005B (IÖW) gefördert wurden.

LITERATUR

- [1] *Knoefel, J., Herrmann, B.*: Technisch-ökonomische Bewertung von Quartierspeichern. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit und der regionalökonomischen Effekte von Quartierspeichern. 27, 2021.
- [2] *Meisenzahl, K., Waffenschmidt, E.*: District Battery for Optimized Use of Photovoltaic Energy. Veranstaltung: 14th International Renewable Energy Storage Conference 2020 (IRES 2020), Bonn, Germany. <https://www.atlantis-press.com/article/125952210>.
- [3] *Hoffmann, E., Mohaupt, F.*: Joint Storage. A Mixed-Method Analysis of Consumer Perspectives on Community Energy Storage in Germany. *Energies* 2020 13, Nr. 11, (2020) S. 3025.
- [4] IÖW: Solarstrom in der Stadt speichern: Quartierspeicher für die Energiewende. Website: <https://www.stromspeicher-in-der-stadt.de/> (Zugriff: 22. April 2021).
- [5] *Fluri, V.*: Wirtschaftlichkeit von zukunftsfähigen Geschäftsmodellen dezentraler Stromspeicher. Universität Flensburg, 2018. <https://www.zhb-flensburg.de/fileadmin/content/spezial-einrichtungen/zhb/dokumente/dissertationen/fluri/fluri-2019-wirtschaftlichkeit-dez-stromspeicher.pdf>.
- [6] *Graulich, K., Bauknecht, D., Heinemann, C., Hilbert, I., Vogel, M., Seifried, D., Albert-Seifried, S.*: Einsatz und Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Batteriespeichern in Kombination mit Stromsparen. 2018. <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/einsatz-und-wirtschaftlichkeit-von-photovoltaik-batteriespeichern-in-kombination-mit-stromsparen>.
- [7] *Schnabel, F. Kreidel, K.*: Dienstleistungen für gemeinschaftlich genutzte Quartierspeicher. Arbeitspapier. Projekt Esquire. Stuttgart, 2019.
- [8] *Schnabel, F.*: Geschäftsmodelle für gemeinschaftlich genutzte Quartierspeicher. Working Paper. Projekt Esquire. Stuttgart, 2020.
- [9] IÖW: Energie-Prosumer als Schlüsselement der Energiewende. <https://www.ioew.de/klima-und-energie/ioew-prosumer-modell> (Zugriff: 19. April 2021).

AUTOREN



Jan Knoefel, M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung
Kontakt: Jan.Knoefel@ioew.de



Dipl.-Ing. Frieder Schnabel
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation (IAO)
Kontakt: Frieder.Schnabel@iao.fraunhofer.de