

# Quartierspeicher

Eberhard Waffenschmidt, Kira Meisenzahl, TH-Köln

Version 1.3, 2.5.2022

## 1. Einleitung

Um die Versorgungssicherheit mit Erneuerbaren Energien zu gewährleisten, sind Technologien notwendig, welche die zeitliche Verschiebung von Erzeugung und Verbrauch der fluktuierenden Erzeuger kompensieren können. Eine tragende Rolle in der Energiewende könnten Quartierspeicher einnehmen, die in Siedlungen gemeinschaftlich genutzt werden. Diese wurden im Förderprojekt „Quartierspeicher“ der Technischen Hochschule Köln in Kooperation mit der juristischen Fakultät der Universität zu Köln genauer untersucht [3]. Das Projekt wurde durch die Rheinenergiestiftung finanziert. Weiterhin wurden Diskussionsrunden mit Experten des Solarenergie-Förderverein Deutschland e.V. durchgeführt. Eine Sammlung von Literatur zum Thema und Beispielprojekte findet sich in einer erarbeiteten Linksammlung [5].

Im Förderprojekt wurden einerseits die grundsätzlichen technischen Vor- oder Nachteile ermittelt und weiterhin verschiedene Betriebsweisen und die dafür notwendige Messtechnik und Abrechnung diskutiert.

## 2. Datengrundlage

Die Untersuchung wurde an einem fiktiven Wohngebiet durchgeführt. Es besteht aus 22 neu gebauten Gebäuden, die sich in Bauweise, Ausrichtung sowie Größe der installierten Photovoltaik (PV)-Anlage unterscheiden. Dennoch liegen die Häuser geografisch in unmittelbarer Nähe und sind als Quartier zusammengeschlossen.

Als einfache Betriebsweise werden dabei Überschüsse der im Haus verbauten PV-Anlagen in die jeweiligen Speicher gespeist und bei Bedarf wieder entnommen. Aufgrund der steigenden Strombezugskosten und der fallenden EEG-Vergütungssätze ist die Steigerung des Eigenverbrauchs, also die Nutzung des selbst erzeugten Stroms, deutlich attraktiver, als die Einspeisung des Stroms in das öffentliche Netz [2]. Somit werden die Speichertopologien in dem Projekt mit der Strategie der Eigenverbrauchsoptimierung betrieben.

Dazu sind Last- und Erzeugerprofile jedes einzelnen Haushalts künstlich erstellt worden. Für die Lastprofile wurde der Lastprofilgenerator von Noah Pfluggrath (Dissertation an der TU Chemnitz, <http://www.loadprofilegenerator.de>) [4] genutzt, welcher verhaltensbasiert individuelle Nutzungsprofile von elektrischen Geräten in einem Haushalt erstellt. Für die PV-Profile wurden real gemessene Daten einer existierenden PV-Anlage in Köln Porz für das Jahr 2018 verwendet und auf die jeweils angenommene Anlagengröße skaliert. Für die Anlagengrößen wurden zufällige aber typische Spitzenleistungen gewählt, die zumindest bilanziell den jährlichen Strombedarf der Einwohner decken würden.

Zur Berechnung der Strombilanz wurden Last- und PV-Profile gegenseitig durch Differenzbildung für jeden Zeitpunkt verrechnet. Ein daraus errechneter Überschuss wird als eingespeister Netzstrom und ein Mangel als Bezug von Netzstrom betrachtet.

Bei der Berechnung wurde eine Effizienz von insgesamt 90% für einen Speicherzyklus angenommen. Dies kann typischerweise erreicht werden mittels Lithium-Ionen-Technologie, welche heutzutage praktisch Standard für Heimspeicher und Quartierspeicher ist [1].

### 3. Technische Vorteile

#### 3.1. Autarkiegrad und Speichergröße

Als Vergleichskriterium wird hier der Autarkiegrad angewendet. Dieser ist ein Maß für die gewünschte Unabhängigkeit von einer externen Stromversorgung und finanzieller Optimierung. Gleichzeitig bedeutet ein hoher Autarkiegrad eine Minimierung des Bezuges von Netzstrom, der heute immer noch einen erheblichen Anteil an fossil erzeugter Energie enthält, wohingegen der selbsterzeugte Strom mit nur geringen Klimagasemissionen aus Photovoltaik erzeugt wird.

Zunächst einmal wurde der Effekt einer gemeinsamen Energienutzung ohne Speicher untersucht. Angenommen wird dabei eine gemeinschaftliche Nutzung von PV-Überschuss in der Energiegemeinschaft. Bei individueller Eigennutzung der PV kommen die einzelnen Haushalte im Durchschnitt auf einen Autarkiegrad von etwa 35%, weil zu Zeiten von Energiebedarf nicht immer PV-Strom zur Verfügung steht, während zu anderen Zeiten der erzeugte PV-Strom nicht genutzt werden kann und stattdessen ins Netz eingespeist wird. Bei einer gemeinschaftlichen Nutzung kommt es häufiger vor, dass der erzeugte PV-Strom noch einen Abnehmer in der Gemeinschaft findet. Daher steigt in der hier angenommenen Energiegemeinschaft der gemeinschaftliche Autarkiegrad auf 43% (siehe auch Abbildung 2 ganz links).

Im nächsten Schritt wurde der Nutzen von individuellen Speichern und einem Quartierspeicher untersucht. Dabei wurden die individuellen Speicher so dimensioniert, dass sie dem halben durchschnittlichen Tagesbedarf an elektrischer Energie entsprechen. Eine solche Dimensionierung hat sich in vorhergehenden Veröffentlichungen als am sinnvollsten erwiesen [6]. Damit wurde nun der Autarkiegrad für jeden Haushalt mit individuellem Speicher berechnet. Das Ergebnis ist in Abbildung 1 als graue Balken dargestellt. Der rote Balken und die entsprechende rote Querlinie stellen den Mittelwert dieser einzelnen Autarkiegrade dar. Hier ergibt sich im Mittel ein Autarkiegrad von knapp 70%. Im Vergleich dazu wurde ein Quartierspeicher angenommen, dessen Größe der Summe der individuellen Speicherinhalte entspricht. Für diesen wurde ein gemeinschaftlicher Autarkiegrad von rund 73% ermittelt (oranger Balken). Der blaue Balken zeigt den Autarkiegrad eines beliebig großen Speichers, welcher mit 100% die bilanzielle Autarkie darlegt. In der Abbildung zeigt sich durch den leicht erhöhten Autarkiegrad schon ein kleiner Vorteil für den Quartierspeicher, wobei der Unterschied nicht wirklich investitionsentscheidend wäre.

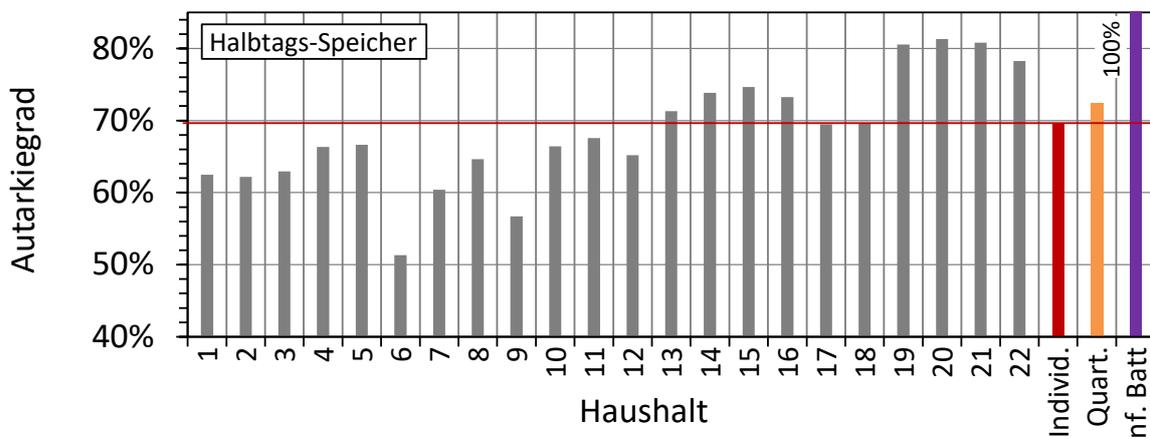


Abbildung 1: Grad der Autarkie aller 22 Haushalte mit integrierter PV für den Betrieb mit individuellen Speichern, Quartierspeicher und unendlich großer Batterie.

Das Diagramm zeigt aber auch, dass dieser Vorteil nicht für alle Beteiligten gilt. Hier stellt sich die Frage, in wie weit alle Personen profitieren würden und wie ein „gerechter“ Betrieb aussehen würde (siehe auch Kap. 4).

Eine weitere Berechnung untersucht den Einfluss der Speichergröße auf den Autarkiegrad (siehe Abbildung 2). Hier ist auf der horizontalen Achse die Speichergröße im Verhältnis zur im Jahresmittel täglich benötigten Energie dargestellt. Man erkennt einen schon in [6] beschriebenen charakteristischen Verlauf des Autarkiegrades: Zunächst steigt der Autarkiegrad bei größer werdenden Speicher an, bis er dann bei der Größe etwa eines Tagesspeichers auf einem Plateau bleibt. Erst bei einem sehr viel größeren Speicher kann die volle Autarkie erreicht werden. Dieser Effekt resultiert aus der jahreszeitlich unterschiedlichem PV-Erzeugung und macht einen extrem großen Saisonspeicher für volle Autarkie notwendig.

In der Abbildung sind der mittlere Autarkiegrad für individuelle Speicher (rot) und der gemeinschaftliche Autarkiegrad mit einem Quartierspeicher (orange) dargestellt. Sobald mehr als der Tagesbedarf an Energie gespeichert werden kann, ist kein Unterschied mehr zwischen individuellen Speichern und dem Quartierspeicher zu erkennen. Bei kleineren Speichern ist jedoch ein größerer Autarkiegrad mit dem Quartierspeicher zu erkennen. Als Grund dafür ergab eine genauere Analyse, dass bei kleinerem Speicher die gemeinschaftliche Energienutzung mehr direkte PV-Energie nutzen kann. Bei einem größeren Speicher ist die direkte PV-Nutzung nicht mehr entscheidend für den Autarkiegrad und daher ergibt sich kein Unterschied mehr.

Die Betrachtung der notwendigen Speichergröße für den selben Autarkiegrad ergibt eine weitere Erkenntnis: Bei einer typischen Dimensionierung von individuellen Speichern als Halbtagspeicher ergibt sich ein durchschnittlicher Autarkiegrad von knapp 70%. Der selbe Autarkiegrad lässt sich aber mit einem Quartierspeicher erzielen, der 24% kleiner als die Summe der individuellen Speicher ist, wie in Abbildung 2 dargestellt ist. Die Verringerung der Batteriegröße um ein Viertel ist ein deutlicher, möglicherweise investitionsentscheidender Vorteil eines Quartierspeichers.

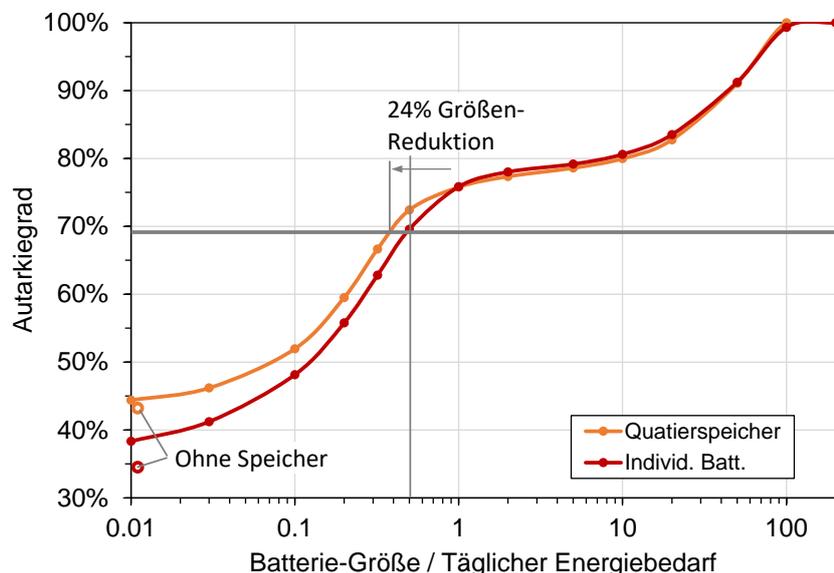


Abbildung 2: Grad der Autarkie für Heimspeicher sowie Quartierspeicher skaliert auf variierende Batteriegrößen sowie die Dauer der Speicherung.

### 3.2. Zyklenzahl

Neben der Effizienz spielt die Alterung einer Technologie eine wesentliche Rolle. Dazu ist die zyklische Alterung in Hinblick auf die Anzahl der Vollastzyklen beider Konzeptionierungen untersucht worden. Grundsätzlich weist der Quartierspeicher weniger Vollastzyklen auf als die Heimspeicher und altert aufgrund dessen im Verhältnis langsamer. Dies ist darauf

zurückzuführen, dass die Ein- sowie Auslagerung der produzierten Energie der variierenden Last- und Erzeugerprofile besser ausgeglichen werden kann.

### **3.3. Wechselrichterleistung**

Ein weiterer Aspekt ist die Anzahl und Leistung der notwendigen Wechselrichter. Bei einzelnen Haushalten sollte der Wechselrichter jeweils eine Leistung haben, die entweder die volle Last oder die volle PV-Leistung des Haushalts abdeckt. Bei einem Wechselrichter im Quartierspeicher ist jedoch nicht die volle Summe der Einzelleistungen notwendig. Da die Haushalte praktisch nie gleichzeitig die volle Leistung benötigen, ist entsprechend der Gleichzeitigkeitsfaktor von Haushalten zu berücksichtigen.

Konkret würde in dem fiktiven Quartier die aufsummierte Leistung aller individuellen Wechselrichter 130 kW (Entladung) bzw. 84 kW (Aufladen aus PV) betragen. Aufgrund der Überlagerung der einzelnen Profile würde ein Wechselrichter für den Quartierspeicher nur 50 kW bei Entladen betragen, also 38% der individuellen aufsummierten Leistungen. Bei Aufladen ergibt sich durch die hohe Gleichzeitigkeit der PV mit 81 kW kaum ein Unterschied. Bei einer Reduktion der Aufladeleistung auf 50 kW (wie beim Entladen) reduziert sich der Autarkiegrad aufs Jahr gerechnet nur minimal um weniger als 1%-Punkt, da Zeiten mit voller Solareinstrahlung nur selten vorkommen.

Insgesamt kann sich dies entsprechend in der Investitionssumme positiv bemerkbar machen, insbesondere, wenn zusätzlich die Anzahl an Wechselrichtern in den Preis eingeht.

## **4. Betriebsweisen und Messtechnik**

Die Messtechnik sorgt einerseits dafür, die Betriebsweise des Quartierspeichers zu ermöglichen. Sie bestimmt, wann der Quartierspeicher auf- und entladen wird. Andererseits ermöglicht die Messtechnik auch die finanzielle Abrechnung unter den Beteiligten.

In Abbildung 3 ist in einem schematischen Plan dargestellt, welche Arten an Messtechnik möglicherweise je nach Betriebsszenario notwendig sind. Zum einen sind Zähler zur Abrechnung dargestellt, typischerweise Zweirichtungszähler. Im einfachsten Fall handelt es sich um Zähler, die jährlich abgelesen werden. In einem aufwändigeren Szenario müssen Viertelstundenwerte aufgezeichnet und verrechnet werden. Für den technischen Betrieb können diese Zähler nicht verwendet werden, denn ein Zugriff in Echtzeit und eine entsprechende Datenanbindung ist bei Smart-Metern und Smart-Meter-Gateways nicht vorgesehen. Daher müssen je nach Szenario echtzeitfähige Strom- oder Leistungssensoren an mehr oder weniger Punkten sowie eine entsprechende Datenverbindungs-Infrastruktur vorgesehen werden. Bevorzugt sind Szenarien mit einer möglichst einfachen Infrastruktur, am liebsten mit einer einfachen jährlichen Ablesung ohne aufwändige Echtzeitmessungen.

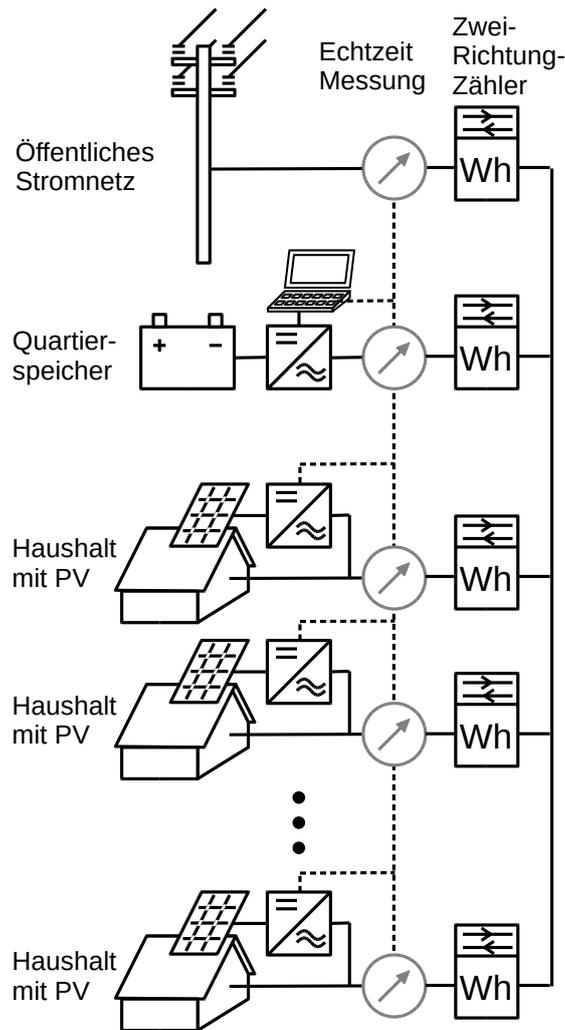


Abbildung 3: Verschaltung von Messtechnik im Quartier, je nach Szenario optional oder notwendig.

Neben den gesetzlichen Randbedingungen richtet sich die Betriebsweise vor allem nach der Art der späteren Abrechnung. Und diese richtet sich vor allem nach dem Gerechtigkeitsempfinden der Beteiligten, wie im Laufe des Projektes aus den interdisziplinären Diskussionen immer deutlicher wurde. Dabei kommt in diesem Zusammenhang ein Gerechtigkeitsempfinden zum Tragen, das in einem anderen Zusammenhang beim Begleichen der Rechnung in einem Restaurant bekannt ist: Wer hat es noch nicht erlebt, dass in einer größeren Gruppe jeder einzeln seine Bestellungen auf den letzten Cent von der Bedienung abrechnen lässt. Dieses „Deutsch-Bezahlen“, wie es im südlichen Ausland auch genannt wird, findet seine Entsprechung im Gerechtigkeitsempfinden in Energiegemeinschaften, und die Rechtslegung und -Sprechung versucht dem bis ins Kleinste zu entsprechen. Entsprechend stellen sich dann Fragen wie: „Bekomme ich überhaupt den Strom, den ich in den Quartierspeicher geschickt habe, auch genauso wieder zurück, wenn ich will?“ oder „Wer bekommt den Strom aus dem Speicher, wenn am Ende Zwei gleichzeitig den letzten Rest aufbrauchen wollen und wer muss dann den teuren Strom im Netz kaufen?“ Wen wundert es dann noch, wenn bei diesem Gerechtigkeitsempfinden die Gesetzesregulierung und die Messtechnik überhandnehmen. Eine ausführlichere Beschreibung der aktuellen Rechtslage dazu und verschiedene Betriebszenarien sind in einer Abschlussarbeit [7] beschrieben.

Dabei gibt es durchaus akzeptierte Formen von Gerechtigkeit, welche diese Problematik umgehen: Eine „pauschale Gerechtigkeit“ wird umgesetzt bei Flatrates von Datenanschlüssen. Eine „solidarische Gerechtigkeit“ finden Sie bei Versicherungen. Wer sich ärgert, seine

Versicherungsbeiträge immer noch nicht zurückerstattet bekommen zu haben, hat das Prinzip nicht verstanden. Eine „sozialistische Gerechtigkeit“ finden sie in jeder Familie: Wer etwas dringend benötigt, bekommt es aus dem Familieneinkommen bezahlt. Auf diese Weise könnten sich entscheidende Impulse für eine Vereinfachung bei der gemeinschaftlichen Nutzung von Quartiersspeichern und Energie im Allgemeinen eröffnen.

## 5. Fazit

Die gemeinschaftliche Nutzung eines Quartiersspeichers kann technische und finanzielle Vorteile haben: Für den selben Autarkiegrad kann eine kleinere Speicherkapazität als in der Summe der individuellen Speicher ausreichen (hier im konkreten Anwendungsfall 24% Reduktion). Der gemeinsame Quartiersspeicher altert weniger durch weniger Volllastzyklen und die Anzahl und Gesamtleistung der Wechselrichter kann kleiner sein.

Die Abrechnung und die dazu notwendige Mess- und Regeltechnik sind unter den aktuellen Randbedingungen jedoch aufwändig. Ein anderes Gerechtigkeitsempfinden könnte dies jedoch stark vereinfachen.

## 6. Referenzen

[1] C. Pape, N. Gerhardt, P. Härtel, A. Scholz, R. Schwinn, T. Drees, A. Maaz, J. Sprey, C. Breuer, A. Moser, F. Sailer, S. Reuter, T. Müller, "Roadmap Speicher - Bestimmung des Speicherbedarfs in Deutschland im europäischen Kontext und Ableitung von technisch-ökonomischen sowie rechtlichen Handlungsempfehlungen für die Speicherförderung", Fraunhofer IWES, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, sponsored by: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014.

[2] EEG 2017: Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz), 2014, available: <<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/eeg-2017-start-in-die-naechste-phase-der-energiewende.html>>.

[3] K. Meisenzahl, TH Köln, "Technical advantages of neighbourhood storages for decentralized photovoltaic system", 2020, available: [http://www.100pro-erneuerbare.com/publikationen/2020-06-Meisenzahl-Quartierspeicher/Meisenzahl-Vorteile\\_Quartierspeicher.htm](http://www.100pro-erneuerbare.com/publikationen/2020-06-Meisenzahl-Quartierspeicher/Meisenzahl-Vorteile_Quartierspeicher.htm).

[4] N. Pflugradt, TU Chemnitz, Professur Technische Thermodynamik (2017): LoadProfileGenerator, available: <<https://www.loadprofilegenerator.de/download/>>.

[5] Projekt-Website Quartierspeicher, [http://www.100pro-erneuerbare.com/projekte/2019-01\\_Quartierspeicher/literatur/links\\_quartierspeicher.htm](http://www.100pro-erneuerbare.com/projekte/2019-01_Quartierspeicher/literatur/links_quartierspeicher.htm).

[6] Eberhard Waffenschmidt, "Dimensioning of decentralized photovoltaic storages with limited feed-in power and their impact on the distribution grid", Energy Procedia (2014), 31.Jan. 2014, pp. 88-97, Reference: EGYPRO7750, DOI information: 10.1016/j.egypro.2014.01.161. [http://www.100pro-erneuerbare.com/publikationen/2013-11-Waffenschmidt-IRES/Waffenschmidt-dimensioning\\_of\\_pv\\_storages.htm](http://www.100pro-erneuerbare.com/publikationen/2013-11-Waffenschmidt-IRES/Waffenschmidt-dimensioning_of_pv_storages.htm)

[7] Andreas Schwarzer, "Messkonzepte für Quartierspeicher", Bachelorarbeit TH-Köln, 4.Feb.2022. [http://www.100pro-erneuerbare.com/publikationen/2022-02-Schwarzer/Schwarzer-Messkonzepte\\_Quartierspeicher.htm](http://www.100pro-erneuerbare.com/publikationen/2022-02-Schwarzer/Schwarzer-Messkonzepte_Quartierspeicher.htm)