
PV-BATTERIESPEICHER

Betriebsweisen - Akteure - Anwendungsbeispiele - IKT

0. Einordnung des vorliegenden Berichts in das Projekt EnAHRgie

Der vorliegende Bericht ist im Rahmen des Forschungsprojekts EnAHRgie entstanden (www.enahrgie.de). Kontext ist die im Rahmen von EnAHRgie durchgeführte Fallstudie zum Pilotprojekt „Sonnenspeicher“ der evm [1]. In der Fallstudie lag der Fokus vor allem auf der Analyse potentieller Anwendergruppen im Landkreis Ahrweiler, da sich bisherige Marketingstrategien auf eine sehr kleine Kundengruppe konzentrieren, für eine Umsetzung der Energiewende aber große Bevölkerungsteile aktiviert werden müssen. Durch die in EnAHRgie geschaffenen Datengrundlagen können die Gebäudebesitzer künftig noch gezielter und erfolgversprechender angesprochen werden. (vgl. EnAHRgie-Leitfaden „[Ökonomie der Energiewende](#)“)

Die hier zusammengestellten ingenieurwissenschaftlichen Informationen rund um PV-Speicher dienen als Grundlage für die sozialwissenschaftlichen Untersuchungen im Rahmen der Fallstudie. Kapitel 1 behandelt zunächst verschiedene denkbare Betriebsweisen von Batteriespeichern: Den eigenverbrauchsbezogenen Betrieb, den marktbezogenen Betrieb und den netzbezogenen Betrieb. In Kapitel 2 werden die relevanten Akteure mitsamt ihrer jeweiligen Rahmenbedingungen besprochen, mit Fokus auf den Haushaltskunden. Anwendungsbeispiele zu innovativen Betriebsweisen von kommerziellen Anbietern werden in Kapitel 3 vorgestellt. Zuletzt werden in Kapitel 4 derzeit gebräuchliche Anbindungskonzepte zusammengefasst. Dabei ließ sich feststellen, dass sich bislang keine einheitlichen Schnittstellen und Standards etabliert haben.

1. Betriebsweisen von Batteriespeichern

Bisher werden PV-Batteriespeicher größtenteils mit dem Ziel der Maximierung des Eigenverbrauchs eingesetzt. Darüber hinaus lassen sich weitere Betriebsweisen definieren, die zukünftig wahrscheinlich oder zumindest theoretisch denkbar sind. Dabei spielt insbesondere die Sichtweise der Akteure (siehe auch Kapitel 2) eine wichtige Rolle. Im Folgenden soll eine kurze Übersicht über Betriebsweisen von Batteriespeichern im Allgemeinen und PV-Batteriespeichern im Speziellen zur Verwendung im Projekt EnAHRgie gegeben werden. Für tieferegehende Analysen wird die referenzierte Literatur empfohlen.

1.1 Klassifizierung

In Abbildung 1 werden verschiedene Betriebsweisen für Batteriespeicher im Allgemeinen dargestellt. Neben der Eigenverbrauchs-Maximierung (wie sie bei PV-Batteriespeichern heute üblich ist) sind auch Betriebsweisen möglich, die einer Markt- oder netzdienlichen Funktion folgen oder eine (beliebige) Kombination dieser drei. Im Folgenden werden diese Betriebsmodelle näher betrachtet.

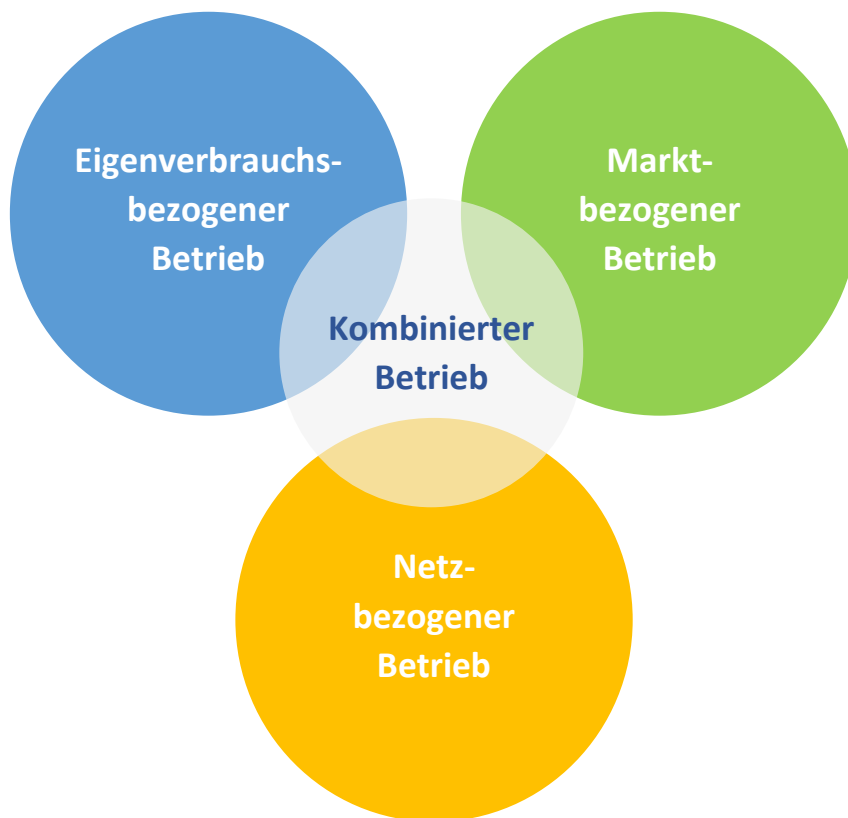


Abbildung 1: Klassifizierung der Betriebsweisen von Batteriespeichern (eigene Darstellung)

1.2 Eigenverbrauchsbezogene Betriebsweisen

Mit Senkung der EEG-Einspeisevergütung für PV-Anlagen bei gleichzeitig steigendem Strompreis wird es für Haushaltskunden zunehmend attraktiv, die erzeugte PV-Energie möglichst umfassend selbst zu verbrauchen. Ein PV-Batteriespeicher kann zur Steigerung des Eigenverbrauchs beitragen, indem er zu Zeiten geladen wird, in denen die Einspeisung den Verbrauch übersteigt. Die Entladung erfolgt dann in (Abend-)Stunden, in denen der Verbrauch größer ist als die momentane PV-Einspeisung.

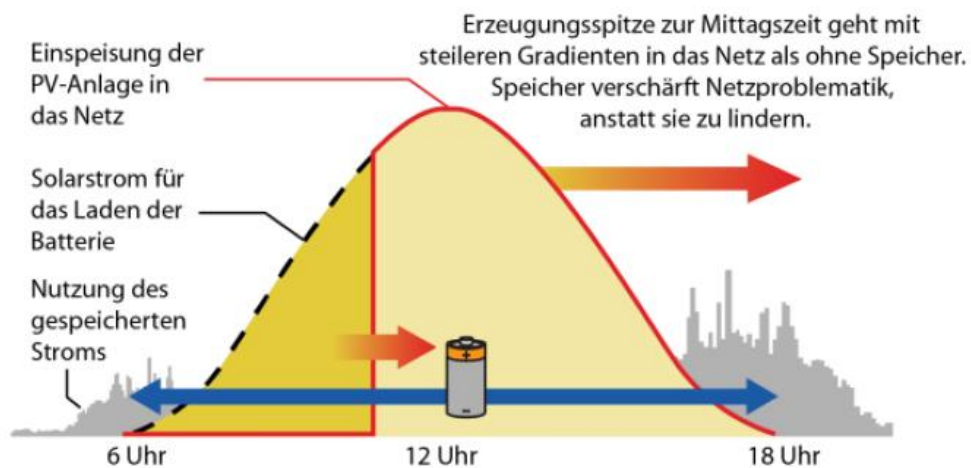


Abbildung 2: Klassische Betriebsweise zur Steigerung des Eigenverbrauchs, entnommen aus [2]

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Netzeinspeisung bei dieser Betriebsweise an einem sonnigen Tag. In den Morgenstunden wird der Speicher geladen, sobald die aktuelle PV-Erzeugung die Haushaltslast übersteigt. Bereits vor dem Erreichen der höchsten PV-Einspeisung zur Mittagszeit ist der Speicher vollständig geladen. Ab diesem Zeitpunkt wird die gesamte PV-Leistung in das Netz eingespeist. Somit wird die Einspeisespitze zur Mittagszeit nicht vermieden, die ein Hauptproblem im Niederspannungsnetz darstellt. Zudem entsteht ein sehr hoher Leistungsgradient der Netzeinspeisung, sobald der Speicher vollständig geladen ist. Insgesamt erhöht diese Betriebsweise also die Belastung des Netzes im Vergleich zu einer PV-Anlage ohne Speicher.

Diese Betriebsweise lässt sich mit einer gezielten Ansteuerung von elektrischen Verbrauchern wie Elektroautos, Wärmepumpen oder Heizstäben für Trinkwarmwasser kombinieren, um so den Eigenverbrauch weiter zu erhöhen. Verbraucher mit einer hohen zeitlichen Variabilität (vor allem durch große Pufferspeicher) stehen dabei (je nach Steuerung) jedoch auch in Konkurrenz zur Ladung des Batteriespeichers.

Im Zusammenhang mit einer Maximierung des Eigenverbrauchs wird von Batterie-Herstellern auch die Steigerung der Autarkie als Verkaufsargument herangezogen. Hierbei ist zu bedenken, dass mit heute üblichen Systemen keine vollständige Autarkie erreicht werden kann und dies wirtschaftlich ggf. nachteilig zu bewerten ist.

Mittlerweile werden kombinierte Betriebsweisen etabliert, die den Eigenverbrauch erhöhen, gleichzeitig aber das Netz weniger belasten. Diese sind in Kapitel 1.5 aufgeführt.

1.3 Marktbezogene Betriebsweisen

Der Strompreis im Stunden- und Viertelstunden-Handel ist ein Maß für das Verhältnis von Energie-Angebot und -Nachfrage. Durch den wachsenden Anteil erneuerbarer Energien in der Stromversorgung spielt auch die Integration in den Strommarkt eine zunehmend größere Rolle, wie sich bereits in der Gesetzgebung zeigt. Seit Anfang 2016 ist durch das EEG eine Direktvermarktungspflicht für neue PV-Anlagen ab 100 kW vorgesehen. Da der Aufwand einer Vermarktung für einzelnen Anlagenbetreiber zu hoch ist und auch Mindestgebotsgrößen eingehalten werden müssen, übernehmen Pool-Betreiber wie Next-Kraftwerke die Vermarktung der Energiemengen. [3]

Für private PV-Batteriesysteme spielt in absehbarer Zeit eine Direktvermarktung des PV-Stroms wahrscheinlich keine Rolle, da dieser über das EEG fest vergütet wird. Sofern die Strompreis-Spreads an den Spotmärkten zukünftig jedoch größer werden, ist ein Marktpreis-optimierter Betrieb des Batteriespeichers denkbar. Dieser könnte (zusätzlich zur PV-Einspeisung) zu Zeiten niedriger Strompreise über das Netz geladen werden und die Energie bei hohen Preisen wieder einspeisen (siehe Abbildung 3). Dazu müssten jedoch Rahmenbedingungen und Abrechnungsmechanismen geschaffen werden, die die Weiterleitung der Strompreissignale zur Batterie sowie eine anteilmäßige Vergütung der eingespeisten Strommengen ermöglichen.

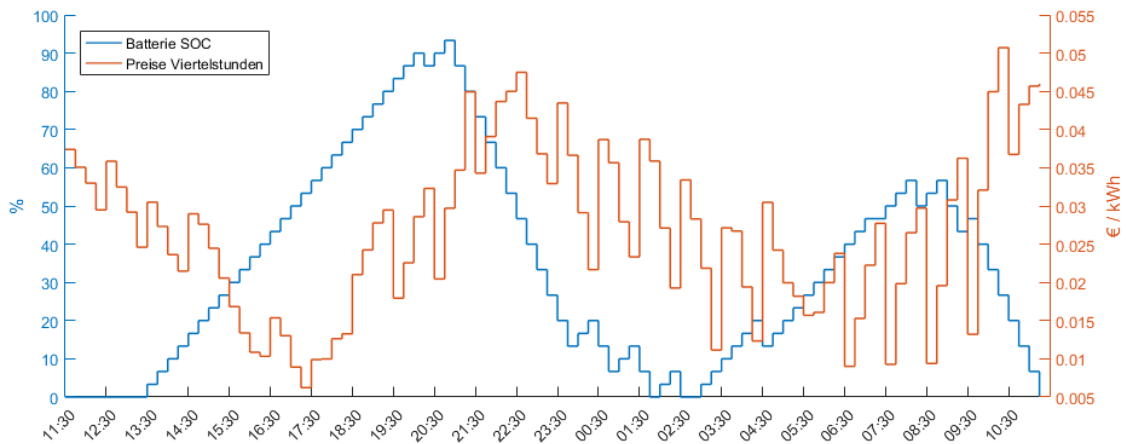


Abbildung 3: Strompreisbasierte Ladung- und Entladung eines Batteriespeichers (eigene Darstellung)

Neben dem Handel an Spotmärkten ist auch das Angebot von Regelleistung möglich, die durch die Übertragungsnetzbetreiber ausgeschrieben wird. Batteriespeicher bieten im Vergleich zu konventionellen Technologien eine sehr schnelle Reaktionszeit und sind dadurch auch für Primärregelleistung einsetzbar.

Sowohl für die Teilnahme am Spot- als auch Regelleistungsmarkt sind Mindestgrößen einzuhalten, so dass für private Speichersysteme nur Pool-Konzepte in Frage kommen. Erste Umsetzungsprojekte setzten dabei auf eine Regelleistungsbereitstellung im kombinierten Betrieb (siehe Kapitel 3).

1.4 Netzbezogene Betriebsweisen

Batteriespeicher können zukünftig eine verstärkte Rolle beim Angebot von Systemdienstleistungen spielen, die zur Sicherung eines stabilen Netzbetriebs benötigt werden. Dazu gehören z. B. die Spannungshaltung, das Angebot von Blindleistung und die Schwarzstartfähigkeit im Zusammenhang mit dem Versorgungswiederaufbau. Insbesondere in Regionen mit einem hohen Ausbau von PV-Anlagen im Niederspannungsnetz könnten Batteriespeicher eine Lösungsmöglichkeit bei Spannungsproblemen darstellen. Dabei wäre jedoch zu klären, in wieweit ein privater Speicher für netzdienliche Zwecke vom Verteilnetzbetreiber eingesetzt werden darf. Auf Basis der bisherigen Rahmenbedingungen ist ein solches Szenario eher unwahrscheinlich. Viel eher werden die Netzbetreiber eigene Speicher an kritischen Netzpunkten einsetzen, wobei auch hier der rechtliche Rahmen in Bezug auf das Unbundling von Handel und Netzbetrieb im Einzelfall zu prüfen wäre.

Für private Anlagen bieten sich eher netzverträgliche und netzentlastende Betriebsweisen von PV-Batterie-Systemen an. In Abbildung 4 wird die Ladung der Batterie so verzögert, dass sie über die Mittagszeit hinweg lädt und so die PV-Einspeisespitze nicht ins Netz geleitet wird. Der Gradient der Netzeinspeisung bei vollständiger Ladung ist am Nachmittag zudem deutlich kleiner, da die PV-Leistung dort bereits geringer ist.

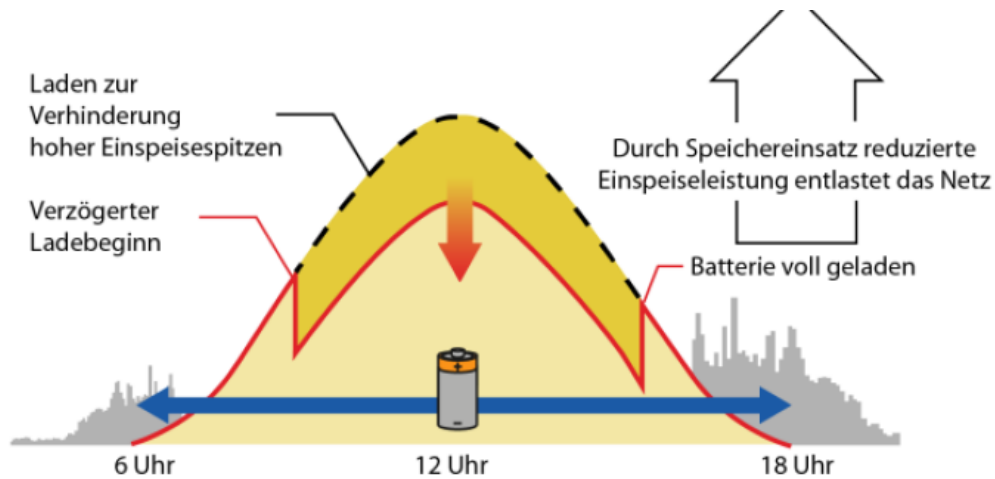


Abbildung 4: Vermeidung der Einspeisespitze durch verzögerten Ladebeginn, entnommen aus [2]

Eine weitere Möglichkeit zur Vermeidung der Einspeisespitze ist in Abbildung 5 dargestellt. Dabei wird die Batterie geladen, sobald die PV-Leistung über 60 % der Maximalleistung liegt. Durch die begrenzte Einspeiseleistung können dadurch weitere PV-Anlagen in das entsprechende Niederspannungsnetz integriert werden.

Beiden Verfahren gemeinsam ist die statische Parametrisierung des Ladebeginns bzw. der Leistungsgrenze. Dies kann sich je nach Wetterlage ungünstig auf die Eigenverbrauchsmaximierung auswirken. Durch Einsatz von Prognosen ist möglich, sowohl das Netz zu entlasten als auch den Eigenverbrauch zu erhöhen (siehe Kapitel 1.5).

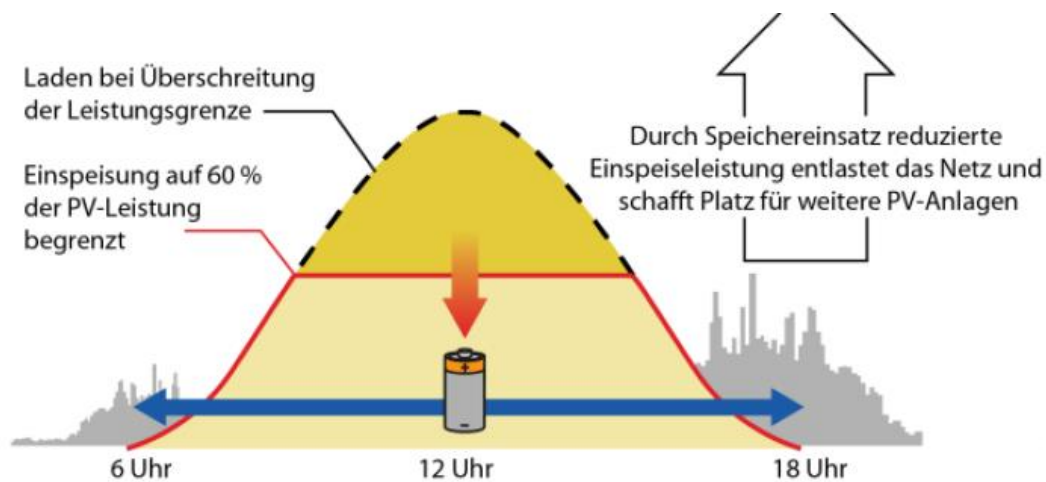


Abbildung 5: Vermeidung der Einspeisespitze durch leistungsabhängigen Ladebeginn, entnommen aus [2]

1.5 Kombinierte Betriebsweisen

Während heutzutage die Maximierung des Eigenverbrauchs das primäre Betriebsmodell von PV-Speichern darstellt, könnten zukünftig kombinierte Betriebsweisen gerade in Bezug auf eine Entlastung der Netze eine zunehmende Bedeutung erlangen. Ein ausschließlich Markt- oder Netz-getriebener Betrieb ist dagegen aufgrund der strengen Rahmenbedingungen auf der einen Seite und fehlenden wirtschaftlichen Anreizen auf der anderen Seite in naher Zukunft eher auszuschließen.

Eine Möglichkeit der Kombination von Eigenverbrauchsmaximierung und Netzentlastung wird in Abbildung 6 gezeigt. Dabei werden sowohl eine Last- als auch eine Erzeugungsprognose durchgeführt, so dass die Batterie gezielt geladen werden kann, wenn eine Überlastung des Netzes wahrscheinlich ist. Durch Nutzung der Prognosen ist gleichzeitig eine Optimierung in Hinblick auf eine Maximierung des Eigenverbrauchs möglich.

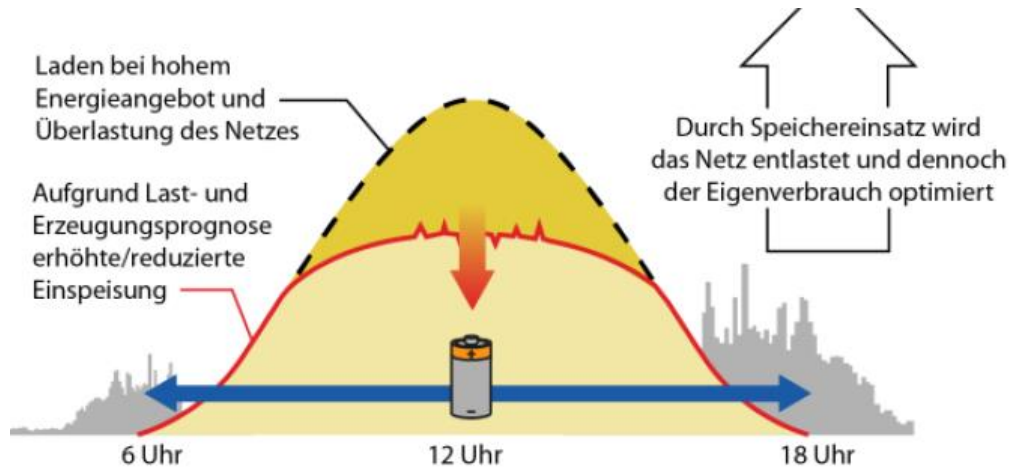


Abbildung 6: Prognosebasierte Ladesteuerung des PV-Batteriesystems, entnommen aus [2]

Auswertungen im Rahmen des Forschungsprojektes Green2Store zeigen, dass PV-Batteriespeicher in typischen Eigenverbrauchs-Anwendungsszenarien über weite Zeiträume ungenutzt sind und für einen sekundären Zweck eingesetzt werden könnten [4]. In Abbildung 7 wird eine mögliche Betriebsstrategie skizziert. Der PV-Speicher dient primär der Deckung des Haushaltsverbrauchs. Sobald der Speicher (z. B. in den Abendstunden bzw. in der Nacht) leer ist und noch keine Einspeisung aus der PV-Anlage zu erwarten ist, kann er für einen Sekundärbetrieb bereitgestellt werden. Dabei ist etwa eine Vermarktung der Speicherkapazität im kontinuierlichen Intraday-Handel oder zum der Einsatz im Bilanzkreismanagement denkbar.

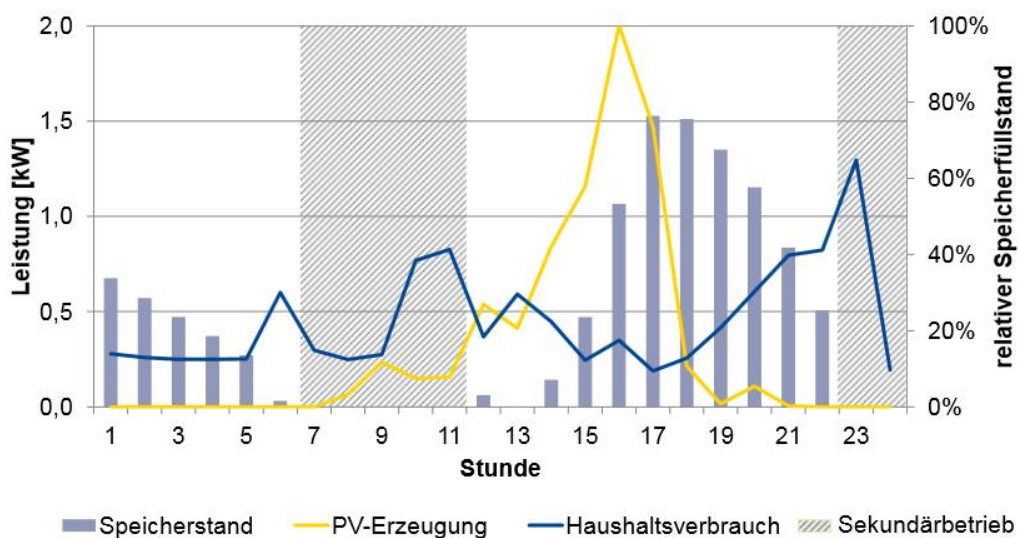


Abbildung 7: Übergabe des Speichers zur Sekundärnutzung, entnommen aus [4]

Kombinierte Betriebsweisen werden nicht nur in der Forschung erprobt, sondern bereits in die wirtschaftliche Praxis umgesetzt (siehe Kapitel 3)

2. Akteure und Rahmenbedingungen

Im Folgenden werden relevante Akteure und ihre Motivationen kurz vorgestellt, wobei ein besonderer Fokus auf Haushaltskunden liegt.

2.1 Haushaltskunden

Der Einbau von PV-Speichern befindet sich durch sinkende Preise für bestimmte Lithium-Ionen-Batterien momentan an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit. Der genaue Zeitpunkt der Wirtschaftlichkeit hängt dabei von verschiedenen Faktoren wie den Förderungsbedingungen der bestehenden PV-Anlage sowie dem Strompreis ab. Während beispielsweise der Hersteller Wegatech die Parität von Netz und PV-Speicher bereits seit 2016 sieht (siehe Abbildung 8), prognostiziert das Solar-Cluster Baden-Württemberg eine Wirtschaftlichkeit für die Mehrzahl der Speicher spätestens ab 2018 auch ohne Förderung. [5] [6]

Die geringere EEG-Vergütung sowie steigende Strombezugskosten veranlassen Haushaltskunden, sich zunehmend für die Ergänzung einer bestehenden oder neuen PV-Anlage mit einem Batteriespeicher zu entscheiden. Dabei geht es den Privatkunden um eine Steigerung des eigenen Verbrauchs der durch die PV-Anlage erzeugten Energie und damit um eine „gefühlte“ Unabhängigkeit. [2]

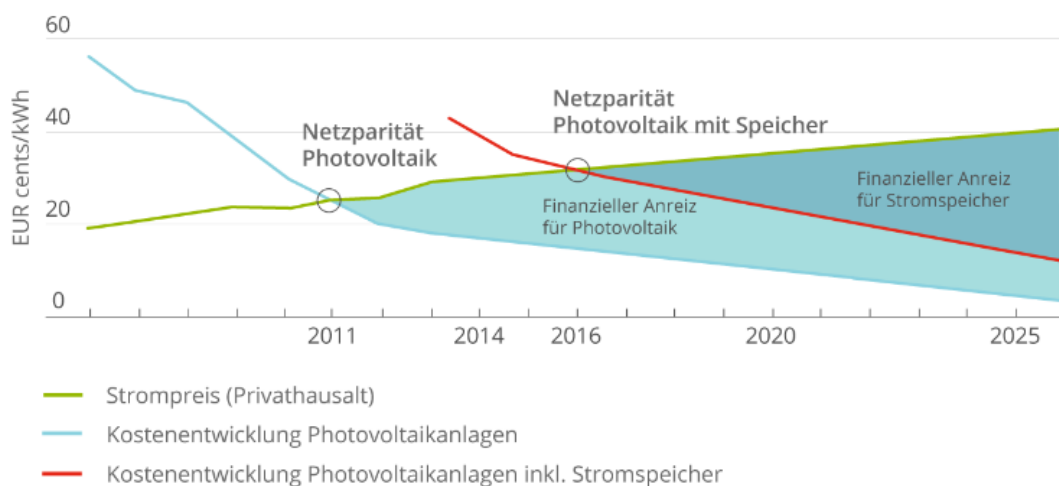


Abbildung 8: Entwicklung der Wirtschaftlichkeit von PV-Speicher-Systemen aus Herstellersicht, entnommen aus [6]

Verschiedene Hersteller entwickeln aktuell Vermarktungs-Modelle, bei denen sich Teilnehmer bilanziell gegenseitig mit selbst erzeugtem Strom versorgen können (siehe dazu Kapitel 3.3). Ein besonderes Interesse an lokal erzeugtem Strom ist bei Mieterstrom-Projekten zu verzeichnen, bei denen erzeugter Strom aus einer PV-Anlage oder einem BHKW den Mietern durch Wegfall einiger Entgelte und Umlage günstig bereitgestellt werden kann. Bei einer Umfrage von LichtBlick unter 1371 Mietern konnten sich 66 % der Befragten vorstellen, Mieterstrom zu beziehen, wobei es hierbei zunächst nicht um den Einsatz von Batteriespeichern ging. [7] [8]

Die allgemeine Akzeptanz und Investitionsbereitschaft für private PV-Speicher wurde im Projekt PV-Nutzen im Rahmen der Förderinitiative Energiespeicher untersucht [9].

In Abbildung 9 werden die Gründe für eine Investition in PV-Speicher verglichen, wobei die Unabhängigkeit vom Energieversorger die größte Rolle spielt. Die weitere Untersuchung zeigt,

dass ein zeitweiser Zugriff des Netzbetreibers auf den Speicher tolerierbar ist, wenn insbesondere die Vergütung als angemessen betrachtet wird. [9]

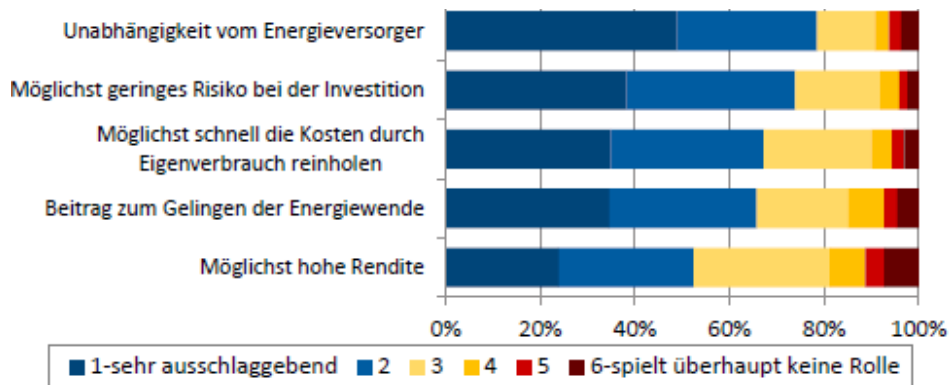


Abbildung 9: Investitionsgründe für PV-Speicher, entnommen aus [9]

Einen zusätzlichen Anreiz zum Kauf eines Batteriespeichers schafft die staatliche Förderung über Finanzierungsmodelle der KfW. Dabei sollen die geförderten Systeme der Netzintegration kleiner bis mittelgroßer PV-Anlagen dienen. Das BMWi stellt Tilgungszuschüsse für das Batteriesystem bereit. Die verbesserte Netzintegration wird durch eine Begrenzung der Leistungsabgabe am Netzanschlusspunkt auf 50% der installierten Leistung der PV-Anlage erreicht. Zusätzlich muss der Wechselrichter über eine Schnittstelle zur Fernparametrierung der Wirk- und Blindleistungsabgabe sowie zur Fernsteuerung verfügen. Letztere darf allerdings nur mit Zustimmung des Anlagenbetreibers erfolgen. [10]

2.2 Energiehändler

Für Energiehändler könnten PV-Speicher zukünftig zur Vermarktung der Flexibilität im kurzfristigen Spot- oder Intraday-Handel interessant sein. Dabei sind Poolkonzepte hervorzuheben, bei denen eine größere Anzahl von Speichern wie eine Großbatterie betrieben und vermarktet werden kann (siehe Kapitel 4.3).

Im Rahmen der Bilanzkreisoptimierung können zudem kurzfristige Defizite ausgeglichen werden, um den Bezug von Ausgleichsenergie zu vermeiden.

2.3 Netzbetreiber

Für Netzbetreiber, in Bezug auf private PV-Anlagen insbesondere Verteilnetzbetreiber, sind Versorgungssicherheit und Power-Quality das oberste Gebot. Im Rahmen der lokalen Netzplanung und -überwachung ist eine Überlastung der Betriebsmittel, besonders der Niederspannungsstränge zu vermeiden. Gleichzeitig müssen Spannungshaltung und Blindleistungsmanagement sichergestellt werden.

Der starke Zubau von privaten PV-Anlagen bringt die Netze gerade in ländlichen Regionen an ihre Belastungsgrenze. Bei einer drohenden Überlastung eines Netzstrangs muss der Netzbetreiber durch das sog. Einspeisemanagement gezielt PV-Anlagen abregeln.

Private PV-Batteriespeicher können durch einen netzdienlichen Betrieb (siehe Kapitel 1.4) den Einsatz von Einspeisemanagement verhindern oder zumindest reduzieren. Dabei ist es denkbar, dass Netzbetreiber zukünftig gezielt das Einspeiseverhalten von PV-Batteriesystemen per Fernzugriff parametrisieren und somit die Integration weiterer PV-Anlagen im entsprechenden

Netzgebiet ermöglichen können. Eine vollständige Übernahme der Speichersteuerung privater Anlagen für netzdienliche Zwecke ist dagegen eher unwahrscheinlich (siehe Kapitel 1.4).

2.4 Energieversorgungsunternehmen

PV-Batteriespeicher können für Energieversorgungsunternehmen eine weitere Vertriebsoption darstellen. Während Eigenversorgungskonzepte zunächst in Konkurrenz zum Stromverkauf stehen, können Verkauf, Montage und Wartung von PV-Batterie-Kombinationen eine zusätzliche Erlösoption bieten. Durch Poolung der Anlagen sind zudem Vermarktungsoptionen im kombinierten Betrieb möglich.

Klassische Stadtwerke zeichnen sich durch ihre räumliche Nähe zu den Kunden aus und können die oben skizzierten Dienstleistungen speziell für Kunden in der Region anbieten. Hierbei wären insbesondere lokale Stromgemeinschaftsmodelle denkbar.

3. Anwendungsbeispiele

Verschiedene Hersteller, Energieversorger und Betreiber virtueller Kraftwerke zeigen bereits heute die großflächige Umsetzung von PV-Batterie-Systemen im Allgemeinen und kombinierte Betriebsweisen im Besonderen. Im Folgenden werden diese beispielhaft aufgelistet und referenziert.

3.1 Hersteller

Hersteller von Batteriespeichern und Steuerungstechnik bieten verschiedene Lösungen je nach Anforderungsprofil des jeweiligen Kunden. Neben dem einfachen Vertrieb von Batteriespeichern setzen die Hersteller dabei zunehmend auch auf den Verkauf von Zusatzkomponenten zum Management und Monitoring der Stromflüsse im Haushalt:

- SOLARWATT bietet neben PV-Anlagen auch Batteriespeicher und ein Energiemanagement-System. Über den SOLARWATT EnergyManager können entsprechend ausgestattete Geräte wie Geschirrspüler oder Waschmaschinen gezielt angesteuert werden. Der Nutzer hat über eine Weboberfläche die Möglichkeit, die Energieflüsse zu beobachten. [11]
- Auch der Wechselrichter-Hersteller SMA bietet eine intelligente Speichersteuerung an, bei der die Batterie prognosebasiert geladen wird. Gleichzeitig können Verbraucher im Haushalt durch ein Energiemanagementsystem gezielt dann zugeschaltet werden, wenn viel Leistung bereitsteht. [12]

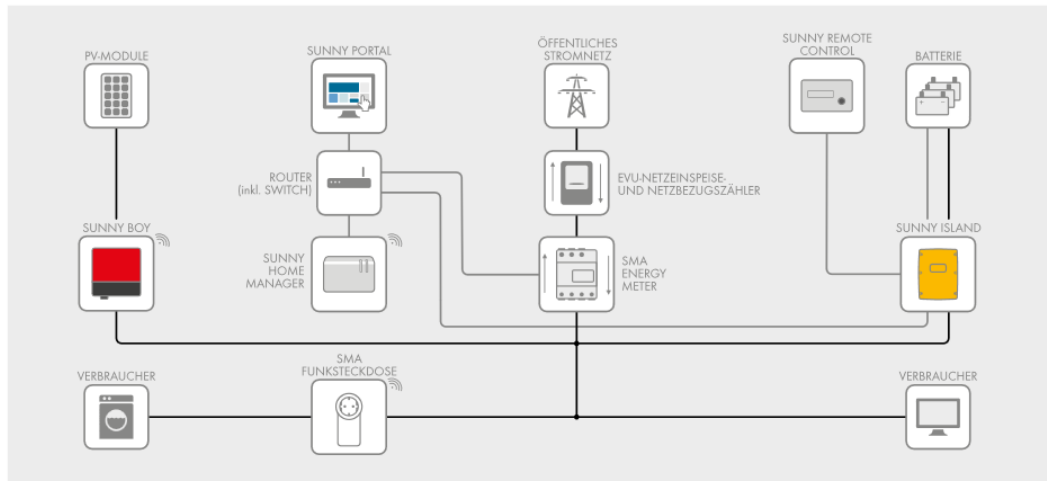


Abbildung 10: SMA-Energiemanagement-System, entnommen aus [13]

- Im Gegensatz zu den vielen anderen Herstellern, deren Speicher meist im Keller installiert werden, vertreibt Tesla mit der Powerwall einen Batteriespeicher, der theoretisch an jeder Stelle im Haus angebracht werden kann. Tesla wirbt mit der Möglichkeit einer zeitweisen Autarkie durch eingebaute Wechselrichter, wenn die Netzversorgung wegfällt. Der Aggregator LichtBlick hat angekündigt, mit Tesla zusammenzuarbeiten und die Batterien in den Lichtblick-Schwarm einzubinden (siehe Kapitel 3.3). [14]

3.2 Energieversorger und Dienstleister

Während sich viele Stadtwerke weiterhin auf den Verkauf von Stromprodukten fokussieren, bieten einige bereits die Installation von PV-Anlagen und Batteriespeichern in Privathaushalten als Dienstleistung an:

- Die Stadtwerke Osnabrück bieten neben dem Paket SOLARkomplett Plus mit einem Stromspeicher inkl. PV-Anlage auch das Paket SOLARspeicher an. Dabei wird ein Speicher zur Ergänzung bestehender PV-Anlagen vertrieben. Zur Bestimmung der für den Kunden richtigen Speicherdimensionierung steht ein Online-Tool bereit, das unter Vorgabe von Verbrauch, der PV-Peak-Leistung und der Speicherkapazität den Eigenverbrauchsanteil sowie den Autarkiegrad direkt bestimmt. [15]
- Auch die Stadtwerke München bieten im Paket M/Solar Plus Stromspeicher sowohl für neue als auch bestehende Anlagen als Kauf- oder Pachtoption an. Die Betriebsweise dient hierbei der Maximierung des Eigenverbrauchs. [16]
- Der SonnenSpeicher der Energieversorgung Mittelrhein bietet dem Kunden ein Komplettpaket von einer Machbarkeitsprüfung, Finanzierung, Logistik bis hin zur Montage. [1]

3.3 Virtuelle Speicher und Energie Communitys

Mit der kommunikationstechnischen Verbindung mehrerer privater Batteriespeicher zu virtuellen Großspeichern setzen erste Anbieter bereits kombinierte Betriebsweisen in die Praxis um:

- LichtBlick bindet private Batteriespeicher in den LichtBlick-Schwarm ein. Über die Schwarmatterie soll zukünftig an den Energiemärkten gehandelt werden, sobald dies durch rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen sinnvoll ist. [17]
- EnBW bietet im Programm solar+ einen Speicher mit Energiemanagementsystem und Zugang zu einer Energie-Community, bei denen sich Teilnehmer untereinander überschüssigen Strom verkaufen können. [18]
- Caterna integriert private Batteriespeicher in ein Netzwerk verschiedener weiterer Speicher des Herstellers. Durch ein zentrales Managementsystem ist der Anbieter theoretisch in der Lage, die Speicher als virtuelle Großbatterie zum Handel am Strom- und Regelleistungsmarkt einzusetzen. Zukünftig sollen weitere Flexibilitäten wie Wärmepumpen, BHKWs und Elektroautos in das System integriert werden. [19] [20]

4. IKT-Lösungen

Im Folgenden werden verschiedene Anbindungskonzepte von PV-Batteriesystemen beispielhaft vorgestellt. Insgesamt ist festzuhalten, dass sich bisher keine einheitlichen Schnittstellen und Standards etabliert haben und nahezu jeder Hersteller sein eigenes System umsetzt.

4.1 Smart Meter

Elektronische Stromzähler dienen zunächst einer digitalen zeitlich aufgelösten Erfassung von Stromverbrauch- und Einspeisung mit Möglichkeit einer Fernauslesung.

In Zukunft ist durch die Gesetzgebung mit einer zunehmenden Verbreitung von Smart Metern zu rechnen. Bei PV-Anlagen ohne Smart Meter muss der Wechselrichter auf 70 % der Nennleistung abgeregelt werden. Mit Smart Meter dagegen kann die Nennleistung genutzt werden, wenn zu diesem Zeitpunkt 30 % Eigenverbrauch und 70 % Einspeisung vorliegen. [6]

Ein Smart Meter enthält in der Grundvariante keine über die Zählung hinausgehende Intelligenz. Über ein entsprechendes Smart Meter Gateway wäre es theoretisch möglich, einen Speicher ferngesteuert zu laden und entladen. Hier fehlen jedoch noch die entsprechenden technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen. [21] [22] [23]

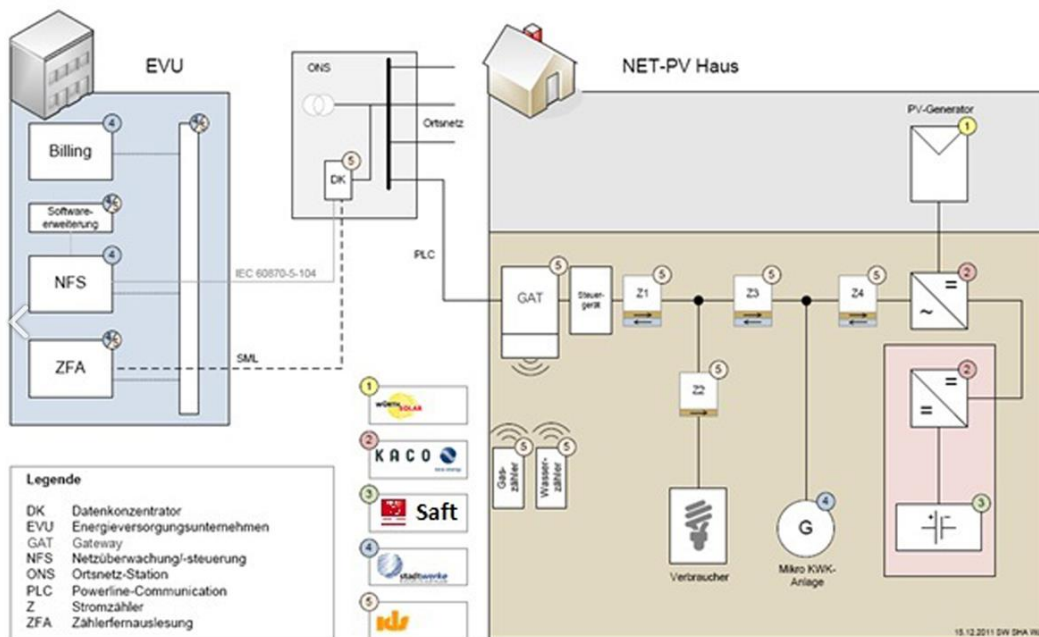


Abbildung 11: Systemarchitektur Projekt NET-PV, entnommen aus [24]

Eine entsprechende Lösung wurde im Projekt NET-PV gezeigt, in dem der kombinierte Betrieb von PV-Batteriesystem für Netzdienstleistungen und Eigenverbrauch untersucht wurde. Die eingesetzte Kommunikationstechnologie kann Abbildung 11 entnommen werden. Über ein Steuergerät sind u.a. verschiedene Zwischenzähler und das Batteriesystem mit einem Gateway verbunden. Dieses wiederum kommuniziert mit einem Datenkonzentrator in der Ortsnetzstation über eine Powerline-Communications Verbindung. Dieser Datenkonzentrator ist über Fernwirkprotokolle mit der Netzsteuerung, der Zählerfernauslesung und der Abrechnung verbunden. [24]

4.2 VHP-Ready

Einen Ansatz zur Standardisierung verschiedener dezentraler Einheiten bietet der VHP-Ready-Standard. Auf Basis bestehender IEC-Fernwirkprotokolle werden Datenpunkte, Steuerungsmodi und Sicherheitsaspekte definiert. Neben zahlreichen Erzeugern wie Windkraftanlagen, PV-Anlagen und BHKWs sind auch Batteriespeicher und Verbraucher in ein VHP-Ready-Kraftwerk integrierbar.

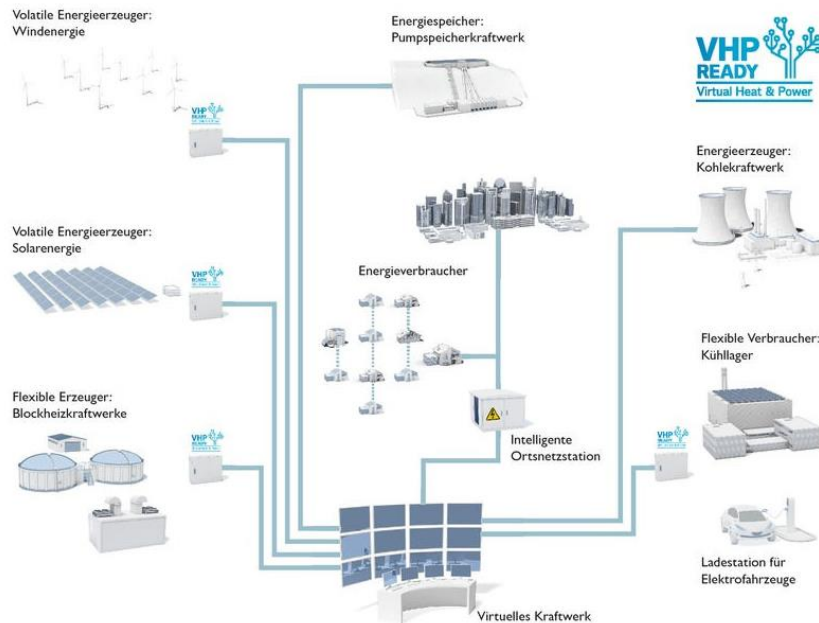


Abbildung 12: Virtuelles Kraftwerk auf VHP-Ready-Basis, entnommen aus [25]

4.3 Proprietäre Lösungen

Viele Hersteller und Anbieter wie Caterva und Lichtblick setzen aktuell auf eigene Entwicklungen in Bezug auf Kommunikations- und Steuerungstechnik. Dabei kommen häufig bereits vorhandene DSL- und Mobilfunksysteme zum Einsatz. Eine Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellern ist dabei oft nicht gegeben. Der VHP-Ready-Ansatz kann hier eine Lösungsoption darstellen, um die Kommunikation zukünftig herstellerübergreifend zu vereinfachen. LichtBlick hat angekündigt, die Integration von Batterien des Herstellers Tesla in die Schwarmbatterie gemäß der VHP-Ready-Definition vorzunehmen. [26]

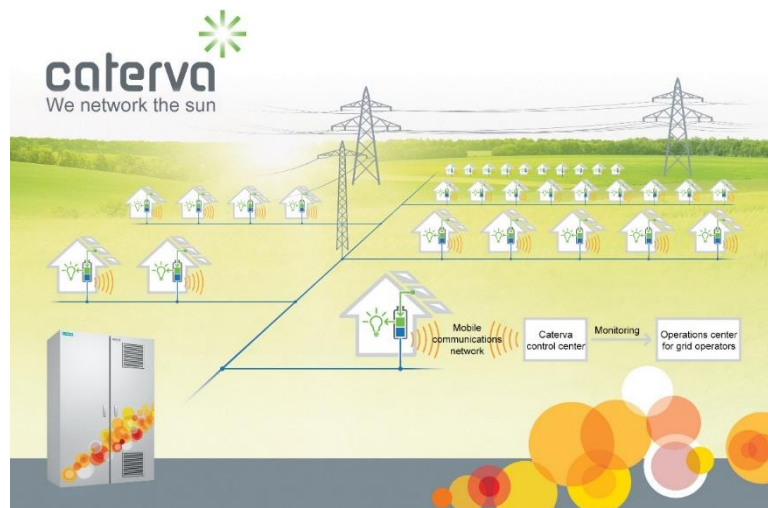


Abbildung 13: Caterva Sonnen-Netzwerk, entnommen aus [20]

5. Literaturverzeichnis

- [1] „Energieversorgung Mittelrhein SonnenSpeicher,“ [Online]. Available: <https://www.evm.de/evm/SonnenSpeicher>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [2] M. Sterner, F. Eckert, M. Thema und F. Bauer, „Der positive Beitrag dezentraler Batteriespeicher für eine stabile Stromversorgung,“ Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES) OTH Regensburg, Kurzstudie im Auftrag von BEE e.V. und Hannover Messe, Regensburg / Berlin / Hannover, 2015.
- [3] „Next Kraftwerke - Produzenten,“ [Online]. Available: <https://www.next-kraftwerke.de/virtuelles-kraftwerk/stromproduzenten/solar>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [4] M. Pielke, „Ein rechtliches Konzept zur gemeinschaftlichen Nutzung von Speichern in einer Cloud,“ 3. Dezember 2015. [Online]. Available: <http://docplayer.org/10160181-Green2store-ein-rechtliches-konzept-zur-gemeinschaftlichen-nutzung-von-speichern-in-einer-energy-storage-cloud.html>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [5] S. C. Baden-Württemberg, „Photovoltaik künftig noch lukrativer: Solarstromspeicher werden wirtschaftlich,“ 11. Mai 2017. [Online]. Available: http://solarcluster-bw.de/fileadmin/user_upload/Pressemitteilungen/170511_SolarCluster_PM_WirtschaftlichkeitBatteriespeicher.pdf. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [6] Wegatech, „So erhöhen Sie den Eigenverbrauch Ihrer Photovoltaikanlage,“ [Online]. Available: <http://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/grundlagen/eigenverbrauch-pv-steigern/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [7] „LichtBlick - Mieterstrom,“ [Online]. Available: <https://www.lichtblickblog.de/meinung-position/mieterstrom-mieter-solarstrom-gesetz/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [8] „BMWi - Mieterstrom,“ [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/mieterstrom.html>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [9] J. Moshövel, D. Magnor und D. U. Sauer, „Ergebnisbericht Projekt PV-Nutzen Analyse des wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Nutzens von PV-Speichern,“ Dezember 2015. [Online]. Available: https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2015/PV-Nutzen_Verbund-Schlussbericht.pdf. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [10] KfW, „KfW-Programm Erneuerbare Energien "Speicher",“ [Online]. Available: [https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.pdf). [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [11] „SOLARWATT Energiemanagement,“ [Online]. Available: <https://www.solarwatt.de/komponenten/energiemanagement>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [12] SMA, „Solarstrom speichern, aber schlau bitte!,“ 8. Mai 2015. [Online]. Available: <http://www.sma-sunny.com/solarstrom-speichern-aber-schlau-bitte/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].

- [13] SMA, „SMA FLEXIBLE STORAGE SYSTEM,“ [Online]. Available: https://www.sma.de/fileadmin/user_upload/FSSMAPPE-DDE1509-V10web.pdf. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [14] „Lichtblick - Tesla im Schwarm,“ [Online]. Available: <https://www.lichtblickblog.de/schwarmenergie/erste-powerwall-von-tesla-im-lichtblick-schwarm/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [15] „Stadtwerke Osnabrück - SOLARspeicher,“ [Online]. Available: <https://www.stadtwerke-osnabrueck.de/privatkunden/energie/dienstleistungen/solarspeicher.html>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [16] „Stadtwerke München Solar Plus,“ [Online]. Available: <https://www.swm.de/dam/swm/dokumente/kundenservice/energieberatung/m-solar-plus/flyer-m-solar-plus.pdf>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [17] LichtBlick, „Schwarmbatterie,“ [Online]. Available: <https://energie.lichtblick.de/schwarmbatterie/faq>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [18] EnBW, „EnBW solar+,“ [Online]. Available: <https://www.enbw-solarplus.de/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [19] „Caterva Sonnen-Netzwerk,“ [Online]. Available: <https://energie-wissen.de/stromspeicher-ernetzen/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [20] Caterva, „Sonne,“ [Online]. Available: <http://www.caterva.de/en/?press>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [21] V. Qaschnig, „Der Smartmeterwahn,“ 2016. [Online]. Available: <https://www.volker-quaschnig.de/artikel/2016-01-Smartmeterwahn/index.php>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [22] „PV magazine - Smart Meter Rollout hat begonnen,“ 1. Januar 2017. [Online]. Available: <https://www.pv-magazine.de/2017/01/03/smart-meter-rollout-hat-begonnen-was-nun/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [23] „RWE/PPC - Steuerbox für Smart Meter,“ 15. Februar 2016. [Online]. Available: <http://www.felix-energie.de/Allgemeine-News/Intelligente-Netzsteuerung-mit-RWE-und-PPC-Neue-Steuerbox-fuer-Smart-Meter.html,492402>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [24] „Projekt NET-PV,“ [Online]. Available: http://forschung-energiespeicher.info/projektschau/gesamtliste/projekt-einzelansicht/95/Mit_dezentralen_PV_Batteriesystemen_das_Netz_managen/. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [25] „Phoenix Contact VHP ready,“ [Online]. Available: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/de?1dmy&urile=wcm%3Apath%3A/dede/web/main/products/technology_pages/subcategory_pages/vhpready/d17bb07b-3f2f-486b-8fb3-b2e91a47c39c. [Zugriff am 14. Juni 2017].

- [26] „Lichtblick - VHP ready,“ 7. Mai 2015. [Online]. Available: <https://www.pv-magazine.de/2015/05/07/lichtblick-will-mit-teslas-neuen-speichern-seine-schwarmbatterie-erweitern/>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [27] „Tesla Powerwall,“ [Online]. Available: https://www.tesla.com/de_DE/powerwall. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [28] Solarwatt, „Photovoltaik Förderung im Überblick,“ [Online]. Available: <https://www.solarwatt.de/photovoltaikanlagen/grundlagen/foerderung>. [Zugriff am 14. Juni 2017].
- [29] BMWi, „PV-Batteriespeicherförderung startet am 1. März,“ 19. Februar 2016. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2016/20160219-pv-batteriespeicherfoerderung-startet-am-1-maerz.html>. [Zugriff am 14. Juni 2017].