



# ÜBERBLICK & ERGEBNISSE

# Forschungsprojekt MAGDA

## Multi-Use-Quartierspeicher in Groß-Umstädter Solarsiedlung



## INHALT

Projekthintergrund und Ausgangssituation .....	3
Zielsetzung .....	4
Stand der Wissenschaft und Technik .....	6
Modellaufbau und Projektansatz MAGDA .....	7
Konzept der Multi-Use-Flexibilität.....	8
Energieflüsse .....	10
Das Netzlabor .....	12
Multi-Use-Anwendung im Projekt MAGDA .....	14
Eigenstromoptimierung .....	17
Flexibilitätsmanager .....	19
TOOL Speicherscheibenempfehlung .....	20
Visualisierung ITC-Portal .....	22
Primärregelenergie .....	22
Regionaler Marktplatz .....	23
Betriebswirtschaftliche Bewertung .....	25
Beurteilung & Ausblick .....	26
Projektkompetenz .....	27
Status Quo Quartierspeicher im ENTEGA Konzern .....	27
Projektfilm .....	28
Der Auftraggeber .....	28
Projektlaufzeit .....	28
Impressum .....	28

### Hinweise zum Sprachgebrauch

Bei Personen- und Berufsbezeichnungen werden aus Gründen der besseren Lesbarkeit nicht durchgehend beide Geschlechterformen verwendet (z.B. Teilnehmerinnen und Teilnehmer). Die Verwendung nur einer Geschlechterform schließt selbstverständlich die andere mit ein.

## PROJEKTHINTERGRUND UND AUSGANGSSITUATION

Im Zuge des klimapolitischen Wandels der letzten Dekade hat die Bundesregierung festgelegt, dass bis zum Jahr 2035 zwischen 55 und 60 Prozent und bis 2050 rund 80 Prozent des benötigten Stroms aus erneuerbaren Energiequellen stammen soll. Im Fokus steht die Nutzung der regionalen Standortpotenziale von Windenergie und Photovoltaikenergie. Diese sogenannten fluktuierenden Erzeuger bringen jedoch eine entscheidende Herausforderung mit sich, da sie nur schwankend Energie zur Verfügung stellen. Um die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit im Energiesektor zu gewährleisten, müssen Lösungen gefunden werden. Im Fokus des politischen Kontextes stehen Speichertechnologien, um die Flexibilität der Energieversorgung zu erhöhen. Der ENTEGA-Konzern beschäftigte sich schon früh mit der Integration von Speichertechnologien im Energiemarkt. Technologieinnovationen sind wegweisend, um eine regionale Energiewende zu ermöglichen und die klimapolitischen Ziele bundesweit zu erreichen.

Allerdings ist die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in Batteriespeichersysteme derzeit eine sehr kritische Frage. In den meisten Anwendungen sind die erzielbaren Renditen noch nicht ausreichend, um eine starke Verbreitung von Batteriespeichersystemen zu ermöglichen. Aktuelle Wirtschaftlichkeitsberechnungen legen nahe, dass Batteriespeicher möglichst häufig und für verschiedene Einsatzgebiete genutzt werden sollten. Aufgrund ihrer technischen Eigenschaften sind sie ideal dazu geeignet, unterschiedlichste Flexibilitätsanforderungen parallel zu erfüllen.

Die Integration eines Quartierspeichers in einer Solarsiedlung ist zukunftsweisend. Teilnehmende Anwohner optimieren ihren Eigenverbrauch und erhöhen dadurch gleichzeitig den Verbrauch von erneuerbarer Energie am Ort der Erzeugung. Im Forschungsprojekt „MAGDA“ wurde in der Solarsiedlung „Am Umstädter Bruch“ in Groß-Umstadt ein Quartierspeicher installiert. Um positive Synergieeffekte im Betrieb zu ermöglichen, wurde dieser als Multi-Use-Flexibilität betrieben. Bei der Erstellung der kundenindividuellen Fahrpläne wurde eine Kurzzeitspeicherung der Energiemengen forciert, um Kapazitäten für weitere Anwendungen, exemplarisch Regelenergie, freizuhalten. Für den konkreten Einsatz von Speichern braucht es Dienstleistungen, die für einen reibungslosen Ablauf, effiziente Verteilung und die technische Überwachung sorgen. Eine unkoordinierte Nutzung von Quartierspeichern bringt keinen Systemnutzen und verringert gleichzeitig dessen Wirtschaftlichkeit.

Die ENTEGA AG (ENTEKA) ist mit dem Verteilnetzbetreiber e-netz Süd Hessen AG (e-netz) als Energieversorger für Süd Hessen langfristig gefordert, sich auf den Umbau der Verteilnetze einzustellen, um die Übertragungsnetze zu entlasten. Das Land Hessen unterstützte durch das Projekt „MAGDA“ den ENTEKA-Konzern während der Projektlaufzeit von 2020-2022 in der Solarsiedlung in Groß-Umstadt bei der Anschaffung einer Erweiterungskomponente zum neuen Speicher, die den Multi-Use-Betrieb erst möglich machte.

Im Rahmen des Projektes MAGDA wurde ein Netzlabor auf Niederspannungsebene aufgebaut. Auf Basis der erhobenen Messwerte konnten unter Berücksichtigung der makroökonomischen und regulatorischen Rahmenbedingungen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten für den Quartierspeicher bewertet werden. Ein besonderer Fokus beim Aufbau des Betriebsmodells war die Nutzung moderner Messtechnik und die system- und hardwaretechnische Ertüchtigung der tangierenden Systeme und Betriebsmittel, welche einen Multi-Use-Betrieb ermöglichen.

#### HINTERGRUND DES PROJEKTS:

- Integration von Speichertechnologien erhöhen die Flexibilität der Energieversorgung.
- Wirtschaftlichkeit von Speichern derzeit in nahezu keiner Anwendung gegeben.
- Einsatz von Quartierspeicher als Multi-Use-Flexibilität bietet Synergieeffekte.

#### ZIELSETZUNG

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, müssen nicht nur die in den ersten Jahren des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) gebauten Anlagen am Netz bleiben oder durch Neuanlagen ersetzt werden, sondern es ist auch ein massiver Ausbau von Photovoltaikanlagen notwendig. Das Osterpaket 2022 der Bundesregierung bietet dabei erste Tendenzen für eine positive Entwicklung. Mit der Nutzung des eigenerzeugten Stroms für Heizung, Warmwasserbereitung und Elektromobilität kann der von Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) erzeugte Strom auch in diesen Anwendungsbereichen den Anteil emissionsfreier Energie steigern. In der Anfangsphase der PV lohnte sich das Investment in eine Dachanlage allein aufgrund der damals hohen Einspeisevergütungen. Mit dem Abschmelzen der EEG-Vergütungen und der aktuellen Energiekrise wird es zunehmend attraktiver, den erzeugten Strom selbst zu verbrauchen. Da der durch PV-Anlagen erzeugte Strom nicht immer dann benötigt wird, wenn er erzeugt wird, kann eine Speicherung in einem Batteriespeicher diesen Effekt noch deutlich verstärken. Der eigenerzeugte Strom kann zwischengespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden.

Neben diesen politischen und wirtschaftlichen Faktoren spielt bei vielen Verbrauchern auch der Autarkiegedanke eine wichtige Rolle. Ebenso kann der Wunsch, sich persönlich an der Energiewende zu beteiligen, ein Investitionsmotiv sein. Für viele Bürger ist es wichtig, die individuelle Energieversorgung weg von zentralen, als anonym wahrgenommenen Strukturen bei der Lieferbeziehung mit einem herkömmlichen Versorger, hin zu nachbarschaftlichen Modellen umzustellen.

Für die Netzbetreiber bedeutet die immer weiterreichende Eigenversorgung der Verbraucher eine gravierende Veränderung in ihrem bisherigen Geschäftsmodell. Sie müssen einerseits weiter das bestehende Netz vorhalten für den seltenen Fall, dass die Kunden aufgrund von Dunkel- und Kaltperioden oder bei Anlagenwartung und -ausfall Strom aus dem Netz ziehen. Gleichzeitig müssen sie den stabilen Netzbetrieb sicherstellen. Es können sich jedoch auch positive Effekte auf das Netz ergeben. Dies ist dann der Fall, wenn eine große Zahl von Hausbatterien netzdienlich eingesetzt wird. Speziell bei Quartierspeichern spielt auch Regelenergie eine große Rolle.

Mit der Integration eines Quartierspeichers in einer Solarsiedlung optimieren die teilnehmenden Anwohner ihren Eigenverbrauch und steigern dadurch gleichzeitig den Verbrauch von erneuerbarer Energie am Ort der Entstehung. Das wirtschaftliche Optimum liegt in den allermeisten Fällen jedoch nicht zwangsweise bei einem Autarkiegrad von 100%. Daher wurde für jeden Nutzer des Quartierspeichers anhand seiner Bezugsgrößen und der erzeugten Photovoltaik-Energie eine für ihn sinnvoll dimensionierte Speicherkapazität errechnet, die jederzeit monatlich anpassbar war.

Für den Erfolg von Quartierspeichern fehlen bisher Geschäftsmodelle und dazugehörige Dienstleistungen noch völlig. Bislang verhindern die Komplexität und Vielseitigkeit der Anforderungen, die es bei der Implementierung von Quartierspeichern zu beachten gilt, wie auch die Ungewissheit in Bezug auf die rechtlichen Rahmenbedingungen, dass einzelne Unternehmen in die Entwicklung solcher Geschäftsmodelle und Dienstleistungen investieren. Für den konkreten Einsatz von Speichern braucht es Dienstleistungen, die für einen reibungslosen Ablauf, effiziente Verteilung und die technische Überwachung sorgen, da eine unkoordinierte Nutzung des Quartierspeichers keinen Systemnutzen bieten kann. Dies ermöglicht ein Quartierspeicher, der als Multi-Use-Flexibilität betrieben wird.

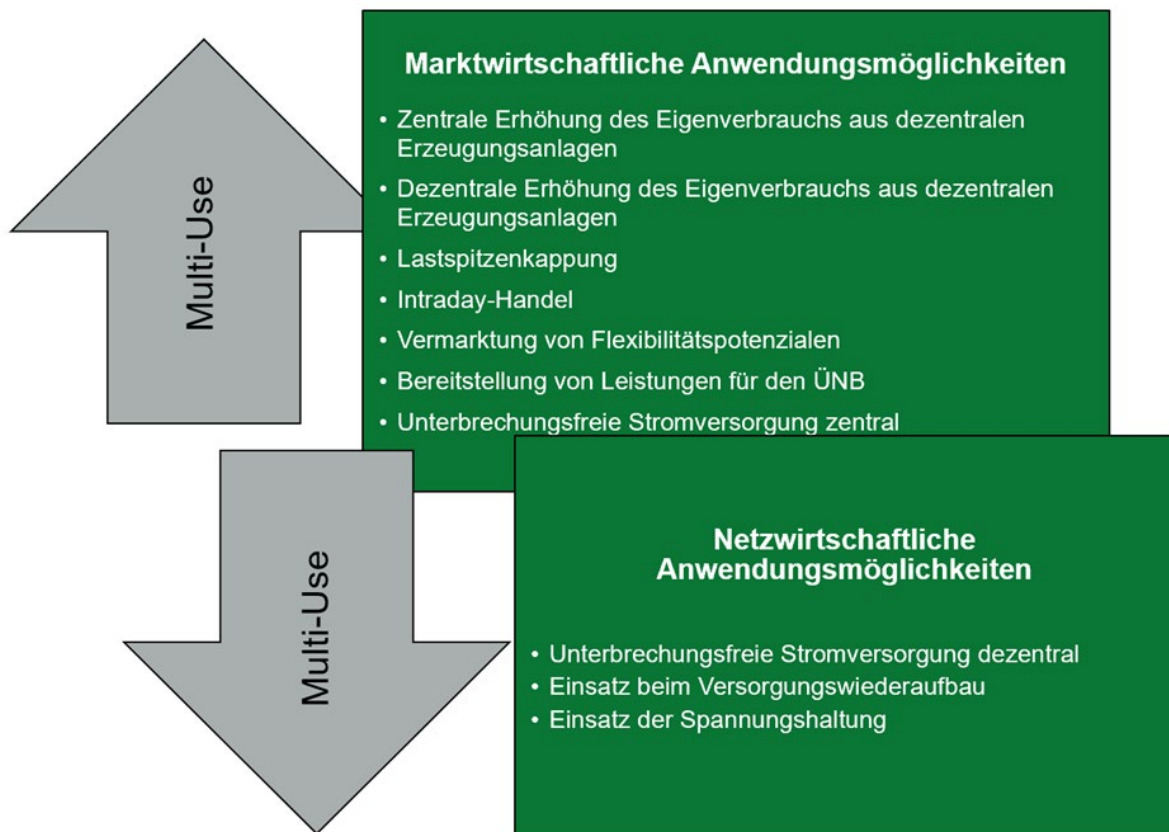
#### ZIELSETZUNGEN DES PROJEKTS:

- Die Entwicklung und Umsetzung kosteneffizienter Betriebsmodelle für Quartierspeicher.
- Eine optimale Ausnutzung vorhandener Infrastrukturen.
- Umsetzung des Quartierspeichers als Multi-Use-Flexibilität.

## STAND DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Beim aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik ist beim Einsatz von Speichern zunächst in marktwirtschaftliche und netzwirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten zu differenzieren. Diese Untergliederung ergibt sich durch das Energiewirtschaftsgesetz in Verbindung mit der Reservekraftwerksverordnung, welche nur in Ausnahmefällen die Errichtung und den Betrieb von Speichern durch einen Netzbetreiber als sogenannte Netzreserve ermöglicht. Damit darf der Speicher bei netzwirtschaftlichen Anwendungsmöglichkeiten nur außerhalb des Energiemarktes eingesetzt werden. Bei netzwirtschaftlichen Anwendungsmöglichkeiten steht die Vermeidung eines kostenintensiven Netzausbaus im Fokus, um die originären Netz- und Systemdienstleistungen zu ermöglichen. Alle Netzbetreiber sind dazu verpflichtet, die Stromversorgung jederzeit aufrecht zu erhalten. Speicher können dazu beitragen, Netzausfälle zu vermeiden und je nach Dauer der Störung auch, um Ausfälle zu überbrücken.

Die marktwirtschaftlichen Anwendungsmöglichkeiten können von unterschiedlichen Marktrollen der Energiewirtschaft, aber auch von privaten Endkunden ausgeübt werden. Basierend auf den rechtlichen Rahmenbedingungen darf hieran einzig der Netzbetreiber nicht teilnehmen. Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick über die derzeit möglichen marktwirtschaftlichen und netzwirtschaftlichen Anwendungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie dem Messstellenbetriebsgesetz und Eichrecht.



Im Rahmen des Projektes MAGDA wurde ein Multi-Use-Ansatz aus Dienstleistungsbereitstellung für den Übertragungsnetzbetreiber, dezentrale Erhöhung des Eigenverbrauchs aus dezentralen Erzeugungsanlagen und Intraday-Handel gewählt.

Die Kombination von marktwirtschaftlichen und netzwirtschaftlichen Anwendungsmöglichkeiten ist aus rechtlicher Sicht nicht möglich. Des Weiteren müssen die physikalischen Kennzahlen des Speichers sowie die makroökonomischen Rahmenbedingungen des Energiesektors berücksichtigt werden.

## MODELLAUFBAU UND PROJEKTANSATZ MAGDA

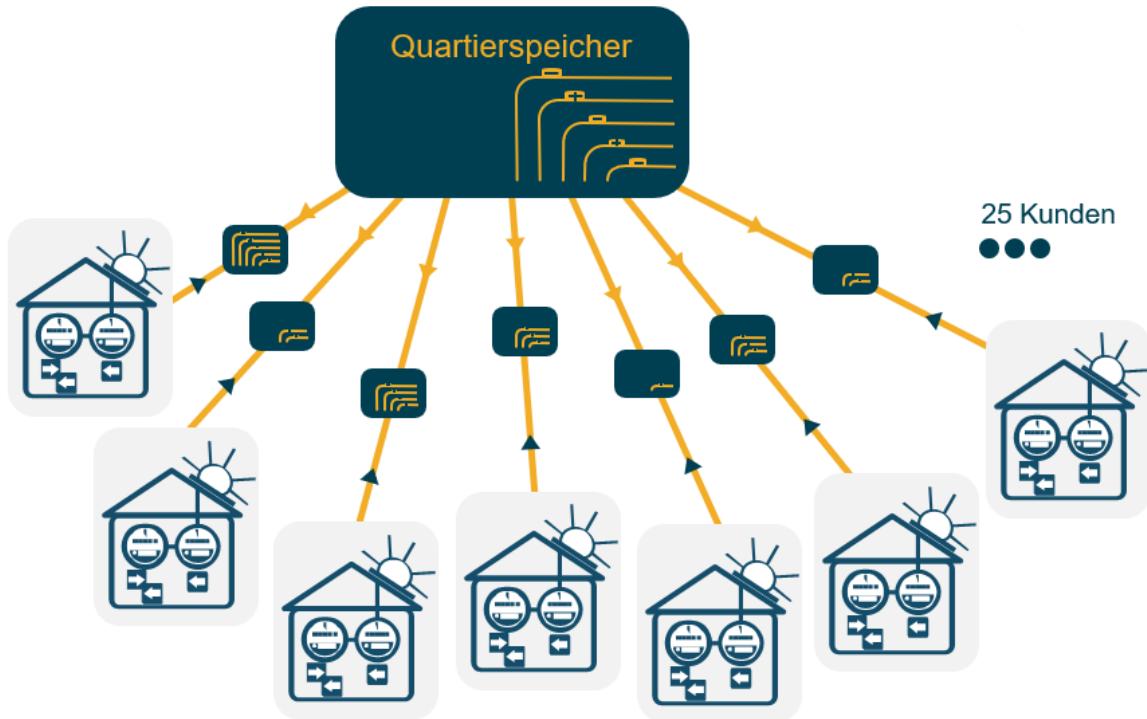
Die Kombination mehrerer Anwendungen bei einer Multi-Use-Flexibilität ermöglicht eine Steigerung der betriebswirtschaftlichen Faktoren und darüber hinaus auch einen optimierten netzdienlichen Einsatz.

Für den konkreten Einsatz von Speichern braucht es Dienstleistungen, die für einen reibungslosen Ablauf, effiziente Verteilung und die technische Überwachung sorgen, da eine unkoordinierte Nutzung des Quartierspeichers keinen Systemnutzen bieten kann. Ein erfolgversprechender Ansatz ist der Betrieb eines Quartierspeichers im Multi-Use-Betrieb. Der Speicher kann ideal in die makroökonomischen Bedingungen integriert werden, um die energetische Flexibilität des Speichers gewinnbringend zu vermarkten. Laut der dena-Netzflexstudie senkt der Einsatz von Multi-Use-Flexibilitäten die Kosten der Energiewende und bietet positive wirtschaftliche Synergieeffekte für die einzelnen Use-Cases.

Im Rahmen des Projektes MAGDA wurde ein Netzlabor auf Niederspannungsebene aufgebaut. Auf Basis der erhobenen Messwerte konnten unter Berücksichtigung der makroökonomischen und regulatorischen Rahmenbedingungen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten für den Quartierspeicher bewertet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse legten die Grundlage für die Evaluation von Kennzahlen in der anschließenden Wirtschaftlichkeitstendenzabschätzung. Ein besonderer Fokus beim Aufbau des Betriebsmodells war die Nutzung moderner Messtechnik und die system- und hardwaretechnische Ertüchtigung der tangierenden Systeme und Betriebsmittel, welche einen Multi-Use-Betrieb ermöglichen. Neben der Betrachtung und Dokumentation möglicher technischer Risiken und Chancen, wurde auch eine Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen durchgeführt, die sich innerhalb des lokalen Marktes für das Projekt ergab. Die Einbindung der Endkunden und die vertragliche Ausgestaltung mit diesen waren ein hervorzuhebender Bearbeitungsaspekt.

Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick zum Quartierspeicherkonzept der Eigenstromoptimierung.

### Quartierspeicherkonzept



### KONZEPT DER MULTI-USE-FLEXIBILITÄT

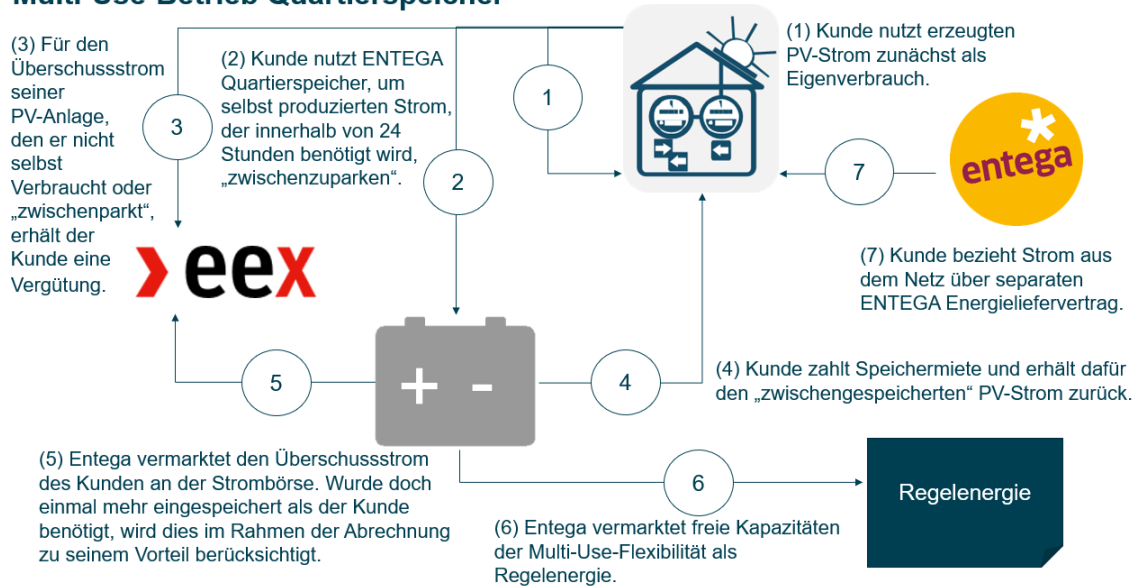
Für den Multi-Use-Betrieb des Quartierspeichers im Projekt MAGDA wurden im Vorfeld die möglichen Betreibermodelle geprüft und aus den vorhandenen markt- und netzwirtschaftlichen Anwendungsmöglichkeiten die Kombination festgelegt, die im Projekt MAGDA zum Tragen kam. Ein besonderer Fokus beim Aufbau des Betriebsmodells war die Nutzung moderner Messtechnik und die system- und hardwaretechnische Ertüchtigung der tangierenden Systeme und Betriebsmittel, welche einen Multi-Use-Betrieb ermöglichen.

#### VORTEILE DES MULTI-USE-BETRIEBS:

- Saisonale Schwankungen von Stromerzeugung und -verbrauch lassen sich mit einem Batteriespeicher, der möglichst häufig und für viele Einsatzgebiete genutzt wird, gut ausgleichen und volkswirtschaftlich nutzen.
- Je nach Ausnutzung der Speicherkapazitäten auf Basis der Eigenstromkapazitäten ergeben sich offene Flexibilitätspotenziale des Energiespeichers.



### Multi-Use-Betrieb Quartierspeicher



Für die Nutzung des Quartierspeichers im Projekt MAGDA wurde festgelegt, dass zunächst die Eigenverbrauchsoptimierung der teilnehmenden Haushalte aus der Solarsiedlung erfolgte und Restkapazitäten am Regelleistungsmarkt zur Verfügung gestellt wurden.

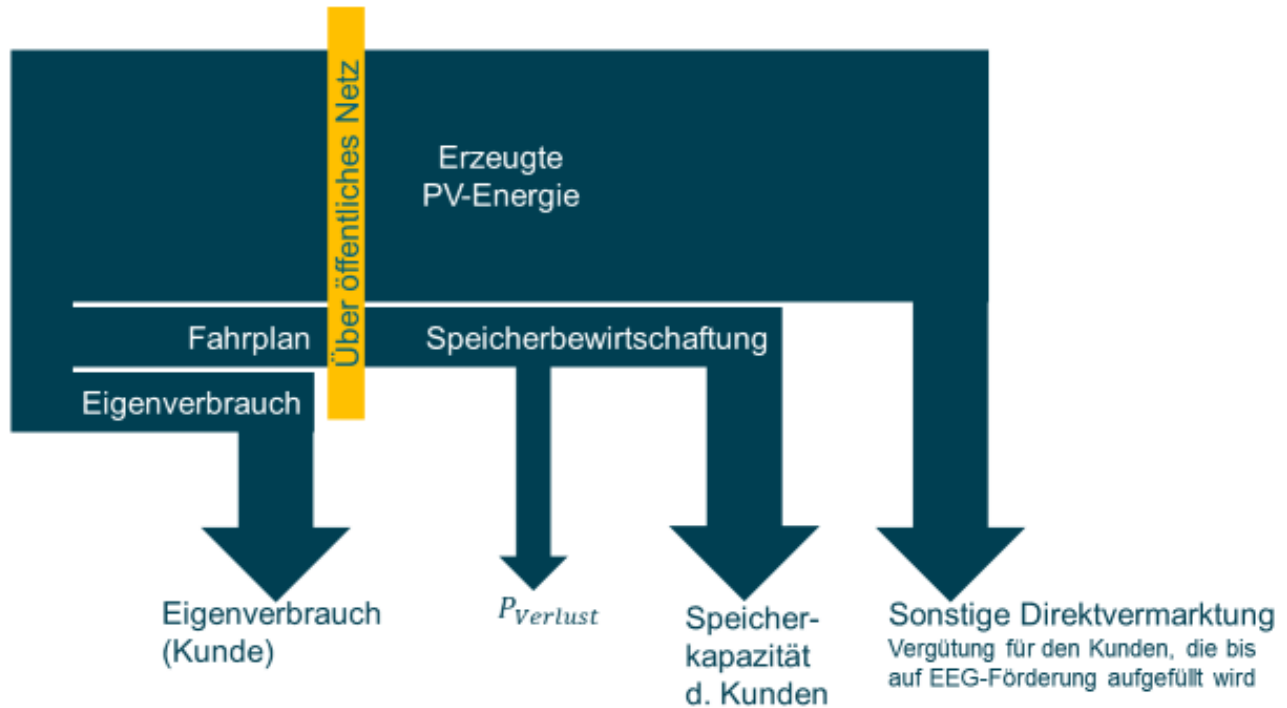
Im Rahmen des Konzeptes wurde zunächst der erzeugte PV-Strom der Haushalte als Eigenverbrauch genutzt (1). Im zweiten Schritt (2) nutzte der Kunde den Quartierspeicher, um den selbst produzierten Strom, den er innerhalb von 24 Stunden benötigte, „zwischenzuparken“. Zentrales Element war dabei der Flexibilitätsmanager. Im Zuge der Umsetzung der Leitidee musste hierauf basierend ein Flexibilitätsfahrplan erarbeitet werden, welcher die makroökonomischen Rahmenbedingungen sowie die technischen Prämissen des Speichers berücksichtigte.

Für die tägliche Einspeicherung erstellte ENTEGA mit Hilfe eines intelligenten Tools (Flexibilitätsmanager) einen individuellen Fahrplan. Den Kunden wurden flexible und variable Speicherpakete in unterschiedlichen Größen (von XS bis XL) angeboten. Für die Nutzung des Quartierspeichers zahlte der Kunde eine monatliche Speichermiete (4) und erhielt dafür seinen „zwischen gespeicherten“ PV-Strom zurück. Für den Überschussstrom seiner PV-Anlage (3), den der Kunde nicht selbst verbrauchte oder „zwischen speicherte“, erhielt er eine Vergütung.

ENTEKA vermarktete den danach noch verbleibenden Überschussstrom des Kunden an der Strombörse (5). Wurde doch einmal mehr eingespeichert als der Kunde benötigte, wurde dies im Rahmen der Abrechnung zu seinem Vorteil berücksichtigt. Im Rahmen der Multi-Use-Anwendungen wurde der Überschussstrom als Regelleistung (6) vermarktet. Strom, der darüber hinaus benötigt wurde, wurde vom Kunden über einen separaten Stromliefervertrag bezogen (7).

## ENERGIEFLÜSSE

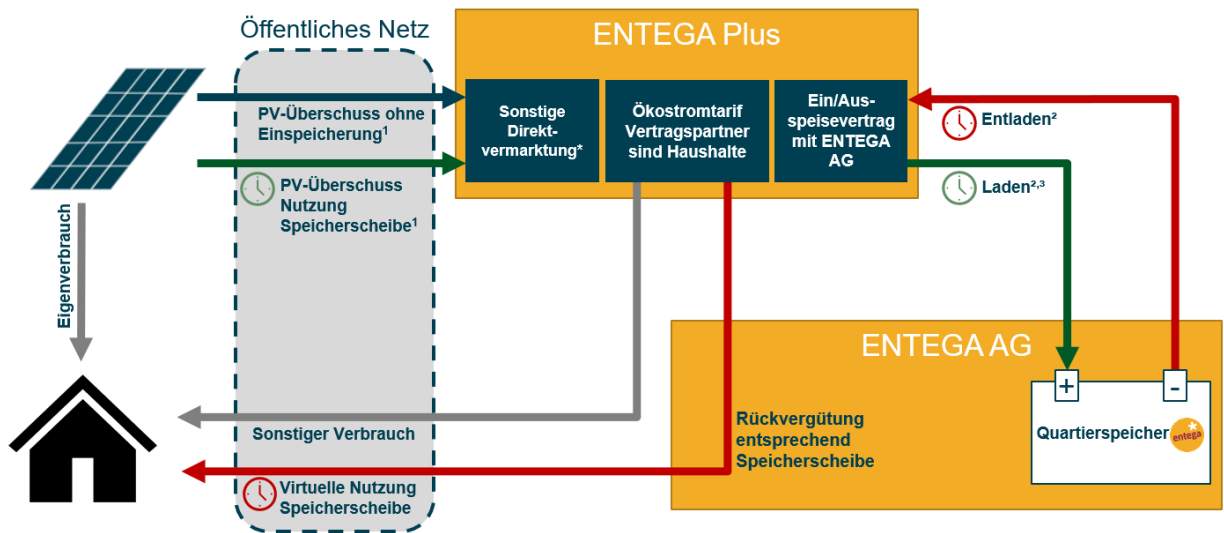
Die Darstellung der bilanziellen Energieflüsse, speziell auch für die Vermarktung des Überschussstroms des Kunden an der Strombörse, war ein wichtiger Schritt im Projekt. Der Speicher im Projekt MAGDA befand sich im öffentlichen Netz. Die PV-Überschüsse ohne Einspeicherung in den Quartierspeicher liefen in die sonstige Direktvermarktung. Der Endkunde erhielt aus dem Projekt heraus weiterhin die Vergütung gemäß EEG. Die PV-Überschüsse, welche vom Endkunden in seine Speicherscheibe ein- und ausgespeist wurden, wurden auch energetisch in dem Quartierspeicher be- und entladen und eichrechtskonform erfasst. Der Endkunde bekam die Möglichkeit, seine PV-Anlage im Rahmen eines entwickelten Endkundenproduktes zu optimieren. Das nachfolgende Bild zeigt die Energieflüsse der erzeugten PV-Energie der teilnehmenden Kunden. Zunächst verbrauchte der Kunde die erzeugte PV-Energie selbst, bevor eine bestimmte definierte Menge laut Fahrplan in den Quartierspeicher, speziell für jeden Kunden, gespeichert wurde. Die Restkapazität der erzeugten PV-Energie wurde über die sonstige Direktvermarktung vermarktet.



Im Anschluss an die Ausarbeitung der Energieflüsse wurde die Kapazitätsplanung des Speichers sowie das Kommunikationsmodell konzeptioniert. Aus der nachfolgenden Abbildung ist zu entnehmen, dass im ersten Schritt die Eigennutzung durch die dezentral erzeugte Energie des PV-Stroms der Endkunden erfolgt und danach der Speicher im Rahmen der Eigenstromoptimierung beladen wird. Die hierbei erzeugten Kapazitäten wurden eichrechtskonform erfasst. Der Turnus einer Zwischenspeicherung der Eigenstromoptimierung wurde zwischen 6 Uhr morgens und 5:59 Uhr des darauffolgenden Tags gewählt, damit der in Schritt 2 geladene Strom innerhalb der nächsten 24 Stunden be- und entladen werden kann, um keine unnötigen Kapazitäten des Speichers langfristig zu blocken.

## Quartierspeicher - Bilanzielle Energieflüsse

 = Vorgang findet gleichzeitig statt, jedoch zu unterschiedlichen Konditionen



<sup>1</sup>Kunde erhält Vergütung gemäß EEG

<sup>2</sup>Inkl. abgerufene PRL (Energienmengen noch nicht bekannt)

<sup>3</sup>Inkl. Leistungsverluste

### ENERGIEFLÜSSE

- Der Betrieb eines Multi-Use-Speichers erfordert ein Konzept für die Bilanzierung der Energieflüsse
- Die regulatorischen Rahmenbedingungen sind zu prüfen und umzusetzen.

## DAS NETZLABOR



### ECKDATEN QUARTIERSPEICHER

- Der Quartierspeicher hat eine Leistung von 240 kW
- Der Quartierspeicher kann Energie bis zu 274 kWh aufnehmen und wieder abgeben.
- Die Abmessungen betragen circa 4 m x 2 m.

Eine Solarsiedlung in Groß-Umstadt wurde als Netzlabor im Projekt MAGDA ausgewählt. Sie wurde von der Stadt Groß-Umstadt gemeinsam mit der e-netz Süd Hessen entwickelt. Insgesamt befinden sich im Neubaugebiet „Am Umstädter Bruch“ in Groß-Umstadt 82 Grundstücke für insgesamt 90 bis 100 Wohneinheiten. Bei der Bebauung sind private Einzel-, Doppel- oder Reihenhäuser in offener Bauweise zugelassen. Dieses Neubaugebiet hat die Besonderheit, dass der Bebauungsplan für den "Umstädter Bruch" eine Solarsiedlung vorsieht, in der auf jedem Haus eine Photovoltaikanlage von mindestens 5 kWp (Kilowatt-Peak) errichtet werden muss. Außerdem muss jeder Haushalt über einen Stromspeicher verfügen.

**Umsetzung:  
Multi-Use-Flexibilität**



**Primäre  
Anwendung**  
Photovoltaik-  
Eigenverbrauchs-  
optimierung  
für Kunden



**Sekundäre Vermarktung  
Überregionaler Marktplatz**  
Topologie unabhängig  
- Regelenergie  
- ...



**Tertiäre Vermarktung  
Regionaler Marktplatz  
für SDL**  
Berücksichtigung der  
Topologie  
- Spannungshaltung  
- Netzengpässe  
- Peer2Peer Energiehandel  
- ...

Nutzung des Quartierspeichers als Multi-Use-Flexibilität bietet Wertschöpfung für den gesamten ENTEGA-Konzern

Im ersten Schritt wurden im Wohngebiet die technischen Grundvoraussetzungen für die Umsetzung des Projektes geschaffen. Die Ertüchtigung der Bebauungsfläche, um einen Quartierspeicher platzieren und an das Niederspannungsnetz anschließen zu können, war ein hervorzuhebender Arbeitsaspekt. Grundlage für die Durchführung des Projektes war ein neuer Quartierspeicher, dessen Basissystem (BESS – Battery Energy Storage System) vom ENTEGA-Konzern aus Eigenmitteln beim Hersteller ABB beschafft wurde (siehe Bilder). Das beschaffte Basissystem wurde durch eine Erweiterungskomponente ergänzt, die den Multi-Use-Betrieb erst möglich machte und Gegenstand der Förderung war.



## MULTI-USE-ANWENDUNG IM PROJEKT MAGDA

Insbesondere bei Batteriespeichersystemen ist die Wirtschaftlichkeit einer Investition derzeit noch eine kritische Frage. In den meisten Anwendungen sind die erzielbaren Renditen noch nicht ausreichend, um eine starke Verbreitung von Batteriespeichersystemen zu ermöglichen. Umso wichtiger ist es, die Leistungsfähigkeit des Speichers in Gänze auszuschöpfen und Potenziale vollumfänglich zu nutzen. Aktuelle Wirtschaftlichkeitsberechnungen legen nahe, dass Batteriespeicher möglichst häufig und für verschiedene Einsatzgebiete genutzt werden sollten. Aufgrund ihrer technischen Eigenschaften sind sie ideal dazu geeignet, unterschiedlichste Flexibilitätsanforderungen parallel zu erfüllen. Gerade für Batteriespeichersysteme könnte daher die Anbindung an einen regionalen Flexibilitätsmarkt einen wichtigen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit der Investition darstellen. Der Einsatz von Flexibilitäten ist ein wichtiger Baustein, um die Energiewende möglichst kostengünstig umzusetzen.

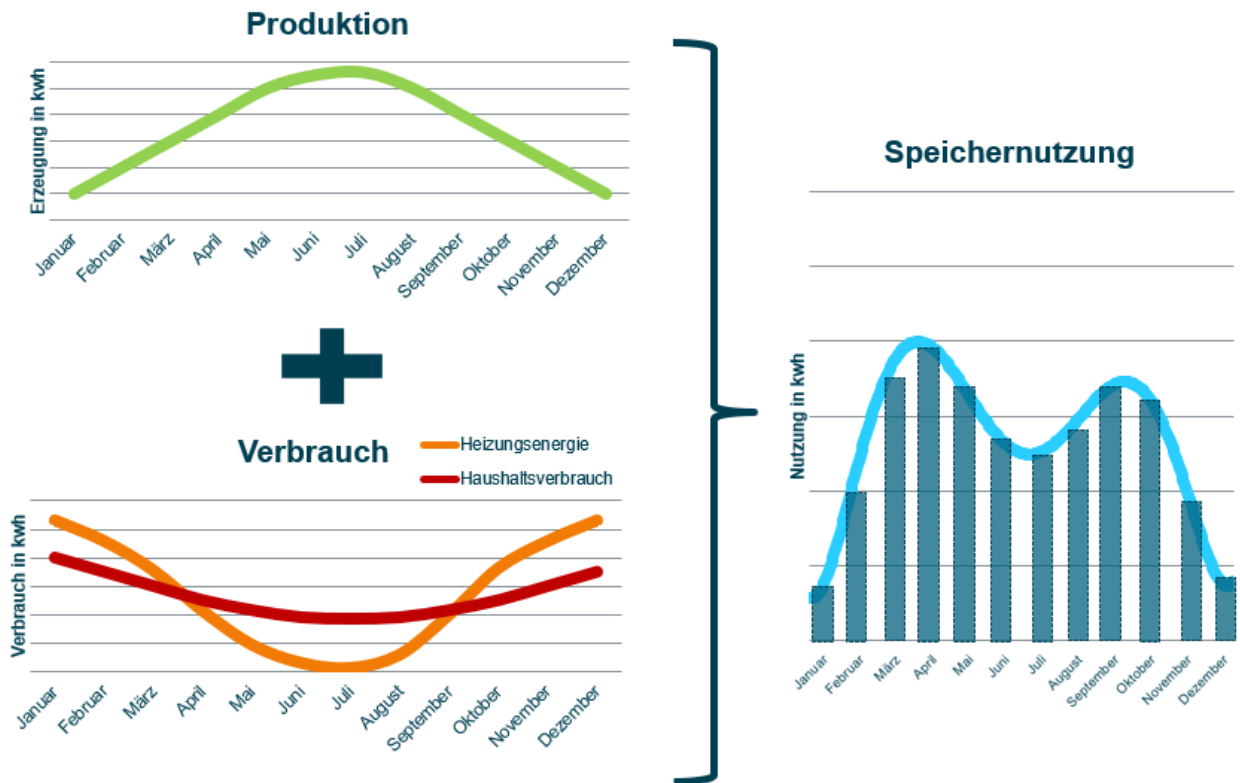
Im Rahmen des vorangegangenen Forschungsprojektes „Flex4Energy“ war bereits erarbeitet worden, dass es sinnvoll ist, den Quartierspeicher in Groß-Umstadt als Multi-Use-Flexibilität für die drei folgenden Anwendungsgebiete bzw. Vermarktungsmöglichkeiten einzusetzen:

1. In der primären Anwendung dient der Quartierspeicher in erster Linie zur Eigenverbrauchsoptimierung des Kunden.
2. In der sekundären Anwendung dient der Quartierspeicher als überregionaler Marktplatz.
3. In der tertiären Vermarktung kann mit Hilfe des Quartierspeichers ein regionaler Marktplatz für Systemdienstleistungen geschaffen werden, beispielsweise zur Behebung von lokalen Engpässen.

Im Projekt „MAGDA“ wurde ein Quartierspeicher aus Eigenmitteln als Basissystem beschafft und mit einer Erweiterungskomponente ertüchtigt, die die Nutzung des Quartierspeichers als Multi-Use-Flexibilität ermöglichte.

Der intensivste Speicherbedarf besteht im Frühling und Herbst, da hier eine relativ hohe Produktion und ein durch die Heizperiode bedingt hoher Verbrauch aufeinandertreffen. Gerade im Frühling kommt es vor, dass es sonnenreiche und dennoch kühle Tage gibt, die eine hohe Erzeugung und einen hohen Verbrauch und damit eine intensive Speichernutzung mit sich bringen. In den Wintermonaten wird der Speicher in seiner primären Anwendung kaum genutzt, da nur sehr wenig Energie von den PV-Anlagen erzeugt und direkt als Eigenverbrauch genutzt wird. Im Sommer steht einerseits eine hohe Erzeugung aus den PV-Anlagen zur Verfügung, andererseits ist der Strombedarf der Haushalte deutlich geringer als im Winter, da die Wärmepumpen im Regelfall kaum bis gar nicht in Betrieb sind.

## Volatile Speicherung in Quartieren



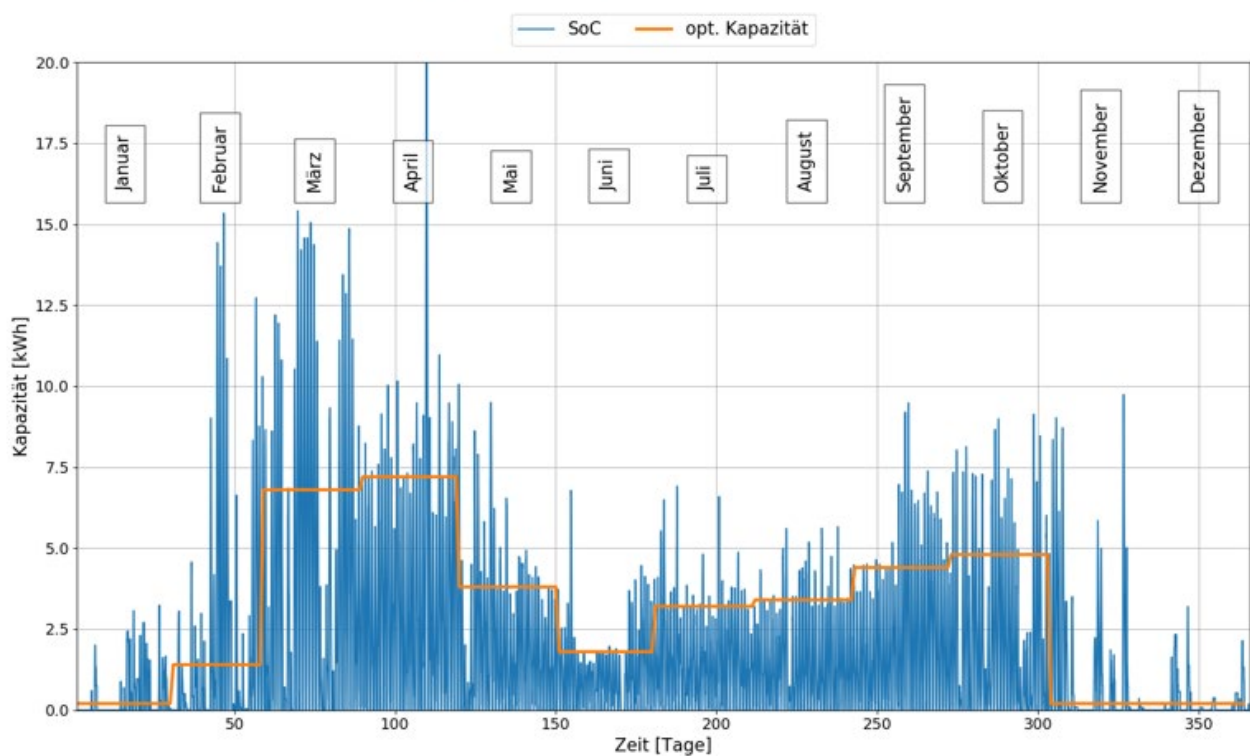
Vorteil der Multi-Use-Umsetzung war, dass die Speicherkapazitäten, die in der Solarsiedlung in Groß-Umstadt nicht benötigt werden, auf überregionalen oder langfristig sogar auf regionalen Marktplätzen angeboten werden können. Der Flexibilitätsmanager verknüpft dezentrale Erzeugungseinheiten zu einem virtuellen Kraftwerk und verbindet dieses mit externen Märkten. Er berechnet ebenfalls die aktuell verfügbaren Kapazitäten für Regelernergie. Die mögliche Vermarktung von Regelernergie ist ein wichtiger Baustein im Multi-Use-Konzept. Mittels der Prognosen, aktuellen Marktdaten und der vorhandenen Messwerte wird so die optimale Fahrweise innerhalb des Verteilnetzes ermittelt und entsprechend abgefahren. Die tertiäre Vermarktung stellt den regionalen Marktplatz für Systemdienstleistungen dar. Hierdurch wird das Energiesystem regional in Balance zwischen Erzeugung und Verbrauch gehalten.

### MULTI-USE IM PROJEKT MAGDA

- Multi-Use-Speicher sind wirtschaftlicher zu betreiben als Speicher, die nur für eine Anwendung genutzt werden.
- Saisonale Schwankungen beim Speicherbedarf können mit einem Multi-Use-Speicher besser ausgenutzt werden.
- Voraussetzung für die Umsetzung war die Integration eines Flexibilitätsmanagers, der anhand von Prognosen die verfügbaren Speicherkapazitäten der Anwendungsfälle berechnet.

Im Zuge des Projektes konnte eine weitere wichtige Thematik der Energiewende schon frühzeitig bearbeitet werden. Gemeinsam mit dem Verteilnetzbetreiber e-netz Süd Hessen AG ist der Energieversorger ENTEGA langfristig gefordert, sich auf den Umbau der Verteilnetze einzustellen, um die Übertragungsnetze zu entlasten und effizienter im Umgang mit Energie zu agieren. Die Kombination mehrerer Anwendungen bei der Multi-Use-Flexibilität ermöglicht gleichzeitig eine Steigerung der betriebswirtschaftlichen Faktoren und darüber hinaus auch einen optimierten netzdienlichen Einsatz. Mit den derzeit fehlenden Anreizen in den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen ist es eine Herausforderung, eine Multi-Use-Flexibilität als volkswirtschaftlich günstige Lösung umzusetzen.

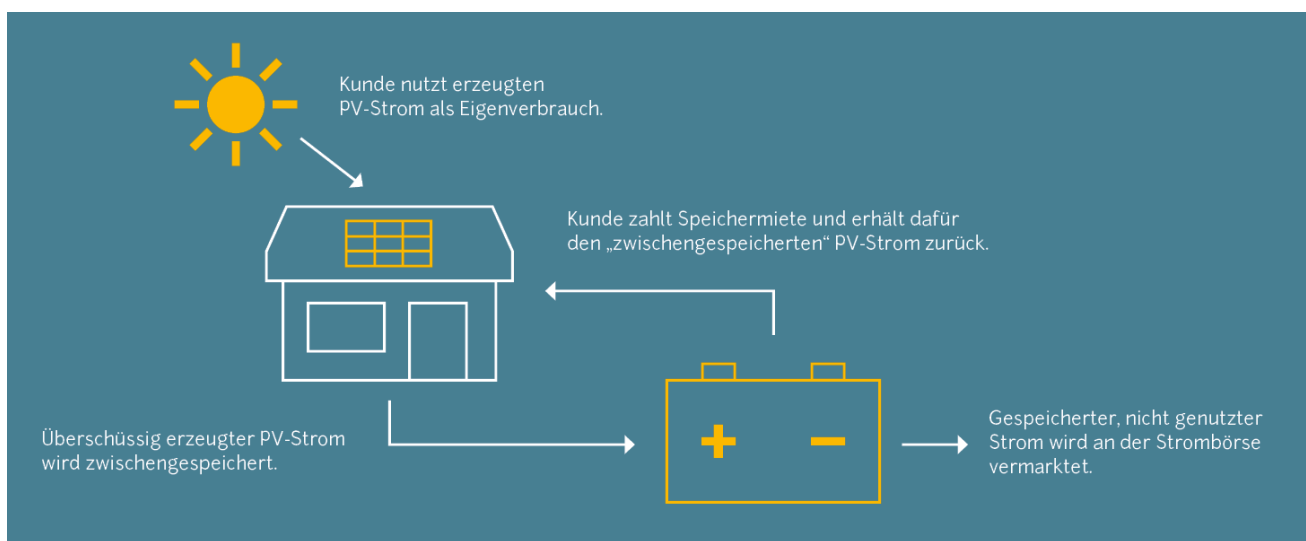
### Jahreszeitliche Abhängigkeit an Speicherbedarf





## EIGENSTROMOPTIMIERUNG

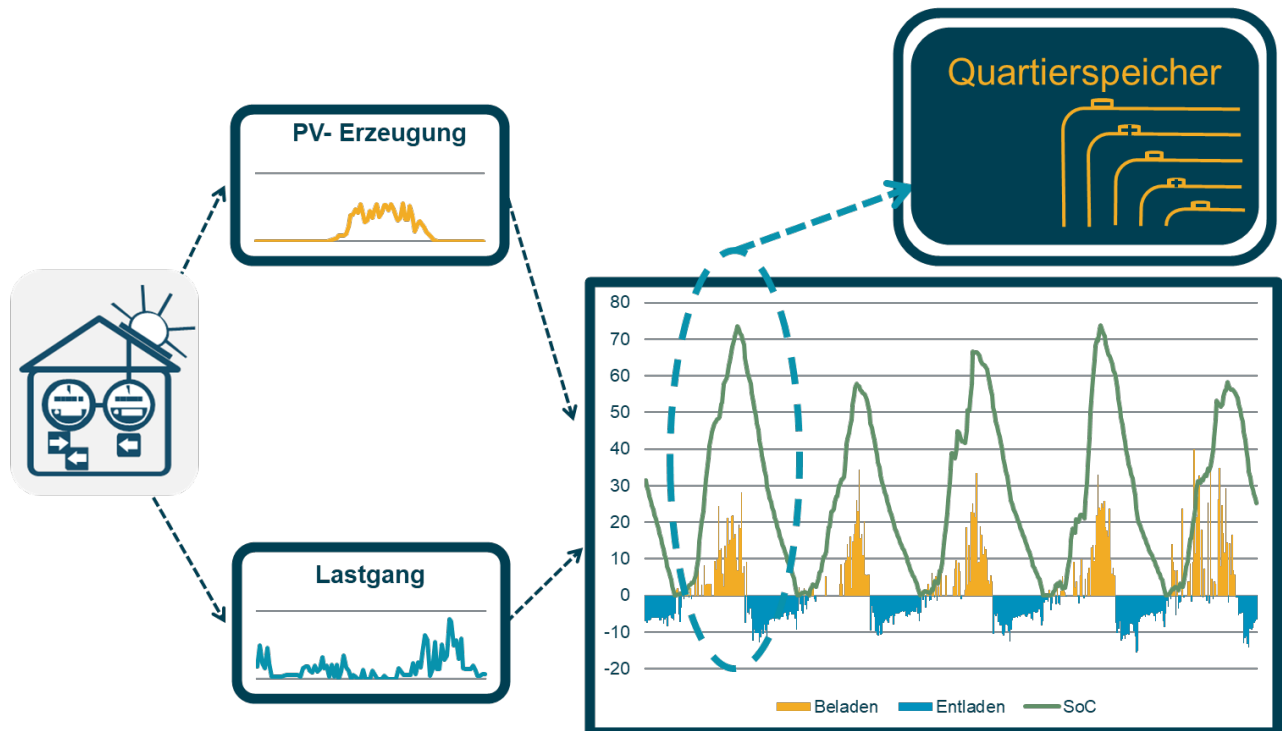
Geplant war, dass die Kunden eine variable Speicherscheibe, d.h. einen von ihnen selbst gewählten und auf ihre ganz persönlichen Bedürfnisse zugeschnittenen Anteil des Quartierspeichers mieten und damit eine bestimmte Kapazität des Speichers nutzen, mit der Option, jederzeit die Größe der Speicherscheibe anpassen zu können. Exemplarisch kann der Endkunde auf sich ändernde Familienverhältnisse reagieren und die Paketgröße dementsprechend anpassen. Über eine Fahrplanprognose, in der genau berechnet wurde, welche Kapazitäten zur Eigenverbrauchsoptimierung tagesaktuell benötigt wurden, konnten die offenen Speicherkapazitäten evaluiert werden. Wie aus der nachfolgenden Abbildung hervorgeht, konnten hierauf aufbauend die weiteren Use-Cases mit den noch offenen Speicherkapazitäten wirtschaften.



Um dem Endkunden das Produkt zur Verfügung stellen zu können und die Eigenstromoptimierung in den Multi-Use-Betrieb zu implementieren, musste eine enge Verknüpfung zwischen dem Energiemanagementsystem des Gesamtsystems und des Batteriemagementsystems hergestellt werden. Hierfür musste im ersten Schritt ein Variantenmodell im Flexibilitätstool BelVis ResOpt der KISTERS AG aufgebaut werden, in welchem die Prämissen der Speicherbe- und entladung berücksichtigt wurden. Das Variantenmodell legt die Grundlage, um die Ein- und Auspeisemengen zu berechnen und an den Abrechnungsprozess zur Rechnungsstellung zu übergeben.

Ziel war es, den Fahrplan für den Kunden so gut zu prognostizieren, dass kaum Abweichungen hiervon auftreten. Das heißt, dass der Fahrplan möglichst alle Randbedingungen zum Kundenverhalten berücksichtigt und damit gewährleistet, dass die reservierte Speicherkapazität zum jeweiligen Tag passgenau ist und möglichst nur so viel von seiner PV-erzeugten Energie in den Speicher geladen wird, wie er auch selbst an diesem Tag verbraucht. Die Eingruppierung in die Pakete XS-XL diente daher in erster Linie der Preisfindung, wurde aber auch im Variantenmodell als limitierender Faktor berücksichtigt. Für jeden der teilnehmenden Endkunden wurde rollierend ein individueller Fahrplan erstellt, der innerhalb der abgeschlossenen Paketbandbreite lag. Eventuelle Fahrplanabweichungen gingen zu Gunsten des Kunden.

## Berechnung der Speicherscheibe am Beispiel Haus 1 Jahresbetrachtung



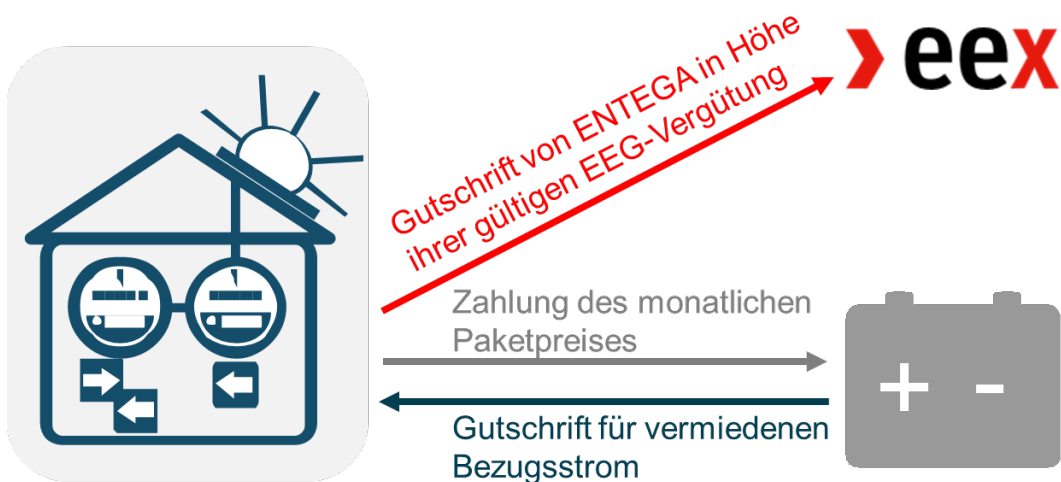
Die Korrekturmenge lag lediglich in einem niedrigen Kilowattstundenbereich. Auf Basis des Prognosemodells wurde dann ein Speicherfahrplan errechnet. Dieser berücksichtigte alle getroffenen Prämissen. Der Turnus einer Zwischenspeicherung der Eigenstromoptimierung lag immer zwischen 6 Uhr morgens und 05:59 Uhr des darauffolgenden Tags. Bei der Berechnung des Speicherfahrplans wurde zunächst das Einspeisepotenzial der jeweiligen Häuser sowie die Gesamtkapazität des Quartierspeicher ins Verhältnis gesetzt.

### ERGEBNISSE EIGENSTROMOPTIMIERUNG:

- Das wirtschaftliche Optimum liegt für die allermeisten Endkunden nicht bei einem Autarkiegrad von 100%.
- Eine sinnvoll dimensionierte Speicherkapazität für Haushalte, die jederzeit anpassbar ist, liefert offene Speicherkapazitäten für den Regelenergiemarkt.

## FLEXIBILITÄTSMANAGER

Der ENTEGA-Konzern hat in den letzten Jahren im Laufe von mehreren Forschungsprojekten einen Flexibilitätsmanager aufgebaut. Dieser ermöglicht es, dezentrale Erzeugungseinheiten zu einem virtuellen Kraftwerk zu verknüpfen und diese mit externen Märkten zu verbinden. Der Quartierspeicher im Projekt MAGDA wurde in den bestehenden Flexibilitätsmanager integriert. Eigenstrommengen je Kunde wurden berechnet. Hierfür wurde eigens im Flexibilitätsmanager ein Parametermodell aufgebaut. Der Flexibilitätsmanager ist ein intelligentes Tool, das gemeinsam mit der Firma KISTERS über mehrere Jahre speziell auf die Anforderungen der ENTEGA entwickelt und stetig auf die sich ändernden Maßnahmen der Energiebranche angepasst wurde. Der Flexibilitätsmanager verknüpft Messwerte der dezentralen Erzeugungseinheiten sowie aktuelle Marktdaten zu einem virtuellen Kraftwerk und erstellt daraus Fahrplanprognosen. Das Tool berechnet die verfügbaren Kapazitäten für die Regelenergie sowie die Eigenstromoptimierung für jeden einzelnen Haushalt und bildet damit einen wichtigen Baustein im Multi-Use-Konzept. Mittels der Prognosen, aktuellen Marktdaten und der vorhandenen Messwerte wird so die monetäre optimale Fahrweise innerhalb des Verteilnetzes ermittelt und entsprechend abgefahren. Des Weiteren wird dadurch das Energiesystem in Balance zwischen Erzeugung und Verbrauch gehalten. Die im Flexibilitätsmanager berechneten virtuellen Einspeisemengen wurden mittels SFTP-Server an das Energiemanagementsystem (EMS) der Batterie übermittelt.



Nachdem der Speicherfahrplan errechnet worden war, wurde dieser mittels einer Schnittstelle zum Batteriemanagementsystem übermittelt. Hierauf basierend startete zudem der Abrechnungsprozess. Nachdem die eingespeicherte Menge je Haus berechnet worden war, wurde diese an das Vermarktungstool transferiert. Hier wurden zum einen die offenen Kapazitäten für die Primärregelenergie (PRL) prognostiziert, zum anderen die Datengrundlagen für das Abrechnungstool des Dienstleisters in einem fest definierten Austauschformat erstellt. Neben der Speichernutzung wurden die Reststrommengen sowie der Abrechnungsturnus an den Endkunden übergeben. Aus Gründen der Bilanzierung fand eine eindeutige Identifikation über die Geschäftspartner- sowie die Vertragskontonummer statt, welche exemplarisch auch für die allgemeine Stromabrechnung verwendet wurde. Hierauf beruhend war eine korrekte bilanzielle Abrechnung gewährleistet.

## TOOL SPEICHERSCHEIBENEMPFEHLUNG

Im Zuge des Projektes wurde ein Empfehlungstool generiert, welches es ermöglichte, die Kunden anhand von relevanten Kenngrößen in ein Paket einzustufen. Um die Kunden von dem entwickelten Produkt überzeugen zu können, wurde eine persönliche Empfehlung für jeden Kunden mit Hilfe dieses Empfehlungstools generiert. Relevante Kenngrößen je Kunde waren neben der Größe der PV-Anlage (Leistung in kWp) auch der eigene Haushaltsverbrauch (Jahresverbrauch in Kilowattstunden (kWh)). Das Empfehlungsschreiben für den Kunden wurde mit Hilfe des Tools automatisch generiert.

**Quartierspeicher Komplett**

### Individuellen Speichertarif berechnen

Leistung PV-Anlage (kW-Peak): 7,0  
 Jahresverbrauch (kWh): 6.000  
 EEG-Vergütung (ct,/kWh): 9,10  
 Bezugspreis (ct,/kWh): 23,60

[Stromverbrauchsrechner](#)

**Tarife vergleichen**

## Ihre persönlichen Tarife

Gesamtverbrauch	Erzeugung	Speicherpotential	Einspeisung	Eigenverbrauch
6.000	7.500	1.600	5.600	1.900

\*Abgeschätzte Werte in kWh/a

**Höchste Autarkie, Bestes Gesamtergebnis**

### Speicherpaket S

Volumen 1.600 kWh  
Speicherpotential 1.600 kWh

- ✓ Mögliche Autarkie 58 %
- 🌳 160 kg CO<sub>2</sub>-Ersparnis pro Jahr
- ✓ Ausnutzung des Speichers 100 %
- ✓ Preisgarantie bis Mai 2022

**Preisinformation**

19,99 €

pro Monat

239,88 €

pro Jahr

weiter

**Weiter zu persönlichen Kundeninformation**

## TOOL ZUR SPEICHERSCHEIBENEMPFEHLUNG

- Die individuelle Speichernutzung wird anhand von relevanten Kenngrößen, wie beispielsweise Leistung der PV-Anlage und Haushaltsverbrauch, berechnet.

Um für jeden Kunden die sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvollste Speichergröße zu evaluieren, fand zunächst eine individuelle Fahrplanprognose auf Basis von historischen Werten für jeden Kunden statt. Hierbei wurden die in den Vorläuferprojekten generierten Daten als Grundlage genutzt, um auf dieser Basis die ideale Speicherscheibengröße zu errechnen. Wie aus Abbildung 11 zu entnehmen ist, waren die relevanten Kenngrößen hierfür die Einspeisung in das Netz, der Eigenverbrauch des Haushaltes, die gesamte Erzeugung der PV-Anlage, der Bezug aus dem Netz und der Gesamtverbrauch des Haushaltes. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse konnte zum einen dem Kunden ein Paket empfohlen und zum anderen auch die virtuelle Autarkiegradsteigerung durch den Quartierspeicher aufgezeigt werden.

Wie aus den Abbildungen zu entnehmen, war keine 100%ige Autarkiegradsteigerung geplant, sondern das sowohl ökonomische als auch ökologische Optimum. Um dieses zu berechnen, wurde zunächst eine Energiebilanz je Kunde erstellt. Hierbei wurden die Einspeisemessung, der Eigenverbrauch, der Bezug aus dem Netz sowie die Einspeisung ins Netz und der Gesamtverbrauch des Kunden näher analysiert. Hieraus konnten wichtige Kennzahlen für die Autarkiegradberechnung definiert werden.

**Manfred Mustermann**  
Musterweg 18  
61111 Groß-Musterstadt

**Ihr persönliches Angebot**  
**ENTEGA Quartierspeicher komplett**

Mit Ihrer Solaranlage haben Sie in Sachen Energieversorgung schon einen wichtigen Schritt in Richtung Unabhängigkeit und Klimaschutz getan. Der ENTEGA Quartierspeicher bietet Ihnen in Groß-Umstadt jetzt die Möglichkeit, Ihren selbst produzierten Strom noch individueller und effizienter zu nutzen – und somit die Nutzung von lokal erzeugtem Strom zu erhöhen.

Die nachfolgenden Daten geben Ihnen einen Überblick Ihrer Jahreswerte 2019 jeweils in kWh/a.

Gesamtverbrauch	Erzeugung	Eigenverbrauch (ohne Speicher)	Einspeisung
5.197,8	5.960,3	1.475,5	4.484,7

Der Gesamtverbrauch ist die Summe des verbrauchten Stroms für Ihr komplettes Haus. Erzeugung sind die von der Photovoltaikanlage produzierten Kilowattstunden Strom. Davon verbrauchen Sie einen Teil selbst, der so genannte Eigenverbrauch (bisher ohne Speichernutzung). Die Restmenge dieser erzeugten Kilowattstunden Strom werden als Einspeisung in das Netz abgegeben.

Die nachfolgenden Daten geben Ihnen einen Überblick Ihrer Stromliefer- und Bezugspreise in €/kWh. Blaue Werte sind Annahmen von uns, da uns die konkreten Angaben hierzu fehlen.

EEG-Vergütung	Strombezugspreis
0,1200	0,2900

Für die Menge Ihrer eingespeisten Kilowattstunden erhalten Sie eine EEG-Vergütung. Ihr Gesamtverbrauch ist in der Regel jedoch immer höher als Ihr Eigenverbrauch. Daher wird der Strom, der lokal mit Ihrer eigenen Anlage produziert wurde und den aktuellen Eigenverbrauch übersteigt, ins Netz eingespeist. Das heißt, dass der von Ihnen produzierte Strom "günstig" verkauft wird und Sie zur Deckung des Gesamtverbrauchs wieder Strom aus dem Netz zu einem wesentlich teureren Strombezugspreis zukaufen.

Damit Sie mehr eigenerzeugten Strom nutzen können, hat ENTEGA das neue Endkundenprodukt ENTEGA QUARTIERSPEICHER KOMPLETT entwickelt. Das Prinzip ist einfach: Durch die Nutzung des Quartierspeichers können Sie die überschüssigen Strommengen aus Ihrer Solaranlage zu einem vorab festgelegten Monatsanfall über einen Zeitraum von 24 Stunden „zwischenparken“ – und bei Bedarf wieder darauf zugreifen.

Ihr optimales Speicherpotential im Jahr 2019 haben wir für Sie berechnet in kWh/a:

Speicherpotential
1.262,8

Unsere Speicherpakete XS bis XL haben unterschiedliche Paketvolumen und bieten Ihnen damit die Möglichkeit, die für Sie passende Größe zu wählen. Dies kann je nach persönlicher Einstellung unterschiedlich sein. Für eine höhere Autarkie wird beispielsweise ein größeres Paket benötigt, allerdings ist hier auch der Preis höher. Die nachfolgende Tabelle zeigt Ihnen, wie viel von Ihrem Speicherpotential in den verschiedenen Paketen genutzt werden kann.

Speicherpaket	Jahreskosten	Autarkie	Paket Volumen [kWh/a]	Speicherung [kWh/a]	Ausnutzung Paket
XS	203,88 €	53%	1400	1262,809	90%
S	239,88 €	53%	1600	1262,809	79%
M	275,88 €	53%	1800	1262,809	70%
L	311,88 €	53%	2000	1262,809	63%
XL	347,88 €	53%	2200	1262,809	57%

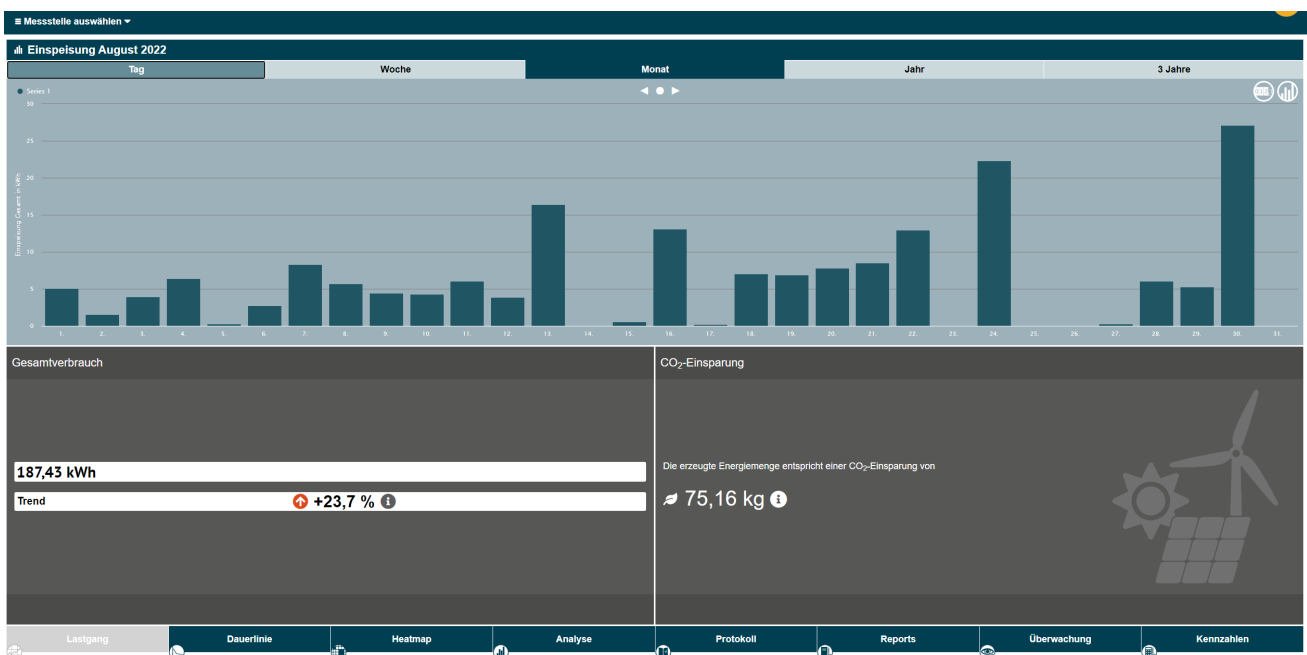
Unsere nachfolgende persönliche Empfehlung basiert auf den vorgenannten Randbedingungen und Werten und zeigt Ihnen Tendenzen zu Ersparnissen sowie einer von uns für Sie als optimal errechneten Speicherkapazität auf. Die potentielle Ersparnis durch den Speicher berechnet sich anhand der zwischengespeicherten Kilowattstunden, multipliziert mit der Differenz von Strombezugspreis zu EEG-Vergütung. Der direkte Speichereffekt entsteht bei der Gegenüberstellung der Jahreskosten des Speicherartikels zur potentiellen Ersparnis durch den Speicher. Übersteigt das Speicherpotential die einzelnen Speicherpakete, fallen für diesen Wert Strombezugskosten an. Gleichzeitig erhalten Sie für diesen Wert jedoch eine Vergütung in Höhe Ihrer eigentlichen EEG-Vergütung.

Speicherpaket	Potentielle Ersparnis durch den Speicher	Direkter Speichereffekt	Bezug für nicht genutztes Speicherpotential	Vergütung für Einspeisung aus nicht genutztem Speicherpotential	Gesamtergebnis
XS	214,68 €	10,80 €	- €	- €	10,80 €
S	214,68 €	25,20 €	- €	- €	25,20 €
M	214,68 €	61,20 €	- €	- €	61,20 €
L	214,68 €	97,20 €	- €	- €	97,20 €
XL	214,68 €	133,20 €	- €	- €	133,20 €

Ein Tarif, der in diesem Jahr noch perfekt gepasst hat, ist im nächsten vielleicht nicht mehr optimal. ENTEGA Quartierspeicher komplett ermöglicht es Ihnen, bei Veränderungen in der Stromspeicherungssituation flexibel Anpassungen vorzunehmen. Ob Sie Familienzuwachs erwarten oder den Kauf eines Elektroautos planen – wenn Sie von neuen, veränderten Verbrauchswerten ausgehen, teilen Sie uns das einfach mit und wir erstellen eine neue Tarif-Empfehlung für Sie. Darüber hinaus steht Ihnen ein Online-Portal zur Verfügung, mit dem Sie immer über die aktuellen Werte informiert sind.

## VISUALISIERUNG ITC-PORTAL

Im Rahmen der Datenverarbeitung werden dem Endkunden innerhalb des Visualisierungsportals (siehe Abbildung nächste Seite) die Zählerdaten des Zweirichtungszählers sowie des errechneten Wärmepumpenverbrauchs dargestellt. Hierbei wurde das bereits vorhandene Portal des Messstellenbetreibers weiterentwickelt, um den Speicherscheibenverbrauch monatlich darstellen zu können. Dem Kunden werden neben der täglichen Einspeisung in den Speicher auch die hierdurch eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Gesamteinspeisung des jeweiligen Turnus dargestellt. Darüber hinaus kann der Kunde zwischen unterschiedlichen Auswertungsmöglichkeiten wählen.



## PRIMÄRREGELENERGIE

Um das Flexibilitätspotenzial des Speichers auf Basis der Volatilität der Strommärkte gewinnbringend zu vermarkten, wurde im Zuge einer Potenzialanalyse die Bewirtschaftung des Speichers im Multi-Use-Betrieb analysiert. Potenzielle Märkte für den Quartierspeicher sind der Day-Ahead- (Stundenauktionen) und Intraday-Handel (Viertelstundenauktionen). Diesen Märkten steht der Regellenergemarkt gegenüber. Intraday-Handel bietet sich insbesondere für hochflexible Erzeugungseinheiten, wie exemplarisch ein Kurzzeitspeicher, an.

In der Potenzialanalyse wurden die durchschnittliche absolute Abweichung der stündlichen Strompreise an der Europea Energy Exchange (EEX) vom Jahres-Basepreis untersucht und in eine Prognose übertragen. Im Laufe der Evaluationszeit sowie in der vorläufigen Potenzialanalyse waren die erforderlichen Preisschwankungen vor allem am Strommarkt noch etwas zu gering, um dies als verlässliches Erlösmodell nutzen zu können. Durch den beschlossenen Atom- und Kohleausstieg wird jedoch auch der Anteil der volatilen erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung steigen.

Dies wiederum bedeutet, dass zunächst auch die Preise an der Börse mehr schwanken werden, wodurch dann wieder die Handelsarbitrage an Attraktivität gewinnt. Aufgrund dessen wurde sich im Rahmen des Projektes für eine Vermarktung der offenen Kapazitäten am PRL-Markt entschieden. Der Intraday-Handel wird innerhalb des Abschlussberichtes nicht näher betrachtet.

Im Projekt MAGDA wurde zunächst die Eigenverbrauchsoptimierung der teilnehmenden Haushalte aus der Solarsiedlung herbeigeführt und Restkapazitäten am Regelenergiemarkt zur Verfügung gestellt. Nachdem diese im Rahmen des Prognosemodells errechnet und an das Batteriemanagementsystem übermittelt worden waren, standen die freien Kapazitäten des Batteriespeichers frühzeitig fest. Für die Teilnahme am Regelenergiemarkt war eine fernwirktechnische Anbindung notwendig. Diese und weitere Komponenten sind Anforderungen des Übertragungsnetzbetreibers. Mit dem Dienstleister Südvolt GmbH für Regelenergie wurden, unter Beachtung der Datenschutzrichtlinien, entsprechende Konzepte erarbeitet und abgestimmt. Vorteil war, dass man teilweise auf bereits bestehende Standard-Schnittstellen von Südvolt aufbauen konnte und den Übertragungsnetzbetreibern, durch Bündelung von technischen Einheiten, Regelleistungspools zur Verfügung standen.

#### ERGEBNISSE PRIMÄRREGELVERMARKTUNG:

- Erfolgreiche Umsetzung der PRL-Vermarktung im Zuge eines Multi-Use-Betriebs.
- Negative und positive Bereitstellung von Primärregelleistung im Projekt.
- Unterstützung des Übertragungsnetzes durch kurzfristiges Abfedern von Lastenveränderungen.
- Kurzfristig steigende Absatzpotenziale der PRL durch Ausbau der erneuerbaren Energien.

#### REGIONALER MARKTPLATZ

Innerhalb des vorangegangenen Forschungsprojektes „Flex4Energy“ wurde bereits ein Pilotsystem eines regionalen Marktplatzes entwickelt, welches beispielsweise auch Erzeugungs- und Speicherkapazitäten, unabhängig von der Eigenstromoptimierung, zusammenbringen soll. Der regionale Marktplatz ist somit ein gänzlich neues Marktinstrument, welches einen wichtigen Beitrag zur Energiewende liefern könnte. Durch die zunehmende Verbreitung von Batteriespeichersystemen und die bessere Steuerbarkeit von Anlagen im Zuge der Digitalisierung werden immer mehr Flexibilitätspotenziale an vielen Stellen im Netzgebiet entstehen. Während technisch der Nutzung dieser Flexibilitätspotenziale nichts im Wege steht, existieren bisher keine Marktinstrumente und technische Standards, über die die beteiligten Akteure Nachfrage und Angebote unkompliziert und in Übereinstimmung mit den geltenden Rechtsvorschriften handeln könnten. Der Speicher könnte seine noch verfügbaren Leistungsreserven als Flexibilitätspotenziale auf dem Marktplatz anbieten und damit ein zusätzliches Einkommen erwirtschaften.

Damit könnte eine Steigerung der lokal erzeugten Energie erfolgen. Ein weiterer positiver Synergieeffekt für den Speicherbetreiber wären positive Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit. Für den lokalen Netzbetreiber wäre dies eine Möglichkeit, seine originären Systemdienstleistungen kosteneffizient, ohne den Ausbau der Infrastruktur, zu optimieren. Dies ist jedoch, unter den derzeit gültigen regulatorischen Rahmenbedingungen, nicht im Multi-Use-Betrieb möglich.

Als zusätzliche tertiäre Anwendung im Multi-Use-Betrieb war die Vermarktung von Speicherkapazitäten auf einem regionalen Marktplatz geplant. Ein regionaler Marktplatz mit zur Verfügungstellung von Systemdienstleistungen, unter Berücksichtigung der Topologie zur Spannungshaltung und zur Beseitigung oder Vermeidung von Netzengpässen, konnte im Rahmen des Projektes MAGDA nicht umgesetzt werden. Daher können hierfür keine belegbaren Ergebnisse präsentiert werden. Derzeit existieren für Netzbetreiber keinerlei Anreize und gesetzliche Rahmenbedingungen, die es ermöglichen, einen Speicher in der geplanten tertiären Anwendung zu nutzen und anfallende Kosten, exemplarisch über die Netzentgelte, zu verrechnen. Im Rahmen des Projektes sollte unter anderem aufgezeigt werden, in welchem Umfang ein solcher Speicher hierfür genutzt werden könnte, um auch die Änderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen voranzutreiben.

Die Spannungshaltung würde man als Veränderung der Wirkleistung des Speichers umsetzen. Dies würde zu einer Reduzierung der Einsatzfähigkeit der Eigenstromoptimierung und Bereitstellung der Primärregelleistung führen, was sich negativ auf die Erlösmöglichkeiten auswirken würde. Ein weiterer Punkt wäre, dass man in einem lokalen Markt nur eine begrenzte Auswahlmöglichkeit an Anlagen hat, die auf einen Engpass Einfluss nehmen könnten. In diesem Projekt wäre nur eine Anlage vorhanden gewesen, die damit auch einen Preis hätte diktieren können. Eine interne Prüfung seitens der e-netz Südhessen AG ergab, dass der Anschluss einer lokalen Oberwellenfilterung zu auftretenden Störungen in anderen Niederspannungsabschnitten führen kann und sich dies wiederum negativ auf eine Vielzahl von Verbrauchern auswirken könnte. Daher wurde von dieser Umsetzung abgesehen.

Als Ergebnis konnte im Rahmen des Projekts jedoch festgestellt werden, dass alternativ zu einer vom Speicher ausgehenden Spannungshaltung, ein sogenannter Längsregler oder je nach Anwendungsfall auch ein regelbarer Ortsnetztransformator (rONT) als Netzbetriebsmittel eingesetzt werden könnte. Ein Längsregler oder rONT kann ebenfalls für die lokale Spannungshaltung eingesetzt werden, ist dabei aber wirtschaftlicher zu beschaffen und aufgrund seiner deutlich kleineren Bauform einfacher in vorhandene Netzinfrastrukturen zu integrieren.



## BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG

Eine Bewertung der wirtschaftlichen Parameter wurde in einem eigens entwickelten Bewertungstool zur Wirtschaftlichkeitstendenzanalyse durchgeführt. Das Tool beinhaltet viele unterschiedliche Prämissen, wie beispielsweise die Anzahl der Kunden, Entwicklung der Preise für Primärregelenergie, Paketpreise und viele weitere. Zu beachten ist, dass das Tool für jeden neuen Quartierspeicher anzupassen ist, da eine Vielzahl von unterschiedlichen Parametern je Baugebiet individuell zu bewerten sind. Das Tool bietet weiterhin die Möglichkeit, unterschiedliche Szenarien (Average Case, Worst Case, Best Case) zu bewerten.



Weiterhin wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um die kritische Menge der angeschlossenen Kunden, Paketpreise und Paketgrößen festzustellen. Wesentliche Ergebnisse dabei waren, dass die Paketpreise bei einer Paketmengenreduzierung erhöht werden können und eine Mindestanzahl von angeschlossenen Haushalten gegeben sein muss.

### BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG

- Für Netzbetreiber besteht derzeit kein Anreiz, Speichertechnologien zu implementieren.
- Für Endkunden ist die Nutzung eines Quartierspeichers wirtschaftlicher anzusehen und ohne Investitionsrisiko verbunden.
- Der Betrieb eines Quartierspeichers als Multi-Use-Flexibilität stellt sich wirtschaftlicher dar als nur für einen Anwendungsfall.

## BEURTEILUNG & AUSBLICK

Nach einer umfangreichen internen Bewertung hat man sich dazu entschlossen, eine Fortführung des Endkundenproduktes für die bereits abgeschlossenen Verträge in Groß-Umstadt ohne weitere Anpassungen und Optimierungen durchzuführen. Der Quartierspeicher verbleibt in der Solarsiedlung und nimmt weiterhin an der PRL-Vermarktung teil. Im Rahmen des Forschungsprojektes „DELTA“ (Beschreibung folgt) sollen die Daten aus Groß-Umstadt für eine Potenzialanalyse des Intraday-Handels im Vergleich mit der PRL-Vermarktung genutzt werden. Vor allem das Performancelevel bei der Bereitstellung der negativen PRL soll nachhaltig gesteigert werden, um die Gesamtwirtschaftlichkeit zu erhöhen. Aufgrund der aktuellen Energiekrise werden jedoch keine weiteren Endkunden in die Eigenstromoptimierung integriert.

Die aktuellen politischen Entwicklungen zeigen die Wichtigkeit einer umfangreichen Transformation im Energiemarkt. Energiespeicher sind einmal mehr eine Triebfeder, um fluktuierende Erzeuger effizient in das aktuelle Marktdesign der Energiebranche zu integrieren. Das politische Interesse an Speicherlösungen nahm im Rahmen der Projektlaufzeit ständig zu. Hervorzuheben ist auch, dass im Zuge des ersten Teils des Osterpaketes der Bundestag am 27.06.2022 eine lang erwartete Definition für Energiespeicher beschlossen hat. Diese spiegelt wiederum im Umkehrschluss die Vorreiterrolle des Projektes wider. Die makroökonomischen Rahmenbedingungen sind eine relevante Herausforderung bei der Implementierung eines Multi-Use-Betrieb-Speichers. Eine fortlaufende Bewertung und Anpassung an die Rahmenbedingungen jedes einzelnen Use-Cases kann die Gesamtwirtschaftlichkeit des Speicherbetriebes verbessern. Weiterhin sind alle gewonnenen Erkenntnisse und das umfangreich aufgebaute Knowhow eine wertvolle Unterstützung für den Aufbau des Reallabors im neuen Forschungsprojekt „DELTA“, um die energieoptimierten interagierenden Quartiere interdisziplinär voranzutreiben.

### BEURTEILUNG & AUSBLICK

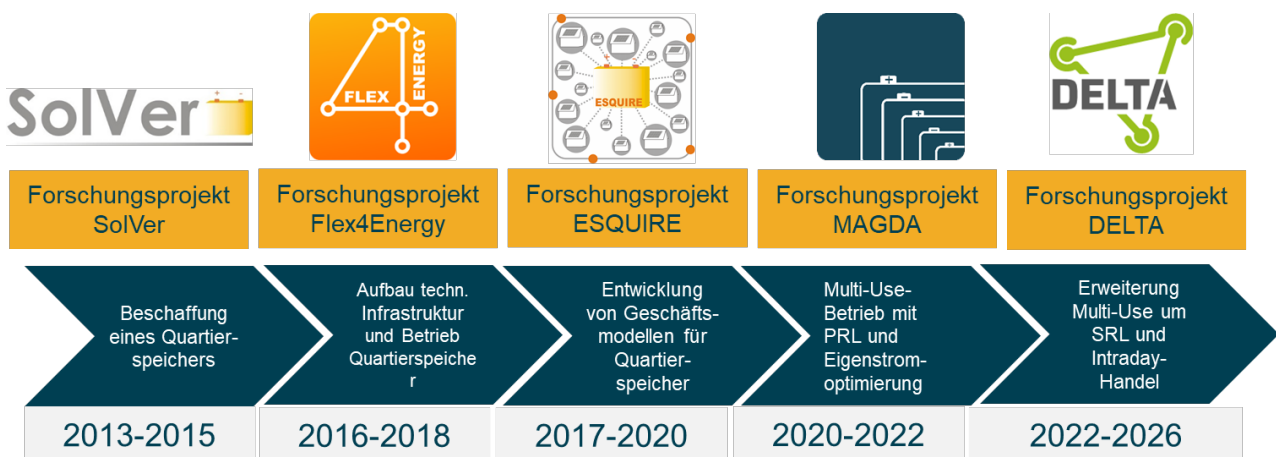
- Das Forschungsprojekt MAGDA wurde erfolgreich abgeschlossen.
- Alle Zielsetzungen wurden erreicht.

## PROJEKTKOMPETENZ

Der ENTEGA-Konzern ist einer der führenden Energie- und Infrastrukturdienstleister Deutschlands und mit der größte Ökostromanbieter gemessen am Stromabsatz. Zu den Aufgaben gehören die regenerative Energieerzeugung, die klassische Versorgung mit Energie und Wasser genauso, wie der Betrieb und Bau von Netzen und energieeffizienten Großanlagen. Auf Basis der Unternehmensphilosophie engagiert sich die ENTEGA aktiv in zahlreichen innovativen Projekten für die Energieversorgung von morgen. So wurde auch das Projekt MAGDA konzernübergreifend umgesetzt, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen. Die einzelnen Konzerngesellschaften übernahmen dabei folgende Rollen: ENTEGA AG (Speicherbetreiber), e-netz Südhessen AG (Verteilnetzbetreiber), COUNT+CARE GmbH & Co. KG (Messstellenbetreiber und IT-Dienstleister), citiworks AG (Stromhandel), ENTEGA Plus GmbH (Stromvertrieb) und Energy Project Solutions GmbH (Steuerung).

## STATUS QUO QUARTIERSPEICHER IM ENTEGA KONZERN

Der ENTEGA Konzern beschäftigt sich bereits seit mehreren Jahren in verschiedenen Forschungsprojekten kontinuierlich mit Batteriespeichern. Im Jahr 2016 wurde erstmalig in einem Neubaugebiet, das von der e-netz Südhessen AG erschlossen wurde, ein Quartierspeicher installiert. Seitdem dient diese Pilotanlage als Reallabor und Pilgerstätte für andere interessierte Kommunen. Im Rahmen eines APET wurde 2019 im ENTEGA Konzern bereits ein Endkundenprodukt (Speicherscheibe) für die Eigenstromoptimierung entwickelt. Im Forschungsprojekt MAGDA wurde erstmalig ein Multi-Use-Betrieb eines Quartierspeicher mit den Anwendungen Primärregelleistung (PRL) und Eigenstromoptimierung für private Haushalte einer Solarsiedlung umgesetzt. Im neuen Forschungsprojekt DELTA soll der Multi-Use-Betrieb von Quartierspeichern um die Komponente Sekundärregelleistung und Intraday-Handel erweitert werden.



## **PROJEKTFILM**

Im Rahmen des Projektes MAGDA wurde ein Kurzfilm zum Projekt erstellt. Dieser ist über die Microsite [www.entega.ag/magda](http://www.entega.ag/magda) sowie auf YouTube unter <https://www.youtube.com/watch?v=yipi3euU1Ap0> abrufbar.

## **DER AUFTRAGGEBER**

Das Projekt wurde unter dem Förderkennzeichen EF960 0022/2020 im Rahmen des Operationellen Programms für die Förderung von Investitionen in Wachstum und Beschäftigung in Hessen aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014 bis 2020 (IWB-EFRE-Programm Hessen) durchgeführt. Die fachliche Begleitung erfolgte durch den Projektträger Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen.

## **PROJEKTLAUFZEIT**

Das Projekt wurde im Zeitraum vom 15.02.2020 bis 14.12.2022 durchgeführt.

## **IMPRESSUM**

Veröffentlichung: Januar 2023

Herausgeber: e-netz Süd Hessen AG  
Forschung & Entwicklung  
Tel.: 06151-701 8031  
E-Mail: [smartgrids@e-netz-suedhessen.de](mailto:smartgrids@e-netz-suedhessen.de)

Diese Broschüre des Forschungsprojektes MAGDA ist eine Zusammenfassung des ausführlichen Abschlussberichtes, der dem Projektträger zur Verfügung gestellt wurde.