



ENERGIEINSTITUT
DER WIRTSCHAFT GmbH

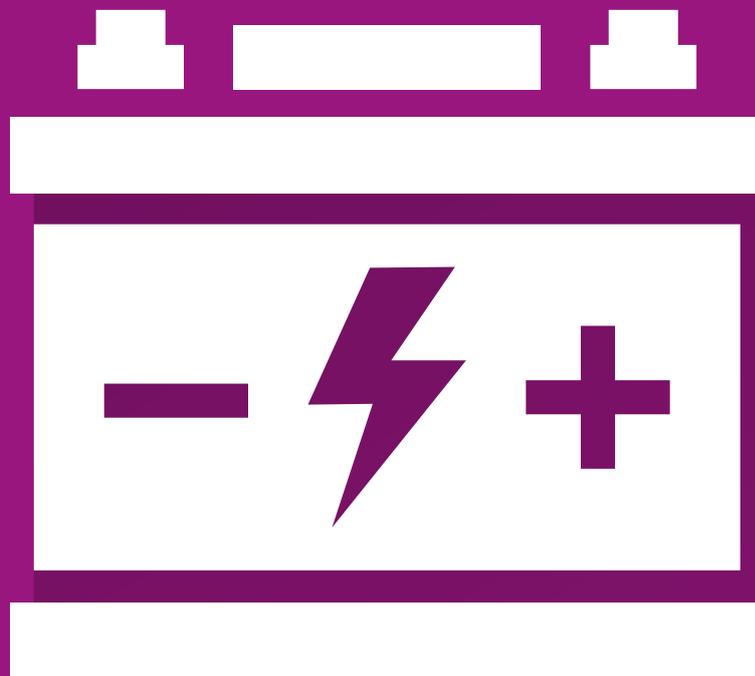


WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH



STROMSPEICHERBERICHT 2018

UNSERE ENERGIE GEHÖRT DER ZUKUNFT.





INHALT

Vorwort	5
Warum Stromspeicher in Unternehmen?	6
> Wie Unternehmen von Stromspeichern profitieren	6
> Entlastung der Netze durch Stromspeicher	7
> Stromspeicher in Unternehmen – eine mögliche Win-Win-Strategie	7
Hebel zur Senkung der Stromkosten	8
> Zusammensetzung der Gesamtstromkosten	8
> Leistungsspitzen reduzieren, Stromkosten senken	9
Der richtige Stromspeicher für Ihren Betrieb	10
> Speicherarten	10
> Elektrochemische Stromspeicher	11
> Zellentypen im Vergleich	14
> Speichersysteme für den stationären Einsatz im Stromnetz	16
> Worauf achten bei der Anschaffung eines Stromspeichersystems?	17
Exemplarische Lastprofile einiger Branchen	19
> Stromverbrauch und Leistungsbedarf verschiedener Endkunden	19
> Vier unterschiedliche Unternehmen im Vergleich	23
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines speicherbasierten Lastmanagements	27
> Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	29
Zwei Beispiele für den Einsatz von Speichern in Unternehmen	32
> Lastmanagementsystem mit Speicher- und Photovoltaiksystem in Tischlerei	32
> Speicher und Photovoltaik in landwirtschaftlichem Produktionsbetrieb	36
Fazit: Speicher – speziell mit Förderungen leistbar	40
> Stromspeicher erweitern die Möglichkeiten für betriebliches Lastmanagement.	40
> Speichersysteme sind in Kleinst- wie in Großbetrieben einsetzbar.	40
> Mit Förderungen sind Investitionen in Speichertechnologien wirtschaftlich attraktiv.	40
> Die Preise für Speicheranwendungen fallen kontinuierlich.	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Zusammensetzung Strompreis (Gewerbe): 110.000 kWh Jahresverbrauch	9
Abbildung 2	Speicherarten und Speichergrößen	11
Abbildung 3	Gebäudeverwaltung – Leistungsbezug Strom über ein Jahr	20
Abbildung 4	Druckerei – Leistungsbezug Strom über ein Jahr	20
Abbildung 5	Gebäudeverwaltung – Lastverteilung Strom über ein Jahr	21
Abbildung 6	Druckerei – Lastverteilung Strom über ein Jahr	21
Abbildung 7	Druckerei: Beispielhaftes wöchentliches Lastprofil – Minimal-, Maximal- und Mittelwert	23
Abbildung 8	Metallverarbeitender Betrieb: Beispielhaftes wöchentliches Lastprofil	24
Abbildung 9	Restaurant: Beispielhaftes wöchentliches Lastprofil – Minimal-, Maximal- und Mittelwert	25
Abbildung 10	Lebensmittel-Einzelhandel: Kälteste und wärmste Kalenderwoche im Jahr	26
Abbildung 11	Hotel: Lastgang und Ausgleichsmengen im Winter	27
Abbildung 12	Hotel: Lastgang und Ausgleichsmengen im Sommer	28
Abbildung 13	Blei-Gel-Batteriesystem – Entwicklung des Kapitalwertes mit und ohne Förderung	30
Abbildung 14	Lithium-Ionen-Batteriesystem – Entwicklung des Kapitalwertes mit und ohne Förderung	30
Abbildung 15	Vergleich der Speichersysteme – Entwicklung des Kapitalwertes mit und ohne Förderung	31
Abbildung 16	Tischlerei: Lastprofil Woche im März 2017	33
Abbildung 17	Speichersystem für Tischlerei – ohne Förderung, mit Standard- und Sonderförderung	36
Abbildung 18	Schema der Gesamtanlage	37
Abbildung 19	Landwirtschaftlicher Produktionsbetrieb – Entwicklung des Kapitalwertes mit Förderung	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Zellentypen im Vergleich	14
Tabelle 2	Beispielhafter Vergleich der Stromkosten und Netznutzungsentgelte (ohne Steuern und Abgaben)	22

VORWORT



Der Einsatz stationärer Stromspeicher ist derzeit ein viel diskutiertes Thema, und auch in Unternehmen werden Stromspeicher in absehbarer Zukunft eine wichtigere Rolle spielen – etwa bei der Reduktion der Leistungsspitzen und damit der Stromkosten durch batteriebasiertes Last- und Spitzenstrommanagement. Auch für die steigende Zahl an Betrieben, die Photovoltaik einsetzen, sind Speicherlösungen besonders attraktiv, denn sie werden dadurch ein Stück weit mehr zu Strom-Selbstversorgern.

Ein nicht zu unterschätzender Nebeneffekt von Stromspeichern ist die Erhöhung der Versorgungssicherheit: Mit einem adäquat dimensionierten Stromspeicher kann auch bei einem Stromausfall der Betrieb wichtiger Verbraucher über eine bestimmte Zeit aufrechterhalten werden. So bleiben dem Unternehmen drastischere Folgen erspart.

Es ist für Unternehmen der richtige Zeitpunkt, sich mit dem Einsatz von Speichertechnologien auseinanderzusetzen – auch weil Elektromobilität und Mobilkommunikation in den letzten Jahren bereits zu einem beachtlichen

Technologieschub geführt haben. Batteriespeicher sind wesentlich kompakter und verlässlicher geworden, und allem voran sinken die Speicherpreise kontinuierlich: Bei Lithium-Ionen-Speichern sind sie allein von 2013 bis 2015 um 29 Prozent gefallen.¹

Die vorliegende Publikation gibt Unternehmen einen Überblick über Speichertechnologien und deren Anwendungsmöglichkeiten. Ebenso wird die Wirtschaftlichkeit von Speichersystemen abgeschätzt, auch unter Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten. Derzeit gibt es in Österreich zwar eine Reihe von betrieblichen Förderungen für Stromspeicher, doch stehen diese primär in Verbindung mit Photovoltaik-Anlagen.

Die Broschüre wurde – im Auftrag und mit Unterstützung der E-Control und der Wirtschaftskammer Österreich – vom Energieinstitut der Wirtschaft verfasst, das sich über viele Jahre mit dem Stromverbrauch in Unternehmen befasst und für diese Broschüre exemplarische Branchen ausgewählt hat, um Einsatzmöglichkeiten und Nutzen von Speichern in Unternehmen anschaulich darzustellen.

¹ Heiler, Konstantin: Der Rohstoff, sein Kreislauf & Second Life Anwendungen.
www.strom-speicher.org/stromspeicher-auf-lithiumbasis/

WARUM STROMSPEICHER IN UNTERNEHMEN?

Wie Unternehmen von Stromspeichern profitieren

Stationäre Stromspeicher dienen in Betrieben zum batteriebasierten Last- und Spitzenstrommanagement und für Lastverschiebungen. Unternehmen können mit Stromspeichern Energiekosten sparen, sie sichern sich bei entsprechender Ausführung damit auch gegen Netzausfälle ab.

Oft benötigen Unternehmen kurzfristig hohe Leistungsspitzen bei vergleichsweise geringem jährlichem Gesamtverbrauch. Daher betreiben bereits heute viele Betriebe aktiv Leistungs-Bezugsmanagement ohne Speicher-Unterstützung: Sie steuern nach Möglichkeit die Arbeitsabläufe so, dass Großverbraucher nicht gleichzeitig eingeschaltet sind und es so zu keinen extremen Leistungsspitzen kommt.

In der betrieblichen Praxis gibt es jedoch Stoßzeiten, in denen hoher Verbrauch nicht umgangen werden kann – es sei denn, man kappt Lastspitzen mithilfe der Stromreserve aus einem stationären Speicher. Mit Stromspeichern kann ein Unternehmen dann elektrische Energie „einlagern“, wenn der Verbrauch gering ist oder, bei entsprechendem Tarifmodell, zu jenen Zeiten, wenn die Kilowattstunde weniger kostet.

Die vorliegende Publikation befasst sich daher mit der Frage, unter welchen Bedingungen der Einsatz von Stromspeichern zur Reduktion von Leistungsspitzen und zur

Lastverschiebung in Unternehmen bereits heute technisch und betriebswirtschaftlich sinnvoll ist.

Die Stromkosten im Gesamten umfassen neben den Kosten für den Stromverbrauch (in Kilowattstunden – kWh) auch die Kosten für die Benutzung des öffentlichen Stromnetzes (Netzkosten) sowie Steuern und Abgaben. Ein wichtiger Faktor dieser Netzkosten sind die leistungsabhängigen Kosten (€/kW Leistungsbezug). Stromkunden mit relativ niedrigem Verbrauch – typischerweise Haushalte – zahlen für den Leistungsbezug lediglich einen jährlichen Pauschalbetrag. Bei höheren Verbräuchen, wie sie für Unternehmen typisch sind, erfolgt die Verrechnung des Leistungsbezuges jedoch auf Basis der gemessenen Leistung: Der Leistungspreis ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der monatlich gemessenen höchsten viertelstündlichen Leistung. Das bedeutet, dass ein Unternehmen Kosten spart, wenn es durch Last- und Spitzenstrommanagement die Leistungsspitzen reduzieren kann.

Die Leistung, also die in einem bestimmten Zeitpunkt transportierte Strommenge, belastet die Netz-Infrastruktur. Stromspeicher bringen daher eine Win-Win-Situation: Sie helfen Unternehmen, ihre Leistungsspitzen zu reduzieren, und sie tragen zur Entlastung des Stromnetzes bei.

Entlastung der Netze durch Stromspeicher

Der heimische Stromverbrauch steigt kontinuierlich an. Wegen des verstärkten Einsatzes von Strom im Wärmesektor, für Raumkühlung sowie für den Ausbau der E-Mobilität wird dieser Trend anhalten. Insbesondere wenn hohe elektrische Leistung erfordert wird, belastet dies die Netze. Stromspeicher können durch Lastmanagement zur Netzstabilität beitragen.

Der Stromverbrauch beim Endabnehmer ist in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen, in den letzten 10 Jahren waren es in Österreich etwa 0,8 Prozent pro Jahr. Trotz strombezogener Energieeffizienzmaßnahmen ist bis 2030 mit einem stärkeren Anstieg zu rechnen.

Bei dieser Entwicklung geht es aber nicht nur um nachgefragte Strommengen, sondern immer mehr auch um die lokal nachgefragte und verfügbare elektrische Leistung. So

haben etwa Schnellladestationen für Elektrofahrzeuge im Ladebetrieb Leistungsanforderungen, die vergleichbar sind mit ganzen Wohnblocks oder großen Gewerbebetrieben.

Leistungsspitzen belasten nicht nur die lokalen Netzteile, sondern die gesamte Verteil- und Übertragungsinfrastruktur.

Betriebe stehen so immer wieder vor dem Problem, dass die Bereitstellung der notwendigen elektrischen Anschlussleistung – soweit technisch überhaupt machbar – mit hohen Kosten für Netzbereitstellung und -tarife verbunden ist.

Als attraktive Alternativen bieten sich innovative Lösungen an, beispielsweise Spitzenlastmanagement mit Smart Metern oder eben Stromspeicher.

Stromspeicher in Unternehmen – eine mögliche Win-Win-Strategie

Der Einsatz von Stromspeichern in Unternehmen bietet ...

Vorteile für den Netzbetreiber

- > Keine oder geringere Kosten für lokale Netzverstärkung durch lokale Reduktion der Verbrauchsspitzen
- > Keine oder geringere Kosten für lokale Netzverstärkung durch lokale Speicherung der Erzeugungsspitzen aus Wind- und PV-Erzeugung

Vorteile für das Unternehmen

- > Keine oder geringere Anschlusskosten (Netzbereitstellungsentgelt) bei Leistungserhöhung durch Betriebserweiterung oder den Einsatz von E-Mobilität
- > Reduktion der Netznutzungsentgelte durch reduzierte Maximalleistung
- > Möglichkeit von Lastmanagement und Nutzung günstiger Stromtarife
- > Erhöhung der Versorgungssicherheit / Ausfallreserve
- > Teilnahme an neuen Geschäftsmodellen wie Speichermanagement

HEBEL ZUR SENKUNG DER STROMKOSTEN

Um Einsparungen durch batteriebasiertes Lastmanagement abschätzen zu können, muss die Zusammensetzung des Gesamtstrompreises näher betrachtet werden. Für Unternehmen sind die Netzkosten ein wesentlicher Hebel zur Senkung der Ausgaben für Strom.

In vielen heimischen Unternehmen ist in den letzten Jahren die Reduktion der Energiekosten ein relevantes Thema geworden. So

wurden zahlreiche Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz gesetzt. Ebenso wurde die Möglichkeit genutzt, die Energiekosten durch einen Anbieterwechsel zu senken, denn seit der Liberalisierung des österreichischen Strommarktes bietet sich hier eine große Auswahl. Mit einem Anbieterwechsel kann jedoch lediglich der Strompreis beeinflusst werden, nicht jedoch die Netzentgelte und Abgaben. Diese können nur durch verbrauchs- bzw. leistungsabhängige Maßnahmen beeinflusst werden.

Zusammensetzung der Gesamtstromkosten

Bei der Stromrechnung ist zwischen dem **Strompreis** für den Stromlieferanten, den **Netzentgelten** für den Netzbetreiber sowie **Steuern und Abgaben** zu unterscheiden. Während der Strompreis im Wettbewerb entsteht, sind die Netzentgelte, Abgaben und Steuern staatlich reglementiert.

Im Falle eines Gewerbebetriebes in Wien mit einem Verbrauch von 110.000 kWh, bei dem der Leistungsanteil der Netzkosten gemessen wird, machen die Kosten für die verbrauchte Strommenge weniger als 30 Prozent der Gesamtkosten aus, etwa gleich hoch ist der Prozentsatz der Steuern und Abgaben. Der Anteil der Netzkosten an den Gesamtkosten liegt bei knapp über 40 Prozent.

NETZKOSTEN

Zu den Netzkosten gehören alle Entgelte, die dazu verwendet werden, um das Energienetz zu betreiben, zu erhalten und im Sinne der

Versorgungssicherheit auszubauen, des Weiteren auch Entgelte für die Messleistung.²

Die Höhe der Entgelte ist abhängig von **Leistung, Stromverbrauch** und auch davon, auf welcher **Netzebene** die Nutzer angeschlossen sind. Haushaltskunden oder Kleinbetriebe sind auf Netzebene 7 angeschlossen, dem niedrigsten Spannungsniveau mit 400 V. Größere Betriebe, die einen Netzanschluss mit über 100 kW Leistung benötigen, können ihren Strom über die Netzebene 6 beziehen. Energieintensive große Gewerbe- oder kleine Industriebetriebe (über 400 kW) sind auf Netzebene 5, und große Industriebetriebe mit über 5.000 kW Anschlussleistung auf Netzebene 4 angeschlossen.³

Ein wesentlicher Faktor der Netzkosten ist das **Netznutzungsentgelt**, dessen Höhe sich aus zwei Preiskomponenten ergibt – dem **Arbeitspreis** und dem **Leistungspreis**: Die **Arbeitspreis**

² Nähere Infos zu Netzkosten – bestehend aus Netzbereitstellungs- und Netzzutrittsentgelt sowie Netznutzungsentgelt, Entgelt für Messleistungen, Netzverlustentgelt, Steuern & Abgaben: www.e-control.at/marktteilnehmer/strom/netzentgelte

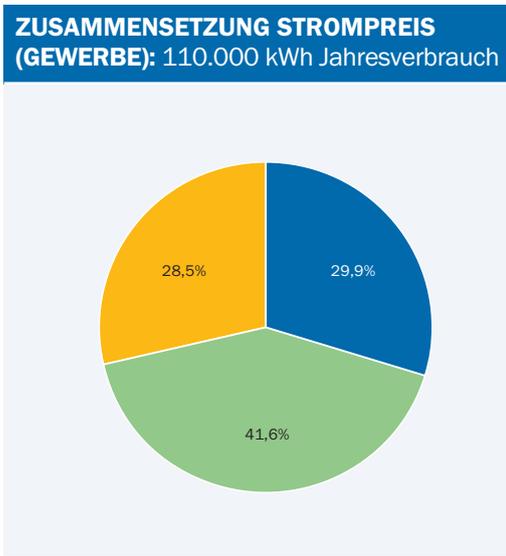
³ Weitere Informationen zu den Netzebenen: www.apg.at/de/markt/strommarkt/tarife
Übersicht der Systemnutzungsentgelte nach Ebenen/Bundesländern:
www.e-control.at/industrie/strom/strompreis/netzentgelte/netznutzungsentgelt

Komponente wird bemessen nach der Anzahl der verbrauchten Kilowattstunden (€/kWh). Vom Energieregulator E-Control gibt es festgelegte Preise, die sich unterscheiden nach Netzebene, Region und teilweise auch zwischen niedrigeren Sommer- und höheren Wintertarifen.

Die **Leistungspreis**-Komponente wird berechnet aus dem arithmetischen Mittel der monatlich gemessenen höchsten viertelstündlichen Leistung (€/kW). Das heißt, die monatlichen Leistungsspitzen eines Jahres werden addiert und durch zwölf geteilt. Dies gilt nicht für Haushalts- und kleine Gewerbekunden, deren Jahresverbrauch unter 25.000 kWh liegt. Diesen Kunden wird für gewöhnlich eine Pauschale von 30 Euro jährlich verrechnet, dafür jedoch ein höherer Arbeitspreis in Rechnung gestellt.

Beim Leistungspreis gibt es wesentliche Unterschiede zwischen den regionalen Netzbetreibern: Beispielsweise sind in Wien auf Netzebene 7 pro Kilowatt 49,32 Euro zu bezahlen, in Niederösterreich sind es 36,00 Euro.

Der Leistungspreis sinkt, je höher die Netzebene ist: Auf Ebene 4 kostet das Kilowatt in der Region Wien 38,28 Euro, in Niederösterreich sind es 32,88 Euro.



■ Stromkosten
■ Netzkosten
■ Steuern/Abgaben

Abbildung 1
Zusammensetzung Strompreis (Gewerbe): 110.000 kWh Jahresverbrauch

Quelle: Energieinstitut der Wirtschaft, 2017

Leistungsspitzen reduzieren, Stromkosten senken

Viele Unternehmen haben branchenbedingt hohe Leistungsspitzen bei einem vergleichsweise geringen jährlichen Gesamtstromverbrauch. Dabei wird der Leistungspreis zu einem nicht unwesentlichen Faktor der Gesamtstromkosten: Wenn ein Unternehmen mit 100.000 kWh Jahresverbrauch beim Leistungsbezug monatliche Maximalwerte von

40 kW hat, so liegt der leistungsabhängige Anteil in Wien auf Netzebene 7 (49,32 €/kW) bei 1.972,80 Euro – dies sind 10 bis 15 Prozent der jährlichen Strom-Gesamtkosten.

Diese Kosten können erheblich gesenkt werden, wenn mit Lastmanagement die Leistungsspitzen reduziert werden.

DER RICHTIGE STROMSPEICHER FÜR IHREN BETRIEB

Nachstehend wird ein Überblick zum Ist-Stand von Speicherlösungen am Markt und zu deren Einsatzmöglichkeiten gegeben.

Allgemein definiert dienen Energiespeicher dazu, die in einem Ladevorgang zugeführte Energie über eine bestimmte Zeitdauer zu speichern und diese im Bedarfsfall wieder in einem Entladevorgang kontrolliert abzugeben – und das möglichst verlustfrei.

Die Lösung liegt jedoch im Detail. Einige Fragen, die sich stellen:

> Welche nutzbare Speicherkapazität soll die Batterie haben?

- > Wie schnell möchte man laden und entladen, wie hoch ist der maximal zulässige Lade- und Entladestrom?
- > Wie groß ist die Batterie, und habe ich einen geeigneten Aufstellungsplatz?
- > Wie hoch sind die spezifischen Investitions- und Betriebskosten je nutzbare Speichermenge?

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Speichersystemen, die sich in ihren Eigenschaften und Kosten unterscheiden und nur für bestimmte Anwendungen wirtschaftlich Sinn machen.

Speicherarten

Stationäre Speicher in Betrieben sind Stunden- und Tagesspeicher, die im Ein- oder Mehr-Tages-Rhythmus Ausgleichsenergie aufnehmen und abgeben können. Ihre Speicherkapazitäten betragen von unter zehn bis zu mehreren 1.000 Kilowattstunden. Gängige, markterprobte Lösungen gehören allesamt in die Gruppe der elektrochemischen Speicher. Drei probate Technologien für betriebliche Anwendungen sind Lithium-Ionen Speicher, Batterien auf Blei-Basis und die noch weniger bekannten Aqueous-Hybrid-Ion-Speicher.

Nachstehend soll ein kurzer Einblick in die Welt der derzeit gängigen Speichersysteme gegeben werden. Die Speicherung von Strom erfolgt indirekt mit chemischen, mechani-

schen oder elektrischen bzw. elektromagnetischen Speichern.

Elektrochemische Energiespeicher: Allgemein als Akkumulatoren oder Batterien bezeichnet, bei denen es bei der Speicherung und der Entladung zu einem elektrochemischen Prozess kommt. Alle praktikablen Lösungen für stationäre Energiespeicher in Betrieben, die hier in Folge näher vorgestellt werden, gehören in die Gruppe der elektrochemischen Energiespeicher.

Mechanische Energiespeicher: Diese speichern Strom in Form von potenzieller Energie (hydraulische Speicher – Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicher) oder in Form von kinetischer Energie (Schwungmassenspei-

cher). Druckluftspeicher und Schwungmassen könnten auch als kleinere, dezentrale Speicher in Betrieben eingesetzt werden, doch beschränken sich die Anwendungen bisher noch auf Nischenmärkte.⁴

Elektrische/elektromagnetische Speicher:
Elektrische Energie kann in diesen Speichern

nur kurzzeitig auf direktem Weg gespeichert werden, etwa mittels supraleitender Spulen oder Kondensatoren. Deren Speicherkapazität ist eher gering, deren Speicherdauer beschränkt sich meist auf Sekunden. Solche Elemente dienen als Bauteile in elektrischen Systemen.

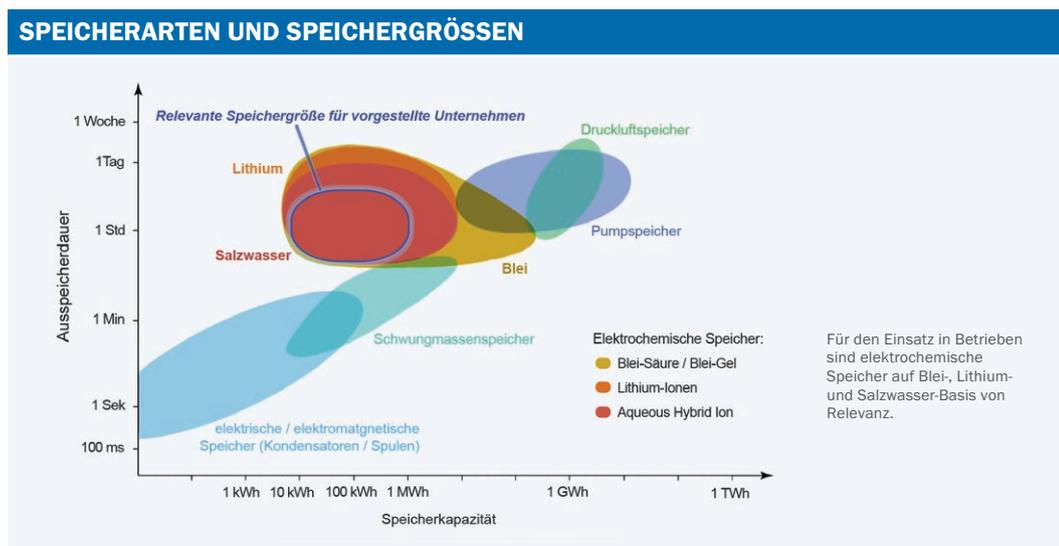


Abbildung 2
Speicherarten und Speichergößen

Quelle: FENES, Grafik: EIW

Elektrochemische Stromspeicher

Die derzeit am häufigsten eingesetzten elektrochemischen Speicher, die als markttaugliche Lösungen für den stationären Einsatz in Betrieben dienen können, sind:

Lithium-Ionen-Batterien: Batterien auf Lithium-Ionen-Basis sind sehr zyklenfest und haben eine hohe Lebensdauer. Sie weisen eine hohe Leistungs- und Energiedichte auf und sind für

⁴ Klima- und Energiefonds (Hg.): Abschlussbericht der Speicherinitiative – Startphase. Wien, 2016, S. 10.
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Hg.): Technologie-Roadmap Stationäre Energiespeicher 2030. Karlsruhe 2015, S. 20.

rasche Lade-/Entladevorgänge geeignet. Der Preis dieser Batterien ist zwar im Zeitraum von 2013 bis 2015 um 29 Prozent zurückgegangen, aber bezogen auf die Speicherkapazität immer noch höher als für Blei-Batterien.

Blei-Batterien: Blei-Batterien sind eine robuste, ausgereifte und vor allem kostengünstige Speichertechnologie. Sowohl die Lebensdauer als auch die Leistungs- und Energiedichte sind jedoch geringer als bei der Lithium-Ionen-Batterie.

Aqueous-Hybrid-Ion-Batterien: Diese robuste Batterie basiert auf Salzwasser und gilt als die umweltfreundlichste Speichertechnologie am Markt. Es handelt sich um eine ausgereifte und kostengünstige Technologie. Sowohl die Lebensdauer als auch die Leistungs- und Energiedichte sind jedoch geringer als bei der Lithium-Ionen-Batterie. Die möglichen Lade- und Entladezeiten sind im Vergleich zu Lithium-Ionen- und Blei-Batterien verhältnismäßig lange.

Neben diesen drei Technologien sind noch weitere Arten elektrochemischer Speicher am Markt zu finden:

Redox-Flow-Batterie: Zum jetzigen Zeitpunkt noch vergleichsweise teuer, doch gilt sie, ihrer Langlebigkeit und flexiblen Einsetzbarkeit wegen, als eine Speichertechnologie, für die sich in Perspektive ein Markt erschließen könnte.⁵ Bei diesem elektrochemischen

Speicher dienen zwei Flüssigkeiten als Elektrolyte. Der Austausch von Ionen findet an der Membran statt, die sich zwischen den zwei unabhängigen Flüssigkeits-Kreisläufen befindet. Der Ladevorgang von Redox-Flow-Batterien erfolgt nicht ausschließlich mittels Stromzufuhr; es ist auch möglich, die entladenen Flüssigkeiten gegen frisch geladene Elektrolyte auszutauschen. Die entnommene Leistung kann unabhängig von der Energiemenge skaliert werden.

Die **Natrium-Schwefel-Batterie** zeichnet sich durch geringes Gewicht und Langlebigkeit aus. Allerdings erfordert das System eine hohe Betriebstemperatur von 270 bis 350 Grad Celsius, und es muss wegen der aggressiven chemischen Bestandteile vor mechanischer Beschädigung gut geschützt werden.

Die **Nickel-Eisen-Batterie** ist im Betrieb sehr robust und langlebig, allerdings ist sie zum jetzigen Zeitpunkt noch recht teuer. Zusätzlich benötigen diese Batteriesysteme eine gut durchlüftete Aufstellung, da es beim Laden zur Bildung von Wasserstoffgasen kommt, die sicher abgeführt werden müssen.

Viel geschrieben wird über die Umwandlung elektrischer Energie in **Wasserstoff** oder **Methan**, die in Brennstoffzellen oder Kraftwerken zur Energiegewinnung genutzt werden können. Diese Systeme werden gegenwärtig in Pilotprojekten untersucht.

⁵ Klima- und Energiefonds (Hg.): Abschlussbericht der Speicherinitiative – Startphase. Wien, 2016, S. 24–25.

STROMSPEICHER: SCHLÜSSELBEGRIFFE

Akkueinheit / Batteriespeichersystem

Zur Nutzung der Akkueinheit werden zusätzliche Komponenten benötigt – etwa ein Ladegerät oder ein Wechselrichter. Ein Batteriespeichersystem umfasst alle Komponenten, die für den Betrieb des Speichers gebraucht werden.

Speicherkapazität (Nennkapazität)

Gibt die speicherbare Energiemenge im Neuzustand an und wird in Amperestunden (Ah) oder Kilowattstunden (kWh) angegeben (100%, ist Bezugswert).

C-Koeffizient

Der C-Koeffizient definiert die Lade- bzw. Entladegeschwindigkeit des Speichers, bezogen auf eine Nennkapazität von einer Amperestunde (1 Ah).

Ein Koeffizient von 1C bedeutet, dass eine Batterie mit einer Nennkapazität von einer Amperestunde (1 Ah) eine Stunde lang einen Entladestrom von einem Ampere liefert. Hat eine Batterie einen C-Koeffizienten von 2C, dann ist der Entladestrom 2 Ampere über 30 Minuten ($2 \text{ A} \times 0,5 \text{ h} = 1 \text{ Ah}$). Bei einem Koeffizienten von 0,2C hat sie einen Entladestrom von 200 mA über 5 Stunden. Der Wert 0,2C wird auch mit C/5 angegeben.

Ladezustand (SOC – State of Charge)

Prozentsatz der noch entnehmbaren Energiemenge.

Entladungstiefe (DOD – Depth of Discharge)

Prozent der bereits verbrauchten Speicherkapazität ($100\% - \text{DOD} = \text{SOC}$).

Zulässige Entladetiefe, Tiefentladeschutz

Die zulässige Entladetiefe gibt an, wie viel Prozent der Speicherkapazität ohne Schädigung des Speichers aus dem Speicher entnommen werden darf. Man unterscheidet daher oft zwischen einer Brutto- und Nettospeicherkapazität eines Akkus.

Selbstentladung

Prozentangabe, wie stark sich ein Stromspeicher z.B. pro Monat entlädt, auch wenn kein elektrischer Verbraucher angeschlossen ist.

Ladezyklus

Jener Vorgang, bei dem einem entladenen Akku neue Energie zugeführt wird, wird als Ladezyklus bezeichnet. Ein Vollzyklus kann aus einer vollständigen Be- und Entladung oder etwa aus zwei Be- und Entladungen jeweils bis zur halben Entladungstiefe bestehen.

Zyklusfestigkeit/Lebensdauer

Die Zyklusfestigkeit beschreibt die Lebensdauer einer Batterie als Anzahl möglicher Vollzyklen bis zu dem Zeitpunkt, an dem nur mehr 80 Prozent der im Neuzustand vorhandenen Speicherkapazität möglich ist.

Kalendarische Lebensdauer

Sie gibt an, nach wie vielen Jahren, auch ohne Nutzung, noch mindestens 80 Prozent der Speicherkapazität verfügbar sind.

Wirkungsgrad

Prozentangabe der entnehmbaren Ladungsmenge in Bezug auf die in den Speicher geflossene Ladungsmenge.

Zellentypen im Vergleich

Lithiumbasierte Speicher werden technisch kontinuierlich weiterentwickelt, und sie sind äußerst effizient, jedoch immer noch teuer.

Bei bleibasierten Akkus als Basis handelt es sich um eine ausgereifte und kostengünstige Technologie. Aqueous-Hybrid-Ion-Speicher

ZELLENTYPEN IM VERGLEICH			
	Li-Ion	Pb-Gel	Aq-Ion
Energiedichte	200 Wh/l bis 350 Wh/kg	50 bis 75 Wh/l	22 Wh/l
Leistungsdichte	400 bis 1.200 W/kg, als Batteriepack (100 Zellen) 400 bis 2.200 W/kg	Je Zelle 10 bis 500 W/l	6 W/l
Selbstentladung	3 bis 5% pro Monat	3 bis 12%/Monat	Steigend mit Temperatur: 5 °C: unter 2% pro Monat 10 °C: 5% pro Monat > 40 °C: > 25% pro Monat
Entladetiefe	80 bis 100%	50%	100%
Wirkungsgrad	85–95%	80–95%	80–90%
Lebensdauer	15 Jahre	10 bis 20 Jahre (abhängig von Temperatur und Ladezyklen)	mindestens 15 Jahre
Zyklusfestigkeit	> 5.000	> 3.000, abhängig von Lade-/Entladezeiten	> 3.000
Temperaturfestigkeit	+10 bis +40 °C; mit Ladeeinschränkungen: –25 bis +60 °C	–40 bis +60 °C	–5 °C bis +40 °C
Sicherheit	Überwachungselektronik nötig, um thermisches Durchgehen (bei ca. 270 °C) zu verhindern	Etablierte Technologie für stationäre Anlagen. Generell braucht der Batterieraum eine Lüftung. Bei einer Blei-Gel-Batterie ist kein Nachfüllen von Wasser notwendig, und es kommt zu keiner Entgasung, enthält Schwermetall, jedoch hohe Recyclingquote	Nicht entzündbar, toxisch oder korrosiv, kein Kühlmanagement und keine Überwachungs- elektronik notwendig, besonders gute ökologische Performance
Systemkosten	Speicher inklusive Wechselrichter und Energiemanagement: 750 (Großanlagen) bis 2.500 €/kWh	Speicher inklusive Wechselrichter und Energiemanagement: 750 bis 1.000 €/kWh	Speicher inklusive Wechselrichter und Energiemanagement: < 1.000 €/kWh

Tabelle 1
Zellentypen im Vergleich

Quellen: <http://speicherinitiative.at/kenndaten>

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Hg.): *Technologie-Roadmap Stationäre Energiespeicher 2030*. Karlsruhe 2015, S. 15 ff.

Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (Hg.): *Batteriespeicher in der Nieder- und Mittelspannungsebene*. Frankfurt/Main 2015, S. 58 ff.

nutzen Salzwasser als Elektrolyte. Sie sind robust und besonders umweltfreundlich, können jedoch nur langsam geladen/entladen werden.

Nebenstehend eine Gegenüberstellung der Haupteigenschaften von Lithium-Ionen-Akkumulatoren (**Li-Ion**), Blei-Akkumulatoren (**Pb-Gel**) und Aqueous-Hybrid-Ion-Speichern (**Aq-Ion**). Da Blei-Akkumulatoren technisch ausgereift und schon lange am Markt etabliert sind, gelten sie als Referenz-Technologie und sind daher im Systemvergleich neutral (grau) ausgewiesen. Rot zeigt in der einzelnen Eigenschaft eine schlechtere Performance als die Referenztechnologie an, bei Grün ist diese Performance besser als jene von bleibasierten Speichern.⁶

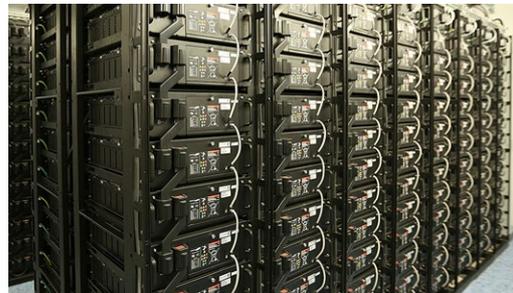
Lithiumbasierte Speicher

Diese Speicher zeichnen sich durch hohe Leistungs- und Energiedichte aus, und haben daher einen kleinen Platzbedarf. Die Kapazität kann mit hohen Lade-/Entladeströmen fast komplett und ohne Schäden für die Batterie ausgenutzt werden. Der Grad an Selbstentladung ist recht gering, der Wirkungsgrad der Batterie gut. Trotz der momentan noch höheren Anschaffungskosten entwickeln sich Lithium-Akkumulatoren momentan zu einer marktbeherrschenden Technologie für stationäre Speicher, im Wesentlichen auch durch den Vorteil des schnellen Ladens.

Der Elektrolyt ist ein gelöstes Lithiumsalz. Je nachdem, ob dieser Elektrolyt flüssig oder gelartig ist, spricht man von Lithium-Ionen- oder Lithium-Polymer-Akkus. Die verschiedenen Lithium-Ionen-Akkus unterscheiden sich

hauptsächlich durch den Werkstoff, aus dem die Kathode besteht, beispielsweise Kobalt, Mangan, Nickel oder Eisenphosphat.

Stationärer Lithium-Ionen-Großspeicher



Quelle: RWTH Aachen, ISEA

Lithium-Akkus verfügen über ein Batteriemangement, welches den Be- und Entladevorgang jeder Zelle einzeln überwacht und entsprechend steuert und das auf Grenzwertüberschreitungen oder sonstige Fehler umgehend reagiert. Damit soll das „thermische Durchgehen“ verhindert werden – das ist ein sich aufschaukelnder Wärme produzierender Prozess in Folge eines lokalen Kurzschlusses in einer Zelle durch Verunreinigungen oder mechanische Beschädigungen. Gerade wegen des Batteriemagements ist das Brandrisiko bei qualitativ hochwertigen Batterien äußerst gering.

Blei-Gel-Speicher

Die Leistungs- und Energiedichten sind geringer als bei Lithium-Ionen-Batterien. Das heißt, dass dieselbe nutzbare Speicherkapazität mehr Raumbedarf hat. Blei-Gel-Batterien können ohne Schaden nur bis etwa 50 Prozent der Nennkapazität entladen wer-

⁶ Quellen: <http://speicherinitiative.at/kenndaten>
 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI (Hg.): Technologie-Roadmap Stationäre Energiespeicher 2030. Karlsruhe 2015, S. 15 ff.
 Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (Hg.): Batteriespeicher in der Nieder- und Mittelspannungsebene. Frankfurt/Main 2015, S. 58 ff.

den und benötigen längere Entladezeiten. Auch moderne Blei-Gel-Akkus haben im Vergleich zur Lithium-Ionen-Technologie eine geringere Lebensdauer, sowohl kalendarisch als auch hinsichtlich der möglichen Ladezyklen. Der Wirkungsgrad der Blei-Gel-Batterien ist gut, und sie haben den Vorteil, dass sie derzeit noch wesentlich billiger sind als Lithium-Ionen-Batterien. Es gibt nach wie vor technologische Weiterentwicklungen, vor allem um die Nutzungsdauer zu erhöhen. Blei-Gel-Akkus, bei denen die Schwefelsäure in einem dickflüssigen Gel gebunden ist, brauchen keine belüfteten Aufstellungsräume.

Blei-Gel-Speicher



Quelle: Elektro Beck

Salzwasserbasierte Speicher

Aqueous-Hybrid-Ionen-Batterien gelten noch als exotische Newcomer am Markt, gleichzeitig aber auch als umweltfreundlichste verfügbare Technologie: Eine Zelle besteht aus einer Mangan-Oxid-Kathode, einem Baumwollvlies als Separator, einer Anode aus Kohlenstoff sowie einem pH-neutralen Elektrolyt auf Salzwasserbasis. Es gibt keine besonderen Sicherheitsauflagen bei der Aufstellung, da die Speicher weder entzündbar noch toxisch oder korrosiv sind, darüber hinaus benötigen sie kein Kühlmanagement und keine Überwachungselektronik.

Aufgrund ihrer geringen Leistungs- und Energiedichte haben sie entschieden mehr Raumbedarf als Lithium-Ionen-Batterien. Sie können ohne Schaden fast ganz entladen werden und weisen einen guten Wirkungsgrad auf. Die Zyklenfestigkeit entspricht etwa der einer Blei-Gel-Batterie. Nachteil dieser Batterien ist, dass sie vergleichsweise langsam geladen und entladen werden können.

Speichersysteme für den stationären Einsatz im Stromnetz

Für den praktischen Einsatz sind Speicher-Gesamtsysteme nötig, die nicht nur aus der Speichereinheit bestehen, sondern zusätzlich aus einem Leistungsmodul und dem Energiemanagementsystem.

Die Speichereinheit besteht aus mehreren Zellen/Batteriemodulen, die zur notwendigen Speichergröße und Batteriespannung zusammengeschaltet werden. 13 Module zu je

2 kWh ergeben zum Beispiel 26 kWh Speicherkapazität. Dieser Anlagenteil umfasst auch die batteriespezifische Zellenüberwachung und das Zellenmanagement.

Die Leistungseinheit besteht aus einem Wechselrichter, Netzfiltern und Schutzeinrichtungen und dient zur Kopplung des 400-Volt-Drehstromnetzes mit dem Gleichstromsystem der Batterieeinheit.

Das Energiemanagement ist die Steuerungs- und Regelungseinheit, die das Zusammenspiel von Laden und Entladen für die gefor-

derten Betriebsbereiche optimiert, darüber hinaus gehören dazu Monitoringsysteme und Visualisierungsgeräte.

Worauf achten bei der Anschaffung eines Stromspeichersystems?

Für einen wirtschaftlich sinnvollen Einsatz braucht es einen Stromspeicher, der sich für die vorgesehene Funktion optimal eignet. Grundsätzlich ist zu empfehlen, Varianten für mögliche Batteriesysteme sowohl hinsichtlich der erforderlichen Speicherkapazität als auch des Batterietyps vor der Anschaffung eines Speichersystems im Detail zu betrachten und gegenüberzustellen.

Folgenden Punkten ist bei der Anschaffung eines Stromspeichersystems besondere Aufmerksamkeit zu schenken:

Batteriebasierte Lastverschiebung in Betrieben, in denen die Einsatzzeiten großer Verbraucher ohne Produktionseinschränkungen gewählt werden können: Die Batterieladung erfolgt dann nach Abschaltung dieser Verbraucher oder bei geringer betrieblicher Stromnachfrage. Entladen wird die Batterie, wenn sich die betriebliche Stromnachfrage erhöht. Wenn möglich, wird bei der zeitlichen Wahl der Batterieladung oder -entladung auf tarifmäßig günstige Zeiträume geachtet. Gefordert werden geringe Gesamtkosten, mittlere C-Faktoren, Zyklusfestigkeit und ein guter Gesamtwirkungsgrad. Für diesen Fall eignen sich sowohl Lithium-Ionen- als auch Blei-Batterien.

Reduktion von Leistungsspitzen des Netzstrombezuges in Betrieben, in denen eine Lastverschiebung aus produktionstechni-

schen Gründen nicht möglich ist. Ist eine bestimmte Netzbezugsleistung überschritten, liefert die Batterie Strom in das betriebliche Stromnetz und übernimmt die Leistungsspitze. Die Batterieladung erfolgt zu Zeiten geringerer Stromnachfrage oder günstiger Stromtarife. Gefordert werden dabei niedrige C-Faktoren, hohe Zyklusfestigkeit und ein guter Gesamtwirkungsgrad. Je nach Leistungsprofil eignen sich sowohl Lithium-Ionen- als auch Blei-Batterien.

Notwendige Reaktionszeit: Die Reaktionsgeschwindigkeit wird vom Speichertyp bestimmt. Lithium-Ionen-Batterien können in kurzer Zeit mit hohen spezifischen Strömen die Batterie laden und auch wieder entladen.

Wenn für die Ladung und Entladung längere Zeit zur Verfügung steht, sind neben Lithium-Ionen-Batterien auch die günstigeren Blei-Gel-Batterien eine sinnvolle Option. Salzwasserbasierte Speicher dienen eher zur über mehrere Stunden gehenden Speicherung von günstigem Strom und zur ebenso langen Entladung in Zeiten hoher Strompreise als Grundlastversorgung.

Raumbedarf und Sicherheitsanforderungen: Entscheidend für die Planung der Größe der Anlage ist die erforderliche nutzbare Speicherkapazität (**Nettokapazität**). Ein Speicher mit der Bruttokapazität von 50 kWh und

einer maximalen Entladetiefe von 50 Prozent verfügt über eine nutzbare Speicherkapazität von 25 kWh. Bezogen auf den spezifischen Raumbedarf je nutzbare Speicherkapazität ist die Lithium-Ionen-Batterie bei weitem die zu bevorzugende Lösung, bezüglich Sicherheitsanforderungen ist der Aqueous-Hybrid-Ionen-Speicher besonders „pflegeleicht“. Generell tragen die Hersteller den Anforderungen mit ihren spezifischen Aufstellungsvorschriften Rechnung.

Lebensdauer: Sämtliche Batterietypen sind im praktischen Einsatz mit einem Tiefentladungsschutz ausgestattet, um Schäden an der Batterie zu vermeiden. Die Lithium-Ionen-Batterie hat mit bis zu 8.000 Ladezyklen eine besonders hohe Lebensdauer, die Blei-Gel-Batterie kommt lediglich auf bis zu 4.000 Zyklen.

Wechselrichter: Im Gegensatz zu einfachen Wechselrichtern etwa für Photovoltaikanlagen, die lediglich Gleichstrom in Wechsel- oder Drehstrom umwandeln und ins Stromnetz einspeisen können, sind bidirektionale Wechselrichter in der Lage, eine Batterie aus dem Drehstromnetz zu laden (Gleichrichter) und anschließend wieder ins Drehstromnetz zu entladen (Wechselrichter). Zur Optimierung der Stromkosten sind für batteriebasierte Lastverschiebungen und die Reduktion von Leistungsspitzen solche bidirektionalen Wechselrichtersysteme notwendig, die eine Batterieladung auch mit günstigem Netzstrom ermöglichen. Wechselrichter stellen einen wesentlichen Kostenfaktor dar und weisen eine Lebensdauer auf, die teilweise unter

jener der Batterien liegt. Darauf ist bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung entsprechend Rücksicht zu nehmen.

Versorgungssicherheit/Notstromfunktion:

Speichersysteme können auch so aufgebaut sein, dass sie bei Netzausfall über einen bestimmten Zeitraum die Versorgung mit Wechsel- oder Drehstrom übernehmen und auf „Inselbetrieb“ fahren. Dazu muss bei der Installation des Speichersystems bereits festgelegt werden, welche Verbraucher mit der zur Verfügung stehenden gespeicherten Energie zu versorgen sind. Systeme mit Notstromfunktion sind teurer, bieten aber den Vorteil einer Versorgung wichtiger Verbraucher.

Kosten/Wirtschaftlichkeit: Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Speicherlösung sind die gesamten Investitionskosten und die Betriebskosten über die Lebensdauer abzuschätzen und den Gesamteinsparungen gegenüberzustellen. Für lithiumbasierte Speichersysteme bewegen sich die Investitionskosten, abhängig von der Speicherkapazität, pro Kilowattstunde inklusive Wechselrichter und Energiemanagementsystem derzeit zwischen etwa 750 €/kWh für Großanlagen bis zu 2.500 €/kWh für qualitätsvolle kleine Batteriesysteme, mit fallender Tendenz. Günstiger sind Aqueous-Hybrid-Ionen-Speicher mit einem Systempreis von unter 1.000 €/kWh. Die Investitionskosten für hochwertige Blei-Gel-Akkus liegen bei etwa 750 bis 1.000 €/kWh. Neben dem Anschaffungspreis ist vor allem der Wartungs- und Instandhaltungsaufwand ein wichtiges Kaufkriterium.

EXEMPLARISCHE LASTPROFILE EINIGER BRANCHEN

Das Lastprofil eines Unternehmens gibt auf Basis gemessener 15-Minuten-Werte Auskunft über den Stromverbrauch und über die bezogene Leistung. Anhand von Lastprofilen lassen sich Aussagen über das Verhältnis von jährlichem Gesamtverbrauch zum Leistungsbezug machen und ob der Einsatz von batteriebezogener Lastverschiebung und Spitzentlastreduktion interessant wäre.

Nachstehend folgen beispielhaft zwei Lastprofile unterschiedlicher Verbraucher sowie eine Bewertung der unterschiedlichen Verhältnisse zwischen Stromverbrauch und Leistungsspitze aus Sicht des Verbrauchers und des Netzbetreibers.

Stromverbrauch und Leistungsbedarf verschiedener Endkunden

An den Beispielen eines großvolumigen Wohnbaus und einer Druckerei zeigen die Lastprofile auf anschauliche Weise die Zusammenhänge von Stromverbrauch (kWh) und Leistungsbedarf (kW).

Die Grafiken zeigen die Tages-Mittelwerte an Leistungsbezug bei einem großvolumigen Wohnhaus (oben) und einer Druckerei (unten). In dieser Darstellung werden die Lastspitzen also nicht dargestellt, doch unterscheiden sich die jährlichen Stromverbräuche und Lastverteilungen signifikant:

Bei der Wohnhausanlage bleibt der Leistungsbezug im Jahresüberblick relativ konstant. Rechnerisch ergibt der jährliche Stromverbrauch zur Leistungsspitze einen Wert von etwa 3.000 Volllaststunden. Die höchsten Tages-Mittelwerte liegen bei etwa 63 kW.

In der Druckerei erreichen die Tages-Mittelwerte 180 kW. Hier kommt es regelmäßig zu

produktionsbedingten Lastspitzen, und die Zahl der Volllaststunden beträgt hier nur etwa 1.650. Man könnte auch sagen, die Druckerei nutzt die Investition des Stromanschlusses, also die Zuleitung, nicht so „effizient“ wie der Wohnblock.

Die Jahresganglinien des Leistungsbezuges zeigen den viertelstündlich gemessenen Leistungsbezug, der zur Berechnung der leistungsabhängigen Netzkosten herangezogen wird, und zwar nach Größe geordnet. Hier zeigt sich, dass die Höchstwerte weit über den zuvor beschriebenen Tages-Mittelwerten liegen.

Beim großvolumigen Wohnbau liegt der Höchstwert der bezogenen Leistung bei 141 kW und der arithmetische Mittelwert der monatlichen Höchstwerte bei 135 kW. Bei der Druckerei beträgt der Höchstwert im Jahr 396 kW, der arithmetische Mittelwert der monatlichen Höchstwerte bei 326 kW.

GEBÄUDEVERWALTUNG – Leistungsbezug Strom über ein Jahr

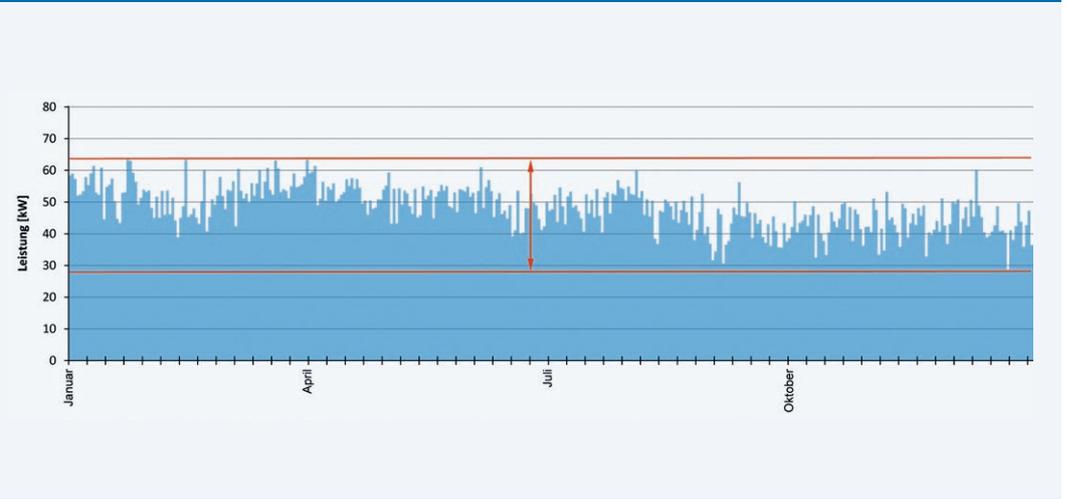


Abbildung 3
Gebäudeverwaltung –
Leistungsbezug Strom
über ein Jahr

Quelle: PowerSolution Energieberatung GmbH

DRUCKEREI – Leistungsbezug Strom über ein Jahr



Abbildung 4
Druckerei –
Leistungsbezug Strom
über ein Jahr

Quelle: PowerSolution Energieberatung GmbH

GEBÄUDEVERWALTUNG – Lastverteilung Strom über ein Jahr

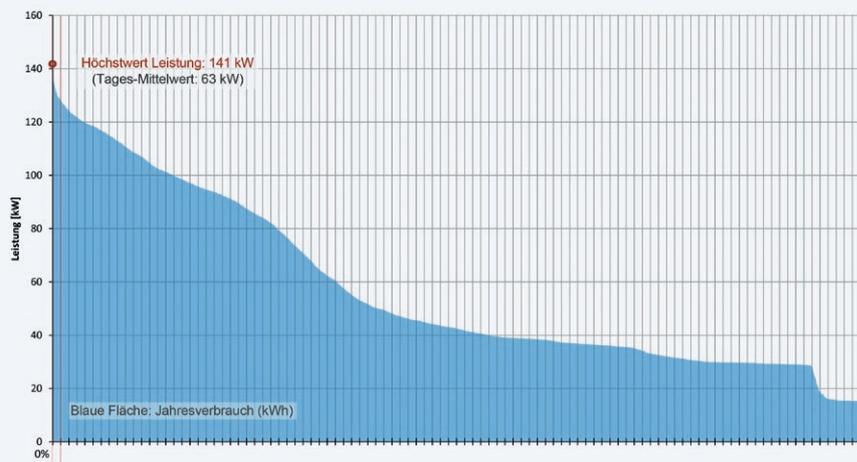


Abbildung 5
Gebäudeverwaltung –
Lastverteilung Strom
über ein Jahr

Quelle: PowerSolution Energieberatung GmbH

DRUCKEREI – Lastverteilung Strom über ein Jahr

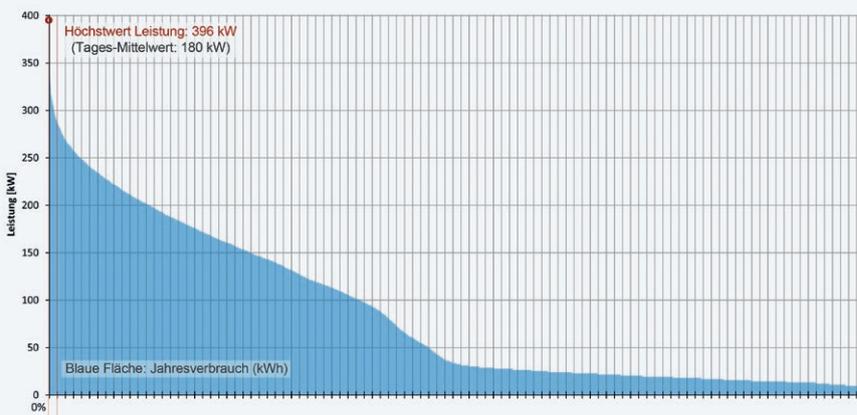


Abbildung 6
Druckerei –
Lastverteilung Strom
über ein Jahr

Quelle: PowerSolution Energieberatung GmbH

BEISPIELHAFTER VERGLEICH DER STROMKOSTEN UND NETZNUTZUNGSENTGELTE (ohne Steuern und Abgaben) Anschluss: Wiener Netze, Netzebene 7 mit Leistungsmessung

WOHNBLOCK		
Jährlicher Stromverbrauch	420.000 kWh	
Leistungsspitze (Arithmetischer Mittelwert)	135 kW	
Netzkosten – Leistungspreis netto (135 kW x 49,32 € / kWa)		€ 6.658
Netzkosten – Arbeitspreis und Netzverlustentgelt netto 420.000 kWh x (2,09 + 0,197) Cent / kWh		€ 9.606
Jährliche Netzkosten gesamt netto		€ 16.264
Stromkosten netto (420.000 kWh x 3,50 Cent / kWh)		€ 14.700
Anteil Leistungspreis in Prozent		21,5%
DRUCKEREI		
Jährlicher Stromverbrauch	650.000 kWh	
Leistungsspitze (Arithmetischer Mittelwert)	326 kW	
Netzkosten – Leistungspreis (326 kW x 49,32 € / kWa)		€ 16.078
Netzkosten – Arbeitspreis und Netzverlustentgelt netto 650.000 kWh x (2,09 + 0,197) Cent / kWh		€ 14.866
Jährliche Netzkosten gesamt netto		€ 30.944
Stromkosten netto (650.000 kWh x 3,50 Cent / kWh)		€ 22.750
Anteil Leistungspreis in Prozent		30%

FAZIT

Der Netzbetreiber muss der Druckerei im Vergleich zum Wohnblock durchschnittlich das 2,4-Fache an Leistung zur Verfügung stellen, bekommt aber nur das 1,9-Fache an Netzkosten entgolten. Bei Betrachtung der einmalig maximal auftretenden hohen Lastspitze verschlechtert sich dieses Verhältnis noch mehr.

Seitens der Verbraucher ist es so, dass der Anteil der leistungsbezogenen Netzkosten am Gesamtstrompreis ohne Steuern und Abgaben für den Wohnblock 21,6 Prozent beträgt und für die Druckerei 30 Prozent: Für die Druckerei ist der Anteil der Netzkosten wesentlich höher. Betrachtet man rein die leistungsabhängigen Netzkosten, verschlechtert sich dieses Verhältnis noch weiter. Für die Druckerei ist somit der Einsatz eines Stromspeichers wesentlich interessanter als für den Wohnblock.

Quelle: PowerSolution Energieberatung GmbH

Tabelle 2
Beispielhafter Vergleich
der Stromkosten und
Netznutzungsentgelte
(ohne Steuern und Abgaben)

Vier unterschiedliche Unternehmen im Vergleich

Einzelne Branchen weisen recht typische Eigenschaften beim Stromverbrauch auf. Die Lastprofile einiger exemplarischer Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe (Druckerei, Metallverarbeitung) und aus dem Dienstleistungssektor (Lebensmittel-Einzelhandel, Gastronomie) veranschaulichen dies nachstehend.

Exemplarische mittelständische Betriebe aus vier unterschiedlichen Branchen liefern Beispiele für typische Verbrauchsprofile, die gut auf andere Branchen übertragen werden können: Denn gewisse operative Abläufe sind – ebenso wie der periodische Einsatz ähnlich energieintensiver Stromverbraucher – branchenübergreifend vergleichbar.

PRODUZIERENDER SEKTOR

Im produzierenden Sektor gilt nicht nur für die hier angeführte Druckerei oder den metallverarbeitenden Betrieb, dass komplexere Produktionsprozesse den mehr oder weniger gleichzeitigen Betrieb mehrerer energieintensiver Verbraucher mit sich bringen. Auch in anderen Produktionsbetrieben – etwa im Lebensmittelbereich oder in der Holzverarbeitung – kommt es zu Lastspitzen. Der Zeitdruck durch verbindliche Liefertermine verhindert es, durch organisatorische Eingriffe in laufende Betriebsstrukturen Spitzenstrommanagement zu betreiben.

Anhand einer Wiener **Druckerei** sind bereits eingangs in diesem Kapitel der tägliche Leis-

DRUCKEREI: BEISPIELHAFTES WÖCHENTLICHES LASTPROFIL – Minimal-, Maximal- und Mittelwert

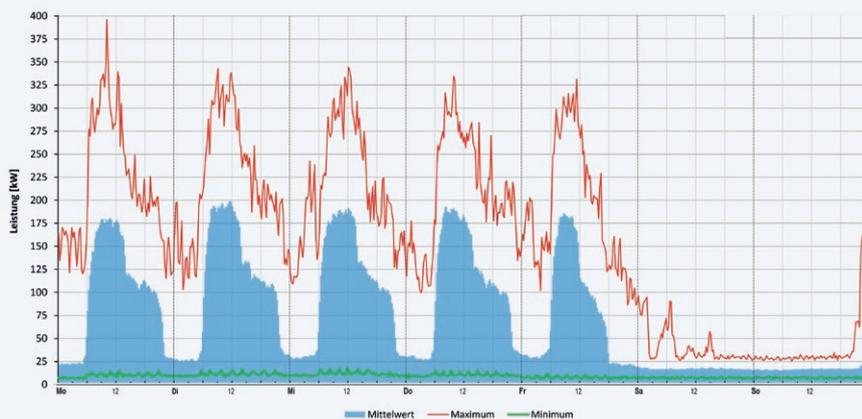


Abbildung 7
Druckerei: Beispielhaftes wöchentliches Lastprofil – Minimal-, Maximal- und Mittelwert

Quelle: PowerSolution Energieberatung GmbH

tungsdurchschnitt und die Spitzenlasten dargestellt worden.

Elektrische Energie ist in dieser Branche der relevante Energieträger – der Anteil an Strom an den Gesamt-Energiekosten macht hier durchschnittlich 90 Prozent aus. Der überwiegende Anteil des elektrischen Energieeinsatzes wird für den Druckvorgang benötigt, etwa für elektrische Antriebe und Druckluft.⁷

Bei **metallverarbeitenden Betrieben** zählen elektrische Antriebe und Prozesswärme zu den relevantesten Energieverbrauchern, für sie wird mehr als drei Viertel der Energie aufgewendet.⁸

Bei dem hier vorgestellten Betrieb mit einem Jahres-Stromverbrauch von rund

175.000 kWh gehören Schweißarbeiten zu den energieintensiven Arbeitsprozessen und führen zu Lastspitzen von über 110 kW.

DIENSTLEISTUNGSUNTERNEHMEN

Betriebliches Lastmanagement mittels Lastverschiebung ohne Speicher stößt an seine Grenzen, wenn zeitlich nicht verschiebbare Abläufe sich zu Leistungsspitzen bündeln. Bei Dienstleistungsbetrieben gibt es allem voran Stoßzeiten mit besonders hoher unmittelbarer Kundennachfrage. Nicht nur in Gastronomie und Hotellerie führt die Zubereitung warmer Speisen zu nicht verschiebbaren Lastspitzen, sondern zunehmend auch im Lebensmittel-Einzelhandel mit seinem Angebot an frischen Backwaren und warmen Mahlzeiten.

METALLVERARBEITENDER BETRIEB: Wöchentliches Lastprofil März

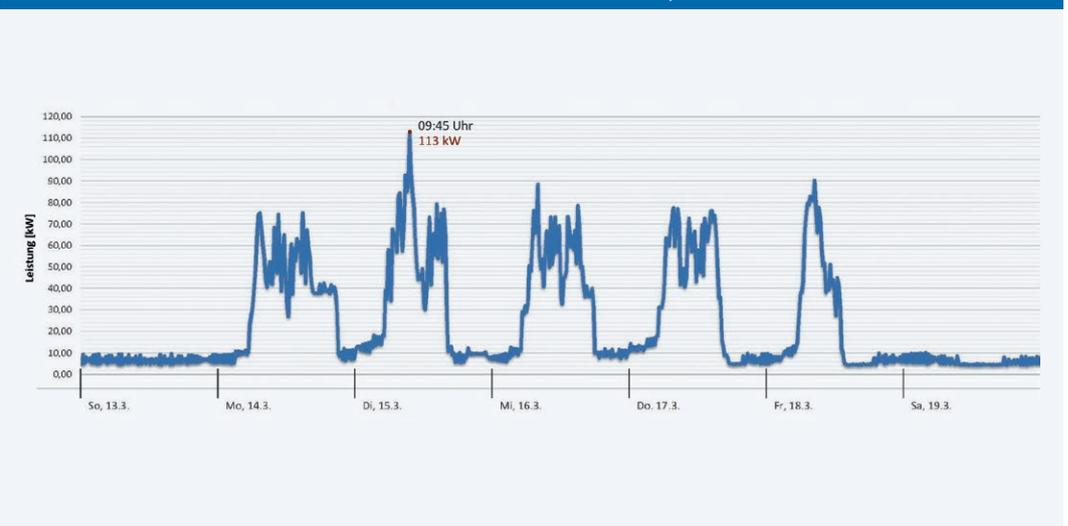


Abbildung 8
Metallverarbeitender Betrieb: Beispielhaftes wöchentliches Lastprofil

Quelle: EIW

⁷ Energieinstitut der Wirtschaft GmbH: Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheck-Beratungen für sechs ausgewählte Branchen. Wien, 2011, S. 61 ff.

⁸ Ebda., S. 74 ff.

In der **Gastronomie** finden sich die elektrischen Hauptverbraucher vor allem im Küchenbereich.⁹ An den Lastspitzen des Restaurants lassen sich die Zeiten mit besonders hoher Gästefrequenz ablesen. Lastverschiebungen durch organisatorische Maßnahmen sind speziell bei den relevanten Verbrauchern in der Küche kaum umzusetzen.

Zu 75 Prozent wird beim **Lebensmittel-Einzelhandel** elektrische Energie eingesetzt, mehr als die Hälfte davon für Kühlaggregate. Dem Effizienzgewinn durch energiesparende Kühlaggregate gegenüber steht der Anstieg beim Kühlsortiment. Der Strombedarf der Branche ist auch durch die flächendeckende Versorgung mit Brotbacköfen und das vermehrte

Angebot an warmen Lebensmitteln stark gestiegen.¹⁰

Der hier dargestellte Supermarkt mit knapp über 1.000 m² Verkaufsfläche weist einen Strom-Jahresverbrauch von 490.000 kWh auf. Der Lastverlauf für die kälteste Woche (KW 48) und die wärmste Woche (KW 22) zeigt eine ausgeprägt höhere Grundlast im Sommer: Hier zeigt sich ein branchentypischer erhöhter Leistungsbedarf in der warmen Jahreszeit für Kühlaggregate und Raumkonditionierung.

Für jene Betriebe, in denen Lastmanagement durch die Reorganisation von Arbeitsabläufen oder intelligente Informations- und Steu-

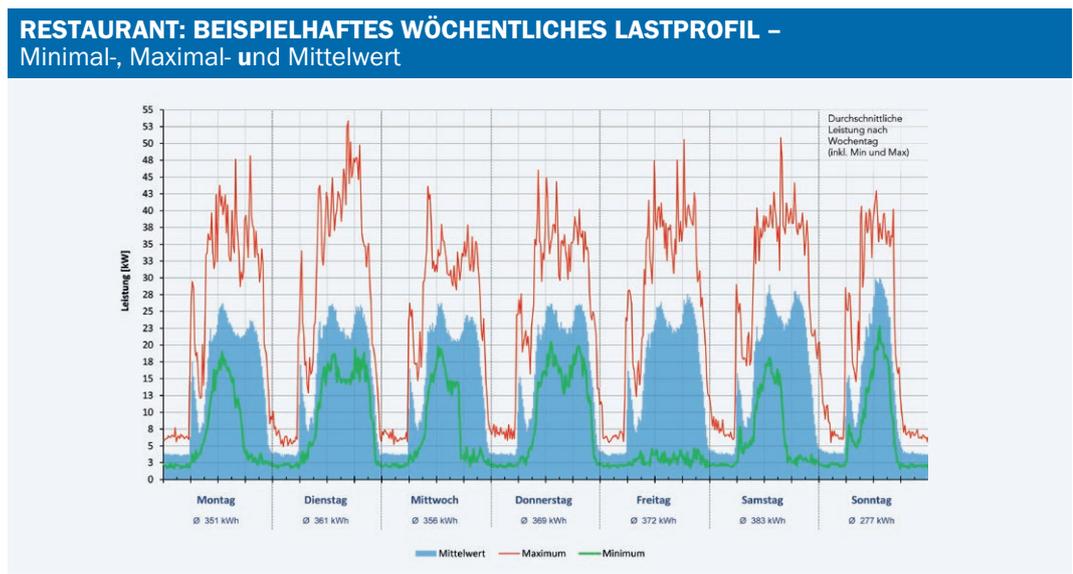


Abbildung 9
Restaurant: Beispielhaftes wöchentliches Lastprofil – Minimal-, Maximal- und Mittelwert

Quelle: PowerSolution Energieberatung GmbH

⁹ Energieinstitut der Wirtschaft GmbH: Energiekennzahlen in Dienstleistungsgebäuden. Wien 2012, S. 40.

¹⁰ Energieinstitut der Wirtschaft GmbH: Energiekennzahlen in Dienstleistungsgebäuden. Wien 2012, S. 31 ff.

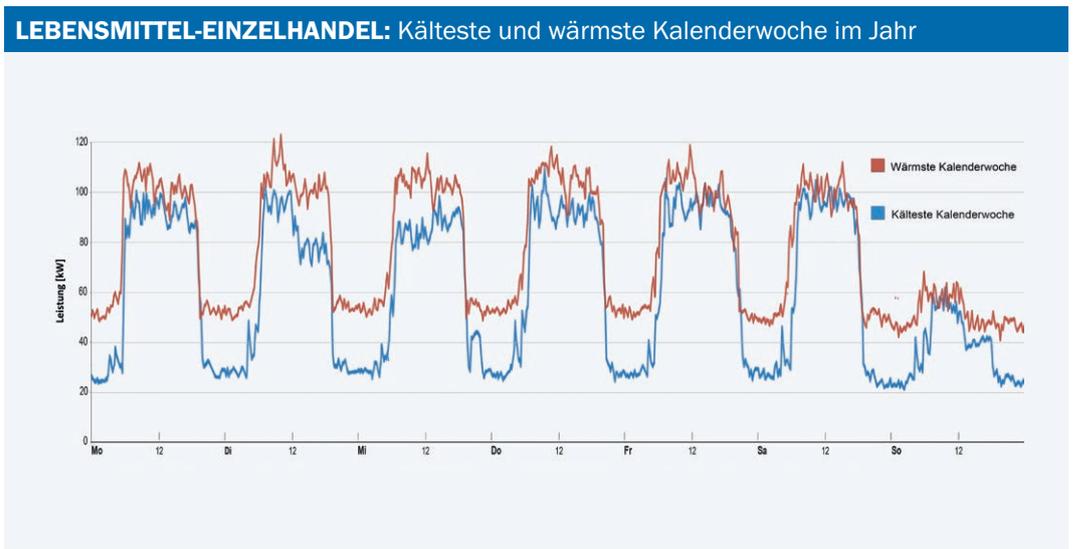


Abbildung 10
Lebensmittel-Einzelhandel:
Kälteste und wärmste Kalenderwoche im Jahr

Quelle: BMVIT; Grafik: EIW

erungstechniken ausgereizt sind, bieten sich Stromspeicher als praktikable Lösung an. Die fachliche Beratung und gründliche Planung sind wichtige Schritte hin zu einer optimalen

Lösung bezüglich Speicherkapazität, Be- und Entladezeit, Reaktionsgeschwindigkeit und vor allem auch Wirtschaftlichkeit.

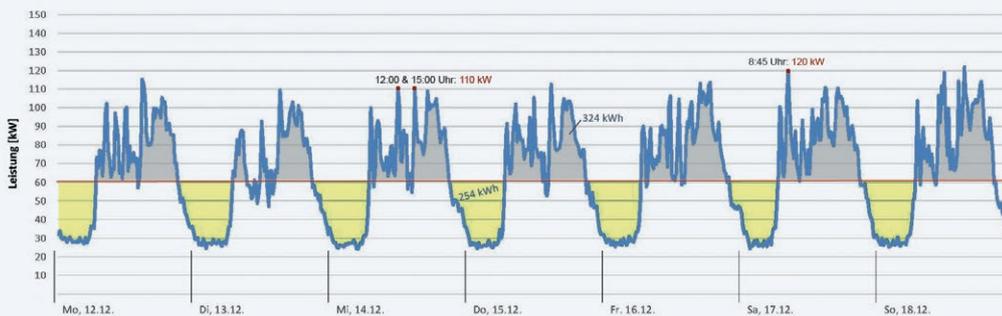
WIRTSCHAFTLICHKEITS- BETRACHTUNG EINES SPEICHERBASIIERTEN LASTMANAGEMENTS

Mit verfügbaren Daten eines Hotelbetriebs wurde beispielhaft eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für zwei Speichersysteme durchgeführt – für Blei-Gel- und Lithium-Ionen-Akkus. Hier zeigt sich, dass der Einsatz von Speichern für Lastmanagement innerhalb der Lebensdauer der Produkte nur dann wirtschaftlich darstellbar ist, wenn betriebliche Förderungen einen Anreiz zur Umsetzung geben.

Mit fünf Prozent Energiekostenanteil am Umsatz gelten Drei- und Vier-Sterne-Hotels zu den Spitzenreitern beim Energie-Branchenranking im Dienstleistungssektor. Zu den Hauptverbrauchern bei elektrischer Energie zählen neben Beleuchtung und Kühlung vor allem Stromverbraucher ohne Antriebe, die sich in erster Linie im Küchenbereich finden.¹¹

Das hier beschriebene Vier-Sterne-Hotel mit Wellnessbereich inklusive Hallenbad verzeichnet einen jährlichen Stromverbrauch von knapp über 400.000 kWh. Der Stromverbrauch ist stark geprägt von kurzen Stromspitzen, die vor allem dann auftreten, wenn Speisen zubereitet werden. Einfache organisatorische Lastverschiebungen sind in diesem Betrieb bereits umgesetzt worden: Zu Zeiten von Volllastbetrieb werden jene Verbraucher abgeschaltet, die nicht zwingend benötigt werden. Die Potenziale von simplen organisatorischen Maßnahmen zur Leistungsreduktion sind so gesehen recht gut ausgeschöpft, wie sich auch an den folgenden Jahreskurven des Leistungsbedarfs gut erkennen lässt: Die Sommerspitze des Leistungsbezugs liegt nur wenig über der Winterspitze.

HOTEL: Lastgang und Ausgleichsmengen im Winter



Winterwoche: Pmax: 120 kW; Pmin: 22 kW

Abbildung 11
Hotel: Lastgang und
Ausgleichsmengen
im Winter

Quelle: EIW

¹¹ Energieinstitut der Wirtschaft GmbH: Energiekennzahlen in Dienstleistungsgebäuden. Wien 2012, S. 46 ff.

Die Wirtschaftlichkeit von Speichersystemen hängt in erster Linie von den täglichen und wöchentlichen Lastgangverläufen ab – also davon, welche Leistungsspitzen tatsächlich reduziert und welche Strommengen in Zeiten mit günstigeren Stromtarifen verschoben werden können. Mit den Leistungsspitzen sinken die leistungsabhängigen Netzkosten, Verschiebungen von Verbräuchen in Zeiten günstiger Stromtarife reduzieren die Kosten für den Stromverbrauch.

Auf Grundlage der Leistungsbedarfskurven für Winter und Sommer wurden beispielhaft Vergleichsberechnungen für die Ausführung eines Lithium-Ionen-Batteriesystems und eines Blei-Gel-Batteriesystems mit jeweils 150 kWh Speichergröße gemacht, um so eine Einschätzung der derzeitigen Wirtschaftlichkeit des Einsatzes für diese beiden Speicherlösungen zu ermöglichen. In den schemati-

sehen Darstellungen oben wird der Speicher bei einem Leistungsbezug bis 60 kW beladen, bei darüber liegenden Leistungen entladen.

Die Investitionskosten hängen von der Größe und Technologie des gewählten Systems ab sowie von den möglichen Einsparungen bei den Netzgebühren und beim Strompreis.

Für ein Speichersystem mit 150 kWh Kapazität inklusive bidirektionalem Wechselrichter, Anlagen-Controller und Steuersoftware sowie Verkabelung und Montage betragen laut Herstellerangaben folgende **Investitionskosten** (ohne Mehrwertsteuer):

Blei-Gel-Batteriesystem:
€ 100.000,00

Lithium-Ionen-Batteriesystem:
€ 150.000,00

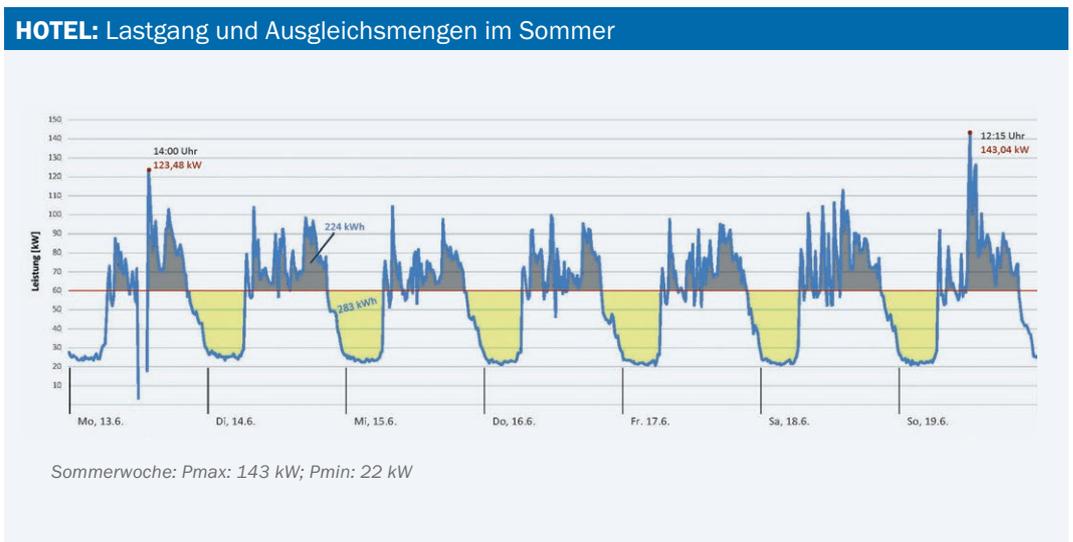


Abbildung 12
Hotel: Lastgang und Ausgleichsmengen im Sommer

Quelle: EIW

Durch Reduktion der Leistungsspitzen und durch batteriebasierte Lastverschiebung ergeben sich folgende **Einsparpotenziale**:

Blei-Gel-Batteriesystem:
€ 5.000,00 bis € 7.500,00/Jahr

Lithium-Ionen-Batteriesystem:
€ 6.000,00 bis € 9.000,00/Jahr

Die Einsparpotenziale variieren je nach Kosten für Netzentgelte und für den Stromlieferanten. Bei den Blei-Gel-Batterien ergibt sich eine niedrigere Einsparung wegen der gerin-

geren maximal möglichen Entladetiefe im Vergleich zu Lithium-Ionen-Batterien.

Für die Berechnung wurde eine Lebensdauer von 12 Jahren bei Blei-Gel-Batterien und von 15 Jahren bei Lithium-Ionen-Akkus angenommen. In diesem Zeitraum sind keine Ersatzinvestitionen vorgesehen (etwa für den Wechselrichter). Betriebskosten wurden bei den Einsparungen berücksichtigt. Die Performancedegression des Systems wurde mit einem Prozent und die Steigerung der Einsparung durch Preiserhöhungen mit jährlich drei Prozent angenommen.

Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Nachstehende Grafiken zeigen die Entwicklung des Kapitalwertes und die Amortisation der Investition für mittlere jährliche Einsparungen von 6.250 Euro für ein Blei-Gel- und 7.500 Euro für ein Lithium-Ionen-Batteriesystem. Sowohl das Blei-Gel-Batteriesystem als auch die Lithium-Ionen-Anlage amortisieren sich nicht innerhalb ihres Lebenszyklus.

Erst unter Berücksichtigung von 30 Prozent Investitionsförderung für die Batteriesysteme würden sich beide Systeme rechnen: Bei den Blei-Gel-Batterien würde sich eine Amortisationszeit von etwa zehn Jahren ergeben, beim Lithium-Ionen-Batteriesystem von zwölf Jahren.

Berücksichtigt man die Bandbreite der möglichen Einsparungen, so ergibt sich für das Blei-Gel-Batteriesystem im schlechtesten Fall ohne Förderung keine Amortisationszeit

innerhalb der Lebenszeit. Im besten Fall, mit 30 Prozent Förderung, beträgt die Amortisationszeit etwa acht Jahre.

Auch das Lithium-Ionen-Batteriesystem amortisiert sich im schlechtesten Fall, ohne Förderung, nicht innerhalb der Lebenszeit der Investition. Im besten Fall – mit 30 Prozent Förderung – amortisiert sich die Anlage in etwa zehn Jahren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Batteriesysteme zur speicherbasierten Leistungsreduktion und Lastverschiebung durchaus auch wirtschaftlich interessante Investitionen für Betriebe sein können. Förderungen für Stromspeicher, wie sie derzeit vor allem im Zusammenhang mit PV-Anlagen angeboten werden, schaffen den wesentlichen Anreiz für vermehrten Batterieeinsatz für betriebliches Lastmanagement.

BLEI-GEL-BATTERIESYSTEM – Entwicklung des Kapitalwertes mit und ohne Förderung

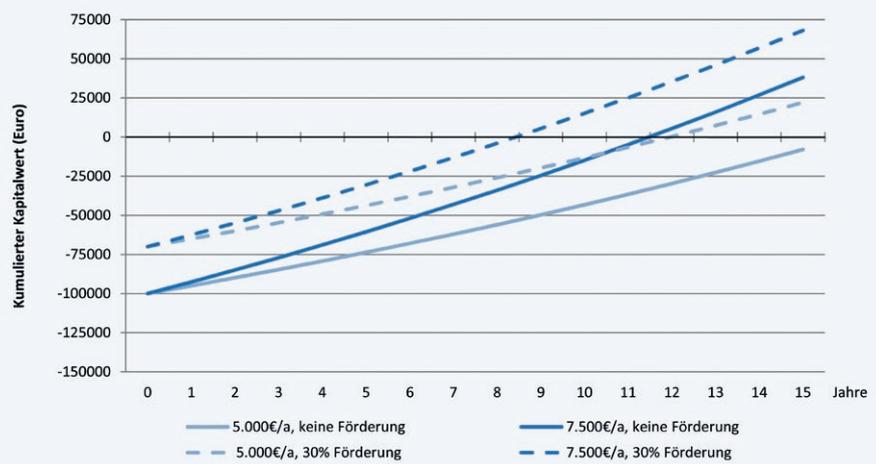


Abbildung 13
Blei-Gel-Batteriesystem –
Entwicklung des Kapitalwertes
mit und ohne Förderung

Quelle: EIW, basierend auf dem Berechnungstool KEM-PRO-FIN des Klima- und Energiefonds¹²

LITHIUM-IONEN-BATTERIESYSTEM – Entwicklung des Kapitalwertes mit und ohne Förderung

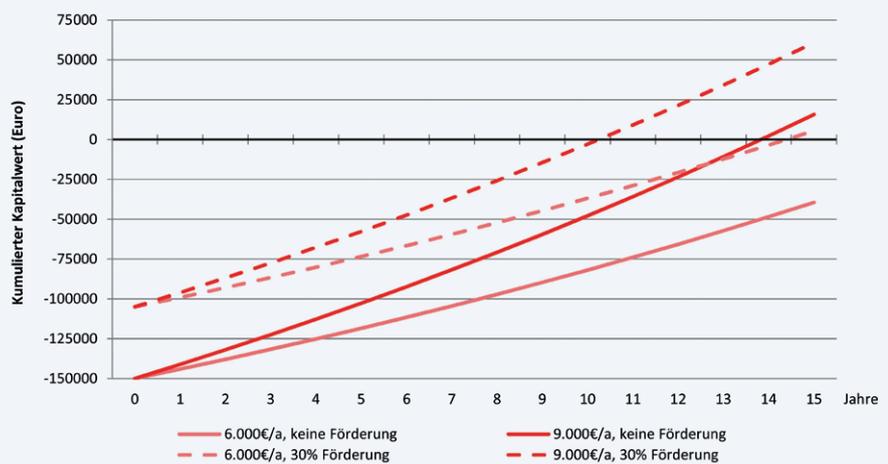


Abbildung 14
Lithium-Ionen-Batterie-
system – Entwicklung des
Kapitalwertes mit und ohne
Förderung

Quelle: EIW, basierend auf dem Berechnungstool KEM-PRO-FIN des Klima- und Energiefonds¹²

¹² www.kem-pro-fin.at

VERGLEICH DER SPEICHERSYSTEME – Entwicklung des Kapitalwertes mit und ohne Förderung

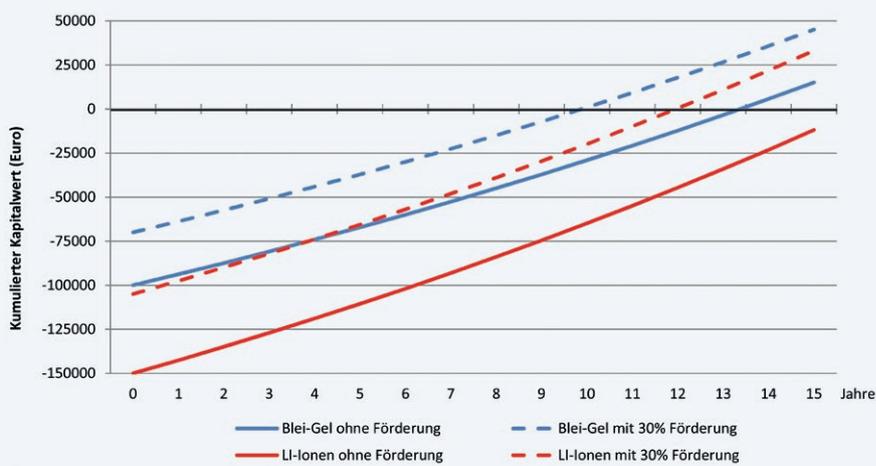


Abbildung 15
Vergleich der Speichersysteme – Entwicklung des Kapitalwertes mit und ohne Förderung

Quelle: EIW, basierend auf dem Berechnungstool KEM-PRO-FIN des Klima- und Energiefonds¹²

ZWEI BEISPIELE FÜR DEN EINSATZ VON SPEICHERN IN UNTERNEHMEN

Lastmanagementsystem mit Speicher- und Photovoltaiksystem in Tischlerei

Bei der Tischlerei im Land Salzburg ist die Lithium-Ferro-Batterie eine integrative Komponente des betrieblichen Lastmanagements in Verbindung mit einer schon bestehenden Photovoltaikanlage. Die umfassende Planung eines Energieberaters ermöglicht es, dass mit begrenzter Speicherkapazität der Netzbezug reduziert und Leistungsspitzen gekappt werden. Erst sind die Förderungen aufbereitet worden, ohne die sich eine Umsetzung nicht amortisieren würde.

Tischlereibetriebe sind in ihrem Energieprofil den bereits vorgestellten handwerklichen Betrieben der Metallbranche nicht unähnlich. Wesentliche Stromverbraucher sind elektrische Antriebe, Gebläse und Ventilatoren, Druckluft und Beleuchtung. Durchschnittlich entfallen 75 Prozent der Gesamtenergiekosten auf elektrische Energie.¹³ Daher haben Einsparungen bei den Stromkosten in holzverarbeitenden Betrieben große Hebelwirkung.

Die hier vorgestellte Tischlerei – ein mehrfach ausgezeichneter Vorzeigebetrieb hinsichtlich Umweltschutz und Energieverwendung – weist jährliche Gesamtenergiekosten von 8.145 Euro auf, dabei entfallen 54 Prozent auf Strom, 29 Prozent auf Hackgut, mit dem der Heizwärme- und Warmwasserbedarf des Betriebs und des Privathaushalts gedeckt wird, sowie 17 Prozent auf Treibstoff. Photovoltaikanlagen mit insgesamt 20 kW_{peak} versorgen die Tischlerei mit Eigenstrom, der Fuhrpark umfasst – abgesehen vom konven-

tionell angetriebenen Lieferwagen – auch zwei Elektroautos.

Der jährliche Gesamtstromverbrauch der Tischlerei beläuft sich auf 34,5 MWh, davon werden 22,3 MWh aus dem Netz bezogen. Die Eigenstromerzeugung aus der Photovoltaikanlage liegt bei jährlich 20,6 MWh – davon werden 8,4 MWh ins Stromnetz eingespeist, während der PV-Eigenverbrauch der Tischlerei bei 12,2 MWh liegt.

LASTMANAGEMENT MIT STROMSPEICHER
Ein sehr wesentlicher Anstoß für die Anschaffung eines Speichers war es, dass der Stromanbieter vom Unternehmen die Umstellung auf einen neuen Gewerbetarif mit Leistungsmessung gefordert hat, sofern es weiterhin zu Lastspitzen über 25 kW kommt. Beim aktuellen Tarif zahlt die Tischlerei als Leistungspreis pauschal 34,25 Euro jährlich. Beim neuen Gewerbetarif werden die Gesamtkosten für Energiepreise und Netzentgelte ausgewiesen. Im Falle eines Tarifwechsels würde der Leistungspreis 64,76 Euro pro Kilowatt ausmachen. Bei durchschnittlichen monatlichen Leistungsspitzen von 35 kW würden die leistungsbezogenen Netzkosten auf über 2.260 Euro jährlich steigen.

Als Zielvorgabe für die Planung eines Lastmanagementsystems mit Speicher gilt, die Leistungsspitzen auf unter 25 kW zu reduzieren und den vorhandenen Photovoltaikstrom mittels Speicher effektiver einzusetzen, sodass

¹³ Energieinstitut der Wirtschaft GmbH: Energiekennzahlen, Einsparungspotential und Tipps für Tischler. Wien, 2012, S. 3.

der Netzbezug auf unter 16 MWh jährlich reduziert wird.

Die Grundlast beträgt das ganze Jahr über 1 bis 2 kW. Praktisch an allen Werktagen zeigt sich gegen 7:00 Uhr, mit Beginn der Arbeiten, die erste Stromspitze, die größten Lastspitzen gibt es für gewöhnlich um die Mittagszeit, wenn Maschinen im Betrieb sind, die Leistungen jenseits von fünf Kilowatt abrufen – so etwa die Zuschnittkreissäge, der Kompressor oder die CNC-Maschinen mit Absaugung oder das Spritzraum-Gebläse. Durch das Laden der Elektrofahrzeuge kommt es an Sonn- und Feiertagen zu Stromspitzen von 15 kW.

Beim exemplarischen Lastprofil einer Woche im März 2017 liegt der Maximalbezug bei 28 kW. Am Sonntag steigt um die Mittagszeit

die Netzeinspeisung aus der Photovoltaik stark an: Auch in Perioden mit weniger Sonneneinstrahlung gibt es Potenzial, Strom für Spitzenlastzeiten einzuspeichern.

GERÄTESTEUERUNG UND VERBRAUCHSMONITORING

Primäre Aufgabe des Stromspeichers ist es, Photovoltaikstrom zu speichern und ihn für den Tischlereiproduktionsablauf zur Verfügung zu stellen, sodass die bestehenden Lastspitzen vermindert werden. Basis für die Planung des speicherbasierten Lastmanagements ist eine detaillierte Aufschlüsselung aller relevanten Stromverbraucher. Alle Stromverbraucher wurden hinsichtlich Laufzeit und Leistung erhoben und danach kategorisiert, inwieweit ihr Einsatz zeitlich verschiebbar ist oder nicht.

TISCHLEREI: Lastprofil Woche im März 2017

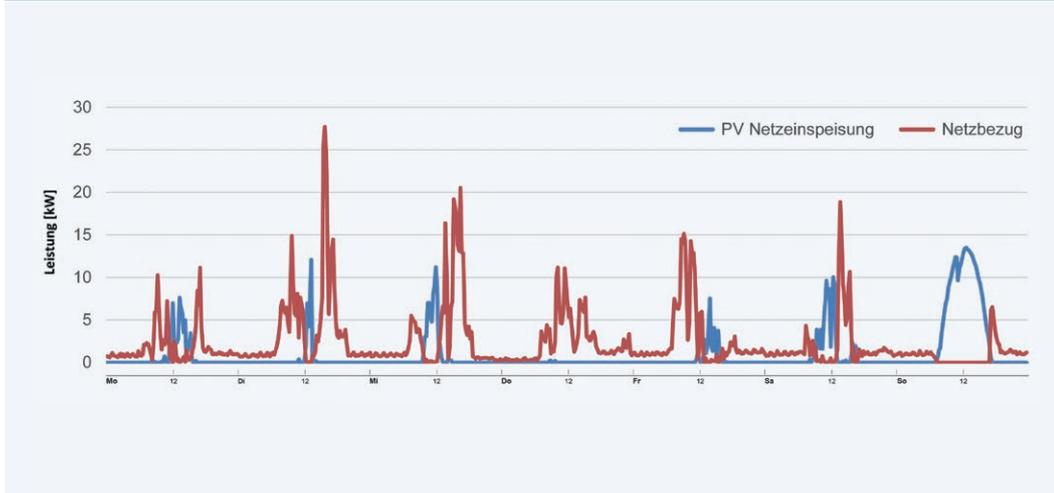


Abbildung 16
Tischlerei: Lastprofil Woche im März 2017

Quelle: Andreas Radauer / Forstwerk; Grafik: EIW

Um die Speichergröße in leistbaren Dimensionen zu halten, ist eine intelligente Speichersteuerung notwendig, die Außeneinflüsse wie Witterung und Tageszeit, aber auch die betrieblichen Abläufe berücksichtigt. Die Speichersteuerung berücksichtigt auch die Wochenabläufe, sie stellt gespeicherten PV-Strom unmittelbar vor Wochenenden wesentlich großzügiger bereit als zu Wochenbeginn.

Hier kommt eine Steuerung der Gerätenutzung zum Einsatz, die technisch nicht aufwändig ist und auch nicht eingespielte Arbeitsprozesse allzu stark beeinflusst. Dafür werden leistungsintensive Maschinen jeweils dann von einem LED-Fluter rot angeleuchtet, wenn es zu kritischen Leistungsspitzen kommt. Diese Art der Maschinensteuerung greift nicht direkt in den laufenden Betrieb ein, gleichzeitig ist sie für Mitarbeiter unmittelbar und einfach nachvollziehbar.

Außer den LED-Flutern ist ein für alle im Betrieb gut sichtbares Ampelsystem installiert worden, das unmittelbar Einsicht gibt in die Leistungs-Gesamtsituation des Betriebes:

Zeigt die Ampel Grün an, beträgt die bestehende Leistungsanforderung weniger als 15 kW, also können grundsätzlich alle Geräte zugeschaltet werden.

Bei Orange überschreitet der Betrieb eine Leistung von 25 kW und kann bis zu einer Spitze von 35 kW aus dem Speicher bedient werden. Bei Sonnenschein wird Orange erst bei 35 kW ausgelöst, weil die Photovoltaikan-

lage noch etwa 10 kW an zusätzlicher Leistung bereitstellt.

Bei Rot ist die Tischlerei an der Leistungs-Obergrenze von 35 kW angelangt, und leistungsmäßig starke Maschinen werden mittels LED-Fluter blockiert.

Grün: Leistung < 15 kW • Rot: Leistung ≥ 35 kW



Quelle: Andreas Radauer / Forstwerk

VERNÜNFTIGE SPEICHERGRÖSSE

Aufgrund der Vorgaben aus dem Beratungsauftrag sollte der Netzbezug die Leistungsgrenze von 25 kW nicht überschreiten.

Ein Speicher mit 10 kW Entladeleistung erhöht den Leistungsrahmen für die Tischlerei auf 35 kW, an sonnigen Tagen liefert die Pho-

Photovoltaikanlage mit 20 kWp noch zusätzlich 10 kW für die direkte Stromverwendung und weitere 10 kW für die Beladung des Photovoltaikspeichers.

Als passende technische Lösung wurde ein markterprobter Lithium-Eisenphosphat-Speicher eines deutschen Herstellers mit 30 kWh Kapazität, 10 kW Entladeleistung und dreiphasigem Anschluss gewählt. Das vollintegrierte Komplettsystem umfasst den Batteriewechselrichter und ein intelligentes Energie-Management-System, das die Anforderungen der Planung erfüllt. Die Entladetiefe beträgt 100 Prozent, die Lebenszyklusdauer der Anlage wird mit über 10.000 Ladezyklen angegeben.

Die beiden Speichereinheiten sind mit jeweils 184 cm Höhe, 64 cm Breite und 22 cm Tiefe äußerst kompakt.

ÖKONOMISCHE UND ÖKOLOGISCHE FAKTOREN

Die Gesamtkosten für die Anlage mit 30 kWh Kapazität belaufen sich inklusive der Steuerungselemente auf insgesamt 37.353 Euro (ohne Umsatzsteuer).

Die Stromeigenverbrauchsquote von 59 Prozent soll durch das Speichersystem auf 90 Prozent angehoben werden. Die Reduktion des Netzstrombezuges um jährlich 6.312 kWh bedeutet eine Ersparnis bei den Stromkosten von 955,47 Euro pro Jahr.

Der vom Elektrizitätsunternehmen geforderte leistungsbezogene Netztarif würde zu einer

prognostizierten Kostenmehrbelastung von 1.025 Euro führen. Durch die Umsetzung des Lastmanagementsystems kann der bisherige Tarif beibehalten werden, mit einer Pauschale für die Leistungskosten von jährlich 34,25 Euro.

In Summe bringt das Projekt eine Einsparung von jährlich 1.980 Euro.

Die ökologische Wirkung des Projekts lässt sich mit den 6.312 kWh an zusätzlichem Photovoltaikstrom bemessen, die direkt in der Tischlerei genutzt werden. Bei dem von der Umweltförderung Inland vorgegebenen Faktor von 0,37 kg CO₂/kWh fällt so eine CO₂-Einsparung von 2.335,44 kg jährlich an. Bei einer stromseitigen Gesamtemission der Tischlerei von 8.254 kg CO₂ bedeutet dies eine Einsparung von 28 Prozent. Relevant ist diese prognostizierte Einsparung vor allem auch für die Förderung des Projekts.

Die folgende Grafik zeigt, dass sich die Investition, deren Lebenszyklus mit 13 Jahren angenommen wird, ohne Förderung wirtschaftlich nicht rechnen würde, da die Amortisationszeit knapp 19 Jahre beträgt.

Ein reguläres Förderprogramm des Landes Salzburg für Photovoltaikspeicher-Systeme vergibt 600 Euro pro kWh Speicher, allerdings ist diese Förderung auf maximal 18 kWh beschränkt und somit auf 10.800 Euro limitiert. Die Amortisationszeit würde unter Berücksichtigung dieser Förderung etwas über 13 Jahre betragen.

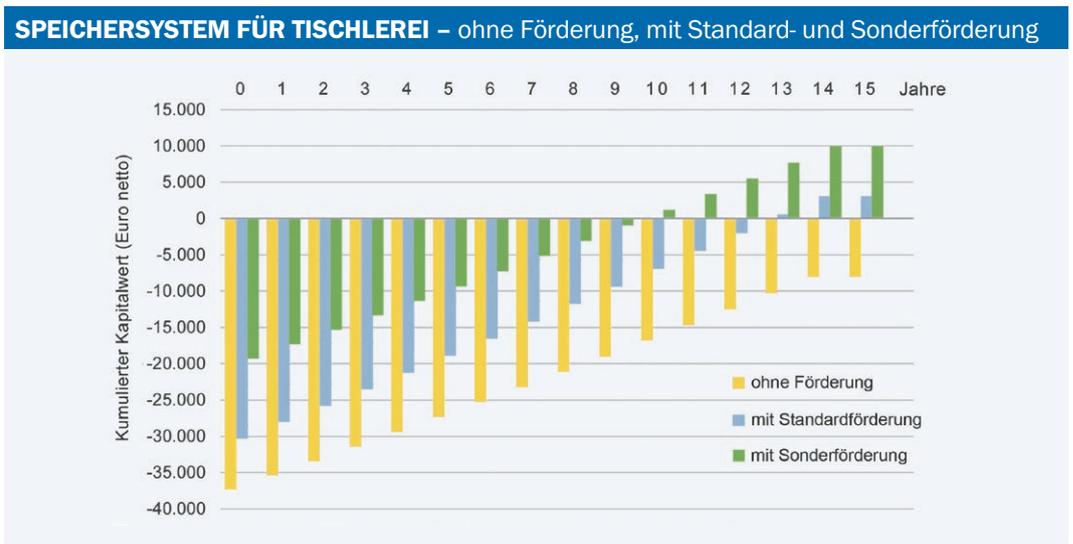


Abbildung 17
Speichersystem für
Tischlerei – ohne Förderung,
mit Standard- und Sonder-
förderung

Quelle: EIW, basierend auf dem Berechnungstool KEM-PRO-FIN des Klima- und Energiefonds

Im Rahmen der Klima- und Energiestrategie SALZBURG 2050 gibt es Zusatzförderungen für Maßnahmenpakete im Sinne des Klimaschutzes. Die Förderung der gesamten 30 kWh Speicherkapazität mit jeweils 600 Euro pro kWh Speicher, aus der sich eine Fördersumme von 18.000 Euro ergibt, hat eine

attraktive Amortisationszeit von knapp 10 Jahren zur Folge.

Diese zusätzliche Förderung ist im Dezember 2017 bewilligt worden, sodass das vom Energieberater detailliert ausgearbeitete Projekt zügig umgesetzt werden kann.

Speicher und Photovoltaik in landwirtschaftlichem Produktionsbetrieb

Durch den Aqueous-Hybrid-Ionen-Speicher optimiert der landwirtschaftliche Produktionsbetrieb seit Sommer 2017 den Eigenverbrauch aus der bereits bestehenden PV-Anlage. Das Speichersystem mit einer Kapazität von 72 kWh besteht aus drei Batterie-Einheiten à

24 kWh, die jeweils mit einem Wechselrichter und einem Laderegler verschaltet sind.

Der oberösterreichische Eierproduzent hat seit Juni 2017 einen stationären Stromspeicher installiert, um den Einsatz seiner PV-An-

lage (31 kWp, AC-gekoppelt) optimal auf die Erfordernisse seines Unternehmens auszurichten. Rund 8.500 Eier aus Bodenhaltung werden täglich automatisch von der Legestation bis zur Sortieranlage befördert. Außer für die Beförderung besteht täglich Energiebedarf für Licht, Lüftung sowie die Sortier- und Verpackungsanlage. Der jährliche Gesamtstromverbrauch des Betriebs beläuft sich auf etwa 60.000 kWh.

DIE BATTERIE

Das geschlossene Energiespeichersystem auf Basis eines Salzwasser-Elektrolyten ist in einem Technikraum installiert, was den Vorteil bringt, dass es keiner großen Hitze ausgesetzt ist, denn bei höheren Temperaturen steigt auch die Selbstentladungsrate der Bat-

terie: Bei 5 °C liegt sie unter zwei Prozent, bei 40 °C über 25 Prozent im Monat.

Diese Bauart von Speicher ist wartungsfrei und benötigt keinerlei Kühlmanagement, gesonderte Lüftung oder Überwachungselektronik. Auch gilt sie als besonders ökologisch, weil weder knappe Ressourcen noch toxische Materialien zum Einsatz kommen.

Die kalendarische Lebensdauer wird mit mindestens 15 Jahren angegeben. Nach rund 3.000 Vollzyklen kann die Batterie mit geringerer Kapazität weiter betrieben werden. Das System eignet sich zur täglichen Tiefentladung, und auch häufige Teilladungs- und -entladungszyklen haben keinen Einfluss auf die Lebensdauer.

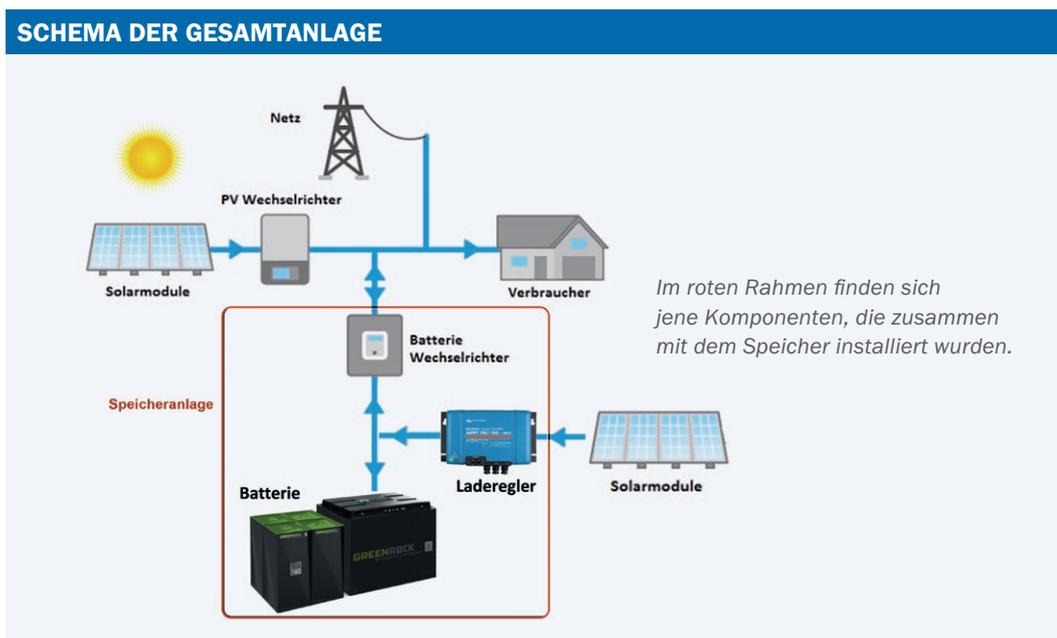


Abbildung 18
Schema der Gesamtanlage

Quelle: Bluesky Energy / EIW

Der Platzbedarf dieses Systems ist im Vergleich zu Lithium-Ionen-Akkus recht hoch: Die 24-kWh-Einheit misst einen Meter in der Höhe und 1,16 mal 1,23 Meter im Grundriss.

Aqueous-Hybrid-Ionen-Batterie



Drei Batterie-Einheiten (am Boden) mit Anschlussbox. Links (blau): Drei Wechselrichter, darüber die Laderegler für die PV-Anlage. • Quelle: Bluesky Energy

Die hier verbaute Gesamtanlage mit einer Kapazität von 72 kWh besteht aus drei Speicher-Paketen zu 24 kWh. Jedes dieser Pakete ist mit einem Wechselrichter und einem Laderegler verschaltet. Batterie, Anschlussbox und Wechselrichter sind als Plug-and-Play-System vorinstalliert. Als Minimal-Package verkauft der österreichische Anbieter ein Gesamtsystem mit vier Kilowattstunden Kapazität.

KOMPONENTEN DES SPEICHERSYSTEMS

Der **Wechselrichter** formt den aus dem Speicher entladenen Gleichstrom in Wechselstrom um. Der hier eingesetzte Wechselrichter dient als Batterielader und Hochgeschwindigkeits-Wechselspannungs-Transferschalter in einem. Die erzeugte Sinuswechselspannung ist auch für Verbraucher einsetzbar, die sensibel auf

Schwankungen reagieren, etwa LED- und Kompaktleuchtstoff-Lampen oder Schaltnetzteile.

Bei Netzausfall greift der Wechselrichter in weniger als 20 Millisekunden auf den Speicher zu, dadurch ist der unterbrechungsfreie Betrieb gewährleistet.

Im Falle des beschriebenen Eierproduzenten wurden drei Wechselrichter für einen Drei-Phasen-Ausgang konfiguriert: Die Energie aus der Batterie wird für Geräte genutzt, die mit Drehstrom (400 Volt) laufen.

Ein **Laderegler** wird benötigt, wenn der Speicher durch eine PV-Anlage gespeist wird, um den Akkumulator sowohl vor einer Überladung wie auch einer Tiefentladung zu schützen. Auch wird der Energieertrag aus der PV-Anlage optimiert – insbesondere auch bei bedecktem Himmel oder im Falle einer Teilverschattung der Paneele.

Das integrierte, automatisierte **Energiemanagementsystem** dient dem Lastgangmanagement und ist jene Schnittstelle zwischen den Wechselrichtern und einem zusätzlichen Stromzähler, die das Laden und Entladen der Batterie regelt.

ERFAHRUNGEN IN DER PRAXIS

Die Kosten für die Gesamtanlage inklusive Batterie-Stacks, Wechselrichter, Ladecontroller, Schutzeinrichtungen und dem Energiemanagementsystem belaufen sich auf unter 1.000 Euro pro kWh netto. Ohne die elektrische Installation und den AC-Anschluss ergeben sich daraus Netto-Gesamtkosten von etwa 70.000 Euro.

Für Juni 2017 wäre in dem Betrieb bei einem Monatsverbrauch von 2.467 kWh und einem Strompreis von 20 Cent pro Kilowattstunde eine Stromrechnung von 493,17 Euro angefallen. Mit PV-Anlage und Stromspeicher waren es dann 10,31 Euro. Daraus ergibt sich für den Juni eine Ersparnis von 482,86 Euro. Der prozentuelle monatliche Ertrag einer PV-

Anlage für Juni wird mit 15 Prozent angegeben¹⁴; daraus ergibt sich eine monatliche Ersparnis von 3.219 Euro.

Unter Annahme einer Investitionsförderung von 30 Prozent amortisiert sich die Anlage nach 13 Jahren, also innerhalb des Lebenszyklus.

LANDWIRTSCHAFTLICHER PRODUKTIONSBETRIEB – Entwicklung des Kapitalwertes mit Förderung

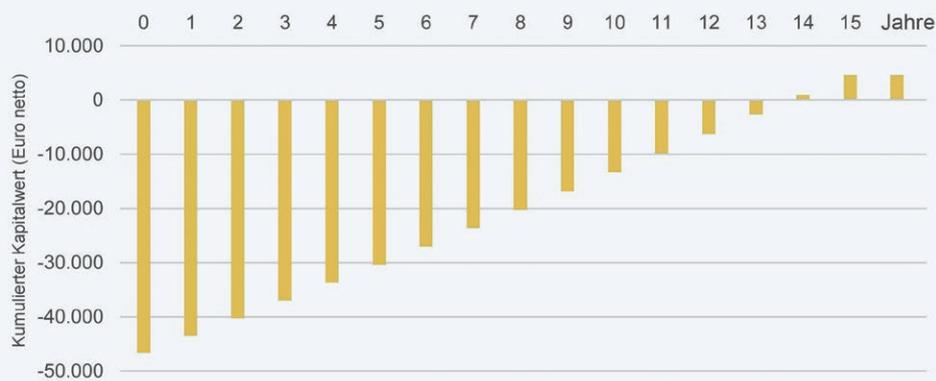


Abbildung 19
Landwirtschaftlicher Produktionsbetrieb –
Entwicklung des Kapitalwertes mit Förderung

Quelle: Grafik: EIW, basierend auf dem Berechnungstool KEM-PRO-FIN des Klima- und Energiefonds

¹⁴ www.top50-solar.de/experten-forum-energiewende

FAZIT: SPEICHER – SPEZIELL MIT FÖRDERUNGEN LEISTBAR

Stromspeicher erweitern die Möglichkeiten für betriebliches Lastmanagement.

Die vorgestellten Praxisbeispiele zeigen, dass der gut geplante Einsatz von Speichern zur Leistungsreduktion und Lastverschiebung speziell in Verbindung mit Förderungen heute schon eine auch wirtschaftlich attraktive Investition für Unternehmen darstellt.

Speicherbasiertes Lastmanagement bietet speziell in Branchen, in denen es zu hohen Leistungsspitzen bei relativ geringem Gesamtverbrauch kommt, große Einsparpotenziale, denn gerade die leistungsbezogenen Netzkosten sind in diesen Unternehmen ein nicht zu vernachlässigender Kostenfaktor.

Speichersysteme sind in Kleinst- wie in Großbetrieben einsetzbar.

Der Einsatz von Speichern lässt sich auch auf kleinere Unternehmen übertragen – es werden bereits Speichersysteme in der Größenordnung von einigen kWh bis zu mehreren

MWh Kapazität angeboten. Es gilt, dass mit der Größe der Speichersysteme der Preis pro Kilowattstunde Kapazität sinkt.

Mit Förderungen sind Investitionen in Speichertechnologien wirtschaftlich attraktiv.

Wie die Berechnungsbeispiele zeigen, können Investitionsförderungen einen wesentlichen Anreiz zum Einsatz von Stromspeichern bieten.

sind zum jetzigen Zeitpunkt jedoch nur in Kombination mit der Anschaffung neuer oder als Ergänzung bestehender PV-Anlagen verfügbar.¹⁵

Das bestätigt auch das Praxisbeispiel der Salzburger Tischlerei: Die Investition wurde im Rahmen der bestehenden betrieblichen Umweltförderung für die Anschaffung von Stromspeichern unterstützt. Auch in Kärnten und Wien gibt es ähnliche Fördermittel für Unternehmen. Alle Speicher-Förderungen

Es ist eine Frage der Zeit, bis die steigende Bedeutung von Stromspeichern für betriebliches Lastmanagement in den Förderprogrammen stärker berücksichtigt wird. Der aktuelle Investitionszuschuss des Bundes für PV-Anlagen für die Jahre 2018 und 2019 weist bereits in diese Richtung: Hier wurde

¹⁵ Mehr Infos zu den Förderungen der Bundesländer: www.pvaustria.at/forderungen/

der Stellenwert der Stromspeicher stark aufgewertet: Der Fördersatz für Stromspeicher beträgt 500 Euro pro kWh Speicherkapazität. Abgedeckt werden beträchtliche 45 Prozent (für große Unternehmen) bis zu 65 Prozent (für kleine Unternehmen) der förderbaren Kosten.¹⁶

Die Preise für Speichieranwendungen fallen kontinuierlich.

Nicht zuletzt wegen der rasanten Entwicklung in der Elektromobilität wird in Perspektive der Preis für Stromspeicher sinken und die Zahl der Anwender steigen, derzeit speziell in Be-

trieben wie auch in privaten Haushalten, die über eine Erzeugungsanlage wie etwa Photovoltaik verfügen.

¹⁶ www.oem-ag.at/de/foerderung/photovoltaik/investitionsfoerderung/

Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:

E-Control
Rudolfsplatz 13a, 1010 Wien
Tel.: +43 1 24 7 24-0
Fax: +43 1 24 7 24-900
E-Mail: office@e-control.at
www.e-control.at
Twitter: www.twitter.com/energiecontrol
Facebook: www.facebook.com/energie.control

Für den Inhalt verantwortlich:

DI Friedrich Kapusta und
Mag. Mario Jandrokovic
Energieinstitut der Wirtschaft GmbH
DI Andreas Eigenbauer und
Dr. Wolfgang Urbantschitsch, LL.M (Brügge)
Vorstand E-Control

Konzeption & Design: Reger & Zinn OG

Text: Energieinstitut der Wirtschaft GmbH

© E-Control 2018

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Hinweis im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes: Im Sinne der leichteren Lesbarkeit wurde bei Begriffen, Bezeichnungen und Funktionen mitunter die kürzere männliche Form verwendet. Selbstverständlich richtet sich die Publikation an beide Geschlechter.

Vorbehaltlich Satzfehler und Irrtümer.

Redaktionsschluss: 30. Juni 2018

