

Batteriespeicher für das Elektrizitätsnetz



Abbildung 1: Batteriespeicher von Innen (Quelle: Rhienergie)

1. Zusammenfassung

Die Stadtwerke Gossau planen in ihrem Elektrizitätsnetz einen industriellen Batteriespeicher als Beitrag zur Sicherung der Netzstabilität einzusetzen. Mit einem Batteriespeicher können Spitzen beim Strombezug geglättet und Energie für den Erhalt der Netzfrequenz bereitgestellt werden. Neben dem Beitrag zur Netzstabilität lassen sich damit Kosten reduzieren und Erträge generieren, welche teilweise über die Tarife zu den Stromkonsumenten zurückfließen. Eine Studie der Firma ZENNA AG Murg ergab, dass ein Batteriespeicher mit einer Leistung von 3'000 Kilowatt (kW) respektive 3 Megawatt (MW) und einer Speicherkapazität von 2'500 Kilowattstunden (kWh) respektive 2,5 Megawattstunden (MWh) wirtschaftlich betrieben werden kann. Als Standort wurde das Werkgelände der Stadtwerke an der Bischofszellerstrasse evaluiert. Die veranschlagte Investitionssumme beträgt knapp 2 Mio. Franken zu Lasten der Investitionsrechnung der Stadtwerke. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung ergibt, dass bei einem angenommenen kalkulatorischen Zinssatz von 2,5 Prozent und einer Betriebsdauer von 25 Jahren die Investition innerhalb neun bis zehn Jahren amortisiert ist. Im Rahmen der Vorstudie wurde neben den wirtschaftlichen und technischen Aspekten auch dem Bereich Ökologie Beachtung geschenkt.

2. Ausgangslage

Für den Strom in einem Elektrizitätsnetz sind zwei Kenngrössen von Bedeutung: Einerseits die Leistung, welche in Watt (W) und andererseits die Energie, welche in Wattstunden (Wh) gemessen wird. Je mehr Verbraucher gleichzeitig eingeschaltet sind, desto stärker sind die Leitungen und Trafostationen belastet. Die Leistung ist daher die Grösse, welche für die Dimensionierung der Netze entscheidend ist. Die Leistung in einem Elektrizitätsnetz schwankt während eines Tagesverlaufs stark (Abbildung 2). Die höchste Leistungsspitze bestimmt die Dimensionierung der Leitungen und Anlagen. Lassen sich solche Leistungsspitzen reduzieren, werden Kosten gespart.



Abbildung 2: Beispiel eines Tageslastgangs des Verteilnetzes der Stadtwerke Gossau

Der Strom wird als sogenannter Wechselstrom mit einer Frequenz von 50 Hertz (Hz) übertragen. Für die Netzstabilität ist es von grosser Bedeutung, dass dieser Wert konstant bleibt. Für eine stabile Frequenz, muss das Gleichgewicht zwischen Produktion und Verbrauch elektrischer Leistung permanent gegeben sein. Ist der Verbrauch elektrischer Leistung geringer als die Produktion, so ist die Frequenz höher; ist der Verbrauch grösser als die Produktion, so ist die Frequenz tiefer. Die Nationale Netzgesellschaft Swissgrid ist in der Schweiz dafür verantwortlich, dass die Netzfrequenz genau bei 50 Hz liegt. Sie benötigt dazu Speicher, welche bei zu hoher Frequenz Leistung aufnehmen und bei zu tiefer Frequenz Leistung abgeben können. Diese Bereitstellung vergütet Swissgrid als sogenannte Systemdienstleistung.

In Wechselstromnetzen tritt zudem der Effekt von Blindleistung auf. Viele Verbraucher bestehen aus Komponenten, welche elektrische Energie kurzzeitig speichern und dann wieder zurückspeisen. So «pendelt» die Energie zwischen Verbraucher und Erzeuger hin und her. Diese Form von Leistung ist weitgehend unerwünscht. Die St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG (SAK), Vorlieferantin der Stadtwerke Gossau, verrechnet diese unerwünschte Blindleistung. Ein Batteriespeicher könnte diesen Ausgleich übernehmen, ohne dass das Vorliegenetz damit belastet würde.

Am 5. April 2019 reichte Florin Scherrer (Die Mitte, vormals CVP) eine einfache Anfrage «Batteriespeicher – für einen regelmässigen Strombezug der Stadt Gossau» ein. Dieser Vorstoss adressierte die Kompensation von Leistungsspitzen wie eingangs beschrieben.

Die Stadtwerke haben zwischenzeitlich mit Betreibern von laufenden Batteriespeichern gesprochen, die Anlage in Maienfeld besucht und Alpiq und Axpo präsentierten Lösungsvorschläge. Im Frühling wurde der Firma ZENNA AG, Murg der Auftrag für eine Speicher Vorstudie erteilt. Diese errechnete die Wirtschaftlichkeit eines Batteriespeichers mit einer Leistung von 3'000 kW (entspricht 3 MW) und einer Speicherkapazität von 2'500 kWh (entspricht 2,5 MWh).

3. Nutzen für die Stadtwerke

Ein Batteriespeicher kann für verschiedene Zwecke eingesetzt werden. Für die Stadtwerke Gossau sind drei Einsatzszenarien von besonderem Nutzen:

- Glätten von Lastspitzen (Peak Shaving)
- Zur Verfügung stellen von Regelenergie (SDL = Systemdienstleistungen)
- Kompensation von Blindleistung

Die Tageslastgänge für das Netz der Stadtwerke Gossau weisen einen konstanten Verlauf auf, deren Spitze auf die Mittagszeit zu liegen kommt. Mittels Algorithmen lässt sich ein Batteriespeicher so steuern, dass dieser während den Spitzenzeiten Strom lokal ins Netz abgibt, so dass vom Transportnetz der SAK nichts bezogen werden muss. Dies senkt die Bezugskosten. Berechnungen auf Basis der Tageslastgänge von verganginem Jahr ergeben bei den aktuellen Leistungspreisen der SAK jährliche Einsparungen von 98'400 Franken.

In täglichen und wöchentlichen Auktionen schreibt Swissgrid den Bedarf an Primär- und Sekundärregelleistung aus. Diese Leistung dient dazu, die Frequenz im Stromnetz konstant bei 50 Hz zu halten. Primärregelleistung muss 0,5 Minuten, Sekundärregelleistung nach fünf Minuten nach einem Frequenzabfall zur Verfügung stehen. Anbieter, welche den Zuschlag erhalten, müssen die Leistung im vereinbarten Zeitfenster zur Verfügung stellen. Die Vergütung erfolgt in jedem Fall, auch wenn die Regelleistung nicht benötigt wurde.

Die eigenständige Vermarktung eines einzelnen Batteriespeichers wäre für die Stadtwerke mit unverhältnismässig hohen Aufwänden verbunden. Deshalb überlässt man den Betrieb des Batteriespeichers einem Bewirtschafter. Dieser ist am Ertrag beteiligt und daher interessiert, möglichst viele Zuschläge zu guten Konditionen zu erhalten. Mit dem für die Stadtwerke betrachteten Batteriespeicher wäre für 2020 ein Ertrag von 139'000 Franken möglich gewesen. Allerdings sind die Marktpreise für Regelleistung nicht prognostizierbar. So kann es in den nächsten Jahren zu niedrigeren wie auch zu höheren Erträgen kommen, als für das Jahr 2020 simuliert.

Derzeit bewegt sich der Blindenergiebedarf der Stadtwerke Gossau innerhalb der Freigrenzen der SAK. Diese Freigrenzen fallen ab 2022 weg. Basierend auf den festgesetzten Preisen für 2022 und dem aktuellen Blindenergiebedarf der Stadtwerke Gossau würden Nettokosten von 28'500 Franken anfallen. Davon liessen sich etwa 11'400 Franken durch einen Batteriespeicher in der betrachteten Grösse einsparen.

4. Projekt

Die Vorstudie umfasst einen Batteriespeicher mit einer Leistung von 3'000 kW (entspricht 3 MW) und einer Speicherkapazität von 2'500 kWh (entspricht 2,5 MWh). Die Leistung entspricht ca. zehn Prozent der Leistungsspitze im Netz. Batteriespeicher lassen sich entweder in geeigneten Räumen oder in Industriecontainern im Freien realisieren. Da den Stadtwerken Gossau keine entsprechenden Räumlichkeiten zur Verfügung stehen, soll eine Containerlösung wie in Maienfeld oder Rapperswil-Jona realisiert werden.

Das System umfasst einen 40-Fuss-Container, welcher die Batteriemodule enthält, und einen 20-Fuss-Container mit dem Wechselrichter und der gesamten Steuerelektronik. Die genaue Ausführung des Systems ist abhängig von den Ergebnissen des Bauprojekts, weshalb sich der Aufbau der Komponenten bis zur Realisierung noch ändern kann.



Abbildung 3: Batteriecontainer (beispielhafte Darstellung, Quelle: TESVOLT)



Abbildung 4: Elektronikcontainer (beispielhafte Darstellung, Quelle: SMA)

Die Anbindung an das Elektrizitätsnetz erfolgt auf der Mittelspannungsebene. Um Energieverluste möglichst gering zu halten, ist es sinnvoll die Container möglichst nahe an einer Trafostation zu platzieren. Die Firma ZENNA AG evaluierte zusammen mit den Stadtwerken den Standort auf dem Werkhofgelände an der Bischofszellerstrasse.



Abbildung 5: Geplanter Standort des Batteriespeichers

Bei den Batteriezellen werden Lithium-basierte Zellen zum Einsatz kommen. Dabei spielen vor allem die Parameter gravimetrische Energiedichte, zyklische Lebensdauer sowie die Sicherheit eine wichtige Rolle. Die Vorstudie hat Zellen mit verschiedenen Kathodenmaterialien verglichen. Die definitive Wahl erfolgt erst mit der Ausschreibung.

Der Batteriespeicher benötigt eine aktive Bewirtschaftung. Einerseits geht es um den Betrieb des Speichers im gewünschten Anwendungsfall, andererseits um die Teilnahme an den Ausschreibungen für die Bereitstellung der Systemdienstleistungen. Für eine selbständige Teilnahme an den Auktionen sind die Stadtwerke Gossau mit dem geplanten Batteriespeicher zu klein. Es wird ein Partner benötigt, welcher die Batterie in einen Pool aufnimmt und diesen (zusammen mit anderen Speichern) in die Auktion einbringt. Diese Betreiber übernehmen die Steuerung des Speichers, so dass dieser im benötigten Betriebszustand ist. In der Schweiz gehören unter anderem Alpiq, CKW, BKW und Virtual Global Systems zu solchen Bewirtschaftern. Aufgrund ihrer Grösse können diese in ihren Verträgen mit den Versorgungsunternehmen, welche ihre Batteriespeicher in den Pool einbringen, Zuschlagsgarantien für die Auktionen von Swissgrid abgeben. Das Geschäftsmodell der Betreiber ist so gestaltet, dass diese einen Anteil an den Erträgen aus den Systemdienstleistungen respektive Einsparungen aus dem Peak Shaving erhalten. Die Optimierung des Systemertrags liegt somit auch in deren Interesse. Die Auswahl des Bewirtschafters und die Verhandlung des Vertrags erfolgt im Rahmen der Projektumsetzung.

5. Finanzierung und Wirtschaftlichkeit

In der Vorstudie wurde folgender Kostenvoranschlag erarbeitet. Die Kosten basieren auf Erfahrungswerten aus früheren Projekten, welche die Firma ZENNA AG begleitete.

Pos.			Kosten
1	2'500 kWh Batteriespeicher im 40-Fuss-Container	CHF	1'100'000
2	3'000 kW Batteriewechselrichter Outdoor (inkl. MS-Transformator, Schaltanlage und Steuerung)	CHF	385'000
3	Planung (Vorstudie, Bauprojekt, Ausschreibung und Realisierung)	CHF	150'000
4	Integration des Wechselrichters in das vorhandene MS-Netz	CHF	20'000
5	Bauseitige Leistungen Aussenbereich (Fundamente, Erdkabelverlegung)	CHF	80'000
6	Anbindung an das Leitsystem	CHF	50'000
7	Interne Ressourcen Stadtwerke Gossau	CHF	80'000
8	Reserve	CHF	50'000
Total Kostenvoranschlag (KV \pm 30 %)			CHF 1'915'000

Der Kostenvorschlag geht projektphasenbedingt von einer Genauigkeit von \pm 30 Prozent aus. Aufgrund der Erfahrungen und der sinkenden Batteriepreise dürfte die tatsächliche Genauigkeit aber in einem engeren Rahmen liegen.

Die Finanzierung fällt zu Lasten der Investitionsrechnung der Stadtwerke. Aus heutiger Sicht lässt sie sich durch den betrieblichen Cashflow der Stadtwerke finanzieren. Es werden keine Steuergelder beansprucht. Die Investition soll über zehn Jahre abgeschrieben werden.

Es kann mit durchschnittlichen jährlichen Einnahmen von 139'000 Franken, Einsparungen von 110'000 Franken und Ausgaben von 19'000 Franken gerechnet werden. Mit einem angenommenen kalkulatorischen Zinssatz von 2,5 Prozent resultiert eine Rückzahlungsdauer von 9,5 Jahren. Über die angenommene Betriebsdauer von 25 Jahren ergibt sich ein Kapitalwert (NPV = Net Present Value) von 2,8 Mio. Franken. Dies basiert auf der Annahme, dass sich der Marktpreis für Sekundärregelleistung nicht signifikant ändert. Wie unter Punkt 3 beschrieben, kann es zu niedrigeren oder höheren Erträgen kommen.

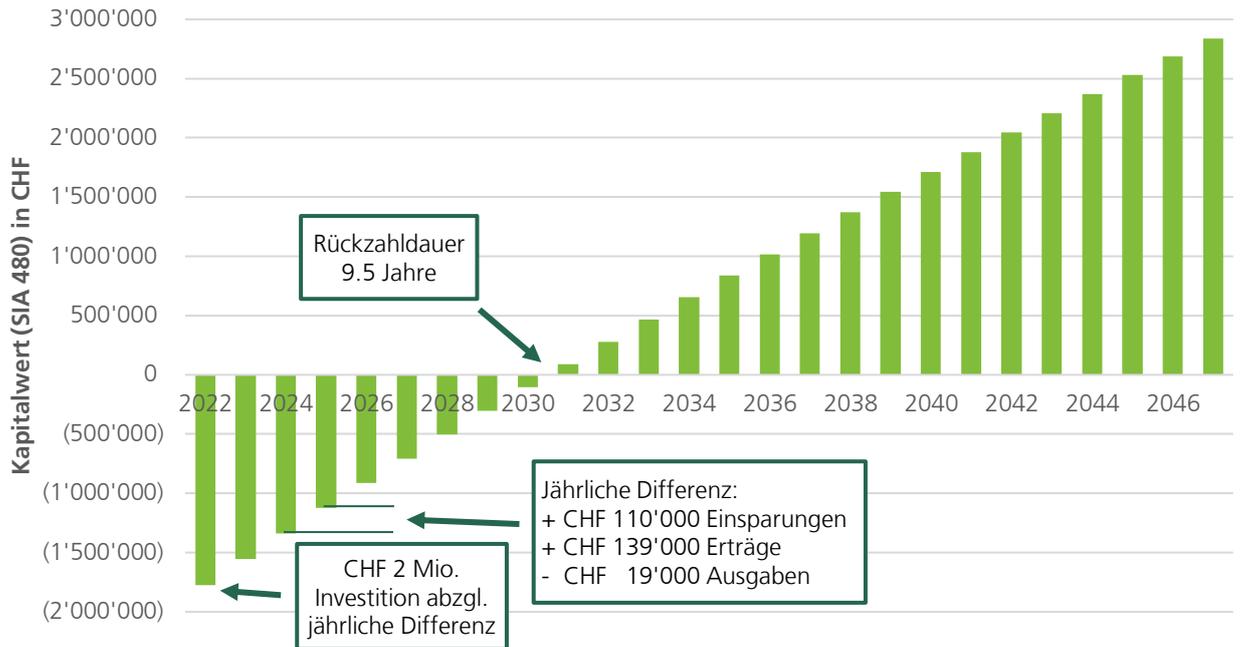


Abbildung 6: Cashflow und Amortisationsdauer

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde für einen Zeitraum von 25 Jahren ausgeführt. Dies liegt darin begründet, dass aktuelle Batteriespeicher eine kalendarische Lebensdauer von bis zu 30 Jahren aufweisen und die zyklische Lebensdauer von etwa 6'000 Vollzyklen bei der Bewirtschaftung für Peak Shaving (ca. 40 Zyklen pro Jahr) und Sekundärregelleistung (derzeit noch wenige Abrufe pro Jahr) nicht innerhalb der kalendarischen Lebensdauer ausgeschöpft wird. Die Blindleistungskompensation wird lediglich durch die Batteriewechselrichter durchgeführt, unabhängig von der Batterie.

6. Ökologie

Als kritische Rohstoffe im Zusammenhang mit Batteriespeichern sind Lithium und Kobalt zu nennen. Entgegen einer weit verbreiteten Meinung sind in Lithiumbatterien keine seltenen Erden enthalten. Mit Stand 2019 werden ca. 60 Prozent des weltweit abgebauten Lithiums in australischen Bergminen gewonnen. Etwa 25 Prozent stammen aus chilenischen und argentinischen Salzseen. Bei der Lithiumgewinnung aus Salzseen liegt die Problematik im hohen Wasserverbrauch. 60 Prozent des abgebauten Kobalts stammen aus dem Kongo, 15–20 Prozent davon aus dem kongolesischen Kleinbergbau. Der Lithiumanteil einer Lithiumbatterie liegt bei etwa 70 Gramm pro Kilogramm und lässt sich voraussichtlich nicht wesentlich verringern. Anders sieht es bei Kobalt aus, wo eine Reduktion von derzeit 200 Gramm auf 60 Gramm pro Kilogramm zu erwarten ist.

Bereits heute bestehen in Europa Recyclingbetriebe für Lithiumbatterien, die im industriellen Massstab eine Recyclingquote von bis zu 80 Prozent erreichen. Pilotanlagen erreichen je nach Zellchemie bereits eine Recyclingquote von bis zu 95 Prozent. Da der für die Stadtwerke Gossau geplante Grossbatteriespeicher eine Lebenserwartung von bis zu 30 Jahren besitzt, ist genügend Zeit vorhanden, um diese Recyclingverfahren weiterzuentwickeln. Mit einer Verbesserung der Recyclingverfahren ist auch eine Entschärfung der oben erwähnten Rohstoffproblematik zu erwarten, da mit einem steigenden Anteil an recycelten Batteriespeichern der Anteil der abzubauenen Rohstoffe für neue Batteriespeicher sinkt.

7. Referenzprojekte

Zwischenzeitlich konnten verschiedene Batterieprojekte erfolgreich umgesetzt werden.

Nachfolgende Liste zeigt eine Auswahl von Referenzprojekten, welche in Betrieb sind:

Eigentümer	Ort	Technische Daten
MW Storage	Brunnen	20 MW, 18 MWh
Elektrizitätswerk des Kantons Zürich	Volketswil	18 MW, 7.5 MWh
Elektrizitätswerk Jona-Rapperswil AG	Rapperswil-Jona	2 MW, 2.17 MWh
Arbon Energie AG	Arbon	1.35 MW, 1.25 MWh
Rhienergie AG	Domat-Ems	1.25 MW, 1.3 MWh
Elektrizitätswerk Maienfeld AG	Maienfeld	1.2 MW, 1.25 MWh
Elektra Baselland	Pratteln	1 MW, 1.28 MWh

8. Verfahren

Gemäss Artikel 39 der Gemeindeordnung beschliesst das Stadtparlament über die Geschäfte, welche dem obligatorischen oder fakultativen Referendum unterstehen. Dem fakultativen Referendum unterstehen Geschäfte, die für den gleichen Gegenstand neue einmalige Ausgaben oder Einnahmehausfälle von mehr als 1'000'000 Franken bis 4'000'000 Franken verursachen (Gemeindeordnung Art. 10).

Der Stadtrat veröffentlicht die dem fakultativen Referendum unterstehenden Beschlüsse. Das Referendumsbegehren mit den Unterschriften muss innert 40 Tagen seit Veröffentlichung der Vorlage der Stadtkanzlei eingereicht werden (Gemeindeordnung Art. 13).

9. Haltung des Stadtrates

Der Stadtrat unterstützt dieses energiepolitisch sinnvolle Projekt und schlägt dem Parlament vor, den Kreditantrag insbesondere aus nachfolgenden Gründen zu genehmigen:

- Ein stabiles Stromnetz ist ein zentrales Element für eine sichere Energieversorgung. Der geplante Batteriespeicher leistet dazu einen wichtigen Beitrag, nicht nur für das lokale Verteilnetz, sondern auch für das gesamte Energiesystem. Die Stadtwerke leisten damit einen Beitrag an die generelle Versorgungssicherheit.
- Die Realisierung eines Batteriespeichers für das Elektrizitätsnetz unterstreicht den in der Eignerstrategie beschriebenen Wandel der Stadtwerke zu einem innovativen und wettbewerbsorientierten Dienstleister.
- Weitere Projekte in der Region haben zwischenzeitlich gezeigt, dass die Technologie von Batteriespeichern markttauglich ist und wirtschaftliche Geschäftsmodelle existieren.
- Mehrere durchgeführte Modellrechnungen kommen zum Ergebnis, dass ein Batteriespeicher in der geplanten Grösse rentabel betrieben werden kann. Damit wird neben dem technischen und betrieblichen Nutzen auch die notwendige Rendite zur Amortisation und das eingesetzte Kapital erwirtschaftet werden können.

Anträge

1. Für den Bau eines Batteriespeichers für das Elektrizitätsnetz der Stadtwerke Gossau wird ein Kredit von CHF 2'000'000 exkl. MwSt erteilt.
2. Die Finanzierung geht zu Lasten der Investitionsrechnung der Stadtwerke.

Stadtrat