

Schlussbericht, 31.1.2019

# Swiss Cloud Storage

Geschäftsmodelle für eine  
CO<sub>2</sub>-freie Speicherung  
überschüssigen Solarstroms



**energie schweiz**

Unser Engagement: unsere Zukunft.

**Autoren**

Carsten Bopp, Bopp Consulting GmbH

Bruno Ganz, Energie Pool Schweiz AG

David Stickelberger, Swissolar (Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie)

**Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.  
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.**

**Adresse**

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE  
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: 3003 Bern  
Infoline 0848 444 444. [www.energieschweiz.ch/beratung](http://www.energieschweiz.ch/beratung)  
[energieschweiz@bfe.admin.ch](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Ausgangslage, politischer Kontext</b> .....	<b>4</b>
1.1	Energiestrategie zwingt zu hohem Eigenverbrauch .....	4
1.2	Potenziale der Photovoltaik .....	9
1.3	Saisonaler Ausgleich.....	10
1.4	Ziel des Berichts.....	10
<b>2</b>	<b>Analyse bestehender Cloud-Storage-Modelle</b> .....	<b>12</b>
2.1	Business Driver .....	13
2.2	Kostenmodelle .....	14
2.3	Vier Geschäftsmodelle .....	15
2.4	Der Einsatz von Batteriespeichern in den Modellen .....	16
2.5	Marketingaspekte.....	17
2.6	Folgerungen .....	17
<b>3</b>	<b>Business-Modell</b> .....	<b>18</b>
3.1	Rahmenbedingungen.....	18
3.2	Herausforderungen und Postulate .....	18
3.3	Der Solar Cloud Rechner .....	19
3.3.1	Anwendungsbeispiele .....	20
3.3.2	Schlüsse aus den Simulationen.....	25
3.4	Vertiefte Analyse des Modells Horizon von SEIC-Télédis .....	26
3.5	Weitere Entscheidungshilfen zum Einsatz einer Batterie .....	28
3.6	Empfehlungen .....	29
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>29</b>

# 1 Ausgangslage, politischer Kontext

Mit dem Inkrafttreten der gesetzlichen Bestimmungen zur Energiestrategie 2050 auf Anfang 2018 haben sich die wirtschaftlichen Bedingungen für Photovoltaikanlagen in der Schweiz massgeblich verändert. Die Geschichte der Photovoltaikförderung sei hier kurz rekapituliert:

Ab 2009 kamen Photovoltaikanlagen in den Genuss der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV). Jede ins öffentliche Netz eingespeiste Kilowattstunde wurde während 25 (später 20) Jahren zu einem fixen Preis vergütet. Dies führte zu einem starken Marktwachstum mit einem Spitzenwert von 336 MW neu installierter PV-Leistung im Jahr 2015. Massgebliche Wachstumstreiber waren Grossanlagen, darunter ein grosser Anteil von Anlagen auf Landwirtschaftsgebäuden. Die Dimensionierung der Anlage richtete sich primär nach den verfügbaren Dachflächen. Die Finanzierung war aufgrund der garantierten Einkünfte aus der KEV unproblematisch. Ab 2013 wurde jedoch klar, dass die zur Verfügung stehenden Mittel nicht ausreichen werden, um sämtliche Projekte auf der KEV-Warteliste zu finanzieren. Die KEV-Jahreskontingente wurden gekürzt. Ab 2014 wurde für Anlagen bis 30 kW mit der Einmalvergütung ein teilweiser Ersatz angeboten, der die Gesamtkosten zu maximal 30% deckt. Parallel dazu wurde der Eigenverbrauch von Solarstrom offiziell zugelassen. Damit verschob sich das Schwergewicht des Photovoltaikausbaus allmählich auf Anlagen, die für den Eigenverbrauch optimiert sind.

## 1.1 Energiestrategie zwingt zu hohem Eigenverbrauch

Mit den neuen gesetzlichen Bestimmungen gültig ab 1.1.2018 (Umsetzung des 1. Massnahmenpakets der Energiestrategie 2050) wird die KEV (resp. das Einspeisevergütungssystem EVS, wie diese Förderung neu heisst) für PV-Anlagen zu einem Randphänomen: Nur noch jene Projekte (ob gebaut oder noch nicht), die bis 30.6.2012 für die KEV angemeldet waren, kommen in den Genuss dieser Förderung. Dafür gibt es neu die Einmalvergütung für sämtliche Photovoltaikanlagen zwischen 2 Kilowatt und 50 Megawatt. Nach einer Absenkung der Vergütungstarife liegt der Fördersatz bei etwa 25% der Gesamtkosten. Allerdings liegen die Wartefristen für neu angemeldete Projekte unter 100 kW aktuell bei rund 1,5 Jahren, bei grösseren Projekten bei rund 2 Jahren.

Jeder Verteilnetzbetreiber kann den Vergütungstarif für die ans Netz abgegebene, nicht selber verbrauchte Energie selbst festlegen. Als Vorgabe dient EnV Art. 12 Abs. 1: „Die Vergütung richtet sich [...] nach den Kosten des Netzbetreibers für den Bezug gleichwertiger Elektrizität bei Dritten sowie den Gestehungskosten der eigenen Produktionsanlagen; ...“. Dieser Vergütungstarif ist in den vergangenen Jahren aufgrund der tiefen Preise am Strommarkt in den meisten Netzgebieten gesunken und liegt heute im Durchschnitt bei ca. 8 Rp./kWh<sup>1</sup>. Solche Tarife zwingen Anlagenbetreiber dazu, möglichst geringe Überschüsse zu produzieren.

---

<sup>1</sup> Siehe [www.pvtarif.ch](http://www.pvtarif.ch)

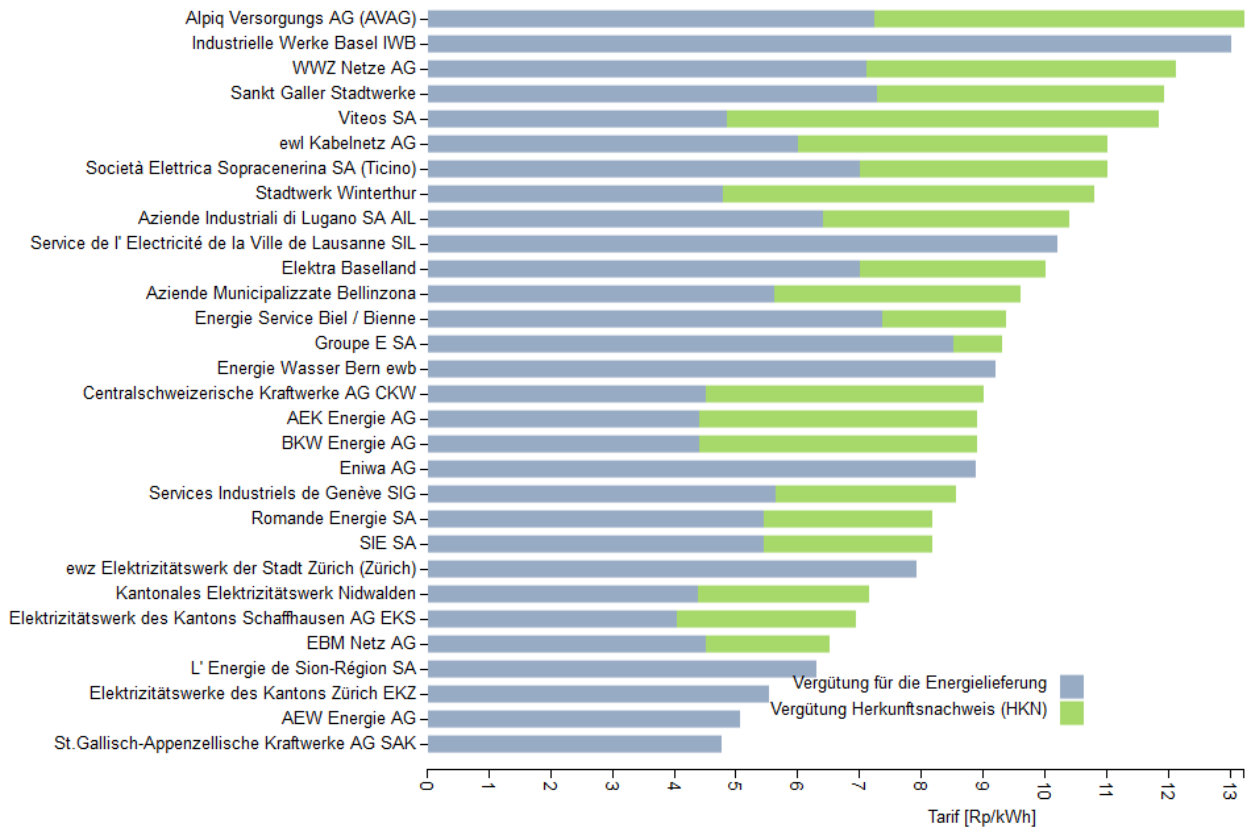


Abbildung 1: Vergütungen für Einspeisung aus einer PV-Anlage mit einer Leistung von 10 kVA der 30 grössten EVU für 2018. Quelle: [www.pvtarif.ch](http://www.pvtarif.ch)

In Folge dieser Entwicklung haben Kleinanlagen ein stetiges Wachstum verzeichnet, während sich die installierte Leistung der Grossanlagen (über 100 kW) von 2015 bis 2017 halbiert hat (siehe Abbildung 2).

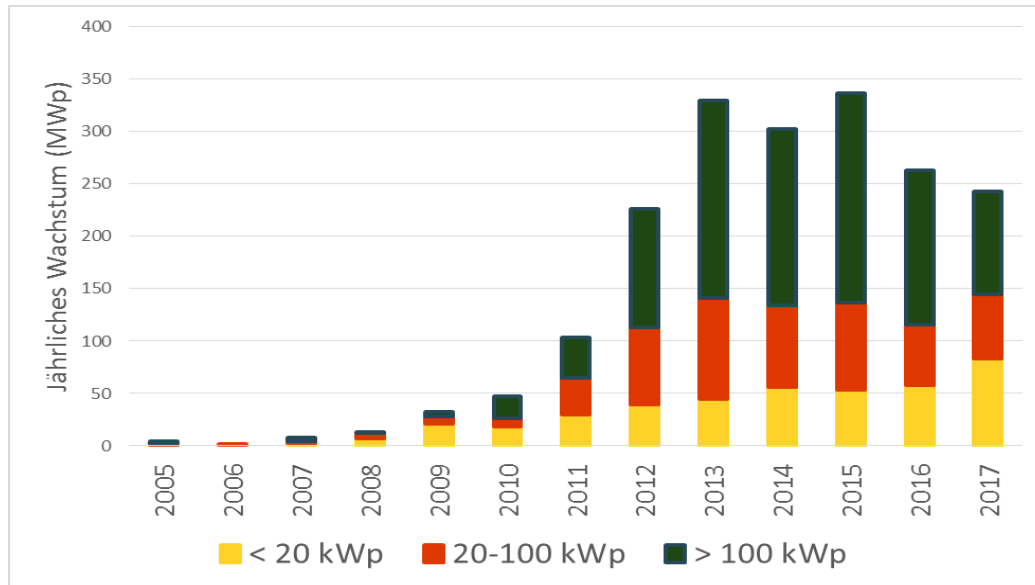


Abbildung 2: Jährliches Wachstum des PV-Markts Schweiz, nach Grössenklassen

Auch wenn ab 2019 wieder mit einer Zunahme bei den Grossanlagen zu rechnen ist, so bleibt dieses Marktsegment problematisch: Der für die Wirtschaftlichkeit zwingend hohe Eigenverbrauch führt dazu, dass Anlagen eigenverbrauchsoptimiert, sprich knapp dimensioniert werden. Besonders auffällig ist dies bei Anlagen auf landwirtschaftlichen Gebäuden, die nur noch einen Bruchteil der verfügbaren Dachfläche nutzen.

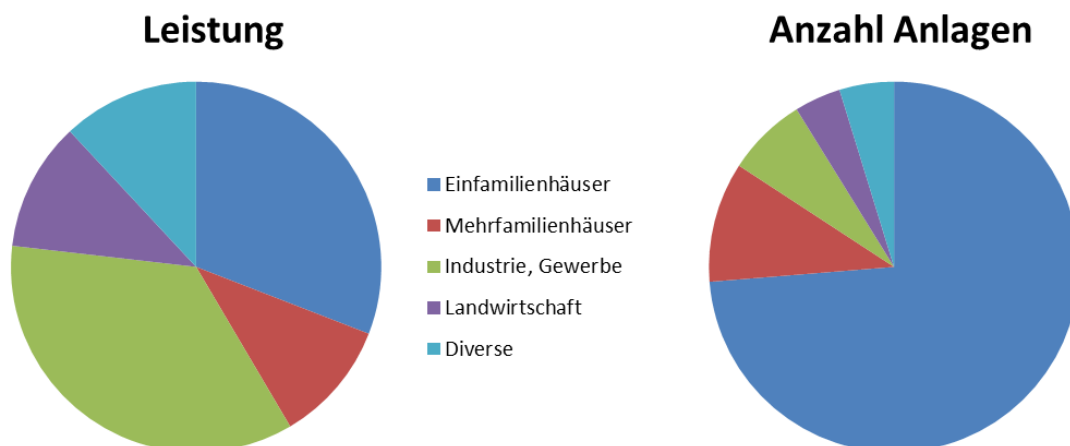


Abbildung 3: Verteilung der 2017 erstellten PV-Anlagen in der Schweiz. Links nach installierter Leistung, rechts nach Anzahl Anlagen

Abbildung 3 zeigt die anzahlmässige Dominanz der Einfamilienhausanlagen, die aber nur einen kleinen Teil zur installierten Leistung beitragen.

Kategorie Speichersysteme (Verkauf)	Anzahl 2017 (Stück)	Kapazität 2017 (kWh)	Anzahl 2016 (Stück)	Kapazität 2016 (kWh)
Li-Ionen-Batterie	1225	9735	365	3295
Blei-Batterie	35	590	5	20
Total Systeme	1260	10'325	370	3315

Abbildung 4: Neu installierte Kapazität elektrischer Energiespeicher. Quelle: Markterhebung Sonnenenergie 2017. Swissolar im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE

Die Kostensenkung bei Batteriespeichern wirkt diesem Trend teilweise entgegen, indem sie eine Verschiebung der Tagesproduktion in den Abend erlauben. Das Interesse an solchen Speichern nimmt insbesondere im Einfamilienhausbereich rasant zu: Die Verkäufe haben sich 2017 gegenüber dem Vorjahr verdreifacht (siehe Abbildung 4), und in Deutschland liegen die Verkaufszahlen pro Kopf bereits heute fünfmal höher als in der Schweiz, was eine mögliche zukünftige Entwicklung auch hierzulande aufzeigt. Eine saisonale Speicherung von sommerlichen PV-Produktionsüberschüssen ist jedoch zurzeit mit Batteriespeichern wirtschaftlich unmöglich: Ein Haushalt mit einem Jahresverbrauch von 4800 kWh und einer PV-Anlage von 5.8 kW müsste, um den Strombedarf zu jedem Zeitpunkt autark decken zu können, einen Lithium-Batteriespeicher mit einer nutzbaren Kapazität von 1291 kWh installieren. Dies ist 100- bis 200-mal grösser als die heute gängigen Lösungen (Roth, 2018).

Heute wird in der Regel eine nutzbare Kapazität des Batteriespeichers in kWh mit einem Faktor 1 bis 1.5 der installierten Leistung der PV-Anlage in kW installiert. Eine PV-Anlage von 5 kW würde also mit einem Batteriespeicher von 5 bis 7.5 kWh ausgestattet und erreicht damit einen Eigenverbrauchsanteil sowie einen Autarkiegrad von rund 60% (siehe Abbildung 5). Solche Speicher können den Tag-Nachtausgleich und teilweise den Ausgleich zwischen Wochenende und Wochentagen sicherstellen, nicht aber den saisonalen Ausgleich.

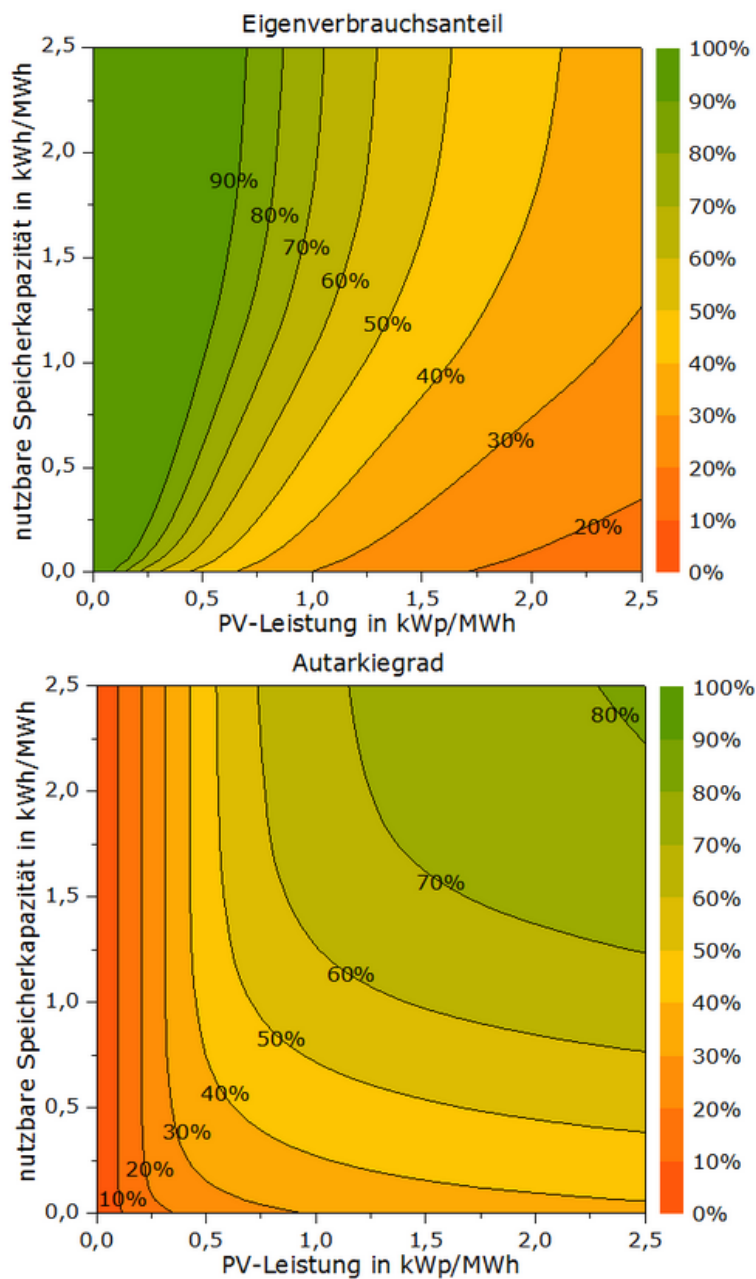


Abbildung 5: Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad in Abhängigkeit von PV-Leistung und Speicherkapazität.  
 Quelle: <https://www.volker-quaschnig.de/artikel/2013-06-Dimensionierung-PV-Speicher/index.php>

Aus Sicht der Energieversorger sind Batteriespeicher primär dann sinnvoll, wenn sie netzdienlich eingesetzt und allenfalls vom Energieversorger gesteuert werden können, was in der Schweiz jedoch bisher kaum der Fall ist. Zudem wirft der rasche Ausbau der Batteriespeicher Fragen zu deren ökologischen Auswirkungen auf. Der durch den Zwang zum Eigenverbrauch ausgelöste Trend zu immer mehr dezentralen Batteriespeichern ist also nicht ganz unproblematisch – alternative Speicherangebote (physisch oder virtuell) des Energieversorgers wären somit sinnvoll.



## 1.2 Potenziale der Photovoltaik

Gemäss Art. 2 des revidierten Energiegesetzes (gültig seit 1.1.2018) soll bis 2035 eine inländische Stromproduktion aus neuen erneuerbaren Energien von 11'400 GWh angestrebt werden. Dabei wird der Ausbau der Photovoltaik eine zentrale Rolle spielen:

- Der Ausbau von Wind-, Biogas- und Geothermieanlagen verläuft aufgrund der Bewilligungspraxis äusserst schleppend, zudem läuft deren Förderung durch die Einspeisevergütung Ende 2022 aus.
- Gemäss einer Studie von Meteotest (2019) liegt das «realistische» Potenzial für Photovoltaikanlagen auf bestehenden Dächern der Schweiz bei 25.4 TWh, jenes auf Fassaden bei 9.5 TWh Jahresproduktion. Die Berechnungsgrundlage dazu lieferte die neue interaktive Anwendung [sonnendach.ch](http://sonnendach.ch), resp. [sonnenfassade.ch](http://sonnenfassade.ch) des BFE. Hinzu kommen Potenziale an und auf Verkehrswegen, Lawinverbauungen und unbebauten Flächen von 13.3 TWh, was ein Gesamtpotenzial von 48.2 TWh ergibt (ca. 80 % des jährlichen Stromverbrauchs der Schweiz).

Das im Gesetz genannte Ziel von 11.4 TWh dürfte somit zum grossen Teil durch Photovoltaik erreicht werden. Ein weiterer massiver Ausbau dieser Technologie in den folgenden Jahren wird notwendig sein, um die gemäss Pariser Klimaprotokoll erforderliche Dekarbonisierung zu erreichen. Dies wird zu einer teilweisen Elektrifizierung der Mobilität und der Gebäudeklimatisierung führen.

Dieser Handlungsbedarf und die genannten Potenziale stehen im markanten Widerspruch zu den aktuellen Zubauraten. Ende 2017 lag die installierte Leistung bei 1.9 GW, die jährliche Stromproduktion bei 1.7 TWh<sup>2</sup>. Nur schon ein Anteil Solarstrom am heutigen Stromverbrauch von 20% (entspricht 12 TWh, erforderliche installierte Leistung von ca. 13 GW) würde bei einer jährlichen Zubaurate von 300 MW erst in 40 Jahren erreicht. Mindestens die doppelte Zubaurate wäre nötig, dies geht aber nur, wenn Anlagen nicht ausschliesslich im bisherigen Sinn eigenverbrauchsoptimiert erstellt werden. Ein starker Anreiz für den Bau solcher Anlagen würde die Möglichkeit bilden, sommerliche Produktionsüberschüsse der Solaranlage im Winter verfügbar zu machen.

---

<sup>2</sup> Die Marktzahlen 2018 liegen ab Juni 2019 vor.

### 1.3 Saisonaler Ausgleich

Die winterliche Stromversorgung der Schweiz gerät mit dem Wegfall der Bandenergie zunehmend in den Fokus. Die Eidgenössische Elektrizitätskommission ElCom warnt in ihrem Newsletter vom 30.3.2018 aufgrund der hohen Stromimporte vom vergangenen Winter: «Bleiben die Zubauraten der erneuerbaren Energien moderat, dürfte die Importabhängigkeit weiter zunehmen». Sie sieht deshalb insbesondere im Winter grosse Herausforderungen auf die Schweizer Versorgungssicherheit zukommen. Obwohl PV-Anlagen im Schweizer Mittelland nur etwa 30% ihres Ertrags im Winterhalbjahr liefern, kann ihr Ausbau im Zusammenspiel mit der Wasserkraft zur Sicherung der Winterstromversorgung beitragen. Ein hoher Solarstromanteil im Sommerhalbjahr erlaubt es, die Speicherkraftwerke in diesem Zeitraum weniger zu nutzen, wodurch für das Winterhalbjahr mehr Wasserreserven zur Verfügung stehen. Die beiden Technologien ergänzen sich dabei ideal, sind doch die Solarenergieerträge im Frühjahr schon relativ hoch, während die Wasserkraft vor der Schneeschmelze erst wenig liefern kann (siehe Abbildung 6). Die Aussage, dass die Jahresproduktionskurven von Wasserkraft und Solarenergie weitgehend deckungsgleich seien, stimmt nur für Flusskraftwerke, nicht aber für Speicherkraftwerke<sup>3</sup>.

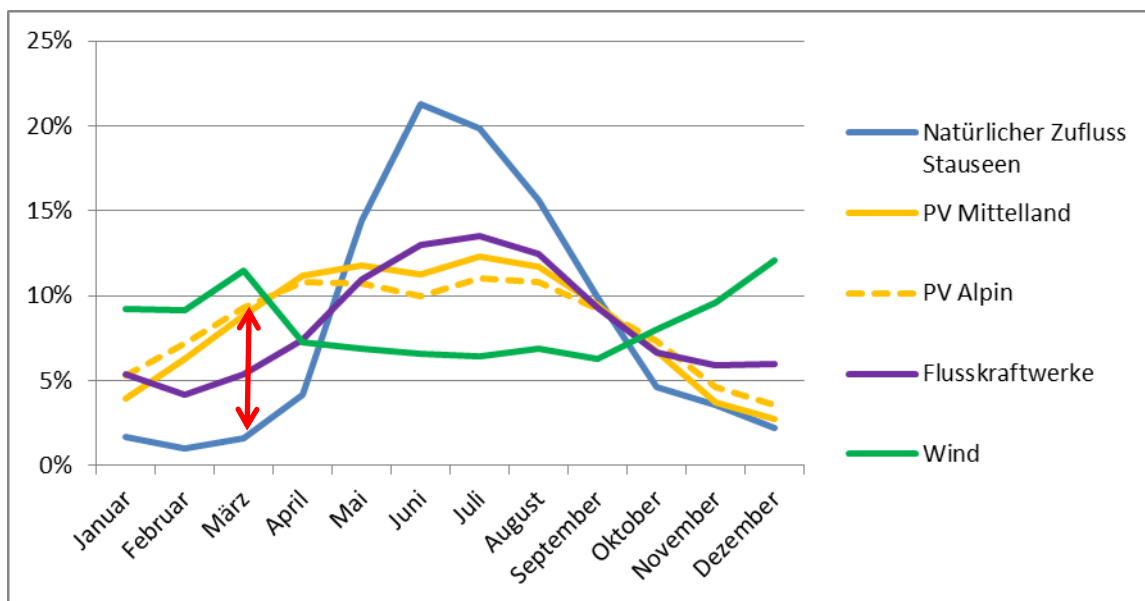


Abbildung 6: Aufteilung der Jahresproduktion in der Schweiz pro Technologie, Durchschnitt 2008-2011 (Nordmann & Remund, 2012)

### 1.4 Ziel des Berichts

Ursprüngliches Ziel unseres Vorhabens war es, aufzuzeigen, wie das «dream team» Wasserkraft und Photovoltaik für den saisonalen Ausgleich der Produktion mit neuen Geschäftsmodellen gefördert werden kann.

<sup>3</sup> Hier geht es nicht um Pumpspeicherwerke, die nicht für den saisonalen Ausgleich geeignet sind.

Diese Modelle sollten folgenden Kriterien genügen:

1. Hausbesitzer erhalten einen Anreiz, ihre PV-Anlagen grösser als nur für den Eigenverbrauch zu dimensionieren. Die fehlende, respektive ungenügende zeitgleiche Produktion in der Nacht und im Winter soll durch die Lieferung zertifizierter Wasserkraft (oder anderer erneuerbarer Energien) statt mit Batteriespeichern sichergestellt werden.
2. Verteilnetzbetreiber (VNB) haben attraktive Angebote für ihre gebundenen Kunden, welche diese auf einen Batteriespeicher verzichten lassen, was ein Vorteil für den VNB ist. Sonst droht die Gefahr, dass er nur noch «Notstromanbieter» (Winteranbieter) wird, mit nicht zu deckenden Kosten.
3. Betreiber von Speicherseen könnten einen zusätzlichen direkten Absatzmarkt mit sicheren Preisen für ihre Winterproduktion und Regelenergie-Komponenten erhalten.
4. Die Modelle sollen den Betreibern bei der Verwendung der Produktionsüberschüsse verschiedene Arbitragemöglichkeiten eröffnen und damit finanziell interessant sein. Dazu gehören der Verkauf von Regelenergie, Tag-Nacht-Ausgleich (Spot-Pricing), Sommer-Winter-Ausgleich (saisonale Preise, Stauseeoptimierung) und Netzoptimierung.

Die vorgestellten Systeme sollen also eine Win-Win-Win-Situation darstellen.

In einem ersten Schritt haben wir analysiert, ob ein Batterieersatz mit einer Cloud-Lösung grundsätzlich erfolgsversprechend ist (Kriterien 1 und 2). Die Kriterien 3 und 4 konnten noch nicht vertieft analysiert werden.

Der Fokus der Untersuchungen liegt bei der Photovoltaik, aber Teile davon sind sinngemäss auch für andere erneuerbare Technologien zur Stromproduktion anwendbar. Allerdings spielt Eigenverbrauch bei Wind, Wasserkraft und Biomasse nur in wenigen Fällen eine Rolle. Limitierender Faktor für den weiteren Ausbau bei diesen Technologien ist die gesetzlich festgelegte Befristung für die Aufnahme neuer Anlagen ins Einspeisevergütungssystem per Ende 2022.

Die Tarifierungssysteme der Verteilnetzbetreiber haben einen grossen Einfluss auf die Rentabilität der Cloud Storage. Der Bericht soll zuhanden der Politik Hinweise geben, wie dieser Tatsache bei der StromVG-Revision Rechnung zu tragen ist.

## 2 Analyse bestehender Cloud-Storage-Modelle

Die Cloud-Storage ist ein virtueller Speicher, der die Überschussenergie eines Eigenverbrauchers aufnimmt. Die Cloud Storage gibt es in unterschiedlichen Ausprägungen, die wir im Folgenden untersucht haben.

Zur Analyse der bestehenden Cloud-Storage-Modelle stützten wir uns auf eine Internet-Untersuchung. Nicht alle Anbieter waren einfach zu finden, da diese zum Teil noch in einem Versuchsstadium mit ausgesuchten Teilnehmern waren. Auch waren nicht alle Modelle fein ausgearbeitet, aber die wesentlichen Merkmale waren ersichtlich. Bei unserer Analyse wollten wir vor allem erfahren, was der Business Driver ist und wie das Kostenmodell aussieht. Dies neben den weiteren Funktionalitäten wie Tag / Nacht oder Sommer / Winter Speicherung (siehe auch Abbildung 7.)

### Marktanalyse Cloud Storage Teil 1

31.10.2018

Name des Produkts	Seic Teledis Group	Sonnenbox Depot	change38 Community	Virtuelle Sonnenbatterie	EWB.hydrospeicher	sonnenFlat
<b>Initiator</b>	Télédis SA (Horizon)	IWB	IWB	EnAlpin	EWB	Sonnen GmbH
<b>Businessmodell</b>	solar Stromkonto	solar Stromkonto nur im Versorgungsgebiet ohne / mit macht keinen Sinn	Zertifikatshandel Solarenergie	solar Stromkonto nur im Versorgungsgebiet	Solarkonto täglich nur im eigenen Versorgungsgebiet	Solaranlage plus Batterie von sonnen
<b>Batteriespeicherung</b>	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	nur mit Batterie virtuell Schwarm (sonnenCommunity)
<b>Speicherung max. Leistung Solaranlage</b>	Stausee Mauvoisin Beispiel: bis 10 kW	virtuell kein Limit	keine Speicherung nicht definiert	virtuell bis 10 kW	Speichersee Grimsel nicht definiert	nicht definiert 10 kWh in sonnen Batterie
<b>Virtuelle Speicherung</b>	Beispiel: max. 7 MWh/a	kein Limit	nicht definiert	keine Grenze ev. Restbezug zu Normaltarif	15 kWh täglich	bis 8MWh/a
<b>Verbrauch Haushalt</b>						
<b>Tag/Nacht Speicherung</b>	ja	ja	nicht nötig	ja	ja	ja
<b>Saisonale Speicherung</b>	ja	ja	nicht nötig	ja	nein	ja
<b>Kostenmodell</b>	Model 1:	Model 3	Model 4: zusätzlich Kosten für Infrastruktur	Model 1: Monatliche Gebühr 30 CHF/Mt	Model 1: monatliche Gebühr 8 CHF/Mt.	Model 2: Rückspeisepreise = Einspeisepreis Kosten: Netz + hohe Einspeisepreis bei zu wenig Eigenproduktion Mitglied sonnenCommunity
<b>Schlussfolgerung</b>	wahrscheinlich. Marketinggag, wirtschaftlich nur mit monatlichen Gebühren finanzierbar, nicht beliebig skalierbar	IWB übernimmt die Mehrkosten der virtuellen Speicherung	geht nur, wenn EVU mitmacht (oder bei Marktliberalisierung für Kleinkunden)	geht nur im eigenen Versorgungsgebiet	Angebot ist so austariert, das keine Kosten entstehen	Businessmodell ist ausgetrimmt über Batteriekauf, TRL und Mitglied Community
<b>Web</b>	<a href="https://www.seic-teledis.ch/fr/pages/clients-prives/services-energetique/stockage-solaire/horizon-stockage-solaire-maison-899">https://www.seic-teledis.ch/fr/pages/clients-prives/services-energetique/stockage-solaire/horizon-stockage-solaire-maison-899</a>	<a href="https://www.iwb.ch/Fue-r-Zuhause/Energieleoesung/Sonnenbox/Solarstrom-speichern.html">https://www.iwb.ch/Fue-r-Zuhause/Energieleoesung/Sonnenbox/Solarstrom-speichern.html</a>	<a href="http://www.change38.ch">www.change38.ch</a>	<a href="http://www.enalpin.ch/solarstrombatterie/">http://www.enalpin.ch/solarstrombatterie/</a>	<a href="https://www.ewb.ch/pri-vatkunden/angebot/str-om-produzieren/ewb-hydrospeicher/detail">https://www.ewb.ch/pri-vatkunden/angebot/str-om-produzieren/ewb-hydrospeicher/detail</a>	<a href="https://sonnenbatterie.de/de-at/sonnenflat">https://sonnenbatterie.de/de-at/sonnenflat</a> Die Solarbatterie wird in der Regelreserve durch sonnen eingesetzt Mitglied der sonnenCommunity für 20€/Mt.
<b>Weiteres</b>			Verknüpfung Produzenten u. Konsumenten			

## Marktanalyse Cloud Storage Teil 2

31.10.2018

Name des Produkts	SolarCloud	myEnergyCloud	senec cloud	LEW Solarcloud	Sonnenstrom Speicherpaket	Stromify (Silvretta)
<b>Initiator</b>	E.ON	EWE	Energie Baden Württemberg	LEW GmbH		Vorarlberger Kraftwerke AG (VKW)
<b>Businessmodell</b>	solar Stromkonto E.ON stellt die ganze Anlage	Anlagebauer, Vermarktung der Batterie und Solaranlage	Vermarktung der Überschussenergie mit Stromkonto	ganzes Paket mit Speicher und Solaranlage	nur Kunden der Energie AG	solar Stromkonto
<b>Batteriespeicherung</b>	mit Batterie	mit Batterie	empfehlen Batterie	mit Batterie	ohne	ohne
<b>Speicherung</b>	virtuell	virtuell (Natur)	virtuell	virtuell (Community)		Silvretta Stausee
<b>max. Leistung Solaranlage</b>	nicht definiert, Überschuss geht an E.ON	Jahresverbrauch im Beispiel 5 und 7.5 MWh/a	29.5kWp	gestuft nach Speichergrösse	gestuft nach Speichergrösse und Peak	Beispiel: 3.5 MWh/a
<b>Virtuelle Speicherung</b>	nicht definiert	garantiert eine Deckung	bis max. 10 kWh/a	3000 kWh/Jahr	2'500 kWh/Jahr	Beispiel: 2.5 MWh/a
<b>Verbrauch Haushalt</b>	bis 8MWh/a		bis 30MWh/a			
<b>Tag/Nacht Speicherung</b>	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<b>Saisonale Speicherung</b>	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<b>Kostenmodell</b>	Model 1: Monatliche Gebühr 25 CHF/Mt abhängig von der Grösse der Solaranlage und Batterie Überschuss und Einspeisevergütung geht an E.ON	Model 1: monatliche Gebühr 20.CHF/Mt plus Installation und Material	Model 1: monatliche Gebühr bis 100 CHF/Mt. abhängig von der Grösse des Speichers	Model 1: monatliche Gebühr 60 CHF/Mt für 3'000 kWh/Jahr je nach Speichergrösse	Model 1: monatliche Gebühr 25 CHF/Mt für 2'500kWh	Model 1: wahrscheinlich. Marketinggag, wirtschaftlich nur mit monatlichen Gebühren finanzierbar, nicht beliebig skalierbar
<b>Schlussfolgerung</b>	das Angebot ist so austariert, dass mit den monatlichen Gebühren das Kostenmodell für E.ON neutral wird	es scheint, dass alles zuerst genau analysiert wird und dann die monatliche Gebühr festgelegt wird	Businessmodell ist austariert	Businessmodell austariert	Businessmodell austariert	
<b>Web</b>	<a href="https://www.energie-experten.org/hersteller/eon/solarcloud.html#c23796">https://www.energie- experten.org/herstelle r/eon/solarcloud.html# c23796</a>	<a href="https://www.ewe.de/m-ein-solarstrom/energycloud">https://www.ewe.de/m ein- solarstrom/energyclou d</a>	<a href="https://www.senec-ies.com/tarife-services/senec-cloud/">https://www.senec- ies.com/tarife- services/senec-cloud/</a>	<a href="https://lew-solar.de/">https://lew-solar.de/</a>	<a href="https://www.energieag.at/Folder-Sonnenstrom-Speicherpaket.pdf?t=2017/04/15/virtueller-silvretta-speicher/p=1;2;de">https://www.energieag .at/Folder- Sonnenstrom- Speicherpaket.pdf?h t=2017/04/15/virtueller- silvretta-speicher/ p=1;2;de</a>	<a href="https://www.stromify.at/2017/04/15/virtueller-silvretta-speicher/">https://www.stromify.a t/2017/04/15/virtueller- silvretta-speicher/</a>

Abbildung 7: Analyse bestehender Cloud-Storage-Modelle

### 2.1 Business Driver

Die Motivation Cloud-Storage-Lösungen anzubieten, war meistens begründet im eigentlichen Kernbusiness des Anbieters. Dies natürlich nicht ohne den Fokus auf das Bedürfnis des Endkunden zu legen. Allen Lösungen war gemeinsam, dass mehr mit der produzierten Solarenergie gemacht und damit auch die Kundenbindung verstärkt werden kann, dies aber in unterschiedlichen Ausprägungen.

Von den 12 untersuchten Business Cases konnte folgende Grobunterteilung für die Business Driver gemacht werden:

- 2 Anbieter geben an, ihren Stausee als Solarspeicher einzusetzen
- 5 Anbieter verwalten die überschüssige Solarenergie in ihrem virtuellen Solarspeicher (auch ohne eigene Batterie)
- 4 Anbieter sind Anlagenbauer
- 1 Anbieter unterstützt den virtuellen Zusammenschluss von Solarenergie-Erzeugern und Verbrauchern

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass alle Business Driver bei den Anbietern einem kommerziellen Ziel dienen, aber auf Grund der Skaleneffekte durchaus für den einzelnen Solaranlagenbesitzer attraktiv sind.

## 2.2 Kostenmodelle

Bei den Kostenmodellen für die Anlagenbetreiber konnten wir nichts Gleiches, aber viel Ähnliches finden. Je nach Schwerpunkt des Anbieters und seinen entsprechenden Möglichkeiten waren die Stellschrauben unterschiedlich. So konnten EVU in ihrem Versorgungsgebiet mit Modellen rechnen, die im freien Markt weniger attraktiv waren. Die wichtigsten Stellschrauben sind hier kurz zusammengefasst:

- Preis der produzierten Solarenergie (Preis Einspeisung)
- Strompreis für die bezogene Energie
- Virtuelles Produktionskonto (Sommerproduktion kann im Winter ohne Kosten bezogen werden, das Gleiche gilt auch für den Tag-/ Nacht-Ausgleich)
- Grösse der Solaranlage, respektive Batterie in Abhängigkeit des Eigenverbrauchs
- Monatliche Teilnahmegebühr für die Community

Diese Stellschrauben der einzelnen Modelle können so dimensioniert werden, dass der Business Case für den Anbieter aufgeht, muss dieser doch den «billigeren» Sommerstrom als «teuren» Winterstrom zurückliefern. Im Folgenden sind die 4 Typen von Modellen mit den spezifischen Ausprägungen und Abweichungen beschrieben.

**Modell 1)**

- Versorgung durch Anbieter (gleiche BG)
- Rückspeisepreis = Einspeisepreis
- Kosten Netz für Bezug nach VNB Tarif
- Zusätzlicher Strombedarf zu Normaltarifen
- Überschuss zu Rücklieferungstarifen
- Monatliche Gebühr

**Modell 2)**

- Versorgung durch Anbieter (gleiche BG)
- Rückspeisepreis = Einspeisepreis
- Kosten Netz für Bezug nach VNB Tarif
- Batterie muss gekauft werden
- keine monatliche Gebühr
- Batterie wird im TRL Markt verwendet ohne Vergütung an den Besitzer

**Modell 3) (Net-Metering)**

- Rückspeisepreis = Einspeisepreis
- Ganze Produktion kann wieder kostenfrei bezogen werden (ohne Netzkosten)
- keine monatlichen Gebühren
- Zusätzlicher Strombezug zu Normaltarifen

**Modell 4)**

- Community in der Verbraucher und Produzenten sind
- Die jeweilige Differenz zur gemeinsamen Energiebilanz wird im Markt beschafft respektive verkauft
- Keine eigentlichen Speicherfunktionen

## 2.3 Vier Geschäftsmodelle

Das Modell 1) ist das am weitesten verbreitete. Von den 12 Anbietern verwenden 9 dieses Modell mit kleinen Abweichungen. Die einen Anbieter benennen den virtuellen Speicher als Energiekonto, auf dem die Produktion und Verbrauch saldiert wird, die andern nehmen für den Rückspeisepreis den gleichen wie für die Einspeisung, was unter dem Strich wieder das gleiche ergibt. Auch bilden die Anbieter Communities, in denen virtuell die Produktion und Verbrauch ausgetauscht wird. Dieser Austausch ist natürlich auch ohne Bildung einer Community beim gleichen Anbieter inhärent vorhanden. Interessant erscheint auch die Dimensionierung der Anlagen, die Anbieter machen und liefern. Diese sind so berechnet, dass ein möglichst grosser Eigenverbrauch resultiert. Daraus resultiert eine möglichst kleine virtuelle Speicherdienstleistung für den Anbieter. Weitere Details siehe Abbildung 7.

Das Modell 2) ist gleich ausgelegt wie das Modell 1) nur werden die Batterien im TRL<sup>4</sup>-Markt eingesetzt und erwirtschaften für den Anbieter TRL-Entschädigung. Diese Entschädigung deckt die monatlichen Gebühren und ist somit für den Anbieter ein interessanter Business Case.

Das Modell 3) sieht für den Solarstromproduzenten sehr attraktiv aus, muss er doch für die Speicherung seiner Überproduktion nichts bezahlen, und die Energie erhält er ohne Netzgebühren wieder zurück. Überproduktion und Mehrverbrauch werden zu normalen Tarifen abgerechnet. Der

<sup>4</sup> TRL: Tertiärregelleistungen. Die dritte Stufe der Regelenergie der nationalen Netzgesellschaft Swissgrid zur Sicherung der Netzstabilität. Die Tertiärregelung wird innerhalb von 15 Minuten abgerufen.

Anbieter übernimmt die Kosten des virtuellen Speichers voll; dies muss als Marketing- oder Kundenbindungsaktion verstanden werden. Das Modell entspricht dem Net-Metering, das in den USA für Prosumenten bis vor kurzem die Regel war.

Das Modell 4) ist ein visionäres Modell, das aber nur im freien Strommarkt funktioniert. Verbraucher und Produzenten schliessen sich zu einer virtuellen Gemeinschaft zusammen. Aller Strom der produziert wird, fliesst in die Gemeinschaft und wird in dieser verbraucht. Die Differenz wird im Markt beschafft, respektive verkauft. In diesem Modell gibt es keine Speichermöglichkeiten, aber die Produktion wird in der Gemeinschaft optimal verwertet, einerseits über den Eigenverbrauch und andererseits über die Lieferung zu weiteren Verbrauchern. In diese Richtung geht ein zurzeit laufendes Leuchtturmprojekt des BFE im Netzgebiet des Wasser- und Elektrizitätswerkes Walenstadt (WEW) mit Blockchain-Handel von Solarstrom unter den Kunden des Energieversorgers, nach dem Muster ähnlicher Modelle in New York.

## 2.4 Der Einsatz von Batteriespeichern in den Modellen

Die Wirtschaftlichkeit von privaten Batteriespeichern kann vom Netzbetreiber durch die Gestaltung der Rückspeisetarife und Netzkosten im Rahmen eines Cloud-Storage-Angebots stark beeinflusst werden. Bei den von uns untersuchten Angeboten von EVUs ist der Einsatz von Batterien finanziell deutlich weniger attraktiv als die Cloud-Speicherung.

Für den untenstehenden Vergleich wurden folgende vereinfachenden Annahmen getroffen:

- Einfamilienhaus mit 5 kW PV-Anlage, 5 MWh Jahresverbrauch
- Batterie: jährliche Speicherung 2000 kWh, Batteriepreis pro kWh CHF 1200, Amortisation über 15 Jahre
- Cloud: jährliche Speicherung 3750 kWh, keine Berücksichtigung allfälliger Netznutzungsgebühren für Cloud-Speicherung
- Keine Berücksichtigung des wegfallenden Strombezugs
- 

		Kosten über 15 Jahre (CHF)	
Anbieter	Produkt	mit Batterie 5 kWh	mit Cloud-Speicherung
SEIC Télecdis	Horizon	CHF 6000	CHF 3375
IWB	Sonnenbox Depot	CHF 6000	CHF 2736
EWB	Hydrospeicher	CHF 6000	CHF 5400
EnAlpin	Virtuelle Sonnenbatterie	CHF 6000	CHF 1440

Abbildung 8: Vergleich zwischen eigenem Batteriespeicher und Cloud-Speicher.



Hingegen kann es für freie Anbieter im Markt durchaus interessant sein, eine Batterie in ihren Cloudspeicher-Modellen einzubauen. Dies besonders, wenn man in Zukunft durch die Elektromobilität grössere Batterieleistungen zur Verfügung stellen kann und somit die Investitionen quersubventioniert. Damit ergibt sich eine gewisse Unabhängigkeit von dem durch das EVU festgelegten Rückspeisetarif. Die Solarproduktion kann dabei durch die grössere Autarkie besser ausgenutzt werden.

Zuletzt sind noch die Modelle zu erwähnen, in denen ein Batterie-Hersteller oder dessen Vertreter involviert ist. Hier ist im Business Case der Batterieverkauf ein fixer Bestandteil.

## 2.5 Marketingaspekte

Das rasche Marktwachstum bei den Batteriespeichern in der Schweiz (siehe Kap. 1.1) trotz fehlender Wirtschaftlichkeit zeigt, dass Cloud-Storage-Anbieter nicht ausschliesslich mit wirtschaftlich-rationalen Argumenten ihre Kunden überzeugen müssen. Folgende Aspekte sind dabei zu berücksichtigen:

- Viele EVU haben bei ihren Kunden das Image, erneuerbare Energien eher verhindern als fördern zu wollen. Sinkende Rückspeisetarife bestätigen diesen Eindruck und fördern eine Haltung von «dann behalte ich eben den Strom für mich» resp. «ich will möglichst unabhängig sein».
- Batteriespeicher werden oft gekauft in der Meinung, dadurch vor Stromausfällen geschützt zu sein, obwohl dafür spezielle Vorkehrungen nötig wären. Für die Umrüstung auf Notstromtauglichkeit sind für einen Privathaushalt zusätzliche Investitionen von ca. CHF 3000 nötig.
- Der Handel mit Ökostromzertifikaten ist für viele Stromkonsumenten zu wenig transparent und damit nicht genügend glaubwürdig. Im Gegensatz etwa zu Bio-Nahrungsmitteln ist der reale Gegenwert schlecht fassbar.
- Sehr erfolgreich sind hingegen konkrete Projekte, z.B. die Mitfinanzierung von Solaranlagen in der Umgebung (z.B. Städte Bern und Zürich). Cloud-Storage-Angebote mit einem direkten Bezug zu einem Stausee in der Region oder einem Quartierspeicher haben damit einen Vorteil.

## 2.6 Folgerungen

Für einen Energieverteiler ist es interessant ein Solar Storage Modell anzubieten. Viele Produzenten würden gerne auch den im Sommer zu viel produzierten Strom im Winter verbrauchen. Dies aber ist gerade mit einer Batterie im Hause nicht möglich. Die Batterie hilft den Tag-/ Nacht Verbrauch zu optimieren, viel weiter reicht es aber nicht (siehe auch Kap. 1.1). Mit dem virtuellen Speicher oder gleichbedeutend Einspeisepreis = Ausspeisepreis kann eine Sommer / Winter Verlagerung angeboten werden. Wichtig ist in allen Modellen die richtige Dimensionierung der Solaranlage und evtl. der Batterie. Durch die richtige Bepreisung der einzelnen Elemente kann das Business Modell gesteuert werden. Ein wichtiges Element ist bei den meisten Beispielen die zu zahlende monatliche Gebühr. Die Amortisation der Batterie kann praktisch nur über die Tag-/ Nacht Arbitrage gerechnet werden, oder anders gesagt über die höhere prozentuale Selbstversorgung und die dadurch gesparten Netzgebühren.

Beim virtuellen Speicherangebot muss überzeugend dargelegt werden können, dass «sauberer» Strom an den Kunden geliefert wird. Dies kann Strom aus Wasserkraftwerken sein (idealerweise nicht zu weit entfernt) oder aus anderen regenerativen Quellen (direkt oder nach Zwischenspeicherung).

## 3 Business-Modell

### 3.1 Rahmenbedingungen

Im Folgenden wird ein exemplarisches Business-Modell vorgestellt, das dem EVU unabhängig von seiner Grösse und Kundenstruktur als Grundlage für ein eigenes Cloud-Speicherangebot dienen kann. Wir haben dem Modell folgende Rahmenbedingungen und Annahmen zugrunde gelegt:

- Eine vollständige Marktliberalisierung wird kommen, allerdings erst in einigen Jahren.
- Zurzeit bestehen im europäischen Markt Produktions-Überkapazitäten. Dies dürfte sich Mitte der zwanziger Jahre ändern (Atomausstieg Deutschland, Kohleausstieg, Abbau Produktionskapazitäten Frankreich). Der Bau von Gaskraftwerken in der Schweiz ist sehr unwahrscheinlich. Damit steigt der Bedarf nach Strom aus Neuen Erneuerbaren Energien.
- Der Abbau von Überkapazitäten kombiniert mit steigenden Preisen für fossile Energien führt tendenziell zu steigenden Preisen am Spotmarkt.
- Aufgrund des Ausbaus der Photovoltaik werden die Strompreise am Mittag und im Sommerhalbjahr eher sinken, abends und im Winter eher steigen.
- Das Modell muss diskriminierungsfrei unter Einhaltung des Ausspeiseprinzips abgewickelt werden, d.h. bei der Lieferung des zwischengespeicherten Stroms an den Kunden fällt eine Netzgebühr an (Art 18, StromVV).

### 3.2 Herausforderungen und Postulate

Im heutigen Marktumfeld verhindern die folgenden Postulate der drei Marktteilnehmer die Entwicklung eines wirtschaftlichen und nachhaltigen Geschäftsmodelles.

1. **Prosumer:** Die heutigen Privatinvestoren einer PV Anlage suchen nach einer ökologisch nachhaltigen, vom EVU möglichst autarken Lösung und sind meist eigenverbrauchsoptimiert. Die ökonomischen Kriterien sind im Entscheidungsprozess nachfolgend und nicht Auslöser einer Investition in eine PV Anlage. Eine Lösung mit einer Batterie vor Ort bedient diese Bedürfnisse und die ökologische Gesamtbetrachtung der Batterielösung und wird dem Wunsch nach einer möglichst autarken eigenverbrauchsoptimierten Investition untergeordnet. Der Wunsch nach Autarkie verlangt bisher aber keine Loslösung aus dem Netzverbund und der Versorgungssicherheit. Investitionen in eine Notstromtauglichkeit sind daher sehr selten. Bei geschäftlichen Investoren stehen ökonomische Kriterien stärker im Vordergrund. Batterien haben noch wenig Bedeutung, was sich aber mit sinkenden Batteriepreisen ändern dürfte. Batterien können helfen, Leistungsspitzen zu brechen und entsprechende Tarife tief zu halten.
2. **Energieversorgungsunternehmen (EVU) und Verteil-, bzw. Netzbetreiber (VNB):** Die meisten EVU sehen in solchen Modellen primär eine reine Marketinginitiative und limitieren

daher die zur Verfügung stehenden Kapazitäten. Die Entstehung von dezentralen Produktionseinheiten wird bisher nicht als Chance, sondern eher als Gefahr bzgl. der eigenen Bestandanlagen gesehen. Sie befürchten teils eine Herabstufung des Netzbetreibers zum reinen Versorgungssicherheitsdienstleister.

3. **Kraftwerksbetreiber:** Seitens der Betreiber von Speicherkraftwerken gibt es zurzeit kaum Bestrebungen, mit den neu entstehenden Zusammenschlüssen zum Eigenverbrauch (ZEV) ein Geschäftsmodell auszuarbeiten, da man sich scheut, gegenüber den EVU in direkter Konkurrenz aufzutreten. Zusätzlich besteht die Vorstellung, dass ein positiver Business Case an den Netzkosten scheitert. Im Weiteren sind die Optimierungen der Stauseekapazitäten heute bereits vollständig ausgeschöpft. In Gesprächen mit einem namhaften Schweizer EVU mit anteilig hoher Wasserproduktion, hat sich ergeben, dass sehr wenig zusätzliches Arbitragepotential für den Speicherseebetreiber zwischen der Energielieferung seitens des Prosumers und der entsprechenden Rückspeisung (Tag/Nacht bzw. Sommer/Winter) besteht. Es wurde darauf verwiesen, dass der Optimierungsgrad durch zusätzliche Strombereitstellung ja bereits heute durch das Strom-Trading vollständig ausgeschöpft wird. Zusammenfassend sieht sich der Wasserkraftwerksbetreiber aufgrund seines heutigen optimierten Einsatzes seiner Wasserpotenziale nicht als natürlichen Business Partner zum PV-Prosumer. Indirekt unterstützt aber der Kraftwerksbetreiber die virtuelle Speicherung der im Sommer produzierten Solarenergie. Eine direkte Verbindung Solaranlage – Speichersee zu schaffen, scheint aber heute gemäss unseren Abklärungen nicht im Interesse der Speicherseebetreiber zu liegen. Die derzeit diskutierte Notwendigkeit einer Wasserspeicherreserve könnte dies in Zukunft ändern. Dieser Bericht hat jedoch die detaillierte Beteiligung der Kraftwerksbetreiber nicht final analysieren können. Es könnte gut sein, dass kleine unabhängige Stauseebetreiber ein Interesse an einer Speicherlösung zeigen könnten. Dies natürlich auch nur, wenn der Business Case für den Stausee zukunftsorientiert und gewinnbringend ist. Dies wäre eine zukünftige Stossrichtung, die mit ausgesuchten Probanden noch weiter erhärtet werden könnte.

Auf der Basis der obigen Herausforderungen und Postulate der Marktteilnehmer wurde ein Geschäftsmodell entwickelt, welches helfen soll Antworten auf die Herausforderungen zu finden und Postulate ökonomisch nachhaltig beantwortet.

### 3.3 Der Solar Cloud Rechner

Zur Grobanalyse haben wir in Excel einen Solar Cloud Rechner programmiert. Dieser zeigt in einer ersten Annäherung auf, ob das Business Modell mit den gewählten Parametern ausgeglichen, zu Lasten des Anbieters oder umgekehrt zu Lasten des Produzenten funktioniert.

Wir haben den Cloud-Rechner aus Sicht der Stromproduktion und des -verbrauchs in ein Sommer- und Winterhalbjahr aufgeteilt. Dies gibt realistischere Werte bezüglich Sommer-Winterverlagerung des Stromverbrauchs. Bei den Preisen sind wir von einem Jahresmittelpreis ausgegangen, trotz dem Wissen, dass der Strom im Winter teurer ist als im Sommer. Berechnungen haben aber gezeigt, dass diese Vereinfachung keine grossen monetären Auswirkungen zeigt.

In der Simulation vergleichen wir drei Grundkonfigurationen: 1) ohne Solaranlage, 2) mit Solaranlage und 3) mit Solaranlage und Batterie. In unserem Kostenmodell sind wir davon ausgegangen,

dass die Solaranlage aus kommerziellen oder ökologischen Überlegungen gebaut wurde. Die Amortisation der Solaranlage wurde nicht berücksichtigt. Um aber die Auswirkung einer Batterie auf die Kosten zu zeigen, haben wir die Amortisation der Batterie herangezogen. Für die Dimensionierung der Batterie ist die Abbildung 5 entscheidend. Für einen möglichst grossen Nutzen der Batterie ist deren Dimensionierung im Verhältnis zum Gesamtverbrauch massgeblich. In unserer Simulation ist demzufolge darauf zu achten, dass die Dimensionierung realistisch ist. Je besser die Dimensionierung, desto präziser ist das Resultat des Solarrechners.

#### **Anwendung des Solar Cloud Rechners:**

- Alle grünen Felder sind frei wählbar, sollten aber sinnvoll sein, so wie oben beschrieben.
- Alle gelben Felder sind Marktdaten, diese können auch verändert werden, müssen aber einen Bezug zur Realität haben.
- Die erste Modellberechnung zeigt die Preise bei der heutigen Eigenverbrauchsregelung. Beim Eigenverbrauch sind wir von 30% der Solarenergie ausgegangen. Mit dem Einsatz einer Batterie kommen noch zusätzliche 40% Eigenverbrauch dazu, was einen gesamten Eigenverbrauch mit Solaranlage und Batterie von 70% ergibt.
- Die zweite Berechnung basiert darauf, dass die Energie, die im Sommer eingespeist wird, im Winter wieder gratis (mit Netzkosten) zurück gespeist wird.

#### **3.3.1 Anwendungsbeispiele**

Im Folgenden zeigen wir vier Anwendungsbeispiele:

- 1) Eigenverbrauchsoptimierte Kleinanlage mit 5 kW installierter PV-Leistung, 5 kWh Batterie und einem Jahresverbrauch von 5 MWh. Grundgebühr = 4 CHF / Monat.
- 2) Eigenverbrauchsoptimierte KMU-Anlage mit 100 kW installierter PV-Leistung, 100 kWh Batterie und einem Jahresverbrauch von 100 MWh. Grundgebühr 80 CHF / Monat.
- 3) Gleich grosse Anlage wie unter 1), aber mit höherer, prohibitiver Grundgebühr von 8 CHF
- 4) Gleich grosse Anlage wie unter 1), aber zusätzlich mit einem kleinen Batteriespeicher, der deutlich günstiger ist als heute.

Energiewerte:	Objekt	Einheit	mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Jährlicher Stromverbrauch des Haushaltes		5 MWh	5.00	5.00	5.00
Stromverbrauch Sommer	40%	2 MWh	2.00	2.00	2.00
Stromverbrauch Winter	60%	3 MWh	3.00	3.00	3.00
Solaranlage installierte Leistung		5 kWp			
jährliche Solarproduktion		5 MWh		5.00	5.00
Solarproduktion Sommer	70%	3.5 MWh		3.50	3.50
Solarproduktion Winter	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
Eigenverbrauch mit Solar	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
zusätzlicher Eigenverbrauch mit Batterie	40%	2 MWh			1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Sommer		MWh		0.60	1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Winter		MWh		0.90	1.50
Rücklieferung total		MWh		3.50	2.10
Rücklieferung Sommer		MWh		2.90	2.10
Rücklieferung Winter		MWh		0.60	0.00
Total Bezug extern		MWh	5.00	3.50	2.10
Bezug extern Sommer		MWh	2.00	1.40	0.60
Bezug extern Winter		MWh	3.00	2.10	1.50

Preise:		Einheit	mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Netz	Median CH	9.5 Rp/kWh	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Verdienst VNB (WACC)		3.84% CHF	CHF 18	CHF 13	CHF 8
Bezug Energie Jahrespreis	Median CH	7.8 Rp/kWh	CHF 390	CHF 273	CHF 164
Einnahmen EVU zu SwissIX		CHF	CHF 80	CHF 56	CHF 34
SwissIX		6.2 Rp/kWh			
Rückspeisung (Tarif in % des Einspeisetarifs)	80%	6.24 Rp/kWh		CHF 218	CHF 131

Heute übliches Ein-/Auspeisemodell (Eigenverbrauchsregelung)	mit Solar & Batterie		
	ohne Solar	mit Solar	Batterie
Energierrechnung an Haushalt	CHF 390	CHF 273	CHF 164
Netzrechnung an Haushalt	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Überschussenergie		CHF -218	CHF -131
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 98	CHF 69	CHF 41
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 865	CHF 387	CHF 232

Solar Cloud mit Speicherung (Rücklieferenergie gratis, mit Netzkosten)	mit Solar & Batterie		
	ohne Solar	mit Solar	Batterie
Eigenverbrauch		1.50	2.90
Gratis Energie vom Sommer im Winter		3.50	2.10
Rückspeisung		0.00	0.00
Gratisenergie Sommer => Winter	CHF -	CHF 273	CHF 164
Energierrechnung an Haushalt	CHF 390	CHF -	CHF -
Netzrechnung an Haushalt	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Überschussenergie		CHF -	CHF -
Speichergebühr pro Monat	4 CHF	CHF 48	CHF 48
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 98	CHF 13	CHF 8
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 865	CHF 381	CHF 248

Amortisation Batterie			
Batterie installierte Kapazität	5 kWh		
Batterie spezifischer Preis pro kWh	1'200 CHF		CHF 6'000
Amortisationszeit	20 Jahre		CHF 300
Netzkosteneinsparung mit Batterie			CHF 133
Amortisation Batterie Über- / Unterdeckung			CHF -167

Mit den oben gewählten Parametern	mit Solar & Batterie		
	mit Solar	Batterie	
ist die Solar Cloud günstiger für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Auspeisemodell	CHF 7	CHF -	
ist die Solar Cloud teurer für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Auspeisemodell	CHF -	CHF 182	

Abbildung 9: Modellierung mit eigenverbrauchsoptimierter Kleinanlage (5 kW Solar / 5 kWh Batterie, Einfamilienhaus)

Energiewerte:	Objekt	Einheit	mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Jährlicher Stromverbrauch des Haushaltes	100	MWh	100.00	100.00	100.00
Stromverbrauch Sommer	40%	40 MWh	40.00	40.00	40.00
Stromverbrauch Winter	60%	60 MWh	60.00	60.00	60.00
Solaranlage installierte Leistung	100	kWp			
jährliche Solarproduktion	100	MWh		100.00	100.00
Solarproduktion Sommer	70%	70 MWh		70.00	70.00
Solarproduktion Winter	30%	30 MWh		30.00	30.00
Eigenverbrauch mit Solar	30%	30 MWh		30.00	30.00
zusätzlicher Eigenverbrauch mit Batterie	40%	40 MWh			28.00
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Sommer		MWh		12.00	28.00
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Winter		MWh		18.00	30.00
Rücklieferung total		MWh		70.00	42.00
Rücklieferung Sommer		MWh		58.00	42.00
Rücklieferung Winter		MWh		12.00	0.00
Total Bezug extern		MWh	100.00	70.00	42.00
Bezug extern Sommer		MWh	40.00	28.00	12.00
Bezug extern Winter		MWh	60.00	42.00	30.00

Preise:		Einheit	mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Netz	Median CH	9.5 Rp/kWh	CHF 9'500	CHF 6'650	CHF 3'990
Verdienst VNB (WACC)		3.84% CHF	CHF 365	CHF 255	CHF 153
Bezug Energie Jahrespreis	Median CH	7.8 Rp/kWh	CHF 7'800	CHF 5'460	CHF 3'276
Einnahmen EVU zu SwissIX		CHF	CHF 1'600	CHF 1'120	CHF 672
SwissIX		6.2 Rp/kWh			
Rückspeisung (Tarif in % des Einspeisetarifs)	80%	6.24 Rp/kWh		CHF 4'368	CHF 2'621

Heute übliches Ein-/Ausspeisemodell (Eigenverbrauchsregelung)			mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Energierrechnung an Haushalt			CHF 7'800	CHF 5'460	CHF 3'276
Netzrechnung an Haushalt			CHF 9'500	CHF 6'650	CHF 3'990
Überschussenergie				CHF -4'368	CHF -2'621
Einnahmen EVU aus Netz und Energie			CHF 1'965	CHF 1'375	CHF 825
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt			CHF 17'300	CHF 7'742	CHF 4'645

Solar Cloud mit Speicherung (Rücklieferenergie gratis, mit Netzkosten)			mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Eigenverbrauch		MWh		30.00	58.00
Gratis Energie vom Sommer im Winter		MWh		70.00	42.00
Rückspeisung		MWh		0.00	0.00
Gratisenergie Sommer => Winter			CHF -	CHF 5'460	CHF 3'276
Energierrechnung an Haushalt			CHF 7'800	CHF -	CHF -
Netzrechnung an Haushalt			CHF 9'500	CHF 6'650	CHF 3'990
Überschussenergie				CHF -	CHF -
Speichergebühr pro Monat	80	CHF		CHF 960	CHF 960
Einnahmen EVU aus Netz und Energie			CHF 1'965	CHF 255	CHF 153
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt			CHF 17'300	CHF 7'610	CHF 4'950

Amortisation Batterie					
Batterie installierte Kapazität	100	kWh			
Batterie spezifischer Preis pro kWh	1'200	CHF			CHF 120'000
Amortisationszeit	20	Jahre			CHF 6'000
Netzkosteneinsparung mit Batterie					CHF 2'660
Amortisation Batterie Über- / Unterdeckung					CHF -3'340

Mit den oben gewählten Parametern		mit Solar & Batterie	
		mit Solar	Batterie
ist die Solar Cloud günstiger für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell		CHF 132	CHF -
ist die Solar Cloud teurer für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell		CHF -	CHF 3'645

Abbildung 10: Modellierung für ein KMU, alle wesentlichen Parameter wurden linear vergrössert

Energiewerte:	Objekt	Einheit	ohne Solar	mit Solar	mit Solar & Batterie
Jährlicher Stromverbrauch des Haushaltes	5	MWh	5.00	5.00	5.00
Stromverbrauch Sommer	40%	2 MWh	2.00	2.00	2.00
Stromverbrauch Winter	60%	3 MWh	3.00	3.00	3.00
Solaranlage installierte Leistung	5	kWp			
jährliche Solarproduktion	5	MWh		5.00	5.00
Solarproduktion Sommer	70%	3.5 MWh		3.50	3.50
Solarproduktion Winter	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
Eigenverbrauch mit Solar	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
zusätzlicher Eigenverbrauch mit Batterie	40%	2 MWh			1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Sommer		MWh		0.60	1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Winter		MWh		0.90	1.50
Rücklieferung total		MWh		3.50	2.10
Rücklieferung Sommer		MWh		2.90	2.10
Rücklieferung Winter		MWh		0.60	0.00
Total Bezug extern		MWh	5.00	3.50	2.10
Bezug extern Sommer		MWh	2.00	1.40	0.60
Bezug extern Winter		MWh	3.00	2.10	1.50

Preise:	Einheit	ohne Solar	mit Solar	mit Solar & Batterie
Netz	Median CH 9.5 Rp/kWh	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Verdienst VNB (WACC)	3.84% CHF	CHF 18	CHF 13	CHF 8
Bezug Energie Jahrespreis	Median CH 7.8 Rp/kWh	CHF 390	CHF 273	CHF 164
Einnahmen EVU zu SwissIX	CHF	CHF 80	CHF 56	CHF 34
SwissIX	6.2 Rp/kWh			
Rückspeisung (Tarif in % des Einspeisetarifs)	80%		CHF 218	CHF 131

Heute übliches Ein-/Ausspeisemodell (Eigenverbrauchsregelung)	ohne Solar	mit Solar	mit Solar & Batterie
Energierrechnung an Haushalt	CHF 390	CHF 273	CHF 164
Netzrechnung an Haushalt	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Überschussenergie		CHF -218	CHF -131
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 98	CHF 69	CHF 41
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 865	CHF 387	CHF 232

Solar Cloud mit Speicherung (Rücklieferenergie gratis, mit Netzkosten)	ohne Solar	mit Solar	mit Solar & Batterie
Eigenverbrauch		1.50	2.90
Gratis Energie vom Sommer im Winter		3.50	2.10
Rückspeisung		0.00	0.00
Gratisenergie Sommer => Winter	CHF -	CHF 273	CHF 164
Energierrechnung an Haushalt	CHF 390	CHF -	CHF -
Netzrechnung an Haushalt	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Überschussenergie		CHF -	CHF -
Speichergebühr pro Monat	8 CHF	CHF 96	CHF 96
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 98	CHF 13	CHF 8
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 865	CHF 429	CHF 296

Amortisation Batterie			
Batterie installierte Kapazität	5	kWh	
Batterie spezifischer Preis pro kWh	1'200	CHF	CHF 6'000
Amortisationszeit	20	Jahre	CHF 300
Netzkosteneinsparung mit Batterie			CHF 133
Amortisation Batterie Über- / Unterdeckung			CHF -167

Mit den oben gewählten Parametern	mit Solar	mit Solar & Batterie
ist die Solar Cloud günstiger für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell	CHF -	CHF -
ist die Solar Cloud teurer für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell	CHF 41	CHF 230

Abbildung 11; Modellierung mit eigenverbrauchsoptimierter Kleinanlage und verdoppelter Speichergebühr

Energiewerte:	Objekt	Einheit	mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Jährlicher Stromverbrauch des Haushaltes	5	MWh	5.00	5.00	5.00
Stromverbrauch Sommer	40%	2 MWh	2.00	2.00	2.00
Stromverbrauch Winter	60%	3 MWh	3.00	3.00	3.00
Solaranlage installierte Leistung	5	kWp			
jährliche Solarproduktion		5 MWh		5.00	5.00
Solarproduktion Sommer	70%	3.5 MWh		3.50	3.50
Solarproduktion Winter	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
Eigenverbrauch mit Solar	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
zusätzlicher Eigenverbrauch mit Batterie	40%	2 MWh			1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Sommer		MWh		0.60	1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Winter		MWh		0.90	1.50
Rücklieferung total		MWh		3.50	2.10
Rücklieferung Sommer		MWh		2.90	2.10
Rücklieferung Winter		MWh		0.60	0.00
Total Bezug extern		MWh	5.00	3.50	2.10
Bezug extern Sommer		MWh	2.00	1.40	0.60
Bezug extern Winter		MWh	3.00	2.10	1.50

Preise:	Einheit	mit Solar & Batterie		
		ohne Solar	mit Solar	Batterie
Netz	Median CH 9.5 Rp/kWh	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Verdienst VNB (WACC)	3.84% CHF	CHF 18	CHF 13	CHF 8
Bezug Energie Jahrespreis	Median CH 7.8 Rp/kWh	CHF 390	CHF 273	CHF 164
Einnahmen EVU zu SwissIX	CHF	CHF 80	CHF 56	CHF 34
SwissIX	6.2 Rp/kWh			
Rückspeisung (Tarif in % des Einspeisetarifs)	80%	CHF	CHF 218	CHF 131

Heute übliches Ein-/Ausspeisemodell (Eigenverbrauchsregelung)	mit Solar & Batterie		
	ohne Solar	mit Solar	Batterie
Energierechnung an Haushalt	CHF 390	CHF 273	CHF 164
Netzrechnung an Haushalt	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Überschussenergie		CHF -218	CHF -131
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 98	CHF 69	CHF 41
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 865	CHF 387	CHF 232

Solar Cloud mit Speicherung (Rücklieferenergie gratis, mit Netzkosten)	mit Solar & Batterie		
	ohne Solar	mit Solar	Batterie
Eigenverbrauch		1.50	2.90
Gratis Energie vom Sommer im Winter		3.50	2.10
Rückspeisung		0.00	0.00
Gratisenergie Sommer => Winter	CHF -	CHF 273	CHF 164
Energierechnung an Haushalt	CHF 390	CHF -	CHF -
Netzrechnung an Haushalt	CHF 475	CHF 333	CHF 200
Überschussenergie		CHF -	CHF -
Speichergebühr pro Monat	4 CHF	CHF 48	CHF 48
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 98	CHF 13	CHF 8
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 865	CHF 381	CHF 248

Amortisation Batterie			
Batterie installierte Kapazität	2	kWh	
Batterie spezifischer Preis pro kWh	1'000	CHF	CHF 2'000
Amortisationszeit	20	Jahre	CHF 100
Netzkosteneinsparung mit Batterie			CHF 133
Amortisation Batterie Über- / Unterdeckung			CHF 33

Mit den oben gewählten Parametern	mit Solar & Batterie		
	ohne Solar	mit Solar	Batterie
ist die Solar Cloud günstiger für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell	CHF	7 CHF	18
ist die Solar Cloud teurer für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell	CHF	- CHF	-

Abbildung 12: Modellierung mit eigenverbrauchsoptimierter Kleinanlage und kleiner, zukünftig günstiger Batterie



### 3.3.2 Schlüsse aus den Simulationen

Im Solar Cloud Rechner sind 2 Modelle abgebildet.

Modell 1 (heute übliches Ein- / Ausspeisemodell)

- entspricht den meisten heutigen Ein- / Ausspeisemodellen
- Eigenverbrauch der Solarproduktion mit und ohne Batteriespeicherung
- Einspeisung der Überproduktion mit Entschädigung durch das EVU
- Als Vergleich sind die Kosten ohne Solaranlage, mit Solaranlage und in Kombination Solaranlage + Batterie erfasst

Modell 2 (Solar Cloud mit Speicherung)

- Eigenverbrauch der Solarproduktion wie im Modell 1
- Überproduktion kommt in den virtuellen Speicher
- Der virtuelle Speicher kann Tag / Nacht und Sommer / Winter ausgleichen
- Mit einer Batterie wird der virtuelle Speicher um 40% des Jahresverbrauchs kleiner (Rechenbeispiel)
- Produziert die Solaranlage mehr als der jährliche Verbrauch der Liegenschaft, übernimmt das EVU die Restenergie (normaler publizierter Rückspeisetarif)
- Produziert die Solaranlage weniger als der jährliche Verbrauch der Liegenschaft, liefert das EVU die fehlende Energie (normaler publizierter Stromtarif)
- Als Vergleich sind die Kosten ohne Solaranlage, mit Solaranlage und in Kombination Solaranlage + Batterie erfasst

Mit der systematischen Veränderung der Parameter (siehe Abb. 8 bis 10) konnten folgende Schlussfolgerungen für den Solaranlagenbesitzer gezogen werden:

1. Beide Modelle verhalten sich gleich, wenn der Einspeisetarif = Ausspeisetarif ist. Oder anders formuliert, bei Gleichheit von Ein- und Ausspeisetarif entspricht dies einer virtuellen Speicherung der Energie.
2. Je kleiner der Einspeisetarif, desto attraktiver ist die Solar Cloud.
3. je grösser der Eigenverbrauch, desto kleiner wird der Vorteil einer Solar Cloud Speicherung.
4. mit einer Speichergebühr pro Monat kann jedes Modell monetär ausgeglichen werden.
5. Die Grösse der Solaranlage hat keinen Einfluss auf die Modellberechnung, wohl aber auf die Amortisation bei tiefen Einspeisetarifen. Umgekehrt ausgedrückt: Der Cloudspeicher durchbricht für den Anlagenbetreiber den Zwang, seine Anlage eigenverbrauchsoptimiert klein zu dimensionieren, was der Motivation dieser Studie entspricht.
6. Der Verdienst bei beiden Modellen bleibt für das EVU in etwa gleich, beim Solar Cloud Speicher muss die Gebühr noch dazugerechnet werden.
7. Der Einsatz einer Batterie rechnet sich für den Hausbesitzer nicht. Die Batterie wird erst attraktiv bei einer Halbierung des kWh Preises.
8. Mit einer Batterie wird der virtuelle Speicher um 40% weniger beansprucht, die Tag / Nacht Zyklen fallen im Sommer praktisch weg, Mit Batterie wird vor allem die Sommer / Winter

Verschiebung durch den virtuellen Speicher getätigt. Allerdings ist diese Kombination wirtschaftlich heute nicht interessant.

9. Bei einer kleineren Dimensionierung (2 kWh) und einer Kostensenkung um ca. 15% der Batterie zeigt Abb. 12 wie wirtschaftlich die Kombination werden könnte. Vergleiche dazu auch Kap. 3.5.

### 3.4 Vertiefte Analyse des Modells Horizon von SEIC-Télédis

Aufgrund der oben erhaltenen Erkenntnisse haben wir das Produkt des EVU SEIC-Télédis genannt «HORIZON»<sup>5</sup> analysiert. Es entspricht im Grundsatz dem unter «2.2 Kostenmodell» beschriebenen Modell 1. Das EVU bietet für eine Grundgebühr von 45 CHF pro installierter kW Solaranlage eine 100% Cloud Speicher Lösung als Batterieersatz an. Diese Grundgebühr ergibt bei einer Anlagen-grösse von 5 kW eine jährliche Belastung von 225 CHF und sollte entsprechend die Investitionskosten für eine Batteriegrösse von 5 kWh kompensieren. In der Kommunikation zu HORIZON wird das Zusammenspiel der dezentralen Stromproduktion mit der saisonalen Stromspeicherung im Stausee Lac de Mauvoisin hervorgehoben, an dem das EVU beteiligt ist, was allerdings gemäss unseren Abklärungen nicht als 1:1-Saisonalspeicherung funktioniert. Weitere Vorteile der virtuellen Speicherung sind sicherlich der nicht benötigte Platz und der reduzierte ökologische Impact beim Verzicht auf eine Batterie. Ökonomisch wird dieses Modell jedoch durch folgende Faktoren limitiert:

- a) Zugelassen sind nur Kunden, welche keine KEV in Anspruch nehmen
- b) Die angebotene «Cloud Speicher»-Kapazität wird auf 7000 kWh/a limitiert.
- c) Die installierte Leistung der Solaranlage wird auf 10 kW begrenzt

Alle drei limitierenden Faktoren bewirken, dass hier eine Lösung dem PV-Anlageninvestor angeboten wird, die eine rein eigenverbrauchsorientierte Investition anstreben. Die Ziele des Swiss Cloud Storage Projektes werden mit den limitierenden Faktoren entsprechend nicht erreicht.

Mit einer Sensitivitätsanalyse mittels Solar Cloud Rechner haben wir das Produkt «HORIZON» – stockage solaire maison der SEIC-Télédis Gruppe im Kanton Wallis genauer geprüft.

Die Tarife haben wir dem Tarifblatt «Tarifs d'électricité 2019 du Groupe SEIC-Télédis» entnommen und in den Rechner eingesetzt.

Tarife / Gebühr:

- Energie (Jahrespreis 2019): 7.1 Rp/kWh
- Netz (Jahrespreis 2019): 6.75 Rp/kWh
- Einspeisung: 6.1 Rp/kWh
- Speichergebühr pro Monat: CHF 18.75

Im Folgenden haben wir die obigen Werte mit dem Cloud Storage Rechner simuliert:

---

<sup>5</sup> SEIC-Télédis bietet dieses Produkt gemeinsam mit drei weiteren EVU (ALTIS, Services industriels de Fully, Services industriels de Monthey) im Unterwallis an.

Energiewerte:	Objekt	Einheit	mit Solar & Batterie		
			ohne Solar	mit Solar	Batterie
Jährlicher Stromverbrauch des Haushaltes	5	MWh	5.00	5.00	5.00
Stromverbrauch Sommer	40%	2 MWh	2.00	2.00	2.00
Stromverbrauch Winter	60%	3 MWh	3.00	3.00	3.00
Solaranlage installierte Leistung	5	kWp			
jährliche Solarproduktion		5 MWh		5.00	5.00
Solarproduktion Sommer	70%	3.5 MWh		3.50	3.50
Solarproduktion Winter	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
Eigenverbrauch mit Solar	30%	1.5 MWh		1.50	1.50
zusätzlicher Eigenverbrauch mit Batterie	40%	2 MWh			1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Sommer		MWh		0.60	1.40
Eigenverbrauch mit Solar/Batterie Winter		MWh		0.90	1.50
Rücklieferung total		MWh		3.50	2.10
Rücklieferung Sommer		MWh		2.90	2.10
Rücklieferung Winter		MWh		0.60	0.00
Total Bezug extern		MWh	5.00	3.50	2.10
Bezug extern Sommer		MWh	2.00	1.40	0.60
Bezug extern Winter		MWh	3.00	2.10	1.50

Preise:	Einheit	mit Solar & Batterie		
		ohne Solar	mit Solar	Batterie
Netz	Median CH 6.75 Rp/kWh	CHF 338	CHF 236	CHF 142
Verdienst VNB (WACC)	3.84%	CHF 13	CHF 9	CHF 5
Bezug Energie Jahrespreis	Median CH 7.1 Rp/kWh	CHF 355	CHF 249	CHF 149
Einnahmen EVU zu SwissIX		CHF 45	CHF 32	CHF 19
SwissIX	6.2 Rp/kWh			
Rückspeisung (Tarif in % des Einspeisetarifs)	86%		CHF 214	CHF 128

Heute übliches Ein-/Ausspeisemodell (Eigenverbrauchsregelung)	mit Solar & Batterie		
	ohne Solar	mit Solar	Batterie
Energierechnung an Haushalt	CHF 355	CHF 249	CHF 149
Netzrechnung an Haushalt	CHF 338	CHF 236	CHF 142
Überschussenergie		CHF -214	CHF -128
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 58	CHF 41	CHF 24
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 693	CHF 271	CHF 163

Solar Cloud mit Speicherung (Rücklieferenergie gratis, mit Netzkosten)	mit Solar & Batterie		
	ohne Solar	mit Solar	Batterie
Eigenverbrauch		1.50	2.90
Gratis Energie vom Sommer im Winter		3.50	2.10
Rückspeisung		0.00	0.00
Gratisenergie Sommer => Winter	CHF -	CHF 249	CHF 149
Energierechnung an Haushalt	CHF 355	CHF -	CHF -
Netzrechnung an Haushalt	CHF 338	CHF 236	CHF 142
Überschussenergie		CHF -	CHF -
Speichergebühr pro Monat	18.75 CHF	CHF 225	CHF 225
Einnahmen EVU aus Netz und Energie	CHF 58	CHF 9	CHF 5
Energie+Netzkostenrechnung an Haushalt	CHF 693	CHF 461	CHF 367

Amortisation Batterie			
Batterie installierte Kapazität	5	kWh	
Batterie spezifischer Preis pro kWh	1'200	CHF	CHF 6'000
Amortisationszeit	20	Jahre	CHF 300
Netzkosteneinsparung mit Batterie			CHF 95
Amortisation Batterie Über- / Unterdeckung			CHF -206

Mit den oben gewählten Parametern	mit Solar & Batterie		
	mit Solar	Batterie	
ist die Solar Cloud günstiger für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell	CHF -	CHF -	
ist die Solar Cloud teurer für Hausbesitzer als das übliche Ein-/Ausspeisemodell	CHF 190	CHF 410	

Abbildung 13: Modellierung des Business Cases HORIZON

Mit der Simulation konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

1. Die Speichergebühr mit der Leistung (kW) der Solaranlage zu koppeln, ist nicht geschickt gewählt. Je grösser die Solaranlage ist, desto mehr Speichergebühren fallen an. Die Speichergebühren sind aber vom jährlichen Verbrauch des Haushaltes abhängig, respektive vom Verbrauch minus Eigenverbrauch.
2. Der relativ gute Rückspeisetarif bedingt, dass die Speichergebühr eher zu hoch ist, durch die minimale Differenz von 1 Rp/kWh zwischen Ein- und Rückspeisetarif ist eine Speicherung von 3'000 kWh nur CHF 30.- wert. Der Solar Cloud Rechner zeigt hier eine Diskrepanz zu Ungunsten des Hausbesitzers von CHF 190.- auf, was schon sehr hoch erscheint.

### 3.5 Weitere Entscheidungshilfen zum Einsatz einer Batterie

Wie weiter oben schon festgestellt, kann mittels einer Batterie eine Tag-/Nacht Umlagerung erzielt werden. Eine saisonale Umlagerung ist nicht möglich, da die Speicherkapazität sehr gross sein müsste.

Für den Einsatz einer Batterie zur Tag-/Nachtumlagerung können folgende Überlegungen als Entscheidungshilfen herangezogen werden. Die Batterie sollte gut dimensioniert sein in Relation zum Verbrauch des Hauses und der Grösse der Solaranlage (siehe auch Abbildung 5). Bei guter Dimensionierung kann von einem zusätzlichen Eigenverbrauch von ca. 40% ausgegangen werden. Mit der Batterie können demzufolge 40% der Netzkosten eingespart werden. Zudem kann für diese 40% der Energie die Differenz zwischen Ein- und Ausspeisetarif eingespart werden. Die Speichergebühren werden mit Batterie zum Grossteil für die Sommer-/Winterverschiebung bezahlt, die Tag-/Nachtverschiebung übernimmt im Sommer zum Grossteil die Batterie.

Berechnet man die vermiedenen Netzkosten und die Differenz zwischen Ein- und Ausspeisung, so können die Einsparungen mit Batterie gegenüber dem EVU berechnet werden. Multipliziert man die Einsparnisse mit der Amortisationszeit, kann in etwa abgeschätzt werden, ob sich eine Batterie lohnt. In unseren Simulationen war die Lösung mit einer eigenen Batterie immer teurer, dies wird sich ändern, wenn die Batterien billiger und/oder die Netztarife teurer werden, dies unter Berücksichtigung der Rückspeisetarife.

#### Unser Beispiel HORIZON:

Die Netzkosten sind 6.75 Rp/kWh, der Eigenverbrauch mit Hilfe der Batterie ist 40% von 5 MWh/a ergibt 2 MWh/a. Die Differenz zwischen Ein-/Ausspeisung ist 1 Rp/kWh. Mit dieser Ausgangslage kann im Jahr CHF 155.- eingespart werden. Über eine Amortisationszeit von 25 Jahren ergibt dies einen Beschaffungspreis von CHF 3'875. Die Preise für eine 5 kWh Batterie bewegen sich heute um die CHF 6'000.-.

Schlussfolgerung: eine Batterie ist heute für eine Tag-/Nachtumlagerung noch nicht rentabel, ein gut dimensioniertes Cloud Speicher Angebot ist für EVU und Hausbesitzer attraktiv. Die Sommer-/Winterumlagerung funktioniert nur über die Cloud Storage. Betrachten wir aber den Preiszerfall bei den Batterien, werden diese bald eine rentable Lösung für einen Tag-/Nachtausgleich sein.

### 3.6 Empfehlungen

1. Der Preis eines Solar Cloud Speichers sollte nicht an der Grösse der Solaranlage festgemacht werden, dies verhindert eine grosse, dachabdeckende Solaranlage.
2. Die Erhebung einer Speichergebühr pro Monat hängt mit der Menge der Energie, die vom Sommer in den Winter verschoben wird, zusammen. Die im Sommer zu viel produzierte Energie wird dem Hausbesitzer aus dem virtuellen Speicher im Winter zur Verfügung gestellt.
3. Ist die Differenz zwischen Ein- und Ausspeisetarif zu gross, wird die Batterie immer attraktiver
4. Bei Hoch- und Niedertarif-Modellen ist zu berücksichtigen, dass der Solar Cloud Storage die meiste Energie im Niedertarif liefern muss. Hier muss berücksichtigt werden, dass wie weiter oben schon festgestellt, ein gleicher Ein- und Ausspeisetarif einer virtuellen Speicherung entspricht. Also muss der Rückspeisetarif kleiner als der Niedertarif sein, damit sich eine Solar Cloud Storage Lösung für den Tag- / Nachtausgleich mit einer zusätzlichen Gebühr lohnt.

## 4 Schlussfolgerungen

Wenn das Modell eines Solar Cloud Speichers richtig dimensioniert ist, wird es für das EVU und den Solaranlagenbesitzer attraktiv. Das EVU kann das Modell so ausgestalten, dass keine Mehrkosten, aber auch kein Mehrgewinn entsteht. Für den Solaranlagenbesitzer ist es interessant, ohne Investitionen in eine Batterie die Überschussenergie des Sommers im Winter wieder zu erhalten. Dies entspricht einer saisonalen Batterie, die es in der Realität eigentlich gar nicht gibt. Das Cloud-Modell bietet zudem auch die Tag-/Nacht-Speicherfunktion einer Batterie an.

#### Die Erkenntnisse im Einzelnen:

- a) Ein pauschales Abonnement deutlich unter den Investitionen einer Batterielösung kann die Netzkosten, die durch den Eigenverbrauch wegfallen, decken und für beide Parteien kosteneffektiv angeboten werden.
- b) Bei heutigen Batterietechnologien und Investitionskosten lohnt sich der Erwerb einer Batterie, im Vergleich zu einem «Cloud Storage» Modell weder ökonomisch, noch ökologisch, da anhand von Zertifizierungen die Herkunft des rückgespeisten Stromes nachgewiesen werden kann. Ziel wäre hier aber einen direkten Link zu einem Schweizer Speicherkraftwerk herzustellen, das an einer Speicherung der Sommerproduktion und Abgabe dieser im Winter interessiert wäre. Aufgrund der ausgeklügelten heutigen Optimierung wird es aber sehr schwierig sein, einen Betreiber eines Speichersees für dieses neue Modell zu begeistern, was in dieser Phase des Projektes nicht gelungen ist.
- c) Eine Batterielösung ist zusätzlich eindeutig die ökologisch grössere Belastung, als die Verwendung von bestehenden Infrastrukturen.
- d) Es gibt im Modell keinen ökonomischen Sinn, die Abnahme der Energie eines Prosumers zu limitieren (HORIZON Modell), es können hingegen klare wirtschaftliche Anreize für beide Parteien erzeugt werden hier in eine Überproduktion zu investieren und nicht eigenbedarfsoptimiert herzustellen. Dies hängt jedoch stark von der Rückspeisepolitik des EVU ab und ob hier in einer dezentralen Energieerzeugung mit zentralem Speicher ein Zukunftsmodell gesehen wird.

- e) Das EVU kann sich weiterhin als Energielieferant etablieren, über einen entsprechenden Liefervertrag können auch langjährige Beziehungen etabliert werden. Bei einer vollständigen Liberalisierung des Strommarkts werden völlig neue Geschäftsmodelle zum Vertrieb von dezentral erzeugtem Strom z.B. auf Basis von Blockchain in Erscheinung treten, bei denen klassische EVU nicht mehr beteiligt sind. Darum ist es heute für EVU wichtig, die win-win Situation mit den Solarbetreibern zu suchen und so eine nachhaltige und wirkungsvolle Strategie zu verfolgen und damit die Kundenbindung zu fördern.

Die Analyse bestehender Cloud-Speicher-Modelle hat hingegen gezeigt, dass zurzeit keine solche Modelle für Kunden mit einem Jahresverbrauch von über 100'000 kWh (freier Strommarkt) angeboten werden. Grundsätzlich gibt es keinen Grund grössere Verbraucher mit grösseren Solaranlagen nicht zu bedienen. Unsere Analysen haben gezeigt, dass sich das entwickelte Modell mehr oder weniger linear verhält. Mit unserer Analyse konnten wir nicht ergründen, ob bei den im Markt analysierten Modellen ein Skalierungsproblem besteht. Das Interesse seitens grösserer Kunden wird zunehmen, da viele ZEV diese Grenze überschreiten.

Für die direkte Einbindung von Speicherseen in saisonale Speicherangebote für Prosumenten konnten im Rahmen dieser Studie, entgegen der ursprünglichen Absicht, keine funktionierenden Businessmodelle dargestellt werden. Mit den hochoptimierten Speicherseen wird es schwierig sein, ein partnerschaftliches Modell aufzuzeigen. In einem nächsten Schritt muss eruiert werden, ob es Wasserkraftbetreiber gibt, die in ein neues Bewirtschaftungsmodell einbezogen werden könnten. Die Fragestellung lautet: Kann der Betreiber eines Speicher-Wasserkraftwerkes eine Optimierung seiner Speicherkapazitäten erreichen, indem er einen physischen, virtuell verbundenen Speicher zur Verfügung gestellt bekommt, der aus überschüssigem Solarstrom im Sommer gespiesen wird?

Ebenfalls nicht final dargestellt ist, ob marginale Trading-Vorteile durch den Einsatz virtueller Speicher geschaffen und durch das EVU ausgenutzt werden können (Arbitrage zwischen Energielieferung seitens Prosumer und der entsprechenden Rückspeisung Tag/Nacht und Sommer/Winter). Für eine vertiefte Analyse braucht es eine Zusammenarbeit mit EVU resp. Wasserkraftwerksbetreiber. Die Studie soll auch ein Anreiz für solche EVU oder Wasserkraftwerksbetreiber zur weiteren Vertiefung schaffen.

**Abbildungsverzeichnis:**

Abbildung 1: Vergütungen für Einspeisung aus einer PV-Anlage mit einer Leistung von 10 kVA der 30 grössten EVU für 2018. Quelle: <a href="http://www.pvtarif.ch">www.pvtarif.ch</a> .....	5
Abbildung 2: Jährliches Wachstum des PV-Markts Schweiz, nach Grössenklassen .....	6
Abbildung 3: Verteilung der 2017 erstellten PV-Anlagen in der Schweiz. Links nach installierter Leistung, rechts nach Anzahl Anlagen .....	6
Abbildung 4: Neu installierte Kapazität elektrischer Energiespeicher. Quelle: Markterhebung Sonnenenergie 2017. Swissolar im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE .....	7
Abbildung 5: Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad in Abhängigkeit von PV-Leistung und SpeicherkapazitätQuelle: <a href="https://www.volker-quaschning.de/artikel/2013-06-Dimensionierung-PV-Speicher/index.php">https://www.volker-quaschning.de/artikel/2013-06-Dimensionierung-PV-Speicher/index.php</a> .....	8
Abbildung 6: Aufteilung der Jahresproduktion in der Schweiz pro Technologie, Durchschnitt 2008-2011 (Nordmann & Remund, 2012) .....	10
Abbildung 7: Analyse bestehender Cloud-Storage-Modelle .....	13
Abbildung 8: Vergleich zwischen eigenem Batteriespeicher und Cloud-Speicher. ....	16
Abbildung 9: Modellierung mit eigenverbrauchsoptimierter Kleinanlage (5 kW Solar / 5 kWh Batterie, Einfamilienhaus) .....	21
Abbildung 10: Modellierung für ein KMU, alle wesentlichen Parameter wurden linear vergrössert .....	22
Abbildung 11: Modellierung mit eigenverbrauchsoptimierter Kleinanlage und verdoppelter Speichergebühr .....	23
Abbildung 12: Modellierung mit eigenverbrauchsoptimierter Kleinanlage und kleiner, zukünftig günstiger Batterie .....	24
Abbildung 13: Modellierung des Business Cases HORIZON .....	27