



Erfolg durch Partnerschaft: Neue Kollaborationsmodelle für einen Energiemarkt im Wandel



Erfolg durch Partnerschaft: Neue Kollaborationsmodelle für einen Energiemarkt im Wandel

Der Wandel im Elektrizitätssektor tritt in eine neue Phase ein, die durch eine beschleunigte Entwicklung und disruptive Veränderungen gekennzeichnet ist (Johnstone et al., 2020; Markard, 2018). Wind- und Solarenergie haben sich zu kostengünstigen Alternativen entwickelt. Elektrofahrzeuge sind auf dem Vormarsch. Privat- sowie Geschäftskunden erzeugen zunehmend ihren eigenen Strom und werden so zu «Prosumers». Darüber hinaus eröffnet die Digitalisierung neue Geschäftsmöglichkeiten. Dezentrale Speicher und «demand side management» konkurrieren bezüglich Flexibilisierung mit der Wasserkraft, und gleichzeitig nimmt die konventionelle Stromerzeugung mittels Kern- und Kohlekraftwerken ab (Murdock et al., 2019). All diese Entwicklungen bringen ausserordentliche Herausforderungen mit sich. Sie bieten aber auch neue Möglichkeiten, und zwar sowohl für etablierte Energieunternehmen als auch für Neueinsteiger.

Energieversorgungsunternehmen (EVUs) verfügen über eine breite Palette strategischer Optionen, um die Potenziale des derzeitigen Wandels zu nutzen (Miolo & Teufel, 2017; Mühlemeier, 2019): Sie können regional expandieren, neue Märkte erschliessen, neue Angebote entwickeln, innovative Technologien einführen oder Erfahrungen mit neuen Geschäftsmodellen sammeln. EVUs können aber auch darauf abzielen, ihr Wettbewerbsumfeld zu beeinflussen – beispielsweise durch gezielte Akquisitionen, die Entwicklung technologischer Standards oder die Mitgestaltung regulatorischer Vorschriften (Kungl, 2015). Viele dieser Strategien bergen Unsicherheiten. Es kann daher sinnvoll sein, die Herausforderungen zusammen mit Partnern anzugehen. Für manche Strategien braucht es auch bestimmte Ressourcen und Kompetenzen, die längst nicht jedes Unternehmen besitzt (z. B. spezifische technologische Fähigkeiten oder Zugang zu politischen Entscheidungsträgern). Wo Kompetenzen fehlen, stehen Unternehmen vor der Herausforderung, diese Lücken zu schliessen, beispielsweise durch Kooperationen.

Ob Unternehmen den Weg zur Energiewende alleine gehen oder mit anderen Unternehmen zusammenarbeiten wollen, ist eine zentrale strategische Frage (Chesbrough, 2003). Genau darum geht es im Folgenden. Kooperationen mit einem oder mehreren Partnern eröffnen die Möglichkeit, Zugang zu spezifischen Ressourcen und Kompetenzen zu erhalten, die auf andere Weise nur schwer zu erwerben sind, Risiken zu teilen und vorhandene Assets besser zu nutzen.

Die Frage, ob und wie zusammengearbeitet werden soll, stellt ein EVU allerdings wieder vor neue Fragen: Was bringt eine Kollaboration? Was sind die potenziellen Risiken? Welche Partner kommen in Frage? Und worauf muss ich bei einer Partnerschaft besonders achten? Da dieser Artikel nicht auf alle Fragen eingehen kann, konzentrieren wir uns auf folgende Themen:

- 1) Wahl von geeigneten Kooperationspartnern (Start-ups vs. Prosumers)
- 2) Anzahl der Partner (bilaterale vs. multilaterale Kollaborationen)
- 3) Zweck der Zusammenarbeit (für Technologie- oder Marktentwicklung; siehe Abbildung 1)

Start-ups können wichtige Kooperationspartner sein, da sie häufig neue Geschäftsideen verfolgen, für die sie spezifische Technologie- oder Marktkompetenzen entwickelt haben. Prosumers auf der anderen Seite ermöglichen Energieversorgern, die entstehenden Märkte für Flexibilität und dezentrale Erzeugung aktiv mitzugestalten. Gegenüber beiden Arten von Kooperationspartnern können Energieversorger unterschiedliche Rollen übernehmen. Sie werden im Folgenden jeweils als «Contractor», «Co-Creator», «Aggregator» oder «Orchestrator» bezeichnet (siehe Abbildung 1).

Wir haben verschiedene EVUs und Energie-Start-ups in der Schweiz und im Ausland näher untersucht und die so gewonnenen Erkenntnisse nachfolgend zusammengestellt. Im nächsten Abschnitt befassen wir uns mit bilateralen und multilateralen Kollaborationen von EVUs und Start-ups. Dabei hatte die Kollaboration zumeist eine starke technologische Komponente. Im darauffolgenden Abschnitt werden zwei für den Stromsektor typische Mehrparteien-Kollaborationen zwischen EVUs und Prosumers vorgestellt. Hier spielte die Marktentwicklung eine wichtige Rolle. In jedem Abschnitt wird zunächst die Art der Zusammenarbeit beschrieben, gefolgt von wichtigen Herausforderungen und einem anschaulichen Beispiel. Abschliessend fassen wir einige zentrale Empfehlungen zusammen.

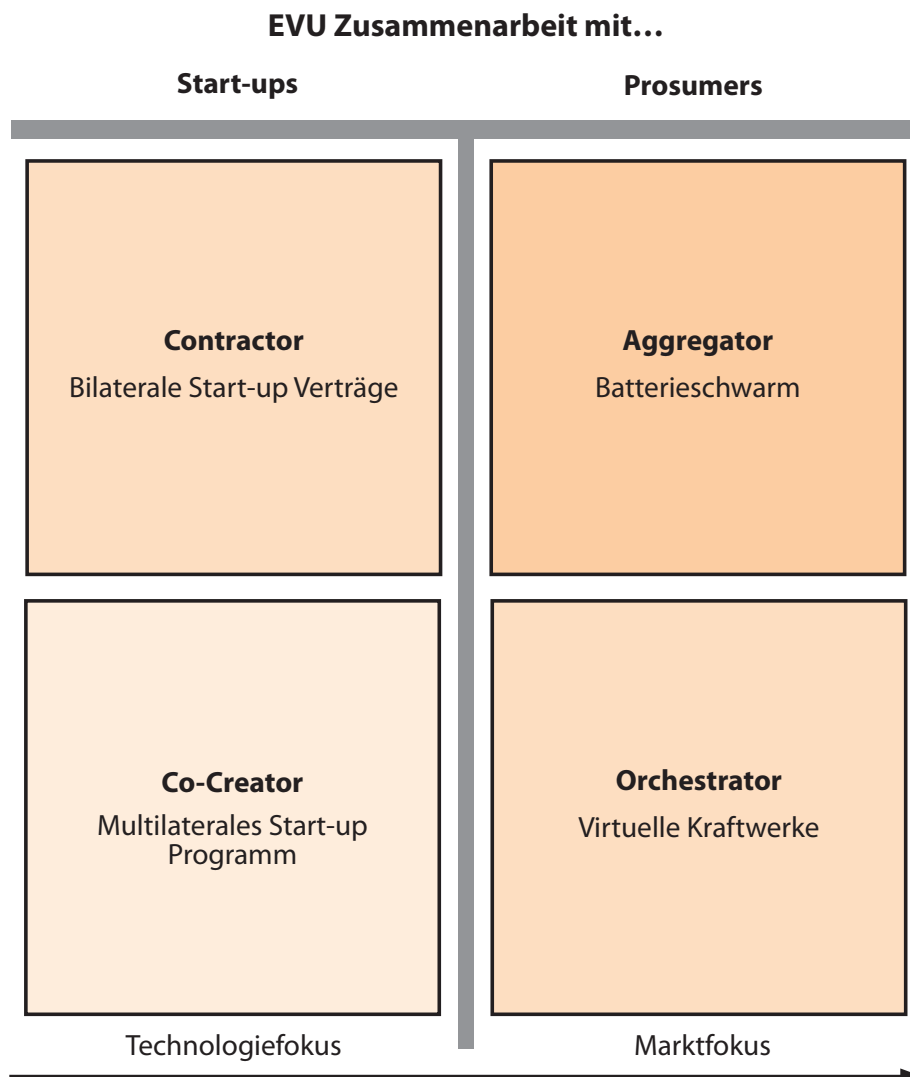


Abbildung 1: Kollaborationsmodelle für ein Energieversorgungsunternehmen

Modelle für Kollaborationen mit Start-ups

Um mit Risiken, Ressourcen und einem möglichen Mangel an Fachkenntnissen in neuen Geschäftsbereichen umzugehen, haben Energieversorger die Möglichkeit, ihre neuen Ideen und Technologien gemeinsam mit einem Start-up zu entwickeln und umzusetzen (Weiblen & Chesbrough, 2015). Diese Art der Kollaboration kann aus einem einzigen EVU und einem Start-up (bilateraler Contractor) oder aus mehreren EVUs und mehreren Start-ups (multilateraler Co-Creator) bestehen.

Contractor: Bilaterale Modelle von Kooperationen zwischen EVUs und Start-ups

In der Schweiz eröffnet eine relativ kleine, aber aktive Start-up-Landschaft im Energiebereich zahlreiche Kooperationspotenziale für EVUs (siehe Abbildung 2) (Blumer & Wemyss, 2015; Hockerts & Wüstenhagen, 2010). In den letzten Jahren sind verschiedene Arten von bilateralen Kooperationen entstanden (siehe Beispielkasten 1). Bei einer bilateralen Kollaboration handelt es sich um eine vertraglich festgelegte 1:1-Beziehung zwischen einem Energieversorger und einem Start-up, bei der die Rollen und Ergebnisse bereits im Vorfeld der Zusammenarbeit klar umrissen sind.

Ausgangspunkt für die Kollaboration zwischen den Partnern ist ein gewünschtes Ergebnis, zum Beispiel die Entwicklung einer neuen Technologie oder eines neuen Serviceangebots. Dieses Ergebnis wird durch die Nutzung von komplementären Ressourcen wie geistigem Eigentum, Marktzugang oder Erfahrungen mit der Implementierung begünstigt.

In der Schweiz entwickeln zahlreiche Firmen technologische Innovationen. Diese reichen von der Erzeugung erneuerbarer Energien über intelligente Netzschnittstellen für Elektrofahrzeuge und intelligente Gebäudeautomation für Geschäftsgebäude bis zu Integrationssoftware für die Sonnenkollektoren von Prosumers. Da für solche Innovationen oft neue Kompetenzen erforderlich sind, ist Kollaboration eine Strategie, um die Risiken einer Überlastung des Personals und des laufenden Betriebs zu reduzieren, indem ein Teil der Entwicklung ausgelagert wird. Das Ausnutzen der Stärken jedes Partners kann zu einer effizienten Technologie- oder Geschäfts-

entwicklung führen, die für beide Partner von Vorteil ist.

Eine bilaterale, klar definierte Kollaboration bietet sich an, wenn die Partner festlegen können, was gemeinsam erreicht werden soll und wieviel Zeit bzw. welche Ressourcen erforderlich sind. Trotz des relativ unkomplizierten Ansatzes eines bilateralen Kooperationsmodells kann die Umsetzung jedoch eine Reihe von Herausforderungen mit sich bringen:

Erstens können abweichende Motivationen der Partner zu einem unterschiedlichen Verständnis führen, wie das Endergebnis aussehen oder wie es erreicht werden soll. Das betrifft etwa unterschiedliche Erwartungen hinsichtlich des Umfangs der gemeinsam zu nutzenden Ressourcen (z. B. Daten oder Personal).

Zweitens haben Start-ups oft nur ein Produkt oder eine Technologie anzubieten, weshalb sie möglicherweise mit mehreren EVUs zusammenarbeiten möchten, um ihren Markt zu vergrössern und Risiken zu verringern. Dies kann jedoch im Widerspruch zum Bedürfnis des Energieversorgers stehen, durch Exklusivität einen Wettbewerbsvorteil zu erzielen.

Drittens: Während klar definierte Ergebnisse beiden Parteien dabei helfen, Erwartungen und Ressourcen zu managen, bleibt unter Umständen dann wenig Spielraum, wenn sich die Märkte, Technologien oder Kundenerwartungen nachträglich ändern.

Viertens integriert der Energieversorger in einer bilateralen Kollaboration in der Regel eine neue Technologie oder Dienstleistung in sein bestehendes Geschäftsmodell. Wenn die Arbeitskultur der einzelnen Partner variiert (z. B. Feedback-Stil, Transparenz) oder sich stark unterscheidet (wenn z. B. das Start-up nicht weiss, wie seine Innovation in die Abläufe des EVU passt), kann das zu Spannungen führen, die möglicherweise das Endergebnis gefährden.

Schliesslich gibt es bei jeder Kollaboration auch die Möglichkeit des Scheiterns. Dabei können Ressourcen, sowohl finanzieller Natur als auch in Bezug auf Kapazität oder Vertrauen, verloren gehen. Es lohnt sich daher, die Perspektiven, Herangehensweisen und Möglichkeiten beider Kollaborationspartner von Beginn an zu berücksichtigen.

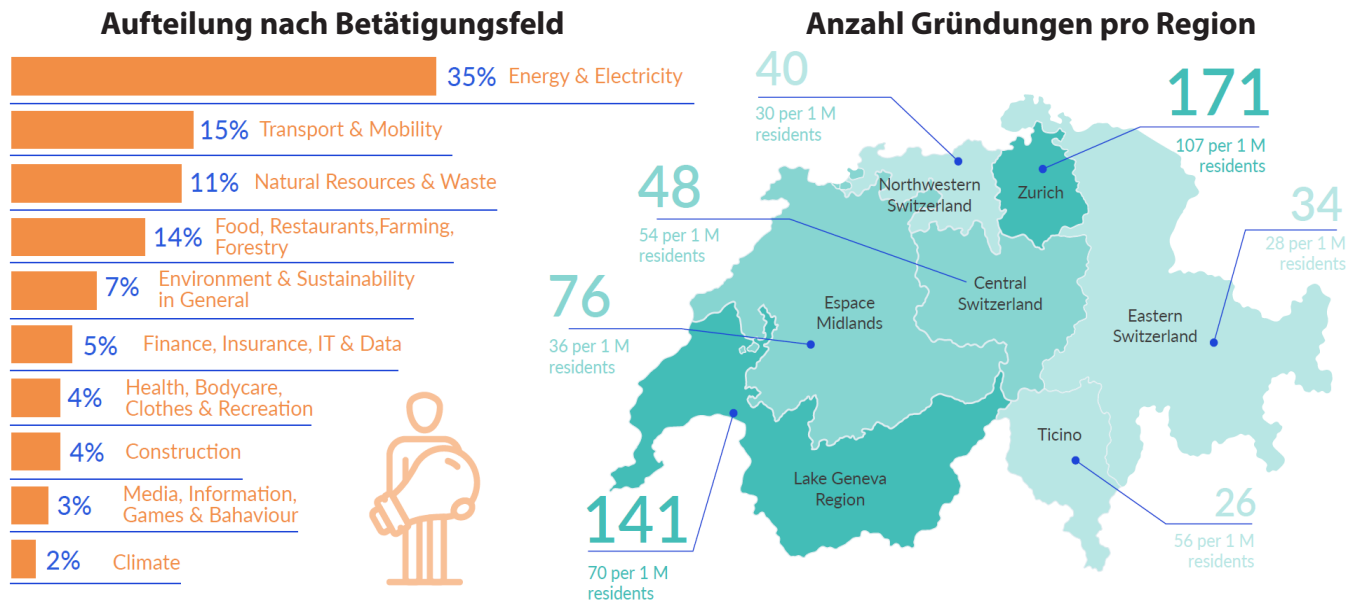


Abbildung 2: Überblick über die Schweizer Start-up-Landschaft im Bereich Energie und Umwelt (N = 473) (Innovation Monitor, 2019)

Beispiel 1: Bilaterale Kollaboration - Risikomanagement in der Technologieentwicklung

Ein Schweizer EVU hat mehrere verschiedene bilaterale Kooperationen mit Energie-Start-ups abgeschlossen. Zuvor unterhielt das Unternehmen eine reine Geschäftsbeziehung zu seinen Endverbrauchern und verfolgte ein Geschäftsmodell, das sich auf den Verkauf von Elektrizität beschränkte. Ziel war es, diese Beziehung zu diversifizieren und potenziell in neue Märkte zu expandieren. Ein Innovationsmanager wurde beauftragt, durch Partnerschaften mit Start-ups ein Programm für «Outside-In»-Innovationen zu initiieren. Das Programm zielte dabei speziell darauf ab, neue Geschäftsmodelle von Start-ups zu erkunden und gleichzeitig den Ressourcen- und Personaleinsatz für das EVU möglichst gering zu halten. Partnerschaften mit Start-ups entstanden in der Form von bilateralen Kollaborationen mit klaren, vertraglich festgelegten Zielen.

In einem Fall verband der Innovationsmanager den Geschäftsbereich Produktentwicklung des Energieversorgers mit einem Schweizer Start-up, das eine White-Label-Softwarelösung anbot (d. h. das Produkt des Start-ups kann als Marke des Energieversorgers verkauft werden), um die Endverbraucher über das Potenzial von durch Prosumers betriebenen Installationen (z. B. Sonnenkollektoren, Batterien, elektrische Heizsysteme usw.) zu beraten. Mit einer Reihe von erneuerbaren Einjahresverträgen bauten der Energieversorger und das Start-up einen Beratungsdienst für Haushaltsenergie auf, der von Anfang an auf einer vom Start-up kontinuierlich weiterentwickelten Software basierte. Jedes Jahr wurde eine neue Produktentwicklungsversion konzipiert, entwickelt und veröffentlicht. Als Resultat erzielte das EVU ein Wachstum in diesem neuen Geschäftsbereich, und als sich das Geschäftsmodell weiterentwickelte, zögerte das Unternehmen nicht, die Partnerschaft fortzusetzen, bis das Entwicklungsziel erreicht war.

Das Besondere an dieser bilateralen Kollaboration war, dass das EVU eine entscheidende Rolle bei der Produktentwicklung spielte und die vertragliche Zusammenarbeit jeweils nach einem Jahr hätte beenden können. Dies reduzierte die Notwendigkeit, langfristige Verpflichtungen einzugehen, und es mussten weniger finanzielle und personelle Ressourcen langfristig gebunden werden. Während das Versorgungsunternehmen diese Form der Kollaboration als Strategie zum Risikomanagement nutzte, profitierte das Start-up massgeblich von der klar kommunizierten Entwicklungsrichtung sowie von den Möglichkeiten zur Produktoptimierung. Die vorgängigen Verhandlungen über die Entwicklungsschritte, das geistige Eigentum und die Erwartungen vereinfachten die Zusammenarbeit für beide Parteien.

Co-Creator: Multilaterale Kollaborationsmodelle zwischen EVUs und Start-ups

Im Gegensatz zu bilateralen Partnerschaften bringen multilaterale Kollaborationsmodelle mehrere Parteien gleichzeitig zusammen, um gemeinsam in weiteren (d. h. weniger vordefinierten) Bereichen neue Produkte oder Dienstleistungen zu entwickeln und zu vermarkten. Dabei wird mit wenig formaler Kontrolle gearbeitet. Es wird ein Minimum an Einzelheiten vertraglich festgelegt, und es gibt einfache, flexible Vereinbarungen zum geistigen Eigentum (Furr, O’Keeffe & Dyer, 2016). Ein Beispiel ist die gemeinsame Organisation eines Start-up Acceleration-Programms mit mehreren EVUs und Start-ups. Dieses hat zum Ziel, Pilotprojekte mitzugestalten und schliesslich neue Technologien und Geschäftsmodelle zu kommerzialisieren (siehe Beispielkasten 2).

Durch die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen können EVUs ihre Finanzierung, ihre technologischen Fähigkeiten und ihren Kundenstamm bündeln. Diese Zusammenlegung von Ressourcen bietet neue Möglichkeiten. Erstens erhöht sie die Wahrscheinlichkeit einer vorausschauenden Markt- und Technologieentwicklung. Durch ihre kollektiven Ressourcen können EVUs eine grössere Anzahl von Energie-Start-ups, die in verschiedene Regionen eingebettet sind, gewinnen, überprüfen und für das Programm selektieren. Dies ermöglicht es ihnen, auf globaler Ebene Informationen über aufkommende Technologien und Geschäftsmodelle zu sammeln und auszuwerten – ein Ergebnis, das allein nur schwer zu erreichen wäre, insbesondere für kleinere EVUs wie in der Schweiz. Zweitens fördern EVUs durch gemeinsames Screening und die kollektive Auswahl von Start-ups die Versorgung ihrer eigenen Geschäftsbereiche mit neuen, tragfähigen Start-up-Lösungen.

Das Mehrparteienmodell ermöglicht ein umfassenderes Experimentieren mit einer grösseren Anzahl von Start-up-Lösungen bei gleichzeitig geringeren Risiken. Einerseits kann so das Risiko von false positives (Chesbrough, 2003) gemindert werden: Anfänglich vielversprechende Paarungen zwischen Versorgungsunternehmen und Start-ups können sich mit der Zeit als strategisch ungünstig herausstellen. In einer Mehrparteien-Kollaboration bieten sich für EVUs und Start-

ups verschiedene Paarungen an. Eine weniger vielversprechende Paarung kann somit einfacher aufgelöst und eine neue Paarung gefunden werden. Andererseits können auch false negatives (Chesbrough, 2003) (Start-up-Lösungen, die für das Kerngeschäft eines EVUs anfänglich nicht vielversprechend erscheinen) aufgedeckt werden, wenn ein EVU durch ein Partnerunternehmen erfährt, dass eine durch ein Start-up angebotene Lösung für die eigenen Zwecke nützlich sein könnte. Die grosse Anzahl möglicher Paarungen von Beziehungen zwischen EVUs und Start-ups (und ihre möglichen Neukonfigurationen) sind in Abbildung 3 dargestellt.

Das Mehrparteienmodell ermöglicht somit neue Arten von Kollaborationen, die über die Paarung eines EVUs und eines Start-ups hinausgehen. Erstens können Unternehmen sogenannte Club-Deals abschliessen, bei denen sich mehrere EVUs zusammenschliessen, um in ein bestimmtes Start-up zu investieren und/oder mit diesem zusammenzuarbeiten. Dies ermöglicht es den etablierten Unternehmen, Risiken und Investitionskosten zu teilen. Zweitens ermöglichen Interaktionen zwischen EVUs einen umfassenderen Erfahrungsaustausch auf der Peer-to-Peer-Ebene, bei dem die EVUs sich zu bewährten Verfahren für Innovationsaktivitäten austauschen. Regelmässige Interaktionen mit allen Programmpartnern bilden eine positive Grundlage für den Aufbau einer Innovationsgemeinschaft, in der die Mitglieder offen Wissen und Fähigkeiten teilen. Drittens erleichtert das Mehrparteienmodell die horizontale Zusammenarbeit zwischen mehreren Start-ups, die dann ganzheitlichere und besser integrierte Technologielösungen anbieten können (siehe Beispielkasten 2).

Das Mehrparteienmodell bringt natürlich auch eine Reihe von Problemen. Die wichtigste Herausforderung, die im Mehrparteienmodell (im Gegensatz zum bilateralen Modell) einzigartig ist, ist die der Koordination: Mehrere Unternehmen mit eigenen strategischen Interessen müssen sich aneinander anpassen. Dem Mehrparteienmodell fehlt häufig ein zentraler «Architekt», der die nötige Autorität und den Einfluss hat, um unterschiedliche Interessen in Einklang zu bringen. Dies bedeutet, dass die teilnehmenden EVUs die

Grenze zwischen der Wahrnehmung kollektiver Interessen (um alle Partner zusammenzuhalten) und der Wahrnehmung ihrer eigenen Unternehmensinteressen (um

einen strategischen Wert zu erzielen) sorgfältig abwägen müssen (Zobel & Comello, 2020).

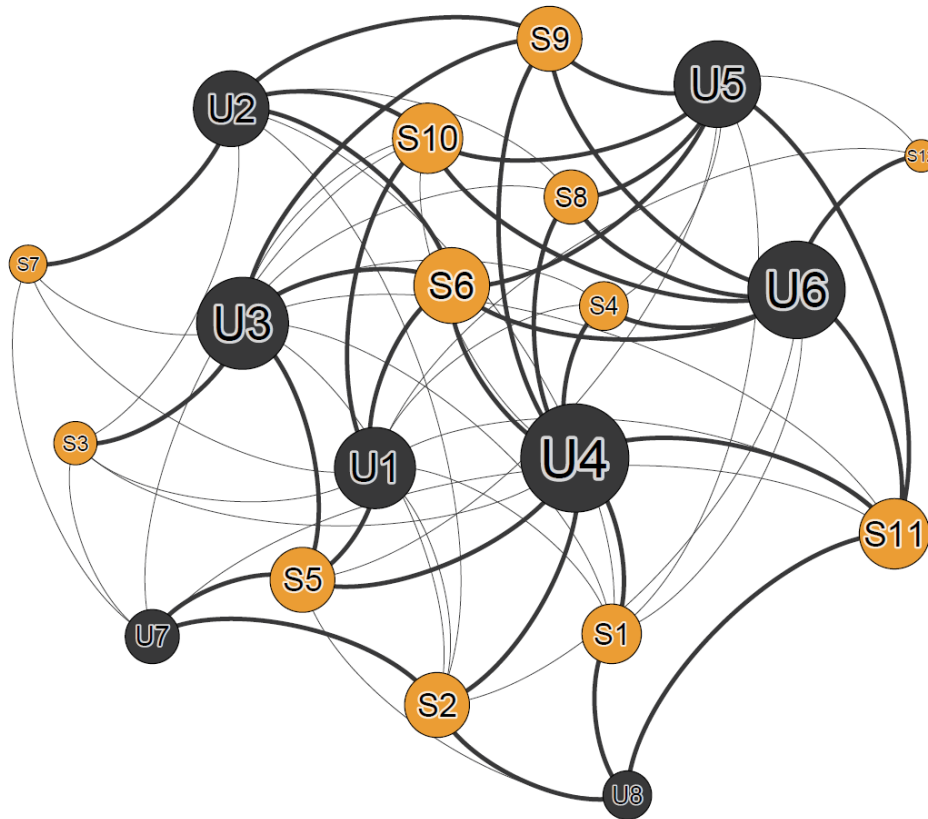


Abbildung 3: Mehrparteien-Modell von Kollaborationen zwischen EVUs (schwarze Kreise) und Start-ups (gelbe Kreise). Die Grösse der Kreise stellt unterschiedliche Strategien in Bezug auf die Anzahl der Partnerschaften dar, die ein Versorgungsunternehmen innerhalb einer Mehrparteien-Kollaboration eingeht (grösserer Kreis = grössere Anzahl von Partnerschaften). Die Dicke der Linien repräsentiert unterschiedliche Intensitätsgrade von Partnerschaften. Zur Verminderung der Komplexität werden im Diagramm keine horizontalen Partnerschaften angezeigt (z. B. EVU/EVU oder Start-up/Start-up).

Beispiel 2: Mehrparteien-Kollaboration

Es wurde eine Mehrparteien-Kollaboration untersucht, an der acht internationale EVUs beteiligt sind, die gemeinsam ein Acceleration-Programm für Energie-Start-ups ausgearbeitet haben. Die EVUs haben eine Absichtserklärung unterschrieben, welche die Führungsstruktur und die rechtlichen Bedingungen absichtlich nicht bis ins letzte Detail ausformuliert und gemeinsame Entscheidungsrechte vorsieht. Gemeinsam veröffentlichen die EVUs einen jährlichen Aufruf an Start-ups zur Einreichung von Angeboten in einer Reihe von Technologiebereichen (z. B. Energiezugang, Internet der Dinge, Mobilität). Jährlich bewerben sich mehr als 500 Start-ups. Zwischen 12 und 15 Start-ups werden in das halbjährliche Kooperationsprogramm aufgenommen. Die Interaktion zwischen EVUs und Start-ups reicht vom reinen Wissensaustausch zu gemeinsamen Pilotprojekten und von kommerziellen Verträgen bis hin zu strategischen Investitionen. Beispiele hierfür sind:

- **Formaler Wissensaustausch (EVUs):** Zwei EVUs beschlossen, im Rahmen einer Vereinbarung eine strategische Einheit im Silicon Valley einzurichten. Dies führte zu gemeinsamen strategischen Investitionen, wobei die EVUs sowohl innerhalb als auch ausserhalb des Accelerator-Programms gemeinsam in Start-ups investieren.

- **Formaler Wissensaustausch (Start-ups):** Vier Start-ups schlossen einen Kollaborationsvertrag zur Verbesserung von Smart Grids ab. Im Zentrum dieser Kollaboration steht eine Plattform, die Versorgungsdaten vereinfacht und integriert und so verschiedenen Partnern die Entwicklung neuer Anwendungen sowie Angebote (z. B. eMobility, Microgrids) ermöglicht.
- **Pilotprojekt:** Ein EVU nutzte das Accelerator-Programm, um sich mit «Smart-Home»-Projekten der nächsten Generation zu befassen. Mit seiner mobilen App führte das Unternehmen anhand einer Stichprobe bei seinen Haushaltskunden einen Pilotversuch durch, um die Software eines Start-ups zu testen, die mithilfe von Sensoren und maschinellem Lernen Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit regelt.
- **Kommerzieller Vertrag:** Ein EVU arbeitete mit einem Start-up zusammen, um Lösungen für die Überwachung der Netzleistung zu entwickeln, wenn erneuerbarer Strom in das Netz eingespeist wird. Nach erfolgreichem Abschluss des Pilotprojekts unterzeichneten die beiden Unternehmen einen kommerziellen Vertrag für die Bereitstellung durch das Start-up von Software für die digitale Überwachung der Stromnetze des Energieversorgers und die Planung von Infrastrukturanpassungen im Hinblick auf die steigende Leistung von Solarmodulen.
- **Strategische Investition:** Ein EVU tätigte eine strategische Investition in ein Start-up, das Peer-to-Peer-Wiederverkaufslösungen auf Basis von Blockchain-Technologie entwickelt. Die Peer-to-Peer-Technologie kann zu universelleren Mikroerzeugungslösungen beitragen, die ein potenzielles neues Geschäftsmodell für EVUs auf der ganzen Welt darstellen.

Modelle für Kollaborationen mit „Prosumers“

Versorgungsunternehmen können auch mit Energieerzeugern, Prosumers und anderen Marktakteuren kooperieren, um neue Märkte zu erschliessen und ungenutztes Marktpotenzial zu nutzen.

Im Folgenden stellen wir zwei verschiedene Möglichkeiten der Kollaboration zwischen Versorgungsunternehmen und Prosumers vor: die Aggregation von Flexibilität sowie die Orchestrierung und Umverteilung von Ressourcen. Während sich Aggregatoren auf die Bündelung hochflexibler Assets für Flexibilitätsangebote konzentrieren, haben Orchestratoren einen breiteren Anwendungsbereich, indem sie Erzeugungs- und Speichereinheiten koordinieren und auf verschiedene Märkte zugreifen können.

Flexibilitätsaggregation als neuartige Kollaboration zwischen EVUs und Prosumers

EVUs stehen heute vor der Herausforderung, neue flexible Quellen zu finden, um variabel produzierte erneuerbare Energien wie Solar- und Windenergie ins Netz zu integrieren (Sinsel, Riemke & Hoffmann, 2020). Zum einen erhöht die vermehrte Erzeugung erneuer-

barer Energien den Bedarf an Flexibilität im Stromversorgungssystem, zum anderen birgt sie Potenzial für die Kollaboration mit EVUs. Die Aggregation verteilter Erzeugungs- und Speichereinheiten könnte in dieser Hinsicht ein vielversprechendes Geschäftsmodell werden (Helms, Looock & Bohnsack, 2016). Für eine erfolgreiche Aggregation müssen EVUs – oder andere unabhängige Parteien – gut funktionierende Kooperationen mit Prosumers aufbauen. Wenn dies gelingt, sind Flexibilitätsaggregatoren hilfreich, um Spitzenlastzeiten zu optimieren oder lokale Netzüberlastungen (bzw. eine Netzerweiterung) zu vermeiden. Flexibilitätsangebote können auch auf den nationalen Ausgleichsmärkten offeriert werden, wodurch möglicherweise ein Ausgleich mit fossilen Kraftwerken vermieden werden kann (Taibi et al., 2018). Ein prominentes Beispiel für flexible Aggregation ist der sogenannte Batterieschwarm („battery swarm“, siehe Beispielkasten 3). Diese Form der Kollaboration ist relativ neu, wurde aber bereits von Unternehmen wie Sonnen, Lichtblick, Fenecon, Caterva, Ampard, Coulomb und Tiko Storage implementiert.

Für Prosumers ist die dezentrale Erzeugung und Speicherung von Energie eine attraktive Investitionsmöglichkeit. Es ist davon auszugehen, dass sich Konzepte für den Eigenverbrauch von Energie in den kommenden

Jahren stark verbreiten werden (Kubli, 2018; Kubli & Ulli-Beer, 2016). Die Zusammenarbeit mit einem EVU im Rahmen von Aggregationsangeboten bietet Prosumers eine zusätzliche Einnahmequelle, was die Attraktivität der entsprechenden Investitionen erhöht (Stephan, Battke, Beuse, Clausdeinken & Schmidt, 2016).

Angebote im Bereich der Flexibilitätsaggregation können auf verschiedene Arten gestaltet werden. Sie beinhalten jedoch in der Regel einen Vertrag, in dem festgelegt wird, in welchem Umfang und zu welchen Zeiten der Aggregator die Stromerzeugung oder die Speicheranlage des Prosumers steuern darf. Als Entschädigung erhält der Prosumer eine Prämie in Form von kostenlosem Strom oder auch kostenlos installierter Technologie. Die Steuerung des Prozesses sowie Anreize zur Beteiligung durch Prosumers ist für den Aggregator von entscheidender Bedeutung. Die Entwicklung attraktiver Angebote ist daher eine wichtige Aufgabe in diesem Geschäftsmodell.

Diese Art der Kollaboration hat zwei grosse Herausforderungen. Zum einen werden Verbraucher, die ursprünglich mit Strom versorgt wurden, nun auch zu Stromerzeugern und (Teil-) Anbietern von Flexibilität. Gleichzeitig übernimmt das EVU eine neue Rolle als

Aggregator. Das EVU bündelt die Flexibilität aller Prosumers, nutzt sie in einigen Fällen für sich oder verkauft sie an den Netzbetreiber. Diese Änderungen ziehen zwingend eine Anpassung der Geschäftslogik des Versorgungsunternehmens nach sich. Während früher EVUs reine Anbieter waren, besteht die Hauptaufgabe des EVU nun darin, den Prosumers attraktive Angebote zu unterbreiten, um sie dazu zu bringen, ihre Flexibilität zu teilen.

Zum anderen muss das EVU als Aggregator frühzeitig eine grössere Anzahl von Teilnehmenden für seinen Flexibilitätspool gewinnen, um beispielsweise die minimale Angebotskapazität der nationalen Regelenenergieteilnehmer zu erreichen, welche in der Regel die Haupteinnahmequelle für Flexibilitätsaggregatoren darstellen. Um in kurzer Zeit möglichst viele potenzielle Flexibilitätsanbieter zu erreichen, müssen die EVUs in ihrer breiten Kundenbasis und darüber hinaus ihre Zielkundschaft identifizieren und lokalisieren, ein komplexes Konzept kommunizieren, ein überzeugendes Angebot machen und die technische Implementierung steuern. Dafür müssen EVUs wirksame Marketingstrukturen einführen, die es ihnen ermöglichen, die Prosumers in das Stromversorgungsgeschäft einzubeziehen.

Beispiel 3: Batterieschwarm

Im Rahmen der SCCER Joint Activity Romande Energie Demonstrator führten wir für das EVU Romande Energie SA eine Fallstudie zu einem Business Case für einen Batterieschwarm durch. Die Idee dahinter ist es, eine grosse Anzahl kleiner Batterien zu bündeln und zentral zu koordinieren, um Flexibilitätsdienste für den Strommarkt und das Stromnetz bereitzustellen (Eid, Codani, Perez, Reneses & Hakvoort, 2016; Kubli, Canzi & Haldimann, in Vorbereitung; Moura & Brito, 2019). Die Studie analysiert vielversprechende Geschäftsstrategien für Batterieschwarmbetreiber. Bei dieser Analyse konzentrierten wir uns auf zwei zentrale Herausforderungen: (a) Entwicklung von Angeboten mit hohem Kundennutzen für Prosumers und möglichst hoher Beteiligung und (b) Überwindung der Startphase, in der die Aggregatoren noch nicht in der Lage sind, auf nationalen Regulenergiemärkten anzubieten.

Mit empirischen Daten von Kubli (2018) wurde eine Simulationsstudie durchgeführt, um die Verbraucherentscheidung so realitätsnah wie möglich darzustellen. Dieser Studie zufolge enthalten Angebote, die Teilnehmende dazu bringen sollen, sich an einem Batterieschwarm zu beteiligen, die folgenden drei Merkmale: (i) ein Vertragsmodell für die Speicherung im Haus, (ii) Solarenergie für den Restbedarf und (iii) eine wettbewerbsfähige Prämie für die Flexibilität. In Abbildung 4 präsentieren wir die Auswirkungen eines Vertragsangebots im Vergleich zu einem Angebot, das Eigeninvestitionen der Prosumers umfasst (mit zwei unterschiedlichen Werten für die Flexibilitätsprämie).

Die frühzeitige Steigerung der Kundenbeteiligung ist auch aus finanzieller Sicht von zentraler Bedeutung. Nur bei Erreichen einer Mindestkapazität kann der Flexibilitätsaggregator tatsächlich auf nationalen Regulenergiemärkten anbieten, welche die vielversprechendste Einnahmequelle für dieses Geschäftsmodell darstellen. Die Studie empfiehlt, Einnahmequellen auf lokaler und regionaler Ebene zu kombinieren, um die Phase zu überbrücken, bis Einnahmen auf den nationalen Regulenergiemärkten erzielt werden können.

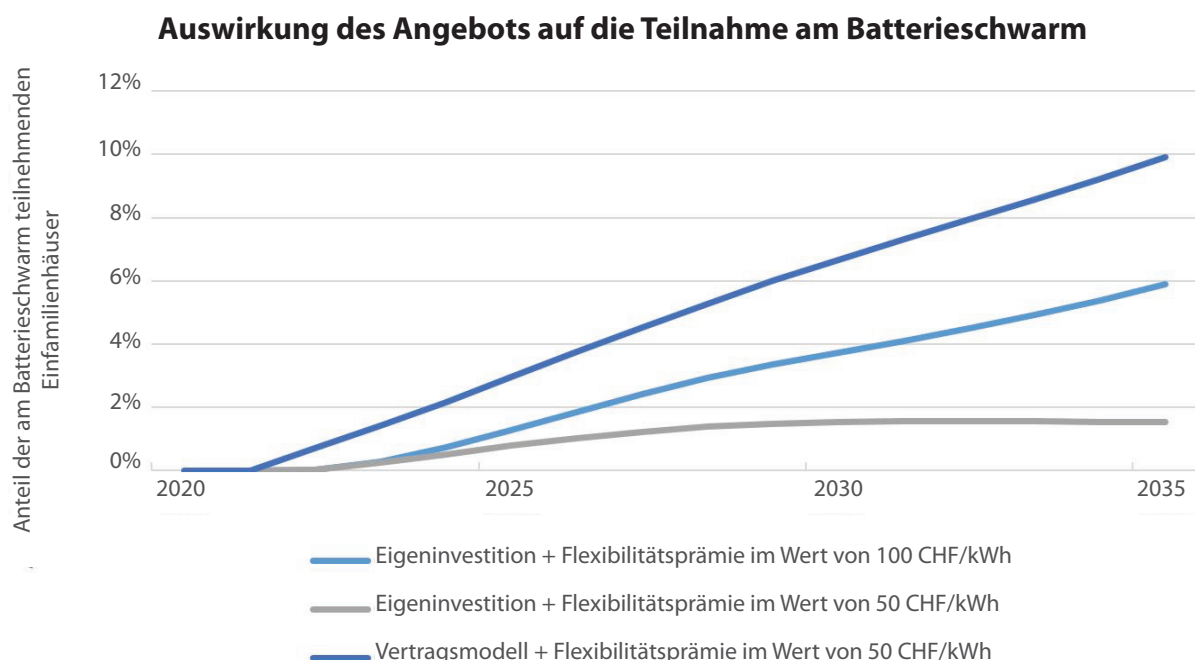


Abbildung 4: Simulation der Entwicklung von Teilnehmenden am Batterieschwarm für die Fallstudie mit Romande Energie mit verschiedenen Angeboten. Die Angebote unterscheiden sich nach zwei Kriterien: Investoren (Contracting / Eigeninvestition) und Flexibilitätsprämie (50 CHF/kWh / 100 CHF/kWh). Die Simulation zeigt, wie wichtig es ist, das Angebot sorgfältig zu gestalten, um damit die Kunden für einen Batterieschwarm zu gewinnen.

Ein Ressourcen-Orchestrations-Modell für EVUs und Prosumers

Die traditionellen Geschäftsmodelle der Energieversorger, hauptsächlich also die Erzeugung von Energie aus fossilen Ressourcen, sind in Gefahr – zum einen wegen der wachsenden Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien, zum anderen wegen des deutlich fortschreitenden Ausbaus von dezentralen Energieerzeugungskapazitäten. Diese vorhandenen und nicht vollständig genutzten Assets beinhalten für Energieversorger zugleich jedoch ein Potenzial für neue Geschäftsmodelle. EVUs können die Orchestration dieser Ressourcen übernehmen. In jüngster Zeit wecken solche Kollaborationsmodelle, die den Fokus auf Ressourcen-Orchestrierung legen, vor allem bei EVUs immer stärkeres Interesse. Ein prominentes Beispiel für den Energiesektor ist das Konzept der Virtuellen Kraftwerke (VKW) (siehe Beispielkasten 4).

Für das Orchestrieren von dezentralen Energieressourcen müssen zwei Aufgaben koordiniert werden: die Integration der Energieressourcen und die Interaktion mit den Kooperationspartnern, also den Eigentümern der Assets. Ressourcen-Orchestratoren unterscheiden sich darin, inwieweit sie diese beiden Aufgaben erfüllen (Böhm, 2019). Dieser Unterschied manifestiert sich in zwei verschiedenen Modi der Ressourcen-Orchestrierung und in unterschiedlichen Interaktionsgraden der Partner:

- Im Ist-Modus der Ressourcen-Orchestrierung werden Ressourcen nicht wesentlich geändert bevor sie in den Ressourcenpool integriert werden.
- Im Soll-Modus werden die dezentralisierten Energieressourcen im Vorfeld der Integration geändert (digital aufgewertet/erweitert).

Das Ausmass der Partnerinteraktion bestimmt sich durch die Vielzahl der Kommunikationskanäle, die von den Kooperationspartnern im Netzwerk verwendet werden (z. B. Online-Plattformen, E-Mail, Telefon,

Instant Messaging und persönliche Besprechungen) sowie in der Anzahl der bilateralen Kontakte zwischen den Partnern (Kommunikationsdichte).

Die Möglichkeit, Ressourcen innerhalb und über Unternehmensgrenzen hinweg zu orchestrieren, bietet den Versorgern eine einzigartige Gelegenheit, ihre traditionellen Geschäftsmodelle nachhaltiger zu gestalten. Es besteht zudem das Potenzial, das Zusammenspiel erneuerbarer dezentralisierter Energieressourcen zu optimieren. Daraus ergeben sich auch vielversprechende Chancen für die Schweizer Energiestrategie 2050. Die erneuerbaren Energiequellen sind in der Regel dezentralisiert und gehören vielen verschiedenen Akteuren, die häufig selbst keine Versorgungsunternehmen sind (Bergek, Mignon & Sundberg, 2013; Wüstenhagen & Menichetti, 2012). Da jedoch grosse Mengen bereits installierter dezentralisierter Energiekapazitäten vorhanden, diese jedoch nicht voll ausgelastet sind, können EVUs die Kapazitäten integrieren und umverteilen, ohne dass Investitionskosten für die Installation von erneuerbaren Energieanlagen anfallen.

Zweifellos sind solche Orchestrierungsmodelle mit besonderen Herausforderungen verbunden, vor allem hinsichtlich der Integration von Partnern und deren Ressourcen. Die grösste Herausforderung in einem Kollaborationsmodell mit Ressourcen-Orchestrierung ist die Schaffung eines geeigneten Anreizmodells für beide Seiten, d. h. den Orchestrator und die Prosumers. Es muss sich für den Energieversorger finanziell lohnen, soll aber gleichzeitig auch für dezentrale Energieerzeuger attraktiv genug sein, daran teilzunehmen. Eine weitere Herausforderung können zusätzliche und unvorhergesehene Koordinierungs- und Kommunikationsprobleme sein. Diese können auftreten, wenn Ressourcen-Orchestratoren eine grosse Anzahl von Ressourcenanbietern in ihr Netzwerk einbeziehen, da dies eine hohe Reaktionsfähigkeit, Verfügbarkeit und Koordination erfordert.

Beispiel 4: Virtuelle Kraftwerke

In unserem Forschungsprojekt haben wir vier verschiedene Strategien von Betreibern virtueller Kraftwerke (VKW) identifiziert, um dezentralisierte Energieressourcen zu koordinieren (siehe Abbildung 5). VKW orchestrieren dezentralisierte Energieressourcen, steuern sie zentral und verteilen ihre Kapazitäten entsprechend dem Energiebedarf des Netzsystems (Hooshmand, Nosratabadi & Gholipour, 2018; Leisen, Steffen & Weber, 2019). Durch die Aggregation der dezentralen Energieressourcen ermöglichen VKW den jeweiligen Asset-Eigentümern – die oft zu klein sind, um selbst Zugang zu den Energiemärkten zu haben – an diesen Märkten teilzunehmen. Darüber hinaus können VKW dem Systembetrieb zugutekommen, indem sie zur besseren Nutzung der verfügbaren Kapazität und somit zu höherer Auslastung beitragen (Pudjianto, Ramsay & Strbac, 2007). Des Weiteren erhöhen sie damit den Anteil an erneuerbaren Energien am Energiemix eines Landes.

Durch die Unterscheidung in «geringe» und «hohe» Ressourcenmodifizierung sowie zwischen einem «geringen» und einem «hohen» Ausmass an Partnerinteraktion können EVUs eine der vier Varianten der Ressourcenorchestrierung anwenden, die es dem Orchestrator ermöglicht, das Geschäftsmodell an seine eigenen Unternehmensfähigkeiten anzupassen:

Orchestrations- typ	Ressourcen- modifizierung	Partner- interaktion	Beispielhafte Unternehmenstypen
Lokal	Gering (Ist-Modus)	Gering	Lokale/regionale kleine bis mittlere Versorgungsunternehmen und EVUs
Ressourcen- gesteuert	Hoch (Soll-Modus)	Gering	Nationale/internationale Unternehmen, hauptsächlich EVUs
Partner- gesteuert	Gering (Ist-Modus)	Hoch	Kleine/mittlere Versorgungsunternehmen und EVUs
Automatisierte Peer-to-Peer	Hoch (Soll-Modus)	Hoch	Nationale/internationale mittelgroße bis große Unternehmen

Abbildung 5: Strategien zur Ressourcen-Orchestrierung gemäss verschiedenen Unternehmenstypen

Typen von Ressourcen-Orchestrierung:

- **Lokale Orchestrierung** zeichnet sich durch ein geringes Mass an Interaktion zwischen Ressourcen und Akteuren aus, d. h. sie erfordert nur geringe Modifikationen und wenig Kommunikation. Diese Art der Zusammenarbeit kann als Lernphase oder Vorstufe zu den anderen Orchestrierungstypen gesehen werden.
- **Ressourcengesteuerte Orchestrierung** ist besonders nützlich für Energieversorger, die proprietäre technologische Standards entwickeln möchten, welche wettbewerbsfähige Barrieren schaffen, um zu verhindern, dass die Partner das Netzwerk verlassen (hohe Switching-Kosten).
- **Partnergesteuerte Orchestrierung** hat zum Ziel, so viele Ressourcen wie möglich in den Pool zu integrieren, indem Ressourcen mehr oder weniger unverändert übernommen werden. Durch flexible Kommunikationsbeziehungen bemüht sich das Versorgungsunternehmen, eine Beziehung des Vertrauens zu seinen Partnern aufzubauen.
- **Durch automatisierte Peer-to-Peer-Orchestrierung** soll ein grosses Netzwerk zur gemeinsamen Nutzung aufgebaut werden, in dem alle beteiligten Partner voneinander lernen können. Die beiden hohen Niveaus werden durch Maschine-zu-Maschine-Kommunikation anstelle von persönlichem Austausch erreicht.

Abschliessende Empfehlungen

Angesichts der neuen Phase, in der sich die Energiewende befindet, stehen die EVUs vor der strategischen Entscheidung, ob sie neue Chancen und Herausforderungen allein oder in Zusammenarbeit mit Partnern angehen wollen. Durch eine gut konzipierte Kollaboration haben EVUs die Möglichkeit, auf neue Ressourcen und Kompetenzen zuzugreifen, Risiken zu teilen und vorhandene Ressourcen besser zu nutzen. Zur Erreichung dieser Ziele müssen die EVUs zunächst entscheiden, mit wem eine Partnerschaft eingegangen werden soll (d. h. mit wie vielen Partnern und welche Art von Partnerschaft) und worauf sich die Kollaboration insgesamt konzentrieren soll.

In diesem White Paper haben wir einen Referenzrahmen (Framework) für Kooperationsmodelle im Energiesektor vorgestellt und uns dabei auf zwei relevante neue Partnertypen konzentriert – Start-ups und Prosumers. Wir haben vier Kollaborations-Archetypen entwickelt – Contractor, Co-creator, Aggregator, Orchestrator – und ihre wichtigsten Chancen und Herausforderungen aufgezeigt. EVUs können das Framework und die Archetypen verwenden, um zu entscheiden, wann, mit wem und zu welchem Zweck zusammengearbeitet werden soll. Basierend auf unseren Untersuchungen können wir einige empfohlene Vorgehensweisen für die verschiedenen Kollaborationstypen ableiten. Diese sind in Abbildung 6 dargestellt.

Kollaborationstyp	Empfohlene Vorgehensweise
Contractor (Bilateraler Start-up-Vertrag)	Mix & Match: Es ist wichtig, Flexibilität in Verträgen einzuplanen, um Agilität und Interaktion mit anderen Geschäftsbereichen zu ermöglichen. Co-Benefits: Weisen Sie KPI und andere Kollaborationsvorteile zu, z. B. die Verbesserung der internen Innovationskultur, sodass ein technologisches Problem nicht zu einem Scheitern der Kollaboration führen muss. Kultureller Austausch: Thematisieren Sie Strukturen und die Arbeitskultur im Vertrag und im Zeitplan, damit klar ist, wie das Produkt integriert werden soll. Best Practice: Desk-Sharing.
Co-Creator (Multilaterales Start-up-Programm)	Neue Organisationsformen: Aufgrund der hohen Komplexität können nicht alle Eventualitäten vertraglich festgehalten werden; verschiedene Formen der Koordination (z. B. gemeinsame Entscheidungsfindung, Lenkungsausschuss) sollten erprobt werden. False positives und false negatives: Wenn eine Paarung zwischen einem Start-up und dem EVU nicht funktioniert, sollte sie so schnell wie möglich aufgelöst und neue Kombinationen innerhalb des Kollektivs getestet werden. Erfahrungsaustausch zwischen den EVUs sollte gefördert werden, sodass Start-ups, die anfänglich von bestimmten EVUs als ungeeignet eingestuft wurden, eventuell als wertvoll erkannt werden können. Peer-to-Peer Lernprozess: Offener Wissensaustausch fördert das Lernpotenzial von anderen EVUs. Zusammenarbeit unter den Start-ups: Das Bereitstellen von Strukturen zur Förderung des Wissensaustauschs und der Zusammenarbeit unter den Start-ups führt zu besser integrierten technologischen Lösungen.
Aggregator (Batterie-schwarm)	Prosumers als Geschäftspartner: Betrachten Sie Verbraucher als Geschäftspartner (nicht nur als reine Kunden), beispielsweise indem Sie ihnen für die Mitwirkung bei der Schaffung von Flexibilität eine angemessene Prämie offerieren. Teilnehmerquoten erhöhen: Prosumers bevorzugen Angebote mit einer hohen Flexibilitätsprämie, Contracting-Möglichkeiten, Solarenergie für den restlichen Strombedarf und kurzen Vertragslaufzeiten. Kombination von Einnahmequellen: Es ist wichtig, Einnahmequellen auf nationaler Ebene mit lokalen und regionalen Einnahmequellen zu kombinieren. Berücksichtigung der Startphase: Das Kombinieren von Einnahmequellen ist besonders in der Startphase des Geschäftsmodells relevant, in der andernfalls die Gefahr einer möglichen Geschäftsinsolvenz besteht.
Orchestrator (Virtuelle Kraftwerke)	Einbinden der Prosumers: Prosumer bieten als Kooperationspartner für traditionelle EVUs ein großes Potenzial für die Etablierung eines innovativen und nachhaltigen Geschäftsmodells. Wahl des richtigen Orchestrierungsmodells: Hohe Ressourceninteraktion erfordert hohe technische Standards – eine intensive Partnerinteraktion erfordert einen hohen Kommunikations-/Koordinationsaufwand. Nutzen digitaler Technologien: Informations- und Kommunikationstechnik kann die Orchestrierung von Ressourcen vereinfachen, indem sie die Kommunikation von Maschine zu Maschine anstelle von persönlichem Austausch ermöglicht. Anreizmechanismen: Schaffen Sie ein für beide Seiten geeignetes Anreizmodell. Dieses soll finanziell nachhaltig für das EVU, aber attraktiv genug für die Prosumers sein.

Abbildung 6: Empfohlene Vorgehensweisen in Abhängigkeit der unterschiedlichen Kollaborationstypen

SCCER CREST

Das Competence Center for Research in Energy, Society and Transition (CREST) trägt zur Umsetzung der Energiestrategie 2050 bei, indem es detaillierte, forschungsbasierte Handlungsempfehlungen erarbeitet. Diese Empfehlungen sollen helfen, die Energienachfrage zu reduzieren, Innovationen zu fördern und den Anteil der regenerativen Energieerzeugung in einer kosteneffizienten Weise zu erhöhen.

In CREST arbeiten Forschungsgruppen aus neun grossen Schweizer Forschungsinstitutionen zusammen, die gemeinsam die Handlungsfelder Wirtschaft, Umwelt, Recht und Verhalten abdecken.

CREST ist eines der acht von Innosuisse geförderten Swiss Competence Centers for Energy Research (SCCER). Weitere Informationen zu unseren Forschungs- und Transfer-Aktivitäten finden Sie auf www.sccer-crest.ch.

Kontakt

Ann-Kristin Zobel
Institute of Management and Strategy
University of St.Gallen
ann-kristin.zobel@unisg.ch
Tel. +41 71 224 27 95

Autoren

Barbara Bencsik, Universität St.Gallen
Merla Kubli, ZHAW & Universität St.Gallen
Jochen Markard, ETH Zürich
Maximilian Palmié, Universität St.Gallen
Devon Wemyss, ZHAW
Ann-Kristin Zobel, Universität St.Gallen & ETH Zürich (Lead)

Redaktion

Michael Schär, SCHWINDL SCHÄR GmbH

Layout und Gestaltung

Kathrin Blum, Universität Basel
Mareike Gräter, Universität Basel

Referenzen

- Bergek, A., Mignon, I. & Sundberg, G. (2013) Who invests in renewable electricity production? Empirical evidence and suggestions for further research. *Energy Policy*, 56, 568–581. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.038>.
- Blumer, Y. & Wemyss, D. (2015) Indicators of innovation: Empirical insights into activities, challenges and strategies of Swiss energy sector start-ups. CIE Working Paper 2015/1.
- Böhm, J. (2019) Exploring the phenomenon of innovating value co-creation mechanisms – An empirical study in the electrical power sector. University of St.Gallen.
- Chesbrough, H. (2003) *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Eid, C., Codani, P., Perez, Y., Reneses, J. & Hakvoort, R. (2016) Managing Electric Flexibility from Distributed Energy Resources: A review of incentives for market design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 237–247.
- Furr, N., O’Keeffe, K. & Dyer, J. H. (2016) Managing Multiparty Innovation. *Harvard Business Review*, 94(11), 76–83.
- Helms, T., Loock, M. & Bohnsack, R. (2016) Timing-based business models for flexibility creation in the electric power sector. *Energy Policy*, 92, 348–358.
- Hockerts, K. & Wüstenhagen, R. (2010) Greening Goliaths Versus Emerging Davids — Theorizing about the Role of Incumbents and New Entrants in Sustainable Entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 25, 481–492. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2009.07.005>.
- Hooshmand, R.-A., Nosratabadi, S.M. & Gholipour, E. (2018) Event-based scheduling of industrial technical virtual power plant considering wind and market prices stochastic behaviors-A case study in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1748–1764.
- Innovation Monitor. (2019) *Yearly Monitor - Swiss Energy & Environment Innovation Monitor*. <https://www.innovation-monitor.ch/>.
- Johnstone, P., Rogge, K.S., Kivimaa, P., Fratini, C.F., Primmer, E. & Stirling, A. (2020) Waves of disruption in clean energy transitions: sociotechnical dimensions of system disruption in Germany and the United Kingdom. *Energy Research & Social Science*, 59, 101287.
- Kubli, M., Canzi, P. & Haldimann, E. (in Vorbereitung) *Business Dynamics of a Battery Swarm: Integrating Storage Prosumers into Electricity grids by Co-Creating Flexibility - Working paper*.
- Kubli, M. (2018) Squaring the sunny circle? On balancing distributive justice of power grid costs and incentives for solar prosumers. *Energy Policy*, 114, 173–188.
- Kubli, M. & Ulli-Beer, S. (2016) Decentralisation dynamics in energy systems: A generic simulation of network effects. *Energy Research & Social Science*, 13, 71–83.
- Kungl, G. (2015) Stewards or sticklers for change? Incumbent energy providers and the politics of the German energy transition. *Energy Research & Social Science*, 8, 13–23.
- Leisen, R., Steffen, B. & Weber, C. (2019) Regulatory risk and the resilience of new sustainable business models in the energy sector. *Journal of Cleaner Production*, 219, 865–878.
- Markard, J. (2018) The next phase of the energy transition and its implications for research and policy. *Nature Energy*, 3(8), 628–633.
- Miolo, A. & Teufel, B. (2017) *Elektrizitätswerke-Studie Schweiz 2017: Verteilnetzbetreiber der Zukunft*.
- Moura, R. & Brito, M.C. (2019) Prosumer aggregation policies, country experience and business models. *Energy Policy*, 132, 820–830. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.053>.
- Mühlemeier, S. (2019) Dinosaurs in transition? A conceptual exploration of local incumbents in the Swiss and German energy transition. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 126–143.
- Murdock, H.E., Gibb, D., André, T., Appavou, F., Brown, A., Epp, B., Ranalder, L. (2019) *Renewables 2019 Global Status Report*.

- Pudjianto, D., Ramsay, C. & Strbac, G. (2007) Virtual power plant and system integration of distributed energy resources. *Renewable Power Generation, IET*, 1(1), 10–16. DOI: 10.1049/iet-rpg:20060023.
- Sinsel, S.R., Riemke, R.L. & Hoffmann, V.H. (2020) Challenges and solution technologies for the integration of variable renewable energy sources - a review, *Renewable Energy* 145, 2271-2285.
- Stephan, A., Battke, B., Beuse, M.D., Clausdeinken, J.H. & Schmidt, T. S. (2016) Limiting the public cost of stationary battery deployment by combining applications. *Nature Energy*, 1(7), 16079.
- Taibi, E., Nikolakakis, T., Gutierrez, L., Fernandez, C., Kiviluoma, J., Rissanen, S. & Lindroos, T.J. (2018) Power system flexibility for the energy transition: Part 1, Overview for policy makers.
- Weiblen, T. & Chesbrough, H.W. (2015) Engaging with Startups to Enhance Corporate Innovation. *California Management Review*, 57(2), 66–90. <https://doi.org/10.1525/cmr.2015.57.2.66>.
- Wüstenhagen, R. & Menichetti, E. (2012) Strategic choices for renewable energy investment: Conceptual framework and opportunities for further research. *Energy Policy*, 40, 1–10.
- Zobel, A.-K. & Comello, S.D. (2020) How to organize meta-organizations when there is no central architect? New mechanisms of heterarchical design.