

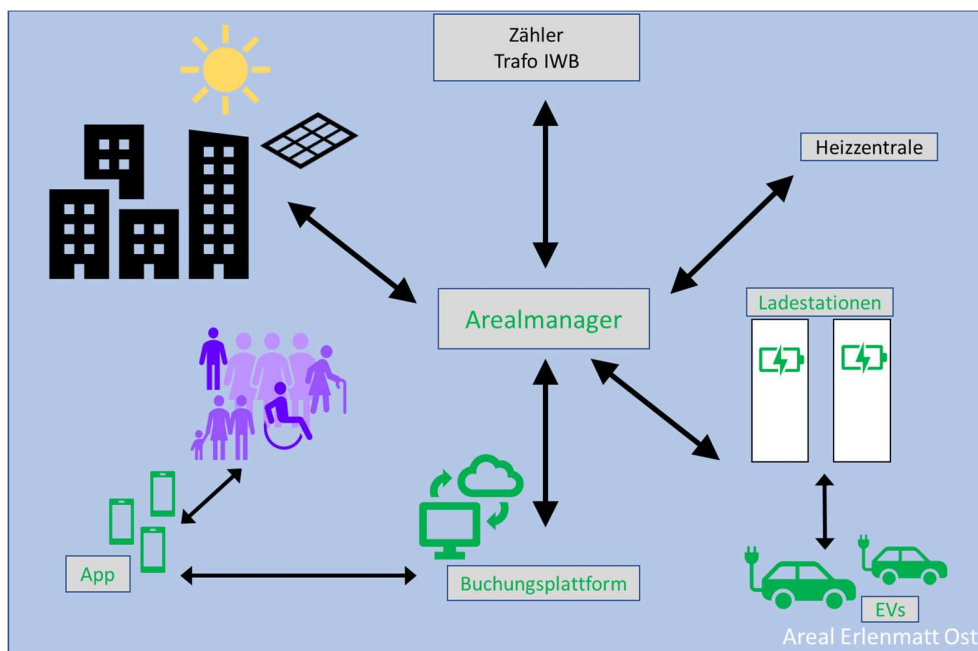


Projektbericht

OKEE-Projekt:

Optimierung der Kopplung zwischen Elektrofahrzeugen und (Gebäude-)Energiemanagementsystemen

Ein innovatives Umsetzungsprojekt im Areal Erlenmatt Ost in Basel



Gefördert durch das Amt für Umwelt und Energie (AUE) Kanton Basel-Stadt
Laufzeit: 2017–2019

Impressum

Autorenschaft:

Dr. Jörg Musiolik, ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung
Anna Kohler, ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung
Dr. Anna Roschewitz, novatlantis gmbh
Andreas Appenzeller, ADEV Energiegenossenschaft
Prof. Dr. David Zogg, SEC Smart Energy Control AG
Michael Koller, SEC Smart Energy Control AG
Thomas Kramer, ADEV Energiegenossenschaft

Danksagung:

Das Projektteam bedankt sich bei Urs Buomberger, Projektentwicklung Stiftung Habitat, für die freundliche Unterstützung des Projektes. Unser Dank richtet sich auch an die Pilotregion Basel, vertreten durch Dr. Dominik Keller und René Etter, welche das Projekt ermöglicht haben.

Zitiervorschlag:

Musiolik, J. et al. (2019): OKEE-Projekt: Optimierung der Kopplung zwischen Elektrofahrzeugen und (Gebäude-)Energemanagementsystemen. Ein innovatives Umsetzungsprojekt im Areal Erlenmatt Ost in Basel. Projektbericht. ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung. Winterthur.

Kontakt:

ZHAW School of Engineering
Institut für Nachhaltige Entwicklung (INE)
Technoparkstrasse 2
Postfach
CH-8401 Winterthur
joerg.musiolik@zhaw.ch
Tel. +41 (0) 589344792

Winterthur, November 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Hintergrund und Ausgangslage des Projekts	5
2.1	Herausforderung Integration Elektromobilität	5
2.2	Pilotregion Basel	7
2.3	Ziele des Projekts	8
3	Ablauf und Organisation	8
3.1	Projektphasen	8
3.1.1	<i>Erste Phase</i>	8
3.1.2	<i>Zweite Phase</i>	9
3.2	Projektkonsortium und Aufgaben	9
3.3	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	10
4	Ausgangslage im Pilotprojektareal	12
4.1	Bauliche Situation	12
4.2	Nachhaltigkeitskonzept	13
4.3	Eigenverbrauchsgemeinschaft und Microgrid	14
4.4	Bewohner(-innen)	15
4.5	Resümee Ausgangslage Areal	15
5	Bestandteile des eigenverbrauchsoptimierten E-Carsharing-Systems	15
5.1	Nutzer(-innen) des E-Carsharing-Systems	16
5.2	Buchungsplattform und Applikation	19
5.3	EVs und Ladestationen	20
5.4	Steuerung der Ladestationen und Areal-Regelung	22
5.5	Das eigenverbrauchsoptimierte E-Carsharing-System	23
6	Erste Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt	24
6.1	Herausforderung und Praxiserfahrungen	24
6.2	Nächste Schritte und weiteres Vorgehen	26
6.3	Fazit	27
7	Literatur	28

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielfotos aus der Öffentlichkeitsarbeit	12
Abbildung 2: Arealplan und Bausteine.....	13
Abbildung 3: Interesse der Bewohner(-innen), ein E-Carsharing-System zu nutzen	16
Abbildung 4: Häufigkeit der Nutzung des E-Carsharing-Systems.....	17
Abbildung 5: Gewichtung verschiedener Bedingungen für ein attraktives E-Carsharing-System	18
Abbildung 6: Zusätzliche Anforderungen an ein E-Carsharing-System	18
Abbildung 7: Nutzungskosten E-Mietfahrzeug	20
Abbildung 8: Technische Spezifikationen E-Fahrzeuge	21
Abbildung 9: EVTEC-Ladestation	21
Abbildung 10: Schema Messwerterfassung Energieverbrauchsmanager.....	22
Abbildung 11: Integration E-Carsharing-System	24
Abbildung 12: Preisübergabe Watt d'Or	27

Abkürzungsverzeichnis

EnG	Energie-Gesetz
EV	Electric Vehicle
EVG	Eigenverbrauchsgemeinschaft (siehe auch: ZEV)
PV	Photovoltaik
RFID	Radio-Frequency Identification
V2G	Vehicle-to-Grid
V2H	Vehicle-to-Home
V2X	Vehicle-to-Everything
ZEV	Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (siehe auch: EVG)

1 Zusammenfassung

Im Zentrum des OKEE-Projekts (Optimierung der Kopplung zwischen Elektrofahrzeugen und (Gebäude-)Energiemanagementsystemen) stand die Umsetzung einer Lösung für die Integration von Elektrofahrzeugen (EVs) in das Energiemanagementsystem, um zu einem erhöhten Eigenverbrauch, einer Glättung der Lastspitzen und einer nachhaltigen Mobilität in einem Areal beizutragen. Als Umsetzungspartner beteiligen sich neben dem ZHAW Institut für Nachhaltige Entwicklung (INE) die novatlantis, die ADEV Energiegenossenschaft, SEC Smart Energy Control sowie die Stiftung Habitat. Innerhalb des Projektes mussten alle Partner, das Areal und alle technologischen Lösungen identifiziert, evaluiert und in einem Areal-Setting neu kombiniert werden. EV Integrationskonzept, das Pilotareal Erlenmatt Ost und das Projektkonsortium waren daher Ergebnisse der ersten Phase des Projektes. Die technische Umsetzung der Lösung stellt das Ergebnis der zweiten Phase dar. Das gesamte Projekt lief von März 2017 bis Juli 2019. Endergebnis ist ein sogenanntes «Eigenverbrauch-E-Carsharing-System», welches aus zwei bidirektionalen EVs und Ladestationen, einem Energiemanager, einer Buchungsplattform für das Carsharing und einem Microgrid mit Photovoltaik Eigenverbrauch besteht. Durch diese Lösung wurde ein sogenanntes Vehicle-to-Home (V2H) EV Integrationskonzept in Erlenmatt Ost umgesetzt, um den Eigenverbrauch von Photovoltaikstrom in einem nach den Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft entwickelten Areal zu erhöhen. Dieses System wird in Folgeprojekten weiterentwickelt und erforscht und trägt damit zu einem Wissenstransfer im Bereich EV Integrationskonzepte und Eigenverbrauchslösungen in der Schweiz bei.

2 Hintergrund und Ausgangslage des Projekts

2.1 Herausforderung Integration Elektromobilität

Neben der zunehmenden Dekarbonisierung und Dezentralisierung des Energiesystems wird auch die Mobilitätswende grosse Auswirkungen auf die Entwicklung von Basel und die Umsetzung der 2000-Watt-Gesellschaft haben. Verschiedene Prognosen gehen von einem starken Anstieg der Elektromobilität in den kommenden Jahrzehnten aus (Quaschnig, 2016). In der Schweiz ist der Anteil an Elektrofahrzeugen (Electric Vehicle, kurz EV) noch sehr niedrig, jedoch ist ein Trend anhand steigender Neuzulassungen von EVs erkennbar (de Haan et al., 2018). Einige Flottenbetreiber wie Mobility, die Post oder die SBB setzen EVs in ihren Flotten ein und investieren in den Ausbau von Ladeinfrastruktur oder testen und implementieren neue Anwendungen in Pilotprojekten. Die Mobilitätswende, das heisst der Wechsel des Antriebs von Verbrennern zu EVs, wird einige Herausforderungen mit sich bringen:

- Steigende Nachfrage nach Elektrizität, Netzkapazität und Ladeleistungen, da eine hohe Gleichzeitigkeit bei Ladevorgängen angenommen wird (abends nach der Arbeit)
- Notwendige Anpassungen auf Verteilnetzebene (z. B. Netzstabilität, Kosten Netzausbau, Steuerung der Ladevorgänge)

- Aufbau Ladeinfrastruktur (z. B. öffentliche Ladestationen, aber auch Zugangs- und Abrechnungssysteme, Clearingsysteme)

Das heutige Stromnetz ist noch nicht auf grössere dezentrale Energieeinspeisungen und den gleichzeitigen Bezug hoher Ladeleistungen ausgelegt, weshalb das System in Zukunft insgesamt flexibler gestaltet werden muss und neben Laststeuerung («Demand Side Management») auch ein Bedarf an Stromspeichern entsteht. Um diese Herausforderungen zu meistern sind Integrationsprozesse – die sogenannte Sektorkopplung («Integrated Energy») – von grosser Bedeutung (Mathiesen et al., 2015). Sektorkopplung beschreibt den Prozess der gemeinsamen Vernetzung und Optimierung der Bereiche Elektrizität, Wärmeversorgung und Verkehr. Die erfolgreiche Integration dieser Sektoren bietet grosses Potenzial, um die Energiewende voranzubringen:

- Intelligente Verknüpfung von dezentraler Stromproduktion (Photovoltaik) und Eigenverbrauch durch EVs
- Entlastung des Stromnetzes durch Glätten von Stromeinspeisungs- und Bezugsspitzen (EV-Batterien als Pufferspeicher)
- Aggregation EV-Batterien für Netzdienstleistungen wie Regelenergie
- Alternative, integrierte Angebote für eine nachhaltige Mobilität

Die Batterien von EVs eignen sich, um über smartes bidirektionales Laden den Eigenverbrauch an lokal produzierter, emissionsfreier Energie (z. B. durch Photovoltaik, kurz PV) von Gebäuden zu optimieren (Vehicle-to-Home, V2H) oder um Netzdienstleistungen bereitzustellen (Vehicle-to-Grid, V2G). In verschiedenen Pilotprojekten, wie z. B. in Utrecht in den Niederlanden oder auch in Pilotprojekten der Firma EVTEC im Tessin, wurden durch die Integration von EVs in die Energiemanagementsysteme von Einfamilienhäusern schon einige Erfahrungen gesammelt. Besondere Möglichkeiten der Sektorkopplung bieten sich jedoch auf der Ebene von Arealen oder zusammenhängenden Wohnbausiedlungen (insbesondere für 2000-Watt-Areale). Fortschrittliche Wohnbaugenossenschaften oder Unternehmen investieren daher schon heute in Energieeffizienz, Photovoltaik, Eigenverbrauchsoptimierung und haben oftmals Interesse an einer nachhaltigen Mobilität und einer entsprechenden Veränderung des Nutzerverhaltens. Dennoch wurden bisher noch kaum sogenannte V2H-Lösungen für Mehrfamilienhäuser oder grössere Einheiten eingesetzt, da vielfältige Barrieren für die Umsetzung dieser Konzepte bestehen:

- Unterschiedliche Eigentums- oder Mietverhältnisse innerhalb des Areals
- Abweichende Planungshorizonte der involvierten Parteien
- Hohe Transaktionskosten oder fehlende Abrechnungs- und Zählerkonzepte
- Schwierigkeit der Einbindung aller Akteure
- Bidirektionale Ladetechnologien sind noch nicht marktreif

Ob und wie die oben genannten Vorteile der EV-Integration realisiert werden können, hängt vor allem von der Entwicklung und Ausgestaltung möglicher Kooperationen zwischen Arealbetreibern, Energieversorgern und Mobilitätsdienstleistern ab. In Basel laufen die Aktivitäten und Investitionen von Arealbetreibern bisher jedoch weitgehend

unabhängig von den Aktivitäten der Flottenbetreiber und EVUs. Die Identifizierung von geeigneten Arealen, in denen Arealbetreiber, Flottenbetreiber und EVUs die Vorteile der EVs entwickeln und ausspielen können, sind daher wichtig, um Elemente der Sektorkopplung und eine auf der Basis von erneuerbaren Energien stattfindende Diffusion der EVs für Basel zu unterstützen.

2.2 Pilotregion Basel

Der Kanton Basel-Stadt verfolgt seit Jahren eine fortschrittliche Nachhaltigkeitspolitik. Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft steht für den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und will den globalen Energiebedarf langfristig auf 2000 Watt pro Person reduzieren. Mit dem Energiegesetz von 2017 setzte sich der Kanton zudem ein messbares Klimaziel: Bis 2050 sollen die jährlichen CO₂-Emissionen auf eine Tonne pro Einwohnerin oder Einwohner reduziert werden (Stand 2016: 3,7 Tonnen). Geeignete Massnahmen in verschiedenen Bereichen sind definiert worden und mittels Informationen, Aktionen und Förderbeiträgen wird zudem versucht, die Umsetzung von Klimaschutzmassnahmen von der Theorie in die Praxis zu erleichtern (Kanton Basel-Stadt, 2019a).

Mit dem Förderprogramm «2000-Watt-Gesellschaft – Pilotregion Basel» betrieb der Kanton Basel-Stadt von 2001 bis 2018 ein Praxislabor der Nachhaltigkeitsforschung und es wurden zahlreiche weitere Projekte im Bereich Gebäude, Infrastruktur, Arealplanung und Mobilität umgesetzt. Verwaltung, Forschung und Wirtschaft arbeiteten eng zusammen und stellten Studienergebnisse und Massnahmenkonzepte der Öffentlichkeit für die Weiterentwicklung zur Verfügung (Kanton Basel-Stadt, 2019). Partner aus Wissenschaft und Forschung begleiteten und unterstützten von Anfang an die Entwicklung und Umsetzung der Pilotprojekte, während das Amt für Umwelt und Energie des Kantons die Aktivitäten koordinierte. Die Finanzierung der Projekte wurde durch Rahmenkredite, die der Grosse Rat gesprochen hatte, sichergestellt. Im Bereich Elektromobilität wurde der Fokus vor allem auf zwei Hauptthemen gelegt:

- Testbetrieb der Alternativen zu Verbrennungsmotoren (Gas-, Wasserstoff- und E-Fahrzeuge) in Flotten von Verwaltung und Firmen sowie für private Sharing-Angebote
- Testen und Aufbau von Ladeinfrastruktur (Auswahl geeigneter öffentlicher Standorte, Aufbau Schnellladestationen, Analyse Nutzerverhalten, Auswirkungen auf die Netzinfrastruktur)

Gleichzeitig wurde in verschiedenen Pilotprojekten im Bereich Arealentwicklung insbesondere mit Blick auf die Ziele der 2000-Watt-Areale und soziale Nachhaltigkeit sowie auch im Bereich der Energieeffizienz von Gebäuden geforscht. Eines der Pilotprojekte beispielsweise verwendete ausgediente Batterien von Elektrofahrzeugen (sogenannte 2nd-Life-Batteriespeicher) stationär, um solaren Strom in Gebäuden zwischenspeichern zu können. Um die Potenziale der einzelnen Bereiche ideal zu nutzen, ist deren Integration im Rahmen der vorerwähnten Sektorkopplung von besonderem Interesse. Diese wurde aber bisher nicht explizit von Projekten in der Pilotregion untersucht.

2.3 Ziele des Projekts

Das ZHAW INE und novatlantis setzen im Rahmen der «Pilotregion Basel» das Projekt OKEE (Optimierung der Kopplung zwischen Elektrofahrzeugen und (Gebäude-)Energiemanagementsystemen) mit weiteren Praxispartnern um. Ziel ist es, eine gesamtheitliche Lösung für die Integration von Elektrofahrzeugen (EVs) in das (Gebäude-)Energiesystem zu finden, welche in Basel in einem Pilotprojekt umsetzbar ist. Durch das Projekt sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Wie können EVs in das Gebäude- bzw. Arealenergiemanagementsystem und zur Optimierung des Eigenverbrauchs eingesetzt werden?
- Wie können wichtige Stakeholder mit sich ergänzenden Kompetenzen wie Arealbetreiber, Mobilitätslösungsanbieter oder Energieversorger zusammenarbeiten, um EV-Integrationslösungen bereitzustellen?
- Welche Umsetzungsbarrieren treten auf und wie können diese gelöst werden?

3 Ablauf und Organisation

Neben der Analyse von internationalen EV-Integrationsprojekten und der Identifizierung von möglichen technischen und organisatorischen Lösungen stand der Aufbau und die Umsetzung eines konkreten Pilotprojektes in Basel im Fokus. Ein mögliches Gebäude oder Areal sowie mögliche weitere Projektpartner standen zu Beginn nicht fest und mussten im Verlauf des Projekts gefunden werden. EV-Integrationskonzept, das Pilotareal und das Projektkonsortium waren daher Ergebnisse der ersten Phase des Projektes. Die technische Umsetzung des Eigenverbrauch-E-Car-sharing-Systems stellt das Ergebnis der zweiten Phase dar. Das gesamte Projekt lief von März 2017 bis Juli 2019.

3.1 Projektphasen

3.1.1 Erste Phase

In der ersten Projektphase war vor allem die ZHAW INE im Lead mit Unterstützung durch die novatlantis, und es standen folgende Schritte an:

1. Identifizieren eines geeigneten Gebäudes oder Areals in Basel
2. Studie internationaler Fallbeispiele im Bereich EV-Integration
3. Recherchen zu geeigneten Technologien und Lieferanten
4. Identifizierung möglicher weiterer Umsetzungspartner in der Schweiz

Für die Identifizierung eines Umsetzungsobjekts wurden Datenbanken (z. B. Wohnbaugenossenschaften, BFE KEV-Datenbank) ausgewertet, geeignete Partner angeschrieben und zudem Gespräche mit dem lokalen Energieversorger geführt. Für die Projektschritte 2–3 wurde eine umfangreiche Literaturrecherche mit Experteninterviews und Gesprächen mit potenziellen Lieferanten verbunden. Dabei wurden vor allem Experten und Technologielieferanten von

Pilotprojekten in den Niederlanden befragt, um Integrationskonzepte, Entwicklungsstand der Technologie (Ladestationen, EV), Herausforderungen und «best practices» bei der Umsetzung von Pilotprojekten herauszufinden. Ergebnisse der ersten Phase waren:

- Die Identifizierung des Areals Erlenmatt Ost und Abschluss von Projektverträgen mit der Stiftung Habitat und der ADEV
- Fokus auf das V2X Konzept, d. h. die bidirektionale Nutzung der EV-Batterien für die Optimierung von Gebäuden oder Arealen
- Identifizierung der Firma EVTEC als möglicher Lieferant für bidirektionale Ladestationen
- Fokus auf japanische Autohersteller und den CHAdeMo-Ladestandard

3.1.2 Zweite Phase

In der zweiten Phase stand die Entwicklung und Umsetzung einer spezifischen EV-Integrationslösung für Erlenmatt Ost an. Daher wurden Rahmenbedingungen, Technologien und Bedürfnisse im Areal analysiert sowie die Suche nach weiteren Projektpartnern vorangetrieben. Da das Areal schon mit einem Microgrid und als Eigenverbrauchsgemeinschaft (EVG, heute ZEV genannt) betrieben wurde, präferierten alle Projektbeteiligten die Umsetzung einer E-Car-sharing-Lösung mit Einsatz der EVs für die Optimierung der Eigenverbrauchsgemeinschaft. Folgende Schritte standen an:

- Befragung der Bewohner(-innen) (Abfrage grundsätzliches Interesse, Bedürfnisse und Präferenzen bei EV-Modellen)
- Entwicklung eines groben Projektplans für das Pilotprojekt Erlenmatt Ost mit Finanzierungsplan für 2 EVs, 2 Ladestationen und 2 Parkplätze im Areal
- Identifizierung SEC als Partner für die Umsetzung der Arealregelung und der technischen Einbindung der Ladestationen
- Abklärung der Kompatibilität zwischen EVTEC-Ladestationen, EVs (Nissan Leafs) und der Softwarelösung für die Einbindung der Ladestationen
- Identifizieren einer geeigneten Carsharing-Plattform (Buchungs- und Abrechnungssystem)
- Abschliessen von Kauf- und Lieferverträgen für EVs, Ladestationen und Carsharing-Plattform
- Anpassung der Software für die Steuerung der Ladestationen und der gesamten Arealregelung
- Installation der Ladestationen und Inbetriebnahme der Carsharing-Plattform und der Arealregelung
- Durchführung von Informations- und Einführungsveranstaltungen für die Nutzer(-innen) im Areal

3.2 Projektkonsortium und Aufgaben

Das Projektkonsortium, das zu Beginn aus ZHAW INE und der novatlantis bestand, wurde im Projektverlauf sukzessive erweitert und umfasste schlussendlich die folgenden Partner:

- AUE Kanton Basel-Stadt: Auftraggeber und Finanzierung des Projektes.
- novatlantis: novatlantis erbringt Dienstleistungen und bearbeitet Forschungsprojekte an der Nahtstelle zwischen Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft und hatte folgende Aufgaben im Projekt: Projektinitiierung, Identifizierung des Areals, Kommunikation, Einbindung in die Pilotregion Basel, Projektreporting, und Organisation der Projektmeetings.
- ZHAW INE: Das Institut führt angewandte Forschungsprojekte an der Schnittstelle von Energie- und Mobilitätsforschung durch und hatte folgende Aufgaben im Projekt: Entwicklung eines groben Projektplans, internationale Fallstudien und Identifizierung von EV-Integrationskonzepten und vorhandenen V2X-Technologien, Identifizierung des Areals, Befragung der Bewohner(-innen), Identifizierung geeigneter Lieferanten und Partner für die technische Umsetzung, Identifizierung einer geeigneten Carsharing-Plattform (Buchungs- und Abrechnungssystem) und Organisation der Projektmeetings.
- ADEV: Die Genossenschaft ist einer der führenden Pioniere im Bereich von dezentralen, erneuerbaren Energieproduktionsanlagen wie Photovoltaik, Windenergie oder Wasserkraft in der Schweiz. Zudem ist die Genossenschaft als Energie- und Wärmecontractor im Markt für Areale und Eigenverbrauchsgemeinschaften tätig und hatte folgende Aufgaben im Projekt: Betreiber des Eigenverbrauch-E-Carsharing-Systems, Co-Finanzierung der EVs und Parkplätze, Abschliessen von Kauf- und Lieferverträgen für EVs, Ladestationen und Carsharing-Plattform, Installation der Ladestationen und Inbetriebnahme der Carsharing-Plattform sowie der Arealregelung zusammen mit SEC.
- SEC: Entstand durch eine Ausgründung aus der FHNW und hat durch verschiedene Pilotprojekte Kompetenzen in der Softwareentwicklung von Regelungslösungen für die Eigenverbrauchsoptimierung von Arealen entwickelt. SEC hatte folgende Rolle im Projekt: Abklärung der Kompatibilität zwischen Ladestationen, EVs und der Softwarelösung für die Arealregelung, Entwicklung der Software für die Steuerung der Ladestationen und der gesamten Arealregelung sowie Inbetriebnahme Arealregelung.
- Stiftung Habitat: Die Stiftung besitzt das Areal, hat sich zu nachhaltiger Entwicklung verpflichtet und unterstützt die Stadtentwicklung in Basel. Im Projekt hatte sie folgende Aufgaben: Co-Finanzierung der EVs und Parkplätze, Kommunikation und Vermittlung von Kontakten zu den Bewohner(-innen) und Vermieter(-innen) der Gebäude im Areal.

3.3 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Während des gesamten Projektes wurden unter dem Lead von novatlantis verschiedene Kommunikationsmassnahmen durchgeführt. Zum einen wurden die Bewohner(-innen) auf dem Areal über das neue Angebot informiert und für das Carsharing sensibilisiert, zum anderen wurde das Pilotprojekt mit seinem einzigartigen Konzept der interessierten Öffentlichkeit und einem Fachpublikum bekannt gemacht. Nebst dem Internetauftritt des Areals, der ADEV

und weiteren Partnern des Projektkonsortiums wurde in verschiedenen Medien über OKEE berichtet (vgl. auch Abbildung 1). Eine Auswahl davon umfasst (novatlantis, 2019):

- [Studiengruppe Energieperspektiven](#): Referat Anna Roschewitz zu innovativem Umsetzungsprojekt OKEE (8/2018)
- [Elektroautos verbinden Solarstrom und Gebäudeenergie in Erlenmatt Ost](#): Medienmitteilung (9/2018)
- [OKEE Kurzpräsentation](#): Referat Anna Roschewitz am 20. Brenet Status-Seminar 2018 (9/2018)
- [Heizen, kochen, Auto fahren...](#) Zweiseitiger OKEE-Projektbericht im VCS-Magazin 4/2018 (10/2018)
- [Neues e-Auto-Konzept in Erlenmatt Ost](#): Filmbeitrag von TeleBasel (11/2018)
- [Geteilte E-Mobilität](#): Vierseitiger Artikel in TEC21 – Schweizerische Bauzeitung – Nr. 45 (11/2018)
- [Strom zum Kochen und zum Autofahren](#): Zweiseitiger Artikel in der Auto-Umweltliste 2019 (3/2019)
- [Energie-Speicherung in Arealen am Beispiel Erlenmatt Ost](#): Referat Andreas Appenzeller am Forum Energiespeicher Schweiz von aeesuisse (4/2019)
- [Wie das Stromnetz Elektroautos verkraftet](#): Artikel in NZZ, Forschung und Technik, 7. Juni 2019, S. 53 (6/2019)
- [E-Carsharing in das Energiemanagementsystem eines Areals integrieren: Erkenntnisse aus einem innovativen Umsetzungsprojekt](#): Referat Anna Roschewitz in der Mobilitätsarena Bern, 18.9.2019
- [E-Auto kann mehr als fahren](#): Kurz-Bericht über das OKEE-Projekt in «Adieu Erdöl: Die Energiezukunft ist erneuerbar». vcö-magazin 2019-03. Seite 6f
- [Sektorkopplung und V2X im Basler Areal Erlenmatt Ost](#): Fachveranstaltung am 21.10.2019

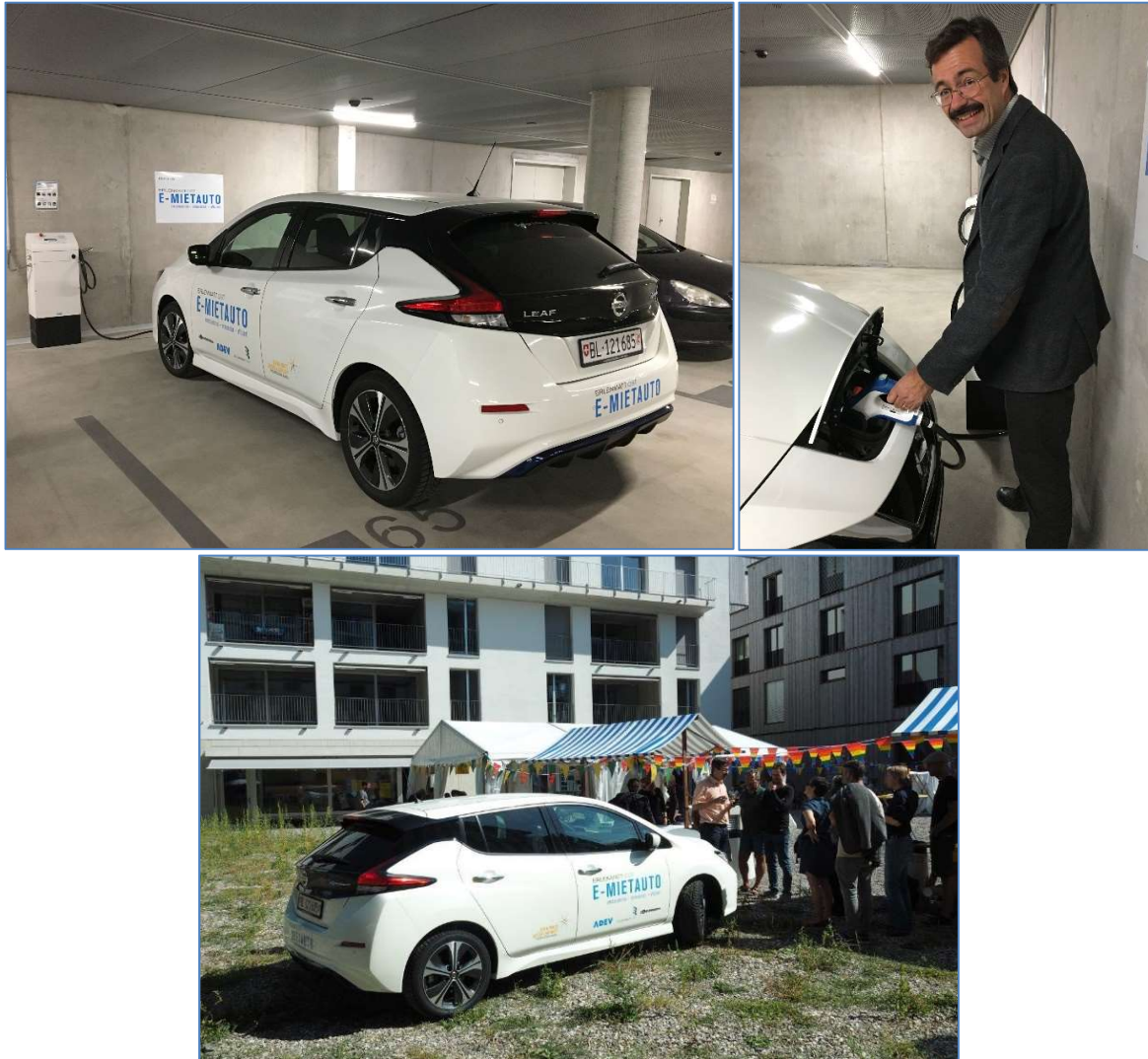


Abbildung 1: Beispielfotos aus der Öffentlichkeitsarbeit; Quelle: novatlantis, ADEV

4 Ausgangslage im Pilotprojektareal

4.1 *Bauliche Situation*

Erlenmatt Ost umfasst ca. 22'000 m², was etwa ein Drittel des gesamten Erlenmatt-Areals ausmacht. Die Stiftung Habitat kaufte das mit Ausnahme eines leerstehenden Silos unbebaute Land im Jahr 2010. Die Stiftung teilte in der Folge das Gebiet in 13 unabhängige Parzellen, erarbeitete Arealentwicklungskonzepte, Nutzungs- und Baurichtlinien und gab den Boden entweder im Baurecht ab oder trat selbst als Bauherrin auf. Der Bau erfolgt dann etappenweise, wobei im Mai 2017 das erste Haus bezogen wurde und die letzte Bauetappe für die drei nördlichsten Parzellen (6, 12, 13; siehe Arealplan) im Jahr 2023 gestartet werden soll. 2018 waren dabei schon über die Hälfte der Einheiten (Wohnungen, Büroräume und weitere Nutzung; siehe Abbildung 2) bereits bezogen und in Betrieb.

Baustein	Nutzung	Bauherrschaft
1	Betreutes Wohnen und Arbeiten, Kindertagesstätte, Wohnungen und Büroräume	Stiftung Habitat Abilia, wohnen begleiten leben Kinderkrippen Bläsistift
2	Mietwohnungen, öffentlicher Kindergarten und Gewerberäume	Stiftung Habitat Erziehungsdepartement, BS
3	Wohnraum für Studierende in Wohngemeinschaften, Atelierwohnungen und Gewerberäume	Stiftung Habitat Betreiberin: WoVe (Verein für Studentisches Wohnen)
4	Sanierung und Umnutzung des ehemaligen BLG-Silos	Stiftung Habitat
5	Wohnatelierhaus für Kunstschaffende	Coopérative d'ateliers, BS
7	Genossenschaftswohnungen mit 1.5 bis 5.5 Zimmern	Baugemeinschaft Erlenflex, BS
8	Mietwohnungen mit 2.5 bis 5.5 Zimmern	SOWAG AG für sozialen Wohnungsbau, BS
9	Genossenschaftswohnungen mit 1.5 bis 8.5 Zimmern, Mietwohnungen,	Zimmerfrei Wohngenossenschaft Basel
10	Atelierwohnungen, Gewerbe, Dienstleistungen und Basis Mobile Basel	Stiftung Abendrot, BS Die nachhaltige Pensionskasse
11	Mietwohnungen, Atelierwohnungen, Gewerbe, Dienstleistungen und Mobile Basel	Stiftung Abendrot, BS Die nachhaltige Pensionskasse
EH	Unterirdische Einstellhalle mit Energiezentrale	Stiftung Habitat
EZ	Ausbau Energiezentrale /Arealnetz Heizung und Strom	ADEV Energiegenossenschaft, BL

Abbildung 2: Arealplan und Bausteine Erlenmatt Ost; Quelle: Stiftung Habitat, eigene Darstellung

4.2 Nachhaltigkeitskonzept

Die Stiftung Habitat setzte sich das Ziel, Erlenmatt Ost zu einem Vorbild für eine sozial und ökologisch nachhaltige Arealentwicklung zu machen. Daher wurde im Jahr 2013 ein arealspezifisches, umfassendes Nachhaltigkeitskonzept erarbeitet. Nachhaltigkeit wurde darin in Form von detaillierten Kriterien für das Areal aufgelistet, wodurch die übergeordneten Vorgaben, wie z. B. Suffizienz oder effizientes Bauen konkretisiert wurden. Die Umsetzung ist für alle Parzellen (Bausteine) verbindlich. Wirtschaftliche, ökologische und soziale Aspekte werden gleichrangig berücksichtigt, wobei das Erkennen und Aushandeln von Zielkonflikten Teil des Lern- und Entscheidungsprozesses ist. Das Nachhaltigkeitskonzept dient als Planungshilfe. In vielen Fällen wurde es der Bauherrschaft überlassen, wie sie die Kriterien umsetzten, um möglichst innovative Lösungen anzuregen (Zimraum, n.d.). Einige der Auflagen, welche die Stiftung Habitat den Bauparteien machte, sind beispielsweise: Eine Person darf nicht mehr als 45 Quadratmeter Energiebezugsfläche (inklusive Treppenhaus) belegen, mindestens zehn Prozent der Wohnungen müssen einen sozialen Zweck haben, und auf zehn Wohnungen gibt es nur einen Autoparkplatz, dafür einen Veloabstellplatz pro Zimmer.

Seit 2014 werden jährlich die aktuellen Erkenntnisse und Entwicklungen im Zusammenhang mit der Umsetzung des Nachhaltigkeitskonzepts in einem Jahresbericht festgehalten. Diese Berichte dienen allen Beteiligten und Interessierten dazu, systematisch zurückzuschauen und für den anstehenden Prozess oder auch für andere Projekte zu lernen. Die Jahresberichte sind Teil des *Pilot- und Demonstrationsprojektes (P+D) Erlenmatt Ost – Nachhaltig*, welches im Auftrag der Stiftung Habitat und des Amtes für Umwelt und Energie durchgeführt wird. Nach Bezug der ersten Gebäude erstellte das Statistische Amt des Kantons Basel-Stadt 2016 zudem ein Monitoring (Gräf & Schelbert, 2016) mit verschiedenen Kennzahlen aus den Bereichen Sozioökonomik, Wohnungsmix und Energie und verglich das Areal Erlenmatt-Schorenstadt mit der Nachbarschaft.

4.3 Eigenverbrauchsgemeinschaft und Microgrid

Gemeinhin wird eine Eigenverbrauchsgemeinschaft (EVG; heute als ZEV bezeichnet) als die kleinste Netzebene betrachtet. Dies bedeutet, dass sie ihren Verbrauch möglichst gut selbst steuern und genügend eigenen Strom dafür produzieren soll. Geregelt ist diese Gemeinschaftsform im Anfang des Jahres 2018 in Kraft getretenen Energiegesetz (EnG) in Art. 16-18. Dabei gelten für die EVG dieselben Bestimmungen im Umgang mit den Mietern (Strombezügern) wie für die Elektrizitätswerke (Strommessung, Kostenberechnung, Abrechnung über Nebenkosten). Für die Strombezüger dürfen dabei keine Mehrkosten gegenüber einem vergleichbaren externen Stromprodukt anfallen.

Das neu erbaute Areal Erlenmatt Ost bildet eine EVG über alle Bausteine hinweg. Die Teilnahme an der EVG wird für alle Bewohnenden des Areals via Mietvertrag geregelt. Das Areal enthält erstens ein Wärmenetz, bestehend aus einer Heizzentrale mit Wärmepumpe, Niedertemperaturnetz (40 °C), und in den einzelnen Bausteinen jeweils geregelte Übergabestationen, Warmwasser-Wärmepumpen sowie Flächenheizungen. Mit einer gesamten Wärmeleistung von 0.9 MW und 5 Speichern von je 14 m³ können alle Gebäude versorgt werden. Zweitens enthält das Areal auch ein Stromeigenverbrauchsnetz mit einem zentralen Anschluss an das Mittelspannungsnetz der IWB (Industrielle Werke Basel). Auf den 13 Gebäuden ist zudem jeweils eine PV-Anlage angebracht, welche zusammen 700 MWh produzieren. Damit kann ein Eigenverbrauch von ca. 65 % erreicht werden (alle Angaben Stand 2018).

Die genannte Strom- und Heizinfrastruktur innerhalb des Areals ist im Besitz der ADEV, welche in der Rolle des Energiecontractors auch für deren Betrieb, Wartung und Abrechnung zuständig ist. Dies bedeutet, dass die ADEV auf der einen Seite einen Vertrag mit den IWB (Anschluss Mittelspannungsnetz) hat und auf der anderen Seite auch mit allen Mietern eine vertragliche Verpflichtung eingeht. ADEV ist damit zuständig für die Versorgung und Abrechnung gegenüber den Mietern und betreibt daher auch das Messwesen und die Stromzähler für die einzelnen Mieterparteien. Über das Contractingmodell, die Produktion und den Vertrieb der Energiedienstleistungen ist die ADEV in der Lage, das bestehende System zu optimieren. Ziel ist es, den Eigenverbrauch des produzierten Stroms weiter zu steigern. Dazu werden die installierten thermischen Speicher durch eine intelligente Steuerung bei Photovoltaiküberproduktion über die Wärmepumpen gefüllt.

4.4 Bewohner(-innen)

Ende 2015 lebten im Perimeter Erlenmatt & Schorenstadt 1327 Personen (Gräf & Schelbert, 2016). Im Vergleich zum restlichen Basel war der Altersdurchschnitt im Areal eher niedriger, was zum einen mit der Attraktivität des Areals für Familien zu tun hat und auf der anderen Seite damit zu begründen ist, dass ältere Menschen seltener umziehen und daher auf dem neu gebauten Areal noch untervertreten sind. Der Ausländeranteil lag 2017 mit 30–40 % unter dem städtischen Durchschnitt (Areal Erlenmatt Ost, 2018).

4.5 Resümee Ausgangslage Areal

Die Analyse der bisherigen Pilotprojekte im Bereich V2X in der Schweiz und auch international zeigten auf, dass sich die Forschungsaktivitäten vor allem auf Eigenverbrauchslösungen für Einfamilienhäuser konzentrierten. Im Bereich V2X für grössere Wohnhäuser/Areale wurden noch fast keine Erfahrungen gesammelt. Gleichzeitig wurde mit Erlenmatt Ost ein geeignetes Areal für ein Pilotprojekt gefunden, da die durch die Stiftung Habitat formulierten Ziele (2000-Watt-Areal, Nachhaltigkeitskonzept, Notwendigkeit von nachhaltigen Formen der Mobilität) und die bereits bestehende Infrastruktur (Microgrid, EVG, Arealregelung) ideale Voraussetzungen boten. Auf dieser Grundlage wurden die zu implementierenden Lösungen gemeinsam mit allen involvierten Akteuren bestimmt, welche im nachfolgenden Kapitel im Detail vorgestellt werden.

5 Bestandteile des eigenverbrauchsoptimierten E-Carsharing-Systems

Die zu implementierende Lösung wurde schrittweise erarbeitet, wobei die im Kapitel 2.3 formulierten Forschungsfragen als Zielvorgaben und Leitlinien dienten. Im Rahmen mehrerer Meetings mit den bereits involvierten Projektpartnern (ADEV, Stiftung Habitat, novatlantis und ZHAW INE) wurde die Idee entwickelt, EVs im Rahmen eines E-Carsharing-Systems für die Bewohner(-innen) bereitzustellen und die dann im Betrieb vorhandenen Batteriekapazitäten für eine weitere Optimierung des Eigenverbrauchs des lokal produzierten Photovoltaikstroms zu nutzen bzw. durch ein optimiertes Lastmanagement Netzentgelte für die ADEV zu vermeiden. Dieses sogenannte «eigenverbrauchsoptimierte E-Carsharing-System» (V2Microgrid) versprach, die anvisierte Sektorkopplung in einem neuen Setting umzusetzen und gleichzeitig ein innovatives Angebot für die Bewohnenden anzubieten. Dabei musste aber vorgängig sichergestellt sein, dass das Angebot auch einem tatsächlichen Bedürfnis entsprach, weshalb zunächst eine Umfrage unter den Bewohner(-innen) auf dem Areal durchgeführt wurde.

5.1 Nutzer(-innen) des E-Carsharing-Systems

Das ZHAW INE befragte 2018 die 118 Bewohner(-innen) der damals bereits bezogenen Bausteine 1, 7, 8 und 9 zu ihren Bedürfnissen hinsichtlich eines möglichen E-Carsharing-Systems (Shala, 2018). Ziel der Befragung war es, das Interesse und die Nachfrage nach einer solchen Lösung sowie auch die konkreten Anforderungen und Bedürfnisse in Bezug auf Autos und Buchungsplattform zu klären.

Mit einer Rücklaufquote von 60 % (N=71) stiess die Thematik grundsätzlich auf hohes Interesse bei den Bewohner(-innen) auf dem Areal (siehe Abbildung 3). Unter den Antwortenden waren die Frauen (60 %) und Personen mit einem tertiären Bildungsabschluss (45 %) tendenziell übervertreten. Nach ihren Mobilitätsgewohnheiten befragt, zeigten die Bewohner(-innen) eine deutliche Tendenz zu öffentlichen Verkehrsmitteln / Velo. Vergleichsweise wenige Haushalte waren im Besitz eines Autos. Dementsprechend waren mehr als 80 % der Antwortenden klar oder tendenziell interessiert, ein E-Carsharing-System zu nutzen. Nur 13 Befragte hatten eher kein Interesse.

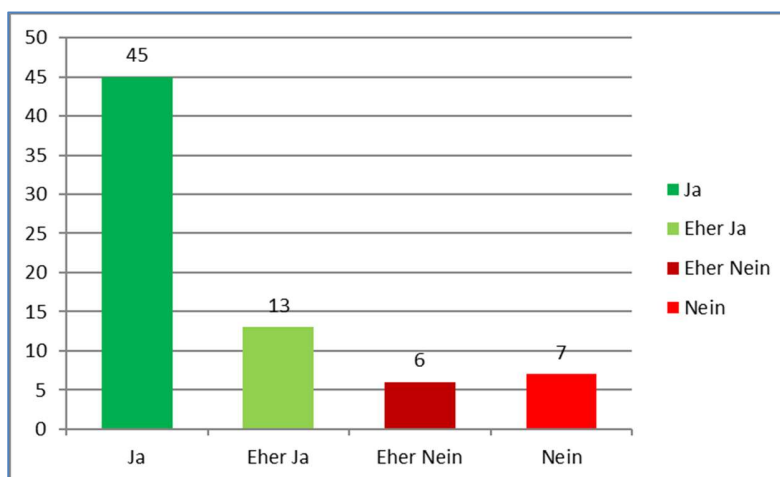


Abbildung 3: Interesse der Bewohner(-innen), ein E-Carsharing-System zu nutzen (N=71)

Nach der Häufigkeit der erwarteten Nutzung des Angebots befragt, gab die Mehrheit an, einmal im Monat das E-Mietauto zu benutzen. 15 Personen konnten sich vorstellen, das Auto einmal in der Woche oder häufiger zu nutzen (vgl. Abbildung 4).

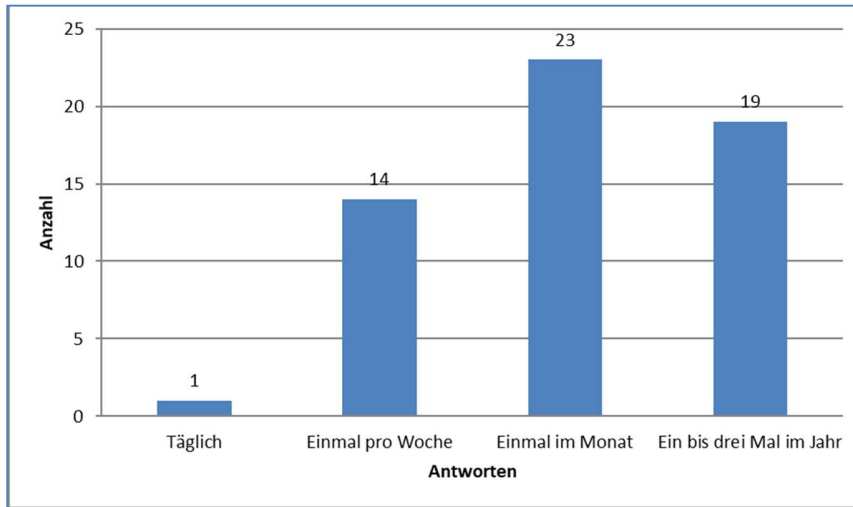


Abbildung 4: Häufigkeit der Nutzung des E-Carsharing-Systems

In Bezug auf die anzuschaffenden EVs äusserten die Teilnehmer eine Präferenz für Fahrzeuge unterschiedlicher Grösse und Kapazität, sodass für verschiedene Verwendungszwecke jeweils eine passende Option verfügbar ist. Daher gaben 65 % der interessierten Antwortenden an, dass sie bei den anzuschaffenden EVs eine Kombination aus einem 7-Sitzer und einer Limousine präferieren. Als mögliche Verwendungszwecke wurden hauptsächlich Gruppenfahrten oder kleine Einkaufsfahrten angegeben, die vor allem auch für die Gewerbetreibenden auf dem Areal interessant wären. Des Weiteren wurde erhoben, unter welchen Bedingungen das E-Carsharing-System attraktiv für die Bewohnenden wäre. Dabei wurden sechs mögliche Anforderungen an das Carsharing formuliert und auf einer Skala von 0=gar nicht zutreffend bis 5= völlig zutreffend durch die Teilnehmer bewertet. Die Bedingungen (1–6) an das E-Carsharing-System lauteten:

- 1 Einfache Reservierung, Buchung und Abrechnung über eine App.
- 2 Einfache Reservierung, Buchung und Abrechnung über eine Internetseite.
- 3 Wenn gewährleistet ist, dass bei jeder Reservierung eine Reichweite (Batterieladung) von mind. 100 Kilometern bereitsteht.
- 4 Wenn die Elektroautos durch lokalen Solarstrom beladen werden und darum wenig CO₂ ausstossen.
- 5 Wenn der Mietpreis nicht teurer ist als bei einem konventionellen Mobility Carsharing-Angebot.
- 6 Wenn es keine Mitgliedsbeiträge gibt oder sonstige fixe Kosten anfallen.

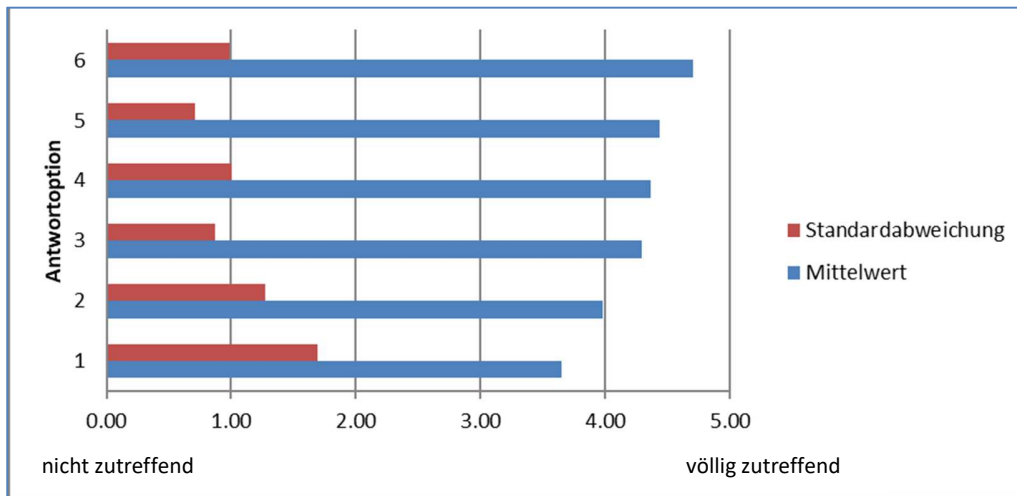


Abbildung 5: Gewichtung verschiedener Bedingungen für ein attraktives E-Carsharing-System

Die wichtigsten Bedingungen für die Teilnehmer bezogen sich auf die Kosten (siehe Abbildung 5). Eine nutzungsba-
 sierte (6) und im Vergleich zu anderen Sharing-Angeboten günstige (5) Bepreisung erhielten am meisten Zustimmung,
 dicht gefolgt vom Nachhaltigkeitsaspekt (4) und der garantierten Reichweite von 100 Kilometern bei Fahrtbeginn (3).
 Zudem machten die Antwortenden noch weitere Vorschläge und Anmerkungen zur Ausgestaltung eines attraktiven
 E-Carsharing-Systems (siehe Abbildung 6).

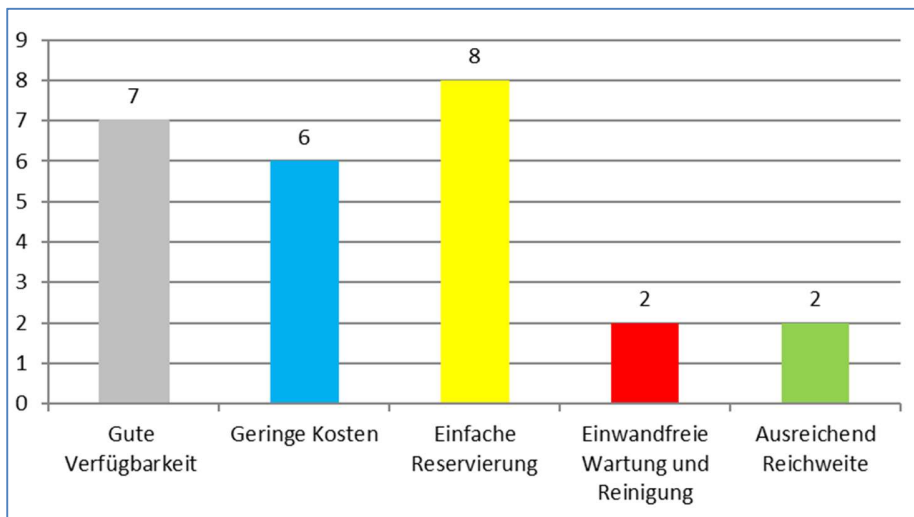


Abbildung 6: Zusätzliche Anforderungen an ein E-Carsharing-System

Die Umfrage zeigte auf, dass ein grundsätzliches Interesse an einem E-Carsharing-System unter den aktuellen
 Bewohner(-innen) in Erlenmatt Ost besteht. Laut der Mobility-Genossenschaft sollte ein Grundbedarf von mindes-
 tens 150 Wohnungen oder 40 aktiven Nutzer(-innen) bestehen, damit ein Auto im Carsharing wirtschaftlich betrieben
 werden kann. Aufgrund der Ergebnisse der Umfrage (71 interessierte Nutzer) und der Annahme, dass sich das Areal

im Ausbau befindet und in den nächsten Monaten noch einige Bewohner(-innen) zuziehen, wurde daher vom Projektkonsortium entschieden, einen 7-Sitzer und eine Limousine anzuschaffen und ein Carsharing im Areal zu betreiben.

5.2 Buchungplattform und Applikation

Bei der Umsetzung der Lösung musste zunächst ein passendes Carsharing-System gefunden werden. Die entsprechende Plattform wird benötigt, damit Buchungen vorgenommen und nach der Fahrt die korrekten Abrechnungen für die einzelnen Nutzer(-innen) erstellt werden können (gefahrte Distanz, Start- und Endzeitpunkte der Benutzung). Für das Projekt war es wichtig, dass alle Daten rund um die Buchung und Benutzung der einzelnen Fahrzeuge genau ausgewertet werden konnten. Deshalb konnte keine bestehende Carsharing-Plattform eines kommerziellen Anbieters direkt übernommen werden, da diese die Daten der gesamten Flotte aggregieren, sodass eine exakte Auswertung für das Areal nicht in allen Punkten möglich gewesen wäre. Auf der anderen Seite wollte man auch vermeiden, eine komplett neue Lösung entwickeln zu müssen, da dies zu aufwändig und nicht verhältnismässig gewesen wäre. Schlussendlich wurde eine sogenannte «White Label Lösung» in Kooperation mit Sponti-Car GmbH ausgewählt. Sponti-Car bietet eigentlich Komplettlösungen für die Einführung von EVs für Gemeinden an. Sie organisieren die Registrierung und Abrechnung der Nutzer, warten die Buchungplattform und verwalten die Fahrzeuge. Für das Pilotprojekt Erlenmatt Ost wurde die Lösung aber soweit angepasst, dass sie nicht mehr unter dem Angebot der Sponti-Car geführt wird (kein Branding; «White Label»), sondern ein komplett neuer Kunde eröffnet wurde. Dies erlaubte eine saubere Auswertung aller Daten während gleichzeitig die technische Lösung der bestehenden Plattform weitgehend genutzt werden konnte. Diese Plattform wiederum wird im Hintergrund durch die IBIOLIA Mobility Solutions GmbH als Softwareprovider zur Verfügung gestellt. Für das Projekt wurde die White Label Lösung (AGBs, Verträge, Design und Logo) als auch die Plattform und die mobile Benutzerapplikation gemeinsam mit Sponti-Car angepasst (Name ADEV E-Mietauto). Im Frontend besteht das Buchungssystem aus den folgenden Elementen:

- Online Plattform, abrufbar unter www.adev.ch/e-mietauto
- Mobile App «ADEV – E-Mietauto» für iOS und Android
- RFID-Karte (personalisiert), welche einmalig ausgestellt wird und als «Schlüssel» für das Fahrzeug dient. Alternativ kann das Auto auch mit der App über Bluetooth geöffnet werden.
- Schliessmechanismus im Auto (kleine Box mit RFID-Kartenleser hinter Frontscheibe)

Die Nutzer(-innen) müssen sich vor der ersten Fahrt einmalig auf der Homepage registrieren. Anschliessend wird ein Account eröffnet und die RFID-Karte ausgestellt. Die Buchungplattform ist sehr einfach zu bedienen. Die Nutzer(-innen) wählen den Zeitraum, das gewünschte Auto und die geplante Strecke (ungefähre Angabe) und bestätigen die Reservation. Die Buchungplattform blockt anschliessend automatisch zwischen 15–30 Minuten unmittelbar vor der Buchung, um sicherzustellen, dass die Batterie vollgeladen werden kann. Die genaue Ladezeit ist abhängig

von der Dauer und der geplanten Distanz für die Buchung. Sobald das Fahrzeug zurückgegeben und wieder abgeschlossen ist, wird eine Abrechnung für die Fahrt erstellt. Die Nutzungskosten setzen sich aus zwei Elementen zusammen: Nutzungsdauer und gefahrene Distanz (in Kilometern), wie die untenstehende Abbildung 7 veranschaulicht. Weitere Details zu den beiden angeschafften Fahrzeugtypen werden im nachfolgenden Abschnitt behandelt.

Nutzungsgebühren (inkl. MwSt.)		
Die Gesamtkosten ergeben sich aus der Nutzungsdauer in Stunden und der gefahrenen Distanz in Kilometer.		
	Kosten pro Stunde	Kosten pro km
Nissan Leaf	8 CHF/h	40 Rp./km
Nissan E-NV 200	8 CHF/h	50 Rp./km

Abbildung 7: Nutzungskosten E-Mietfahrzeug; Quelle: ADEV

Um das Angebot bekannt zu machen und die Bewohner(-innen) zu einer Testfahrt zu animieren, wurde anfänglich ein Rabatt von 30 % auf die normalen Nutzungsgebühren gewährt.

5.3 EVs und Ladestationen

Aufgrund der Resultate der Befragung unter den Bewohner(-innen) des Areals Erlenmatt Ost wurde Ende 2018 je ein Nissan Leaf und ein Nissan E-NV 200 angeschafft. Der Nissan Leaf war zum Zeitpunkt der Beschaffung das meistverkaufte Elektrofahrzeug der Welt und der Hersteller Nissan insgesamt führend im Bereich bidirektionale Ladetechnologie.

Die technischen Spezifikationen der beiden Fahrzeuge lauten wie folgt:



<p>Nissan Leaf N-Connecta:</p> <ul style="list-style-type: none">• 40 kWh Batteriekapazität• Reichweite ca. 250 km (nach NEFZ)• CHAdeMO-Schnellladeanschluss¹• V2G-Ready• Ladung mit Gleichstrom bis 50 kW Entladung mit 10 kW möglich	 A white Nissan Leaf N-Connecta electric car parked in a garage. The car has 'ERLEBNISSTAG E-MIETAUTO' and 'ADEV' branding on its side.
<p>Nissan e-NV200 Kombi Elektro Evalia:</p> <ul style="list-style-type: none">• 40 kWh Batteriekapazität• Reichweite ca. 170 km (nach NEFZ)• CHAdeMO-Schnellladeanschluss• V2G-Ready• Ladung mit Gleichstrom bis 50 kW / Entladung mit 10 kW möglich	 A white Nissan e-NV200 Kombi Elektro Evalia electric van parked in a garage. The van has 'ERLEBNISSTAG E-MIETAUTO' and 'ADEV' branding on its side.

Abbildung 8: Technische Spezifikationen E-Fahrzeuge

Bei der Auswahl der geeigneten Ladestationen lag der Fokus auf folgenden Kriterien:

- Bidirektional ladefähig
- Lade- resp. Entladeleistung (min. 20 kW / 10 kW)
- Kompatibilität mit den ausgewählten Fahrzeugen
- Steuerbarkeit durch den Arealmanager von SEC
- Lokale Lieferanten

Da die Ladetechnologie für den Bereich V2G noch nicht etabliert war, standen nur Prototypen oder in Kleinserien produzierte Modelle von verschiedenen Anbietern zur Auswahl (GE, EVTEC, ENEL). Diese waren verhältnismässig teuer und hatten mehrheitlich noch mit technischen Problemen zu kämpfen. Durch verschiedene Pilotprojekte – wie auch OKEE – wird diese Ladetechnologie jedoch laufend weiter verbessert. Mit den auf 22 kW aufgerüsteten coffee&charge bidirektionalen Ladestationen von EVTEC (siehe Abbildung 9) konnte ein Angebot installiert werden, welches alle oben aufgeführten Kriterien erfüllte. Die Ladestationen wurden von EVTEC installiert und in Betrieb genommen. Die Fahrzeuge und die Parkplätze mit den Ladestationen befinden



Abbildung 9: EVTEC-Ladestation

¹ CHAdeMo kann von *CHArge de MOve* oder auch vom japanischen «Ocha demo ikaga desuka» –Wie wärs mit einer Tasse Tee? – abgeleitet werden und soll auf die kurze Ladezeit hinweisen.

sich in der Tiefgarage der Überbauung Erlenmatt Ost stationiert (siehe Abb. 1) und stehen exklusiv den Bewohner(-innen) des Areals zur Verfügung.

5.4 Steuerung der Ladestationen und Areal-Regelung

Auf dem Areal Erlenmatt Ost war bereits vor dem OKEE-Projekt ein einfaches Steuerungssystem für die Heizung vorhanden, welches direkt mit den zentralen Zählern beim Mittelspannungsnetz-Anschluss der IWB verbunden war. So konnte der Strom-Nettoverbrauch oder Nettoüberschuss für das gesamte Areal stets ermittelt werden. SEC war dafür zuständig, die EV-Ladestationen in das lokale Netz zu integrieren und die für deren Steuerung notwendige Software zu entwickeln. Diese läuft auf dem System «Eigenverbrauchsmanager» (in Abbildung 10 unten rechts).

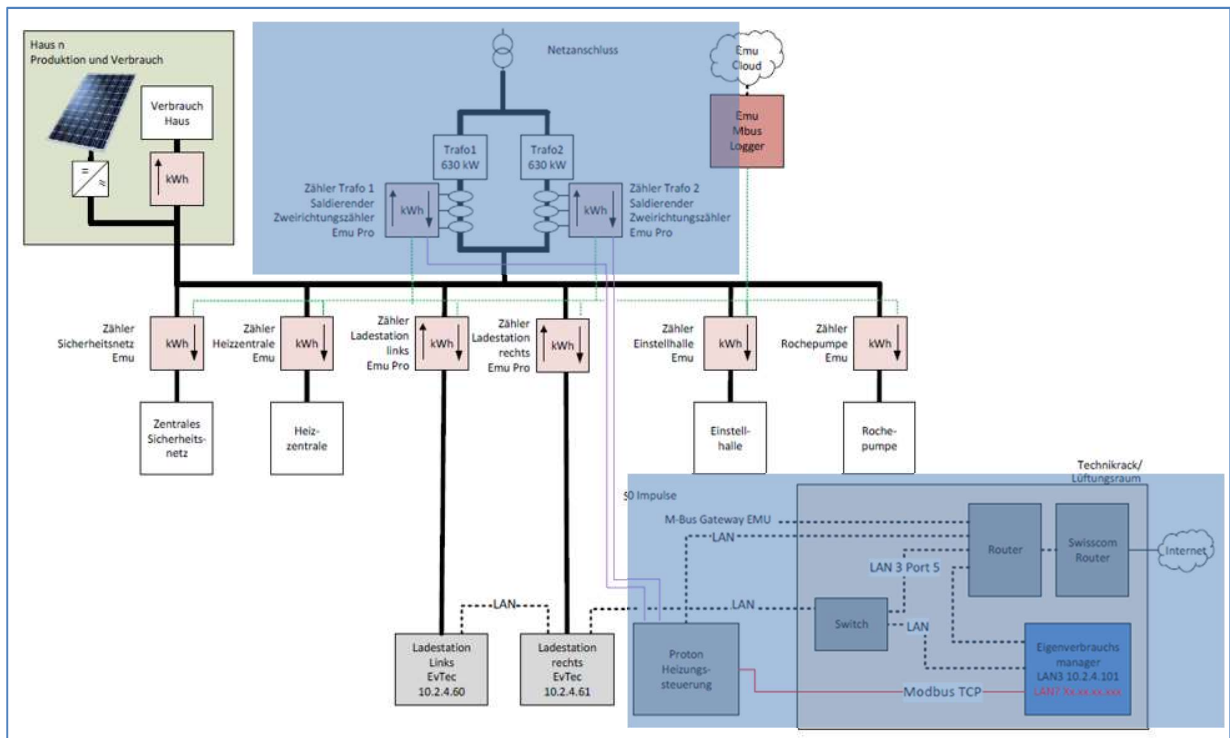


Abbildung 10: Schema Messwerterfassung Energieverbrauchsmanager; Quelle: SEC

In Januar 2019 wurde die Einbindung und Steuerung der beiden Ladestationen in den Eigenverbrauchsmanager abgeschlossen. Das System hat aktuell den folgenden Funktionsumfang:

- Erkennung der Fahrzeuge an den Ladestationen
- Auslesen des verbleibenden Akkustandes aus den Fahrzeugen
- Messung der Energien und Leistungen im Areal
- Intelligente Vorgabe der Lade- und Entladeleistung gemäss solarem Überschuss/Nettoverbrauch des Areals und Bedarf

- Massnahmen für den robusten Betrieb wie Verbindungsaufbau bei Neustart und automatische Verbindungswiederherstellung bei Unterbruch.

Zur Ermittlung der Lade-/Entladeleistung, welche der Ladestation vorgegeben wird, muss der Energiemanager verschiedene Inputfaktoren hierarchisch berücksichtigen. An erster Stelle steht der Buchungsplan, da die Batterie zum Startpunkt einer Buchung stets möglichst vollgeladen sein sollte. In der Realität sind hier auch tiefere Werte (wie z. B. 80 % Akkustand) denkbar, da selten die gesamte Reichweite benötigt wird. Aktuell wird dies aber noch nicht umgesetzt. Zweitens wird der Nettokonsum oder Nettoüberschuss des Areals berücksichtigt. Bei einer Einspeisung der PV-Energie (Nettoüberschuss) soll die Batterie grundsätzlich geladen, bei einem Strombezug aus dem Mittelspannungsnetz (Nettokonsum) wieder entladen werden. Das Grundprinzip der Netzstabilität muss hier natürlich ebenfalls befolgt werden. An dritter Stelle steht schlussendlich der Batteriestand des jeweiligen Fahrzeugs. Da in der ersten Testphase noch einige Unsicherheiten herrschten, wurde die zur Verfügung gestellte Bandbreite sehr konservativ festgelegt: Die Batterie darf nur bei einem Ladestand von 80–100 % durch den Energiemanager «beansprucht» werden. Das bedeutet, dass keine Entladung mehr durchgeführt wird, sobald der Batteriestand weniger als 80 % beträgt. Unter Berücksichtigung dieser drei Inputfaktoren berechnet der Energiemanager die variable Ladeleistung wie folgt:

- Im Normalfall laden die Fahrzeuge mit einer Nennleistung von 10 kW. Eine Vollladung dauert somit 3–4 Stunden.
- Ab 20 kW Einspeisung des Areals in das Mittelspannungsnetz (Nettoüberschuss) wird die Ladeleistung variabel bis auf das Maximum der Ladestation von 22 kW pro Fahrzeug erhöht.
- Bei Bezug des Areals werden die Fahrzeuge variabel zwischen -1 kW und -10kW pro Fahrzeug entladen. Die Entladeschwelle wird dabei durch Analyse der Bezugs- und Einspeisebilanz der letzten 24 Stunden dynamisch auf 20% unter dem maximalen Bezug angepasst.
- Bei einem Batteriestand unter 80 % wird keine Entladung durchgeführt. Durch diese Massnahme können kurzfristige Buchungen der Fahrzeuge immer gedeckt werden.

5.5 Das eigenverbrauchoptimierte E-Carsharing-System

Da das Microgrid des Areals bereits vor dem Projekt auf nachhaltige Stromproduktion und einen möglichst hohen Eigenverbrauch ausgerichtet war, konnte das E-Carsharing-System mit all seinen Teilkomponenten gut integriert werden. Die Systemintegration der soeben vorgestellten Bestandteile wird in der untenstehenden Abbildung 11 verdeutlicht. Alle grün markierten Elemente wurden durch das Projekt OKEE neu hinzugefügt.

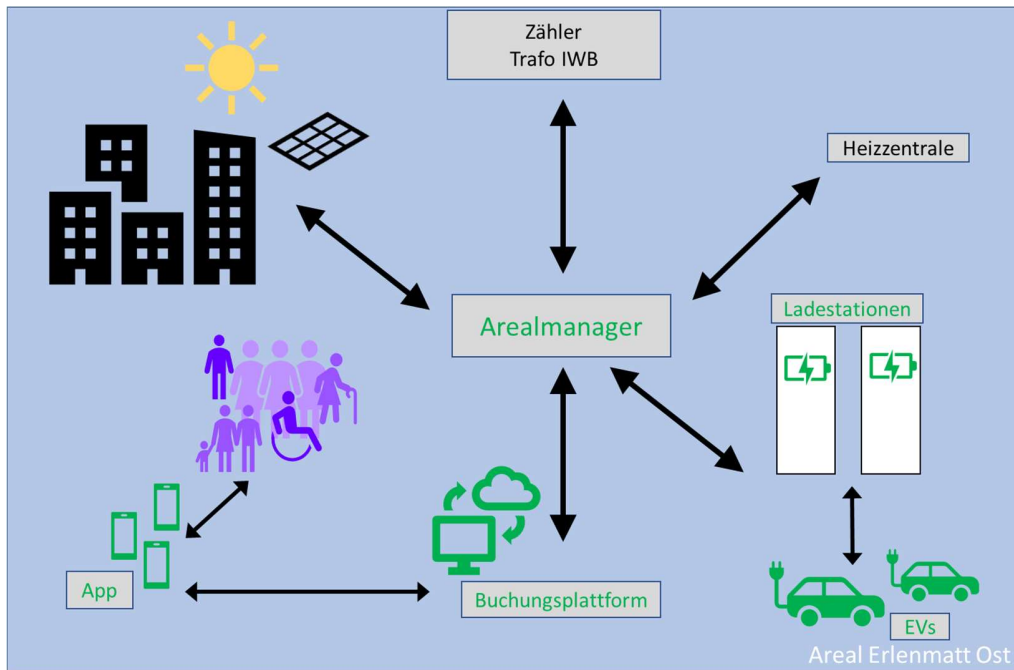


Abbildung 11: Integration E-Carsharing-System; Quelle: eigene Darstellung

6 Erste Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt

Durch die Integration von EV in das bestehende Arealnetz können in Erlenmatt Ost die folgenden Mehrwerte für das Areal geschaffen werden:

- Der von den PV-Anlagen produzierte Strom kann u. a. auch auf zwei EVs bei Überproduktion (vor allem mittags) zwischengespeichert werden und bei höherer Nachfrage verbraucht werden (vor allem abends). Dies erhöht den Eigenverbrauch des PV-Stroms des Areals (Pufferspeicher) und hilft, Lastspitzen zu glätten und Kosten für Netzentgelte zu verringern.
- Es kann eine Mobilitätslösung im Areal angeboten und genutzt werden, die nicht nur die Vorgaben des Nachhaltigkeitskonzeptes erfüllt (1 Auto pro 10 Wohnungen), sondern auch mit lokal produziertem Photovoltaik-Strom betrieben werden kann.

6.1 Herausforderung und Praxiserfahrungen

Für das smarte Laden und die Optimierung des Eigenverbrauchs mit bidirektionalen EVs bestehen noch keine Standardlösungen. Mit dem Projekt wurde in der Schweiz im Bereich von Arealen/Microgrids Neuland betreten. Herausfordernd waren die Identifizierung und Kompatibilitätsprüfung von verschiedenen Technologien (Ladestationen, EVs,

Energiemanager, Buchungsplattform), die Koordination und Einbindung verschiedener Projektpartner, die Installation der Ladestationen, die Akquise der Nutzer(-innen) und der Betrieb des E-Carsharing-Systems sowie die Programmierung und Inbetriebnahme der Regelungslösung für das Areal:

- Identifizierung und Kombination von verschiedenen Technologien: Der Bereich der Ladestationen und Ladestandards war zu Projektbeginn noch eher heterogen. Mittlerweile zeichnet sich ab, dass sich CHAdeMO, Typ 2 und CCS durchsetzen. Bidirektionale Ladestationen werden zu kleinen Stückzahlen, hohen Preisen und mit noch fehlender Marktreife als Prototypen vertrieben. Zudem besteht eine grosse Schnittstellenproblematik, da die Kommunikation zwischen Ladestation und Energiemanager noch nicht standardisiert und ausgreift ist. Hier wurde eine Kombination aus EVTEC-Ladestationen, Nissan Fahrzeugen und einer eigens entwickelten Integration- und Regellösung verwendet. Diese Lösung ist zwar immer noch teuer, aber dafür alltagstauglich einsetzbar.
- Zusammenarbeit und Einbindung verschiedener Projektpartner: Zu Beginn des Projekts wurde eine Kooperation mit dem lokalen EVU angestrebt. Bei dieser Art von Projekt braucht es jedoch eine gewisse Risikobereitschaft und Agilität sowie tieferes Interesse an Eigenverbrauchslösungen. Hier ist der Markt noch nicht so reif, dass es für etablierte EVUs interessant ist. Daher war ein zentraler Erfolgsfaktor des Projektes die Zusammenarbeit mit neuen Akteuren im Energiemarkt. Weitere Erfolgsfaktoren waren die offene Kommunikation, das Vertrauen und eine gewisse Risikobereitschaft, die insgesamt zwischen den Projektpartnern entwickelt wurden. Machermentalität, vor allem aufseiten der ADEV und der Stiftung Habitat gefordert, wurde gewinnbringend eingesetzt.
- Installation der Ladestationen und die Bereitstellung der EVs im Carsharing: Im Rahmen der Projektierung des Areals wurde bereits definiert, dass auch Parkplätze für Elektroautos zur Verfügung stehen sollen. Für die ersten zwei Ladestationen sind ausgehend vom Hauptverteiler für die Einstellhalle zwei Kabel zu den EV-Parkplätzen verlegt worden. Damit eine separate Bilanzierung des Stromverbrauchs der EVs möglich ist, wurden für beide Ladestationen auch Stromzähler installiert². Die Buchung der Fahrzeuge erfolgt über eine auf dem Heimcomputer oder Smartphone installierte App. Damit ein Austausch der Buchungsdaten zwischen Carsharing-System und Fahrzeug möglich ist, musste eine Mobilfunkverbindung bei den Fahrzeugen realisiert werden.
- Akquise der Nutzer(-innen) und Betrieb des E-Carsharing-Systems: Trotz des grossen Interesses der Bewohner(-innen) gemäss Umfrage war es zu Beginn schwierig, genügend Nutzer(-innen) für das E-Carsharing-System zu finden. Für viele Bewohner(-innen) sind ja nicht nur EVs eine Neuerung, sondern auch das Carsharing und der Zugang zum EV über Apps und Buchungssystem. Daher mussten durch verschiedene Veranstaltungen und regelmässige Einführungen die Bewohner(-innen) in den ersten Wochen informiert

² Die Energien könnten theoretisch auch direkt aus den Ladestationen bezogen werden. Dies war jedoch bei diesen Modelle nicht geeicht.

und animiert werden. Der Nissan Leaf wurde beispielsweise am Erlenmatt Ost Areal fest vorgeführt und das Carsharing-Angebot dabei vorgestellt.

- Programmierung und Inbetriebnahme der Steuerung der Ladestationen und der Regelungslösung für das Areal: Der grosse Aufwand lag in der kommunikationstechnischen Einbindung der Ladestationen in den Eigenverbrauchsmanager durch SEC. Dazu wurden vorab neue Software-Bausteine entwickelt und Funktions-Tests an Ladestationen bei EVTEC durchgeführt. Anschliessend konnten die Ladestationen in Erlenmatt Ost erfolgreich in das Gesamtsystem integriert werden. Über den Energiemanager können die Ladestationen nun gezielt angesteuert werden, um die Lasten zu regeln.

6.2 Nächste Schritte und weiteres Vorgehen

Das Pilotprojekt konnte die Umsetzbarkeit und die Alltagstauglichkeit eines «Eigenverbrauchsoptimierten E-Carsharing-Systems» aufzeigen. Probleme und Möglichkeiten, welche bei der Umsetzung einer solchen EV-Integration in Arealen auftreten können, wurden deutlich. Beispielsweise zeigte sich, dass die für den Eigenverbrauch nutzbare Batteriekapazität wesentlich vom Mobilitätsverhalten der Bewohner(-innen) abhängt, dass die Daten aus dem Buchungssystem sich daher für Planungs- und Optimierungszwecke einsetzen lassen (selbstlernende Ladeplanung) und dass man in Erlenmatt Ost durch die gemeinsame Optimierung von Strom- Wärme und Mobilität neue Möglichkeiten hat, den Eigenverbrauch zu erhöhen. Zudem ergeben sich bei der Zunahme von EVs im Areal Möglichkeiten für weitere Dienstleistungen und Einnahmen z. B. auf dem Regelle Energiemarkt. Aus diesen Erkenntnissen lassen sich folgende weitere Forschungsfragen für Folgeprojekte ableiten:

- Wie lässt sich das bestehende System weiter optimieren?
- Wie und mit welchen Massnahmen (wie z. B. Tarifsystemen) können die Nutzer(-innen) zur Erhöhung des Eigenverbrauchs eingebunden werden?
- Mit welchen technischen Massnahmen können Strom, Wärme und Mobilität in einem Areal gemeinsam optimiert werden?
- Welche Flexibilitäts- und Energiehandels-Geschäftsmodelle können zukünftig in Arealen mit einer Vielzahl von Elektrofahrzeugen umgesetzt werden?

Diese Fragen werden u. a. in einem Folgeprojekt geklärt. In einem ersten Schritt soll das Lademanagement nun intelligent gemacht werden. Speziell soll eine intelligente Ladeplanung realisiert werden aufgrund der Buchungen auf der Buchungsplattform. Die Nutzer(-innen) buchen ihre Fahrten über eine App, sodass die Abfahrtszeiten und Strecken für die Optimierung im Voraus bekannt sind. Diese Informationen können genutzt werden, um die Ladung zu planen. Es muss nicht mehr auf 100 % geladen werden, sondern nur noch bedarfsabhängig. Dadurch kann ein grösserer Teil der EV-Batteriekapazität verwendet werden. Auch die bidirektionale Regelung der Ladestationen soll weiter optimiert werden. Das Ziel ist die Reduktion von Bezugsspeaks sowie die Einhaltung eines Leistungsbandes. Aufgrund des vorhandenen Leistungstarifs können damit Stromkosten eingespart werden. Zudem sollen die Nutzer(-innen) durch

weitere Aktivitäten, wie der Einführung eines smarten Tarfsystems, stärker einbezogen werden. Da das Potenzial mit nur zwei Ladestationen im Verhältnis zum Gesamtverbrauchs des Areals eher bescheiden ist, sollen weitere Ladestationen simuliert werden. Dazu wird der Eigenverbrauchsmanager mit einer «Co-Simulation» erweitert. So kann untersucht werden, wie eine Vielzahl von Ladestationen den Netzbezug des Areals positiv beeinflusst.

6.3 Fazit

In Erlenmatt Ost konnte ein innovatives Projekt realisiert werden, welches national grosses Interesse erzeugt hat. Vor diesem Hintergrund freuten sich die Stiftung Habitat und ADEV besonders, dass sie am 10. Januar 2019 die Auszeichnung Watt d'Or entgegennehmen durften (vgl. Abbildung 12). Diese Auszeichnung unterstreicht die Praxisrelevanz und den innovativen Charakter der entwickelten Lösung und bekräftigt das Projektteam diese weiter zu entwickeln und auf andere Areale zu skalieren.



Abbildung 12: Preisübergabe Watt d'Or; Quelle: ADEV

7 Literatur

- Areal Erlenmatt Ost (2018). *4. Jahresbericht 2017. P+D Projekt Erlenmatt Ost - Nachhaltig*. Abgerufen am 31.10.2019 von: <http://www.zimraum.ch/studien/nachhaltigkeitskonzept-areal-erlenmatt-ost>
- De Haan, P., Bianchetti, R., Rosser, S., Märki, A., Erny, I. 2018. *Szenarien der Elektromobilität in der Schweiz – Update 2018*. EBP-Hintergrundbericht. Abgerufen am: 31.10.2019 von: https://www.ebp.ch/sites/default/files/2018-03/2018-03-05_EBP_CH_EmobSzen_PKW_2018.pdf
- Gräf, U. & Schelbert S. (2016). *Indikatorenbericht 2016: Erlenmatt & Schorenstadt*. Statistisches Amt des Kantons Basel-Stadt
- Kanton Basel-Stadt (2019). *Klimaschutz: Pilotregion Basel*. Abgerufen am 31.10.2019 von: <https://www.bs.ch/schwerpunkte/klima/klimaschutz#klimaschutzstrategie>
- Kanton Basel-Stadt (2019a). *Klimaschutz: Basel auf dem Weg in eine CO2-arme Zukunft*. Abgerufen am 31.10.2019 von: <https://www.bs.ch/schwerpunkte/klima/klimaschutz>
- Mathiesen, B.V. et al. (2015). *Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions. Applied Energy*. 145, 139-154.
- Novatlantis (2019). *OKEE*. Abgerufen am 31.10.2019 von: <https://www.novatlantis.ch/projekteinblicke/okee/>
- Shala, G. (2018). *Potentiale und Akzeptanz eines Eigenverbrauchs E-Carsharings Systems am Beispiel Erlenmatt Ost*. ZHAW Institute of Sustainable Development. Unveröffentlichte Vertiefungsarbeit ZHAW.
- Quaschnig, V. (2016). *Sektorkopplung durch die Energiewende. Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung*, Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, Berlin, 9, 2017.
- Zimraum (n.d.). *Nachhaltigkeitskonzept Areal Erlenmatt Ost*. Abgerufen am 31.10.2019 von: <http://www.zimraum.ch/studien/nachhaltigkeitskonzept-areal-erlenmatt-ost>