

Besondere finanzielle Unterstützung für Städte, Gemeinden und Regionen

Spezialförderung «Planungs- oder/und Machbarkeitsstudien zur Unterstützung und Förderung der Elektromobilität in Gemeinden»

Gemeinde Thalwil



Autorenschaft

EBP Schweiz AG
Silvan Rosser
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich

Auftraggeberin

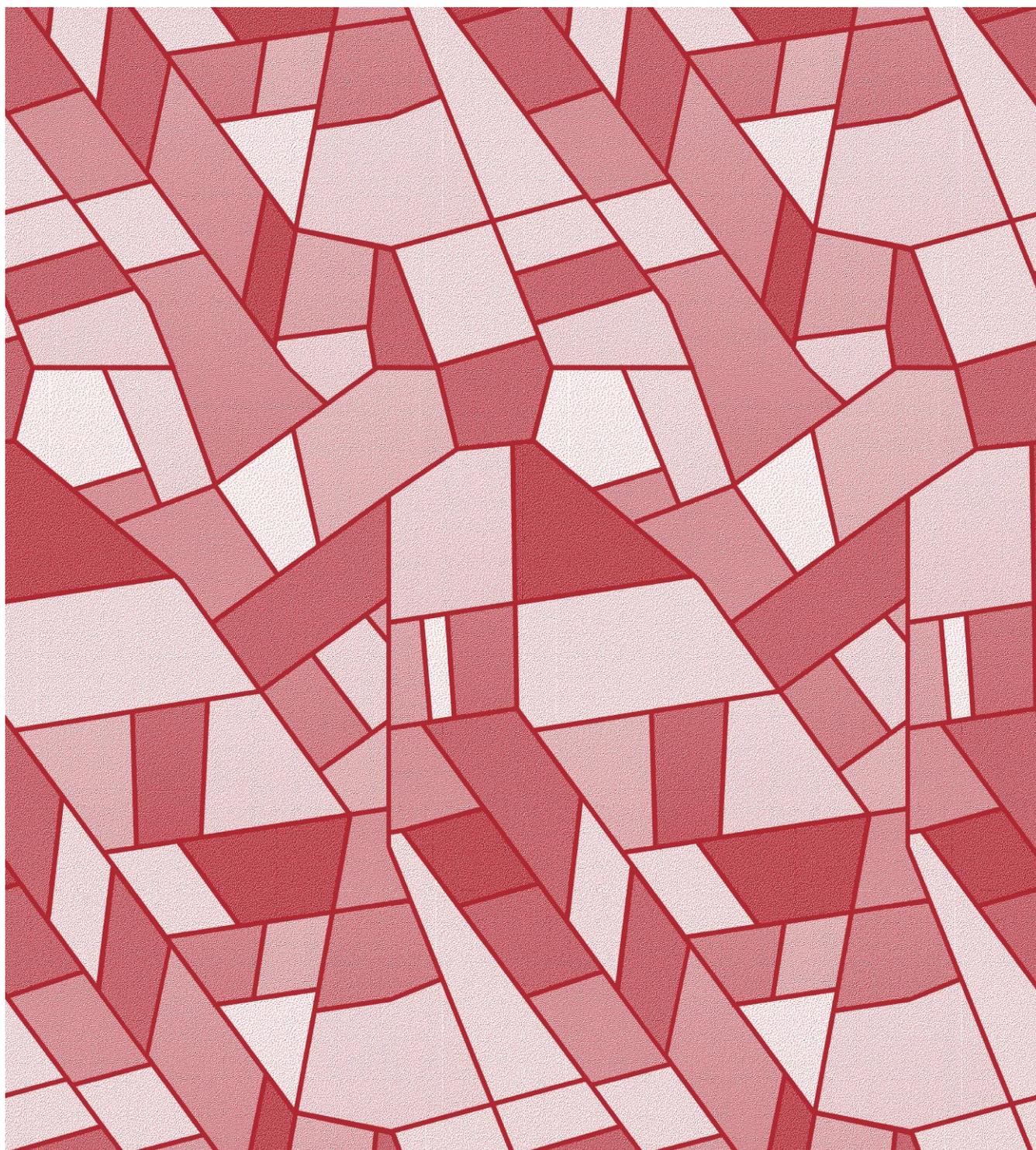
Gemeinde Thalwil
Martin Schmitz
Alte Landstrasse 112
8800 Thalwil

Diese Studie wurde mit Unterstützung von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

28. März 2023

Umsetzungskonzept Ladeinfrastruktur Thalwil

Schlussbericht 28. März 2023



Projektteam

Silvan Rosser
Alessio Mina
Katrín Gysin
Gebhardt Annika

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

28. März 2023

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Grundlagen nachhaltige Mobilität	6
3.	Ausgangslage der Elektromobilität in Thalwil	8
4.	Entwicklung der Elektromobilität in Thalwil	10
	4.2 Entwicklung soziodemografischer Rahmendaten	12
	4.3 Entwicklung des Personenwagenbestands nach Technologie	13
	4.4 Entwicklung des Ladeinfrastrukturbedarfs	14
	4.5 Räumliche Verteilung des Ladebedarfs	17
5.	Standortauswahl	21
	5.1 Gebiete mit erhöhtem Ladebedarf an öffentlich zugänglichen Ladepunkten (Ladebedarf-Hotspots)	21
	5.2 Auswahlverfahren	24
	5.3 Priorisierte Standorte	25
	5.4 Empfehlungen für die Realisierung	26
	5.5 Andere Standorte	28
6.	Rolle der Gemeinde bei den öffentlich zugänglichen Ladepunkten	30
	6.1 Mögliche Trägerschaftsmodelle	30
	6.2 Technische Anforderungen und mögliche Betriebskonzepte für öffentlich zugängliche Ladepunkte	32
7.	Planerfolgsrechnung und Tarifierung	35
	7.1 Betriebswirtschaftliche Kennzahlen	36
	7.2 Investitionszeiträume	37
	7.3 Annahmen	38
	7.4 Ergebnisse	39
8.	Quellen	41

1. Einleitung

Die Schweiz ist als alpines Land überdurchschnittlich vom globalen Klimawandel betroffen. Der Bundesrat hat im Jahr 2019 das Klimaübereinkommen von Paris unterzeichnet. Damit hat sich die Schweiz verpflichtet bis 2050 klimaneutral zu sein und die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 50% gegenüber 1990 zu senken. Der Strassenverkehr ist heute mehrheitlich von fossilen Energieträgern abhängig und verantwortlich für rund einen Viertel des Energieverbrauchs sowie einen Drittel der Treibhausgasemissionen. Neben verkehrsvermeidenden und verkehrsverlagernden Massnahmen gilt die Elektromobilität als Hoffnungsträgerin in Sachen Klimaschutz im Strassenverkehr: Sie kann den Energieverbrauch senken und durch den Einsatz von Strom aus erneuerbaren Quellen die Treibhausgasemissionen stark reduzieren.

Nicht nur Bund und Kantone, sondern auch Gemeinden und Städte müssen den Übergang zu einer energieeffizienten Mobilität mitgestalten. Die Gemeinde Thalwil ist sich dieser Rolle bewusst und will ihren Beitrag für die Klimaneutralität leisten.

Konkret setzt die Gemeinde in den kommenden Monaten und Jahren den neu erarbeiteten Masterplan Klima um. Der Masterplan schlägt verschiedene Massnahmen im Bereich Mobilität vor. Unter anderen, die Ausführung einer Bedarfsanalyse und Rollenklärung für den Ausbau von E-Ladestationen im öffentlichen Raum, sowie die Schaffung einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in kommunalen Gebäuden.

2021 hat die Gemeinde Thalwil eine Studie zur Ladeinfrastruktur beauftragt. Die Studie analysiert den Ist-Zustand und empfiehlt den Bedarf für Ladestationen in Thalwil zu quantifizieren und eine Analyse durchzuführen, um die am besten geeigneten Standorte für den Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur zu identifizieren.

Das vorliegende Konzept bildet die Grundlage für die Umsetzung eines öffentlich zugänglichen Ladenetzes in Thalwil. Es untersucht die folgenden vier Fragestellungen

1. **Ladeinfrastrukturbedarf.** Wie viele Elektroautos wird es in welchem Zeitraum in Thalwil voraussichtlich geben? Wo werden sie geladen, wie oft und wie lange? Wie viele und welche Ladestationen braucht die Gemeinde in den nächsten Jahren? Wie unterscheidet sich räumlich der Ladebedarf?
2. **Standortdefinition.** Welche Standorte eignen sich am besten für den Ausbau von öffentlich zugänglichen Ladepunkten? Welche Ladestationstyp und wie viele Ladepunkte soll jeder Standort vorsehen?
3. **Rolle der Gemeinde.** Wie kann die Gemeinde seine Koordination-, Planung- und Vorbildrolle bei der Realisierung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur am besten spielen? Welche Aufgaben soll

die Gemeinde übernehmen und für welche weiteren Arbeiten übernehmen externe Partner?

4. **Handlungsanweisungen.** Welche Schritte zur Realisierung stehen an? Wieviel muss die Gemeinde investieren und wie können die Investitionen refinanziert werden?

2. Grundlagen nachhaltige Mobilität

Die Elektromobilität ist ein wesentlicher Grundpfeiler bei der Dekarbonisierung des Strassenverkehrs. Sie leistet einen fundamentalen Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz des Gesamtverkehrs, zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und reduziert die Belastung des Verkehrs für Bevölkerung und Umwelt. Eine nachhaltige Mobilität entwickelt sich auf vier Säulen: Vermeidung, Verlagerung, Vernetzung und Verbesserung. Dabei gilt es, die Potenziale neuer Technologien und gesellschaftlicher Entwicklungen zu nutzen.

Vermeidung

Basis eines umweltfreundlichen Verkehrssystems sind Siedlungs- und Verkehrsstrukturen, die die Nahmobilität fördern und damit die Verkehrsleistung reduzieren. Eine effiziente Raum- und Strassenplanung ist für diese Säule zentral.

Verlagerung

Der nicht-vermeidbare Verkehr sollte auf möglichst umweltfreundliche und effiziente Verkehrsmittel verlagert werden. Hier steht primär die Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr und auf den Fuss- und Veloverkehr im Vordergrund.

Vernetzung

Die Verkehrsmittel müssen gut verbunden sein. Ausserdem muss die digitale Vernetzung der Verkehrsmittel und Infrastrukturen sichergestellt werden. Die involvierten Elemente des Verkehrsnetzes müssen miteinander kommunizieren und Daten teilen. Dank Vernetzung kann man eine höhere Belegung der Fahrzeuge (Pooling), Teilen der Fahrzeuge (Sharing) und Bündeln von Warentransporten erreichen.

Verbesserung

Der verbleibende motorisierte Verkehr, der sich nicht vermeiden und verlagern lässt, wird verbessert, damit die Emissionen reduziert werden können:

- Kleinere, leichtere, sauberere und leisere Fahrzeuge
- Energieeffiziente und erneuerbare Antriebstechnologien

Die Elektromobilität spielt darum für die Verbesserung des Verkehrs eine zentrale Rolle.

Die Elektromobilität

Die Elektromobilität kommt und wird sich in den nächsten Jahren rasant entwickeln (EBP, 2022). Bei Personenwagen, leichten Nutzfahrzeugen und Bussen werden batterieelektrische Fahrzeuge klar dominieren. 2019 waren 13% der Neuzulassungen von Personenwagen Elektrofahrzeuge oder Plug-in-Hybride (BFS, 2022). 2022 ist dieser Anteil schon auf 25% gestiegen und die Roadmap Elektromobilität 2025 setzt das Ziel, bis ins Jahr 2025 50% zu erreichen. Kundenverhalten und -bewusstsein, neue Regulierungen und technische Fortschritte (vor allem bezüglich der Batterien und ihrer Erstellung) sind die Hauptfaktoren für die sich weiter beschleunigende Marktdurchdringung (McKinsey, 2021). Batterieelektrische Personenwagen sind

bezogen auf die Gesamtkosten bereits heute günstiger als konventionelle Verbrenner-Fahrzeuge. Jedoch wird der Strombedarf für die Mobilität steigen. Für Gemeinden und Städte ist jetzt der richtige Zeitpunkt, um die Entwicklung zu beeinflussen und die Chancen der Elektromobilität zu nutzen.

Eine im Jahr 2020 erschienene Ökobilanz-Studie des Paul-Scherrer-Instituts hat den gesamten Lebenszyklus von Personenwagen mit unterschiedlichen Antriebsformen untersucht. Die Resultate haben gezeigt, dass Elektroautos heutzutage mit grossem Abstand die umweltfreundlichste Alternative sind. Je sauberer der eingesetzte Strom zum Nachladen der Elektrofahrzeuge, desto grösser ist die CO₂-Einsparung gegenüber den anderen Antriebstechnologien. Elektrofahrzeuge weisen einen Gesamtwirkungsgrad von über 75% auf, das heisst sie sind etwa dreimal effizienter als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Ab 30'000 gefahrenen Kilometern werden die höheren Aufwände aus der Batterieproduktion durch die während der Fahrt eingesparten CO₂-Emissionen wettgemacht (PSI, 2020).

Weitere Antriebstechnologien liegen bezüglich der Marktanteile noch deutlich zurück. Brennstoffzellen-Fahrzeuge (FCEV) werden mit Wasserstoff betankt und repräsentieren nur 0.02% der neu zugelassenen Personenwagen im Jahr 2021. Der Vorteil der FCEV ist insbesondere die hohe Energiedichte von Wasserstoff, welche im Vergleich zu Elektrofahrzeugen eine grössere Reichweite ermöglicht. Jedoch ist die Reichweite geringer als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Der zweite grosse Vorteil gegenüber Elektromobilität ist die schnellere Tankzeit. Die steigenden Reichweiten und Ladeleistungen der batterie-elektrischen Fahrzeuge engen das «Window of Opportunity» für Brennstoffzellen-Anwendungen ein. Das «Window of Opportunity» ist für Personenwagen bereits geschlossen und auch bei schweren Fahrzeugen wird es immer enger. Ausserdem weisen FCEV einen deutlich schlechteren Wirkungsgrad auf als rein batterie-elektrische Fahrzeuge. Das heisst FCEV brauchen etwa dreimal so viel Elektrizität wie batterie-elektrische Fahrzeuge. Schliesslich sind die Verteilung und Lagerung von Wasserstoff teuer und aufwendig.

3. Ausgangslage der Elektromobilität in Thalwil

Die Bevölkerung in Thalwil betrug im Jahr 2021 18'541 Einwohnende. Gemäss Motorfahrzeugregister waren im Jahr 2021 8'345 in Thalwil immatrikuliert. Das ergibt einen Motorisierungsgrad von 450 Fahrzeuge pro 1'000 Personen. Als Vergleich, der Motorisierungsgrad ist im Kanton Zürich 485 und in der ganzen Schweiz 543. Die Abbildung 1 zeigt den Motorisierungsgrad in der Schweiz.

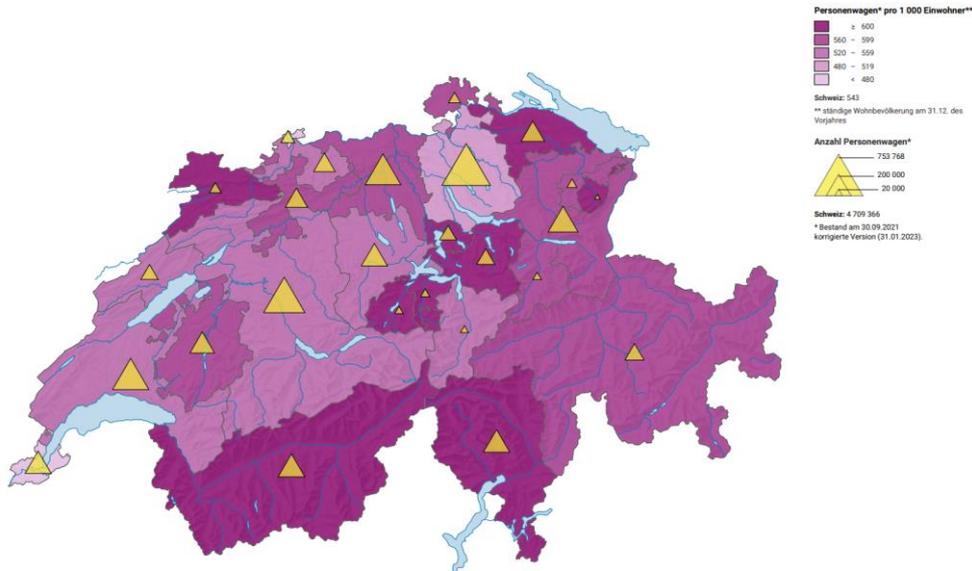


Abbildung 1: Motorisierungsgrad in der Schweiz im Jahr 2021.

In Thalwil gibt es heute folgende Standorte mit öffentlich zugängliche Ladepunkten:

- Bönicenter: 3 Ladepunkte mit je 22 kW
- BP Tankstelle: 1 Ladepunkte mit 22 kW
- Sportzentrum Brand: 2 Ladepunkte mit je 11 kW
- Etzliberg (Säumerstrasse 53 und in der Rüti 14): 2 Ladepunkte mit je 22 kW
- Migros: 2 Ladepunkte 22 kW und 2 Ladepunkte 50 kW
- Zürcherstrasse 68: 2 Ladepunkte mit je 22 kW

Einen Überblick der Ladestandorte ist in der Abbildung 2 gezeigt. Der Standort bei dem Hotel Sedartis ist primär für Hotelgäste vorgesehen.

Die heutigen öffentlich zugänglichen Ladepunkte in Thalwil sind in der Kategorie Point of Interest (Aufladen während einer Aktivität, siehe Abbildung 3). Es gibt keine Schnellladestationen mit einer Leistung höher als 50 kW.

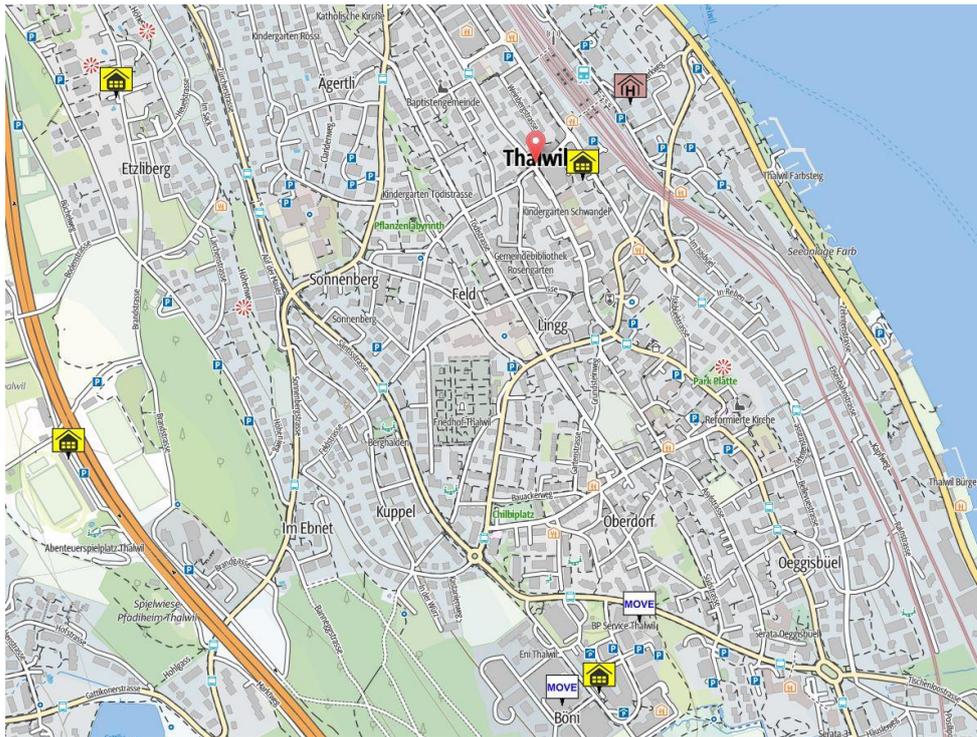


Abbildung 2: Ladestandorte in Thalwil (lemnet.org).

4. Entwicklung der Elektromobilität in Thalwil

Politischer Kontext

Der zukünftige Anteil von Elektroautos hängt stark von den CO₂-Emissionsvorschriften für neu in Verkehr gesetzte Fahrzeuge ab. Die Schweiz orientiert sich dabei an den Vorgaben der EU. Aktuell gilt in der EU und in der Schweiz ein Zielwert von 95 gCO₂/km für Personenwagen. Die EU-Kommission hat im Rahmen des Klimapakets «Fit for 55» im Juli 2021 allerdings eine deutliche Verschärfung der aktuell geltenden Zielwerte für 2025 und 2030 vorgeschlagen.

Im Oktober 2022 haben sich die EU-Staaten und das EU-Parlament auf neue Grenzwerte geeinigt. Die Autohersteller in Europa müssen ihre durchschnittlichen Flottenemissionen bis 2030 um 55 % und bis 2035 um 100 % senken. Ab 2035 dürfen in der EU nur noch Autos zugelassen werden, die im Betrieb kein CO₂ ausstossen. Es wurde aber eine Technologieklausel eingeführt: 2026 müssen die technischen Fortschritte überprüft und erneut bewertet werden, ob diese Grenzwerte erreichbar sind. Die Zulässigkeit der E-Fuels ist noch abschliessend entschieden. Wahrscheinlich werden sie nur für Lastwagen und Traktoren erlaubt.

Die drei Szenarien

Wegen den technischen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Unsicherheiten über die Zukunft beschreibt EBP die Entwicklung der Marktanteile je Antriebstechnologie bis ins Jahr 2050 anhand von drei Szenarien (EBP, 2022).

- **BAU (Business As Usual):** Das Szenario orientiert sich an den heute geltenden CO₂-Emissionsvorschriften für die Neuzulassungen sowie an der technologischen Entwicklung der verschiedenen Antriebstechnologien. Das Szenario ist nicht kompatibel mit dem Netto-Null Ziel 2050. Plug-in-Hybride Personenwagen spielen noch eine wichtige Rolle, Wasserstoff hat hingegen eine geringe Relevanz
- **Zero-E:** Das Szenario orientiert sich am aktuellen Vorschlag des EU-Umweltausschusses zur Verschärfung der CO₂-Emissionsvorschriften. Es hinterlegt ein Verbrennungsmotorverbot für Personenwagen ab 2035. Das Szenario ist kompatibel mit dem Netto-Null Ziel 2050. Der batterieelektrische Antrieb ist die Schlüsseltechnologie zur Dekarbonisierung des Strassenverkehrs und dominiert den Markt in allen Fahrzeugkategorien und Grössenklassen deutlich. Plug-in-Hybride Fahrzeuge spielen nur kurzfristig eine wichtige Rolle, während Wasserstoff-Brennstoffzellen generell eine untergeordnete Rolle spielen. Wasserstoff-Brennstoffzellen spielt keine nennenswerte Rolle bei Personenwagen..
- **Zero – Hydrogen Focus:** Das Szenario orientiert sich ebenfalls am aktuellen Vorschlag zur Verschärfung der CO₂-Emissionsvorschriften. Der batterieelektrische Antrieb dominiert kurz und mittelfristig den Markt. Mittelfristig wird Wasserstoff zu einer kostengünstigen «Global Commodity». Fahrzeugsegmente mit Diesel werden zu relevanten Teilen durch Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeuge substituiert.

Aktuell entspricht das Szenario Zero-E gemäss Einschätzungen von EBP der wahrscheinlichsten Entwicklung. In Absprache mit den Auftraggebern beziehen sich alle in diesem Dokument enthaltenen Berechnungen auf das Szenario Zero-E.

Ladebedürfnisse

Die Analyse unterscheidet zwischen fünf Ladebedürfnisse und entsprechende Ladestandorte:

- **Home Charging:** Aufladen am Wohnort an privaten Ladestationen. Die Ladeleistung beträgt typischerweise 3.7 oder 11 kW.
- **District Charging:** Aufladen an öffentlich zugänglichen Ladestationen in unmittelbarer Nähe zum Wohnort. Das sind beispielweise blaue Parkplätze für Anwohner. Es werden Ladestationen mit 1-2 Ladepunkten und einer Ladeleistung von 11 bzw. 22 kW verwendet.
- **Work:** Aufladen an Ladestationen am Arbeitsplatz. Diese Kategorie berücksichtigt sowohl die privaten Fahrzeuge der Mitarbeitenden (Pendler) wie auch die Betriebsfahrzeuge (Flotte). Es werden Ladestationen mit 1-2 Ladepunkten und einer Ladeleistung von 11 bzw. 22 kW verwendet.
- **POI (Point of interest):** Aufladen an öffentlich zugänglichen Ladestationen auf bestehenden Abstellplätzen während dem Parkieren und während einer Aktivität (Supermarket, Kino, Sportzentrum, usw.). Je nach Standort handelt es sich um AC-Ladestationen mit zwei Ladepunkten oder um eine DC-Ladestationen mit deutlich höheren Ladeleistungen.
- **Fast:** Schnellladen an öffentlich zugänglichen Ladestationen mit hoher DC-Ladeleistung von meist über 100 kW.

Abbildung 3 zeigt die Eigenschaften der fünf Ladebedürfnisse und verschiedenen Ladestationstypen.

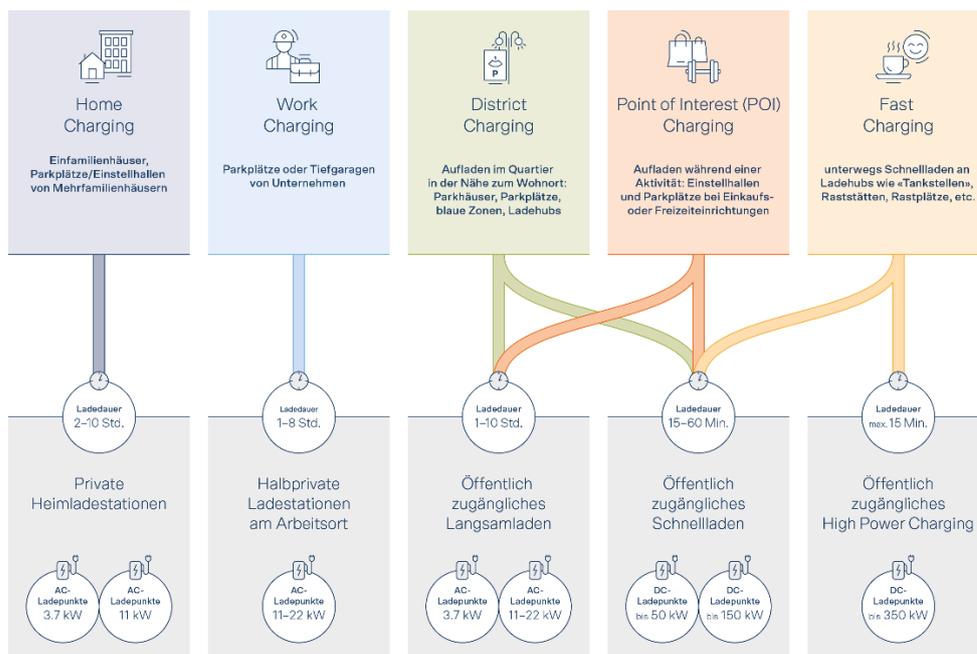


Abbildung 3: Eigenschaften und Ladestandorte der fünf Ladebedürfnisse.

4.2 Entwicklung soziodemografischer Rahmendaten

Gemäss den EBP-Prognosen steigt die Bevölkerung in Thalwil von heute 18'792 Einwohnern bis 2040 auf rund 23'000 und bis 2050 auf rund 24'400 (siehe Abbildung 4). Die durch EBP prognostizierte Zunahme zwischen 2020 und 2050 beträgt damit rund 33%. Auf Ebene der gesamten Schweiz wird mit einer Zunahme von 21% gerechnet (BFS 2020) und im ganzen Kanton Zürich mit einer durchschnittlichen Zunahme von 29% (ZH 2021). Die Gemeinde Thalwil rechnet mit einer konstanten Zunahme von jährlich 0.9% zwischen 2020 und 2050. Das entspricht einem Zuwachs von 31% über die Zeitperiode 2020-2050 und deckt sich gut mit den EBP-Prognosen.

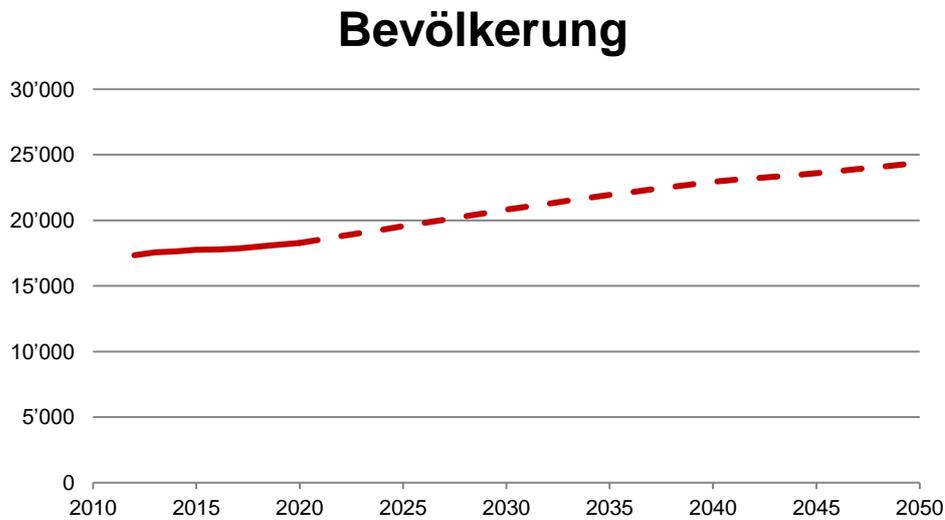


Abbildung 4: Prognose der Bevölkerungsentwicklung in Thalwil.

Gemäss Verkehrsperspektiven 2050 vom Bund (ARE, 2022) wird im Szenario «Basis» zudem mit einem rückläufigen Motorisierungsgrad in Thalwil gerechnet (siehe Abbildung 5).

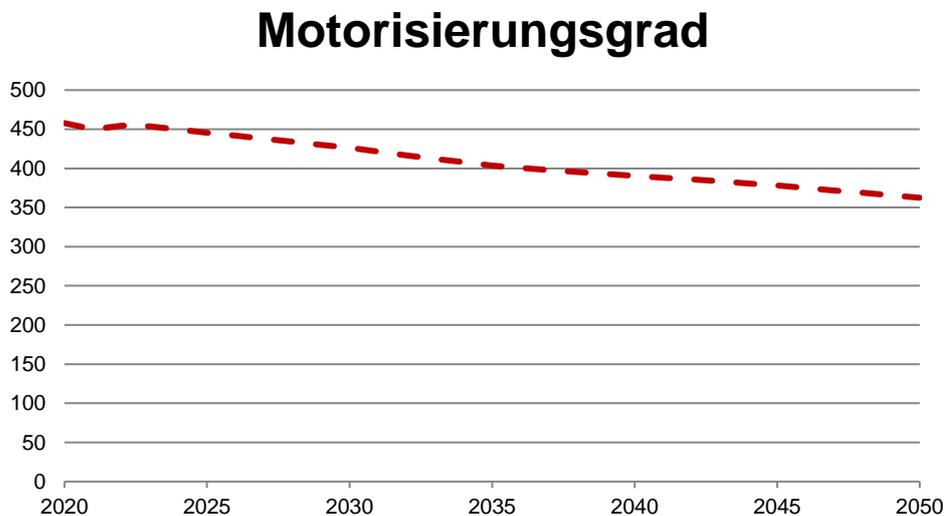


Abbildung 5: Prognose des Motorisierungsgrads in Thalwil.

Der rückläufige Motorisierungsgrad und die stetige Zunahme der Anzahl Einwohnenden kompensieren sich gegenseitig, sodass der Personenwagenbestand voraussichtlich etwa konstant bleibt (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6: Prognose der Anzahl Personenwagen in Thalwil.

4.3 Entwicklung des Personenwagenbestands nach Technologie

Wie oben erwähnt, bleibt der gesamte Personenwagenbestand voraussichtlich konstant. Es wird jedoch erwartet, dass sich die Zusammensetzung nach Antriebstechnologie stark verändern wird (siehe Abbildung 7).

Es ist offensichtlich, dass Elektrofahrzeuge in Zukunft den Markt dominieren werden. Im Jahr 2030 wird erwartet, dass 27% der Personenwagen rein elektrisch sein werden. Dieser Anteil steigt auf 88% im Jahr 2050. Plug-in Hybride spielen nur kurzfristig eine Rolle und Wasserstoff-Brennstoffzellen werden voraussichtlich nur einen tiefen Marktanteil bei Personenwagen haben.

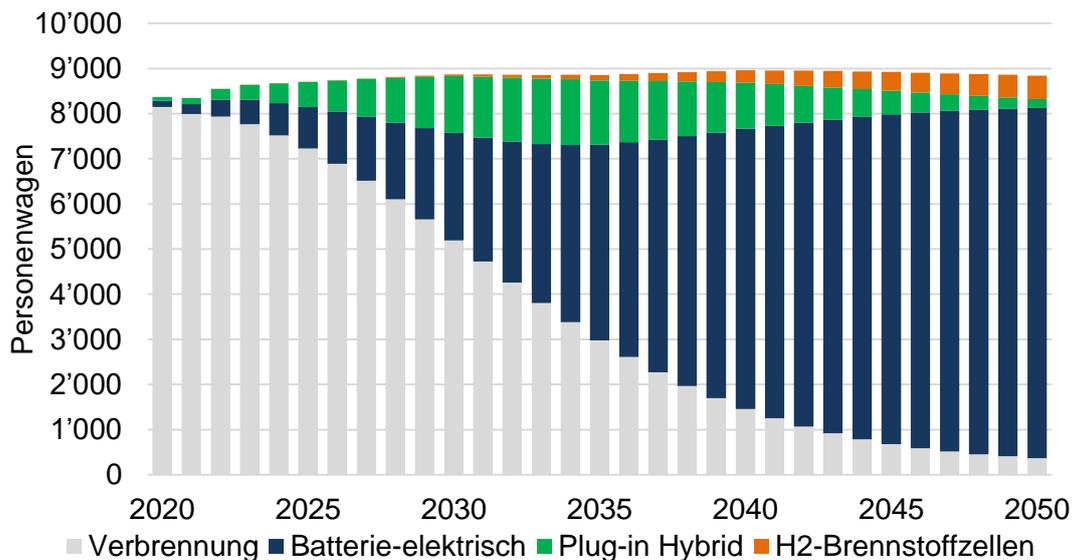


Abbildung 7: Prognose für den Personenwagenbestand in Thalwil nach Antriebstechnologie

4.4 Entwicklung des Ladeinfrastrukturbedarfs

Wie in Kapitel 4.3 gezeigt, werden Elektrofahrzeuge in den nächsten Jahren stetig an Bedeutung gewinnen. Daraus kann man den Ladebedarf in Bezug auf die benötigte Energiemenge und die Anzahl Ladestation ableiten.

Es ist heute klar, dass Elektromobilität in den nächsten Jahren rasant Marktanteile gewinnen wird. Es bestehen hingegen noch Unsicherheiten über das Ladeverhalten der Autobesitzer. Das Ladeverhalten ist einerseits davon abhängig, wie viele E-Fahrzeughalter in Zukunft zuhause eine private Ladeinfrastruktur haben werden und wie häufig an Schnellladern unterwegs geladen wird. Es wird in jedem Fall ein Mix verschiedener Ladeoptionen (Home, Work, District, POI und Fast) in der Schweiz brauchen. Die Ausprägung und Bedeutung des allgemein zugänglichen Ladenetzes wird regional unterschiedlich sein.

Gemäss EBP Market Perspective Studie (EBP, 2021) ist die Möglichkeit zu Hause oder in unmittelbarer Nähe zu laden der entscheidendste Faktor für die Entwicklung der Elektromobilität.

Die heutige öffentlich zugängliche Ladepunkte in Thalwil sind heterogen verteilt und decken hauptsächlich die Bedürfnisse in der Kategorie POI. Vor allem die Wohnquartiere verfügen über wenige öffentlich zugängliche Ladepunkte.

Zirka 20% der Fahrzeughalter in Thalwil verfügen über keine privaten Lademöglichkeit. Das resultiert aus verschiedenen Gründen. Der Anwohner besitzt das Gebäude nicht (Mieter-Eigentümer Dilemma), es handelt sich um ein Stockeigentum und die Investitionsentscheidungen müssen im Kollektiv gefällt werden, das Gebäude hat keinen Parkplatz oder der Parkplatz und Netzanschluss eignen sich nicht für eine Ladestation, usw. Diese Anwohner sind auf ein allgemein zugängliches Ladenetz möglichst in der Nähe zum

Wohnort angewiesen: Sie können nicht am Abend das Auto im Bönicenter parkieren, nach Hause laufen und am Morgen das geladene Auto abholen. Diese Besitzer brauchen Ladepunkte der Kategorie «District Charging» oder ein flächendeckendes Schnellladenetz.

Eine 100%-Elektrifizierung erfordert darum eine flächendeckende Grundabdeckung an allgemein zugänglicher Ladeinfrastruktur (District Charging, POI und Schnelllader für unterwegs).

Die benötigte Ladeenergie wird voraussichtlich in allen Ladebedürfnissen bis 2040 sehr stark steigen (siehe Abbildung 8). Das steilste Wachstum wird zwischen 2025 und 2035 erwartet. Bei einer vollständigen Elektrifizierung des Personenwagenbestandes steigt der zusätzliche Jahresstrombedarf in der Gemeinde Thalwil um 11 bis 12 GWh. Auch die Anzahl der benötigter Ladepunkte steigt stark an. Eine Mehrheit der Ladepunkte werden Heimplader sein (Abbildung 9). Aber auch der Bedarf an Ladepunkten der anderen Ladearten wird stark steigen (siehe Abbildung 10).

Ab 2040 bleibt die Anzahl Ladepunkte in der Kategorie Home Charging, District Charging, Work Charging und Fast Charging mehr oder weniger konstant. Der Energiebedarf in der Kategorie «Heimpladen» sinkt dann leicht. Ab 2045 wird in der Kategorie POI ein leichter Rücklauf beim Bedarf an Ladepunkten erwartet. Ab diesem Jahr ist die Elektromobilität im Markt gesättigt und die Anzahl Elektroautos nimmt nur leicht zu. Jedoch sinkt der Bedarf wegen einer besseren Effizienz. Zudem werden POI- und Fast-Ladestandorte laufend mit tendenziell etwas höherer Leistung nachgerüstet, dadurch können an einem Ladepunkt mehr Fahrzeuge pro Tag geladen werden. Aus diesem Grund sind weniger Ladepunkte pro Standort notwendig, um die gleiche Energiemenge zu liefern. Der höchste Bedarf an Ladestationen und Energie wird darum im Jahr 2045 erwartet. Der Ausbaubedarf der Ladestationen nach Kategorie ist für die Jahre 2025, 2035 und 2050 in Tabelle 1 aufgelistet.

Strombedarf

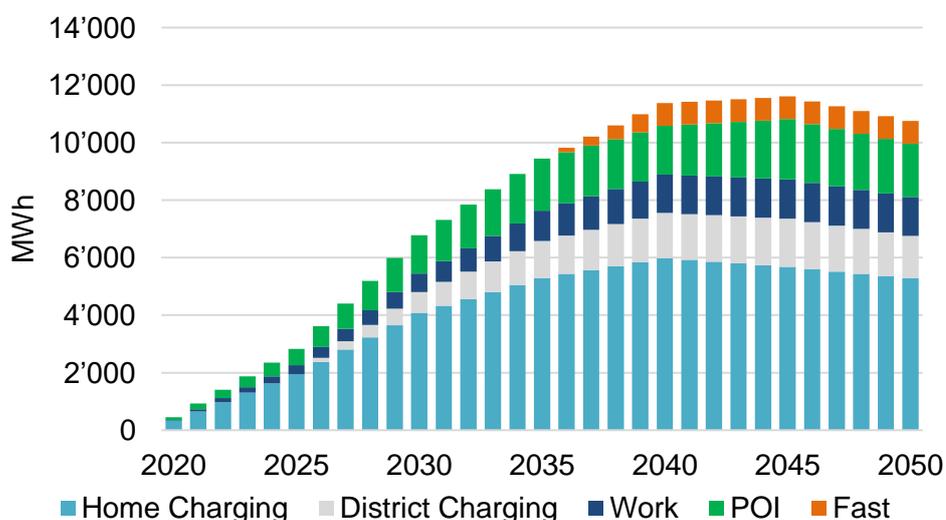


Abbildung 8: Jährlicher Ladebedarf in MWh in Thalwil nach Kategorie.

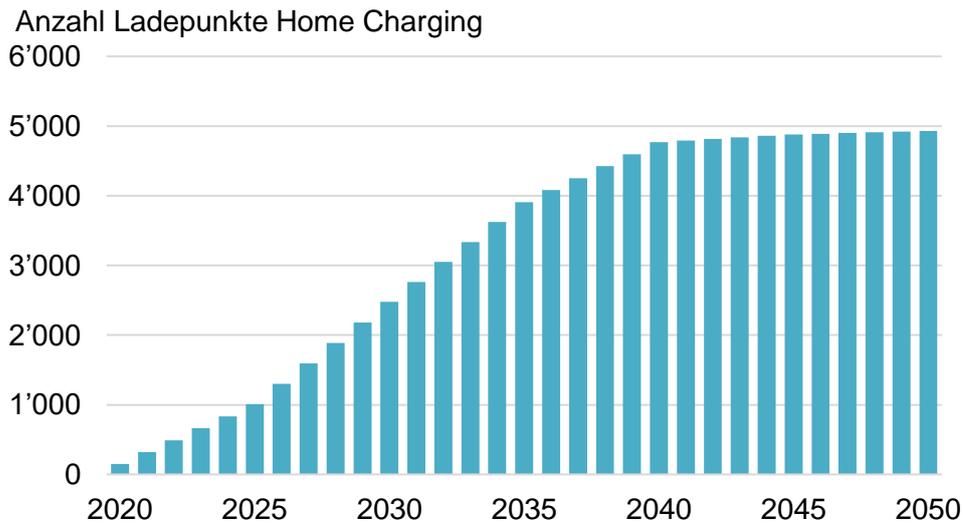


Abbildung 9: Erwartete Entwicklung der Anzahl Heimpladestationen in Thalwil

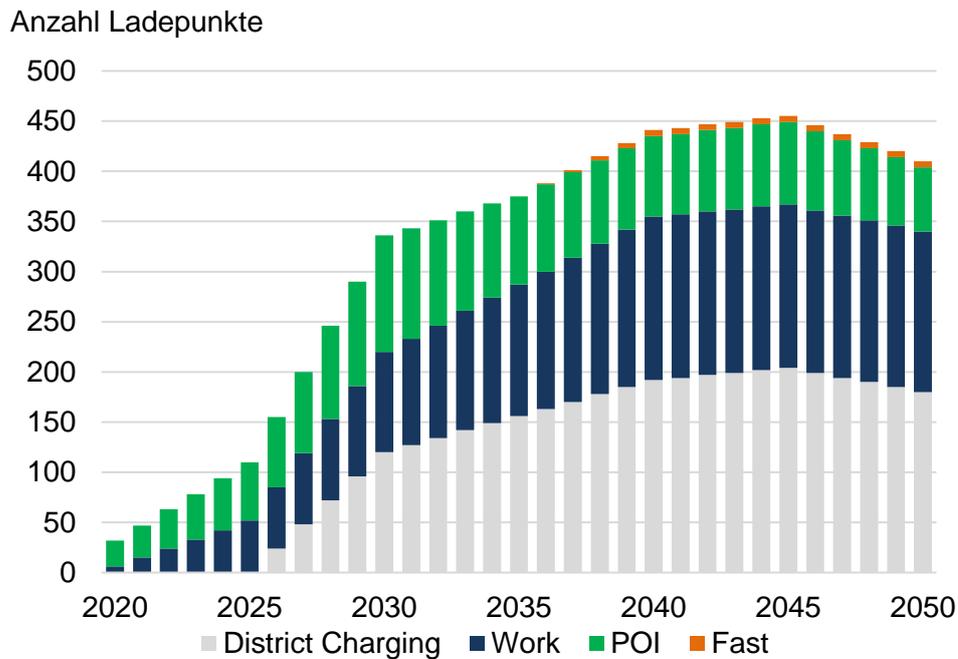


Abbildung 10: Erwartete Entwicklung der Anzahl öffentlich zugänglichen Ladestationen nach Kategorie: District Charging, Work, Point of Interest und Fast.

	2025	2035	2050
Private Heimpladepunkte	1'005	3'909	4'928
Ladepunkte am Arbeitsort für Pendler und Flottenfahrzeuge	52	121	160
Öffentlich zugängliche Ladepunkte im Wohnquartier (District Charging)	0	156	180
Öffentlich zugängliche Ladepunkte an POI	58	88	64
Öffentlich zugängliche Schnellladepunkte	0	0	6

Tabelle 1: Erwarteter Bedarf an Ladepunkten in den Jahren 2025, 2035 und 2050 nach Kategorie.

4.5 Räumliche Verteilung des Ladebedarfs

Das Gebiet der Gemeinde Thalwil ist in 12 Zonen gemäss nationalem Personenverkehrsmodell (NPVM) aufgeteilt. Die Szenarien zur künftigen Entwicklung des Ladebedarfs werden räumlich differenziert je Zone modelliert. Die quantitativen Resultate sind diesem Bericht beigelegt.

Der Bedarf an öffentlich zugänglichen Ladestationen (Kategorien POI, Fast und District Charging) für jede Zone ist in Abbildung 11 (Jahr 2025), Abbildung 12 (Jahr 2035) und Abbildung 13 (Jahr 2050) dargestellt.

Die Zonen weisen sehr unterschiedliche Ladebedarf auf. Für das Jahr 2035 ist der höchste Bedarf an Heimpladepunkten und District Charging Ladepunkten in der Zone 10 (Gebiet zwischen Albstrasse, Alte Landstrasse und Tischenloosstrasse) zu erwarten. Die Zone 7 weist hingegen den grössten Bedarf an Ladepunkte der Kategorie POI und Work Charging (Bönicenter und Gewerbe in der Umgebung) vor. Die Zone 6 (Zentrum, West von Bahnhof) weist ebenfalls einen grosseren Bedarf in der Kategorie Work Charging und POI auf.

Die räumliche Verteilung des Bedarfs an öffentlich zugänglichen Ladepunkten wird im Kapitel 5.1 noch detaillierter analysiert und beschrieben und dient als Basis für die Standortauswahl.

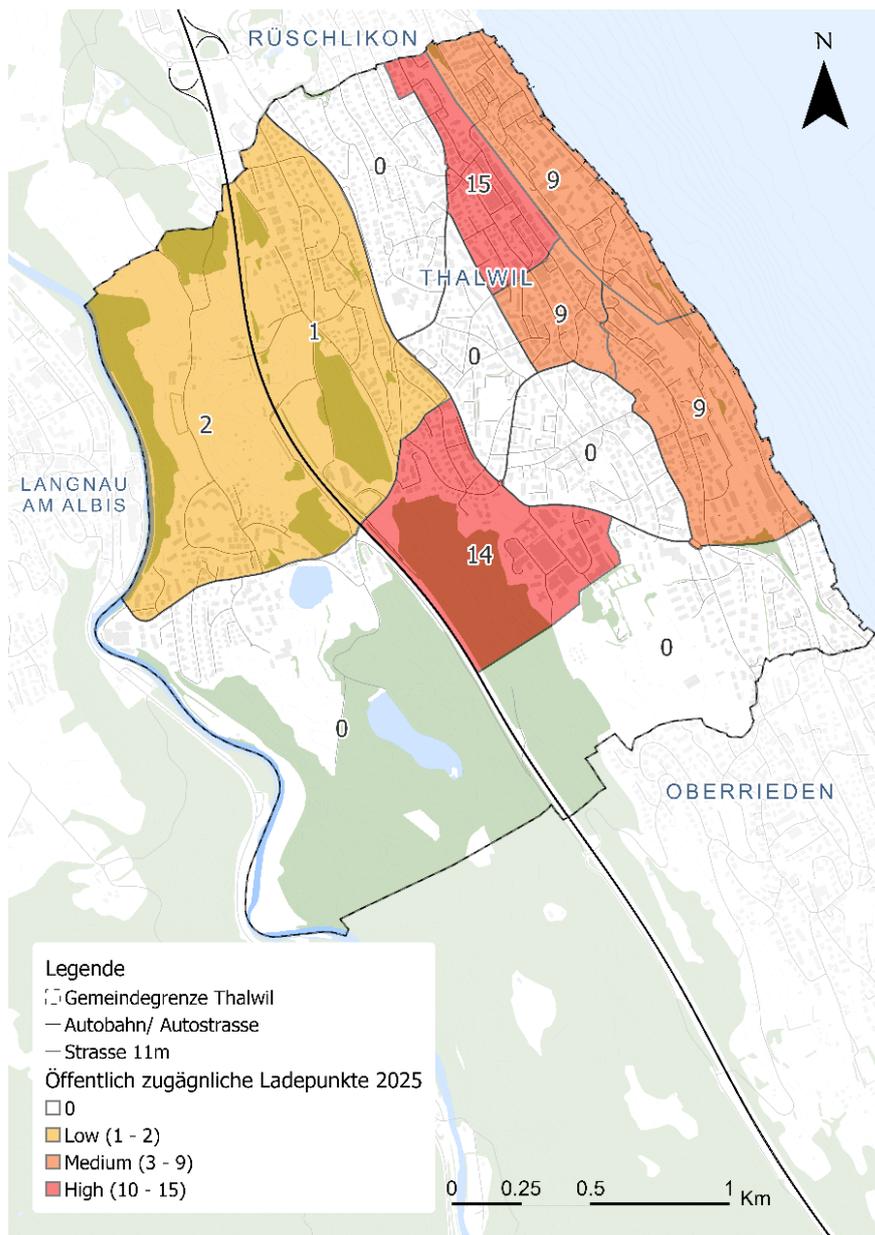


Abbildung 11: Bedarf an öffentlich zugänglichen Ladestationen (District Charging und Point of Interest) in Thalwil für das Jahr 2025 (in Summe 59 Ladepunkte).

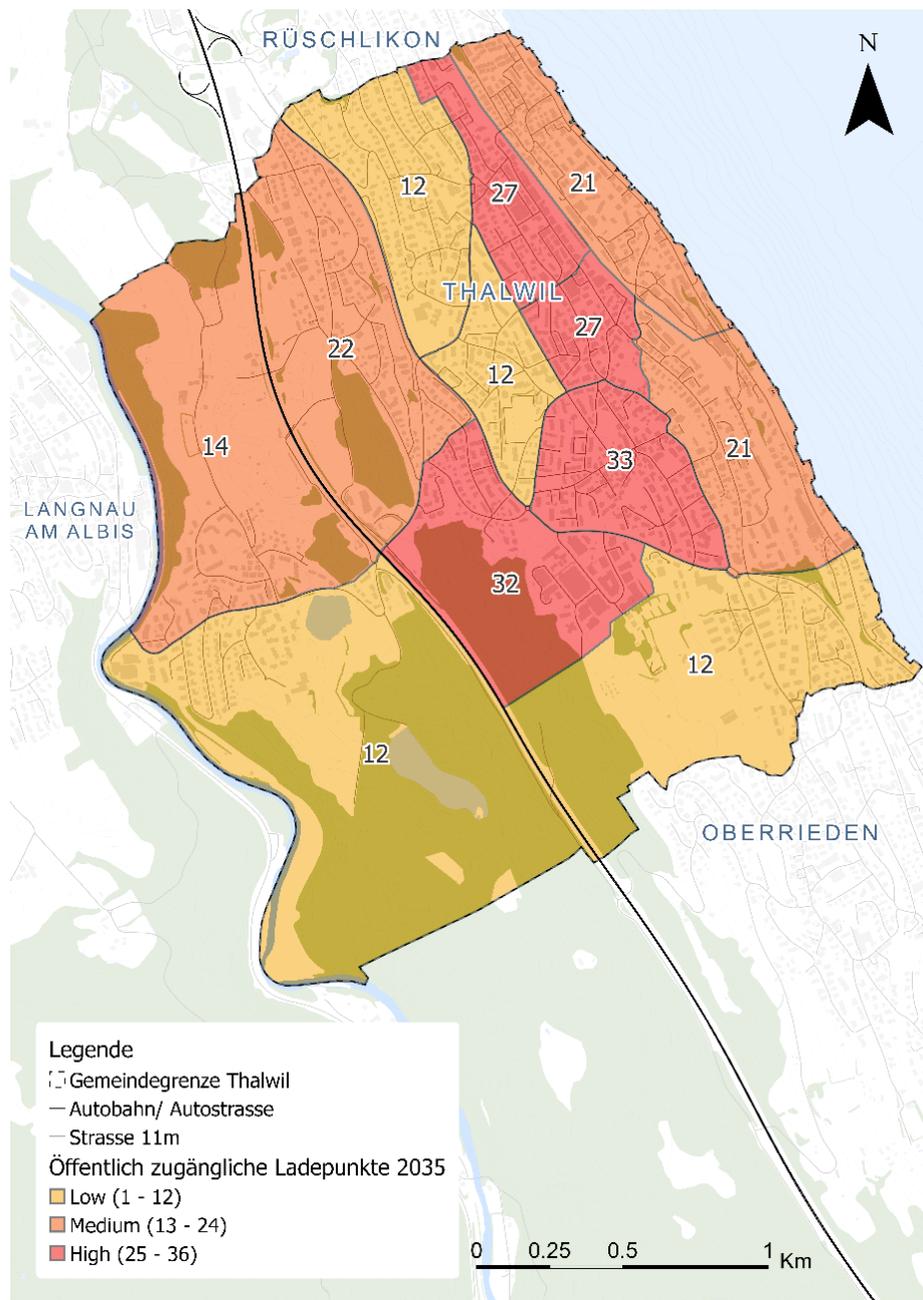


Abbildung 12: Bedarf an öffentlich zugänglichen Ladestationen (District Charging und Point of Interest) in Thalwil für das Jahr 2035 (in Summe 245 Ladepunkte).

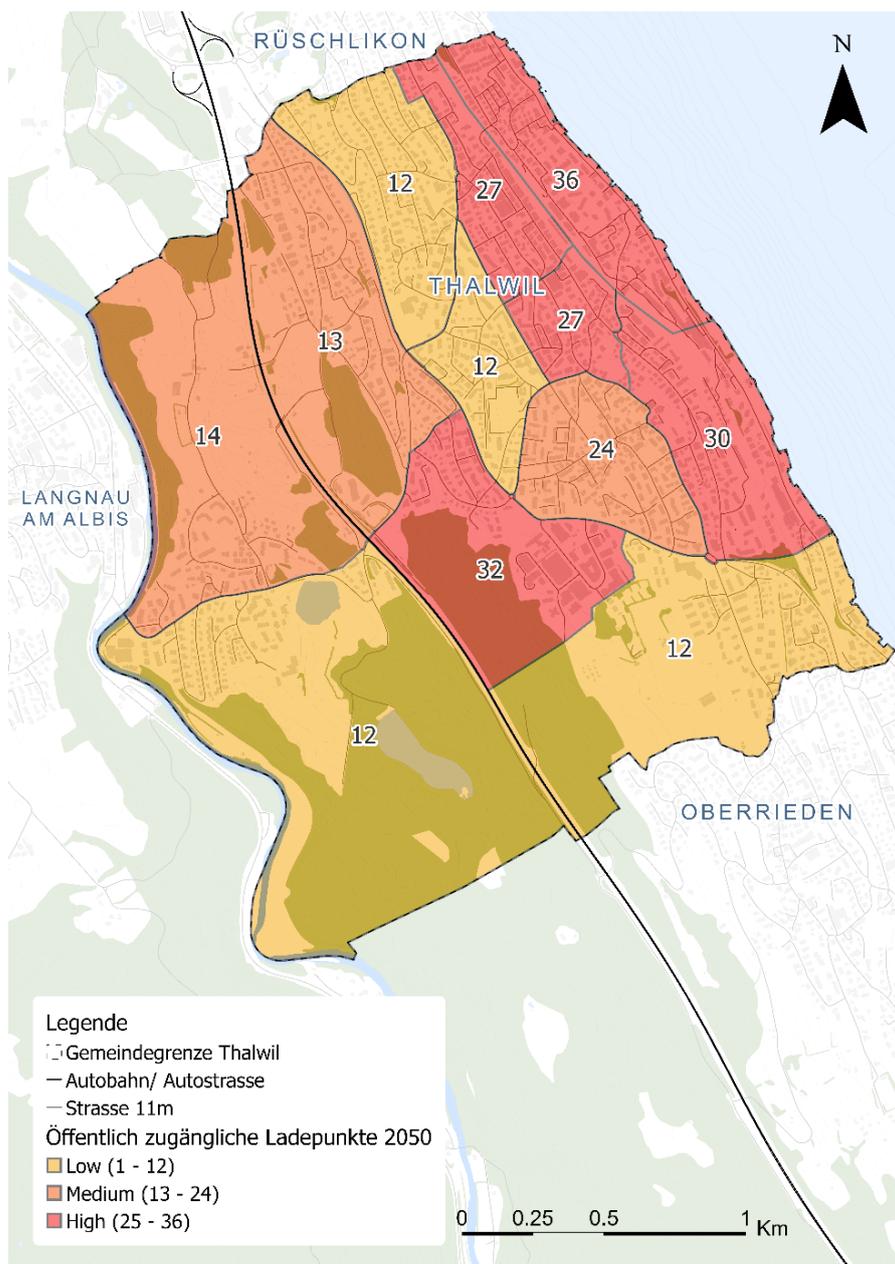


Abbildung 13: Bedarf an öffentlich zugänglichen Ladestationen (District Charging und Point of Interest und Fast) in Thalwil für das Jahr 2050 (in Summe 251 Ladepunkte).

5. Standortauswahl

Im Kapitel 4 wurde der zukünftige Ladebedarf für alle Kategorien quantifiziert. Dieses Kapitel betrachtet nur den Ladebedarf bei den öffentlich zugänglichen Ladepunkten der Kategorien District Charging, Point of interest und Fast.

Dieses Kapitel betrachtet die Standortauswahl: Welche Standorte eignen sich am besten, um den Ladebedarf bei den öffentlich zugänglichen Ladepunkten abzudecken.

Als Referenz wurde der Bedarf im Jahr 2035 berücksichtigt. Die kalkulatorische Amortisationsdauer für eine Ladestation liegt zwischen 8 und 15 Jahre. Für die Basisinfrastruktur ist sie deutlich länger (siehe Tabelle 7). Eine langfristige Sicht ist entsprechend notwendig, damit die konkreten Investitionen und Bauarbeiten geplant werden können. Insbesondere die Grabarbeiten für die Basisinfrastruktur müssen koordiniert mit anderen Infrastrukturausbauten (z.B. Wasser- oder Elektrizitätsleitung) koordiniert werden. Wie in Abbildung 10 ersichtlich ist, steigt der Bedarf an öffentlich zugänglichen Ladepunkten nach 2035 nur noch wenig. Darum besteht nicht die Gefahr, dass mit dem Referenzjahr 2035 der Bedarf bei einer Vollelektrifizierung (2050) stark unterschätzt wird.

Der Bedarf in den Jahren 2025 und 2030 wurde ebenfalls berücksichtigt, um die Dringlichkeit für die Realisierung der einzelnen Standorte zu bewerten.

Das Verfahren für die Standortauswahl ist in diesem Kapitel dokumentiert. Grundsätzlich basiert das Verfahren auf folgenden Schritten:

1. Der erwartete Ladebedarf wird im Hektarraster (100 x 100 m) modelliert: dies ermöglicht die Identifizierung von 23 Gebiete mit erhöhtem Ladebedarf (Hotspot).
2. Bewertung der Bedarf-Hotspots bezüglich Verfügbarkeit von genügend Parkplätzen, Dringlichkeit, grobe Kostenschätzung
3. Standortauswahl für jedes Gebiet mit erhöhtem Ladebedarf an öffentlich zugänglichen Ladepunkten (Zuweisung Bedarf Hotspot – Standort)
4. Priorisierung der Standorte unter Einbezug von Gemeindevertretern anhand lokalen Wissens und Bewertung vom Punkt 2.

5.1 Gebiete mit erhöhtem Ladebedarf an öffentlich zugänglichen Ladepunkten (Ladebedarf-Hotspots)

Kapitel 4.5 hat gezeigt, wie die räumliche Verteilung des Ladebedarfs in allen Zonen aussieht. In diesem weiteren Schritt wurde eine noch feiner Verteilung des Ladebedarfs anhand des EBP-Localizer im Hektarraster modelliert.

Ein Gebiet mit erhöhtem Ladebedarf an öffentlich zugänglichen Ladepunkten (Ladebedarf-Hotspot) ist eine Hektare (oder mehrere nebeneinander), bei denen das Modell empfiehlt, ein Ladestandort mit mehreren Ladepunkten zu realisieren, um den Bedarf in der Nähe für eine bestimmte Kategorie zu

decken. Es gibt Hektaren, die Hotspots für gleich zwei Kategorien (zum Beispiel District Charging und POI) enthalten.

Von den 23 Hotspots sind 13 in der Kategorie District Charging, 7 in der Kategorie POI AC und 3 in der Kategorie POI DC. Sie sind in Abbildung 14 dargestellt.

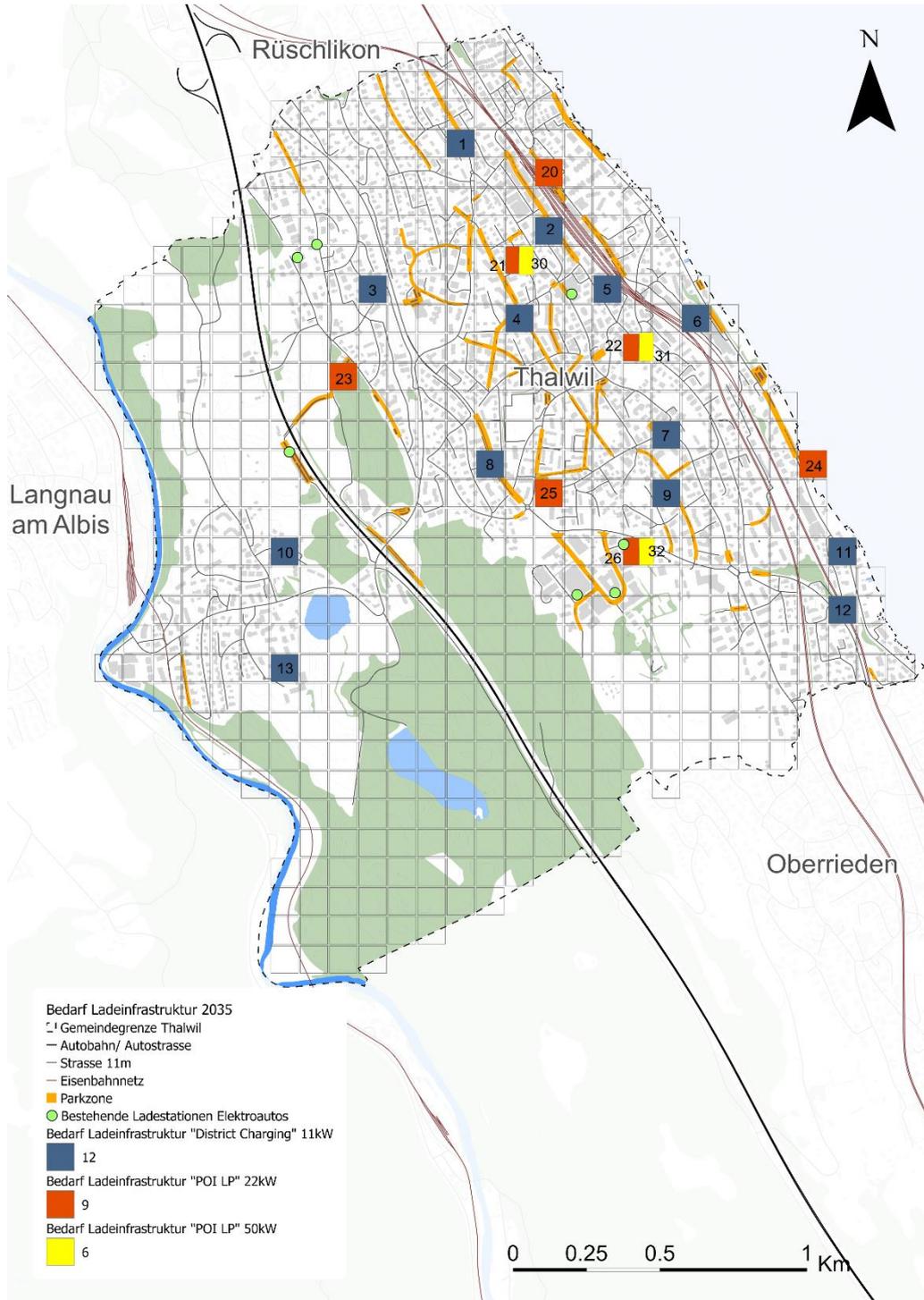


Abbildung 14: Ladebedarf Hotspots in Thalwil für die Kategorien District Charging (Blau), POI AC (22 kW, rot) und POI DC (50 kW, gelb). Die Karte zeigt ebenfalls die öffentlichen Parkplätze (orange) und die bestehenden Ladepunkte (grün).

Die 23 Hotspots sind in drei Kategorien geteilt (siehe Abbildung 3). Die technischen Spezifikationen für jede Hotspot Kategorie sind so definiert:

- District Charging: 12 Ladepunkte pro Hotspot, Ladeleistung 11 kW pro Ladepunkt
- POI AC: 9 Ladepunkte pro Hotspot, Ladeleistung 11 kW pro Ladepunkt
- POI DC (Schnellladen): 6 Ladepunkte pro Hotspot, Ladeleistung 50 kW pro Ladepunkt

Jeder Hotspot wurde anhand von drei Kriterien beurteilt. Die Beurteilung berücksichtigt die räumlichen Gegebenheiten beim Hotspot und in der Umgebung. Die drei Kriterien sind

- Dringlichkeit. Ein Hotspot hat eine hohe Dringlichkeit, wenn der erwartete Ladebedarf in dieser Zone schon vor dem Referenzjahr 2035 hoch genug ist. Dafür wurde der Ladebedarf in den Jahren 2025 und 2030 berücksichtigt.
- Verfügbarkeit Parkplätze. Für die Verfügbarkeit Parkplätze wurden alle öffentlich zugänglichen Parkplätze berücksichtigt, inklusiv der Parkplätze auf privatem Grund (z.B. Migros) und die Parkplätze bei den kommunalen Liegenschaften.
- Kosten pro Ladepunkt. Die Kosten ergeben sich aus einer ersten groben Schätzung. Die Schätzung berücksichtigt den Ladestationstyp, die Ladeleistung und die Anzahl Ladepunkte, sowie der Typ der Parkplätze in der Umgebung. Seitlich blaue Zone Parkplätze sind zum Beispiel teurer als ein Parkplatz wie beim Schifflanlegeplatz. Diese erste Schätzung berücksichtigt aber erst eine grobe Schätzung bezüglich der Kosten für die Netzerschliessung.

Die Hotspots und ihre Bewertung sind in der Tabelle 2 aufgeführt. Die Nummerierung entspricht den Nummern in Abbildung 14.

Nummer	Kategorie	Dringlichkeit	Verfügbarkeit Parkplätze	Kosten pro Lade- punkt
1	District charging	●●○	●●●	●○○
2	District charging	●●○	●●○	●○○
3	District charging	●●○	●○○	○○○
4	District charging	●○○	●●●	●●○
5	District charging	●●○	●○○	●○○
6	District charging	●●○	●●●	○○○
7	District charging	●●○	●●●	●○○
8	District charging	●●●	●●○	●●○
9	District charging	●●○	●●○	●○○
10	District charging	●●○	●●○	●○○
11	District charging	●●○	○○○	●○○
12	District charging	●●○	●○○	○○○
13	District charging	●●○	●●●	○○○
20	POI AC	●●●	●●●	●○○
21	POI AC	●●●	●●●	●○○
22	POI AC	●●●	●●○	○○○
23	POI AC	●○○	●●●	●○○
24	POI AC	●●●	●●●	●○○
25	POI AC	●○○	●●●	●○○
26	POI AC	●○○	●●●	●○○
30	POI DC	●●●	●●●	●●●
31	POI DC	●○○	●○○	●●●
32	POI DC	●●●	●●○	●●●

Tabelle 2: Ladebedarf Hotspot im Jahr 2035.

5.2 Auswahlverfahren

Für jeden Hotspot wurde analysiert, welche Standorte für die Realisierung von Ladestationen am besten geeignet sind. Dieses Verfahren wurde in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde Thalwil durchgeführt.

Jeder Hotspot wurde als Einzelfall betrachtet. Hier sind einige allgemeine Entscheidungselemente wiedergegeben:

Die heute bestehenden Ladepunkten wurden berücksichtigt. Dieser Faktor ist auch vom Modell für die Erkennung der Hotspots berücksichtigt. Ausserdem konnte man die bereits geplanten Ladepunkte berücksichtigen. ARA Zimmerberg wird zum Beispiel umgebaut und es sind 6 Ladepunkte vorgesehen.

Der Bedarf aus dem Modell wurde wo nötig korrigiert basierend auf den jüngsten und geplanten Neubauten in Thalwil. Neubauten mit eigenen Tiefgaragen in der Nähe der Asylstrasse reduzieren zum Beispiel dort den Bedarf in der Kategorie District Charging.

Die geplanten Tiefbau- und Strassenprojekten wurden ebenfalls berücksichtigt. Der Umbau der Gotthardstrasse oder die Reorganisation der Parkplätze entlang der Zürcherstrasse konnten bei der Standortauswahl berücksichtigt werden.

Die Besitzverhältnisse wurden auch berücksichtigt. Die Gemeinde kann mehr Einfluss nehmen, wenn sie den Grund besitzt oder wenn eine Zusammenarbeit zum Beispiel mit dem Kanton besteht.

Schliesslich suchte man auch Standorte, wo verschiedene Nutzerbedürfnisse an einem Ladeort befriedigt werden können. Ein Beispiel dafür ist der Parkplatz beim Bauamt, der während dem Tag von Mitarbeitern oder Besuchern der kommunalen Verwaltung oder dem Kindergarten genutzt wird und in der Nacht die Bedürfnisse der Kategorie District Charging abdecken kann.

5.3 Priorisierte Standorte

Die Gemeinde möchte eine aktive Rolle beim Aufbau der Ladeinfrastruktur in der Kategorie District Charging spielen. Daher wurde entschieden primär auf Standorte in der Kategorie District Charging zu fokussieren (siehe Kapitel 6).

Es wurden darum 7 Hotspot in der Kategorie District Charging ausgewählt. Ausserdem hat man ein Hotspot in der Kategorie POI AC gewählt im Parkhaus Gemeindehaus, damit die Gemeinde eine Vorbildrolle einnehmen kann und eine Ladeinfrastruktur auch für die Besucher des Gemeindehauses zur Verfügung stellen kann.

Für die 8 Hotspots wurden die entsprechenden Standorte bestimmt und vertieft. Die 8 priorisierten Standorten sind in der Tabelle 3 angegeben.

Nr.	Kategorie	Standort	Anzahl Ladepunkte	Angeschlossene Leistung [kW]	Bemerkungen, andere mögliche Standorte
1	District charging	Alpenstrasse	6	25.7	Alte Landstrasse 175-205 ist auch möglich aber sie ist mehr befahren
3	District charging	Parkplatz Armbrustschützen, Säumerstrasse	8	30.5	Parkplatz Restaurant Etzliberg wäre näher am Hotspot, aber die Parkplätze sind für Kunden
4	District charging	Tödistrasse Süd von Schwandelstrasse	8	30.5	
6	District charging	Parkplatz Schiffanlegeplatz	8	38.3	Eventuell auch Parkplatz Zehntenhof, aber nah an ARA wo schon 6 LP geplant sind
7	District charging	Parkplatz Kindergarten Platte/Bauamt	6	25.7	Ladeinfrastruktur kann tagsüber von Besucher oder Mitarbeiter von Kindergarten und Bauamt verwendet werden.
8	District charging	Chilbiplatz	6	31.7	Tagsüber deckt auch den Bedarf von Hotspot Nr. 25 (POI AC)
13	District charging	Parkhaus Obstgarten	10	35.0	Im Parkhaus sind gemäss Vertrag 70 Parkplätze für die Allgemeinheit zugänglich zu halten
22	POI AC	Parkhaus Gemeindehaus	8	38.2	

Tabelle 3: Priorisierte Standorte für die Realisierung der Ladeinfrastruktur.

Für die Bestimmung der Anzahl Ladepunkte war insbesondere die Anzahl der verfügbaren Parkplätze am Standort und in der Nähe ausschlaggebend. Grundsätzlich sollte man auch bei der Vollelektrifizierung nicht mehr als 20-30% der öffentlich zugänglichen Parkplätze an einem Standort mit Ladeinfrastruktur ausrüsten. Die Dimensionierung der angeschlossenen Leistung ergibt sich aus dem SIA 2060 Merkblatt (SIA, 2020).

Die detaillierte Beschreibung mit der Kostenschätzung und die Elektroplanung für diese Standorte ist diesem Bericht beigelegt.

5.4 Empfehlungen für die Realisierung

Basierend auf der Bewertung, der Kostenschätzung und der technischen Vertiefungen mit Elektroplänen der EKZ ist die Realisierung folgender Standorte empfehlenswert:

- Nr. 1 Alpenstrasse
- Nr. 3 Parkplatz Armbrustschützen Säumerstrasse
- Nr. 6 Parkplatz Schiffanlegeplatz

- Nr. 7 Parkplatz Kindergarten Platte
- Nr. 13 Parkhaus Obstgarten
- Nr. 22 Parkhaus Gemeindehaus (Verfügbare Leistung noch überprüfen, siehe Anhang)

Für Standort Nr. 4 Tödistrasse sind die Kosten der Netzerschliessung (EKZ verrechnet 2 separate Anschlüsse) und der Grabarbeiten hoch, deswegen ist die Realisierung dieses Standorts noch nicht empfehlenswert. Jedoch ist der Bedarf in dieser Zone langfristig hoch.

Für Standort Nr. 8 Chilbiplatz sind die Kosten ebenfalls hoch. Die EKZ sieht lange Grabarbeiten für die Realisierung dieses Standorts vor. Ausserdem ist der Bedarf an diesem Standort erst ab 2035 hoch. Die Kosten an diesem Standort würden sinken, wenn die Ladestation am nördlichen Rand des Parkplatzes installiert werden kann.

Die Abbildung 15 zeigt einen Überblick der Empfehlungen für die Realisierung. Der schon geplante Ladestandort bei ARA ist auch als Standort zu realisieren dargestellt.



Abbildung 15: Ladepunkte in Thalwil: Bestehende (grün), Realisierung Empfehlungswert (blau) und Realisierung nicht empfohlen (rot).

Wie oben erwähnt, fokussiert die Gemeinde primär auf der Kategorie District Charging. Das ist nur ein Teil des gesamten Bedarfs an öffentlich zugänglichen Ladepunkten. Zudem ist sogar in der Kategorie District Charging nur ein Teil des zu erwartenden Bedarfs gedeckt (siehe detaillierte Beschreibung Standorte im Anhang). Mit der Realisierung dieser Standorte ist darum die Gefahr einer überdimensionierten Ladeinfrastruktur sehr klein.

Wie im Kapitel 4.4 erklärt, erfordert eine 100% Dekarbonisierung des Verkehrs eine flächendeckende Grundabdeckung an allgemein zugänglicher

Ladeinfrastruktur (District Charging, POI und Schnelllader für unterwegs). Die Standorte, wo die Gemeinde eine aktive Rolle spielt, bilden darum einen kleinen, aber essentiellen Teil der gesamten Anzahl Ladepunkte, die die Entwicklung der Elektromobilität benötigt.

5.5 Andere Standorte

Für die anderen, nicht priorisierten Hotspots hat man während dem Auswahlverfahren ebenfalls mögliche Standorte vorgeschlagen. Diese Standorte wurden aber als nicht prioritär für die Gemeinde oder als nicht geeignet beurteilt, darum wurden sie nicht vertieft. Die Liste könnte aber in Zukunft neu beurteilt und eventuell für eine Erweiterung des Ladenetzes verwendet werden.

Nr.	Kategorie	Mögliche Standorte	Bemerkungen
2	District charging	Entlang Gotthardstrasse, ev. bei Gebäuden mit Tiefgarage oder bei Coop und Migros.	Gotthardstrasse wird umgebaut und Parkplätze gestrichen.
5	District charging	entlang Freiestrasse	Nah an Standort Nr. 4
9	District charging	Asylstrasse Süd	Priorität reduziert wegen Neubauten mit Tiefgarage
10	District charging	Hofstrasse	
11	District charging	Verstärkung Ladeinfrastruktur ARA Zimmerberg.	Nicht prioritär, viele Häuser haben einen privaten Parkplatz.
12	District charging	Entlang Schipferstrasse	Keine öffentlichen Parkplätze, mit Privaten koordinieren
20	POI AC	P+R Bahnhof	Alternativ: Entlang Ludretikonstrasse
21	POI AC	Migros	Schon realisiert
23	POI AC	Parkplatz Sportanlage	In Zukunft auch 50 kW denkbar, heute schon vorhanden
24	POI AC	Parkplatz Seestrasse Hafen (Seebad)	ARA Zimmerberg mit 6 Ladepunkte vorgesehen
25	POI AC	Bönnicenter	schon vorhanden
26	POI AC	Bönnicenter	schon vorhanden
30	POI DC	Coop Parkgarage	
31	POI DC	Garage Gemeindehaus	Schnellladen hier sehr tiefe Priorität
32	POI DC	BP Tankstelle, eventuell Bönnicenter	

Tabelle 4: Weitere mögliche Standorte für die Realisierung von öffentlich zugänglichen Ladepunkten.

6. Rolle der Gemeinde bei den öffentlich zugänglichen Ladepunkten

Nachdem die am besten geeigneten Standorte für die Realisierung von öffentlich zugänglichen Ladepunkten bestimmt wurden, stellt sich die Frage, welche Rolle spielt dabei die Gemeinde.

Die Gemeinde kann dabei insbesondere

- ein auf Gemeindegebiet koordiniertes Vorgehen fördern
- den Umgang und die Rolle der Gemeinde bei Ladestandorten auf öffentlichem Grund klären
- die Umsetzung von Ladelösungen ermöglichen für Anwohnerinnen, die keine eigene Heimplademöglichkeit besitzen, z.B. durch Ladekonzepte für District Charging.

Im Bereich ihrer eigenen kommunalen Liegenschaften kann die Gemeinde zudem noch direkter agieren und folgende Ziele verfolgen:

- Mieterinnen und Mieter städtischer Liegenschaften und Angestellte der Gemeinde sollen nachhaltig unterwegs sein können. Die Gemeinde nimmt dafür ihre Vorbildfunktion wahr und stellt dafür bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur bei kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.
- Besucherinnen sollen an attraktiven Standorten Lademöglichkeiten haben. Wo aus wirtschaftlicher und betrieblicher Sicht sinnvoll, berücksichtigt die Gemeinde den Ladebedarf von Besuchern.

Um die möglichen Rollen der Gemeinde zu schärfen und eine bessere Entscheidungsgrundlage zu liefern, analysieren wir hier mögliche Trägerschaftsmodelle und die nötigen betrieblichen und technischen Anforderungen.

6.1 Mögliche Trägerschaftsmodelle

Generell weisen die verschiedenen Ladeinfrastrukturtypen folgende Eigenschaften auf:

- **District Charging:** Laden erfolgt primär über Nacht, das heisst, dass mit einem Ladevorgang pro Tag zu rechnen ist. An diesem Standort sind je nach Art des Ausbaus relativ tiefe Investitionskosten, wenig Ladevolumen und beschränkte Zahlungsbereitschaft der Kunden einzukalkulieren. Die Standorte befinden sich in der Regel auf öffentlichem Grund. Als Grundeigentümerin, entscheidet die Gemeinde, an welchen Standorten die Ladestationen gebaut werden dürfen. Da Betrieb von Ladeinfrastruktur nicht dem Kerngeschäft der Gemeinde entsprechen, braucht sie einen strategischen Partner für die Umsetzung und den Betrieb – eine Rolle, die ein ausgewählter privater Anbieter übernehmen könnte.
- **POI:** Mehrere Ladevorgänge pro Tag, die zwischen 30 Minuten und 2 Stunden dauern. AC-Ladestationen an POI weisen tiefe Investitionskosten auf. DC-Ladestationen sind mit höheren Investitionskosten verbunden. Das Ladevolumen ist zu maximieren, allerdings besteht

insbesondere bei AC-Ladestationen eine beschränkte Zahlungsbereitschaft der Kunden. Für POI auf privatem Grund nimmt die Gemeinde nur eine koordinierende Rolle ein. Für POI auf öffentlichem Grund definiert die Gemeinde die Standorte, definiert das Ladekonzept und sucht einen strategischen Partner.

- **Fast:** Viele Ladevorgänge, die zirka 15 Minuten dauern, sind möglich. Bei Schnellladestationen sind hohe Investitionskosten, hohes Ladevolumen und hohe Zahlungsbereitschaft einzukalkulieren. Die Rolle der Gemeinde ist hier analog zu ihrer Rolle bei POI-Ladestandorte.
- **Laden bei kommunalen Liegenschaften:** Durch die Nutzung von Anwohnerinnen, Mitarbeitern und Besucherinnen gibt es sehr unterschiedliche Nutzerbedürfnisse, die von klassischem Heimpladen bis POI-Laden reichen. Die Anforderungen an den Betrieb sind damit sehr unterschiedlich je nach Standort. Die Gemeinde definiert die Standorte, finanziert sie und sucht einen strategischen Partner für die Umsetzung und den Betrieb.

Beim Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur empfiehlt es sich für die Gemeinde, eine subsidiäre Rolle einzunehmen. Sie ist als Grundeigentümerin grundsätzlich verantwortlich für den Aufbau der Basisinfrastruktur inkl. Netzerschliessung. Sie will und kann die Ladestationen jedoch nicht selbst finanzieren, aufbauen und betreiben. Die Gemeinde kann sich aber vorstellen, ihre Verantwortung als Eigentümerin des öffentlichen Grundes mit attraktiven Standorten fürs Laden wahrzunehmen. Dies würde bedeuten, dass sie beim Aufbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur eine koordinierende Rolle einnimmt, sich als Projektpartnerin in die Ladeinfrastrukturprojekte involviert und den öffentlichen Grund grundsätzlich zur Verfügung stellt – dort wo die Standorte besonders geeignet sind oder wo keine Alternativen auf privatem Grund bestehen. Grundsätzlich empfehlen wir folgende Rolle der Gemeinde:

- Die Gemeinde hat schon die geeigneten Standorte für öffentlich zugängliche Ladestationen bestimmt (siehe Kapitel 5). EKZ wurde schon involviert und die Bedingungen für den Anschluss geklärt.
- Die Gemeinde sollte die Finanzierung der Basisinfrastruktur inkl. Netzerschliessung ermöglichen. Die Planung und Umsetzung sollten mit anderen Infrastrukturausbauten (z.B. Wasser- oder Elektrizitätsleitung) koordiniert werden. Wir empfehlen einen Ausbau in Etappen zu planen. Ein Rahmenkredit könnte hier sinnvoll sein. Das neue Förderprogramm des Kantons Zürich stellt hierfür ebenfalls Fördergelder für die Gemeinden zur Verfügung.
- Mittels einer Ausschreibung sollte die Gemeinde private Ladestationsbetreiber für die Standorte suchen, an die die Standorte konzessioniert werden. Wir empfehlen eine Konzessionsdauer von mindestens 10 Jahren. Wir empfehlen die Standorte nicht einzeln, sondern in Paketen von mehreren Standorten zu vergeben oder sogar ein einzelner Betreiber für die ganze Gemeinde zu suchen.
- Die Gemeinde sollte relevante Eckpunkte des Betriebskonzepts (z.B. Möglichkeit das E-Fahrzeug über Nacht in Wohnquartieren an der

Ladestation zu lassen, ohne sehr hohe Tarife zu bezahlen) vorschreiben, sollte dem Anbieter aber möglichst viel Freiheiten lassen.

- Wir empfehlen, dass der Anbieter grundsätzlich die Ladeinfrastruktur finanziert und für den Betrieb, Unterhalt und Abrechnung verantwortlich ist.
- Die Gemeinde sollte allenfalls eine Standortmiete und oder eine Konzessionsgebühr auf den Ladetarif zur Amortisation der Kosten für die Basisinfrastruktur erheben.

Die mögliche Rollenaufteilung bei der Umsetzung von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur ist in Tabelle 5 dargestellt.

	Koordination/ Standortfindung	Basisinfrastruktur	Ladeinfrastruktur	Ladegeschäft (Betrieb)
Gemeinde	entscheidet	finanziert und gibt in Auftrag		
Private Anbieter			Finanziert und setzt um	setzt um

Tabelle 5: Mögliche Rollenaufteilung bei der Umsetzung von öffentlich zugänglichen Ladestationen.

Ladepunkte bei den kommunalen Liegenschaften bilden dabei einen Spezialfall – auch sie können teilweise öffentlich zugänglich sein und gewisse Teile dieses Ladebedarfs decken, sind oft jedoch auch nur für eine beschränkte Nutzerbasis von eigenen Anwohnern und Mitarbeiterinnen gedacht. Zudem hat die Gemeinde eine grössere Verantwortung, da es sich um Investitionen bei eigenen Gebäuden handelt. Sie entscheidet selbst über den Ausbau und finanziert die Ladeinfrastruktur. Die mögliche Rollenaufteilung bei der Umsetzung von Ladeinfrastruktur bei kommunalen Liegenschaften ist in Tabelle 6 dargestellt.

	Koordination/ Standortfindung	Basisinfrastruktur	Ladeinfrastruktur	Ladegeschäft (Betrieb)
Gemeinde	entscheidet	Finanziert und gibt in Auftrag	finanziert	
Private Anbieter			setzt um	setzt um

Tabelle 6: Mögliche Rollenaufteilung bei der Umsetzung von Ladepunkten bei kommunalen Liegenschaften.

6.2 Technische Anforderungen und mögliche Betriebskonzepte für öffentlich zugängliche Ladepunkte

Die möglichen Betriebskonzepte für das Ladegeschäft sind vielfältig. Abbildung 16 zeigt die Funktionen und Rollenverteilungen bei der Realisierung von Ladeinfrastruktur auf.

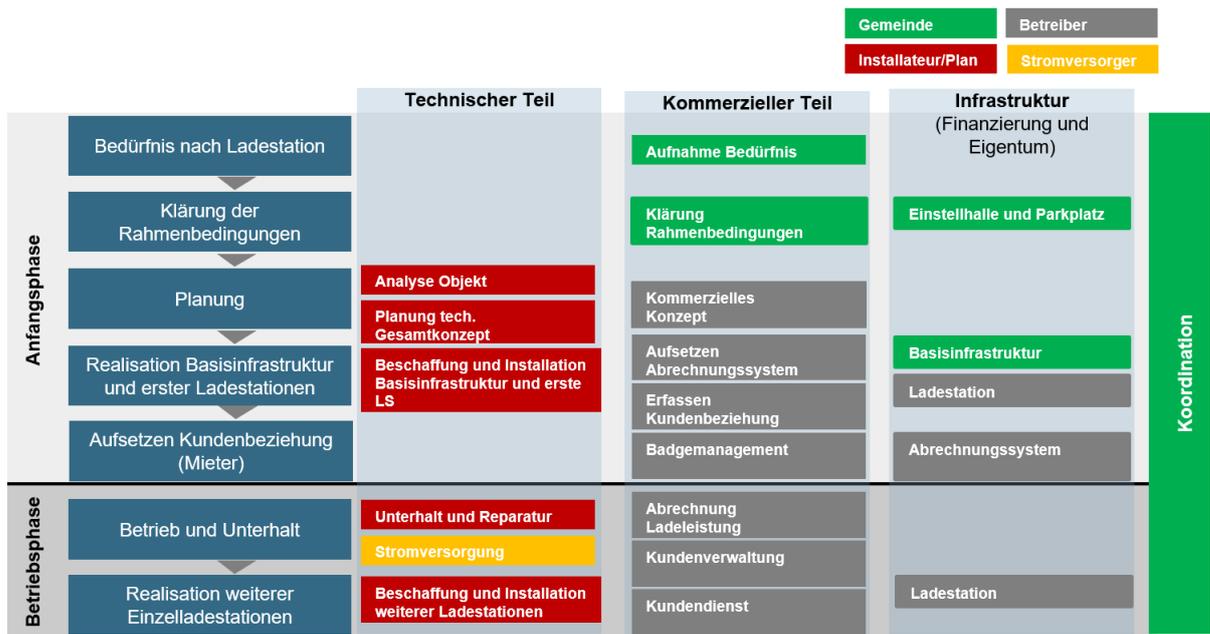


Abbildung 16: Rollenaufteilung bei der Realisierung und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten.

Obwohl wir empfehlen, den Betrieb der Ladeinfrastruktur zu konzessionieren, kann die Gemeinde trotzdem Anforderungen ans Betriebs- und Ladekonzept stellen. Dabei sind folgende Aspekte je Ladestationstyp zu berücksichtigen:

Öffentlich zugängliche Ladestationen haben die höchsten Anforderungen an das Abrechnungs- und Betriebssystem. Der Betrieb von Ladestationen für Mitarbeitende oder für Anwohner in kommunalen Liegenschaften ist einfacher – diese Fälle werden im Rahmen dieser Studie jedoch nicht betrachtet. Bei den öffentlich zugänglichen Ladepunkten muss es grundsätzlich für jede E-Mobilistin möglich sein, an der Ladestation diskriminierungsfrei zu laden und die Kosten vor Ort zu begleichen. Zusätzlich dazu sollte es möglich sein, sich mit einer zusätzlichen Park- oder Ladekarte zu identifizieren und zu einem anderen Ladetarif zu laden (z.B. für Anwohner oder Mitarbeiterinnen der Gemeinde). Im Optimalfall können dann die Kosten mit einem vordefinierten und automatisierten Zahlungsmittel beglichen oder gesammelt und z.B. monatlich per Rechnung bezahlt werden.

Für die Abrechnung und den Ladetarif ist wichtig, dass die zeitlichen Einschränkungen der jeweils geltende Parkordnung flexibel im Tarif abgebildet werden kann. Die Parkgebühren werden üblicherweise weiterhin separat verrechnet.

- Beispiel für Berücksichtigung von Parkzeitbeschränkungen: teurer Zeittarif ab maximaler Parkdauer in den vorgegebenen Zeiträumen (z.B. maximal 6 Stunden Montag bis Freitag 06.00 bis 19.00 Uhr, Samstag 06.00 bis 17.00 Uhr)
- Beispiel für Berücksichtigung von Parkkarten: Befreiung von Parkzeitbeschränkung von 1h in erweiterten blauen Zonen bei Identifikation als Anwohner mit Parkkarte.

Das gleiche Betriebskonzept wie bei Ladepunkten auf öffentlichem Grund ist bei öffentlich zugänglichen Besucherparkplätzen bei kommunalen Liegenschaften vorzusehen.

7. Planerfolgsrechnung und Tarifierung

Dieses Kapitel betrachtet die Planerfolgsrechnung für die öffentlich zugängliche Ladestationen. Das Betreibermodell basiert auf dem empfohlenen Modell des Kapitels 6: Die Gemeinde investiert in die Basisinfrastruktur, der private Betreiber baut die Ladestation und betreibt sie. Die Gemeinde erhebt dann eine Standortmiete pro Parkplatz und/oder einen Konzessionszuschlag auf jeder geladenen kWh.

Es wurde die Planerfolgsrechnung aus Sicht der Gemeinde und aus Sicht des privaten Betreibers berechnet. Die Planerfolgsrechnungen zeigen, unter welchen Verhältnisse die Bewirtschaftung der Ladestation kostendeckend ist. Sie dienen ebenfalls als Grundlage für die Festlegung der Konzessionsgebühren und/oder Standortmiete. Schliesslich zeigen sie, wie die Gemeinde ihre Investitionen refinanzieren kann.

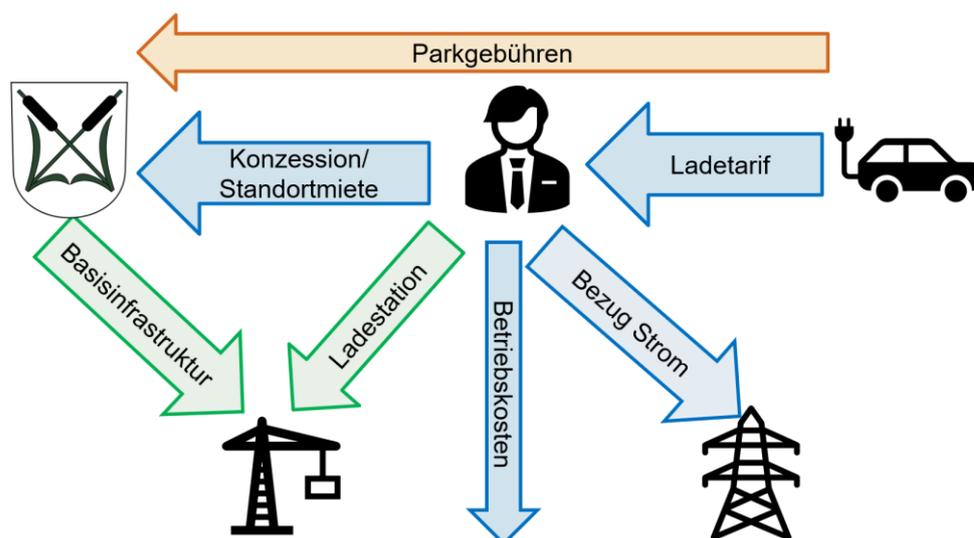


Abbildung 17: Cashflow für das Ladegeschäft. Grün: Anfängliche Investitionskosten. Blau: Aufwände und Erträge beim Betrieb.

Der Cashflow ist in Abbildung 17 dargestellt und schliesst drei Akteuren ein:

- Der Kunde bezahlt den Ladetarif an den Betreiber
- Der Kunde bezahlt die Parkgebühren an der Gemeinde (wie ein normales Verbrennungsfahrzeug)
- Der private Betreiber erhält den Ladetarif vom Kunden und bezahlt die eigenen Betriebskosten, die Stromtarife an den Energieversorger und die Konzession/Standortmiete an die Gemeinde. Der Betreiber investiert in die Ladestation.
- Die Gemeinde erhält die Konzession/Standortmiete vom Betreiber.
- Die Gemeinde investiert in die Basisinfrastruktur.

In der Planerfolgsrechnung sind die anfänglichen Investitionskosten und die Aufwände und Erträge beim Betrieb angegeben. Die Parkgebühren werden unverändert erhoben, sind nicht Teil des Ladegeschäfts und entsprechend nicht in der Planerfolgsrechnung berücksichtigt.

7.1 Betriebswirtschaftliche Kennzahlen

Die Ergebnisse der Planerfolgsrechnung sind durch drei betriebswirtschaftliche Kennzahlen charakterisiert: der Kapitalwert, der Profitability Index und die Internal Rate of Return. Für alle Szenarien ergibt die Planerfolgsrechnung diese drei Kennzahlen für die Gemeinde und für den Betreiber.

Kapitalwert (NPV)

Der Kapitalwert (Net Present Value) ist die Summe aller Ein- und Auszahlungen abgezinst auf heute. Diese Methode berücksichtigt den Zeitwert des Geldes: Eine Einzahlung heute hat mehr Wert als eine zukünftige in der selben Höhe. Die Berechnung hängt vom definierten kalkulatorischen Zinssatz ab. Der Zinssatz repräsentiert den Gewinn einer alternativen Kapitalanlage in selber Höhe im jeweiligen Zeitraum.

Die Formel für die Berechnung des Kapitalwerts ist

$$NPV = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

wobei C_0 die anfänglichen Investitionskosten (Zeitpunkt $t=0$) sind, C_t ist der Cashflow (Ertrag oder Aufwand) im Jahr t und i ist der Zinssatz.

Wenn der Kapitalwert 0 ist, dann erhält der Investor sein eingesetztes Kapital zurück zuzüglich einer Verzinsung des Kapitals in Höhe des Kalkulationszinssatzes. Wenn der Kapitalwert grösser als 0 ist, dann erzielt der Investor zusätzliche Gewinne aus dem Investment. Je höher der Kapitalwert ist, desto rentabler ist die Investition. Wenn der Kapitalwert kleiner als 0 ist, bedeutet es, dass die Verzinsung des eingesetzten Kapitals zum Kalkulationszinssatz nicht gewährleistet ist. Es heisst aber nicht unbedingt, dass die normale Summe von Erträgen und Aufwänden negativ ist und ein Verlust entsteht.

Profitability Index (PI)

Der Profitability Index ist das Verhältniss zwischen den Erträgen aus der Investition und den Investitionskosten. Sie ist gegeben durch die Formel

$$PI = 1 + \frac{NPV}{C_0}$$

wobei NPV der Kapitalwert und C_0 die anfänglichen Investitionskosten darstellen. Wenn der Profitability Index grösser als eins ist, dann lohnt sich die Investition.

Internal Rate of Return (IRR)

Die Internal Rate of Return ist die jährliche Rendite der Investition über einen bestimmten Investitionszeitraum. Die Internal Rate of Return ist der Zinssatz ε , so dass der Kapitalwert null ist. Sie ist die Lösung ε der Gleichung

$$0 = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1 + \epsilon)^t}$$

7.2 Investitionszeiträume

Für die Realisierung von Ladeinfrastruktur werden fünf Ausbaustufen gemäss SIA 2060 differenziert (A, B, C1, C2, D). Für jede Ausbaustufe sind verschiedene Investitionszeiträume definiert. Sie hängen von der Lebensdauer der Bausubstanz ab und sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Eine graphische Darstellung der Ausbaustufen ist in der Abbildung 14 gegeben.

Ausbaustufe	Investitionszeiträume	Lebensdauer
A	100 Jahre	Rohbau
B	50 Jahre	Starkstromanlagen und Leitungen
C	15-50 Jahre	Leitungen und Steckdosen
D	8-15	Ladestation

Tabelle 7: Investitionszeiträume für die Ausbaustufe (SIA 2020).

Für die Planerfolgsrechnung nehmen wir eine Amortisationsdauer von 50 Jahre für die Netzerschliessung und Basisinfrastruktur (Investitionskosten der Gemeinde) und eine Amortisationsdauer von 10 Jahre für die Ladestation (Investitionskosten des Betreibers).

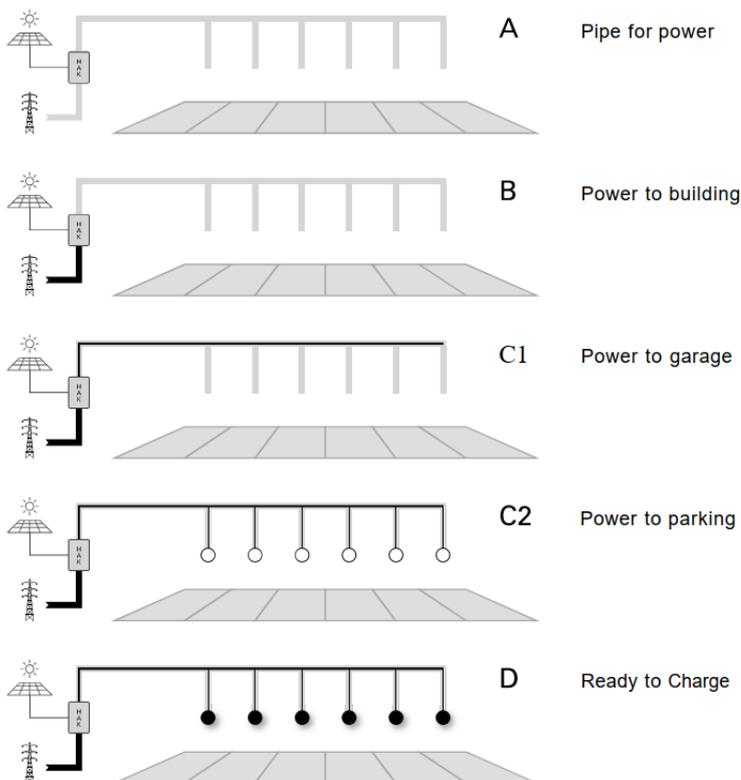


Abbildung 18: Ausbaustufen für die Ladeinfrastruktur (SIA, 2020).

7.3 Annahmen

Für die Planerfolgsrechnung wurden folgende Annahme getroffen.

- Kalkulatorischer Zinssatz: 4% für den Betreiber und 3% für die Gemeinde
- Investitionskosten: 3'000 CHF pro Ladepunkt für die Basisinfrastruktur und Netzerschliessung und 1'750 CHF pro Ladepunkt für die Ladestation. Die Kosten pro Ladepunkt sind im Total 6'800 CHF, davon 2'500 für die Ladestation und 4'300 CHF für die Netzerschliessung und Basisinfrastruktur. Für die effektiven Kosten wird das Förderprogramm E-Ladestationen vom Kanton Zürich berücksichtigt. Die Förderung für Gemeinden für den Fördergegenstand «Laden von Anwohnerparkplätzen» wird 30% der Investitionskosten ausmachen. Die Gesamtkosten von 6'800 CHF entsprechen dem Durchschnitt für die Realisierung der Standorte 1, 3, 6 und 7.
- Betriebskosten: 300 CHF pro Ladepunkt und pro Jahr. Jährlich nehmen diese wegen Effizienzsteigerung um 0.5% ab.
- Die Annahmen für den Strompreis, Bezugstarife für Endkunde und jährliche bezogene Energiemenge pro Ladepunkt sind für die Jahre 2025, 2035 und 2045 in der Tabelle 8 gegeben. Zwischen den Jahren wird es linear interpoliert. Es ist nicht möglich, eine zuverlässige Vorhersage über den zukünftigen Strompreis zu machen. Wichtig für die Planerfolgsrechnung ist aber nicht der Strompreis, sondern der Unterschied zwischen Strompreis und Bezugstarife für die Endkunden. Solange der Bezugstarife am Strompreis angepasst wird (was auch ein normales Marktverhalten entspricht), bleibt die Planerfolgsrechnung auch bei starken Variationen im Strompreis korrekt. Die Energiemenge pro Ladepunkt ist durch die Ergebnisse der Szenarien gegeben.

	2025	2035	2045
Strompreis [CHF/kWh]	0.21	0.25	0.30
Bezugstarife Endkunde [CHF/kWh]	0.32	0.36	0.41
Jährliche Energiemenge pro Ladepunkt [kWh]	5'100	7'300	7'300

Tabelle 8: Annahmen für die Planerfolgsrechnung für Strompreis, Bezugstarife Endkunde und jährliche bezogene Energiemenge pro Ladepunkt

Die Ladetarife sind sehr unterschiedlich und hängen von Anbieter, Abonnement, Standort, Leistung usw. ab. Ausserdem gibt es je nach Anbieter nicht nur eine verbrauchsbasierte Abrechnung, sondern auch andere Preiskomponenten, wie Startgebühr oder Zeittarife. Als Vergleich sind hier einige Ladetarife für AC laden (bis 22 kW) gelistet. Im Vergleich sind die ausgewiesenen Tarife für Thalwil tief. Das hängt insbesondere vom im schweizerischen Vergleich sehr tiefen Strompreis-Niveau im EKZ-Gebiet ab. Die Strompreise liegen in Thalwil um mehr als 10 Rp/kWh tiefer als bspw. in Basel oder Davos ([aktuelle Strompreise](#)).

- Migors (Migrol M-Charge Ladenetz): 35 Rp/kWh
- EWZ: 45 Rp/kWh und 0.15 CHF pro Stunde ab dritter Stunde.

- Plug'nRoll Rüschlikon: 45 Rp/kWh und 1.50 CHF pro Ladevorgang
- Swisscharge Sportanlage Brand: 35 Rp/kWh
- MOVE etwa 45 Rp/kWh
- iwb AC 22 kW (blaue Zone): 52 Rp/kWh und 3 Fr. pro Stunde nach 4 Stunden
- EVPass: 57 Rp/kWh mit Abonnement

Investitionsszenarien

Die oben ausgelegten Annahmen beziehen sich auf das Referenzinvestitionsszenario. Die Ergebnisse wurde auch für zwei weitere Szenarien berechnet: optimistisches und pessimistisches Investitionsszenarien. Alle Annahmen ausser jährliche Energiemenge und Realisierungskosten bleiben gleich.

- Optimistisches Investitionsszenario: Jährliche Energiemenge 10% höher, Realisierungskosten 10% tiefer.
- Pessimistisches Investitionsszenario: Jährliche Energiemenge 10% tiefer, Realisierungskosten 10% höher.

7.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden pro Ladepunkt und im Total berechnet. Für das Total wird es die Realisierung von 46 Ladepunkte gemäss Empfehlungen (siehe Kapitel 5.4) angenommen.

Wenn die obigen Annahmen fix bleiben, dann hat die Planerfolgsrechnung noch 3 Freiheitsgraden: Standortmiete pro Ladepunkt, Konzessionszuschlag pro bezogenen kWh und Investitionsszenario. Durch die Variation diesen Freiheitsgraden können zahlreiche Planerfolgsrechnungen generiert werden. Im Bericht sind die Ergebnisse für drei Kombinationen dokumentiert.

Die Standortmiete und Konzessionszuschlag sind so gewählt, dass die Gemeinde einen Kapitalwert gleich null erreicht und die Bezugstarife für den Endkunde attraktiv sind (das ist der Fall, wie auch die Auflistung in Kapitel 7.3 zeigt).

Die detaillierten Planerfolgsrechnung sind diesem Bericht als Excel beigelegt.

Umsetzungsvariante 1: Standortmiete ohne Konzessionszuschlag

Die Ergebnisse der Planerfolgsrechnung sind der folgenden Tabelle aufgeführt. Es wird eine Standortmiete von 125 CHF pro Parkplatz und pro Ladepunkt pro Jahr angenommen.

	Referenz		Optimistisch		Pessimistisch	
	NPV	PI	NPV	PI	NPV	PI
Gemeinde	-860 CHF	0.99	8'355 CHF	1.07	-10'076 CHF	0.93
Betreiber	72'525 CHF	1.54	134'440 CHF	2.11	10'611 CHF	1.07

Tabelle 9: Planerfolgsrechnung für drei Investitionsszenarien, wenn die Standortmiete 125 CHF pro Parkplatz, pro Ladepunkt und Jahr beträgt.

Umsetzungsvariante 2: Konzessionszuschlag ohne Standortmiete

Die Ergebnisse der Planerfolgsrechnung sind der folgenden Tabelle aufgeführt. Es wird ein Konzessionszuschlag von 2 Rp/kWh erhoben.

	Referenz		Optimistisch		Pessimistisch	
	NPV	PI	NPV	PI	NPV	PI
Gemeinde	4'264 CHF	1.03	23'121 CHF	1.19	-14'594 CHF	0.90
Betreiber	68'372 CHF	1.51	121'482 CHF	2.00	15'263 CHF	1.10

Tabelle 10: Planerfolgsrechnung für drei Investitionsszenarien, wenn ein Konzessionszuschlag von 2 Rp/kWh erhoben wird.

Umsetzungsvariante 3: Konzessionszuschlag und Standortmiete

Die Ergebnisse der Planerfolgsrechnung sind der folgenden Tabelle aufgeführt. Es wird eine Standortmiete von 50 CHF pro Parkplatz und pro Ladepunkt pro Jahr angenommen und ein Konzessionszuschlag von 1.2 Rp/kWh erhoben.

	Referenz		Optimistisch		Pessimistisch	
	NPV	PI	NPV	PI	NPV	PI
Gemeinde	2'214 CHF	1.02	17'215 CHF	1.14	-12'787 CHF	0.92
Betreiber	70'033 CHF	1.52	126'665 CHF	2.04	13'402 CHF	1.09

Tabelle 11: Planerfolgsrechnung für drei Investitionsszenarien, wenn die Standortmiete 50 CHF pro Parkplatz, pro Ladepunkt und Jahr beträgt und es wird ein Konzessionszuschlag von 1.2 Rp/kWh erhoben.

8. Quellen

ARE, 2022	Bundesamt für Raumentwicklung ARE. <i>Schweizerische Verkehrsperspektiven 2050</i> , 2022.
BFS, 2020	Bundesamt für Statistik, 2020. <i>Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung</i> .
BFS, 2022	Bundesamt für Statistik, <i>Strassenfahrzeuge</i> , https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/verkehrsinfrastruktur-fahrzeuge/fahrzeuge/strassenfahrzeuge-bestand-motorisierungsgrad.html#-875701140
EBP, 2021	EBP, EBP Elektromobilität Market Perspectives Study , 2021
EBP, 2022	EBP, Electric and Hydrogen Mobility Scenarios Switzerland 2022 , 2022.
EnergieSchweiz, 2022	EnergieSchweiz, Fahr mit dem Strom , 2022.
McKinsey, 2021	McKinsey & Company, Why the automotive future is electric , 2021.
PSI 2020	Paul Scherrer Institut, <i>Mobilität von Morgen</i> , 2020
SIA, 2020	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, <i>Infrastruktur für Elektrofahrzeuge in Gebäuden</i> (SIA 2060)
ZH, 2021	Kanton Zürich, statistisches Amt, Bevölkerungsprognosen Kanton Zürich , 2021