

TEKO Schweizerische Fachschule

Energie- und Umwelttechnik

Diplomarbeit

zur Erlangung des Grades eines

Dipl. Energie- und Umwelttechniker/in HF

über das Thema

**Realisierung einer Kompakten Elektroladestation für
E-Fahrräder, E Motorräder und E-Autos**

von

Adrian Nevistic

Lehrer: Jörg Schenker
Experte Stefan Schmidt
Abgabedatum: 11. November 2024

1 Management Summary

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung einer flexiblen und bedarfsgerechten Ladelösung für Elektrofahrzeuge in der Stadt Luzern. Ziel des Projekts war es, eine Ladeinfrastruktur zu konzipieren, die sowohl den wachsenden Anforderungen an Lademöglichkeiten für E-Autos, E-Motorräder und E-Bikes gerecht wird als auch die Klimaziele der Stadt Luzern unterstützt. Durch eine fundierte Analyse der technischen, gesetzlichen und städtebaulichen Anforderungen entstand ein Konzept, das speziell auf die Herausforderungen im urbanen Raum zugeschnitten ist.

Vorgehen

Im Rahmen der Projektinitialisierung und -realisierung wurde ein klar strukturierter Arbeitsablauf festgelegt, um die Entwicklung der Ladelösung effizient und zielgerichtet voranzutreiben. Zunächst stand eine umfassende Analyse der Ausgangslage im Mittelpunkt, bei der die bestehenden Bedingungen und Anforderungen an eine Ladeinfrastruktur in der Stadt Luzern untersucht wurden. Darauf aufbauend erfolgte die technische und gesetzliche Abklärung, um sicherzustellen, dass die geplante Infrastruktur den relevanten Normen und Richtlinien entspricht und die technische Machbarkeit gewährleistet ist. Als nächster Schritt wurde die Integration der Ladestation in das bestehende Verkehrskonzept der Stadt Luzern geprüft. Ziel war es, die Ladeinfrastruktur so zu gestalten, dass sie sowohl verkehrstechnisch sinnvoll ist als auch den Mobilitätsanforderungen der Stadt gerecht wird. Anschliessend wurde in einer umfassenden Machbarkeitsanalyse die Realisierbarkeit des Projekts aus technischer, wirtschaftlicher und umweltbezogener Sicht bewertet, was wichtige Erkenntnisse über die Umsetzbarkeit lieferte. Zum Abschluss der Projektinitialisierung wurde das Endprodukt mithilfe eines CAD-Programms präzise gezeichnet, um eine genaue Visualisierung der geplanten Ladeinfrastruktur zu erstellen und sicherzustellen, dass alle Anforderungen optimal umgesetzt werden.

Ergebnisse

Die Arbeit führte zur Entwicklung eines detaillierten Ladeinfrastrukturkonzepts, das sowohl technische Machbarkeit als auch ökologische und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt. Durch die strategische Positionierung der Ladeplätze und die bedarfsgerechte Dimensionierung der Ladeleistungen entstand eine flexible Lösung, die den Mobilitätsanforderungen der Stadt Luzern gerecht wird. Die CAD-gestützte Modellierung ermöglichte präzise 3D-Darstellungen der geplanten Infrastruktur und half dabei, das Layout der Ladeplätze für E-Autos, E-Motorräder und E-Bikes optimal zu gestalten. Die Arbeit zeigt, dass das entwickelte Konzept unter Einhaltung der gesetzlichen und städtebaulichen Vorgaben realisierbar ist und eine verlässliche Grundlage für die Integration von Elektromobilität in Luzern bietet.

Ausblick

Der Ausbau einer solchen Ladeinfrastruktur könnte ein bedeutender Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung in Luzern. Durch die Weiterentwicklung des Ladeinfrastrukturkonzepts kann die Stadt Luzern langfristig ihre Klimaziele erreichen und zur Förderung der Elektromobilität beitragen. Ein zukünftiger Fokus könnte auf der Einbindung erneuerbarer Energien und einer noch stärkeren Vernetzung mit dem öffentlichen Verkehr liegen, um eine umfassende Mobilitätslösung für alle Nutzer zu schaffen. Die Arbeit bietet damit eine wertvolle Grundlage für weitere Massnahmen und zeigt, wie eine zukunftsorientierte Ladeinfrastruktur erfolgreich im städtischen Raum integriert werden kann.

Ziele

Das Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer multifunktionalen 3-in-1-Ladestation, die platzsparend E-Velos, E-Motorräder und Elektroautos gleichzeitig laden kann und sich harmonisch in das städtische Umfeld Luzerns integriert. Die technische Machbarkeit und Sicherheit der Ladestation wurden überprüft, um eine zuverlässige Ladeinfrastruktur zu schaffen, die zur Förderung der Elektromobilität beiträgt und die Emissionen in Luzern reduziert.

Inhaltsverzeichnis

1	Management Summary	2
	Inhaltsverzeichnis	4
2	Projektinitialisierung	6
2.1	Projektauftrag und Themeneingabe	6
2.1.1	Themeneingabe	6
2.1.2	Auftragsklärung	7
2.2	Analyse der Ausgangslage	7
2.2.1	Elektroauto	8
2.2.2	Elektromotorräder	9
2.2.3	Elektrovelos / E-Bikes	10
2.2.4	Zukunftsanalyse	12
2.2.5	Zunahme des Strombedarfs	12
2.3	Projektvertrag/Pflichtenheft	14
2.3.1	Zielscheibe	20
3	Projektplanung	21
3.1	Vorgehen	21
3.2	Projekttaulaufplanung	22
3.3	Projektstrukturplanung	23
4	Projektrealisierung	24
4.1	Technische Abklärungen	24
4.1.1	Ladeleistung der Ladestation	24
4.1.2	Steckertypen	29
4.1.3	Netztechnische Aspekte	30
4.1.4	Arbeiten rund um die Ladestation	34
4.1.5	Benutzerfreundlichkeit	39
4.1.6	Elektrotechnik	40
4.2	Gesetzliche Abklärungen	42
4.2.1	Normen, Richtlinien und Verordnungen	42
4.3	Integrierung ins Verkehrskonzept	46
4.3.1	Stadtentwicklung	46
4.3.2	Raumplanung	47
4.4	Machbarkeitsanalyse	51
4.4.1	Standortanalyse	51
4.4.2	SWOT Analyse	59
4.4.3	Ist Ladestation umsetzbar?	60
5	Erarbeiten des Endprodukts	61
5.1	Dokumentation der Zeichnung	61
5.1.1	Masse	61
5.1.2	Handgemachte Skizze	62
5.1.3	Endprodukt mit CAD Programm	64
5.1.4	Kostenanalyse	69
6	Projektabschluss	70

6.1	Expertenbericht	70
6.2	Projektüberwachung	70
6.2.1	Geplanter Projektablaufplan	71
6.2.2	Realer Projektablaufplan	71
6.3	Zeitprotokoll	72
6.4	Evaluation der Zielerreichung	74
6.4.1	Ziele	74
6.5	Lessons learnt	74
6.6	Reflexion – Adrian Nevistic	75
6.7	Danksagung	75
6.8	Hilfsmittel und Informationsquellen	75
7	Redlichkeitserklärung	76
8	Abbildungsverzeichnis	77
9	Abbildung Quellenverzeichnis	78
10	Literatur- und Quellenverzeichnis	81
11	Anhang	83

2 Projektinitialisierung

2.1 Projektauftrag und Themeneingabe

2.1.1 Themeneingabe



Die Themeneingabe kann als Word-Formular im Ecranet unter „Praktika“ heruntergeladen werden.

Themeneingabe Diplomarbeit

Name

Vorname Adrian
Adresse, Ort Maihofmatte 9
Tel: P, G 078 902 15 55
E-Mail adrian.nevistic@edu.teko.ch
Klasse L-TEU-21
Fachgebiet Elektromobilität
Auftraggeber Arbeit in eigenem Interesse

Thema Realisierung einer Kompakten Elektroladestation für E-Fahrräder, E-Motorräder und E-Autos

Kurzbeschreibung Ich wohne in der schönen Stadt Luzern. Während meiner täglichen Fahrten durch die Stadt ist mir aufgefallen, dass es in Luzern noch keine geeignete Ladestation für E-Fahrräder und E-Motorräder gibt. Diese Lücke in der Infrastruktur möchte ich schliessen.
 In meiner Diplomarbeit werde ich eine kompakte Elektroladestation entwickeln, welche alle drei Arten von elektrifizierten Verkehrsmitteln am selben Standort aufladen kann. Da Parkplätze für Fahrräder, Motorräder und Autos oft nahe beieinander liegen, bietet sich eine gemeinsame Ladestation gut an. Diese 3-in-1-Lösung spart nicht nur Kosten, sondern nutzt auch den knappen Platz in der Innenstadt optimal.
 Somit ist das Ziel meiner Arbeit, eine platzsparende und effiziente Ladelösung zu entwerfen, die den Anforderungen von Innenstädten mit begrenztem Raum gerecht wird. Am Ende meiner Diplomarbeit soll ein umsetzbarer Entwurf für eine solche Ladestation vorliegen. Diese innovative Lösung könnte dazu beitragen, Luzern und andere Städte nachhaltiger und zukunftsorientierter zu gestalten.

Erfolgskriterien

Eine 3-in-1 Lösung ist technisch sowie platzsparend umsetzbar.
 Eine 3-in-1 Lösung ist in der Stadt Luzern umsetzbar.
 Das Projekt ist in der Stadt Luzern finanziell tragbar.
 Es konnte eine nachhaltige und innovative Ladelösung entwickelt werden.
 Durch eine Machbarkeitsanalyse konnte eine Realisierung des Projekts festgestellt werden.

2.1.2 Auftragsklärung

Die Startbesprechung am 13. September 2024 mit meinem Experten Jörg Schenker hat mir dabei geholfen, einen klaren Überblick über die Diplomarbeit zu gewinnen. Ich konnte gute Tipps zur Vorgehensweise und Planung der Arbeit mitnehmen. Mit dem Pflichtenheft, das ich am 13. September 2024 mit Jörg geteilt habe, wurden klare Abgrenzungen und genauere Details im Vergleich zum Themeneingabe Dokument festlegen.

Eine solche Ladestation zu realisieren, ist sehr kostenintensiv und kaum umsetzbar in solch einem kurzen Zeitraum. Daher habe ich einen Kompromiss gefunden und werde eine Ladestation entwickeln, designen und versuche es in einer noch undefinierten Massstabgrösse realisieren. Die Entstehung des Modells werde ich dokumentieren und falls es zeitlich möglich ist, das fertige Modell zur Präsentation mitbringen.

2.2 Analyse der Ausgangslage

In dieser Analyse werden die drei Transportmittel eingehend betrachtet, zudem wird die aktuelle Ladeinfrastruktur erläutert. Mithilfe von Statistiken und Fakten werde ich nachweisen, welche Probleme derzeit in der Elektromobilität existieren und wie meine vorgeschlagene Ladelösung diese Probleme beheben kann.

Darüber hinaus wird aufgezeigt, wie diese Lösung einen innovativen Beitrag zur Elektrifizierung der Innenstädte leisten kann. Ziel ist es, eine umfassende Übersicht über die aktuellen Herausforderungen zu bieten und darzulegen, wie die vorgeschlagene Technologie einen praktischen Schritt in Richtung einer nachhaltigen und elektrifizierten städtischen Mobilität darstellt.

2.2.1 Elektroauto

In den letzten Jahren hat sich der Markt für Elektroautos stark entwickelt. Immer mehr Menschen entscheiden sich aufgrund von Umweltaspekten und staatlichen Förderungen für den Kauf eines Elektrofahrzeugs (EV). Autohersteller weltweit investieren massiv in die Entwicklung und den Ausbau ihrer Elektrofahrzeug-Flotten, um den steigenden Bedarf zu decken und gleichzeitig die Umweltbelastungen durch den Verkehr zu senken. Die Vorteile von Elektroautos, wie etwa geringere Betriebskosten und keine direkten CO₂-Emissionen, tragen wesentlich dazu bei, dass immer mehr Menschen diese Technologie als zukunftsweisend betrachten.

Allerdings ist der Erfolg der Elektromobilität stark an die Ladeinfrastruktur gebunden. Gerade in eng besiedelten Städten besteht noch erheblicher Handlungsbedarf. In Städten wie Luzern, wo viele Einwohner keinen eigenen Stellplatz oder eine Garage besitzen, wird das Laden des Fahrzeugs zu einer Herausforderung. Ohne eine verlässliche und flächendeckende Ladeinfrastruktur könnte der wachsende Markt für Elektroautos ins Stocken geraten. Daher sind innovative Ladelösungen dringend notwendig, um Elektromobilität für eine breitere Masse zugänglich zu machen.

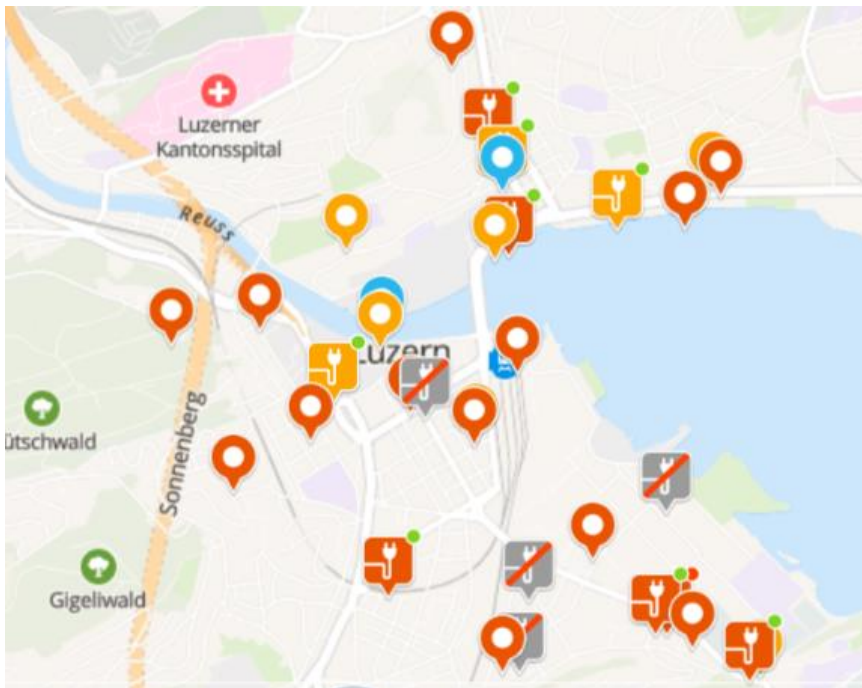


Abbildung 1: Ladeinfrastruktur Innenstadt von Luzern

Auf der Abbildung 1 sieht man alle verfügbaren Ladestationen in der Innenstadt von Luzern. Viele Ladestationen gehören den Hotels, die im Zentrum sind, wie etwa das Hotel Continental oder Hotel Montana. Diese stehen teilweise nur für Gäste von den Hotels zur Verfügung. Auch auf der Karte sieht man die zwei grüne Zonen Eichmattstrasse und Bergstrasse. Das sind Ladestationen, die gezielt für die Öffentlichkeit gebaut wurden. Die grüne Zone wird in der Projektrealisierung noch genauer beschrieben.

Ein aktuelles Projekt in Luzern ist die „Grüne Zone“, eine Initiative, die bereits in der Innenstadt realisiert wurde. Diese Zone bietet den Einwohnern die Möglichkeit, ihre Elektroautos an öffentlich zugänglichen Ladestationen zu laden. Solche Projekte sind ein wichtiger Schritt, um städtischen Bewohnern ohne private Lademöglichkeit die Nutzung eines Elektroautos zu ermöglichen. Durch die Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur direkt im städtischen Raum wird der Umstieg auf Elektromobilität deutlich attraktiver. Dies ist nicht nur ein praktischer Vorteil für die Nutzer, sondern auch ein Beitrag zur Reduktion von Emissionen im Stadtverkehr.



Abbildung 2: Grüne Zone Bergstrasse 8, Luzern

Um die Elektromobilität flächendeckend durchzusetzen, sind jedoch weitere Massnahmen notwendig. Vor allem in eng besiedelten Städten wie Luzern ist es essenziell, dass die Ladeinfrastruktur für E-Autos strategisch geplant und ausgebaut wird. Solche Ladestationen könnten an zentralen und gut erreichbaren Orten in der Stadt installiert werden, etwa in Wohngebieten, an Verkehrsknotenpunkten oder in der Nähe von öffentlichen Einrichtungen.

2.2.2 Elektromotorräder

Im Vergleich zu Elektroautos sieht die Situation bei Elektromotorrädern noch anders aus. Obwohl Elektromotorräder technologisch fortschrittlich sind, gibt es in vielen Städten – insbesondere in der Innenstadt – kaum speziell für sie ausgelegte Lademöglichkeiten. Der Marktanteil von Elektromotorrädern ist derzeit noch relativ gering im Vergleich zu Motorrädern mit Verbrennungsmotor. Dies liegt unter anderem daran, dass die Infrastruktur für Elektromotorräder noch nicht flächendeckend vorhanden ist.

Jedoch wird sich dieser Markt in Zukunft voraussichtlich stark verändern. Grosse Motorradhersteller setzen zunehmend auf elektrifizierte Mobilität und bringen immer mehr E-Motorräder auf den Markt. Einige interessante Modelle sind bereits verfügbar, und es ist nur eine Frage der Zeit, bis Elektromotorräder einen grösseren Teil des Marktes ausmachen werden. Doch ein zentrales Problem bleibt: Derzeit können Elektromotorräder im öffentlichen Raum in der Regel nur an Ladestationen für Elektroautos geladen werden. Das ist jedoch keine optimale Lösung, da die begrenzten Ladestationen für Elektroautos bereits stark beansprucht werden und nicht für Motorräder konzipiert sind.



Abbildung 3 E-Motorrad Ladestation

Für Personen, die über eine eigene Ladestation zu Hause verfügen, ist das Fahren eines Elektromotorrads derzeit eine praktikable und attraktive Option. Sie können ihr Motorrad bequem und effizient laden, ohne auf öffentliche Ladestationen angewiesen zu sein. Für viele Motorradfahrer in städtischen Gebieten, die keinen privaten Stellplatz oder eine eigene Ladestation haben, ist dies jedoch keine Lösung. Um die Elektromobilität bei Motorrädern weiter zu fördern und den Markt langfristig auszubauen, ist es entscheidend, eine eigene Ladeinfrastruktur für Elektromotorräder bereitzustellen.

2.2.3 Elektrovelos / E-Bikes

Auch für E-Velos gibt es in der Innenstadt von Luzern derzeit keine speziellen Lademöglichkeiten. Während die meisten E-Velo-Nutzer ihre Batterien problemlos mit nach Hause nehmen und über Nacht aufladen können, stellt dies nicht für alle eine optimale Lösung dar. Insbesondere Touristen und Pendler, die Luzern mit dem E-Velo besuchen oder zur Arbeit kommen, könnten von einer öffentlichen Ladeinfrastruktur profitieren. Eine solche Ladelösung würde zusätzliche Sicherheit bieten, falls die Kapazität der Batterie knapp wird. Darüber hinaus wäre es ein starkes Signal, dass E-Velos in der Stadt willkommen sind und der Veloverkehr aktiv unterstützt wird. Dies würde zugleich einen Beitrag zu einer emissionsärmeren und umweltfreundlicheren Innenstadt leisten.

Die Errichtung von Ladestationen nur für E-Velos wäre jedoch finanziell wenig effizient, da der Bau und die Instandhaltung kostenintensiv sind. Deshalb erscheint es sinnvoll, solche Ladestationen in Kombination mit denen für E-Motorräder und E-Autos zu planen. Auf diese Weise könnten die Kosten gleichmässig verteilt und die Nutzung der Ladestationen maximiert werden. Eine solche multifunktionale Ladeinfrastruktur wäre nicht nur ökonomischer, sondern würde auch die verschiedenen Formen der Elektromobilität in der Stadt miteinander verbinden.



Abbildung 4 E-Bike Ladestation bike-energy

Auch für die Einwohner von Luzern könnte eine solche Lösung von Interesse sein. In vielen Gebäuden, besonders in den dicht bebauten Bereichen der Innenstadt, gibt es keinen geeigneten Abstellplatz für Velos, geschweige denn die Möglichkeit, E-Velos sicher zu laden. Statt das Velo draussen stehen zu lassen, könnte man es an eine öffentliche Ladestation anschliessen, was zusätzlichen Komfort und Sicherheit bietet. Dies würde die Attraktivität von E-Velos weiter erhöhen und ihre Akzeptanz in der Bevölkerung steigern. Solche Annehmlichkeiten tragen dazu bei, E-Velos als eine nachhaltige und praktische Mobilitätsoption in städtischen Gebieten zu etablieren.

2.2.4 Zukunftsanalyse

Die Zukunft der Mobilität entwickelt sich klar in Richtung Elektromobilität und es wird erwartet, dass sich diese Entwicklung in den kommenden Jahren weiter beschleunigt. Elektrofahrzeuge gewinnen sowohl bei Verbrauchern als auch bei Regierungen zunehmend an Bedeutung, da sie als zentraler Baustein für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen angesehen werden. Diese Umstellung auf elektrische Antriebe hat jedoch weitreichende Auswirkungen auf die Infrastruktur und den Strombedarf, da die Zahl der Elektrofahrzeuge auf den Strassen stark ansteigen wird.

Laut Schätzungen des Bundesamts für Energie (BFE) und der Beratungsfirma EBP wird die Zahl der Elektroautos in der Schweiz bis 2035 auf etwa 2,1 Millionen Fahrzeuge ansteigen, was rund 45 Prozent des gesamten Personenwagenbestands ausmacht. Bis zum Jahr 2050 soll diese Zahl auf rund 4 Millionen Fahrzeuge anwachsen. Diese Entwicklung zeigt, dass die Elektromobilität nicht mehr nur eine Nische ist, sondern sich schnell zu einem dominierenden Teil des Verkehrssektors entwickelt. Dies bedeutet, dass der Anteil an batteriebetriebenen Fahrzeugen erheblich wachsen wird, was sowohl für Privatpersonen als auch für Unternehmen weitreichende Konsequenzen hat.

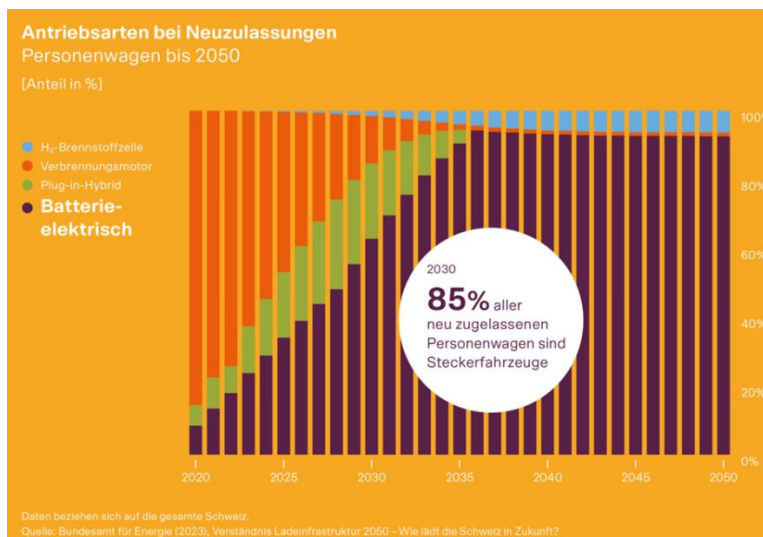


Abbildung 5 Statistik Antriebsarten bei Neuzulassungen

2.2.5 Zunahme des Strombedarfs

Mit der wachsenden Anzahl von Elektrofahrzeugen wird auch der Bedarf an Strom erheblich steigen. Der erwartete Strombedarf für den gesamten Strassenverkehr wird für das Jahr 2035 auf 9 TWh geschätzt, was eine signifikante Steigerung gegenüber den bisherigen Prognosen von 5 TWh darstellt. Bis 2050 soll der Strombedarf auf 17 TWh ansteigen, was im Vergleich zu den aktuellen Annahmen (14 TWh) ebenfalls eine deutliche Erhöhung darstellt. Dieser zusätzliche Stromverbrauch wird durch das Aufladen von Millionen Elektrofahrzeugen verursacht, darunter nicht nur Personenwagen, sondern auch leichte und schwere Nutzfahrzeuge, die zunehmend auf Batterieantriebe umsteigen.

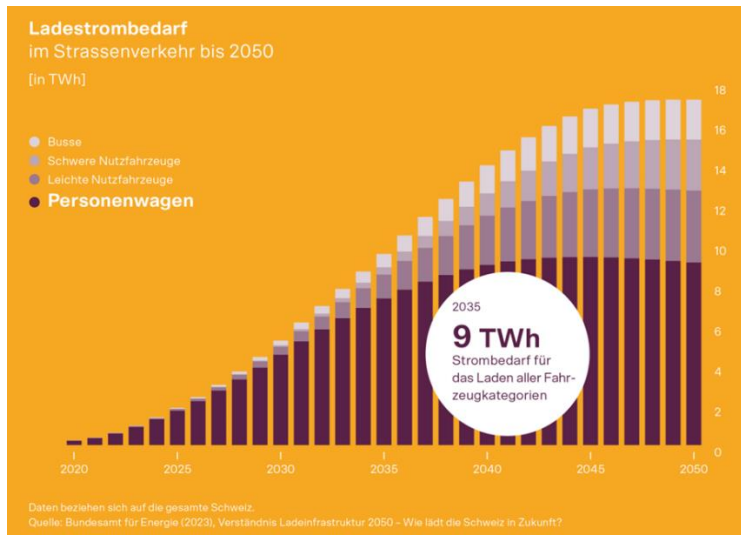


Abbildung 6 Statistik Ladestrombedarf bis 2050

Dieser Zuwachs im Strombedarf erfordert eine erhebliche Anpassung und Erweiterung der Ladeinfrastruktur. Es müssen ausreichend Ladestationen zur Verfügung stehen, um die steigende Zahl an Elektrofahrzeugen effizient mit Strom versorgen zu können.

2.2.5.1 Zukunft der Zweiräder

Auch im Bereich der Motorräder zeichnet sich ein klarer Trend zur Elektrifizierung ab. Neben Yamaha, das plant, bis 2050 90 Prozent seiner Modellpalette auf Elektroantriebe umzustellen, haben auch andere grosse Motorradhersteller wie BMW, Ducati und Kawasaki bereits Schritte in diese Richtung unternommen. Diese Unternehmen bieten zum Teil schon jetzt Motorräder mit Elektroantrieb auf dem Markt an oder haben angekündigt, ihre Modellpaletten in Zukunft immer stärker auf elektrische Antriebe auszurichten. BMW hat beispielsweise mit dem Modell CE 04 ein urbanes E-Motorrad entwickelt, das für den Stadtverkehr optimiert ist und die wachsende Nachfrage nach emissionsfreier Mobilität im urbanen Raum bedient. Ducati und Kawasaki setzen ebenfalls zunehmend auf elektrische Antriebe, wobei insbesondere Ducati neben elektrischen Modellen auch auf die Erforschung von E-Fuels setzt, um die Brücke zwischen traditionellem Verbrennungsmotor und emissionsfreien Technologien zu schlagen.

Ein Beispiel für diesen Wandel ist Yamaha, das angekündigt hat, bis 2050 den Grossteil seiner Modellpalette auf Elektroantriebe umzustellen. Der japanische Hersteller, der für leistungsstarke und innovative Motorräder bekannt ist, sieht in der Elektromobilität eine Schlüsseltechnologie, um die Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig seine Produktpalette zukunftsfähig zu gestalten. Diese Entwicklung zeigt, dass nicht nur der Automobilsektor, sondern auch der Motorradmarkt einen starken Wandel hin zu umweltfreundlicher Mobilität durchläuft.

2.3 Projektvertrag/Pflichtenheft



Pflichtenheft

**Entwicklung einer Kompakten Elektroladestation
für E-Fahrräder, E-Motorräder und E-Autos**

**Adrian Nevistic
L-TEU-21-Do-a**

Pflichtenheft

Adrian Nevistic

21.09.2024

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Allgemeines	3
Ziel des Pflichtenhefts	3
Verteiler und Freigabe.....	3
Verteiler für dieses Pflichtenheft	3
Projektorganisation.....	3
Projektablauf	4
Konzept und Rahmenbedingungen	4
Ausgangslage und Problemstellung.....	4
Ziele.....	4
Endergebnis	5
Erfolgskriterien.....	5
Freigabe und Genehmigung Fachexperte	6

Pflichtenheft

Adrian Nevistic

21.09.2024

Einleitung

Allgemeines

Ziel des Pflichtenhefts

Dieses Pflichtenheft legt fest, wie die Diplomarbeit die Anforderungen die ich mir gestellt habe im Rahmen des Projekts „Entwicklung einer Kompakten Elektroladestation für E-Fahrräder, E-Motorräder und E-Auto“ erfüllen wird. Es dient dazu,

- das Projektziel klar zu definieren,
- den Projektverlauf zu dokumentieren,
- sowie die Ziele und Meilensteine an alle beteiligten zu dokumentieren.

Verteiler und Freigabe

Verteiler für dieses Pflichtenheft

Rolle im Projekt	Name	Funktion	Firma
Fachexperte / Betreuer	Jörg Schenker	Diplomlehrer und Experte Energie	TEKO Luzern
Diplomand und Projektleiter	Adrian Nevistic	Student Energie- und Umwelttechnik	TEKO Luzern

Projektorganisation

Rolle	Name	Firma
Auftraggeber	Adrian Nevistic	TEKO Luzern
Betreuer	Jörg Schenker	TEKO Luzern
Fachexperte	Stefan Schmidt	TEKO Luzern
Diplomand	Adrian Nevistic	TEKO Luzern

Projekttablauf

Von der Projektinitialisierung bis zum Projektabschluss sollte das Projekt in vier Hauptphasen aufgeteilt werden.

1. Initialisierung
 - Auftragsklärung
 - Ausgangslage erläutern
 - These erstellen
2. Projektplanung
 - Projekttablaufplanung,
 - Strukturplanung erstellen
3. Projektrealisierung
 - Informationssammlung
 - Analyse
 - Ausarbeiten des Endprodukts
4. Projektabschluss
 - Zielkontrolle
 - Rückblickende Erkenntnisse
 - Kontrolle durch Fachexperten

Das Ziel vom Pflichtenheft ist es, die Grundlagen zu beschreiben und die Machbarkeit des technischen Konzepts durch eine Diplomarbeit nachzuweisen. Diese Ergebnisse dienen als Basis für die Planungsphase, auf der die Diplomarbeit aufbaut.

Konzept und Rahmenbedingungen

Ausgangslage und Problemstellung

In städtischen Gebieten wie Luzern fehlt es an flexiblen und effizienten Lademöglichkeiten für unterschiedliche Elektrofahrzeuge wie E-Velos, E-Motorräder und Elektroautos. Vor allem in der Innenstadt, wo der Platz begrenzt ist, gibt es derzeit keine multifunktionalen Ladestationen, die alle drei Fahrzeugtypen bedienen können. Dies führt zu einem Mangel an geeigneten Ladepunkten und erschwert die Integration von Elektromobilität im urbanen Raum. Die Entwicklung einer kompakten 3-in-1 Ladestation, die sowohl E-Velos als auch E-Motorräder und Elektroautos versorgt, könnte eine Lösung für dieses Problem darstellen und die nachhaltige Mobilität in Luzern fördern.

Ziele

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, ein Konzept für eine multifunktionale 3-in-1 Ladestation zu entwickeln, die effizient E-Velos, E-Motorräder und Elektroautos gleichzeitig aufladen kann. Die Ladestation soll so gestaltet werden, dass sie platzsparend in der Innenstadt von Luzern installiert werden kann.

Ein weiteres Ziel besteht darin, die technische Machbarkeit der Ladestation zu prüfen und sicherzustellen, dass sie den aktuellen Anforderungen an Elektromobilität und städtische Infrastruktur gerecht wird. Die Station soll eine zuverlässige und sichere Ladeinfrastruktur bieten, die für unterschiedliche Fahrzeugtypen ausgelegt ist. Dadurch soll die Nutzung von Elektrofahrzeugen in Luzern gefördert und die Verkehrswende unterstützt werden.

Endergebnis

Das Endergebnis dieser Arbeit ist ein durchdachtes Konzept für eine multifunktionale 3-in-1 Ladestation, die E-Velos, E-Motorräder und Elektroautos effizient auflädt und in der Innenstadt von Luzern platzsparend integriert werden kann. Eine umfassende Machbarkeitsanalyse wurde durchgeführt, um die technische Realisierbarkeit, Benutzerfreundlichkeit und die Einbindung in die städtische Infrastruktur sicherzustellen.

Erfolgskriterien

Die Ladestation muss sich nahtlos in die städtische Umgebung von Luzern integrieren lassen, insbesondere in der begrenzten Fläche der weissen Zone. Dies erfordert ein platzsparendes, Design, das den Anforderungen der Stadtplanung entspricht und gleichzeitig die Elektromobilität fördert.

Die Ladestation muss technisch machbar sein, das heisst, alle drei Fahrzeugtypen – E-Velos, E-Motorräder und Elektroautos – effizient und gleichzeitig aufladen können. Die Machbarkeitsanalyse soll dies bestätigen.


Pflichtenheft

Adrian Nevistic

20.09.2024

Freigabe und Genehmigung Fachexperte

Hiermit bestätigt mir der Fachexperte Jörg Schenker, die Freigabe für die Diplomarbeit und den Start am 16.09.2024

Name	Datum	Unterschrift
Jörg Schenker	13.09.2024	
Adrian Nevistic	13.09.2024	

2.3.1 Zielscheibe

Richtziel: Eine Ladestation zu entwickeln, wo man alle drei Fortbewegungsmittel an einem Standort laden kann.

- Konkrete Ladelösung zur Verbesserung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in der Stadt Luzern werden detailliert aufgezeigt und in einem 3D Modell visualisiert.
- Eine gebundene, schriftliche Diplomarbeit im A4-Format sowie als PDF liegt bis zum 11. November 2024 um 16:00 Uhr vor.
- Eine Präsentation, die die Kernaussagen der Diplomarbeit zusammenfasst, wird erstellt.
- Ein persönliches Fazit dass die zukünftige Ladelösungen in den Innenstädten beschreibt.

- Da ich dieses Projekt in meinem eigenen Interesse mache, bin ich somit der Auftraggeber.

Endergebnisse

Sinn und Zweck

- Verbesserung der Ladeinfrastruktur für E-Autos, E-Motorräder und E-Velos in städtischen Gebieten.
- Förderung der Elektromobilität, um Emissionen im urbanen Raum zu reduzieren.
- Schaffung eines Anreizes für Bewohner und Touristen, auf umweltfreundliche Verkehrsmittel umzusteigen.
- Effiziente Nutzung vorhandener städtischer Flächen für multifunktionale Ladestationen.

Kunde

Erfolgskriterien

- Die Diplomarbeit wird fristgerecht bis zum 11. November 2024 um 16:00 Uhr in gebundener Form und als PDF abgegeben.
- Eine konkrete Ladelösung zur Besserung der Ladeinfrastruktur in Luzern wird entwickelt und in einem 3D-Modell visualisiert.
- Die Präsentation der Kernaussagen der Diplomarbeit wird rechtzeitig erstellt und zur Präsentation vorbereitet.
- Ein persönliches Fazit über die zukünftigen Ladelösungen in Innenstädten liegt vor.

3 Projektplanung

Hier möchte ich die Vorgehensweise und Planung meiner Diplomarbeit erläutern. Dank der detaillierten Projektplanung behalte ich stets den Überblick und kann mich gut daran orientieren, um Zeitdruck sowie organisatorische Fehler zu vermeiden und auf ein Minimum zu reduzieren.

3.1 Vorgehen

Die Diplomarbeit bezieht sich auf bereits vorhandene Studien zur Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und stützt sich zudem auf eigene Erfahrungen, die während der Recherche gesammelt wurden. Das 4-Phasenmodell eignet sich besonders gut für diese Diplomarbeit, da es eine klare und übersichtliche Struktur bietet, die den Fortschritt während der gesamten Projektlaufzeit nachvollziehbar macht.

In der 1. Phase, der Projektinitialisierung, wurden erste Abklärungen getroffen und das Pflichtenheft sowie der Auftrag erstellt. Dies ermöglichte es, klare Projektgrenzen zu setzen und konkrete Endresultate zu definieren, wie etwa die Entwicklung von Ladelösungen für Elektrofahrzeuge in Luzern. Die Analyse der aktuellen Ladeinfrastruktur in der Stadt bildet dabei die Grundlage für die weiteren Schritte.

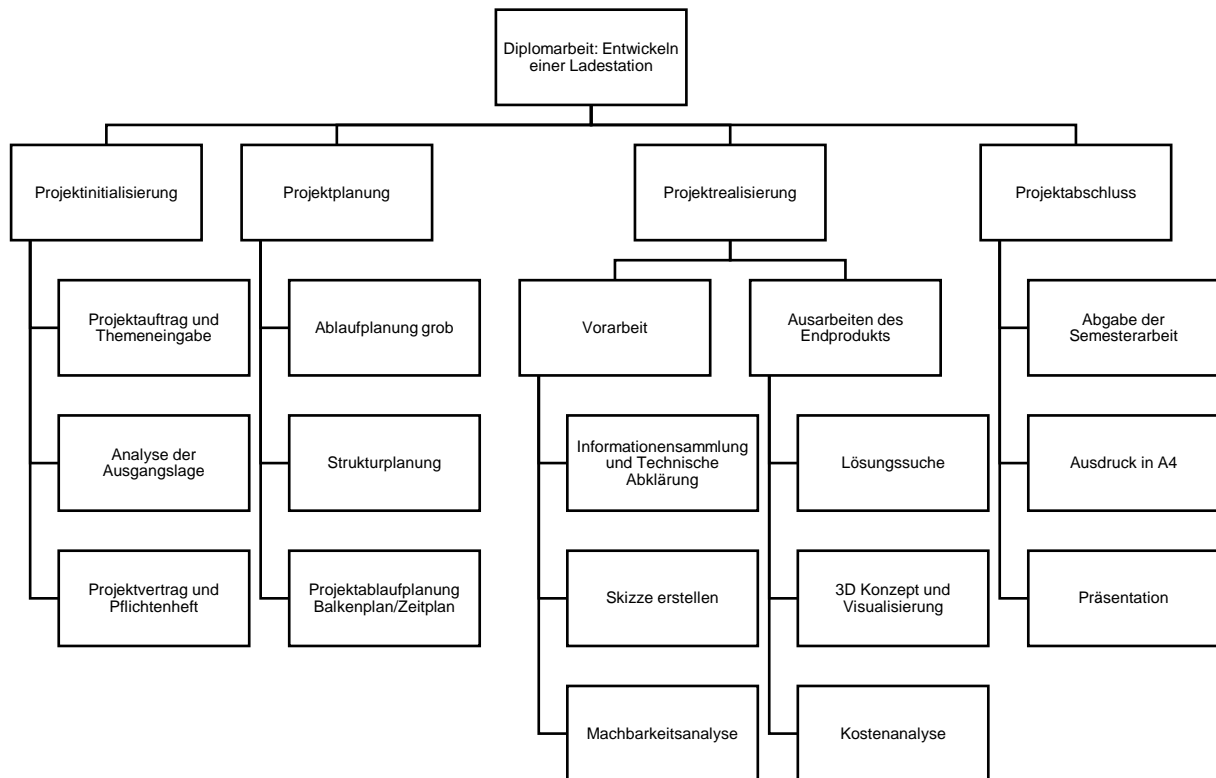
In der 2. Phase, der Projektplanung, wurden die Struktur und der Ablauf des Projekts festgelegt. Dies beinhaltete die genaue Planung der Arbeitsschritte, die benötigt werden, um die vorgeschlagenen Ladelösungen erfolgreich zu entwickeln. Diese Phase war entscheidend, um sicherzustellen, dass die Projektziele innerhalb der vorgegebenen Zeit und Ressourcen erreicht werden können.

Die 3. Phase, die Projektrealisierung, umfasste die Entwicklung konkreter Lösungsansätze für die Ladeinfrastruktur in Luzern. Während dieser Phase wurden alle notwendigen Recherchen durchgeführt und fehlende Informationen ergänzt. Dies führte zur Erstellung eines 3D-Modells, das die vorgeschlagenen multifunktionalen Ladestationen für E-Autos, E-Motorräder und E-Velos visualisiert.

Die 4. Phase, der Projektabschluss, fasste alle gesammelten Daten, Recherchen und Erkenntnisse zusammen. Diese wurden durch meinen Betreuer Jörg Schenker und den Fachexperten Stefan Schmid überprüft und validiert. Abschliessend wurde ein Text über die Diplomarbeit für die Online-Publikation verfasst. Zudem wurde eine Präsentation vorbereitet, die die wichtigsten Ergebnisse und Lösungsansätze zusammenfasst und den Abschluss der Arbeit bildet.

3.3 Projektstrukturplanung

Der Projektstrukturplan basiert auf dem 4-Phasenmodell. Darin sind die vier Projektphasen sowie die jeweiligen Unterstrukturen abgebildet, sodass die Strukturplanung einen klaren Überblick über die Aufgaben im Rahmen der Projektplanung und des Zeitmanagements bietet.



4 Projektrealisierung

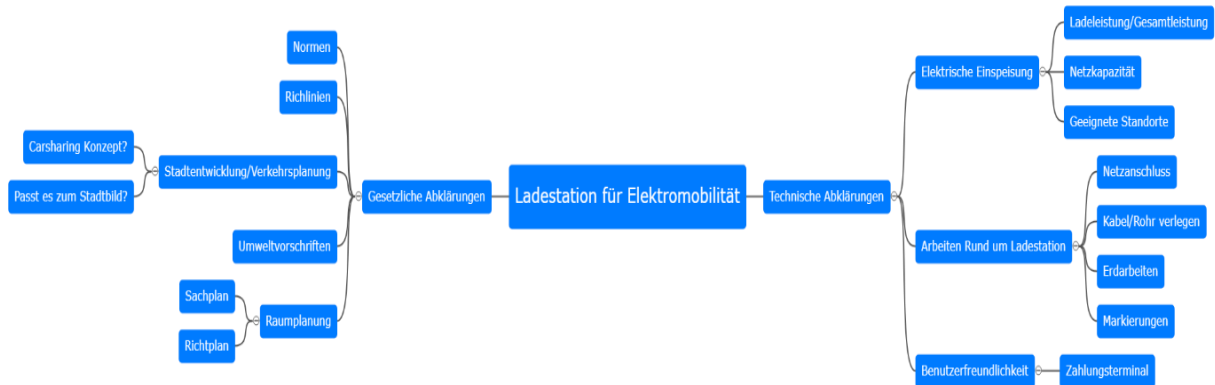


Abbildung 7 Mindmap vom Vorgehen

4.1 Technische Abklärungen

Die Umsetzung einer öffentlichen Ladestation für Elektrofahrzeuge erfordert grundlegende technische und sicherheitstechnische Planungen. Dabei werden für E-Autos, E-Motorräder und E-Bikes passende Ladeleistungen festgelegt, und ein Lastmanagement sorgt dafür, dass die Stromverteilung effizient und ohne Überlastung erfolgt. Ein Technisches Anschlussgesuch (TAG) bei Energie Wasser Luzern (ewl) stellt sicher, dass die Netzanforderungen eingehalten werden, während allgemeine Sicherheitsvorkehrungen die zuverlässige Nutzung der Ladestation gewährleisten.

4.1.1 Ladeleistung der Ladestation

Bei der Planung der Elektroladestation in der Innenstadt wurde die Ladeleistung so bemessen, dass eine effiziente und praxistaugliche Ladezeit für unterschiedliche Fahrzeugtypen (E-Autos, E-Motorräder und E-Velos) gewährleistet wird. In Anbetracht der begrenzten Netzkapazität in urbanen Gebieten fiel die Entscheidung bewusst gegen Schnellladestationen, da diese das Stromnetz stark belasten könnten. Gleichzeitig sollen die Ladezeiten nicht zu lang sein, um einen möglichst hohen Nutzerwechsel an den Ladestationen zu ermöglichen. Der Fokus liegt daher auf einer mittleren Ladeleistung, die es erlaubt, Fahrzeuge innerhalb eines akzeptablen Zeitrahmens aufzuladen.

4.1.1.1 Einteilung der Ladeleistungen

Ladestationen für Elektrofahrzeuge können je nach Ladeleistung in unterschiedliche Kategorien unterteilt werden. Die Ladeleistung gibt an, wie viel elektrische Energie in einer bestimmten Zeit übertragen wird, und wird in Kilowatt (kW) gemessen. Grundsätzlich gibt es drei Hauptkategorien der Ladeleistungen.

Langsam laden (bis zu 3,7 kW) (AC)

Diese Lademethode wird oft als „Normalladen“ bezeichnet und nutzt in der Regel eine herkömmliche Haushaltssteckdose (230 V). Diese Methode wird hauptsächlich für kleinere Elektrofahrzeuge wie E-Bikes oder E-Motorräder verwendet. Ein E-Auto kann hiermit ebenfalls geladen werden, jedoch dauert der Ladevorgang aufgrund der geringen Ladeleistung deutlich länger. Für ein durchschnittliches Elektroauto beträgt die Ladezeit hier oft mehr als 8 Stunden, weshalb diese Methode eher für das Laden zu Hause über Nacht geeignet ist.

Wechselstrom (AC) Laden (3,7 kW bis 22 kW)

Dies ist die häufigste Lademethode, die in einem Einfamilienhaus, an öffentlichen Ladestationen in Innenstädten oder bei Supermärkten angeboten wird. Diese Ladestationen sind in der Lage, eine mittlere Ladeleistung zu bieten, die für E-Autos eine gute Balance zwischen Ladezeit und Netzbelastung darstellt. Mit einer Ladeleistung von 11 kW oder 22 kW kann ein durchschnittliches Elektroauto in etwa 4 bis 6 Stunden vollständig aufgeladen werden, was für das Laden während eines Einkaufs oder bei einem längeren Aufenthalt in der Stadt ideal ist. Diese Ladepunkte arbeiten mit Wechselstrom (AC), wobei das Fahrzeug einen eingebauten Wechselrichter verwendet, um den Strom in Gleichstrom (DC) umzuwandeln und die Batterie zu laden.

Schnellladen (ab 50 kW) (DC)

Schnellladestationen, die oft an Autobahnen oder Hauptverkehrsstrassen zu finden sind, bieten eine sehr hohe Ladeleistung und ermöglichen es, ein Elektroauto innerhalb von 30 Minuten bis 1 Stunde zu etwa 80 % aufzuladen. Solche Stationen arbeiten meist mit Gleichstrom (DC), wodurch die Energie direkt in die Fahrzeugbatterie geleitet wird, ohne dass ein Wechselrichter benötigt wird. Ladeleistungen von bis zu 150 kW und in modernen Anlagen sogar über 350 kW sind heute verfügbar. Obwohl diese Methode besonders praktisch für lange Strecken ist, stellt sie durch ihre hohen Anforderungen an das Stromnetz in urbanen Gebieten eine Herausforderung dar.

Unterschied zwischen AC- und DC-Laden

Beim Laden mit Wechselstrom (AC) wird der Strom zunächst vom Stromnetz in das Fahrzeug übertragen, wo er vom im Fahrzeug integrierten Wechselrichter in Gleichstrom (DC) umgewandelt wird, um die Batterie aufzuladen. Dies ist eine langsamere Methode, die jedoch für kürzere Ladezeiten ausreicht und das Netz weniger belastet. Beim Gleichstromladen (DC) hingegen wird der Strom bereits als Gleichstrom in die Batterie geleitet, wodurch der Wechselrichter des Fahrzeugs umgangen wird. Dies führt zu schnelleren Ladezeiten, erfordert jedoch spezielle DC-Ladegeräte und ist mit höheren Kosten und Netzanforderungen verbunden.

4.1.1.2 E-Auto

E-Autos stellen mit ihren grossen Batteriekapazitäten die höchsten Anforderungen an die Ladeleistung. Die Batteriegrössen variieren stark je nach Fahrzeugtyp, und eine pauschale Lösung ist daher nicht möglich. Dennoch gibt es Durchschnittswerte, die für die Dimensionierung der Ladestation herangezogen wurden.

Eine durchschnittliche Batteriegrösse liegt bei etwa 64 kWh, wobei kleinere Fahrzeuge etwa 25 kWh, mittelgrosse Modelle um die 50 kWh und grössere Fahrzeuge bis zu 75 kWh fassen. Um einen praktikablen Ladezyklus von etwa 20% auf 80% der Batteriekapazität zu gewährleisten, wurde eine Ladeleistung von 22 kW pro Ladestation gewählt. Diese ermöglicht es, ein mittleres E-Auto mit einer 50 kWh-Batterie in etwa 3 Stunden aufzuladen. Dies bietet eine gute Balance zwischen Ladezeit und Stromnetzbelastung und orientiert sich an bereits gebauten Ladestationen, wie sie etwa in der grünen Zone von Luzern verwendet werden. Für den städtischen Bereich ist diese Ladeleistung ideal, da sie ausreichend schnell ist, ohne die begrenzte Netzkapazität zu überlasten.

4.1.1.3 E-Motorräder

Im Gegensatz zu E-Autos sind die Batterien von E-Motorrädern deutlich kleiner, was sich direkt auf die benötigte Ladeleistung auswirkt. Für die Berechnung wurde das Beispiel eines BMW CE04 Rollers herangezogen, der eine Akkukapazität von 8,9 kWh hat. Um eine angemessene Ladezeit sicherzustellen, wurde für die vier geplanten Ladestationen eine Gesamtladeleistung von 11 kW veranschlagt.



Abbildung 8 E-Roller BMW CE 04

Ein wichtiges Element zur effizienten Steuerung der Ladeprozesse ist das Lastmanagement. Ein Lastmanagement-System überwacht und verteilt die verfügbare Ladeleistung dynamisch zwischen den angeschlossenen Ladestationen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die verfügbare Leistung optimal auf die aktiven Ladestationen verteilt wird, insbesondere dann, wenn mehrere E-Motorräder gleichzeitig geladen werden.

Durch den Einsatz dieses Lastmanagements werden die 11 kW Ladeleistung flexibel auf die vier Ladestationen aufgeteilt. Wenn beispielsweise nur ein E-Motorrad lädt, kann die volle Leistung an diese Station abgegeben werden. Laden jedoch mehrere E-Motorräder gleichzeitig, verteilt das System die Leistung so, dass alle Fahrzeuge in einem vernünftigen Zeitrahmen aufgeladen werden. In Abhängigkeit von der aktuellen Batterieladung und der Anzahl der angeschlossenen Motorräder dauert der Ladevorgang zwischen 1 und 3 Stunden, was sicherstellt, dass auch bei maximaler Auslastung die Ladezeiten akzeptabel bleiben. Die moderate Gesamtladeleistung und das Lastmanagement ermöglichen es, die Netzbelastung gering zu halten und gleichzeitig eine effiziente Ladung der E-Motorräder zu gewährleisten, ohne die vorhandene Infrastruktur zu überlasten.

4.1.1.4 E-Velos/E-Bikes

E-Velos haben im Vergleich zu E-Autos und E-Motorrädern die kleinsten Batterien, und entsprechend gering ist die benötigte Ladeleistung. Die meisten E-Velos benötigen eine Ladeleistung von 36 bis 72 Watt. Um genügend Flexibilität zu gewährleisten, wurde für die Berechnung pro Ladestation eine Leistung von 100 Watt angenommen. Bei den fünf geplanten Ladestationen für E-Velos ergibt sich somit eine Gesamtladeleistung von 500 Watt. Obwohl diese Leistung im Vergleich zu den anderen Fahrzeugtypen gering erscheint, ist sie für E-Velos völlig ausreichend, um die Batterien innerhalb weniger Stunden wieder vollständig aufzuladen.

4.1.1.5 Gesamtladeleistung

Die Gesamtleistung der geplanten Elektroladestation ergibt sich aus der Summe der Ladeleistungen für die unterschiedlichen Fahrzeugtypen. Bei einer maximalen Auslastung aller Ladestationen wurde folgende Gesamtladeleistung berechnet:

E-Autos: 22 kW für Ladestation

E-Motorräder: 11 kW (für alle vier Ladestationen zusammen)

E-Velos: 0,5 kW (für alle fünf Ladestationen zusammen)

Damit ergibt sich eine Gesamtladeleistung von 33,5 kW, wenn alle Ladestationen gleichzeitig genutzt werden. Diese Leistung stellt sicher, dass alle Fahrzeugtypen effizient geladen werden können, ohne dass unnötig lange Standzeiten entstehen. Gleichzeitig bleibt die Netzbelastung durch diese mittlere Ladeleistung im akzeptablen Rahmen, was die Infrastruktur der Innenstadt nicht überfordert. Durch die gezielte Auswahl der Ladeleistungen wird somit eine optimale Balance zwischen den Bedürfnissen der Nutzer und der städtischen Energieversorgung erreicht

4.1.1.6 Lastmanagement

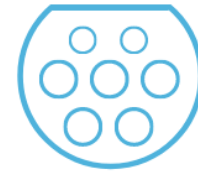
Lastmanagement spielt eine zentrale Rolle bei der Planung der Ladestationen für E-Autos und E-Motorräder, da die verfügbare Maximalleistung auf 33,5 kW begrenzt ist. Ohne Lastmanagement könnte die Leistung aller Ladestationen bei gleichzeitiger Nutzung insgesamt 66,5 kW betragen. Die vier Ladepunkte für E-Motorräder teilen sich jedoch eine Leistung von jeweils 11 kW, was ein effizientes Lastmanagement erfordert. So wird die verfügbare Leistung an die tatsächliche Anzahl der angeschlossenen Fahrzeuge und deren Ladebedarf angepasst, wodurch Lastspitzen vermieden werden und die Station flexibel betrieben werden kann. Hierbei ist es nicht primär das Stromnetz, das geschützt werden muss, sondern die Station selbst, die durch Lastmanagement im Rahmen der zur Verfügung stehenden Kapazitäten bleibt. Für die Ladestationen der E-Bikes ist hingegen kein Lastmanagement notwendig. Da E-Bikes in der Regel mit maximal 0,5 kW geladen werden, ist ihr Strombedarf vergleichsweise gering und kann ohne zusätzliche Steuerung problemlos gedeckt werden. Die Ladeanforderungen der E-Bikes belasten das System daher kaum, was die Umsetzung der E-Bike-Ladestationen vereinfacht und kostengünstiger macht.

4.1.2 Steckertypen

In Europa gibt es verschiedene standardisierte Stecker, die für das Laden von Elektrofahrzeugen geeignet sind. Nachfolgend sind die Stecker aufgeführt, die für eine Ladestation an einem urbanen Standort in Betracht kommen.

4.1.2.1 E-Auto und E-Motorrad

Der wichtigste Stecker für das Wechselstromladen (AC) ist der Type 2-Stecker, auch bekannt als Mennekes-Stecker. Dieser ist europaweit der Standard für das Laden an öffentlichen Ladestationen. Der Type 2-Stecker unterstützt sowohl einphasiges als auch dreiphasiges Laden und ermöglicht Ladeleistungen von bis zu 22 kW. Aufgrund seiner universellen Verbreitung und hohen Leistung ist dieser Stecker ideal für das Laden von Elektroautos an öffentlichen. Elektromotorräder nutzen diesen Stecker auch, was ihn vielseitig einsetzbar macht.



Typ 2-
Stecker

Abbildung 9 Typ 2
Stecker

Für das Schnellladen mit Gleichstrom (DC) wird in Europa hauptsächlich der CCS Combo Type 2 verwendet. Dieser Stecker kombiniert die AC-Ladekontakte des Type 2-Steckers mit zusätzlichen Kontakten für das DC-Laden. Mit diesem System können Fahrzeuge sowohl an normalen Wechselstrom-Ladestationen als auch an Schnellladestationen aufgeladen werden. Der CCS-Stecker erlaubt besonders hohe Ladeleistungen bei DC-Ladung, bis zu 350 kW, was ihn zur besten Wahl für Schnellladestationen macht.



Combo-
Stecker

Abbildung 10 Combo
Stecker

Ein weiterer wichtiger Standard, der jedoch eher bei Schnellladestationen anzutreffen ist, ist CHAdeMO. Dieser Stecker wird hauptsächlich bei asiatischen Fahrzeugen verwendet, beispielsweise von Nissan, und unterstützt Ladeleistungen bis zu 100 kW. CHAdeMO ist in Europa weniger verbreitet, wird jedoch an einigen Schnellladestationen angeboten, um die Kompatibilität mit diesen Fahrzeugmodellen sicherzustellen.



CHAdeMO-
Stecker

Abbildung 11 CHAdeMO
Stecker

Die weiteste Verbreitung in Europa haben jedoch der Type 2 und der CCS Combo Type 2, da sie sowohl für den täglichen Gebrauch an Wechselstrom-Ladestationen als auch für das Schnellladen geeignet sind. Insbesondere für Ladestationen mit 22 kW ist der Type 2 die optimale Wahl, da er diese Ladeleistung voll ausschöpfen kann und universell kompatibel ist. Auch für Elektromotorräder ist der Type 2-Stecker die optimale Wahl für eine Ladestation.

4.1.2.2 E-Velo/E-Bike

Für die geplante Ladestation in der Innenstadt bietet die Lösung von bike-energy eine perfekte Möglichkeit, das Laden von Elektrovelos effizient, benutzerfreundlich und sicher zu gestalten. Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung ist, dass die Nutzer kein eigenes Ladekabel mehr mitbringen müssen. Stattdessen hat bike-energy ein spezielles Ladekabel entwickelt, das nicht nur witterungsbeständig und somit für den Aussenbereich geeignet ist, sondern gleichzeitig den Akku auflädt und das E-Bike sichert. Dies bietet eine erhebliche Verbesserung in Bezug auf die Sicherheit und den Komfort beim Laden an öffentlichen Plätzen.



Abbildung 12 Ladekabel für E-Bikes von bike-energy

Diese innovative Lösung von bike-energy beseitigt alle typischen Probleme, die beim öffentlichen Laden von E-Bikes auftreten können, wie etwa das Mitführen von Heimladegeräten oder Bedenken hinsichtlich der Witterungsbeständigkeit und Sicherheit. Nutzer können ihr E-Bike einfach an den Ladestationen anschliessen, ohne sich Gedanken über zusätzliche Ausrüstung machen zu müssen. Damit passt dieses System ideal zur geplanten Ladestation und trägt dazu bei, das öffentliche Laden effizienter und unkomplizierter zu gestalten.

4.1.3 Netztechnische Aspekte

Bei der Planung spielen eine Vielzahl technischer und netzspezifischer Aspekte eine zentrale Rolle. Diese umfassen unter anderem die Bereitstellung ausreichender Kapazitäten, den Anschluss an das lokale Stromnetz sowie Mechanismen zur Netzsicherheit und Abschaltung. Ebenso wichtig sind rechtliche und technische Verfahren, wie das technische Anschlussgesuch und die potenzielle Möglichkeit der Stromrückspeisung.

Im Zentrum von Luzern ist die ewl (energie wasser luzern) als Netzbetreiber verantwortlich für die sichere und zuverlässige Versorgung mit Strom. Sie stellt sicher, dass die geplanten Ladestationen korrekt ans Netz angeschlossen werden und die Netzstabilität gewahrt bleibt. In diesem Kapitel werden die wesentlichen technischen Anforderungen erläutert, die bei der Integration der Ladestationen ins lokale Stromnetz beachtet werden müssen. Dazu gehören unter anderem die Standortwahl von Verteilkästen sowie die Möglichkeiten zur Steuerung und Abschaltung über Netzkommandos.

4.1.3.1 Kapazität

Ein entscheidender Faktor bei der Installation von Ladestationen für Elektrofahrzeuge ist die verfügbare Kapazität im lokalen Stromnetz. Da die Ladestation eine beachtliche Menge an Energie benötigt, stellt sich die Frage, ob der nächstgelegene Verteilkasten ausreichend dimensioniert ist, um die Ladestation mit der erforderlichen Strommenge zu versorgen. Der Netzbetreiber, in diesem Fall die ewl (Energie Wasser Luzern), bietet an jeder Stelle, an der sich ein Verteilkasten in der Nähe befindet, eine potenzielle Stromquelle für die Ladestation. Jedoch muss vorab überprüft werden, ob genügend Reserven im Netz vorhanden sind, um die Ladestation mit einer Vorsicherung von 50 bis 63 Ampere anzuschliessen.

Falls der Verteilkasten nicht über die notwendige Kapazität verfügt, hat der Netzbetreiber die Möglichkeit, eine grössere Zuleitung zu installieren, um die erforderliche Leistung bereitzustellen. Dieser Schritt ist entscheidend, um sicherzustellen, dass die Ladestation auch bei Vollbetrieb die benötigte Strommenge erhält, ohne das bestehende Netz zu überlasten oder die Stromversorgung in der Umgebung zu beeinträchtigen.

4.1.3.2 Standorte von Verteilkasten

Bei der Planung einer Ladestation für Elektrofahrzeuge spielt der Standort eines geeigneten Verteilkastens eine zentrale Rolle. In der Stadt Luzern ist diesbezüglich eine sehr günstige Ausgangslage gegeben, da das Verteilnetz gut ausgebaut ist. Verteilkästen befinden sich in regelmässigen Abständen, oft etwa alle 50 Meter voneinander entfernt, was die Standortwahl für eine Ladestation erheblich erleichtert. Aus dieser Perspektive betrachtet, stellt die Nähe zu einem Verteilkasten also weniger ein Problem dar als andere Faktoren, die bei der Installation berücksichtigt werden müssen.

In den meisten Fällen wird man also in der Nähe der geplanten Ladestation schnell einen geeigneten Verteilkasten finden, wodurch längere und aufwendige Kabelverlegungen vermieden werden können. Das vereinfacht nicht nur die Planung, sondern kann auch die Installationskosten senken. Auf dem beigefügten Bild werden die Verteilkästen durch rote Rechtecke symbolisiert, während die blauen Linien die Leitungsführung zu den jeweiligen Hausanschlusskästen darstellen. Das Bild gibt einen guten Überblick über die Netzstruktur und zeigt, wie dicht das Netz in der Stadt Luzern ausgelegt ist.

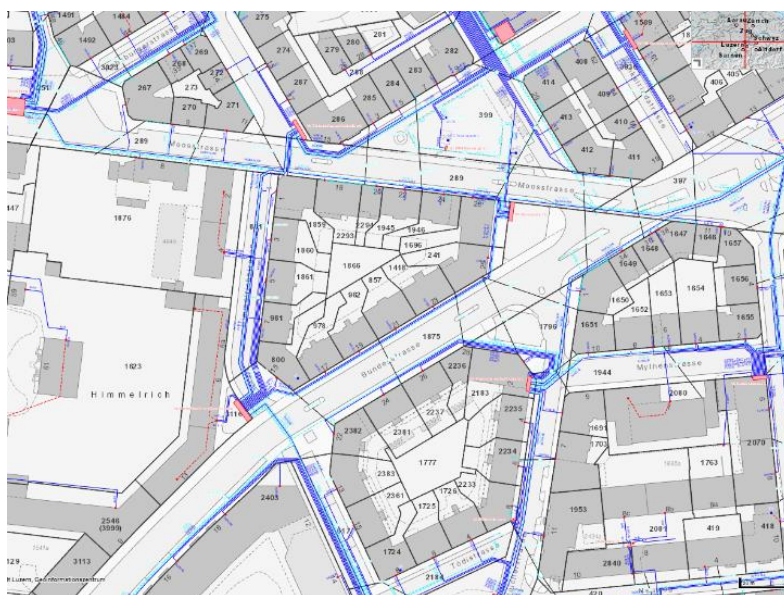


Abbildung 13 Verteilkastennetz ewl

4.1.3.3 Netzkommando Abschaltung

Ein wichtiger Aspekt ist die sogenannte Netzkommando-Abschaltung. Diese dient der Stabilität und Sicherheit des Stromnetzes und wird vom Netzbetreiber ewl eingesetzt, um in Situationen, in denen die Versorgungssicherheit gefährdet ist, Verbraucher gezielt abzuschalten. Für Ladestationen, die eine Anschlussleistung von über 3,7 kVA aufweisen, ist eine solche Steuerung vorgeschrieben, um den Netzbetrieb jederzeit sicher zu halten. Somit wäre auch die Ladestation, die geplant wird, auch davon betroffen.

Ladestationen für Elektrofahrzeuge gehören, ebenso wie andere grosse Verbraucher wie Wärmepumpenheizungen oder Elektroheizungen, zu den flexiblen Lasten. Diese Flexibilitäten können vom Endverbraucher genutzt oder sogar Dritten zur Verfügung gestellt werden, etwa zur Optimierung der Energiebeschaffungskosten oder für den Einsatz zur Netzoptimierung durch den Verteilnetzbetreiber (VNB). Solche steuerbaren Lasten werden jedoch von der Stromversorgungsverordnung (StromVV) geregelt, die vorschreibt, dass sie mit einer Not-Ansteuerung ausgestattet sein müssen. Diese Not-Ansteuerung ermöglicht es dem VNB, die Flexibilitäten auch ohne Zustimmung des Verbrauchers zu steuern, falls eine unmittelbare und erhebliche Gefährdung des sicheren Netzbetriebs besteht. Das bedeutet, dass der VNB im Falle einer Netzstörung oder eines anderen kritischen Ereignisses Vorrang hat und Ladestationen, die über 3,7 kVA verbrauchen, vorübergehend abschalten kann, um das Netz stabil zu halten. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn mehrere grössere Verbraucher im selben Netzbereich aktiv sind und eine Überlastung droht.

Für die Steuerung der Ladestationen wird das TRE-Kommando Nummer 049 verwendet. Bei einer Gefährdung der Versorgungssicherheit können über dieses Kommando die Ladestationen abgeschaltet werden, wobei die Leiternummer 4 und die Zusatznummer (1) in der Tarifverdrahtung für die entsprechenden Schaltbefehle genutzt werden. Damit ist sichergestellt, dass die Netzsicherheit auch in Zeiten hoher Belastung gewahrt bleibt und die Netzbetreiber die Kontrolle über die angeschlossenen Verbraucher behalten.

4.1.3.4 Technisches Anschlussgesuch (TAG)

Ein Technisches Anschlussgesuch bei der ewl ist erforderlich, wenn eine grössere elektrische Anlage, wie eine solche Ladestation für Elektrofahrzeuge, neu ans Stromnetz angeschlossen oder in eine bestehende Anlage integriert werden soll. Die Anmeldung über das TAG gewährleistet, dass die spezifischen technischen Anforderungen und Voraussetzungen für die Installation erfüllt werden und damit die Netzkapazität und die Sicherheit der Anlage sichergestellt sind. Besonders bei Ladestationen, die potenziell hohe Stromabnahmen verursachen können, ist das TAG essenziell, um eine reibungslose Integration in das bestehende Netz zu ermöglichen.

Technisches Anschlussgesuch (TAG)

Netzbetreiberin (VNB)	ewl Energie wasser luzern		
VNB Objekt-Nr	xxx		
Meldungs-Nr. VNB	xxx	/	xxx

Allgemeine Angaben

Name und Anschrift des Eigentümers (Betriebsinhaber)						Sprache <input checked="" type="checkbox"/> de <input type="checkbox"/> fr <input type="checkbox"/> it		
Name	Adrian			Vorname	Nevistic			
Strasse	Adresse		Nr.	10	PLZ	6006	Ort	Luzern
Tel.	781234567		E-Mail	adrian.nevistic@eduteko.ch				
Standort der Anlage								
Strasse	Bireggstrasse		Nr.	39	Gebäudeart	öffentliche Strasse		
PLZ	6003	Ort			<input type="checkbox"/> neu	<input checked="" type="checkbox"/> bestehend		
Gemeinde	Luzern		Parzellen Nr.	2905				
Zähler-Nr.	xxx	Netzanschluss (HAK)	63 A	<input type="checkbox"/> neu		<input checked="" type="checkbox"/> bestehend		
Name und Anschrift des einreichenden Unternehmens						Sprache <input checked="" type="checkbox"/> de <input type="checkbox"/> fr <input type="checkbox"/> it		
Name	Mustermann			Vorname	Max			
Strasse	Adresse		Nr.	10	PLZ	6006	Ort	Luzern
Tel.	781234567		E-Mail	adrian.nevistic@eduteko.ch				
Sachbearbeiter/-in	Max Mustermann			Voraussichtliche Inbetriebnahme	01.01.2027			
Anschlussgesuch für folgende Geräte								
<input type="checkbox"/> Elektrische Wärme/WP <input type="checkbox"/> EEA <input type="checkbox"/> Anlage mit Netzurückwirkung <input type="checkbox"/> Energiespeicher <input checked="" type="checkbox"/> Ladestation Elektrofahrzeuge								

Ladestation für Elektrofahrzeuge

<input checked="" type="checkbox"/> Neuanlage		<input type="checkbox"/> Änderung / Erweiterung			
Art des Gerätes / Anlage	Ladestation für E-Auto, E-Motorräder und E-Velos			Gerätehersteller	Nevtech
Art des Betriebes	<input checked="" type="checkbox"/> Ladung Kabel	<input type="checkbox"/> Ladung induktiv		Gerätetyp	Prototyp 1
Gerätedaten Seite AC					
Anschluss	<input checked="" type="checkbox"/> 3x400V	Nennstrom Gerät	63 A	Nennleistung Gerät	33.5 kVA
	<input type="checkbox"/> 1x230V	Anzahl Geräte	1 Stk.	Nennleistung Total	33.5 kVA
				Spitzenleistung Total	33.5 kVA
cos φ im Betrieb					
Spezifikationen					
<input checked="" type="checkbox"/> AC Ladung des Fahrzeuges			<input type="checkbox"/> DC Ladung des Fahrzeuges		
Max. Netzentnahmeleistung		33.5 kVA			
Max. Netzzeinspeiseleistung		0 kVA			
Regelbare Leistung durch VNB		0 kVA	bis	33.5 kVA	
Regelbare Leistung durch Betreiber		0 kVA	bis	33.5 kVA	
Wirkleistung steuerbar		<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Ja		
Schnittstelle Ladesäule zu VNB vorhanden		<input type="checkbox"/> Nein	<input checked="" type="checkbox"/> Ja		

Abbildung 14 Beispiel von einem TAG

Mit einem TAG kann ewl zunächst den Leistungsbedarf und die vorhandene Netzkapazität überprüfen und sicherstellen, dass der zusätzliche Strombedarf der Ladestation die Netzstabilität nicht beeinträchtigt. Zudem stellt das TAG sicher, dass technische Sicherheitsanforderungen, wie der Überlast- und Kurzschlusschutz, erfüllt werden, was den Schutz der Anlage und der Nutzer gewährleistet. Weiterhin ermöglicht das TAG, spezifische Anforderungen an die Installation und Infrastruktur zu prüfen. Hierzu zählt die Beurteilung, ob zusätzliche technische Einrichtungen, wie Transformatoren oder besondere Schutzeinrichtungen, benötigt werden, um die Stromversorgung sicher und effizient zu gestalten.

4.1.4 Arbeiten rund um die Ladestation

In den vergangenen Jahren hat sich das Stadtbild von Luzern deutlich verändert, insbesondere im Hinblick auf die Nutzung von Parkflächen. Um dem zunehmenden Verkehr und dem Bedarf an Zweirad-Abstellplätzen gerecht zu werden, hat die Stadt viele ehemals für Autos reservierte Parkplätze in Stellflächen für Motorräder und Velos umgewandelt. Dieses Umdenken spiegelt das Bestreben wider, den innerstädtischen Autoverkehr zu verringern und gleichzeitig die Nutzung umweltfreundlicher Fortbewegungsmittel wie Fahrräder und Roller zu fördern. In der Abbildung 15, sieht man eine solche Umnutzung. Diese wurde in der Murbacherstrasse in der Nähe vom Bahnhof Luzern erstellt. Diese wurden im Jahr 2022 realisiert.



Abbildung 15 Motorradparkplätze Murbacherstrasse in Luzern

Konkret sehe ich vor, dass drei seitliche Parkplätze für die Ladestation genutzt werden: Ein Parkplatz wird für E-Velos bereitgestellt, einer für E-Motorräder und der dritte für ein E-Auto. Diese Aufteilung ermöglicht eine effiziente Nutzung der Fläche. So kann die Stadt einen Teil ihrer Parkflächen weiterhin für den Verkehr zur Verfügung stellen und gleichzeitig die Ziele des emissionsfreien Verkehrs unterstützen.

In den folgenden Abschnitten werde ich auf die notwendigen Arbeiten rund um die Errichtung der Ladestation eingehen.

4.1.4.1 Kabel und Rohr verlegen

Kabel

Ein wesentlicher Schritt bei der Installation der Ladestation für Elektrofahrzeuge ist die Wahl des richtigen Kabels, das den Strom von der Versorgungseinheit zur Ladestation transportiert. Um die korrekte Dimensionierung der Kabel durchzuführen, wurde zunächst die erforderliche Stromstärke berechnet. Die maximale Leistung der gesamten Ladestation beträgt 33.500W. Da es sich um eine Drehstrominstallation handelt, wird die Stromstärke mithilfe der folgenden Formel berechnet:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U}$$

Die Maximalleistung der Ladestation 33500W. Die Spannung für Installationen mit drei Aussenleiter beträgt 400V. Diese Werte setze ich so in die Formel ein.

$$I = \frac{33500W}{\sqrt{3} \times 400V} = 48.353A$$

Die berechnete Stromstärke liegt bei etwa 48,35 Ampere. Für die Absicherung wurde die nächstgrössere standardisierte Sicherung von 63 Ampere gewählt, um einen gewissen Puffer zu gewährleisten und die Sicherheit zu erhöhen. Nun galt es, basierend auf dieser Stromstärke den korrekten Leiterquerschnitt zu bestimmen.

Der Kabelquerschnitt wird durch mehrere Faktoren beeinflusst, unter anderem durch die Verlegeart, die Umgebungstemperatur und die zulässige Strombelastbarkeit des Kabels. In diesem Fall wird das Kabel im Erdreich in einem Installationsrohr verlegt, was der Verlegeart B2 entspricht. Diese Verlegeart ist in den Normen für Kabelinstallationen festgelegt und bezieht sich auf Kabel, die in einem Rohr oder Kanal im Erdreich verlegt werden.

Auf Basis dieser Parameter wurde der erforderliche Kabelquerschnitt aus einer entsprechenden Tabelle ermittelt. Für eine Stromstärke von 63 A und die Verlegeart B2 ergibt sich, dass ein 5x16 mm² Installationskabel erforderlich ist. Dies bedeutet, dass der Querschnitt jedes einzelnen Leiters mindestens 16 mm² betragen muss.

Der Kabelquerschnitt wurde gemäss den Vorgaben der Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) aus Tabelle 5.2.3.1.1.15.5, ermittelt. Diese Norm gibt klare Richtlinien zur Dimensionierung der Leiterquerschnitte bei verschiedenen Verlegearten und Stromstärken vor. Die Verlegeart bezieht sich auf die Verlegung von Kabeln in einem Rohr oder Kanal, der im Erdreich liegt. Die Verlegearten sind nach den Normen der Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) geregelt und in Tabelle 5.2.3.1.1.9 herausgesucht worden.

Rohrdimensionierung

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Installation einer Ladestation für Elektrofahrzeuge ist die korrekte Dimensionierung des Installationsrohrs, in dem die Kabel verlegt werden. Dabei gilt: Je länger die Strecke und je grösser der Querschnitt des Kabels, desto grösser muss auch der Rohrdurchmesser sein, um eine reibungslose Verlegung zu gewährleisten und eine Überhitzung zu vermeiden. Der Kabelquerschnitt beeinflusst direkt die Wahl des Rohrdurchmessers, da das Kabel genügend Platz im Rohr haben muss, um nicht unnötigen mechanischen Belastungen ausgesetzt zu sein. Für das gewählte 5 x 16 mm² Installationskabel, dessen Aussendurchmesser etwa 22,5mm beträgt, ist ein ausreichend dimensioniertes Schutzrohr erforderlich. In der Regel verwendet man in solchen Installationen ein Kunststoffrohr des Typen KRFWG. Diese Rohre sind speziell für den Einbau in Erdreich oder Beton ausgelegt und zeichnen sich durch ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Einflüssen und Feuchtigkeit aus. KRFWG steht dabei für „Kunststoff-Rohr, flexibel, flammwidrig und gewellt“, wobei die gewellte Struktur des Rohrs für zusätzliche Flexibilität sorgt.

Für kürzere Strecken bis 20 Meter wird erfahrungsgemäss ein KRFWG M50 verwendet, dessen Innendurchmesser etwa 50mm beträgt. Dieses Rohr bietet ausreichend Platz für das 5x16mm² Kabel, sodass genügend Freiraum vorhanden ist, um eine einfache Verlegung und zukünftige Wartung zu ermöglichen. Bei längeren Strecken ab etwa 20 Metern empfiehlt es sich, den Rohrdurchmesser zu erhöhen, um den Einzug vom Kabel zu erleichtern und Spannungen auf das Kabel zu verringern. In solchen Fällen wird ein KRFWG M63 Rohr mit einem Innendurchmesser von etwa 63mm verwendet.

4.1.4.2 Erdarbeiten

Die Erdarbeiten für die Installation der Ladestation sind ein entscheidender Schritt, der sorgfältige Planung und Durchführung erfordert. Bei der Verlegung des Kabelrohrs müssen mehrere Aspekte berücksichtigt werden, um eine sichere und langlebige Installation zu gewährleisten. Um das Kabelrohr vor äusseren Einflüssen wie Frost, mechanischen Belastungen oder Beschädigungen durch andere Bauarbeiten zu schützen, muss es in einer bestimmten Tiefe im Erdreich verlegt werden. Die empfohlene Verlege Tiefe für Kabelrohre im Erdreich beträgt mindestens 60 Zentimeter, gemessen von der Oberkante des Rohrs bis zur Erdoberfläche. Diese Tiefe stellt sicher, dass das Rohr ausreichend vor Frost geschützt ist und den Anforderungen der Sicherheitsnormen entspricht. Zusätzlich sollte eine Sandschicht unter und über dem Rohr eingebracht werden, um das Rohr vor mechanischen Belastungen zu schützen. Der Sand dient als Polsterung, die Druckstellen und Beschädigungen am Kabel verhindert.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei den Erdarbeiten ist die Berücksichtigung anderer im Boden verlegter Leitungen. Dazu gehören Strom-, Gas-, Wasser- oder Telekommunikationsleitungen, die sich möglicherweise in der Nähe der geplanten Leitungsführung befinden. Um sicherzustellen, dass keine bestehenden Leitungen beschädigt werden, ist es essenziell, vor Beginn der Arbeiten bei den zuständigen Stellen genaue Pläne der örtlichen Infrastruktur anzufordern. Zusätzlich zu den Erdarbeiten für die Kabelverlegung muss ein stabiles Fundament für die Ladestation errichtet werden. Dieses Fundament wird aus Beton gegossen. Die Grösse des Fundaments richtet sich nach den Massen der Ladestation und den örtlichen Gegebenheiten, sollte jedoch eine ausreichende Stabilität gewährleisten.

4.1.4.3 Markierungen und Platzverteilung

Die richtige Kennzeichnung der Parkplätze rund um die Ladestation ist ein entscheidender Aspekt, um eine klare und gut verständliche Zuordnung der einzelnen Stellplätze sicherzustellen. Dabei geht es nicht nur darum, die Parkplätze als Ladestationen für Elektrofahrzeuge zu kennzeichnen, sondern auch um eine übersichtliche und sinnvolle Platzverteilung.

Analog zum Pilotprojekt könnten die Stellplätze für die Ladestation ebenfalls als "Grüne Zone" gekennzeichnet werden. Dabei wird der Parkplatz mit einer gelben Umrandung versehen, während die Innenfläche grün bemalt wird. Diese Kombination aus Gelb und Grün ist sehr auffallend. Sie sorgt dafür, dass Nutzer auf den ersten Blick erkennen, dass diese Parkplätze exklusiv für das Laden von Elektrofahrzeugen vorgesehen sind. Zusätzlich könnte ein gut sichtbares Hinweisschild angebracht werden, das eindeutig auf die Nutzung der Parkplätze für Elektrofahrzeuge hinweist. Dies würde sicherstellen, dass die Plätze während des Ladevorgangs von den entsprechenden Fahrzeugen belegt werden und so den emissionsfreien Verkehr in der Stadt fördern. Wichtig ist auch ein Parkverbotsschild für alle Fahrzeuge, ausser die mit einem elektrischen Antrieb, aufzustellen.

Da die Autoparkplätze in der Innenstadt oft unterschiedlich lang und breit sind, ist es wichtig, Mindestmasse festzulegen, um einen komfortablen und sicheren Parkvorgang zu ermöglichen. In der Regel sollten die Parkplätze für die Auto Ladestation nicht kürzer als 5 Meter sein, um ausreichend Platz für das Ein- und Ausparken zu bieten.

In meinem Beispiel haben die Parkplätze eine Länge von 5,7 Metern und eine Breite von 2 Metern, was einen grosszügigen Raum bietet.



Abbildung 16 Motorradlänge



Abbildung 17 Parkplatzbreite

Für die E-Motorradparkplätze gilt eine Mindestbreite von 1,1 Metern pro Stellplatz. In diesem Fall sind vier Stellplätze vorgesehen, was eine Gesamtlänge von mindestens 4,4 Metern für die Motorradstellplätze ergibt.



Abbildung 18 Motorradbreite



Abbildung 19 Motorradbreite von vorne

Die Masse vom Motorrad sind: 2.06 Meter lang und 76.5 Zentimeter breit. Wenn man den BMW CE04 als Vergleich nimmt, mit 2.285 Meter Länge und 85.5 Zentimeter Breite, ist das Motorrad im Bild ein eher kleines Motorrad.

Für die E-Veloparkplätze ist eine Mindestbreite von 0,9 Metern pro Stellplatz erforderlich. Da hier fünf Stellplätze vorgesehen sind, ergibt sich eine Gesamtlänge von mindestens 4,5 Metern.



Abbildung 20 E-Bike Breite von vorne

Im Bild sieht man ein E-Velo, mit den Massen: 1.9 Meter lang und 70 Zentimeter breit bei der Rahmengröße M. In der Regel gibt es keine allzu grosse Unterschiede in der Größe eines Velos ab 26 Zoll Rahmengröße. Somit soll es auch keine Probleme mit den Massen von den Parkplätzen geben.

4.1.5 Benutzerfreundlichkeit

Die Stationen sollen nicht nur technisch zuverlässig funktionieren, sondern den Nutzern eine einfache und intuitive Nutzung ermöglichen. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist eine unkomplizierte Zahlungsabwicklung. Die Verwendung von kontaktlosen Zahlungsmethoden wie Kreditkarten oder Smartphones ist heute Standard und sollte daher auch bei den Ladestationen berücksichtigt werden. Eine App zur Verwaltung der Ladevorgänge könnte zusätzlich den Prozess vereinfachen, indem Nutzer sich vorab registrieren und ihre Zahlungsinformationen hinterlegen. Dabei sollten verschiedene Zahlungsmethoden wie TWINT, Apple Pay oder Google Pay integriert werden, um eine möglichst breite Nutzerschaft anzusprechen.

Neben der Zahlung spielt auch der Platzbedarf eine zentrale Rolle für die Benutzerfreundlichkeit. Die Parkplätze um die Ladestationen müssen ausreichend gross sein, um eine sichere und komfortable Nutzung zu gewährleisten. Dies reduziert das Risiko von Schäden an anderen Fahrzeugen und erleichtert den Zugang zu den Ladekabeln. Für die Motorrad- und Fahrradstellplätze sind bereits Mindestabstände definiert, die unbedingt eingehalten werden sollten. Für die E-Motorradstellplätze gilt eine Mindestbreite von 1,1 Metern pro Stellplatz. Für die E-Velostellplätze liegt die Mindestbreite pro Stellplatz bei 0,9 Metern. Zusätzlich sollte eine App entwickelt werden, die den Nutzern die Verfügbarkeit der Ladestationen in Echtzeit anzeigt. Dadurch können Wartezeiten minimiert und Ladevorgänge effizienter geplant werden. Eine Kartenansicht der verfügbaren Ladestationen sowie die Möglichkeit, Stellplätze für bestimmte Zeitfenster zu reservieren, wären weitere sinnvolle Funktionen. Um auch internationale Nutzer oder Touristen anzusprechen, sollten die Ladestationen über mehrsprachige Bedienungsanleitungen verfügen. Klare Anweisungen auf gut sichtbaren Schildern und eine einfache Menüführung auf dem Display der Station tragen dazu bei, dass auch unerfahrene Nutzer die Stationen problemlos bedienen können. Regelmässige Wartung sowie eine schnelle Behebung von Störungen, etwa durch automatisierte Störmeldungen via App, sind ebenfalls essenziell für eine positive Nutzungserfahrung.

Eine detaillierte Ausarbeitung aller möglichen Lösungen würde den Rahmen dieser Arbeit jedoch sprengen. Die hier genannten Ansätze bieten jedoch einen umfassenden Überblick über die wesentlichen Aspekte, die für die Gestaltung einer benutzerfreundlichen Ladestation berücksichtigt werden sollten.

4.1.6 Elektrotechnik

4.1.6.1 Komponenten der Ladestation

Eine öffentliche Ladestation für Elektrofahrzeuge besteht aus mehreren sicherheitsrelevanten und funktionalen Komponenten, die für den sicheren Betrieb und die Einhaltung der geltenden Vorschriften notwendig sind. In diesem Kapitel werden die wichtigsten technischen Bauteile einer Ladestation erläutert, einschliesslich der verschiedenen Sicherungen, Schutzvorrichtungen und Zuleitungen.

4.1.6.1.1.1 Bezüger Sicherung

Die Bezüger Sicherung dient dem Schutz der Zuleitung zur Ladestation vor Überlast und Kurzschluss. Bei einer öffentlichen Ladestation mit einer Vorsicherung von 50A sorgt die Bezüger Sicherung dafür, dass bei Überstrom die Stromzufuhr zur Ladestation unterbrochen wird, um Schäden an den Leitungen und Geräten zu verhindern. Sie ist ein zentraler Bestandteil der Überstromschutzmassnahmen und sollte in ihrer Auslegung mit der Gesamtleistung der Ladestation und den nachgelagerten Sicherungen abgestimmt sein.

4.1.6.1.1.2 HAK (Hausanschlusskasten)

Der Hausanschlusskasten (HAK) ist der Punkt, an dem das öffentliche Stromnetz mit der elektrischen Anlage des Gebäudes oder der Ladestation verbunden wird. Hier erfolgt die Absicherung des Anschlusses sowie der Übergang von den Versorgungsleitungen des Netzbetreibers zu den Verbraucherleitungen. Der HAK enthält üblicherweise Hauptsicherungen und kann als zentraler Verteiler für verschiedene Stromkreise dienen. Für eine Ladestation wird der HAK genutzt, um die elektrische Energie vom Netz zu beziehen und über nachgelagerte Komponenten weiter zu verteilen.

4.1.6.1.1.3 Energiewerk-Messeinrichtung

Die Messeinrichtung des Energiewerks misst den Stromverbrauch der Ladestation, um die abgenommene Energie exakt zu erfassen und abzurechnen. Diese Zähleinrichtung ist notwendig, um den Energieverbrauch der Ladestation gegenüber dem Stromversorger nachzuweisen. Sie wird in der Regel in den Hausanschlusskasten oder in eine separate Messeinheit eingebaut. Heutiger Standard ist digital und ermöglicht die Fernüberwachung des Verbrauchs, was eine genaue Abrechnung und Steuerung des Ladevorgangs ermöglicht.

4.1.6.1.1.4 TRE-Sperrung (Tarifsteuerung)

Die TRE-Sperrung bezeichnet eine Vorrichtung zur Steuerung der Stromzufuhr durch den Energieversorger, oft im Rahmen von Lastmanagement oder zur Einhaltung von Tarifmodellen. Sie ermöglicht es dem Netzbetreiber, die Ladestation zu bestimmten Zeiten zu sperren oder freizugeben, um das Netz zu entlasten oder günstigere Tarife während schwach belasteter Zeiten zu nutzen. Dies ist besonders relevant bei stark frequentierten Ladestationen, um Netzüberlastungen zu vermeiden und gleichzeitig kosteneffizient zu laden.

4.1.6.1.1.5 Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter) Typ B oder A EV

Ein Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter) schützt vor gefährlichen Fehlerströmen, die bei Defekten oder unsachgemässer Handhabung auftreten können. Für Ladestationen ist in der Regel ein FI-Schalter Typ B erforderlich, da dieser auch Gleichfehlerströme (DC-Ströme) erkennt, die bei der Ladung von Elektrofahrzeugen auftreten können. Alternativ kann auch ein FI-Schalter Typ A EV verwendet werden, der speziell für den Einsatz in Elektrofahrzeug-Ladestationen ausgelegt ist und ebenfalls Gleichfehlerströme bis zu einem bestimmten Niveau erkennt. Diese Schutzmassnahme ist wichtig, um die Sicherheit der Nutzer zu gewährleisten und das Risiko von Stromschlägen zu minimieren.

4.1.6.1.1.6 *Separate Absicherung der Ladestationen*

Verschiedene Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge haben unterschiedliche Leistungsanforderungen und müssen entsprechend separat abgesichert werden:

Veloladestation:

Eine Ladestation für E-Bikes hat eine geringe Leistungsaufnahme. Hier reicht eine Absicherung mit 13A, da die Ladeleistung auf 500W begrenzt ist.

Motorrad-Ladestation:

Eine Ladestation für E-Motorräder erfordert eine höhere Leistungsaufnahme. Für eine Ladeleistung von 11kW ist eine 16A Sicherung erforderlich, um den entsprechenden Stromfluss zu gewährleisten.

Auto-Ladestation:

Für das Laden eines Elektroautos mit einer Ladeleistung von 22kW wird eine Absicherung von 32A benötigt. Diese Sicherung gewährleistet den sicheren Betrieb und schützt die Leitungen vor Überlast und Kurzschlüssen.

4.1.6.1.1.7 *Selektivität der Sicherungen*

Die Selektivität der Sicherungen bedeutet, dass die Sicherungen so abgestimmt sein müssen, dass nur die betroffene Sicherung auslöst, während die anderen Teile des Systems weiterbetrieben werden können. Bei einer Ladestation mit mehreren Sicherungsstufen ist es wichtig, dass die nachgelagerten Sicherungen (z. B. für die einzelnen Ladepunkte) bei Überlast oder Kurzschluss zuerst auslösen, bevor die Hauptsicherung (z. B. die 50A Bezüger Sicherung) abschaltet. Dies gewährleistet, dass bei einem Fehler nur der betroffene Stromkreis unterbrochen wird, während die restliche Anlage in Betrieb bleibt.

4.2 Gesetzliche Abklärungen

Für die Installation von Ladestationen für Elektrofahrzeuge sind umfangreiche gesetzliche und planerische Abklärungen erforderlich. Ziel dieser Analyse ist es, die rechtlichen Rahmenbedingungen zu erfassen und die wesentlichen Normen, Richtlinien und Verordnungen zu berücksichtigen, die beim Bau und Betrieb solcher Ladestationen eingehalten werden müssen. Dabei werden Anforderungen an Barrierefreiheit und Sicherheit, technische Vorgaben für die elektrische Installation und Schutzmassnahmen ebenso beleuchtet wie baurechtliche Aspekte und Umweltauflagen. Diese gesetzlichen Grundlagen sind nicht nur entscheidend für die Planung, sondern auch dafür, die Ladestationen optimal in die Stadtentwicklung Luzerns zu integrieren und mögliche Herausforderungen frühzeitig zu identifizieren. Abschliessend wird evaluiert, wie das Vorhaben in das bestehende Verkehrskonzept der Stadt Luzern passt.

4.2.1 Normen, Richtlinien und Verordnungen

4.2.1.1 SIA 500 und SN 640 075

Die SIA 500-Norm legt die Anforderungen für die barrierefreie Gestaltung von Bauten und Anlagen fest, um Menschen mit körperlichen Einschränkungen den Zugang zu ermöglichen. Im Zusammenhang mit der Planung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge sind insbesondere die Vorgaben zu Bewegungsflächen, der Höhe von Bedienelementen, dem Neigungswinkel von Zufahrten sowie der Kennzeichnung und Signalisation von besonderer Bedeutung.

Ergänzend zur SIA 500 kommt die SN 640 075-Norm ins Spiel, welche die Anforderungen für den hindernisfreien Verkehrsraum regelt. Diese Norm bezieht sich insbesondere auf die Gestaltung von Aussenbereichen wie Gehwegen, Parkplätzen und Zufahrten und stellt sicher, dass die Zugänglichkeit im öffentlichen Raum gewährleistet ist. Die SN 640 075 definiert dabei unter anderem die erforderlichen Breiten von Wegen, Neigungswinkel und Übergänge zwischen verschiedenen Verkehrsflächen, sodass auch hier die Bedürfnisse von Menschen mit Behinderungen berücksichtigt werden.

Eine der wichtigsten Anforderungen betrifft die Mindestabmessungen für Bewegungsflächen. Rund um die Ladestation müssen ausreichend grosse Flächen zur Verfügung stehen, damit Rollstuhlfahrer sich sicher bewegen und rangieren können. Die SIA 500 schreibt hierfür eine Mindestbreite von 1,40 Metern vor. Diese Breite gilt sowohl für die Zufahrtswege als auch für den Bereich direkt vor der Ladestation, um eine ungehinderte Nutzung zu ermöglichen.

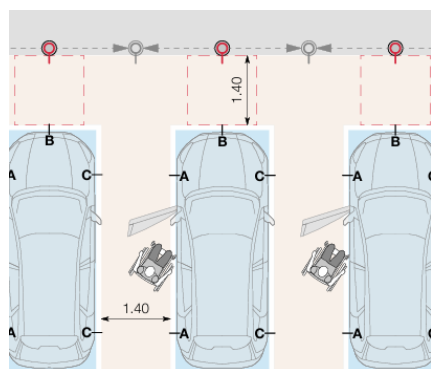


Abbildung 21 Mindestbreite Barrierefreiheit

Ein weiterer zentraler Punkt ist die Höhe der Bedienelemente, wie zum Beispiel Ladeanschlüsse und Bedienfelder. Diese müssen so angebracht sein, dass sie auch für Rollstuhlfahrer problemlos erreichbar sind. Die Norm legt fest, dass Bedienelemente in einer Höhe bis maximal 110 cm über dem Boden installiert werden sollten, um den Zugang im Sitzen zu ermöglichen.

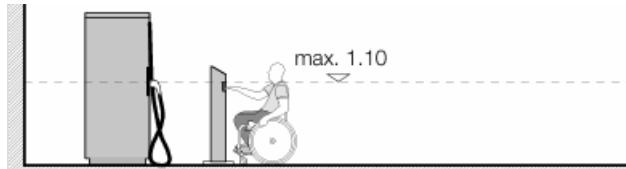


Abbildung 22 Maximalhöhe Stecker

Auch der Neigungswinkel von Wegen und Zufahrten zur Ladestation spielt eine wichtige Rolle. Damit Menschen mit Gehbehinderungen oder Rollstuhlfahrer die Station sicher nutzen können, darf die Steigung der befahrbaren Flächen maximal 6 % betragen. Steilere Neigungen könnten die Sicherheit beeinträchtigen und sollten daher vermieden werden. Schliesslich ist die Kennzeichnung und Signalisation von rollstuhlgerechten Ladestationen ein wesentlicher Aspekt der SIA 500. Die Norm fordert, dass speziell für Menschen mit Behinderungen vorgesehene Ladeplätze deutlich sichtbar und eindeutig als solche gekennzeichnet werden. Dies kann durch Bodenmarkierungen oder Schilder erfolgen, die den Platz als barrierefrei und für berechnigte Personen reserviert ausweisen. Die Kennzeichnungen müssen gut sichtbar und leicht verständlich sein, um Fehlbelegungen zu vermeiden. Dies wird noch detaillierter im Kapitel Signalisationsverordnung (SSV) erläutert.

4.2.1.2 NIN und NIV

Die Niederspannungs-Installationsverordnung regelt die Anforderungen an elektrische Installationen im Niederspannungsbereich, zu dem auch Ladestationen für Elektrofahrzeuge gehören. Diese Verordnung stellt sicher, dass elektrische Installationen sicher und fachgerecht ausgeführt werden, um den Schutz von Personen und Anlagen zu gewährleisten. Im Zusammenhang mit Ladestationen bedeutet dies, dass die verwendeten elektrischen Komponenten, wie Leitungen, Schutzrichtungen und Anschlüsse, den hohen Sicherheitsstandards entsprechen müssen. Die NIV legt den rechtlichen Rahmen fest, damit Ladestationen zuverlässig betrieben werden können und keine Gefahr durch fehlerhafte Installationen entsteht.

Die Niederspannungs-Installationsnorm beschreibt die technischen Anforderungen für elektrische Installationen in Gebäuden und bei Einrichtungen wie Ladestationen. Diese Norm definiert präzise, wie Installationen geplant und ausgeführt werden müssen, um den Anforderungen der Sicherheit und Effizienz gerecht zu werden. Ein wesentlicher Bestandteil der NIN sind die Vorgaben zur Dimensionierung von Leitungen und der Einsatz von Schutzmassnahmen wie Fehlerstrom-Schutzschaltern vom Typ B oder A EV. Diese FI-Schalter sind speziell dafür ausgelegt, Personen und Anlagen vor den besonderen Risiken von Fehlerströmen bei Ladeinfrastrukturen zu schützen und stellen sicher, dass der Betrieb der Ladestationen sicher und störungsfrei bleibt.

Die NIV stellt sicher, dass alle elektrischen Installationen, einschliesslich Ladestationen, so ausgeführt werden, dass keine Gefahr für Personen oder Sachwerte besteht. Dies bedeutet, dass die Planung, Installation und Wartung der Ladestationen sicher und nach anerkannten Normen erfolgen müssen.

Dabei legt die Verordnung besonderen Wert auf die Verantwortung der Elektroinstallateure. Diese müssen entsprechend qualifiziert sein und dürfen die Installation nur dann vornehmen, wenn sie über die notwendigen Kenntnisse und Zertifizierungen verfügen. Nach Abschluss

der Installation sind zudem Prüfungen vorgeschrieben, um sicherzustellen, dass die Ladestation den geltenden Vorschriften entspricht und ein sicherer Betrieb gewährleistet ist.

Die NIN hingegen legt die technischen Anforderungen fest, die bei der Installation von Ladestationen beachtet werden müssen.

Ein zentraler Punkt ist die richtige Dimensionierung der Leitungen, die sicherstellen soll, dass die Ladestation die benötigte elektrische Leistung bereitstellen kann, ohne dass es zu Überlastungen kommt. Unterschiedliche Ladesysteme, wie etwa für E-Bikes oder Elektroautos, erfordern unterschiedliche Leitungsdimensionen, um den sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der NIN sind die Schutzmassnahmen, wie zum Beispiel der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzschaltern. Diese Schalter sind notwendig, um die Sicherheit der Benutzer zu gewährleisten und die Anlage vor elektrischen Fehlern zu schützen. Durch diese Massnahmen soll sichergestellt werden, dass im Falle eines Fehlers kein Risiko für Personen oder das elektrische System besteht.

4.2.1.3 Eidgenössisches Starkstrominspektorat

Die ESTI-Richtlinien spielen eine zentrale Rolle bei der Installation von Ladestationen für Elektrofahrzeuge, da sie sicherstellen, dass diese korrekt an das Niederspannungsnetz angeschlossen und sicher betrieben werden. Einer der wichtigsten Aspekte, den die Richtlinien abdecken, ist der Anschluss an das Netz. Hier geben die Richtlinien genaue Vorgaben zur korrekten Dimensionierung der Zuleitungen, die sicherstellen, dass die Ladestation stabil mit Strom versorgt wird, ohne das Netz zu überlasten. Es ist entscheidend, dass die Ladestation so geplant und installiert wird, dass die Netzstabilität nicht gefährdet ist, besonders in städtischen Bereichen, wo viele Ladestationen gleichzeitig betrieben werden könnten.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der ESTI-Richtlinien sind die Schutzmassnahmen. Ähnlich wie in der Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) und der Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) fordern die Richtlinien den Einsatz von Fehlerstrom-Schutzschaltern und Überlastschutzeinrichtungen. Diese Schutzmassnahmen dienen dazu, Personen und Anlagen vor möglichen Gefahren wie Kurzschlüssen oder Überlastungen zu schützen. Die Dimensionierung dieser Schutzvorrichtungen muss genau auf die Leistung der Ladestation abgestimmt werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

Die elektrische Sicherheit steht ebenfalls im Fokus der ESTI-Richtlinien. Sie definieren genaue Anforderungen an den Berührungsschutz und die Schutzisolierung. Diese Massnahmen sind wichtig, um das Risiko von Stromschlägen oder Kurzschlüssen zu minimieren und die Sicherheit für die Nutzer der Ladestation zu erhöhen. Die korrekte Installation dieser Sicherheitsvorrichtungen ist essenziell, um Gefahren im täglichen Betrieb der Ladestation zu verhindern.

Ein besonders wichtiger Punkt in den ESTI-Richtlinien ist die Meldung und Dokumentation von Installationen. Jede neu installierte Ladestation muss bei den zuständigen Behörden gemeldet und umfassend dokumentiert werden. Dies stellt sicher, dass alle geltenden Vorschriften eingehalten wurden und dass die Installation von qualifizierten Fachkräften durchgeführt wurde. Die Dokumentation dient auch dazu, den langfristigen sicheren Betrieb der Ladestation zu gewährleisten und mögliche spätere Wartungsarbeiten oder Prüfungen zu erleichtern.

4.2.1.4 Signalisationsverordnung (SSV)

Die Signalisationsverordnung (SSV) des Bundes spielt eine zentrale Rolle bei der Kennzeichnung und Regelung der Nutzung von Parkplätzen, die für Ladestationen vorgesehen sind. Gemäss dieser Verordnung dürfen solche Ladeparkplätze ausschliesslich von Elektro- oder Hybridfahrzeugen belegt werden, die sich aktiv im Ladevorgang befinden. Ein blosses Abstellen des Fahrzeugs auf diesen Plätzen ist, wenn kein Ladevorgang stattfindet, nicht zulässig. Diese Regelung gewährleistet eine effiziente Nutzung der Ladeinfrastruktur, indem sie sicherstellt, dass die Ladeplätze nicht unnötig blockiert werden und stets für Fahrzeuge verfügbar sind, die tatsächlich laden müssen.

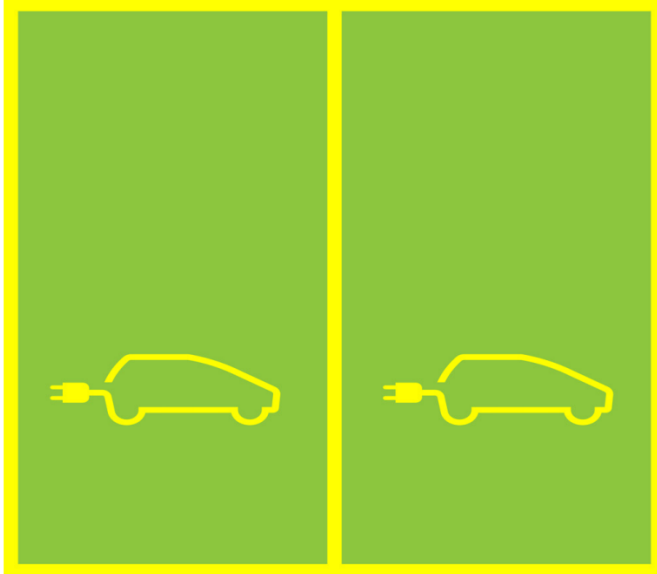


Abbildung 23 Beispiel Parkplatzmarkierung

Eine weitere wichtige Vorschrift betrifft die Kennzeichnung und Markierung der Ladestationen. In Luzern sind die Parkplätze in den Grünen Zonen durch eine grüne Markierung und entsprechende Schilder eindeutig als Ladeparkplätze ausgewiesen. Diese farbliche und visuelle Kennzeichnung ist essenziell, um die Ladestationen deutlich von regulären Parkplätzen abzugrenzen und sicherzustellen, dass sie von berechtigten Fahrzeugen genutzt werden. Dies trägt nicht nur zur Klarheit für die Nutzer bei, sondern erleichtert auch die Überwachung und Verwaltung dieser Parkplätze durch die Stadt.

4.3 Integrierung ins Verkehrskonzept

4.3.1 Stadtentwicklung

Die Stadtentwicklung Luzerns setzt auf eine nachhaltige und klimafreundliche Mobilität, um die Lebensqualität der Bevölkerung zu verbessern und gleichzeitig die Verkehrsbelastung zu reduzieren. Im Rahmen dieser Strategie verfolgt die Stadt klare Ziele, die auch im Zusammenhang mit der Installation neuer Ladestationen für Elektrofahrzeuge von Bedeutung sind. Ein zentrales Element der Stadtentwicklung ist die Optimierung des Parkierungsangebots. Hierbei wird bis 2040 eine schrittweise Reduktion der Autoparkplätze auf öffentlichem Grund angestrebt. Ziel ist es, durch den Abbau dieser Parkplätze mehr Raum für flächeneffiziente Verkehrsmittel wie Fahrräder, nextbike Stationen und öffentliche Parkierungsanlagen zu schaffen. Dies schafft mehr Platz für Fussgänger und Radfahrer.



Abbildung 24 Nextbike Station

Darüber hinaus verfolgt der Kanton Luzern eine umfassende Strategie zur Förderung des Velo- und Fussverkehrs. Die Stadt sorgt für den Ausbau eines durchgängigen Velonetzes, das auch in die Verkehrsplanung der Stadt integriert wird. Dazu zählen breitere Trottoirs und die Verbesserung der Infrastruktur auf den Hauptstrassen, für die der Kanton zuständig ist. Diese Massnahmen schaffen nicht nur Platz für Fahrräder und Fussgänger, sondern auch für den Ausbau von Ladeinfrastrukturen in stark frequentierten Gebieten, insbesondere in Bereichen, die für den Velo- und Fussverkehr attraktiv sind.

Ein weiterer Punkt der Stadtentwicklung betrifft das Konzept zur Parkierung. Im Rahmen der Klima- und Energiestrategie sollen bis 2040 die Hälfte der Oberflächenparkplätze in der Stadt Luzern abgebaut werden. Dadurch entsteht zusätzlicher Raum, der nicht nur für Veloparkplätze und Fussgängerflächen, sondern auch für Elektro-Ladestationen genutzt werden kann. Insbesondere die wachsende Zahl an Elektrofahrzeugen in der Stadt macht eine flächendeckende Ladeinfrastruktur notwendig, um den Übergang zu emissionsfreier Mobilität zu fördern.

Die Vision des Kantons Luzern zur klimafreundlichen Mobilität zielt darauf ab, die Treibhausgasemissionen bis 2050 auf netto null zu senken. Dazu wird die Verkehrsinfrastruktur so gestaltet, dass verschiedene Verkehrsmittel – einschliesslich Elektrofahrzeuge – ihren Stärken entsprechend effizient eingesetzt und miteinander kombiniert werden. Die Integration von Ladestationen für Elektrofahrzeuge passt in dieses Konzept, da sie einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der Elektromobilität leistet und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduziert.

4.3.2 Raumplanung

4.3.2.1 Sachplan Verkehr Infrastruktur Strasse (SIN)

Der Sachplan Infrastruktur Strasse (SIN) ist ein wesentliches Planungsinstrument auf nationaler Ebene, das die strategische Ausrichtung und Entwicklung der Strasseninfrastruktur in der Schweiz festlegt. Er dient dazu, die langfristigen Ziele der Mobilität mit den Anforderungen an die räumliche Entwicklung zu vereinen. Der Sachplan SIN stellt sicher, dass die Infrastruktur für den Strassenverkehr optimal auf die Bedürfnisse der Gesellschaft abgestimmt wird, und schafft den Rahmen für Projekte, die für die Mobilität von nationalem Interesse sind.

Der Sachplan, stellt wichtige Rahmenbedingungen für die Integration der Elektromobilität in das bestehende Strassennetz dar. Im Kontext des Ausbaus von Ladestationen für Elektrofahrzeuge betont der Sachplan die Bedeutung der Elektromobilität als Teil eines modernen, nachhaltigen Verkehrssystems. Besonders relevant ist hierbei die Platzierung der Ladestationen an Verkehrsknotenpunkten wie Parkplätzen, Rastplätzen oder stark frequentierten innerstädtischen Bereichen. Diese strategische Standortwahl stellt sicher, dass die Ladestationen für möglichst viele Nutzer zugänglich sind und effizient genutzt werden können.

Ein weiteres zentrales Ziel des Sachplans ist die Förderung einer nachhaltigen Mobilität. Die Installation von Ladestationen trägt dazu bei, umweltfreundliche Mobilitätsformen zu unterstützen und das Ziel der Reduzierung von Treibhausgasemissionen zu erreichen. Durch den Ausbau der Ladeinfrastruktur wird nicht nur die Verkehrsinfrastruktur modernisiert, sondern auch ein wichtiger Beitrag zur Erreichung der Klimaziele geleistet. Die Ladeinfrastruktur bildet somit einen wesentlichen Bestandteil der Transformation hin zu emissionsfreier Mobilität.

Ein zentraler technischer Aspekt ist die Infrastrukturplanung sowie die ausreichende Dimensionierung der Netzkapazitäten. Der Sachplan legt fest, dass die Netzkapazitäten so gestaltet sein müssen, dass die steigende Zahl von Elektrofahrzeugen die Stabilität des Stromnetzes nicht gefährdet. Um dies zu gewährleisten, ist es erforderlich, dass die Ladeinfrastruktur nahtlos in die bestehende elektrische und verkehrstechnische Infrastruktur integriert wird. Dies schliesst die Bereitstellung einer ausreichenden Kapazität des Stromnetzes mit ein sowie die Anpassung der Infrastruktur an zukünftige Anforderungen, die sich durch das wachsende Verkehrsaufkommen und den zunehmenden Einsatz von Elektrofahrzeugen ergeben.

Neben der technischen und logistischen Planung wird im Sachplan Verkehr auch auf die Verkehrssicherheit und Benutzerfreundlichkeit der Ladestationen eingegangen. Ladestationen müssen so installiert werden, dass sie den fließenden Verkehr und Fussgänger nicht behindern oder gefährden. Dies bedeutet, dass die Ladestationen sicher und gut zugänglich sein müssen, ohne den Verkehrsfluss zu beeinträchtigen. Schliesslich stellt der Sachplan Verkehr auch Zielvorgaben und rechtliche Rahmenbedingungen auf, die bei der Installation von Ladestationen eingehalten werden müssen. Diese umfassen Umweltauflagen, städtebauliche Vorgaben und die Einhaltung von Sicherheitsstandards. Diese rechtlichen Vorgaben bilden die Grundlage für die Planung und Umsetzung eines Projekts, um sicherzustellen, dass alle Anforderungen erfüllt werden und die Ladestationen langfristig sicher und effizient betrieben werden können.

4.3.2.2 Richtplan Verkehr von Luzern

Ein Sachplan definiert, wie der Bund seine Verantwortung in einem bestimmten Themenbereich wahrnimmt, welche Ziele er verfolgt und welche Massnahmen zur Zielerreichung geplant sind. Er stellt sicher, dass die langfristigen Entwicklungsziele mit der räumlichen Planung der Schweiz abgestimmt werden. Kantonale Richtpläne, die auf diesen nationalen Vorgaben basieren, müssen dem Bundesrat zur Prüfung vorgelegt werden. Der Bundesrat genehmigt die Richtpläne, wenn sie den übergeordneten Zielen entsprechen und mit den Interessen des Bundes übereinstimmen.

Im Zusammenhang mit deinem Projekt zur Installation von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in Luzern, gibt es mehrere relevante Punkte aus dem Richtplan Verkehr von Luzern, die besonders beachtet werden sollten:

Förderung der Elektromobilität:

Der Richtplan Verkehr legt grossen Wert auf die Förderung nachhaltiger Mobilitätsformen, insbesondere der Elektromobilität. In diesem Kontext wird die Schaffung einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur als zentrale Massnahme hervorgehoben, um den Umstieg von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien im Verkehrssektor zu unterstützen. Diese Massnahme ist entscheidend, um die Umweltbelastung zu reduzieren und die Klimaziele des Kantons zu erreichen.

Integration der Ladeinfrastruktur:

Der Plan fordert die Integration der Ladeinfrastruktur in das bestehende Strassennetz. Dabei wird besonders die Platzierung von Ladestationen an strategischen Punkten wie Parkplätzen, Verkehrsknotenpunkten und öffentlichen Plätzen betont. Ziel ist es, die Ladestationen leicht zugänglich zu machen, um eine möglichst breite Nutzerschaft zu erreichen. Dies betrifft sowohl private Fahrzeuge als auch Flottenfahrzeuge und Lieferdienste.

Nachhaltige Mobilität und CO₂-Reduktion:

Der Richtplan zielt darauf ab, den motorisierten Individualverkehr auf nachhaltigere Alternativen umzulenken. Hier spielen Ladestationen eine Schlüsselrolle, da sie die Nutzung von Elektrofahrzeugen unterstützen und so zur Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen. Die Ladestationen sind somit ein integraler Bestandteil der Infrastruktur, die notwendig ist, um die Klimaziele des Kantons Luzern bis 2040 zu erreichen.

Netzintegration und Infrastrukturplanung:

Ein zentraler Punkt des Richtplans ist die Integration der Ladeinfrastruktur in das bestehende Stromnetz. Die Netzkapazitäten müssen so gestaltet sein, dass die wachsende Zahl an Elektrofahrzeugen die Stabilität des Stromnetzes nicht gefährdet. Der Ausbau der Ladeinfrastruktur muss eng mit der Erweiterung des Stromnetzes und der Verkehrsplanung koordiniert werden, um eine nachhaltige und zukunftssichere Lösung zu gewährleisten.

4.3.2.3 Baubewilligung Stadt Luzern

Im Rahmen der Installation öffentlicher Ladestationen für Elektrofahrzeuge spielt die Baubewilligung eine wesentliche Rolle, wobei die Vorgaben je nach Kanton unterschiedlich geregelt sind. Der Sachplan legt zwar die grundlegenden Rahmenbedingungen auf nationaler Ebene fest, doch die detaillierte Umsetzung liegt bei den Kantonen. So gibt es beträchtliche Unterschiede zwischen den Kantonen Luzern und Genf hinsichtlich der Notwendigkeit einer Baubewilligung.

Legende

	keine Baubewilligung notwendig – sofern die oben genannten Ausnahmen nicht zutreffen
	Baubewilligung zwingend
	Verschiedene Lösungen möglich. Bitte kontaktieren Sie ihre Wohn-/Standortgemeinde

Kanton	Baubewilligung	Bemerkungen
Aargau		
Appenzell		
Appenzell Innerrhoden		
Bern		
Basel-Landschaft		
Basel-Stadt		
Freiburg		
Genf		Die Installation in Tiefgaragen ist grundsätzlich bewilligungsfrei. Bei Aussenparkplätzen ist nur das Anbringen einer privaten Heimpladestation erlaubt, erfolgen mehrere Installationen gleichzeitig (z.B. bei Mehrfamilienhäusern, Firmengebäuden), ist eine Baubewilligung erforderlich.
Glarus		
Graubünden		
Jura		
Luzern		
Neuenburg		Die Ladestation darf ein Fassungsvermögen von 2 m ³ nicht übersteigen, ansonsten ist sie baubewilligungspflichtig.
Nidwalden		
Obwalden		
St. Gallen		
Schaffhausen		
Solothurn		
Schwyz		Die Gemeinde ist mittels Meldeverfahren über die Installation zu informieren. Erfolgt nach 20 Tagen keine Reaktion der Behörde, gilt die Ladestation als bewilligt. Andernfalls wird die Bauherrschaft informiert, dass die Bauanzeige als ordentliches Baugesuch behandelt wird.
Tessin		
Thurgau		
Uri		
Waadt		
Wallis		

Abbildung 25 Unterschiede zwischen Kantonen

In Luzern ist für die Installation öffentlicher Ladestationen keine spezifische Baubewilligung erforderlich. Sobald ein Vorhaben geplant ist, wird dieses im Kantonsblatt veröffentlicht, wodurch die Öffentlichkeit über das Projekt informiert wird. Interessierte Parteien haben die Möglichkeit, innerhalb einer bestimmten Frist Einsprache zu erheben. Kommt es zu keinen Einsprachen, kann das Projekt ohne zusätzliche Bewilligungsverfahren umgesetzt werden. Diese unkomplizierte Vorgehensweise ermöglicht eine schnellere Umsetzung der Projekte und unterstützt die rasche Verbreitung der Ladeinfrastruktur, um den wachsenden Bedarf an Ladestationen in der Stadt zu decken.

4.3.2.4 Konzession

Für die Realisierung der Ladestation wäre eine Konzession der Stadt Luzern erforderlich, ähnlich wie beim Pilotprojekt „Grüne Zone“. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine fünfjährige Konzession vergeben, die es der Stadt ermöglicht, das Vorhaben über einen bestimmten Zeitraum hinweg zu testen und zu evaluieren. Während der Konzessionslaufzeit wird die Nutzung der Ladeinfrastruktur beobachtet und bewertet. Nach Ablauf der fünf Jahre wird basierend auf den gesammelten Erfahrungen entschieden, ob die Konzession verlängert, abgeändert oder beendet wird.

Diese befristete Konzession bietet Flexibilität, da die Stadt Luzern während dieser Zeit neue Regelungen entwickeln oder Anpassungen vornehmen kann. Bei positiven Erfahrungen könnte die Ladeinfrastruktur ausgeweitet werden. Negative Erfahrungen könnten zu Anpassungen der Anforderungen und Richtlinien führen, um künftige Projekte effizienter und besser umzusetzen. Für zukünftige Ladestationsprojekte würde daher ebenfalls eine befristete Konzession erteilt, um sicherzustellen, dass die Installation und der Betrieb den städtischen Anforderungen entsprechen und sich in das städtische Verkehrskonzept einfügen.

4.4 Machbarkeitsanalyse

In der Machbarkeitsanalyse soll untersucht werden, ob es in der Stadt Luzern geeignete Standorte für die geplante Ladestation gibt. Basierend auf den Ergebnissen der technischen und gesetzlichen Abklärungen wurden spezifische Kriterien definiert, die als Filter dienen, um nur solche Parkplätze zu finden, die diesen Anforderungen entsprechen. Da diese Vorgaben spezifisch sind, ist es wahrscheinlich, dass nur eine begrenzte Anzahl von Standorten infrage kommt. Ein weiterer Bestandteil dieser Analyse wird die Erstellung einer SWOT-Analyse sein, welche die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken des ausgewählten Standorts für die Ladestation beleuchtet. Diese Analyse hilft dabei, die Eignung des Standorts aus verschiedenen Perspektiven zu bewerten und potenzielle Herausforderungen frühzeitig zu identifizieren. Abschliessend wird die Frage der Umsetzbarkeit beantwortet. Es wird geprüft, ob die ausgewählte Ladestation an diesem Standort realistisch und praktisch umsetzbar ist. Da möchte ich nochmal die wichtigsten Kriterien zusammenfassen und prüfen, ob diese erfüllt wurden.

4.4.1 Standortanalyse

In diesem Kapitel wird die Analyse der möglichen Standorte in Luzern näher erläutert, wobei mehrere wesentliche Kriterien eine zentrale Rolle spielen.

Ein wichtiges Kriterium für die Standortwahl sind die Masse des Standorts. Die Ladestation muss ausreichend Platz bieten, um die notwendige Infrastruktur wie Parkplätze für Elektroautos, E-Motorräder und E-Velos unterzubringen. Zudem sollten die Abstände und Bewegungsflächen den Vorgaben entsprechen, um sowohl die Bedienung der Ladestation als auch das sichere Abstellen der Fahrzeuge zu gewährleisten. Ein weiterer zentraler Aspekt ist die Barrierefreiheit. Die Ladestation sollte behindertengerecht gestaltet sein, um den Zugang für alle Nutzergruppen zu ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise angemessene Bewegungsflächen und gut erreichbare Bedienelemente für Rollstuhlfahrer. Darüber hinaus ist es wichtig, dass der Standort zentral und gut erreichbar ist. Eine zentrale Lage in der Innenstadt oder an Verkehrsknotenpunkten sorgt dafür, dass sich die Bewohner überlegen, sich emissionsfreie Fahrzeuge anzuschaffen, um die Innenstadt emissionsfreier zu gestalten. Eine gute Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur könnte somit den Umstieg auf umweltfreundliche Fahrzeuge fördern und zur Erreichung der städtischen Klimaziele beitragen. Auch wichtig bei der Standortauswahl, ist die Entfernung zum Elektroanschlusspunkt. Im Optimalfall soll der Verteilkasten so nah wie möglich an der Ladestation sein und genug Kapazität haben. Im Rahmen der Machbarkeitsanalyse werde ich eine detaillierte Standortanalyse für beide Standorte durchführen und anschliessend den geeigneteren Standort für die Installation der Ladestation auswählen.

Da die Innenstadt von Luzern stark verdichtet ist, gestaltet sich die Suche nach einem Standort, der den Anforderungen der SIA 500 Norm für barrierefreies Laden von Elektrofahrzeugen entspricht, als herausfordernd. Die Norm setzt strenge Vorgaben, insbesondere für die Barrierefreiheit, die bei der Planung von behindertengerechten Ladestationen eingehalten werden müssen. Aufgrund des begrenzten Platzangebots in der Innenstadt kommen durch meine Recherche zwei Standorte infrage, die sowohl die erforderlichen Mindestmasse erfüllen als auch zentral gelegen sind. Diese Standorte bieten das Potenzial, den Anforderungen gerecht zu werden und eine barrierefreie Nutzung der Ladestationen zu ermöglichen. Im Rahmen der Machbarkeitsanalyse werde ich eine detaillierte Standortanalyse für beide Standorte durchführen und anschliessend den geeigneteren Standort für die Installation der Ladestation auswählen.

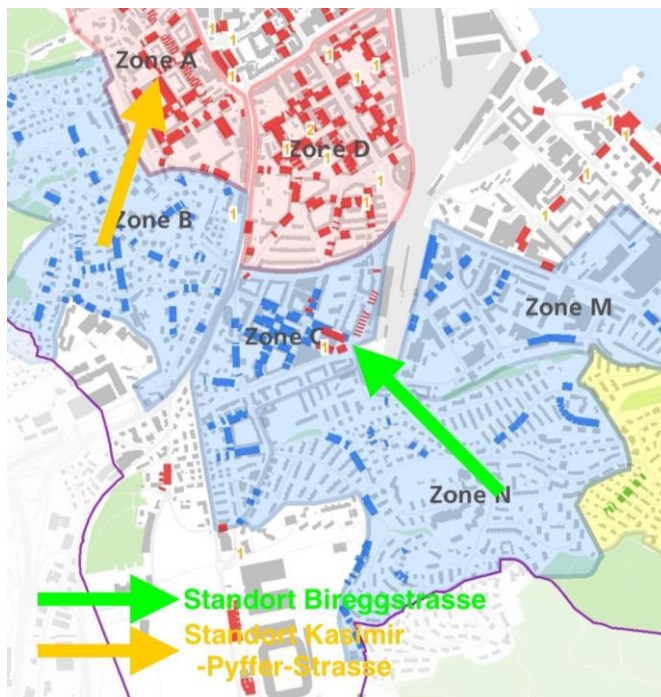


Abbildung 26 Parkzonenplan Luzern

4.4.1.1 Kasimir-Pfyffer-Strasse

Der Standort an der Kasimir-Pfyffer-Strasse ist zentral gelegen und bietet ausreichend Platz für die Installation einer Ladestation für Elektrofahrzeuge. Die Strasse befindet sich in einer weissen Zone, was bedeutet, dass Autofahrer hier zwischen 07:00 und 19:00 Uhr maximal zwei Stunden am Stück parken dürfen. Anwohner, die eine Parkkarte für die Zone A besitzen, können jedoch uneingeschränkt in dieser Zone parken. Die Parkkarten können bequem über das System Parkingpay erworben werden, was für Einwohner einen flexiblen Zugang zu Parkplätzen ermöglicht.

Für die Realisierung der Ladestation müsste jedoch einer der Behindertenparkplätze umgenutzt werden. In unmittelbarer Nähe befindet sich jedoch ein weiterer Behindertenparkplatz, der stattdessen genutzt werden könnte. Dies müsste jedoch im Vorfeld mit der Stadt abgeklärt werden, um sicherzustellen, dass die Barrierefreiheit weiterhin gewährleistet bleibt.

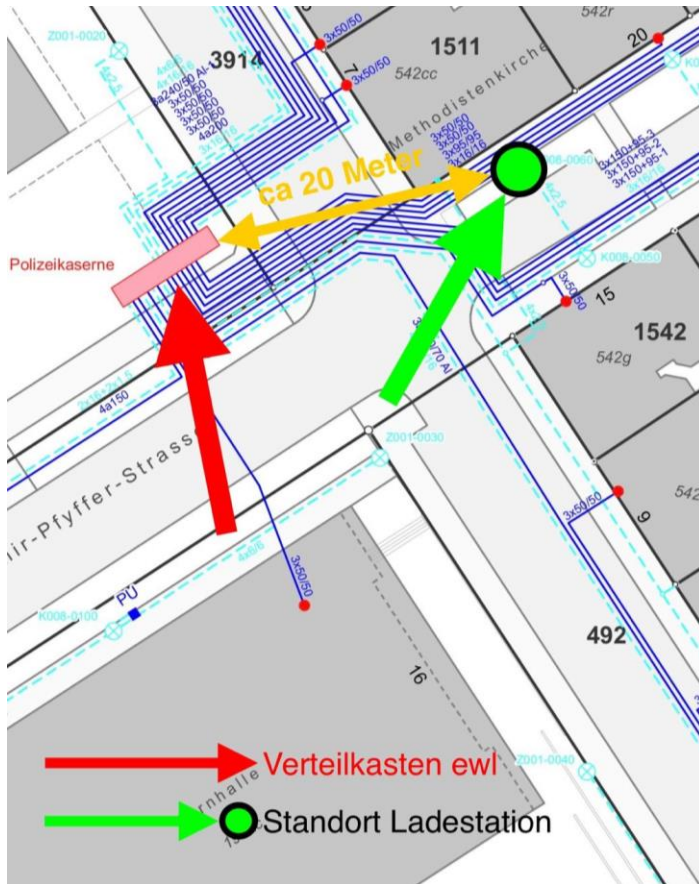


Abbildung 28 Verteilkastenplan Kasimir-Pfyffer-Strasse

Vorteile:

- Zentrale Lage
Der Standort befindet sich mitten in der Stadt und ist leicht erreichbar.
- Erschaffen einer Lademöglichkeit für Einwohner
Die Station würde den Bewohnern eine bequeme Option zum Laden ihrer Elektrofahrzeuge bieten.
- In Nähe von Geschäften und Dienstleistungen
Nutzer könnten während des Ladevorgangs Besorgungen machen oder Dienstleistungen in der Umgebung nutzen.
- Nahegelegener Verteilkasten
Im Vergleich zu anderen Standorten, wie der Bireggstrasse, ist der Verteilkasten nur etwa 20 Meter entfernt, was den Anschluss an das Netz erleichtert.

Nachteile:

- Umnutzung des Motorradabstellplatzes
Für die Realisierung der Ladestation müsste ein vorhandener Motorradparkplatz umgewidmet werden.
- Umnutzung eines Behindertenparkplatzes
Ein vorhandener Behindertenparkplatz müsste umfunktioniert werden, was zu möglichen Einschränkungen führt.

- Nähe zum Parkhaus mit Lademöglichkeiten

Die Ladestation wäre in der Nähe des Parkhauses Kesselturm, das bereits Lademöglichkeiten bietet, was die Nachfrage möglicherweise verringern könnte.

- Starker Verkehrsfluss: Die Strasse verzeichnet einen starken Verkehrsfluss, was die Zugänglichkeit erschweren könnte.

- Verteilkasten auf anderer Strassenseite: Der Verteilkasten befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite der Strasse, was zusätzliche Erdarbeiten erfordert.

4.4.1.2 Bireggstrasse

Der Standort an der Bireggstrasse ist zwar zentral gelegen, jedoch nicht so stark frequentiert wie die Kasimir-Pfyffer-Strasse. Hier befindet sich eine blaue Parkzone, die zur Zone C gehört. In dieser Zone kann mit einer Parkscheibe eine Stunde lang kostenlos geparkt werden. Darüber hinaus gibt es verschiedene Parkkarten, wie die Parkkarte für Zone C, die Hotelgast-Parkkarte oder eine 12-Stunden-Parkkarte, die es ermöglichen, länger in der blauen Zone zu parken. Einwohner der Zone haben ausserdem die Möglichkeit, eine uneingeschränkte Parkkarte zu erwerben, die ihnen unbegrenztes Parken in dieser Zone ermöglicht. Um die geplante Ladestation normgerecht zu installieren, müsste diese auf dem Trottoir aufgebaut werden, da der erforderliche Mindestabstand von 1,4 Metern zur Strasse gemäss der Norm SN 640 075 eingehalten werden muss. Dies bedeutet, dass die Parkplätze auf das Trottoir verschoben werden müssten. An diesem Standort stellt dies jedoch kein Problem dar, da das Trottoir eine Breite von 6,38 Metern aufweist, was ausreichend Platz für die Parkplätze und die Ladestation bietet, ohne den Fussgängerverkehr zu beeinträchtigen.



Abbildung 29 Standort und Masse Bireggstrasse

Der Standort Bireggstrasse bietet daher genug Platz, um eine solche Ladestation zu realisieren. Da die mindestlänge von 14 Meter für die Parkplatzlänge auch eingehalten wird, ist diese Standort ideal. Auch hier sieht man den violetten Balken, der den potenziellen Standort der Ladestation markiert.

Der nächstgelegene Verteilkasten zum geplanten Standort an der Bireggstrasse befindet sich etwa 30 Meter entfernt. Im Gegensatz zum Standort Kasimir-Pfyffer-Strasse, an dem der Verteilkasten auf der anderen Strassenseite liegt, würde es hier kaum Komplikationen geben, da der Verteilkasten in einer direkten Linie entlang des Trottoirs verläuft. Dies erleichtert die Verbindung zur Stromversorgung erheblich und reduziert den Aufwand für eventuelle Erdarbeiten. Durch diese günstige Anordnung wird die Anbindung der Ladestation an das Stromnetz deutlich einfacher und effizienter umsetzbar.

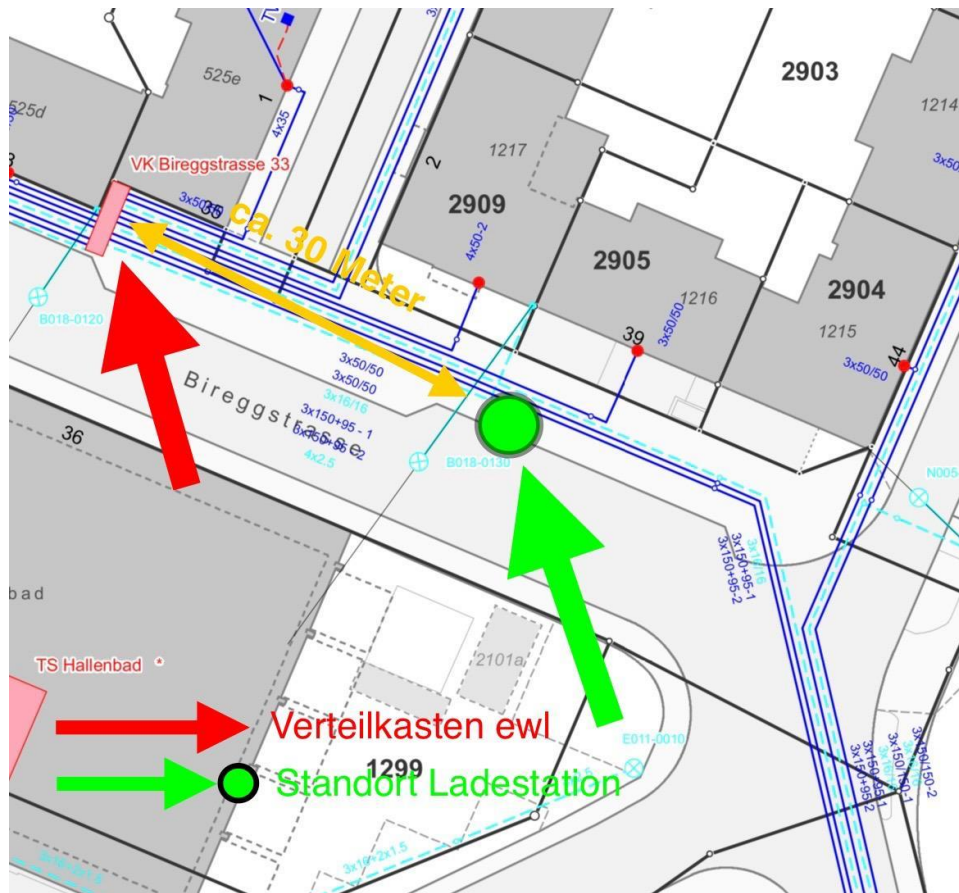


Abbildung 30 Verteilkastenplan Bireggstrasse

Vorteile:

- Zentral aber nicht zu stark frequentiert
Der Standort an der Bireggstrasse ist zentral gelegen, jedoch nicht so stark von Verkehr belastet wie andere städtische Bereiche.
- Kunst- und Kulturzentrum in der Nähe
Direkt gegenüber befindet sich das Netzwerk Neubad, ein Kunst- und Kulturzentrum, das für zusätzliche Frequentierung und potenzielle Nutzer der Ladestation sorgen könnte.
- Veloweg Freigleis in unmittelbarer Nähe
Die Nähe zum Veloweg Freigleis macht den Standort attraktiv für Fahrrad- und E-Velo-Fahrer.
- Mangel an Abstellplätzen für Motorräder/Roller
In der unmittelbaren Umgebung gibt es keinen ausgewiesenen Abstellplatz für Motorräder oder Roller. Diese werden oft unter dem Kulturzentrum abgestellt, wo eigentlich keine Parkplätze vorgesehen sind.

Nachteile:

- ewl Ladestationen 600m entfernt

In etwa 600 Meter Entfernung befinden sich bereits ewl Ladestationen, was die Nutzung dieser Ladestation möglicherweise verringern könnte.

- 30 Meter bis zum nächsten Verteilkasten

Der Verteilkasten liegt 30 Meter vom geplanten Standort entfernt, was zusätzliche Erdarbeiten erfordert.

- nextbike Station in unmittelbarer Nähe

Eine nextbike Station befindet sich in der Nähe, was eine Konkurrenz für E-Velo-Ladestationen darstellen könnte.

4.4.1.3 E-Velo Ladestation

Im Rahmen eines Gesprächs mit Herrn David Walter, Projektleiter Mobilität bei der Stadt Luzern, konnte ich wertvolle Einblicke in die Planungen und Überlegungen zur Ladeinfrastruktur für E-Bikes in der Stadt gewinnen. Die Diskussion fokussierte sich auf die derzeitige Situation und die politische Aufmerksamkeit für die wachsende Bedeutung der E-Bike-Infrastruktur. Ein wichtiges Dokument, das Herr Walter empfahl, ist ein Postulat der SP-Fraktion vom Mai 2021, in dem die Fraktion den Stadtrat auf den Mangel an E-Bike-Ladestationen aufmerksam macht und eine detaillierte Prüfung fordert. Dieses Postulat verdeutlicht, dass die Notwendigkeit einer Ladeinfrastruktur für E-Bikes in Luzern bereits von politischer Seite erkannt wurde. In der Folge beauftragte die Stadt Luzern die ETH Zürich mit einer umfassenden Untersuchung zu diesem Thema. Derzeit arbeitet die ETH Zürich an der Studie „E-Bike-City-Luzern - Simulation und Massnahmenempfehlung“, deren Abschluss Anfang 2025 erwartet wird. Diese Studie soll fundierte Einblicke und Daten zur Frage liefern, inwieweit zusätzliche Ladeinfrastrukturen für E-Bikes in Luzern erforderlich sind und welche Standorte dafür strategisch sinnvoll wären. Die Studie ist Teil einer breiteren städtischen Initiative zur Förderung nachhaltiger Mobilität und wird wichtige Entscheidungsgrundlagen für zukünftige Projekte liefern.

Ein durchdachter Standort für E-Bike-Ladestationen ist entscheidend, um Nutzenden den maximalen Komfort zu bieten und eine sinnvolle Integration in die städtische Umgebung zu gewährleisten. Geeignete Standorte für solche Ladestationen wären dabei besonders frequenzstarke Orte wie Museen, Freizeitzentren oder touristische Sehenswürdigkeiten. Diese Orte bieten sich an, da sie sowohl für Einheimische als auch Touristen attraktive Anlaufstellen darstellen, wodurch die Nutzung der Ladestationen gefördert wird. In dicht besiedelten Wohngebieten, wie etwa der Bruchstrasse in Luzern, wäre der Nutzen einer E-Bike-Ladestation hingegen eingeschränkt. In solchen Bereichen können viele E-Bike-Nutzer ihre Batterien bequem zu Hause aufladen, was die Notwendigkeit einer zusätzlichen Ladeinfrastruktur im unmittelbaren Wohnumfeld reduziert. Im Gegensatz dazu könnte ein Standort wie die Bireggstrasse, welcher in direkter Nähe zu einem stark frequentierten Veloweg liegt, einen echten Mehrwert bieten. Ein Standort nahe dem Netzwerk Neubad würde einerseits die Bedürfnisse von Pendlern bedienen, die den Veloweg nutzen, und andererseits die Attraktivität des Ortes selbst erhöhen, indem es eine praktische und nachhaltige Mobilitätsoption zur Verfügung stellt.

Dieser Ansatz der Standortwahl ermöglicht eine gezielte Platzierung der E-Bike-Ladestationen an Orten mit hoher Nachfrage, wodurch die Nutzung der Infrastruktur maximiert und gleichzeitig die Stadtmobilität effizient unterstützt wird.

Für die Umsetzung der geplanten E-Bike-Ladestation würde ich eine Kooperation mit dem Unternehmen Bike Energy anstreben. Ihr Produkt, die E-Tankstelle Line, passt ideal zu den Anforderungen meines Projekts. Durch diese Zusammenarbeit könnten wir auf ein bereits entwickeltes und bewährtes Produkt zurückgreifen, das sowohl in Funktionalität als auch im Design bestens auf die Bedürfnisse von E-Bike-Nutzenden abgestimmt ist.

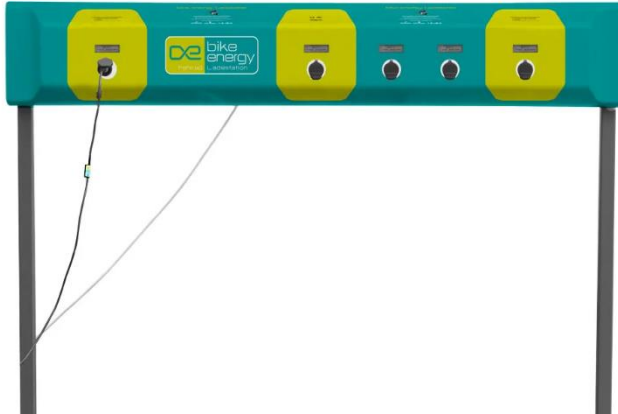


Abbildung 31 E-Tankstelle Line von bike-energy

Bike Energy bietet eine durchdachte Ladelösung, die den vielfältigen Anforderungen des Marktes gerecht wird, da jedes E-Bike-Modell in der Regel spezifische Steckerformate verwendet. Durch diese Kooperation liessen sich nicht nur die Entwicklungskosten, die bei der Konzeption einer neuen Ladestation anfallen würden, signifikant senken, sondern auch potenzielle technische Herausforderungen beim Ladevorgang effizient umgehen. Die E-Tankstelle Line von bike-energy stellt somit eine praktische, kosteneffiziente und nutzerfreundliche Lösung dar, die die Implementierung einer modernen Ladeinfrastruktur für E-Bikes in Luzern erleichtern könnte.

4.4.2 SWOT Analyse

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> - Der ausgewählte Standort liegt in einem frequentierten, zentralen Bereich von Luzern, was eine hohe Sichtbarkeit und gute Erreichbarkeit gewährleistet. - Die Station unterstützt die städtischen Klimaziele, indem sie emissionsfreie Mobilität fördert. - Die geplante Ladestation macht Elektroautos im nahegelegenen Gebiet attraktiv. Durch das Angebot einer lokalen Lademöglichkeit steigt die Attraktivität des Besitzes und der Nutzung von Elektrofahrzeugen, was insbesondere für Anwohner und Besucher von Vorteil ist. 	<ul style="list-style-type: none"> - Der begrenzte Platz in der Innenstadt macht es schwierig, den erforderlichen Raum für Fahrzeuge, Ladestation und Bewegungsflächen gemäss den Normen bereitzustellen. - Die Kosten für den Bau, die Installation und den Anschluss der Ladestation an das Stromnetz werden hoch sein. - Während die Station für Elektroautos voraussichtlich gut genutzt wird, fehlen konkrete Analysen oder Studien, die den Bedarf an Ladeinfrastruktur für E-Motorräder und E-Velos in Luzern belegen.
Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> - Die Nachfrage nach Ladestationen wird in den nächsten Jahren mit dem zunehmenden Einsatz von Elektrofahrzeugen steigen. - Die Ladestation trägt zur Erreichung der städtischen und kantonalen Klimaziele bei. Die Förderung erneuerbarer Energien und der Abbau von CO₂-Emissionen wird von der Stadt Luzern aktiv unterstützt. - Die Installation von Ladestationen für E-Motorräder würde eine Lücke in der bestehenden Infrastruktur schliessen und eine grössere Nutzergruppe ansprechen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rasante Entwicklung in der Elektromobilität könnte dazu führen, dass die geplante Infrastruktur schneller veraltet als erwartet. - Die Kosten für den Bau und den Betrieb der Ladestation könnten höher ausfallen als geplant. - Obwohl in Luzern keine explizite Baubewilligung für die Ladestation erforderlich ist, könnten Einsprüche von Anwohnern den Bau verzögern. - Mit dem zunehmenden Ausbau der Ladeinfrastruktur durch andere Anbieter könnte ein Überangebot entstehen, wodurch die Nutzung der neuen Ladestation hinter den Erwartungen zurückbleibt.

4.4.3 Ist Ladestation umsetzbar?

Die Machbarkeitsanalyse zeigt, dass die geplante Ladestation für E-Bikes, E-Motorräder und E-Autos in Luzern grundsätzlich umsetzbar ist, wenn bestimmte technische und gesetzliche Anforderungen erfüllt werden. Technisch müssen die Normen der Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) und der NIN-Norm beachtet werden, um eine sichere und fachgerechte Installation zu gewährleisten. Der Anschluss an das Niederspannungsnetz und die Dimensionierung der Leitungen sind entscheidend, um die notwendige Betriebssicherheit und Netzstabilität zu garantieren, insbesondere bei einer häufigen Nutzung in städtischen Gebieten. Die Anforderungen an Bewegungsflächen und Steigungen, die in den Normen SIA 500 und SN 640 075 festgelegt sind, müssen ebenfalls eingehalten werden, um die Ladestation barrierefrei und nutzerfreundlich zu gestalten.

Zusätzlich zur technischen Umsetzbarkeit erfordert das Projekt die Berücksichtigung von städtischen und rechtlichen Vorgaben. Die Stadt Luzern verfolgt eine nachhaltige Mobilitätsstrategie, die emissionsfreie Fahrzeuge im Stadtbild fördern und den klassischen Autoverkehr reduzieren soll. Die geplante Ladestation passt in dieses Ziel, da sie nachhaltige Mobilitätsoptionen unterstützt und die Nutzung emissionsfreier Verkehrsmittel attraktiver macht. In stark frequentierten Bereichen wie am Neubad könnte die Station den Bedarf gut abdecken und zur CO₂-Reduktion beitragen. Eine Konzession und eine baurechtliche Genehmigung sind erforderlich; diese richten sich nach kantonalen Vorgaben und müssen vor Beginn des Projekts eingeholt werden. Die Standortwahl spielt dabei eine wesentliche Rolle, da sich die Station harmonisch in das Stadtbild und das Verkehrsnetz einfügen soll.

Kurzgefasst ist die Errichtung der Ladestation machbar, wenn die technischen Sicherheitsstandards sowie die gesetzlichen und städtebaulichen Anforderungen eingehalten werden.

5 Erarbeiten des Endprodukts

Für die Entwicklung des Endprodukts wurde ein gestufter Designprozess gewählt, der eine handgezeichnete Skizze, eine CAD-Zeichnung und schliesslich eine Visualisierung umfasst.

Zuerst wurde eine handgefertigte Skizze erstellt, um eine erste Vorstellung von der Gestaltung und der Struktur der Ladestation zu gewinnen. Diese Skizze half, das Layout grob festzulegen und die verschiedenen Bereiche für E-Bike-, E-Motorrad- und E-Auto-Ladestationen zu verorten. In dieser Phase konnten erste Ideen zur Anordnung und Grösse der Stationen intuitiv festgehalten und schnell angepasst werden, um ein stimmiges Konzept zu entwickeln. Nach der Skizze erfolgte die Erstellung einer detaillierten 3D-Zeichnung mithilfe eines CAD-Programms. Diese präzise digitale Darstellung ermöglichte es, die Masse exakt zu definieren und eine massstabsgetreue Darstellung der Ladestation anzufertigen. Abschliessend wurde die Zeichnung visualisiert, um das Endprodukt in seiner realen Wirkung zu beurteilen. In dieser Phase wurden Details wie Farbgebung und Materialauswahl angepasst, um die Station ansprechend und benutzerfreundlich zu gestalten. Durch die Visualisierung konnte ein realistischer Eindruck des fertigen Produkts gewonnen werden, was insbesondere für die Präsentation und die abschliessende Bewertung des Projekts von Bedeutung ist.

5.1 Dokumentation der Zeichnung

5.1.1 Masse

Die geplante Ladestation hat eine Gesamtlänge von 10,1 Metern und eine Tiefe von 40 cm. Diese Dimensionen umfassen die Bereiche für E-Auto-, E-Motorrad- und E-Bike-Ladestationen und gewährleisten eine kompakte und funktionale Aufteilung der einzelnen Ladebereiche.

Die E-Auto-Ladestation wurde mit einer Grundfläche von 40 x 40 cm entworfen und erreicht eine Höhe von 1,7 Metern. Diese Höhe erlaubt eine benutzerfreundliche Anbringung des Ladeanschlusses und entspricht den ergonomischen Vorgaben für eine komfortable Nutzung.

Für die E-Motorrad-Ladestation wurden vier Einheiten mit einer Breite von je 1,3 Metern vorgesehen, was eine Gesamtbreite von 5,2 Metern ergibt. Die Ladestationen für Motorräder enthalten eine Sitzbank, die auf einer Höhe von 70 cm platziert ist, um eine bequeme Sitzgelegenheit zu bieten. Die Halterung für den Stecker ist in einer Höhe von 1,2 Metern angebracht, was eine komfortable Nutzung unterstützt.

Die E-Bike-Ladestation verfügt über fünf Ladeplätze, die jeweils 90 cm breit sind, was insgesamt eine Breite von 4,5 Metern ergibt. Die Höhe dieser Station beträgt 1,2 Meter, was den Zugang zu den Ladeanschlüssen erleichtert und somit auch Benutzerfreundlich ist.

5.1.2 Handgemachte Skizze

Als ersten Schritt zur Visualisierung meiner Idee habe ich eine Skizze der geplanten Ladestation gezeichnet. Die Skizze zeigt eine strukturierte Anordnung, in der sich die E-Bike-Ladestationen auf der linken Seite, die E-Motorrad-Ladestationen in der Mitte und die E-Auto-Ladestationen rechts befinden. Ursprünglich plante ich mit vier Ladestationen für E-Bikes und drei für Motorräder. Da die Kapazität der Station jedoch noch ausreichend war, habe ich die Anzahl der Ladestationen für jedes Fortbewegungsmittel um eine Einheit erhöht

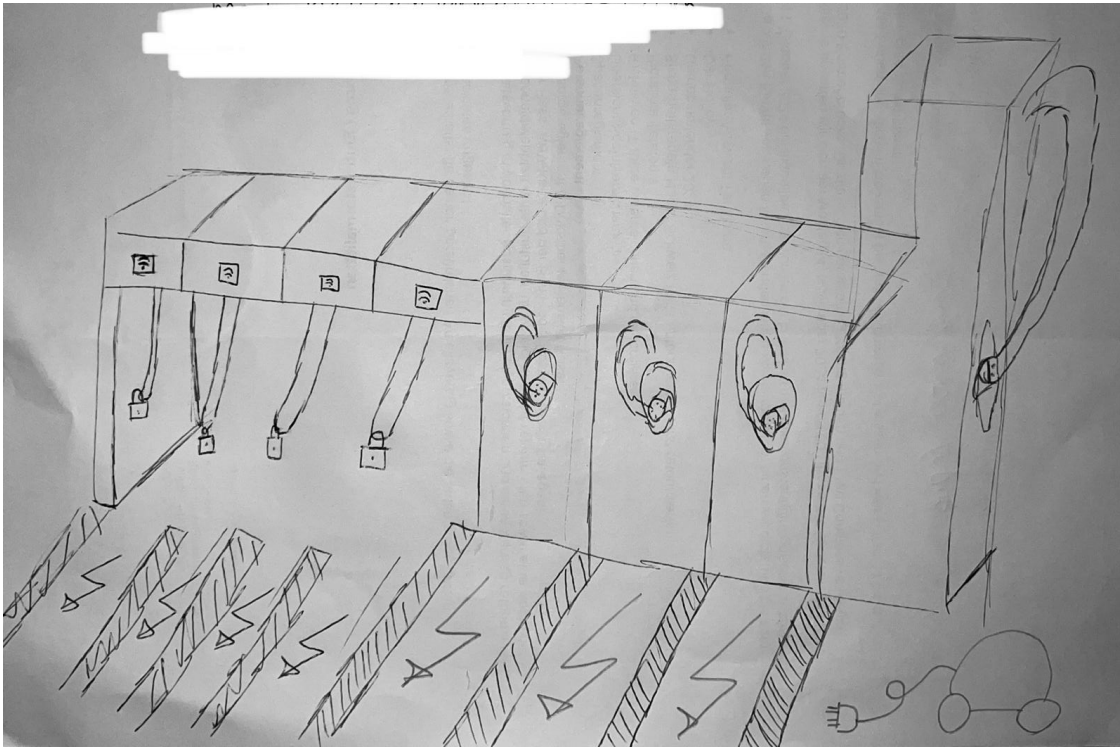


Abbildung 32 Erste Handgemachte Skizze

In der Skizze habe ich für die E-Bike-Ladestationen spezielle Ladeboxen vorgesehen, in denen die Akkus sicher aufgeladen werden können. Für die Motorradladestationen sind in der Mitte drei separate Blöcke vorgesehen, die in der Realität aufgrund der Dimensionen und technischen Anforderungen relativ massiv gestaltet sein würden. Wichtig ist, dass diese Skizze noch vor den technischen und rechtlichen Abklärungen entstanden ist und damit eine erste, unverbindliche Entwurfsdarstellung darstellt.

In der finalen Version meiner Skizze habe ich mehrere Anpassungen vorgenommen, um die optischen Details sowie technische und gesetzliche Anforderungen zu berücksichtigen. So wurde die Steckdose der E-Autoladestation auf eine Höhe von 1,1 Metern über dem Boden gesetzt, um den gesetzlichen Normen zu entsprechen. Zudem habe ich das Design der E-Motorrad-Ladestation überarbeitet, um die Kästen kompakter und ästhetisch ansprechender zu gestalten, da die ursprünglich vorgesehenen Blöcke in ihrer Grösse unpraktisch und visuell dominant wirkten.

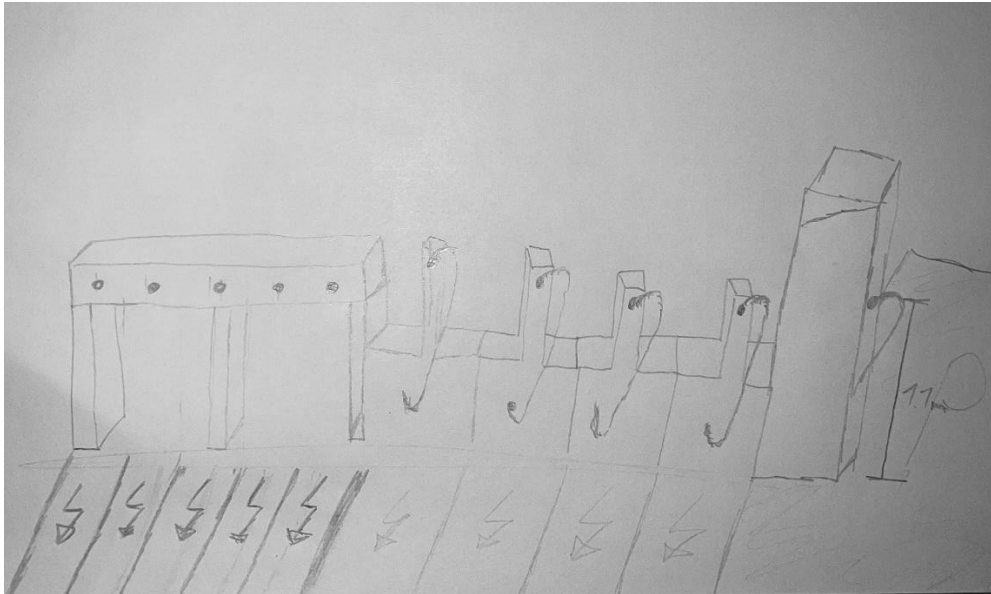


Abbildung 33 Überarbeitete Skizze

Für die E-Bike-Ladestation habe ich das Konzept der Ladeboxen, in denen die Akkus ursprünglich eingeschlossen werden sollten, angepasst. Stattdessen habe ich die Lösung von Bike Energy integriert und eine entsprechende Ladestation in die Skizze übernommen. Diese Anpassung erlaubt eine offene und zugängliche Lademöglichkeit, die sowohl funktional als auch platzsparend ist und den vielfältigen Anforderungen der verschiedenen E-Bike-Modelle gerecht wird.

5.1.3 Endprodukt mit CAD Programm

Im ersten Schritt habe ich die Grundform der Ladestation anhand der gewählten Masse entworfen. Die Anordnung der verschiedenen Ladestationen ist bereits ersichtlich, ebenso die ungefähre Positionierung der Parkplätze. Durch diesen Entwurf werden die räumlichen Proportionen und der grundlegende Aufbau der Ladestation klar, sodass eine erste Orientierung über die Funktionalität und das Layout der Anlage ermöglicht wird.

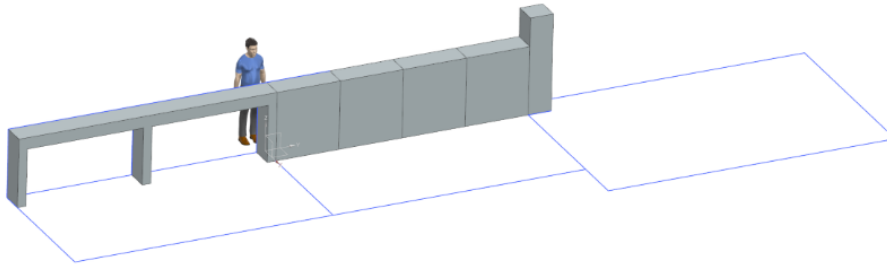


Abbildung 34 Anordnung der Komponenten

Im nächsten Schritt habe ich die Höhe der Motorrad-Ladestation angepasst und die exakten Masse für die Parkplätze festgelegt. In der Abbildung ist ersichtlich, dass der Autoparkplatz grosszügig bemessen wurde, um die Anforderungen der Norm SN 640 075 zu erfüllen, die barrierefreies Laden sicherstellt. Durch die erweiterte Fläche des Parkplatzes wird gewährleistet, dass auch Personen mit eingeschränkter Mobilität die Ladestation komfortabel und sicher nutzen können.

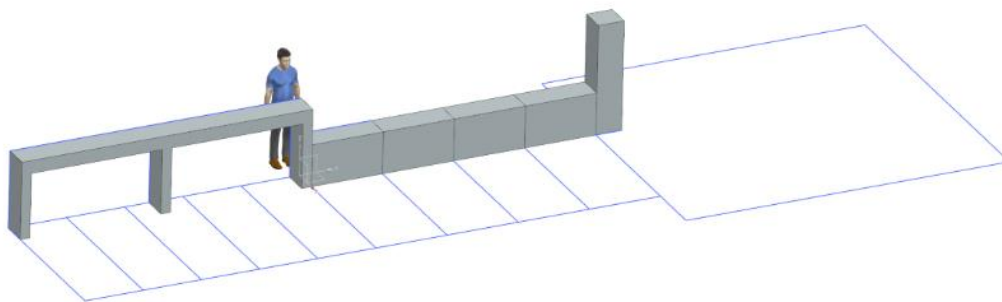


Abbildung 35 Markierungen für Parkplätze

In Abbildung 36 ist die E-Bike-Ladestation zu sehen, die das Design der bike-energy-Ladestation widerspiegelt. Die Abbildung zeigt deutlich die Position der Ladepunkte sowie die Einsteckmöglichkeiten für die Ladekabel, über die das E-Bike geladen wird. Zusätzlich wurden einige ästhetische Anpassungen vorgenommen, um die Ladestation optisch ansprechender zu gestalten. Diese Designentscheidungen tragen dazu bei, die Ladestation sowohl funktional als auch visuell ansprechend zu gestalten und die Nutzerfreundlichkeit zu fördern.

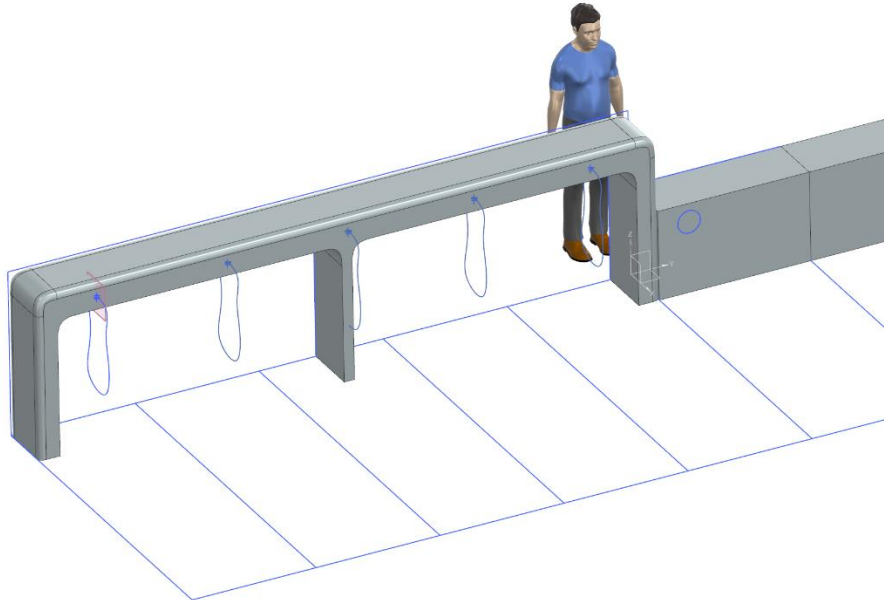


Abbildung 36 Bearbeitung der E-Bike Ladestation

In Abbildung 37 ist die E-Motorrad-Ladestation zu sehen. Eine Stange dient hier als Halterung für das Ladekabel und wurde bewusst in einer Höhe von 1,2 Metern angebracht, um eine benutzerfreundliche Handhabung zu ermöglichen. Die Höhe ist so gewählt, dass das Kabel leicht erreichbar und bequem zu handhaben ist, wodurch die Nutzung für alle Motorradfahrer*innen effizient und ergonomisch gestaltet wird. Diese durchdachte Positionierung der Halterung trägt somit zur Praktikabilität und Nutzerfreundlichkeit der Ladestation bei.

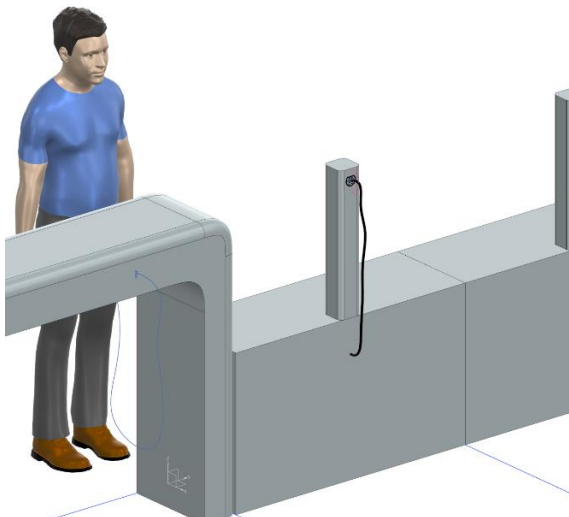


Abbildung 37 Bearbeitung der E-Motorrad Ladestation

In dieser Abbildung ist die abschliessende Zeichnung der E-Bike- und E-Motorrad-Ladestationen dargestellt. Beide Ladestationen sind hier in ihrer finalen Form und Anordnung zu sehen und geben einen vollständigen Überblick über das Design und die Funktionen der Ladeinfrastruktur. Die Zeichnung zeigt die angepassten Details und Positionierungen, die für eine optimale Nutzerfreundlichkeit und Funktionalität der Ladestationen sorgen.

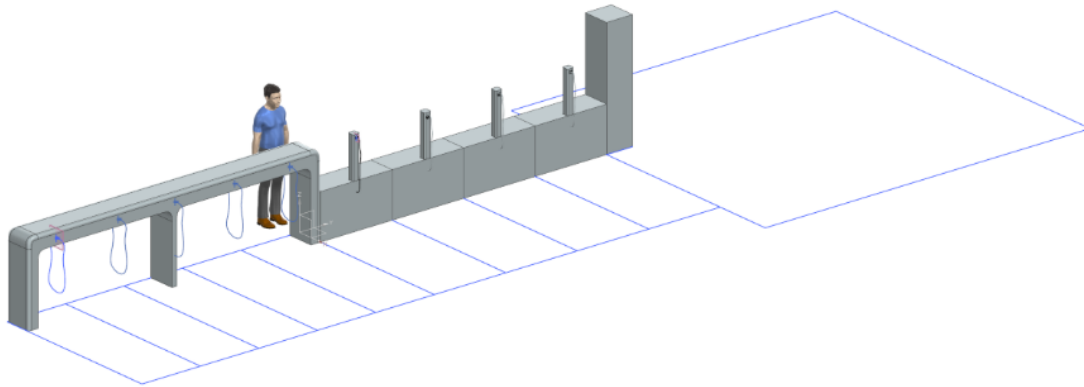


Abbildung 38 E-Bike und E-Motorrad Ladestationen fertig

In Abbildung 39 ist gut zu erkennen, dass der Stecker der Ladestation in einer Höhe von 1,1 Metern über dem Boden angebracht wurde. Diese Positionierung entspricht den Vorgaben der Norm SN 640 075, die barrierefreies Laden gewährleistet und eine nutzerfreundliche Bedienung sicherstellt.

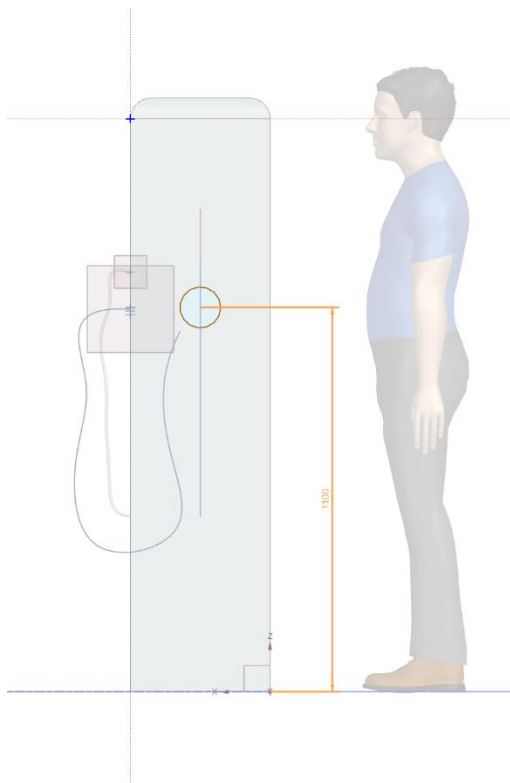


Abbildung 39 Höhe des Steckers für die E-Auto Ladestation

Hier ist die finale 3D-Zeichnung der Ladestationen zu sehen. Alle Stationen wurden massstabsgetreu modelliert, sodass eine realistische Visualisierung möglich ist. Diese Darstellung bietet einen umfassenden Überblick über das Design, die Proportionen und die Positionierung der einzelnen Elemente und ermöglicht eine klare Vorstellung des Endprodukts in seiner tatsächlichen Grösse und Form.

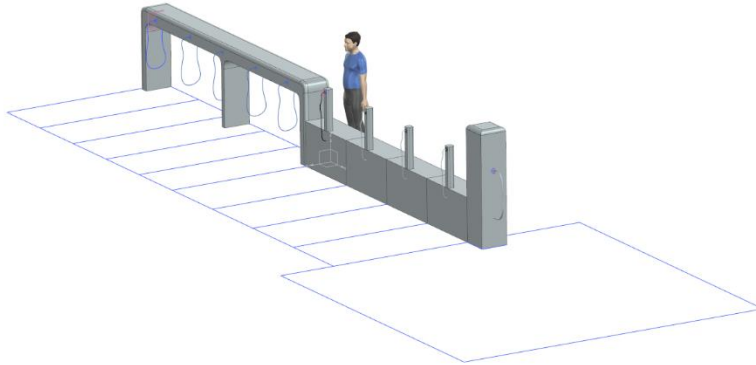


Abbildung 40 Fertige Ladeinfrastruktur

Bevor ich die Visualisierung fertigstellte, hatte ich eine spontane Idee: Auf der Rückseite der E-Motorrad-Ladestationen eine Sitzbank zu integrieren. Dafür passte ich die Höhe der Ladestation auf 70 Zentimeter an, um ein bequemes Sitzen zu ermöglichen. Diese Ergänzung erhöht den Komfort für Nutzende und erweitert die Funktionalität der Ladestation, indem sie zugleich als Sitzgelegenheit dient.

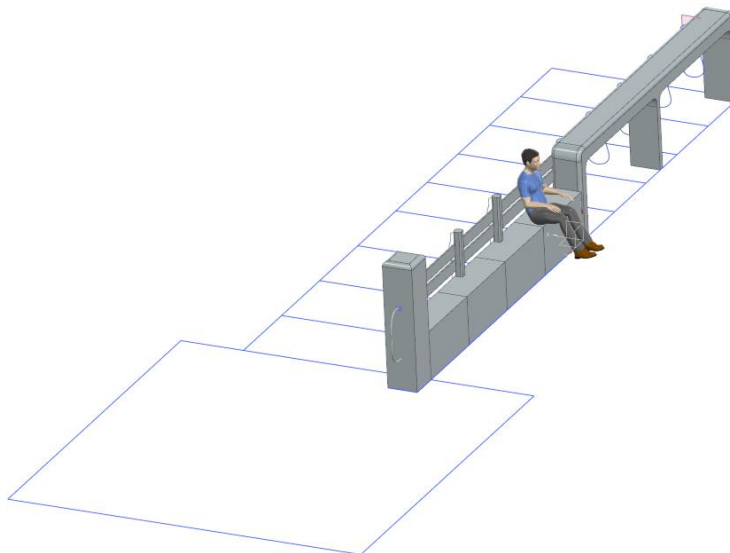


Abbildung 41 Sitzbank hinter der E-Motorrad Ladestation

In der finalen Abbildung ist das Endprodukt der Ladestation zu sehen. Ich habe gezielt grüne Akzente verwendet, um die Station hervorzuheben und ihr eine umweltfreundliche Ausstrahlung zu verleihen. Die grüne Farbgebung unterstützt nicht nur die Sichtbarkeit der Ladestation, sondern vermittelt auch den nachhaltigen Anspruch des Projekts. Die Sitzbank wurde aus Buchenholz gestaltet, das für seine Langlebigkeit und ästhetische Qualität bekannt ist. Die tragenden Elemente bestehen aus galvanisch verzinktem Stahl, der eine hohe Stabilität und Korrosionsbeständigkeit gewährleistet. Für die Verschalung der Station habe ich pulverbeschichtetes Aluminium gewählt, das nicht nur robust, sondern auch witterungsbeständig ist und somit die Lebensdauer der Station verlängert. Durch die Materialwahl und die grüne Farbgebung wird die Ladestation sowohl funktional als auch visuell ansprechend und fügt sich optimal in ein nachhaltiges städtisches Umfeld ein.

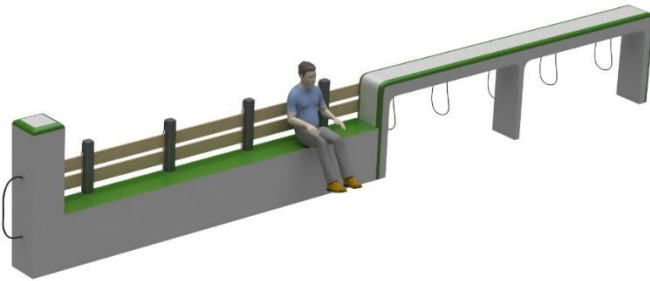


Abbildung 42 Endprodukt

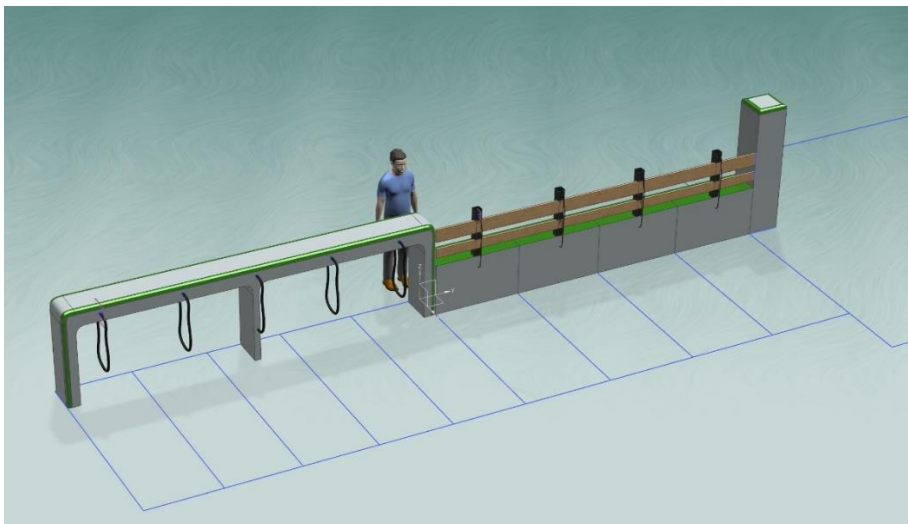


Abbildung 43 Endprodukt

5.1.4 Kostenanalyse

Für die Kostenanalyse dieser Ladestation wurde eine grobe Schätzung erstellt, die sich an den Kosten bestehender Lösungen orientiert. Die angegebenen Beträge dienen als Richtwerte, um einen Eindruck der finanziellen Anforderungen für die Umsetzung der geplanten Infrastruktur zu vermitteln. Eine Kooperation mit etablierten Herstellern könnte dabei die Kosten erheblich senken, da auf bereits geprüfte und bewährte Komponenten zurückgegriffen werden kann. Die geplante Ladestation setzt sich aus drei verschiedenen Ladestationen zusammen, die als Vergleich für die benötigten Komponenten dienen sollen und den spezifischen Anforderungen für E-Autos, E-Motorräder und E-Bikes gerecht werden.

Für die E-Auto-Ladestation dient das Modell «Amedio Professional» von Mennekes als Vergleich. Diese Ladestation bietet eine hohe Zuverlässigkeit und eignet sich für öffentliche Bereiche, da sie robust und wetterfest gebaut ist. Mit einem Preis von etwa 6000 CHF entspricht sie der Leistungsklasse und Ausstattung, die für das Laden von Elektroautos in der geplanten Infrastruktur angedacht ist.

Für die E-Motorrad-Ladestationen könnte das Modell «Fronius Wattpilot Home 11 J 2.0» als Referenz herangezogen werden. Diese Station ermöglicht ein zuverlässiges Laden und ist vergleichsweise kompakt gebaut, was sie gut für kleinere Stellplätze geeignet macht. Die Kosten für ein Modul belaufen sich auf etwa 1100 CHF, und bei vier Ladepunkten ergeben sich Gesamtkosten von rund 4400 CHF.

Für die E-Bike-Ladestationen wird die «Line L5B» von bike-energy als Vergleichsmodell verwendet. Diese Ladestation ist für den Einsatz im Freien konzipiert, wetterbeständig und speziell für E-Bikes ausgelegt, um eine sichere und unkomplizierte Nutzung zu gewährleisten. Mit einem Preis von ca. 10.000 CHF bietet sie die Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit, die für das geplante System erforderlich sind.

Insgesamt ergibt sich so eine grob geschätzte Summe von etwa 20.400 CHF für die komplette Ladestation, basierend auf der Nutzung etablierter Produkte von Herstellern, die auf Ladeinfrastrukturen spezialisiert sind. Neben den reinen Ladekomponenten müssen jedoch auch die Sitzbank, die Stützen und die Verschalungsteile mit einberechnet werden. Mit diesen Elementen wäre schätzungsweise mit Gesamtkosten von rund 30.000 CHF zu rechnen.

Zusätzlich wäre die gesamte Elektrotechnik für die Installation der Ladestation vorzubereiten, einschliesslich Verkabelung, Verteilkästen und notwendiger Schutzvorrichtungen. Diese Arbeiten werden mit geschätzten Kosten von rund 5000 CHF veranschlagt, wodurch die Gesamtkosten auf etwa 35.000 CHF steigen.

6 Projektabschluss

Im Kapitel Projektabschluss wird das Projekt zusammengefasst und reflektiert. Der Expertenbericht dokumentiert das fachliche Feedback, während die Projektüberwachung den geplanten und realen Verlauf vergleicht. Es folgt eine Evaluation der Zielerreichung, in der die Erfüllung der Projektziele überprüft wird. Wichtige Erkenntnisse werden unter Lessons learnt festgehalten, gefolgt von einer persönlichen Reflexion. Ein Dankeschön an die Beteiligten sowie eine Auflistung der Hilfsmittel und Informationsquellen runden den Projektabschluss ab.

6.1 Expertenbericht

Am 13. September 2024 fand das erste Meeting mit Jörg Schenker statt, bei dem wir den Projektstart und das weitere Vorgehen besprochen haben. Jörg gab uns wertvolle Hinweise und Tipps, auf welche Aspekte wir besonders achten sollten, um unsere Diplomarbeit bis zum 11. November erfolgreich abzuschliessen. Seine Ratschläge werden uns dabei helfen, den Zeitplan einzuhalten und alle wichtigen Punkte effizient abzuarbeiten.

Am 11. Oktober 2024 haben wir als Gruppe den aktuellen Stand der Diplomarbeit mit Jörg Schenker besprochen. Dabei konnten wir offene Fragen klären und Unsicherheiten beseitigen. Jörg gab uns hilfreiche Tipps, um den Zeitplan einzuhalten und die Diplomarbeit termingerecht abzuschliessen.

Am 31. Oktober 2024 bin ich die Diplomarbeit mit Jörg Schenker durchgegangen. Wir haben gemeinsam den Aufbau und die Gliederung analysiert und die gesamte Arbeit kurz überflogen. Jörg gab mir ein erstes, umfassendes Feedback und beantwortete all meine restlichen Fragen. Das Feedback ist positiv ausgefallen und bis auf ein paar Details und Pendenzen, die ich noch nicht gemacht habe. Das Gespräch half mir, Unsicherheiten zu klären und letzte Unklarheiten zu beseitigen.

6.2 Projektüberwachung

In der Projektüberwachung werde ich den geplanten Projektablauf mit dem tatsächlichen Ablauf vergleichen. Dabei werden Abweichungen und mögliche Gründe für Verzögerungen oder Anpassungen aufgezeigt. Zusätzlich füge ich ein Zeitprotokoll hinzu, das einen groben Überblick darüber gibt, wie viel Zeit ich in die einzelnen Phasen des Projekts investiert habe.

Beim Vergleich der beiden Projektablaufpläne zeigt sich deutlich, dass ich zu Beginn sehr gut im Zeitplan lag. Im Verlauf der Projektinitialisierungsphase kam es jedoch zu Verzögerungen, insbesondere bei der Recherche und dem Verfassen der Texte, deren Aufwand ich anfänglich unterschätzt habe. Dadurch verlängerte sich dieser Abschnitt, was wiederum den Start der Endproduktausführung nach hinten verschob. Um dennoch rechtzeitig zum Abschluss zu kommen, habe ich die letzte Woche bewusst als Puffer eingeplant, um bei Bedarf ausreichend Zeit für die Fertigstellung meiner Diplomarbeit zu haben und mögliche Verzögerungen aufzufangen.

6.3 Zeitprotokoll

Hier habe ich die Zeit aufgeschrieben und für was ich diese aufgewendet habe.

Was	Wann	Zeit
Protokoll erstellen	16.09.2024	1h
Analyse der Ausgangslage	16.09.2024	2h
Text schreiben	17.09.2024	3h
Projektinitialisierung	18.09.2024	3h
Auftragsklärung erstellen	19.09.2024	3h
Zielscheibe	21.09.2024	3h
Ablaufplanung erstellen	23.09.2024	2h
	24.09.2024	3h
Strukturplan erstellen	25.09.2024	2.5h
Text schreiben Planung	27.09.2024	1.5h
Informationen Sammeln	01.10.2024	3h
Technische Abklärungen und angefangen mit Ladeleistung	01.10.2024	1.5h
Ladeleistungen ausarbeiten	02.10.2024	3h
Mindmap erstellt	03.10.2024	1.5h
Abklärungen unterteilt		1h
Ladeleistung fertig gemacht		2.5h
Steckertypen ausarbeiten		2.5h
Steckertypen fertig gemacht	05.10.2024	1h
Standorte herausgesucht		2.5h
Fotos an den Standorten machen		1.5h
Arbeiten rundum Ladestation Informationen sammeln		2h
Arbeiten rundum Ladestation ausarbeiten	07.10.2024	6h
Abklärungen bez. Strom (EWL)	08.10.2024	4h
Mit Darko schauen Anfrage an EWL Fragen stellen bezüglich Grüne Zone		
Stadt Luzern ein Mail gemacht	09.10.2024	1h
Netztechnische Aspekte		2h
Behindertengerechtes Bauen		1.5h

Komponenten der Ladestation		2.5h
Normen und Richtlinien Recherche Ausarbeiten	10.10.2024	3h
Normen und Richtlinien ausarbeiten	11.10.2024	2h
Normen und Richtlinien ausarbeiten	12.10.2024	2h
Normen und Richtlinien ausarbeiten	13.10.2024	2.5h
Baubewilligung und Konzession fertig machen	14.10.2024	3h
Geeigneten Standort suchen	15.10.2024	3h
Machbarkeitsanalyse angefangen Standortanalyse bearbeiten	16.10.2024	3h
Machbarkeitsanalyse Standortanalyse bearbeiten	17.10.2024	3h
Standortanalyse bearbeiten	18.10.2024	2.5h
Standortanalyse fertig SWOT Analyse bearbeiten Machbarkeitsanalyse fertig	20.10.2024	1.5h 2h 3h
Lösungssuche	19.10.2024 - 20.10.2024	3h
CAD-Programm lernen und Modell erstellen Skizze erstellt (Masse eintragen)	22.10.2024 - 24.10.2024	2h 2.5h 2h
Zeichnen, Konzept erstellen visualisieren	22.10.2024 – 30.10.2024	16h
Kostenanalyse	01.11.2024- 02.11.2024	3.5h
Überarbeiten und Korrektur	04.11.2024	3h
Management Summary	05.11.2024	2.5h
Formatieren Überschrift Inhaltsverzeichnis etc.	06.11.2024 – 07.11.2024	5h
Projektabschluss Feinschliff	08.11.2024	5h
	Stunden gesamt:	140h

6.4 Evaluation der Zielerreichung

6.4.1 Ziele

1.

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, ein Konzept für eine multifunktionale 3-in-1 Ladestation zu entwickeln, die effizient E-Velos, E-Motorräder und Elektroautos gleichzeitig aufladen kann. Die Ladestation soll so gestaltet werden, dass sie platzsparend in der Innenstadt von Luzern installiert werden kann.

Die Ladestation ist platzsparend konzipiert und eignet sich ideal für die Installation in der Innenstadt von Luzern, wodurch sie den urbanen Raum optimal nutzt. Das Konzept berücksichtigt die spezifischen Ladebedürfnisse der verschiedenen Fahrzeugtypen und stellt eine innovative und praktische Lösung für die wachsende Nachfrage nach Elektroladeinfrastruktur dar.

2.

Ein weiteres Ziel besteht darin, die technische Machbarkeit der Ladestation zu prüfen und sicherzustellen, dass sie den aktuellen Anforderungen an Elektromobilität und städtische Infrastruktur gerecht wird. Die Station soll eine zuverlässige und sichere Ladeinfrastruktur bieten, die für unterschiedliche Fahrzeugtypen ausgelegt ist. Dadurch soll die Nutzung von Elektrofahrzeugen in Luzern gefördert und die Verkehrswende unterstützt werden.

Auch dieses Ziel wurde erfolgreich erreicht. Die technische Machbarkeit der Ladestation wurde umfassend geprüft, und das Konzept erfüllt alle aktuellen Anforderungen an Elektromobilität sowie die städtische Infrastruktur. Die Ladestation bietet eine zuverlässige und sichere Ladeinfrastruktur, die auf die unterschiedlichen Anforderungen von E-Bikes, E-Motorrädern und Elektroautos ausgelegt ist.

6.5 Lessons learnt

Während der Arbeit an meiner Diplomarbeit habe ich wertvolle Erkenntnisse gewonnen, insbesondere in Bezug auf die Strukturierung und die fachliche Tiefe der Recherche. Obwohl ich bereits durch vorangegangene Projektarbeiten mit den Anforderungen der Dozenten vertraut war, zeigte sich, dass die spezifischen Themenfelder meiner Arbeit zusätzliche Herausforderungen mit sich brachten. Da meine Berufserfahrung im technischen Bereich liegt, musste ich mich in neue Fachgebiete einarbeiten, insbesondere in Bereiche, in denen ich bislang wenig praktische Erfahrung sammeln konnte.

Die fundierte Recherche und das Validieren von Informationen waren zeitintensiver als erwartet, da viele Zusammenhänge nicht einfach aus Berechnungen abgeleitet werden konnten und sich eher auf logische Schlussfolgerungen stützen mussten. Die Informationen und Materialien, die beispielsweise von Fachstellen wie dem BAFU oder ARE zur Verfügung gestellt werden, war dabei eine grosse Hilfe, dennoch erforderte die Verarbeitung der Inhalte mehr Zeit und Präzision als gedacht.

Ein weiterer Punkt war der begrenzte Zugang zu Expertenmeinungen: Es war schwierig, kurzfristige Beratungstermine zu arrangieren, da die Ansprechpartner meist stark ausgelastet waren. Für zukünftige Projekte werde ich daher bereits zu Beginn des Projekts eine umfassende Vorrecherche anstreben und frühzeitig Kontakt zu Fachexperten herstellen, um besser vorbereitet zu sein und von deren Wissen zu profitieren.

6.6 Reflexion – Adrian Nevistic

Die Arbeit an meiner Diplomarbeit war für mich eine spannende und bereichernde Erfahrung. Es war faszinierend, in so kurzer Zeit eine Ladelösung für die Stadt Luzern zu entwickeln und Tag für Tag die Fortschritte zu sehen. Die tägliche Auseinandersetzung mit neuen Herausforderungen und das Erarbeiten konkreter Ergebnisse haben mir viel Freude bereitet und mein Interesse an diesem Thema noch weiter vertieft. Gleichzeitig habe ich meine eigenen Grenzen kennengelernt, da die Anforderungen und der Zeitdruck an manchen Tagen sehr hoch waren.

Diese intensive Phase hat mich gefordert und mir gezeigt, wie wichtig ein strukturiertes Vorgehen und Durchhaltevermögen sind, um ein so umfangreiches Projekt erfolgreich und termingerecht abzuschliessen. Letztendlich hat die Diplomarbeit nicht nur mein Fachwissen erweitert, sondern mir auch wertvolle Einblicke in meine persönlichen Stärken und die Bedeutung eines guten Zeitmanagements gegeben.

6.7 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mich während der Erstellung dieser Arbeit unterstützt und motiviert haben.

Mein besonderer Dank gilt Darko Nevistic, Fachmann für Meldewesen Elektrizität, und Noah Hintermann, Auftragsleiter Elektroinstallationen, die mir seitens ewl alle benötigten Informationen und Pläne zur Verfügung gestellt und geduldig meine Fragen beantwortet haben.

Ein weiteres Dankeschön geht an David Walter, Projektleiter Mobilität in der Stadt Luzern, der sein Fachwissen mit mir geteilt und mir wertvolle Informationen und Tipps für meine Arbeit gegeben hat.

Ein grosses Dankeschön möchte ich auch an Gian Baschung von AM Design Solution richten, der mich tatkräftig beim Zeichnen der Ladestation unterstützt hat.

Ohne die Unterstützung all dieser Personen wäre die Anfertigung dieser Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

6.8 Hilfsmittel und Informationsquellen

Für die Erstellung der Zeichnung habe ich die CAD-Software Onshape sowie die CAD-Software Siemens NX genutzt. Zur Recherche, Informationssammlung und für organisatorische Aufgaben kam das KI-Tool Lucidchart zum Einsatz. Für die Textoptimierung und Korrektur habe ich das KI-Tool ChatGPT verwendet.

7 Redlichkeitserklärung

Der Verfasser bestätigt mit seiner Unterschrift, dass die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als die angegebenen Hilfsmittel erstellt wurde.

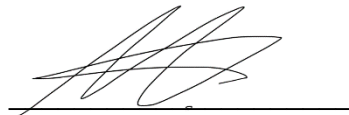
Die aus fremden Quellen (einschliesslich elektronischer Quellen) direkt oder indirekt übernommenen

Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht vorgelegt worden.

Unterschrift:

Datum/Ort: Luzern 08. November 2024



Adrian Nevistic

Diplomand / Projektleiter

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ladeinfrastruktur Innenstadt von Luzern	8	
Abbildung 2: Grüne Zone Bergstrasse 8, Luzern	9	
Abbildung 3 E-Motorrad Ladestation	10	
Abbildung 4 E-Bike Ladestation bike-energy	11	
Abbildung 5 Statistik Antriebsarten bei Neuzulassungen	12	
Abbildung 6 Statistik Ladestrombedarf bis 2050	13	
Abbildung 7 Mindmap vom Vorgehen	24	
Abbildung 8 E-Roller BMW CE 04	27	
Abbildung 9 Typ 2 Stecker	29	
Abbildung 10 Combo Stecker	29	
Abbildung 11 CHAdeMO Stecker	29	
Abbildung 12 Ladekabel für E-Bikes von bike-energy	30	
Abbildung 13 Verteilkastennetz ewl	31	
Abbildung 14 Beispiel von einem TAG	33	
Abbildung 15 Motorradparkplätze Murbacherstrasse in Luzern	34	
Abbildung 16 Motorradlänge	Abbildung 17 Parkplatzbreite	37
Abbildung 18 Motorradbreite	Abbildung 19 Motorradbreite von vorne	37
Abbildung 20 E-Bike Breite von vorne		38
Abbildung 21 Mindestbreite Barrierefreiheit		42
Abbildung 22 Maximalhöhe Stecker		43
Abbildung 23 Beispiel Parkplatzmarkierung		45
Abbildung 24 Nextbike Station		46
Abbildung 25 Unterschiede zwischen Kantonen		49
Abbildung 26 Parkzonenplan Luzern		52
Abbildung 27 Standort und Masse von Kasimir-Pfyffer-Strasse		53
Abbildung 28 Verteilkastenplan Kasimir-Pfyffer-Strasse		54
Abbildung 29 Standort und Masse Bireggstrasse		55
Abbildung 30 Verteilkastenplan Bireggstrasse		56
Abbildung 31 E-Tankstelle Line von bike-energy		58
Abbildung 32 Erste Handgemachte Skizze		62
Abbildung 33 Überarbeitete Skizze		63
Abbildung 34 Anordnung der Komponenten		64
Abbildung 35 Markierungen für Parkplätze		64
Abbildung 36 Bearbeitung der E-Bike Ladestation		65
Abbildung 37 Bearbeitung der E-Motorrad Ladestation		65
Abbildung 38 E-Bike und E-Motorrad Ladestationen fertig		66
Abbildung 39 Höhe des Steckers für die E-Auto Ladestation		66
Abbildung 40 Fertige Ladeinfrastruktur		67
Abbildung 41 Sitzbank hinter der E-Motorrad Ladestation		67
Abbildung 42 Endprodukt		68
Abbildung 43 Endprodukt		68

9 Abbildung Quellenverzeichnis

Abbildung 1: Ladeinfrastruktur Innenstadt von Luzern

Webseite: [Ladestationen in Luzern](#)

Abbildung 2: Grüne Zone Bergstrasse 8, Luzern

Webseite: [Pilotprojekt Grüne Zonen](#)

Abbildung 3 E-Motorrad Ladestation

Webseite: [Zero Motorcycles zeigt E-Motorrad-Angebot für 2018 \(Videos\) - ecomento.de](#)

Abbildung 4 E-Bike Ladestation bike-energy

Webseite: [Städte & Kommunen | bike-energy](#)

Abbildung 5 Statistik Antriebsarten bei Neuzulassungen

Dokument «Wie Lädt die Schweiz in Zukunft»: [78058.pdf](#)

Abbildung 6 Statistik Ladestrombedarf bis 2050

Dokument «Wie Lädt die Schweiz in Zukunft»: [78058.pdf](#)

Abbildung 7 Mindmap vom Vorgehen

Eigene Darstellung

Abbildung 8 E-Roller BMW CE 04

Webseite: [Werde Elektromeister mit Deinem BMW CE 04 | riders-point.com](#)

Abbildung 9 Typ 2 Stecker

Webseite: [Diese Ladekabel- und Steckertypen gibt es für Elektroautos](#)

Abbildung 10 Combo Stecker

Webseite: [Diese Ladekabel- und Steckertypen gibt es für Elektroautos](#)

Abbildung 11 CHAdeMO Stecker

Webseite: [Diese Ladekabel- und Steckertypen gibt es für Elektroautos](#)

Abbildung 12 Ladekabel für E-Bikes von bike-energy

Webseite: [e-Bike Tankstelle - e-motion e-Bike Experten](#)

Abbildung 13 Verteilkastennetz ewl

Von ewl bereitgestellt

Abbildung 14 Beispiel von einem TAG

Dokument «Technisches Anschlussgesuch»: [Technisches Anschlussgesuch 2023 d.pdf](#)

Abbildung 15 Motorradparkplätze Murbacherstrasse in Luzern

Eigene Darstellung

Abbildung 16 Motorradlänge

Eigene Darstellung

Abbildung 17 Parkplatzbreite

Eigene Darstellung

Abbildung 18 Motorradbreite

Eigene Darstellung

Abbildung 19 Motorradbreite von vorne

Eigene Darstellung

Abbildung 20 E-Bike Breite von vorne
Eigene Darstellung

Abbildung 21 Mindestbreite Barrierefreiheit
Dokument «Rollstuhlgerechte Ladeplätze»: [MB150 WEB D 210804-1-1.pdf](#)

Abbildung 22 Maximalhöhe Stecker
Dokument «Rollstuhlgerechte Ladeplätze»: [MB150 WEB D 210804-1-1.pdf](#)

Abbildung 23 Beispiel Parkplatzmarkierung
Dokument «Weisungen über besondere Markierungen»:
[Weisungen über besondere Markierungen auf der Fahrbahn.pdf](#)

Abbildung 24 Nextbike Station
Webseite: [Emmen - Neue Nextbike-Stationen in Emmen: Freie Fahrt voraus!](#)

Abbildung 25 Unterschiede zwischen Kantonen
Dokument «Baubewilligungsverfahren»: [Baubewilligungsverfahren E-Ladestationen.pdf](#)

Abbildung 26 Parkzonenplan Luzern
Dokument «Parkzonen von Luzern»: [Parkkartenzone alle 20170217.pdf](#)

Abbildung 27 Standort und Masse von Kasimir-Pfyffer-Strasse
Eigene Darstellung

Abbildung 28 Verteilkastenplan Kasimir-Pfyffer-Strasse
Von ewl bereitgestellt

Abbildung 29 Standort und Masse Bireggstrasse
Eigene Darstellung

Abbildung 30 Verteilkastenplan Bireggstrasse
Von ewl bereitgestellt

Abbildung 31 E-Tankstelle Line von bike-energy
Webseite: [Ladestation LINE - für 5 E-Bikes | L5B | bike-energy](#)

Abbildung 32 Erste Handgemachte Skizze
Eigene Darstellung

Abbildung 33 Überarbeitete Skizze
Eigene Darstellung

Abbildung 34 Anordnung der Komponenten
Eigene Darstellung

Abbildung 35 Markierungen für Parkplätze
Eigene Darstellung

Abbildung 36 Bearbeitung der E-Bike Ladestation
Eigene Darstellung

Abbildung 37 Bearbeitung der E-Motorrad Ladestation
Eigene Darstellung

Abbildung 38 E-Bike und E-Motorrad Ladestationen fertig
Eigene Darstellung

Abbildung 39 Höhe des Steckers für die E-Auto Ladestation
Eigene Darstellung

Abbildung 40 Fertige Ladeinfrastruktur
Eigene Darstellung

Abbildung 41 Sitzbank hinter der E-Motorrad Ladestation
Eigene Darstellung

Abbildung 42 Endprodukt
Eigene Darstellung

Abbildung 43 Endprodukt
Eigene Darstellung

10 Literatur- und Quellenverzeichnis

Analyse der Ausgangslage

Elektroauto

Webseite: [Ladestationen in Luzern](#)

Webseite: [Pilotprojekt Grüne Zonen](#)

Elektromotorräder

Webseite: [Elektro-Motorräder nun auch bei Yamaha auf dem Vormarsch](#)

Webseite: [Woran der Umstieg auf Elektro beim Motorrad \(noch\) scheitert](#)

Elektrovelos / E-Bikes

Webseite: [Luzernmobil | Velo und E-Bike Angebote in Luzern](#)

Zukunftsanalyse

Dokument «Wie Lädt die Schweiz in Zukunft»: [78058.pdf](#)

Zunahme des Strombedarfs

Dokument «Wie Lädt die Schweiz in Zukunft»: [78058.pdf](#)

Projektplanung

Vorgehen

Webseite: [Die 4 Projektphasen eines Projekts | Lucidchart](#)

Projektrealisierung

Technische Abklärungen

Ladeleistung der Ladestation

Webseite: [Ladestationen für Elektroautos: Das sind die Unterschiede | CKW](#)

Webseite: [Wie lange lädt ein E-Auto zu Hause? | EVBox](#)

Webseite: [CE 04 | BMW Motorrad](#)

Webseite: [E-Bike Akku Ladegeräte & Ladekabel kaufen - AKKUman.de](#)

Webseite: [Lastmanagement: Lastspitzen vermeiden und Kosten sparen | CKW](#)

Steckertypen

Webseite: [Diese Ladekabel- und Steckertypen gibt es für Elektroautos](#)

Webseite: [e-Bike Tankstelle - e-motion e-Bike Experten \(emotion-technologies.ch\)](#)

Netztechnische Aspekte

Kapazität, Standorte und Verteilkasten

Personen: Darko Nevistic Fachmann für Meldewesen bei ewl, Noah Hintermann

Auftragsleiter Elektroinstallationen bei ewl

Webseite: [Strom beziehen: Zuverlässige Stromversorgung mit Energie von ewl](#)

Webseite: [Handbuch für Ladestationen.pdf](#)

Arbeiten rund um die Ladestation

Literatur: NIN Compact NIBT 2020

Literatur: Formeln Elektrotechnik

Markierung und Platzverteilung

Webseite: [CE 04 | BMW Motorrad](#)

Benutzerfreundlichkeit

Webseite: [Die besten Apps für's E-Auto Laden und Routenplanung 2024 im Überblick](#)

Webseite: [ISO 15118 – Wikipedia](#)

Elektrotechnik

Literatur: NIN Compact NIBT 2020

Webseite: [Sonepar Suisse - Online Shop für Elektrohandwerk und Industrie](#)

Gesetzliche Abklärungen

Normen, Richtlinien und Verordnungen

Literatur: SIA 500

Literatur: NIN Compact NIBT 2020

Dokument: [MB150 WEB D 210804-1-1.pdf](#)

Dokument: [Weisungen über besondere Markierungen auf der Fahrbahn.pdf](#)

Webseite: [ESTI-Weisungen - Eidgenössisches Starkstrominspektorat ESTI](#)

Integrierung ins Verkehrskonzept

Stadtentwicklung

Webseite: [Bericht und Antrag 7 Mobilitätsstrategie 2024–2028 – Stadt Luzern](#)

Webseite: [Vision - Kanton Luzern](#)

Dokument «Wie Lädt die Schweiz in Zukunft»: [78058.pdf](#)

Raumplanung

Personen: David Walter, Projektleiter Mobilität in der Stadt Luzern

Dokument «Sachplan Verkehr 2050»: [sachplan-verkehr-programm-m-u-r-2050-de.pdf](#)

Dokument «Baubewilligungsverfahren»: [Baubewilligungsverfahren E-Ladestationen.pdf](#)

Webseite: [Sachplan Verkehr](#)

Webseite: [Kantonale Richtplanung - Kanton Luzern](#)

Machbarkeitsanalyse

Standortanalyse

Personen: Darko Nevistic Fachmann für Meldewesen bei ewl

Dokument «Parkzonenplan Luzern»: [Parkkartenzone alle 20170217.pdf](#)

Dokument «Postulat E-Bike Ladestationen»: [Brief](#)

Webseite: [Google Maps](#)

Webseite: [Ladestation LINE - für 5 E-Bikes | L5B | bike-energy](#)

Kostenanalyse

Webseite: [Sonepar Suisse - Online Shop für Elektrohandwerk und Industrie](#)

11 Anhang

Dokument «Handbuch für Ladestationen»:

Einleitung

Das vorliegende Handbuch soll eine Hilfsstellung bei der Planung, Installation und dem Betrieb von Ladeanlagen, Ladestationen, Wallboxen und ähnlichen Geräten bieten. Im Fokus sind dabei private und öffentliche Ladeanlagen mit weniger als 50 kW Ladeleistung AC (Wechselstrom engl. Alternating Current) oder DC (Gleichstrom engl. Direct Current), welche in Wohngebäuden und bei Gewerbetreibenden installiert werden. Auf Ladeanlagen mit DC Schnellladung können die Regeln grösstenteils auch angewendet werden, aber sie stehen nicht im Zentrum des Handbuchs.

Dieses Handbuch richtet sich an Elektroplaner, Installateure und VNB. Es wurden keine neuen Regelungen speziell für die Ladeinfrastruktur getroffen, sondern nur die wichtigsten Punkte, vorhandenen Vorgaben für alle an das Verteilnetz angeschlossenen Apparate aus verschiedenen Dokumenten zusammengetragen. Diese Grundlagendokumente sind im Anhang 5: aufgeführt.

1. Grundlagen

1.1 Begriffsdefinitionen

AC-Ladung	Ladevorgang, bei dem die Umwandlung von Wechselstrom auf Gleichstrom innerhalb des Fahrzeugs erfolgt. Ladebetriebsart Mode 1, Mode 2 und Mode 3 (AC-Ladestationen).
Bidirektionalität	Definiert bei Elektrofahrzeugen und Ladestationen die Möglichkeit, elektrische Energie in beide Richtungen fliessen zu lassen, d. h. von der Ladestation zur Fahrzeugbatterie des Elektrofahrzeugs und in umgekehrter Richtung.
Bezugsberechtigte Anschlussleistung	Die bezugsberechtigte Anschlussleistung ist diejenige die beim VNB bestellt und bezahlt wurde.
DC-Ladung	Ladevorgang, bei dem die Umwandlung von Wechselstrom auf Gleichstrom innerhalb der Ladestation erfolgt. Ladebetriebsart Mode 4 (DC-Ladestationen).
CEE-Steckdose	Steckdose, die auf SN EN 60309-1 basiert. Im vorliegenden Merkblatt wird damit die dreiphasige Steckdose für eine Spannung von 3x400 V bezeichnet.
Fahrzeugbatterie (auch Hochvoltakku oder Traktionsbatterie)	Dieser Begriff bezieht sich auf den im Fahrzeug verbauten Energiespeicher für den Fahrstrom. Dieser Begriff hat sich durchgesetzt und wird für das einfachere Verständnis auch in diesem Dokument verwendet.
Ladebetriebsart (Mode)	Beschreibt die Art der Verbindung zwischen Elektrofahrzeug und Stromnetz. Jede Ladebetriebsart weist spezifische Eigenschaften bezüglich der elektrischen Komponenten, der Kommunikationskomponenten und der Sicherheitskomponenten auf. Es wird zwischen vier Modi unterschieden (siehe auch Kap. 2.1).
Ladepunkt	Einrichtung zum Aufladen von Elektrofahrzeugen, an der zur selben Zeit ein einziges Elektrofahrzeug aufgeladen werden kann.
Ladestation	Einrichtung zum Aufladen von Elektrofahrzeugen. Eine Ladestation kann einen oder mehrere Ladepunkte beinhalten.
Ladeanlage	Eine Ladeanlage beinhaltet mehrere Ladestationen und idealerweise ein dazugehöriges Lastmanagementsystem.
Ladeinfrastruktur	Die Ladeinfrastruktur beinhaltet eine Ladestation oder Ladeanlage sowie die dazugehörenden Installationen, Überstromunterbrecher, Mess- und Steuerleitungen, etc.



Ladegerät	Das Ladegerät (Onboard Charger) ist ein AC/DC-Wandler mit einer zugehörigen Steuereinheit im Fahrzeug für die AC Ladung und somit nicht Teil der Ladeinfrastruktur. Bei der DC Ladung ist das Ladegerät Teil der Ladeinfrastruktur (Wallbox).
Wallbox	Eine Wallbox ist eine Ladestation, die für die Befestigung an einer Wand, auf einem Standfuss oder hängend von der Decke vorgesehen ist.
Lademanagement	Das Lademanagement beschreibt die Regelung eines Ladevorgangs. Dabei werden für die Steuerung des Ladevorgangs unter anderem Parameter wie der Ladezustand und die Temperatur der Fahrzeugbatterie (Hochvoltakku), die Leistung des Ladegeräts und die Anschlussleistung der Ladestation (Wallbox) sowie die zulässige Ladeleistung des Ladekabels berücksichtigt.
Lastmanagement	Das Lastmanagement beschreibt die Regelung des Ladevorgangs innerhalb eines Gebäudes oder Areals. Dies kann beispielsweise eine Tiefgarage eines MFH oder ein Parkplatz eines Unternehmens sein. Es verhindert die Überschreitung der maximalen Bezugsleistung am (Haus-)Anschlusspunkt und berücksichtigt weitere Eingangsgrößen (z.B. für die Optimierung mit der PV Anlage, Umsetzung spezieller Tarife) des lokalen und übergeordneten Lastmanagements.
Lastmanagement, Lokal	Das lokale Lastmanagement regelt die gesamte Ladeleistung und berücksichtigt dabei die maximale bezugsberechtigte Leistung am Anschlusspunkt, Sollwerte aus dem übergeordneten Lastmanagement und andere Apparate wie eine Wärmepumpe oder Produktionsanlagen.
Lastmanagement, Übergeordnet	Ein Dienstleister (z.B. SDL Pooler, Community Betreiber) kann mit dem übergeordneten Lastmanagement sein Businessmodell umsetzen oder ein Lieferant seine Energiebeschaffung optimieren. Ein VNB kann ein übergeordnetes Lastmanagement für die Optimierung des Netzausbaus und Netzbetriebs nutzen.
Lastreduktion	Um eine unmittelbare erhebliche Gefährdung des sicheren Netzbetriebs abzuwenden, darf der VNB auch ohne Zustimmung oder Entschädigung des betroffenen Endverbrauchers, Erzeugers oder Speicherbetreibers die Bezugs- und Einspeiseleistung steuern. Dies wird als Lastreduktion bezeichnet. Im Gegensatz zum Lastabwurf wird die Last dabei nicht einfach von der Versorgung getrennt.
Notladekabel	Kabel mit welchem an einer Steckdose mit 230 V geladen werden kann. Es wird bei den meisten Fahrzeugen mitgeliefert und sollte nur an von Elektrikern geprüften Installation (Steckdose, Zuleitung zur Steckdose, Absicherung) verwendet werden, um eine Beschädigung der Installation zu vermeiden.
SDL Pooler	Ein SDL (Systemdienstleistung) Pooler ist ein Anbieter der Leistung (positive wie auch negative z.B. Produktionsanlagen oder Ladestationen) bündelt und diese beispielsweise der Swissgrid als Systemdienstleistung oder einem Lieferanten zur Optimierung der Ausgleichsenergie anbietet.



Verbrauch	Ladezeit	Ladeleistung	Energie geladen	Reichweite geladen	Anteil an der durchschnittlichen Fahrdistanz pro Tag (100% entsprechen 30 km)
20 kWh/100 km	1h	3.7 kW	3.7 kWh	19 km	63 %
		11 kW	11 kWh	55 km	183 %
		22 kW	22 kWh	110 km	367 %
	3 h	3.7 kW	11 kWh	56 km	187 %
		11 kW	33 kWh	165 km	550 %
		22 kW	66 kWh	330 km	1'100 %
	9 h über Nacht	3.7 kW	33 kWh	167 km	557 %
		11 kW	99 kWh	495 km	1'650 %
		22 kW	198 kWh	990 km	3'300 %

Tabelle 1 Ladeleistungen für ein Fahrzeug mit kleinerem Verbrauch

Verbrauch	Ladezeit	Ladeleistung	Energie geladen	Reichweite geladen	Anteil an der durchschnittlichen Fahrdistanz pro Tag (100% entsprechen 30 km)
30 kWh/100 km	1h	3.7 kW	3.7 kWh	12 km	40 %
		11 kW	11 kWh	37 km	123 %
		22 kW	22 kWh	73 km	243 %
	3 h	3.7 kW	11 kWh	37 km	123 %
		11 kW	33 kWh	110 km	367 %
		22 kW	66 kWh	220 km	733 %
	9 h über Nacht	3.7 kW	33 kWh	111 km	370 %
		11 kW	99 kWh	330 km	1'100 %
		22 kW	198 kWh	660 km	2'200 %

Tabelle 2 Ladeleistungen für ein Fahrzeug mit grösserem Verbrauch



- (5) Für die unterschiedlichen Ladeleistungen haben sich folgende Begriffe gefestigt:

Notladen/Heimladen	AC Laden mit höchstens 2 kW < 10 km Reichweite je Ladestunde.
Langsames/Normales Laden	AC Laden mit mehr als 2 kW aber weniger als 11 kW von 10 bis 50 km Reichweite je Ladestunde
Beschleunigtes Laden	AC Laden mit typischerweise 11 kW oder 22 kW bis 100 km Reichweite je Ladestunde
Schnelles Laden	DC Laden mit typischerweise 50 kW bis 200 km Reichweite je Ladestunde
Superschnelles Laden, sog. «Supercharging»	DC Laden mit typischerweise von 120 kW bis 150 kW bis 100 km Reichweite in 10 Minuten
Ultraschnelles Laden	DC Laden mit typischerweise zwischen 250 kW bis 350 kW 100 km Reichweite in 5 Minuten

2.3 Übersicht der üblichen Leistungswerte mit den dazugehörigen Sicherungsgrössen

- (1) Die Tabelle 3 soll aufzeigen, welche Sicherung für welche Ladeleistung notwendig ist und welche Anschlüsse durch die Werkvorschriften zugelassen sind.

Maximale Leistung in kW	Strom (Sicherung) in A	Spannung	Anzahl Phasen
3.0	13	1x230 V	einphasig
3.7	16	1x230 V	einphasig
6.0	13	2x230 V	zweiphasig
7.4	16	2x230 V	zweiphasig
11.0	16	3x400 V	dreiphasig
22.0	32	3x400 V	dreiphasig
44.0	63	3x400 V	dreiphasig

Tabelle 3 Übersicht der üblichen Leistungswerte, Phasen und Absicherungen

- (2) Werden mehrere Sicherungsgruppen über längere Zeit mit dem Nennstrom belastet, ist der thermischen Situation Beachtung zu schenken.

2.4 Rollenverteilungen und Akteure

- (1) Ein Akteur kann mehrere Rollen übernehmen.
- (2) **Netzanschlussnehmer (Hauseigentümer, Betriebsinhaber):**
- Muss die Ladestation durch einen konzessionierten Elektroinstallateur einbauen und melden lassen
 - Ebenfalls ist er für die intakte und vorschriftsgemässe vorgelagerte Hausinstallation verantwortlich
- (3) **Elektroinstallateur:**
- Reicht das technische Anschlussgesuch (TAG) und die Installationsanzeige (IA), den Sicherheitsnachweis (SiNa) mit Mess- und Prüfprotokoll (Praxis) sowie die Fertigstellungsanzeigen (FA) beim VNB ein



2.5 Zusätzliche Hinweise zur Ladung von Elektrofahrzeugen

- Faustformel Ladeleistung: Je höher die Ladeleistung, umso höher sind die Ladeverluste (da es höhere Ströme braucht) und Alterung der Fahrzeugbatterie.
- Ladevorgang: Die Ladeleistung entspricht nicht immer der maximal möglichen Ladeleistung, die gemäss Hersteller angegeben wird. Mit steigendem Ladestand der Batterie sinkt die Ladeleistung.
- Weicht die Temperatur der Fahrzeugbatterie von der idealen Temperatur ab, kann dies zu einer tieferen Ladeleistung (und Fahrleistung) führen (verminderte chemische Reaktion im Elektrolyten).
- Um den Eigenverbrauch zu optimieren, sollten Elektroautos möglichst dann geladen werden, wenn die PV Anlage der Liegenschaft / ZEV / etc. sonst Energie in das Verteilnetz einspeisen würde.
- Damit in grossen Tiefgaragen nicht unterschiedliche Geräte, Installationsarten und Messungen für die Ladung von Elektrofahrzeugen installiert werden, sollte von Anfang an ein Gesamtkonzept erarbeitet werden. Es ist ratsam zumindest eine Basisinfrastruktur für eine Ladeanlage, die für die gesamte oder ein Grossteil der Tiefgarage geeignet ist, zu realisieren. Dieses Vorgehen ist nicht nur im Sinne des Gebäudeeigentümers (einheitliche Lösung, keine teure Erhöhung der Anschlussleistung, etc.), sondern auch für den Nutzer (faire Lösung für alle Nutzer) und den VNB (Lastmanagement und Lastreduktion).
- Abrechnung von Ladeanlagen: Es gibt schon viele Anbieter, die Ladeanlagen betreiben und dementsprechend die Nutzung verrechnen. Im Wesentlichen gibt es diese Möglichkeiten;
 - Installation der Ladestationen jeweils hinter dem Wohnungszähler (keine zusätzlichen Verrechnungskosten)
 - Kauf und Installation durch Elektroinstallateur über den Allgemeinstromkreis oder einen eigens dafür installierten Stromkreis und Verrechnung durch einen Beauftragten (z.B. Eigentümer, Immobilienverwalter oder Dienstleister).
 - Miete einer Ladeanlage und Verrechnung durch einen Beauftragten (z.B. Eigentümer, Immobilienverwalter oder Dienstleister).
 - Full service provider; Installation, Betrieb und Verrechnung werden über einen Anbieter gemacht. Dabei wird die Energie, der Betrieb und die Dienstleistung über die Energie und/oder ein Abo abgerechnet.

3. Planung und Administration

3.1 Meldewesen

- (1) Die Melde- und Kontrollpflicht ist durch die Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV) sowie den Werkvorschriften bestimmt.

3.1.1 Meldepflicht

- (1) Installationen von Ladeeinrichtungen für die Elektromobilität sind gemäss den Werkvorschriften immer anzumelden. Für das Meldewesen sind in der Regel folgende Formulare zu verwenden:
 - Technisches Anschlussgesuch (TAG)
 - Installationsanzeige (IA)
 - allfällige Apparatebestellung Mess- und Steuereinrichtung (AB)
 - bei Kontrollperiode 20 Jahre: Sicherheitsnachweis (SiNa) / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV
 - bei Kontrollperiode < 20 Jahre: Sicherheitsnachweis (SiNa) und unabhängiger SiNa / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV

3.1.2 Prüfung der Angaben für die Bewilligung durch den VNB

- (1) Wenn vom VNB gefordert muss die Möglichkeit zur Lastreduktion gemäss Anhang 1: und Art. 8c StromVV gegeben sein.



- (2) Bei einer Kontrollperiode von 20 Jahren sind Sicherheitsnachweis (SiNa) / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV notwendig. Bei einer Kontrollperiode von zehn und weniger Jahren sind Sicherheitsnachweis (SiNa) und unabhängiger SiNa / Mess- und Prüfprotokoll nach NIV notwendig.
- (3) Die Rückplatten der Ausbaustufe C2 (gemäss Merkblatt SIA 2060) sind in der Schlusskontrolle mit-einzubeziehen. Beim Einsetzen der Ladestation(en) (werkzeuglos) in die Rückplatte(n) in einem späteren Installationsschritt sind die Messwerte mittels Erstprüfung und Schlusskontrolle festzuhalten. (NIV und NIN 2015)

3.1.3 Installationsanzeige (IA)

- (1) Gemäss Kapitel 7.22.2 der Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) wird nach den Lademodi 1-4 unterschieden. Für den Lademodus 1 ist gemäss NIV Art. 23 keine Installationsanzeige notwendig. Für eine nachträgliche Installation von Ladestationen bei vorbereiteter Grundinstallation ist immer eine Installationsanzeige (inklusive TAG) einzureichen.
- (2) Folgende Dokumente müssen bei der Installationsanzeige mit eingereicht werden.
 - Datenblatt der Ladestation
 - Prinzipschema (mindestens einphasig), wenn der VNB eine Lastreduktionsmöglichkeit verlangt

3.1.4 Technisches Anschlussgesuch (TAG)

- (1) Ein TAG ist notwendig um die gerätespezifischen Angaben zu prüfen und die Beeinflussung im Verteilnetz zu beurteilen.
- (2) Ein Beispiel für ein ausgefülltes Anschlussgesuch ist im Anhang 4 abgebildet.

3.1.5 Sicherheitsnachweis (SiNa)

- (1) Wenn der Gebäudeeigentümer nicht identisch mit dem Ladestationseigentümer ist, muss der Eigentümer der elektrischen Installation (resp. sein Installateur) den Sicherheitsnachweis (inkl. Schlusskontrolle und Abnahmekontrolle) einreichen. Der Gebäudeeigentümer muss vom Ladestationseigentümer vor Ausführung über jede Änderung unterrichtet werden und damit einverstanden sein. Ebenso erhält der Gebäudeeigentümer eine Kopie des SiNa vom Ladestationseigentümer.

3.1.6 Kontrollperioden

- (1) Für private Ladeanlagen gelten die gleichen Kontrollperioden wie für den Gebäudeteil, an dem die Ladeanlage angeschlossen ist.
- (2) Für öffentliche Ladeanlagen gilt gemäss NIV Art. 32 Abs. 4 und ESTI Weisungen eine Kontrollperiode von 5 Jahren.

3.2 Anlagen und Personenschutz

- (1) Bei Installationen mit langen Leitungslängen ist insbesondere die Ausschaltzeit im Kurzschlussfall sicherzustellen.
- (2) Alle Prüfungen müssen über die Ladepunkte erfolgen. Dies ist nur mit einem dafür vorgesehen Messgerät oder Prüfadapter möglich. Mit dem Prüfgerät wird über den Kommunikationskontakt vom Typ2 Stecker die E-Auto-Freigabe simuliert. Die Abschaltung "Control-Pilot", PE-Leiter-Unterbrechung und die NIV-Messungen sind durchzuführen und zu protokollieren.



3.12.2 Empfehlung Absicherung von Ladeanlage

- (1) Ausgehend von Tabelle 5 wird in Tabelle 6 die kleinste gängige Sicherung aufgezeigt.
- (2) Bei der Festlegung muss aber die Gebäudeart, Nutzung, und Installation in die Dimensionierung mit einbezogen werden. So ist eine Ladeanlage in einem MFH anders auszulegen als in einem Einkaufszentrum oder Spital.

Anzahl Lade- punkte	Empfehlung Absicherung Ladeanlage in Wohngebäuden			
	Minimum		Optimum	
1	9 kW	13 A	11 kW	16 A
2	9 kW	13 A	11 kW	16 A
3	9 kW	13 A	11 kW	16 A
4	9 kW	13 A	14 kW	20 A
5	9 kW	13 A	22 kW	32 A
6	11 kW	16 A	22 kW	32 A
7	11 kW	16 A	28 kW	40 A
8	11 kW	16 A	28 kW	40 A
9	11 kW	16 A	35 kW	50 A
10	11 kW	16 A	44 kW	63 A
15	17 kW	25 A	55 kW	80 A
20	22 kW	32 A	69 kW	100 A
30	28 kW	40 A	111 kW	160 A
40	44 kW	63 A	139 kW	200 A
50	55 kW	80 A	173 kW	250 A
100	111 kW	160 A	246 kW	355 A

Tabelle 6 Empfehlung Absicherung Ladeanlage in Wohngebäuden

- (3) Zusätzliche Hilfestellung für die Auslegung einer Ladeanlage gibt die SIA 2060.

3.12.3 Empfehlung zum Ausbau von Ladeanlage

- (1) Auch wenn die Absicherung der Ladeanlage aufgrund Kosten, Installation oder geringere Netzbelastung minimal gewählt wurde, ist eine Erschliessung ab der Elektroverteilung bis zu den Ladestationen und gegebenenfalls ein Netzanschluss mit ausreichendem Querschnitt zu empfehlen. So kann eine spätere Erweiterung ohne Anpassungen des Netzanschlusses oder der Installation erfolgen.

3.13 Netzurückwirkungen

- (1) Es sind generell die Technischen Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen (D-A-CH-CZ) einzuhalten. Für die Beurteilung von Netzurückwirkungen gelten die technischen Regeln nach D-A-CH-CZ (Verknüpfungspunkt) und für die Spannungsqualität im Verteilnetz die SN EN 50160 ((Haus-)Anschlusspunkt). Betreffend Ladestationen wird empfohlen folgende Netzurückwirkungen zu prüfen:
 - Spannungsänderung
 - Oberschwingungen

3.13.1 Spannungsänderung

- (1) Für Spannungsänderungen gilt unter anderem;
 - Die relative Spannungsänderung am Verknüpfungspunkt darf den Emissionsgrenzwert von 3% nicht überschreiten bei einer Wiederholrate von $r > 0.01/\text{min}$. (10 x pro Stunde \pm alle 6 Minuten)



Anhang 4: Beispiel für ein Anschlussgesuch

- (1) Auf dem Datenblatt werden die Leistungsdaten der Ladestation eingetragen (im Beispiel 22 kW / 3 x 32 A). Die effektive Bezugsleistung (im Beispiel auf 9 kW) kann aber tiefer sein, um beispielsweise eine Leistungserhöhung der Anschlussleistung zu begrenzen oder das Netz nicht zu stark zu belasten. Für die Beurteilung der Netzurückwirkungen und der bezugsberechtigten Leistung ist der Wert im Feld *Max. Netzentnahmeleistung* massgebend.
- (2) Sollte eine Ladeanlage über ein Lastmanagement verfügen mit einer Überwachung vom Netzanschluss, so kann eine *Max. Netzentnahmeleistung* eingestellt werden. Damit ist aber eine höhere Leistungsaufnahme der Ladeanlage möglich, wenn beispielsweise hinter demselben Netzanschluss eine EEA während dem Ladevorgang Energie produziert. (Im Beispiel; 9 kW Netzbezug und 13 kW EEA Leistung = 22 kW Ladeleistung für die Ladeanlage.
- (3) Zum Nachweis über die Umsetzung der Lastreduktion muss ein Prinzipschema eingereicht werden.

Ladestationen für Elektrofahrzeuge

<input checked="" type="checkbox"/> Neuanlage <input type="checkbox"/> Änderung/Erweiterung		Gerätehersteller Etrac	
Art des Gerätes/Anlage AC Ladestation		Gerätetyp INCH	
Art des Betriebs <input checked="" type="checkbox"/> Ladung Kabel <input type="checkbox"/> Ladung induktiv			
Gerätedaten Seite AC			
Anschluss	<input checked="" type="checkbox"/> 3x400V	Nennstrom Gerät	32 A
	<input type="checkbox"/> 1x230V	Anzahl Geräte	1 Stk
		Nennleistung Gerät	22 kVA
		Nennleistung Total	22 kVA
		Spitzenleistung Total	22 kVA
		cos φ im Betrieb	
Spezifikationen			
	<input checked="" type="checkbox"/> AC Ladung des Fahrzeuges	<input type="checkbox"/> DC Ladung des Fahrzeuges	
	Max. Netzentnahmeleistung	9 kVA	
	Max. Netzspeiseleistung	0 kVA	
	Regelbare Leistung durch VNB	0 kVA bis 9 kVA	
	Regelbare Leistung durch Betreiber	0 kVA bis 9 kVA	
	Wirkleistung steuerbar	<input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja	
	Schnittstelle Ladesäule zu VNB vorhanden	<input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja	

Weitere allgemeine Angaben

Bemerkungen des einreichenden Unternehmens	
Ladestation wird auf eine max. Netzbezugsleistung von 9 kVA begrenzt.	
Sperrmöglichkeit für VNB mittels Ansteuerung der Ladestation für Lastreduktion im Notfall vorhanden.	
Einphasiges Prinzip Schema in der Beilage	
Unterschrift des einreichenden Unternehmens	
Datum	Unterschrift

Abbildung 18 Beispiel für ein Anschlussgesuch



Korrespondenzen mit ewl:

Guten Tag Herr Nevistic

Besten Dank für deine Anfrage und das Interesse.

Zu deinen Fragen in rot:

Auf der ewl Website zum Beitrag Grüne Zone wurde geschrieben, ich zitiere; Bei der Wahl der Standorte wurden insbesondere verkehrstechnische Überlegungen einbezogen sowie die Nähe zu einem Stromanschluss berücksichtigt.»

Was für Überlegungen waren das? Was wäre die maximale Distanz zwischen Stromanschluss und Ladestation die vertretbar wäre?

Die zwei Standorte der Grünen Zone wurde so gewählt, dass ein VK möglichst in der Nähe ist. Damit der Kostenaufwand für Grabenarbeit nicht zu gross ist. Maximale Kabellänge kannst du bei der Abteilung "Netzbau" anfragen.

Ich habe gesehen, dass die Ladestationen je 22kW Ladeleistung haben. Da ich noch eine grössere Last wegen den E-Roller/Motorrad Stationen hätte, wären es dann mehr als 22kW (bei mir sind es ca. 34kW). Netzkapazitäts-technisch wäre dies meines Wissens, je nach Standort machbar (mit mehr als 22kW). Hat es da Auflagen gegeben, sodass diese Leistung dann ausgewählt wurde?

Für ein neuer Anschluss muss beim Meldewesen ein Gesuch mit Leistungsangabe eingereicht werden, dies wird dann geprüft. Mit einem 50A Anschluss wären 34.6 kW möglich. Eine Liste mit den Netzkosten:

10.6 Netzkostenbeitrag

Netzkostenbeitrag Strom

A	kVA	NKB CHF	Netzkosten ewl CHF
10	6.92	220.00	1'522.40
16	11.07	220.00	2'435.84
20	13.84	210.00	2'906.40
25	17.30	210.00	3'633.00
32	22.14	210.00	4'650.00
40	27.68	200.00	5'536.00
50	34.60	200.00	6'920.00
63	43.60	200.00	8'719.20
80	55.36	190.00	10'518.40
100	69.20	190.00	13'148.00
125	86.50	180.00	15'570.00
160	110.72	180.00	19'929.60
200	138.40	170.00	23'528.00
224	155.00	170.00	26'351.00
250	173.00	170.00	29'410.00
300	207.60	160.00	33'216.00
315	218.00	160.00	34'876.80
350	242.20	160.00	38'752.00
400	276.80	150.00	41'520.00
450	311.40	150.00	46'710.00
500	346.00	140.00	48'440.00
630	435.96	140.00	61'034.40
800	553.60	130.00	71'968.00
1'000	692.00	130.00	89'960.00
1'200	830.40	130.00	107'952.00
1'400	968.80	130.00	125'944.00
1'600	1'107.20	130.00	143'936.00

Netzkostenbeitrag Strom 1 Phasig (Kleinanschluss)

A	kVA	NKB CHF	Netzkosten ewl CHF
10	2.30	220.00	506.00
16	3.60	220.00	792.00

Welche technischen Herausforderungen gab es bei der Planung und Umsetzung der Ladestationen in der Grünen Zone?

Realisierung E-Mobility Sperrung

HAK, ÜSU und EW-Messung inkl. Bezügersicherung in Ladesäule verbauen (Platzmangel)

Rollstuhlgängig (wurde nicht beachtet bei den Standorten Grüne Zone) -> «Merkblatt 150 – Rollstuhlgerechte Ladestationen»

Download: https://hindernisfreie-architektur.ch/wp-content/uploads/2022/09/MB150_WER_D_210804-1-1.pdf

Hat die Mobilitätsabteilung von der Stadt Luzern Auflagen gemacht für die Planung?

Hier fragst du am besten David Walter von der Stadt Luzern

Mussten besondere Genehmigungen für die Nutzung der Parkflächen als Ladeplätze eingeholt werden? Wie war der Prozess der Genehmigung?

Hier kann ich dir keine Auskunft geben

Wie integriert sich die Installation von Ladestationen für Elektrofahrzeuge in den aktuellen Richtplan der Stadt Luzern? Gibt es spezifische Vorgaben oder Richtlinien für Ladeinfrastrukturen von der Stadt Luzern? Welche gesetzlichen Anforderungen oder Richtlinien mussten bei der Planung der Ladestation erfüllt werden?

Hier fragst du am besten David Walter von der Stadt Luzern


Freundliche Grüsse

Noah Hintermann
Auftragsleiter Elektroinstallationen
Noah.Hintermann@**ew**-luzern.ch
Direkt +41 41 369 43 43

Ladestationen für Kostenanalyse

18:30
 40

[< Zurück](#) Artikeldetail



Ladestation Fronius Wattpilot Home 11 J 2.0

VE: 1 Stück
994 775 933

Preis	1 Stück
Brutto	CHF 1'061.93

Verfügbarkeit >

Lieferung ab Rothenburg

● An Lager in Lieferregion 44

Beschreibung

Mit dem Fronius Wattpilot kann jeder E-Autofahrer

Sortiment

Suche


Konto

Bestellungen

Warenkorb

18:30 📶 📶 40

[← Höhe](#) **Artikeldetail** ⋮



Ladesäulen-Set MENNEKES 1xAMEDIO Professional+ R 22

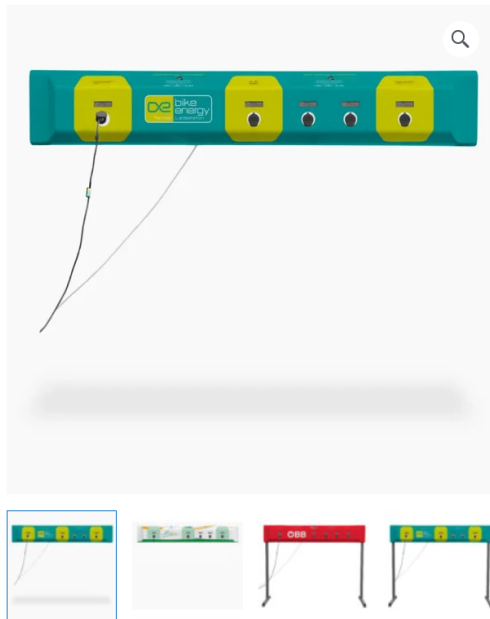
VE: 1 Set
834 300 549

Preis **1 Set**
Brutto CHF 5'990.00

Verfügbarkeit
Lieferung ab Rothenburg >
● Nicht verfügbar

Beschreibung
Ladesäulen-Set MENNEKES, 1xLadesäule AMEDIO

[🏠 Sortiment](#) [🔍 Suche](#) [👤 Konto](#) [📄 Bestellungen](#) [🛒 Warenkorb](#)



Ladestationen, LINE

Ladestation LINE – für 5 E-Bikes | L5B

★★★★★ (1 Kundenbewertung)

9.932,40 € inkl. MwSt. | 8.277,00 € ex. MwSt.Mieten ab 237,- €* – [kontaktieren Sie uns](#) für mehr Informationen.

E-Bike Ladestation LINE L5B

– Kompakte Ladestation für 5 E-Bikes

– Produkt wird anschlussfertig geliefert für eine einfache und rasche Wandmontage

– 2 Jahre Herstellergarantie / Qualität aus Österreich

Vorrätig

- 1 +

In den Warenkorb

Artikelnummer: 100137 | L5B Kategorien: Ladestationen, LINE

Schlagwörter: E-Bike Ladestation, Ebike-Ladestation, Ebiken, emobility, Förderung, L5B, Ladeinfrastruktur, ladestationen, LINE