



stromnetze für elektromobilität

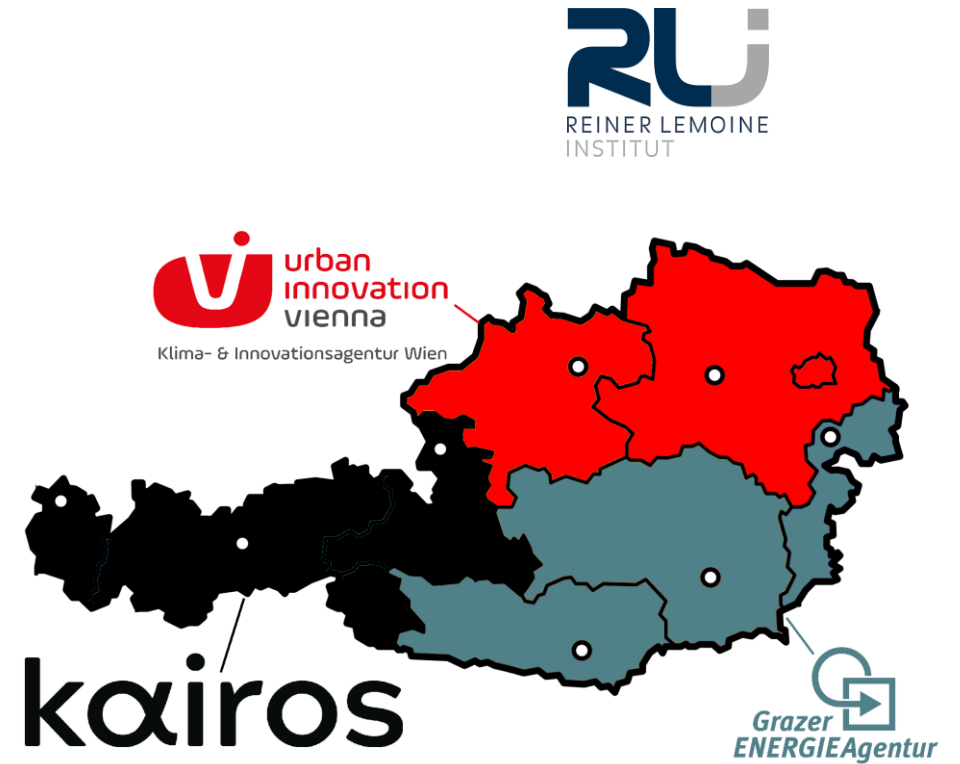
Agenda

- 12:00** Vorstellung der STELE-Plattform
- 12:05** Überblick zum Elektrifizierungsprozess
- 12:15** Technologie-Optionen & Einsparungspotenziale
- 12:25** Netzanschluss
- 12:35** Feedbackrunde
- 12:45** Ende

Wer steht hinter STELE?

- **Konsortium:**
 - Reiner Lemoine Institut
 - Grazer Energieagentur
 - Urban Innovation Vienna
 - Kairos
- **Plattformlaufzeit:** April 2025 - Juli 2028

STELE wird im Auftrag des **Klima- und Energiefonds** entwickelt und ist aus Mitteln des **Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur** dotiert.



stele

STELE auf einen Blick



Übergeordnete Ziele

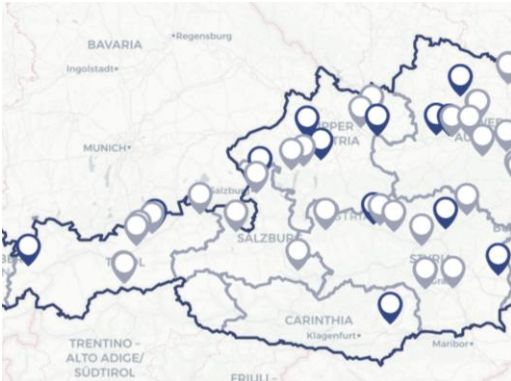
- Beschleunigung der Elektrifizierung im Schwerverkehr
- Unterstützung des bedarfsgerechten Netzausbaus
- Vereinfachung und Beschleunigung der Planungs-, Abstimmungs- und Verwaltungsprozesse
- Vernetzung mit (inter)nationalen Akteuren und Aktivitäten

STELE Aktivitäten



STELE Beteiligungsformate

- Regionaler Erfahrungsaustausch in den Bundesländern 1 x Jahr
- Drei STELE-Arbeitsgruppen zur Erarbeitung von Handlungsempfehlungen
- Themenspezifische Webinare
- Vereinfachung/Zusammenführung von Prozessen/Aktivitäten



STELE online Plattform

- Interaktive Karte mit georeferenzierten Informationen
- Checkliste zur Unterstützung in der Flottenelektrifizierung
- STELE Rechner zur ersten Abschätzung des Lade- und Leistungsbedarfes der Flottenelektrifizierung
- ...

STELE Webinare

- **Ziel:** Praxisorientierte Vermittlung von Wissen, Tools und Methoden, die Teilnehmende direkt in der eigenen Arbeit anwenden können
- Lunch & Learn Format
- 1. Webinar zum Thema „das 1x1 der Flottenelektrifizierung“
- 2. Webinar zum Thema „Elektrifizierung Busse – vom Netzanschluss bis hin zum (kosten)-effizienten Laden“



1. **29.04.**

**1 mal 1 der
Flottenelektrifizierung**

2. **29.06.**

**Elektrifizierung Busse – vom
Netzanschluss bis hin zum
(kosten)-effizienten Laden**

3. **September**

Thema offen

Aktueller Stand

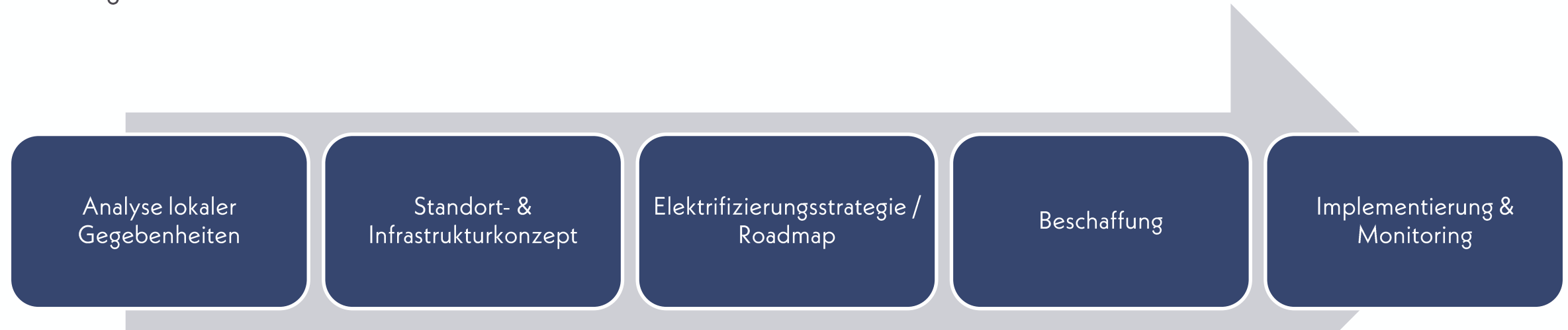
Hochlauf von E-Bussen in Österreich

Fahrzeugklasse	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Busse (M2, M3)	161	172	174	202	242	347	590
Leichte LKW (N1)	2.605	3.330	5.627	7.582	10.584	13.120	17.433
Schwere LKW (N2, N3, Sattelfahrzeuge)	15	16	47	103	154	314	705

Quelle: Österreichs Leitstelle für Elektromobilität (OLÈ)

Der Elektrifizierungsprozess

Der Weg zur elektrischen Busflotte



- Betriebliche Aspekte wie Reichweiten und Standzeiten

- Worst-Case identifizieren (Temperatur, Verspätungen, Höhenmeter)

- Auslegung des vollständig elektrifizierten Betriebs

- Entscheidung für Fahrzeuge und Ladetechnologie

- Wann beschaffe ich welche Busse?

- Ausbaustufen der Depots
- Kommunikation an Kunden und Personal

- Ausschreibung der Fahrzeuge und Infrastruktur

- Netzanschluss

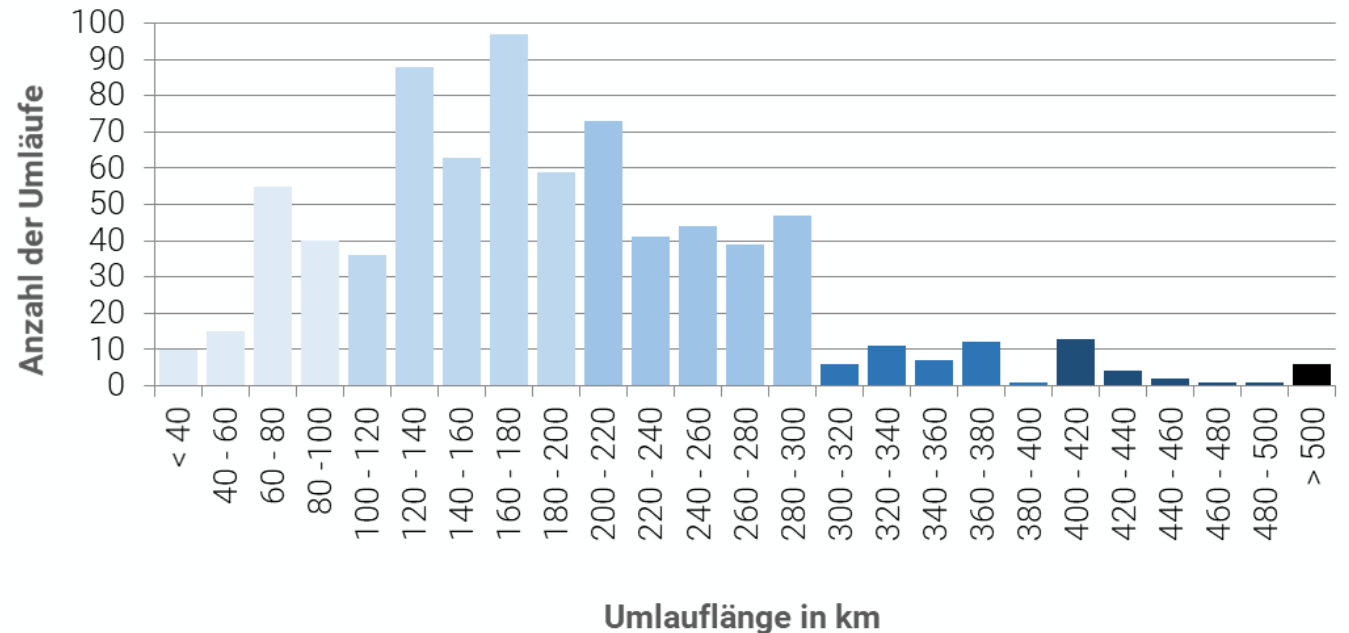
- Monitoring bei den ersten Bussen

- Verbrauch, Verfügbarkeit, Wartungsbedarf

Analyse der lokalen Gegebenheiten

Bestandsanalyse

- Flottenbestand & Beschaffungsplan
 - Umlauflängen & Einsatzzeiten
 - Betriebshöfe
 - Standort, Netzanschluss, Kapazität
 - Betriebliche Besonderheiten
 - Schulbetrieb
 - Topographie
 - Laden an Endhaltestellen
- **Ziel:**
Verständnis für die Situation des Verkehrsbetriebes erlangen

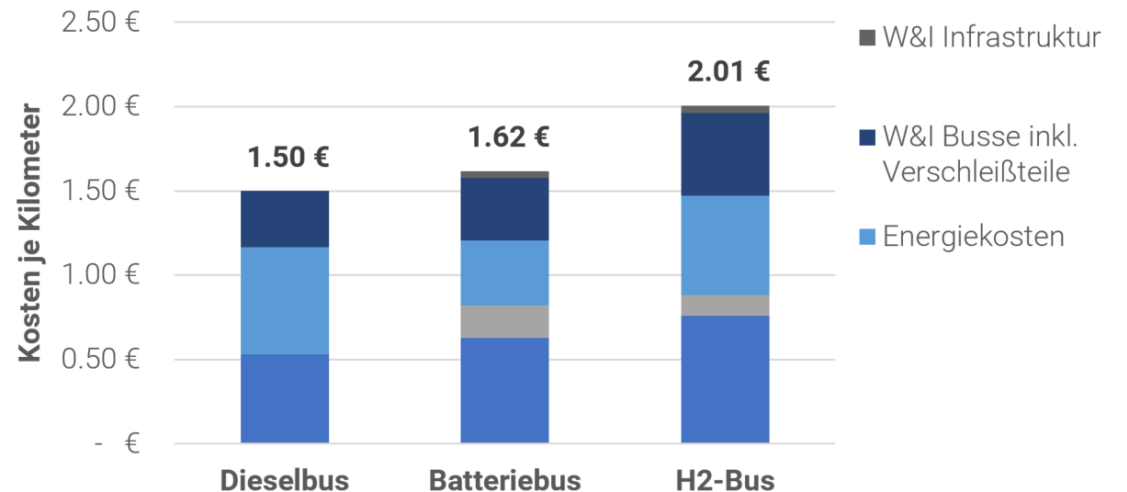


Standort- und Infrastrukturkonzept

Technologievergleich

- Grobkonzept angepasst an Verkehrsbetrieb
- Bewertung hinsichtlich
 - Betrieblicher Eignung
 - Ökologischer Vergleich
 - Ökonomischer Vergleich
 - Inkl. Prüfung von Förderungen
- Technologieauswahl
 - Zusatzheizung
 - Gelegenheitsladung
 - HVO als Übergangstechnologie

➤ **Heute:
Fokus auf Batteriebusen**

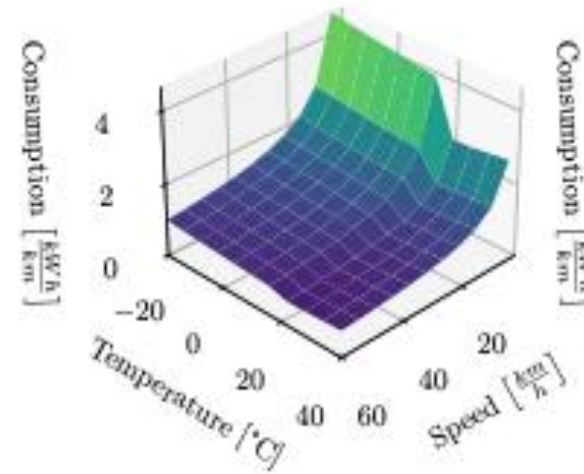


Beispiel für den ökonomischen Vergleich,
Ergebnisse nicht verallgemeinerbar!

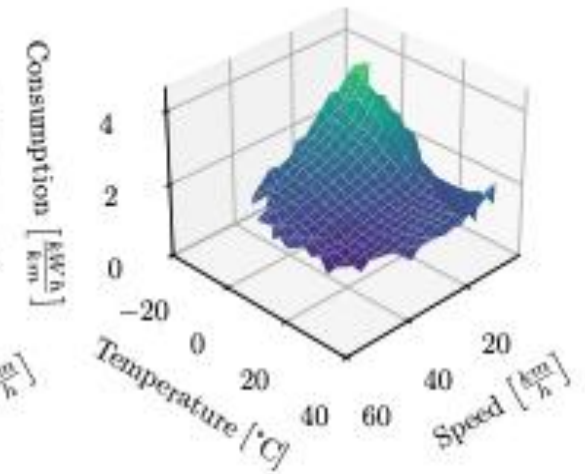
Standort- und Infrastrukturkonzept

Allgemeines

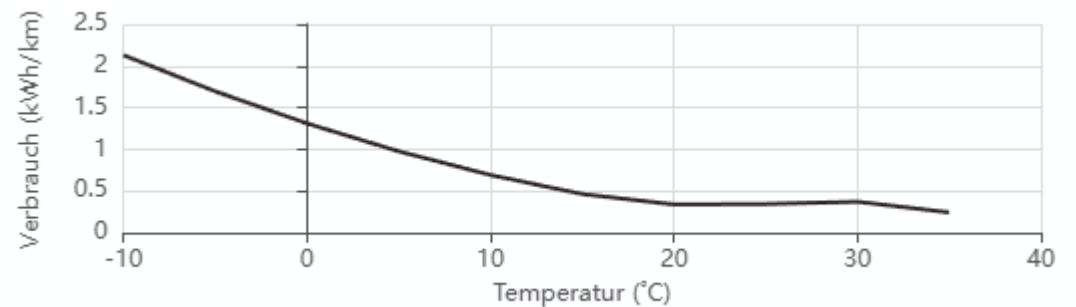
- Was beeinflusst den Verbrauch?
 - Fahrt (Stadt vs Land, Topologie, Fahrstil)
 - Temperatur (Batterieeffizienz, Klimatisierung)
 - Zusatzheizung
 - Bauart/Gewicht
- Wartung
 - Umschulung von eigenem Personal
 - Wartungsvertrag
 - Dacharbeitsplätze in der Werkstatt
- Brandschutzkonzept
- Energiemanagement



Regressionsmodell für 12m-Busse



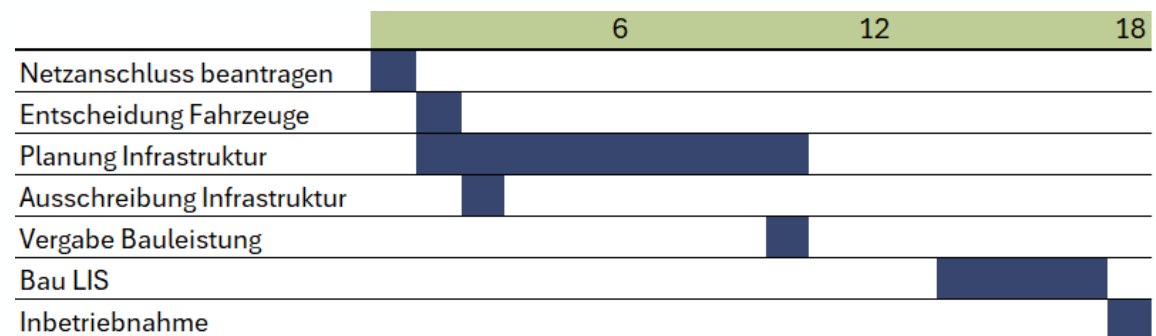
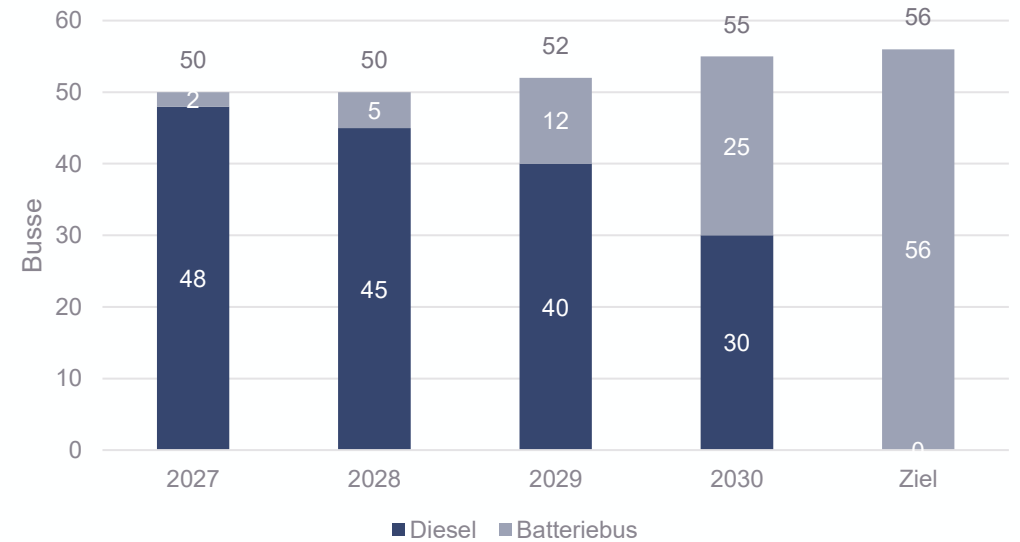
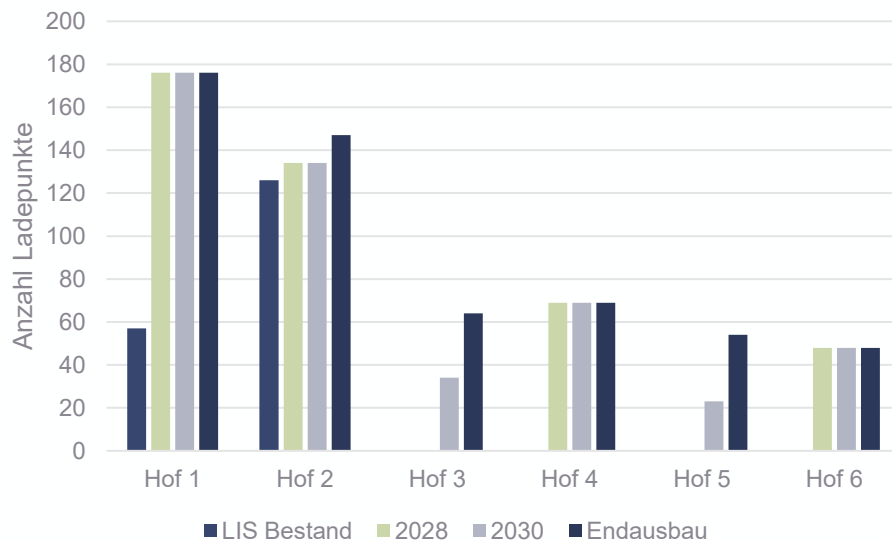
Empirisches Modell für 18m-Busse



Elektrifizierungsstrategie

Zeitplanung für die Umstellung

- Gesetzliche Vorgaben wie CVD berücksichtigen
- Reihenfolge des Ausbaus
 - Wann, wo, wieviele E-Busse & LIS?
 - Welche Linien zuerst?
- Ausschreibung und Beschaffung organisieren
- Ausmusterung alter Fahrzeuge als Basis

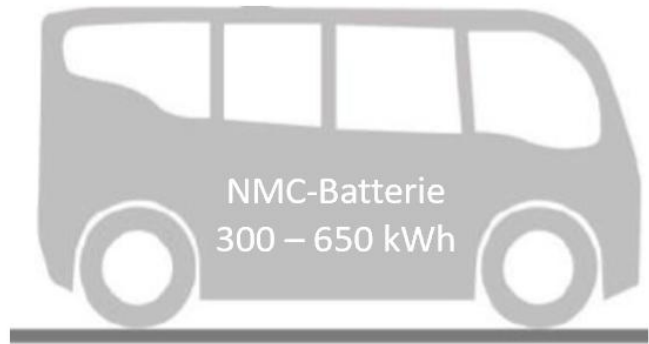


Technologie-Auswahl

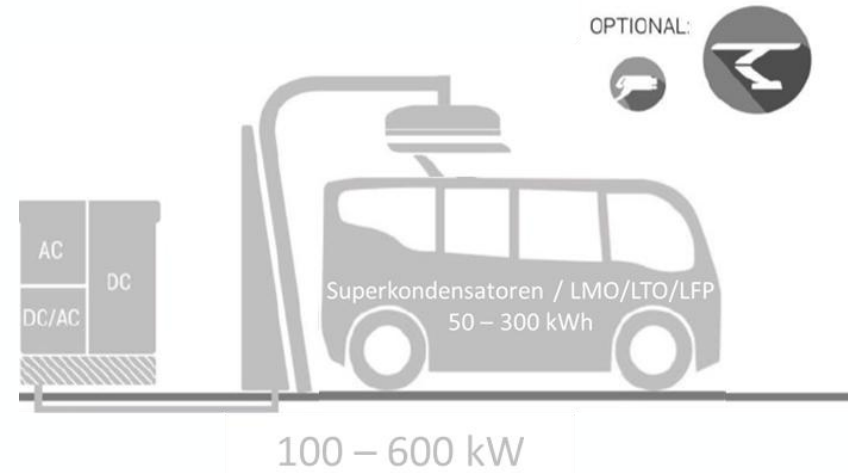
Batterie-elektrisch ≠ Batterie-elektrisch

Unterscheidung nach

- Fahrzeugkonfiguration (Batterietyp, -kapazität, -nennleistung; Pantograph vs. Stecker)
- Betriebs- und Ladestrategien



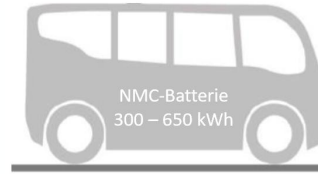
Übernachtladung ohne/mit Zwischenladung



Gelegenheitsladung entlang der Strecke

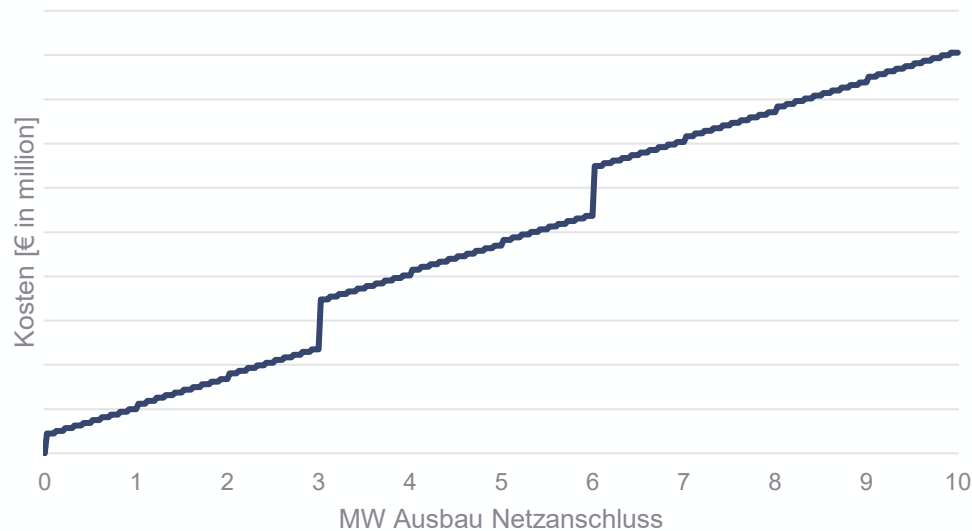
Technologie-Auswahl

Übernachtladung ohne/mit Zwischenladung



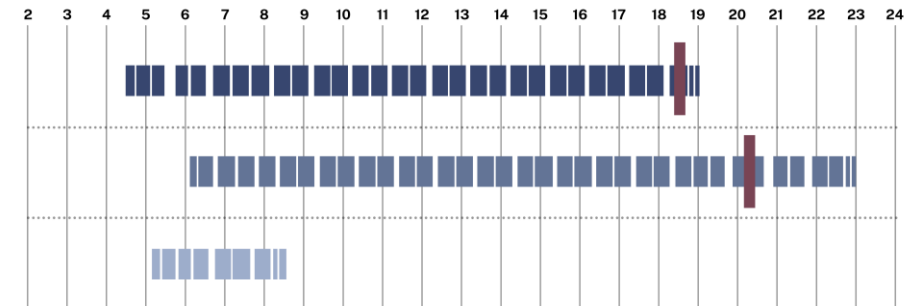
+ Ladevorgänge (hauptsächlich) außerhalb der Betriebszeiten

→ längere verfügbare Zeitfenster → geringe Ladeleistungen



Schematische Darstellung: Sprungfixe Kosten zur Erweiterung des Netzanschlusses

- Limitierte Reichweite (saisonaler Energieverbrauch) → reduzierte Fahrzeugverfügbarkeit bei Zwischenladung



Schematische Darstellung: Umlaufpläne von 3 Bussen; 2 mit Reichweiten-Einschränkung

→ mögliche Erhöhung des Fahrzeugbedarfs

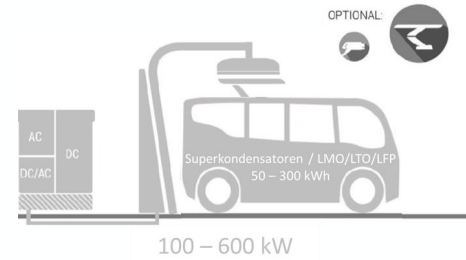
→ größere Busflotte

- hohe Netzanforderungen bei simultaner Ladung aller Fahrzeuge (nachts)



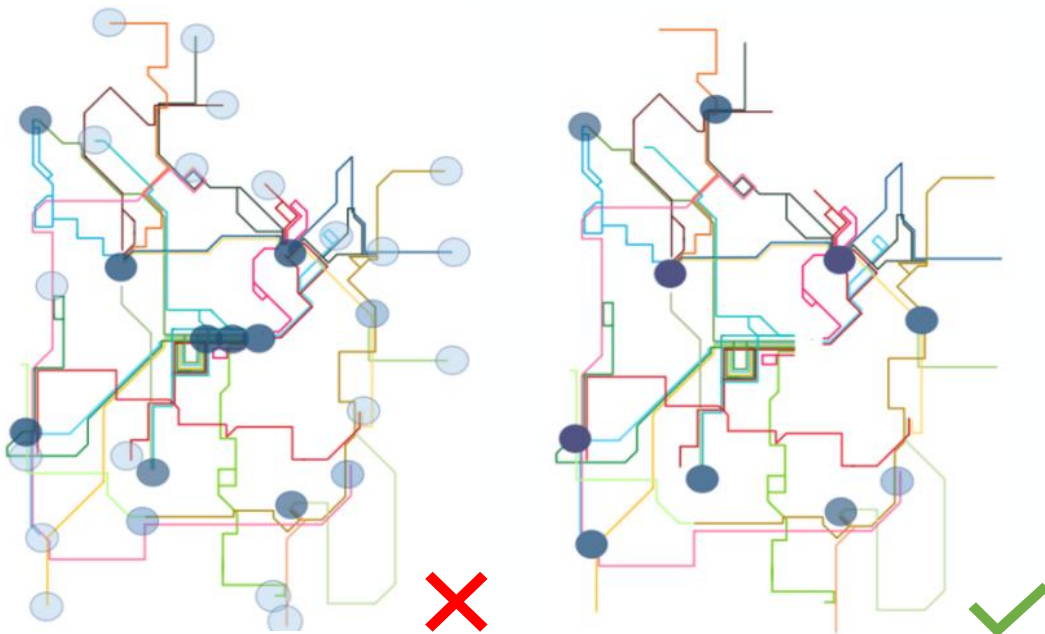
Technologie-Auswahl

Gelegenheitsladung entlang der Strecke

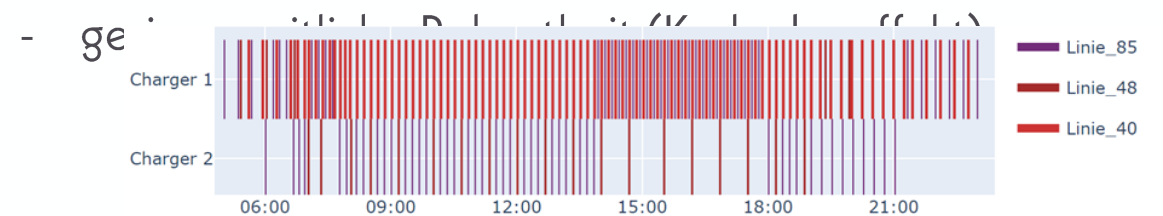
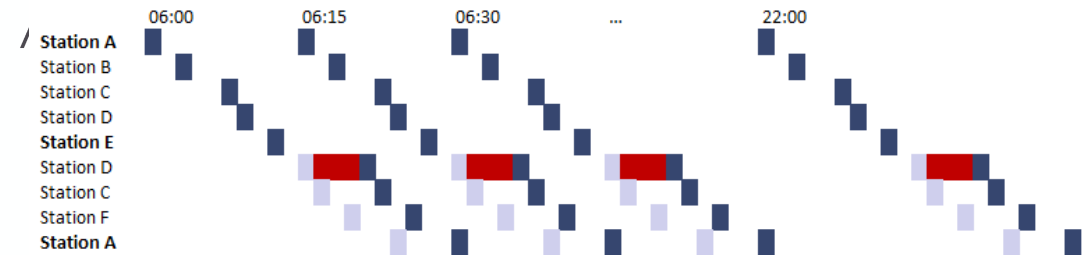


+ hohe Ladeleistungen → kurze Ladezeiten
→ hohe zeitliche Verfügbarkeit

- ggf. Erhöhung von Wende- und Umlaufzeiten
→ mögliche Erhöhung des Fahrzeugbedarfs (kleineres



Strategische Standortwahl für dezentrale Ladeinfrastruktur



- geringe Einsatzflexibilität (z.B. Schienenverkehr)

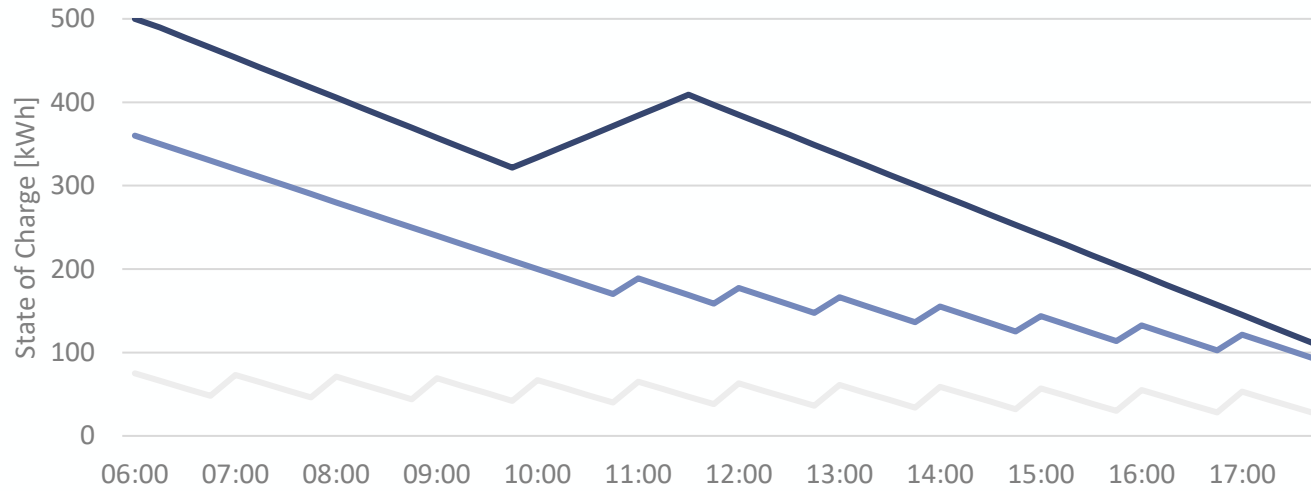
- hohe Leistungsspitzen bei Schnellladung



Technologie-Auswahl

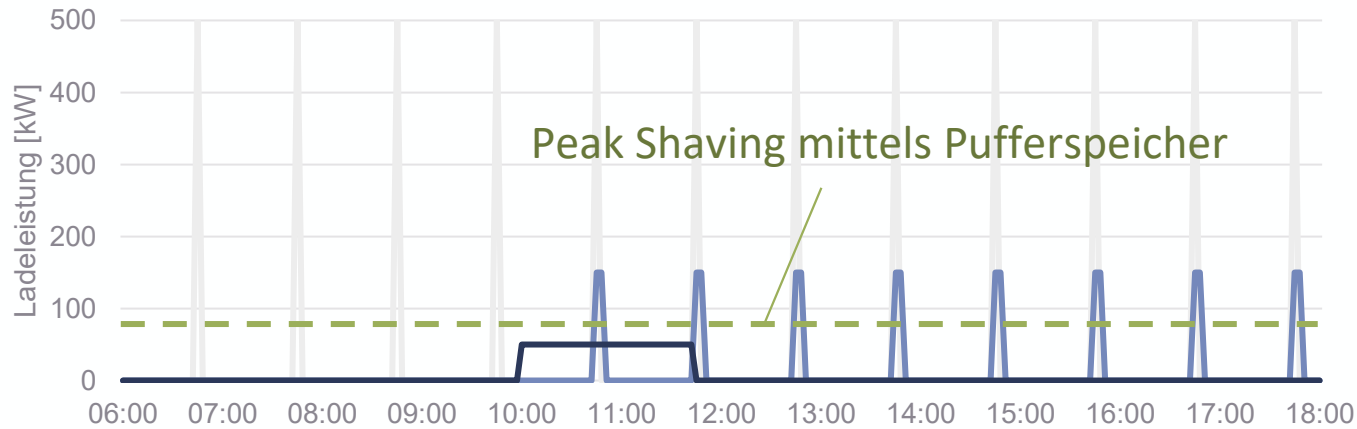
Ladestrategien und Netzauswirkungen verschiedener Ladestrategien

Ladestrategien



- Übernachtladung
- Gelegenheitsladung mit Schnellladebatterien
- Gelegenheitsladung mit Superkondensatoren

Netzauswirkungen



- Gelegenheitsladung mit Superkondensatoren
- Gelegenheitsladung mit Schnellladebatterien
- Übernachtladung mit Zwischenladung

Technologie-Auswahl

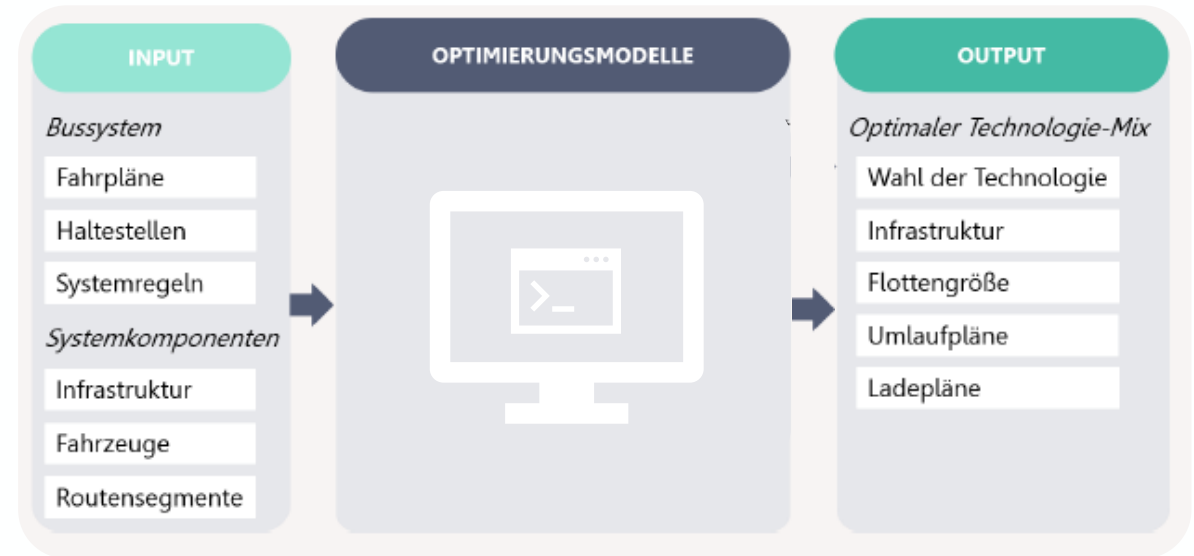
Methoden zur Bestimmung der optimalen Technologie(n)

Optimale Technologie-Entscheidung für die Flottenelektrifizierung? → keine allgemein gültige Aussage möglich



Starke Abhängigkeit von lokalen Gegebenheiten:

- Fahrpläne & Taktung
- Einflussfaktoren auf Energieverbrauch
 - Streckentopologie
 - Haltestellen-Häufigkeit
 - klimatische Bedingungen
 - uvm.
- Platzverfügbarkeit für Ladeinfrastruktur
- Netzanschlussmöglichkeiten für Ladeinfrastruktur
- uvm.



Erster Schritt im Hochlaufprozess:

Elektrifizierung von Fahrzeugen/Linien mit kürzeren Umläufen (Dieselbusse als Back-Up an kalten Wintertagen)

Netzdienlichkeit im Busbetrieb

Ansatzpunkte für Optimierung

Komplexität

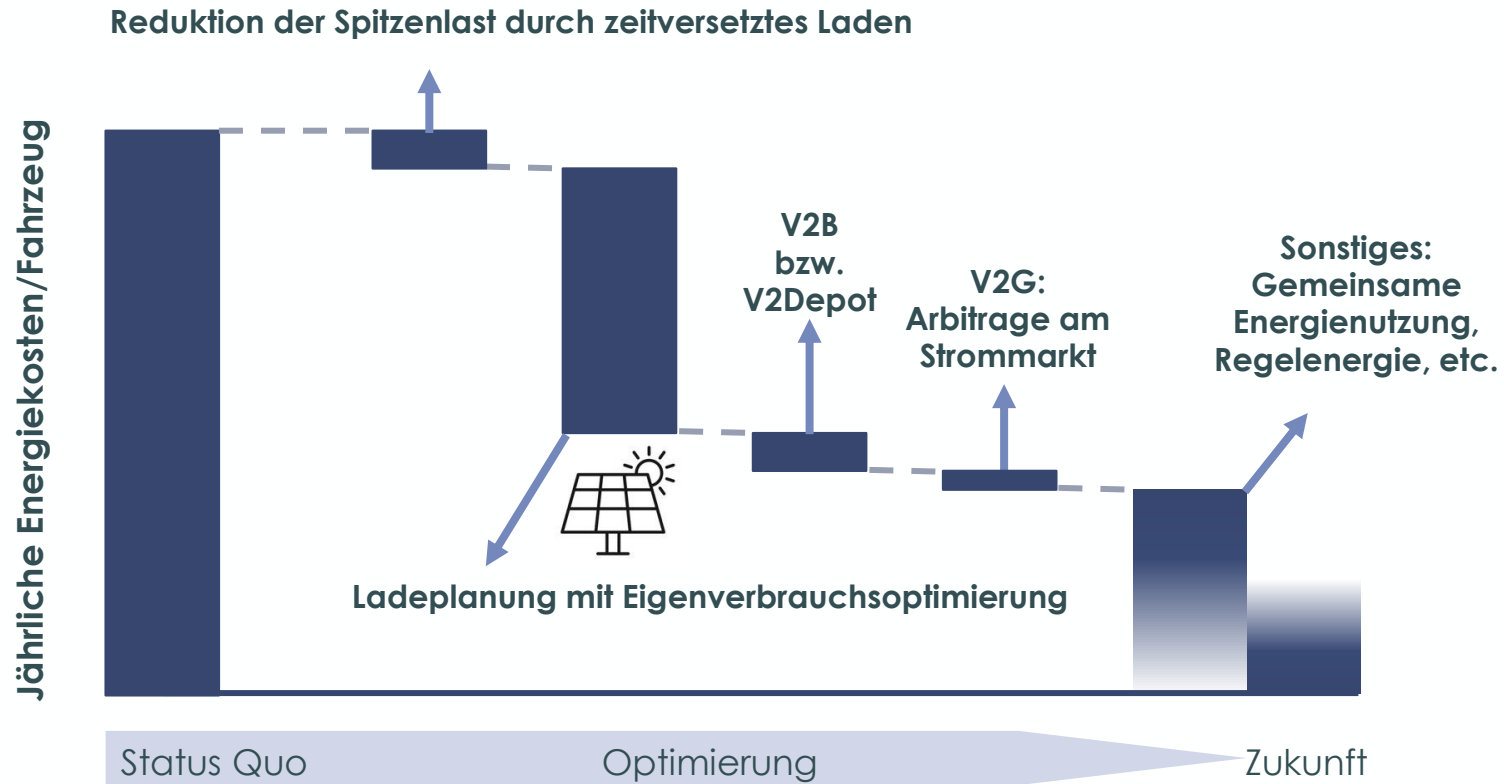
- **Minimierung der Anschlussleistung:** Auswahl von Technologie & Ladestrategie, Lastspitzenkappung mittels stationärer Speicher
- **Dezentrale Stromerzeugung & Speicherung:** Optimierte Standort-Auslegung + Eigenverbrauchsoptimierung durch prognosebasierte integrierte Umlauf- & Ladeplanung
- **Gemeinsame Energienutzung:** standortübergreifende Nutzung von Eigenversorgungsanlagen, P2P-Modelle & Energiegemeinschaften
- **Vehicle-2-Grid:** Verwendung (saisonal) nicht genutzter Fahrzeuge als Speicher zur
 - 1) Eigenverbrauchsoptimierung
 - 2) gemeinsamen Energienutzung
 - 3) Bereitstellung von Regelenergie



stele

Einsparungspotenziale...

...durch Optimierung



Einsparungspotenziale in jährlichen Energiekosten durch Optimierungsmaßnahmen. Schematische Darstellung angelehnt an NEFTON (2024), verfügbar unter: https://nefton.de/assets/NEFTON_report.pdf

Langfristig gilt: Netzdienliches Verhalten ↔ Kostenersparnis

Energienetze Steiermark GmbH – Carmen Reiter

Netzanschluss

Frühzeitige Klärung von Leistung, Standort und Ausbaupfad reduziert Rückfragen und Verzögerungen

Was früh entschieden werden sollte

1 Netzzutritt früh anstoßen

- Antrag so früh wie möglich stellen
- Endausbau und benötigte Gesamtleistung definieren

2 Anfrage vollständig vorbereiten

- Leistungsbedarf und Standortdaten bündeln
- Ausbauphasen / Hochlaufplanung festlegen
- Technisches Anschlusskonzept beschreiben

3 Abhängigkeiten einplanen

- Trafokapazitäten, Genehmigungen und Netzplanung müssten berücksichtigt werden
- RTU (Datenerfassung und Fernsteuerung) ab 250 kW erforderlich

Orientierung: Netzebene

Die netzwirksame Leistung bestimmt den Netzanschlusspunkt und die Netzebenenanzuordnung

≤ 100 kW	NE 7
> 100–400 kW	NE 6
> 400 kW–5 MW	NE 5
> 5–200 MW	NE 4 / 3

Praxis-Hinweis

Je klarer Endausbau und Hochlaufplanung sind, desto belastbarer kann der Netzbetreiber Engpässe und notwendige Maßnahmen bewerten.

Relevante Informationen für Netzanschluss (Bsp. NE7)

Anschlussart Neuerrichtung Anschlussänderung Zusammenlegung Anlagentrennung

Art der Nutzung Privat Gewerblich

Einfamilienhaus Wohnbau mit Wohnungen und Allgemeinanlagen Baustromanschluss

Sonstige:

Zusatzleistungen

E-Heizung kW Erzeugungsanlage kW
Dieser Netzzutritt ist zusätzlich separat unter <https://ole.e-netze.at/esp> zu beantragen.

Nachtstromboiler kW

Ladeinfrastruktur kW
Die geplante Ladeinfrastruktur ist zusätzlich separat unter <https://portal.e-netze.at/e-ladestation> zu melden/anzusuchen.

Erdwärme Heizung kW

Sonstige: kW

Leistungsumfang gesamt **Maximaler gleichzeitiger Leistungsbedarf** kW
Bei Wohnbauten und Gewerbeanlage ist zusätzlich eine Leistungsaufstellung zu übermitteln

Wenn größter Verbraucher über 25 A: Verhältnis I_n/I_a A / A

Info

Auf Grundlage dieses Antrages werden wir Ihnen ein entsprechendes Angebot übermitteln.

Dieses beruht auf den nachfolgenden Bestimmungen, die auch bei der Errichtung der kundenseitigen Anlagen zu beachten sind:

- Allgemeine Bedingungen für den Zugang zum Verteilernetz der Energienetze Steiermark GmbH
- TAEV Bundeseinheitliche Fassung
- Ausführungsbestimmungen zu den TAEV für die Verteilernetze der Elektrizitätsunternehmen im Bundesland Steiermark
- Ausführungsrichtlinien für Niederspannungsanschlüsse
- Marktregeln und „TOR-Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Übertragungs- und Verteilernetzen“

Wir ersuchen Sie dem Antrag, Lagepläne bzw. Bebauungspläne beizuschließen, um eine effiziente Bearbeitung Ihres Antrages zu ermöglichen.

Bitte beachten Sie, dass Sie zum Bezug elektrischer Energie jedenfalls einen Energielieferanten benötigen!

Energienetze Steiermark GmbH – Vermerke

Vorzählersicherung A

..... Vorzählerleitung Messeinrichtung
..... Netzsystem/Schutzmaßnahme Zusatzvermerke

Ausführungsanmeldung

Die Energienetze Steiermark GmbH stimmt der Ausführung der Elektroinstallation nach den geltenden Vorschriften für Elektrotechnik bzw. TAEV und der Ausführungsrichtlinien für Niederspannungsanschlüsse in der angeführten Kundenanlage im angegebenen Umfang zu.

Datenblatt „Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“ (vom Netzbewerber oder seinem Beauftragten auszufüllen)						
Netzbewerber (Netzkunde)	Vorname, Name / Unternehmen					
	Straße, Hausnummer					
	PLZ, Ort					
Ansprechpartner Ladestellenbetrieb (falls abweichend vom Netzbewerber)	Vorname, Name / Unternehmen					
	Straße, Hausnummer					
	PLZ, Ort					
Angaben zum Anschlussobjekt	Straße, Hausnummer					
	PLZ, Ort					
	Standort: <input type="checkbox"/> öffentlich <input type="checkbox"/> privat		Lageplan vorhanden? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein			
Ausführung der Ladeeinrichtung(en) (Angaben bezogen auf 400/230 V)	Hersteller/Typ:					
	Ausführungsarten ⁽¹⁾					
	Anzahl baugleicher Ladepunkte (LP):					
	Max. Netzbezugsleistung (kVA) je LP:					
	Art der Ladung		<input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC	<input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC	<input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC	<input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC
	Netzanbindung	Wechselstrom ⁽²⁾		<input type="checkbox"/> L1 <input type="checkbox"/> L2 <input type="checkbox"/> L3	<input type="checkbox"/> L1 <input type="checkbox"/> L2 <input type="checkbox"/> L3	<input type="checkbox"/> L1 <input type="checkbox"/> L2 <input type="checkbox"/> L3
		Drehstrom		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Kommunikationsschnittstelle/-protokoll: <input type="checkbox"/> nicht vorh./bekannt				
	Max. Netzbezugsleistung ges. (kVA): <input type="text"/> Max. Netzeinspeiseleistung (kVA): <input type="text"/>					
	Errichter⁽³⁾ (eingetragener Elektrofachbetrieb)	Firmenname				
Straße, Haus Nr.						
PLZ, Ort						
Telefonnummer						
E-Mail-Adresse						
Bemerkungen						
Der Elektrofachbetrieb bestätigt mit seiner Unterschrift die Richtigkeit der Angaben						
Ort, Datum		Unterschrift Elektrofachbetrieb ⁽⁴⁾				

1) Bei mehr als 5 verschiedenen Ausführungen sind weitere Datenblätter zu verwenden.

2) Angabe des Außenleiters, an den die Ladeeinrichtung angeschlossen ist/wird; siehe Abschnitt 5.9.3
„Symmetriebedingungen“ der TOR Verteilernetzanschluss

3) Bei mobilen Ladekabeln (Ladebetriebsart 2 lt. OVE EN IEC 61851-1:2020-01-01) sind keine Angaben zum Errichter
erforderlich. Bitte unter Bemerkungen „Mobiles Ladekabel“ vermerken.

4) Bei mobilen Ladekabeln ist die Unterschrift vom Netzbewerber zu leisten.

Anschluss von Ladeinfrastruktur: Vorgaben aus TOR

Die TOR macht aus Ladeinfrastruktur einen steuerbaren Netzanschluss: melden, prüfen lassen und Kommunikationsfähigkeit sicherstellen

Melde- und Prüfpflicht

1 Betriebserlaubnisverfahren ist definiert

- Ablauf und Verantwortlichkeiten sind in der TOR geregelt
- VNB wird frühzeitig in die Anschlussplanung eingebunden

2 Meldepflicht ab Bemessungsleistung > 3,68 kVA

- Ladeeinrichtungen sind dem relevanten VNB zu melden

3 Prüfung / Aussetzung ab Bemessungsleistung > 10 kVA

- VNB kann den Anschluss prüfen und ggf. aussetzen
- Rückmeldung binnen 4 Wochen: Gründe des Aussetzens, max. mögliche Leistung, notwendige Maßnahmen und Zeitplan

Technische Anforderungen

Schnittstellen, Steuerbarkeit und Netzverträglichkeit werden konkretisiert

Kap. 5.6

P > 250 kW: Schnittstelle + Leistungsvorgabe

Kap. 5.9

Besondere Anforderungen an Ladeeinrichtungen

Kap. 5.9.2

Kommunikationsfähigkeit, Steuerbarkeit, Programmierbarkeit

Kap. 5.9.4 / 5.9.9

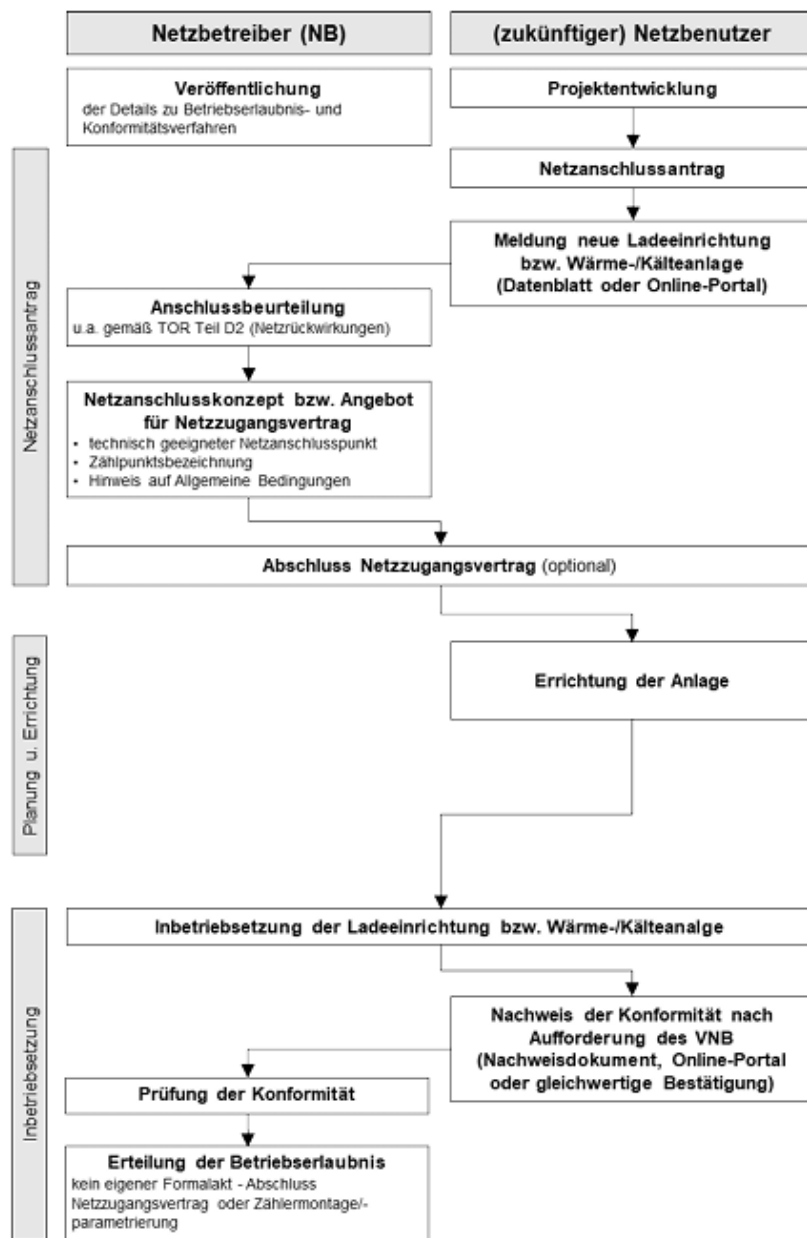
Blindleistungsverhalten und Spannungsbereiche

Digitale Kommunikation

OpenADR 3.1 kann künftig bis 250 kW ein möglicher Kommunikationspfad sein

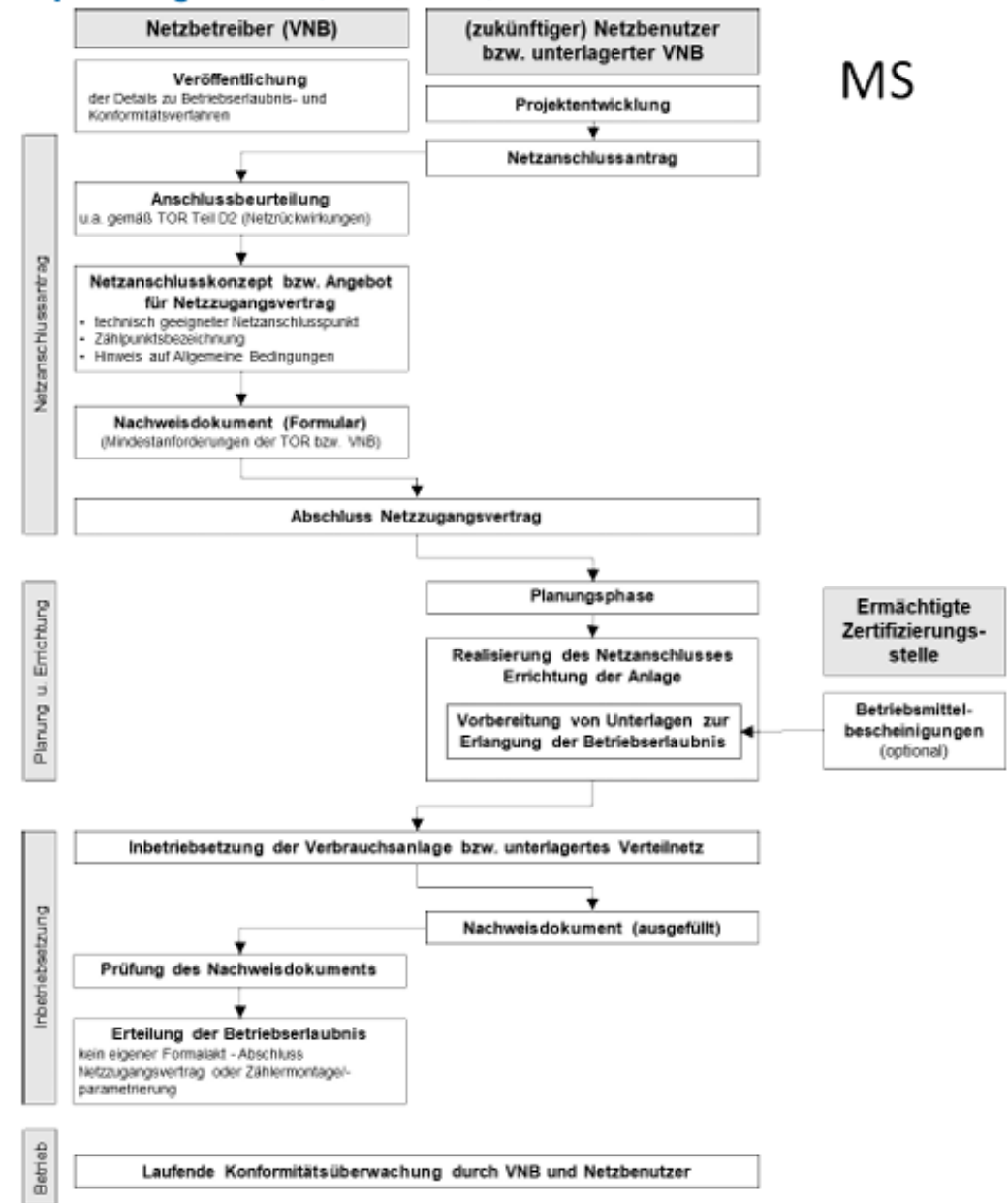
Kernbotschaft: Die Ladeeinrichtung muss bidirektional digital kommunizieren können – über verbundene Infrastruktur wie Lade-/Energiemanagementsysteme

Grundsätzlicher Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens für Ladeeinrichtungen und Wärme-/Kälteanlagen in der Niederspannungsebene (NE 6, NE 7)



NS

Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens für Netzbewutzer in der Mittelspannungsebene (NE 4, NE 5)



MS

Abbildung 7: Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens für Ladeeinrichtungen und Wärme-/Kälteanlagen in der Niederspannung

Abbildung 12: Ablauf des Betriebserlaubnisverfahrens für Netzbewutzer (Verbraucher) in der Mittelspannungsebene

ENERGIENETZE
STEIERMARK
GMBH

Kontakt:
Carmen Reiter MSc
Stabstelle F&E Projekte
carmen.reiter@e-netze.at



Feedback und Priorisierung von Themen

Wir nutzen ihre Rückmeldung, um zukünftige Webinare gezielt zu verbessern noch besser auf Ihre Bedürfnisse zuzuschneiden.

Zur Umfrage: <https://www.menti.com/alufx8t82rfq>

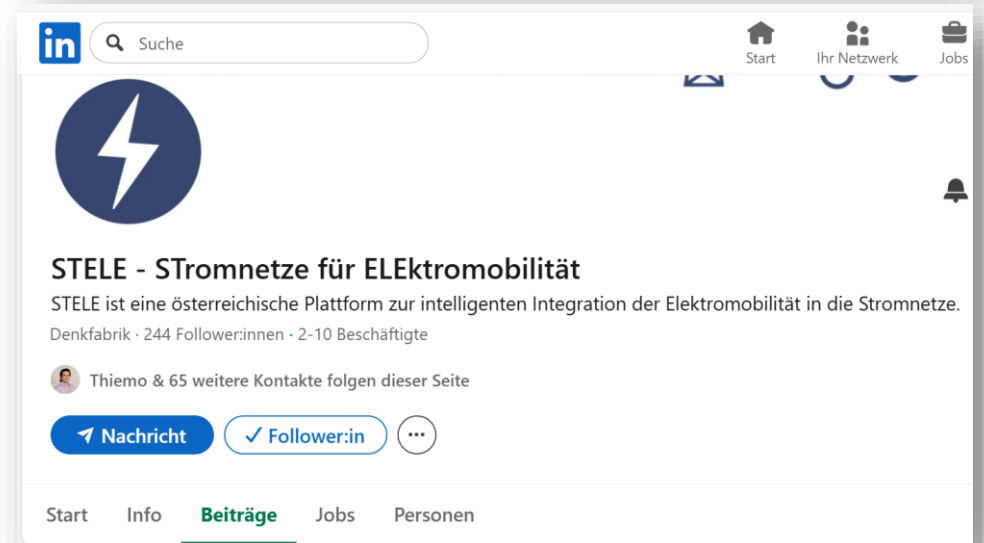


STELE Ausblick 2026

- STELE-Webinare: 3. STELE Webinar im September
- Regionale Erfahrungsaustausche in den Bundesländern im Oktober
- STELE Arbeitsgruppen: Weiterentwicklung und Präsentation erster Handlungsempfehlungen
- Laufende Verfeinerung der Ladebedarfsprognosen auf der STELE-Karte, Weiterentwicklung des STELE-Rechners,...

Bleiben Sie auf dem Laufenden

- Besuchen Sie uns auf www.stele.at
- Abonnieren Sie unseren Newsletter
- LinkedIn-Kanal: Beiträge zu laufenden Aktivitäten



stele



stele

stromnetze für elektromobilität

Kontakt

STELE – Die Plattform, die verbindet

info@stele.at

www.stele.at