

Verkehrsverbund Luzern

E-Bus-Strategie

Kurzpräsentation

29. Mai 2019

1

Ausgangslage

2

Herleitung

3

Ergebnisse

4

Weiteres
Vorgehen

Einleitung

Weshalb eine E-Bus-Strategie?

- Trolleybus-Strategie 2013:
Weiterentwicklung Trolleybusnetz
 - Inzwischen umgesetzte Projekte und voranschreitende technologische Entwicklung bedingten Aktualisierung
- Energiestrategie 2050 des Bundes: öV als wichtiger Träger nachhaltiger Mobilitätsformen
 - Einbezug aller Antriebsoptionen im Busbereich bei Aktualisierung Trolleybus-Strategie
→ E-Bus-Strategie



Trolleybusstrategie 2013

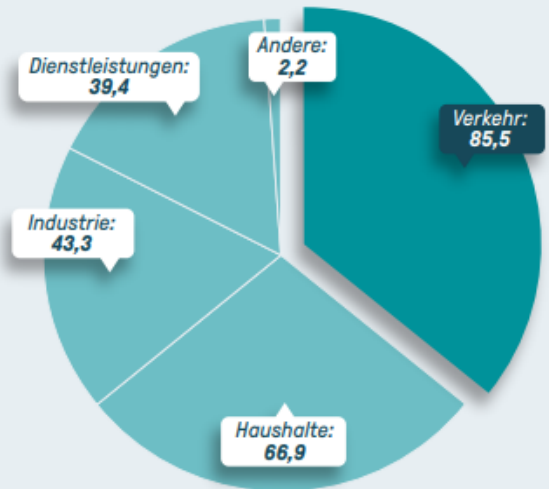


Energiestrategie Bund 2050

Energiestrategie 2050 des Bundes

Verkehr ist aufgrund seines Energieverbrauchs ein Schlüsselbereich

Energieverbrauch Schweiz nach Sektoren in Mrd. Kilowattstunden



Verkehr bzgl. Energieverbrauch ein Schlüsselbereich (Anteil steigt mit Mobilitätswachstum)

Quelle: Faktenblatt Energiestrategie 2050 im öffentlichen Verkehr, BAV

Verkehrsleistung und Energieverbrauch

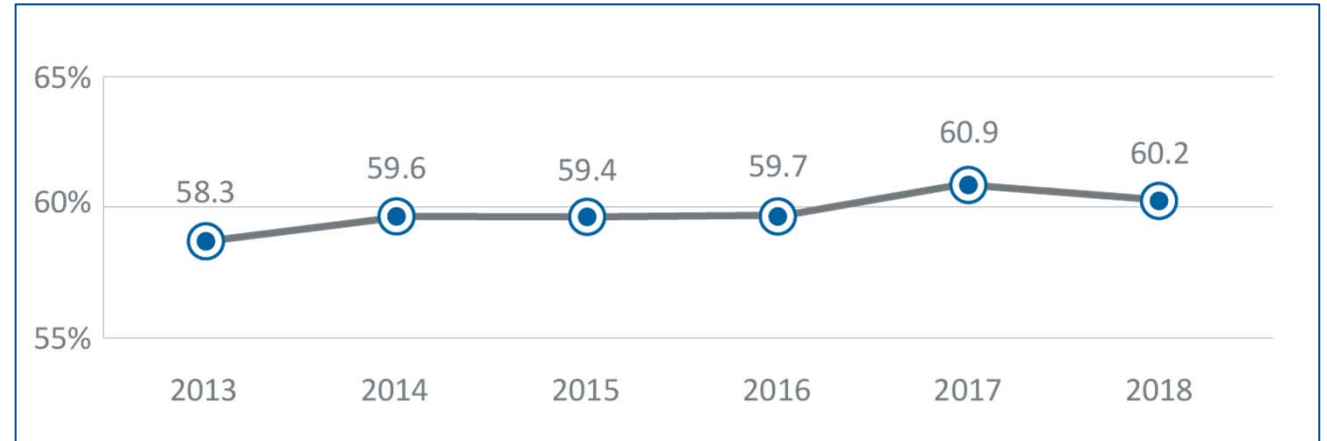


öV trägt 20% der Personenkilometer und verbraucht dabei 5% der Energie im Verkehr (grösstenteils für Antrieb)

Anzahl elektrisch beförderter Fahrgäste

Bereits 2/3 (inkl. Regionalverkehr Bahn)

- Anteil elektrisch beförderter Fahrgäste der vom VVL bestellten Linien bei ca. 64%:
 - 17 Bahnlinien befördern 38% der Fahrgäste
 - 7 Trolleybuslinien befördern 26% der Fahrgäste
 - Je 1 Zahnrad- und Luftseilbahn befördern <1% der Fahrgäste
- **Nur auf Bus-Leistungen bezogen:** Mit 17% aller Bus-Kilometer werden 42% aller Busfahrgäste elektrisch befördert (mit Trolleybus)



Quelle: Geschäftsbericht 2018 VVL

1

Ausgangslage

2

Herleitung

3

Ergebnisse

4

Weiteres
Vorgehen

E-Bus-Strategie

These: bis 2040 fahren alle Busse emissionsarm, mit erneuerbaren Energien und effizient.



Fokus Antriebsoptionen

Optionen für effiziente, emissionsarme und mit erneuerbaren Energien betriebene Busse

Heute	Fossil			Biotreibstoff			Synthetischer Treibstoff			Erneuerbarer Strom		
	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm
Verbrennungsmotor	✗	!	✗	✓	!	✓	✓	✗	✓			
E-Motor mit Batterie										✓	✓	✓
E-Motor mit Brennstoffzelle							✓	!	✓			
Hybrid	✗	!	✗	✓	!	✓	✓	✗	✓			

Aus der Perspektive **erneuerbar** und **energieeffizient** sind die batterieelektrischen Fahrzeuge die klar beste Option, sofern sie mit erneuerbarem Strom geladen werden.



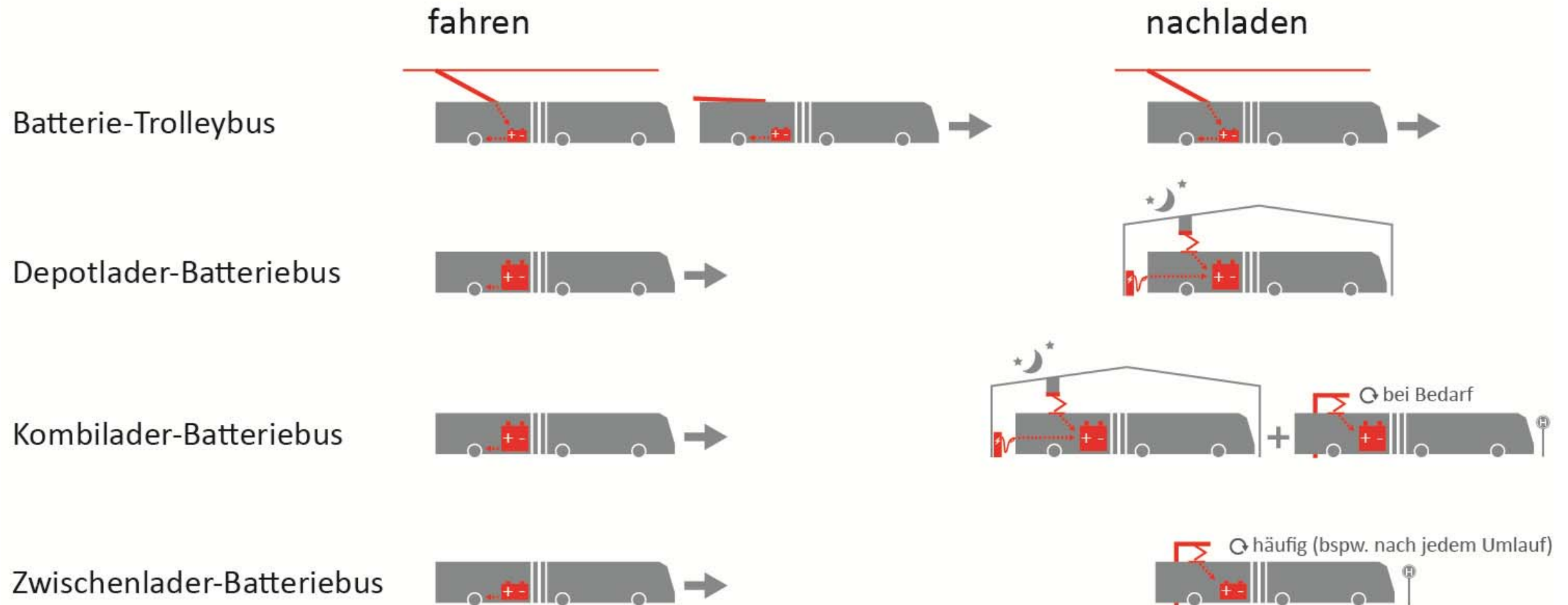
Fokus auf **batterieelektrischen Bussen**; Optionen mit Bio- oder synthetischen Treibstoffen (bspw. Brennstoffzelle) in Fällen, wo auch langfristig batterie-elektrischer Bus nicht zweckmässig ist.

Potenzial Zukunft	Fossil			Biotreibstoff			Synthetischer Treibstoff			Erneuerbarer Strom		
	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm	Erneuerbar	Effizient	Emisionsarm
Verbrennungsmotor	✗	!	✗	✓	!	✓	✓	✗	✓			
E-Motor mit Batterie										✓	✓	✓
E-Motor mit Brennstoffzelle							✓	!	✓			
Hybrid	✗	!	✗	✓	!	✓	✓	!	✓			

Quelle: Schlussbericht E-Bus-Strategie, VVL

Fokus Antriebsoptionen

Ladetypen Batteriebus

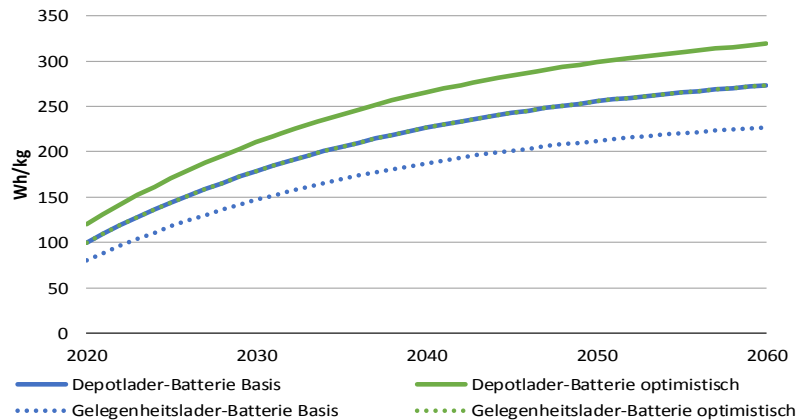


Quelle: Eigene Darstellung

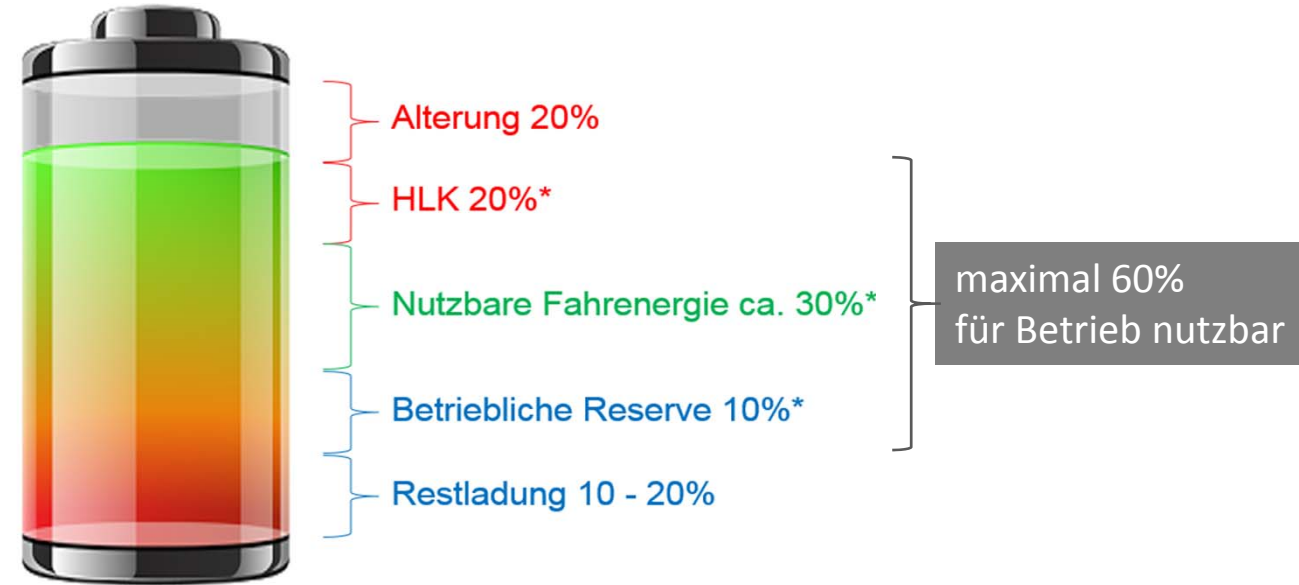
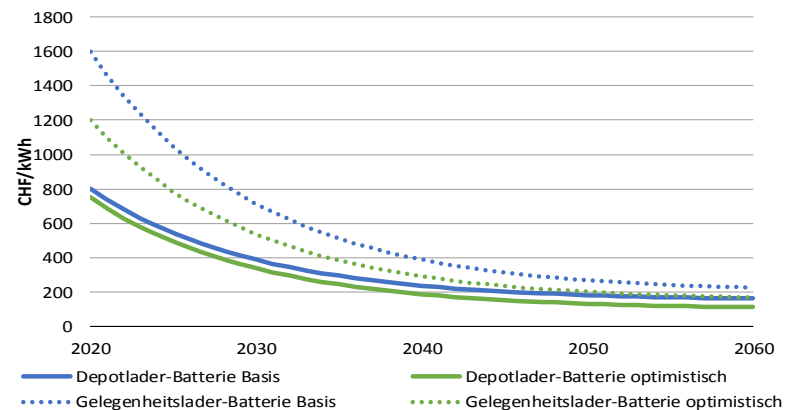
Herleitung

Entwicklung Speicherkapazität und Kosten sowie Nutzbarkeit von Batterien

Spezifische Batteriekapazität



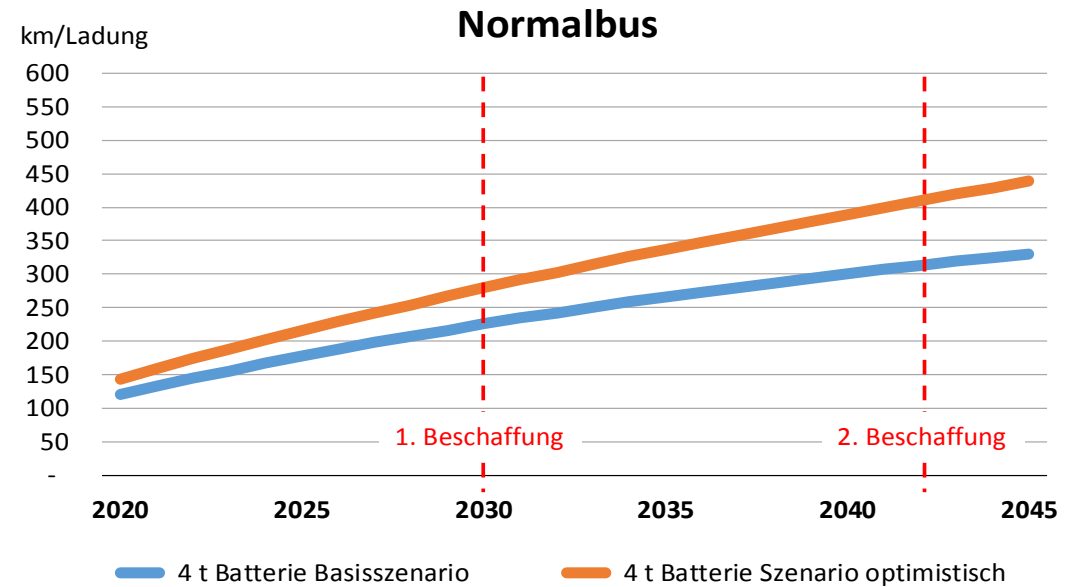
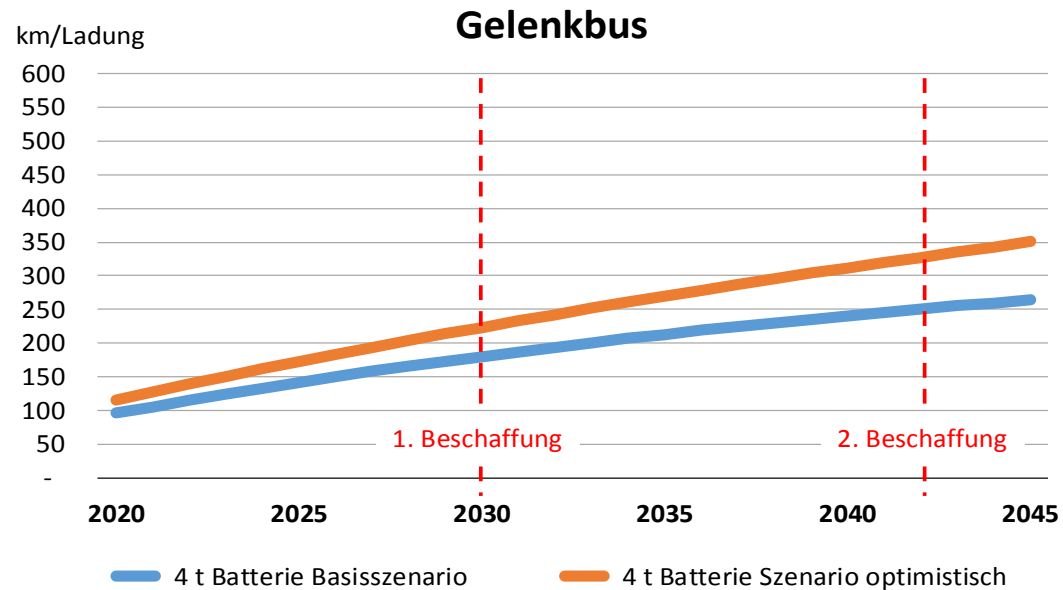
Spezifische Batteriekosten



* muss den Worstcase erfüllen (-15°, Vollbesetzung, Umwege wegen Baustelle oder Stau)

Herleitung

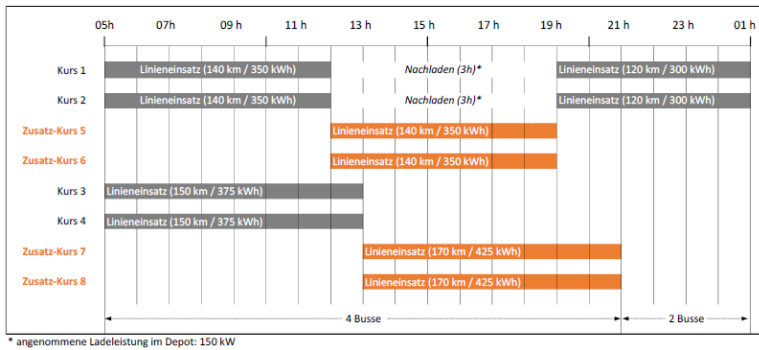
Entwicklung der realen Reichweite von Depotladern



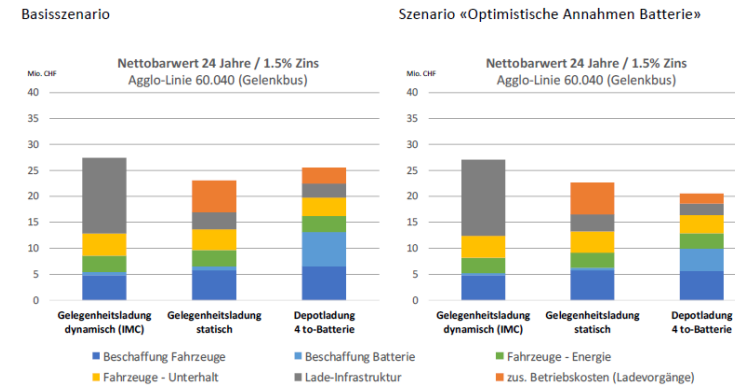
Quelle: Schlussbericht E-Bus-Strategie, VVL

Herleitung

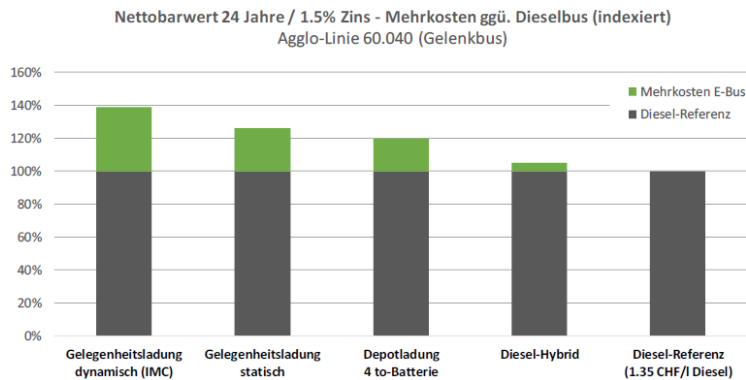
Untersuchung anhand von Linien-Fallbeispielen



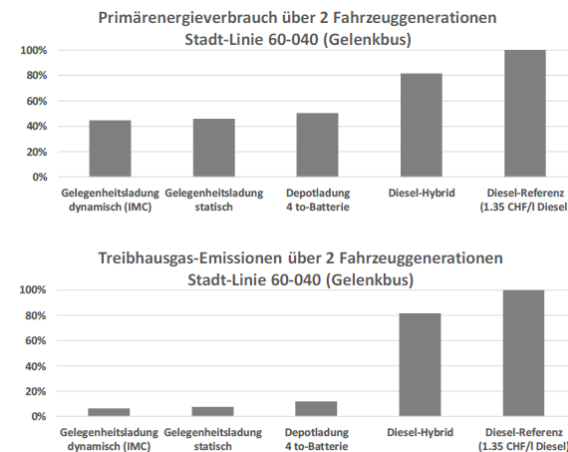
Betrachtung
Fahrzeugsinsatz/
Ladezeiten
(Depotlader)



Betrachtung
Teilkosten
Fahrzeuge/Batterien/
Ladeinfrastruktur



Betrachtung Voll-
kosten im Vergleich
zu Dieselbus



Betrachtung
Primärenergieverbrauch und
Treibhausgasemissionen

Quelle: Schlussbericht E-Bus-Strategie, VVL

Zwischenerkenntnis

Zweckmässigkeit Ladekonzepte anhand ökonomischer Betrachtung

Linien-Cluster	E-Bus-Variante			
Typ	Gelegenheitsl. dynamisch IMC	Gelegenheitsl. statisch	Depotlader	Evtl.Weitere Optionen?
Stadtlinie Gelenkbusse	✓ wenn wenig zusätzliche FL nötig	(✓) wenn keine zus. Busse erforderlich	(✓) wenn keine zus. Busse erforderlich	
Agglomerationslinie Gelenkbusse	✗ zu teuer wegen FL Investition	(✓) wenn keine zus. Busse erforderlich	✓ bei optimistischen Annahmen Batterie	
Agglomerationslinie Normalbusse	✗	✓ wenn keine zus. Busse erforderlich	✓ bei optimistischen Annahmen Batterie	
Regionallinie Gelenkbusse	✗	✗ zu teuer: Ladestat. und zus. Umläufen	✓	Brennstoffzelle oder Biotreibstoff? (Tageseinsätze über 400 - 500 km)
Regionallinie Normalbusse	✗	✗ zu teuer: Ladestat. und zus. Umläufen	✓	Brennstoffzelle oder Biotreibstoff? (Tageseinsätze über 400 - 500 km)
Quartierlinie Midibusse	✗	✓ Keine signifikante Kostendiff.	✓ 2.5 to Batterie	

Gelegenheitslader dynamisch /
IMC (In-Motion-Charging)
= Batterie-Trolleybus

Gelegenheitslader statisch
= Zwischenlader-Batteriebus

Quelle: Schlussbericht
E-Bus-Strategie, VVL

1

Ausgangslage

2

Herleitung

3

Ergebnisse

4

Weiteres
Vorgehen

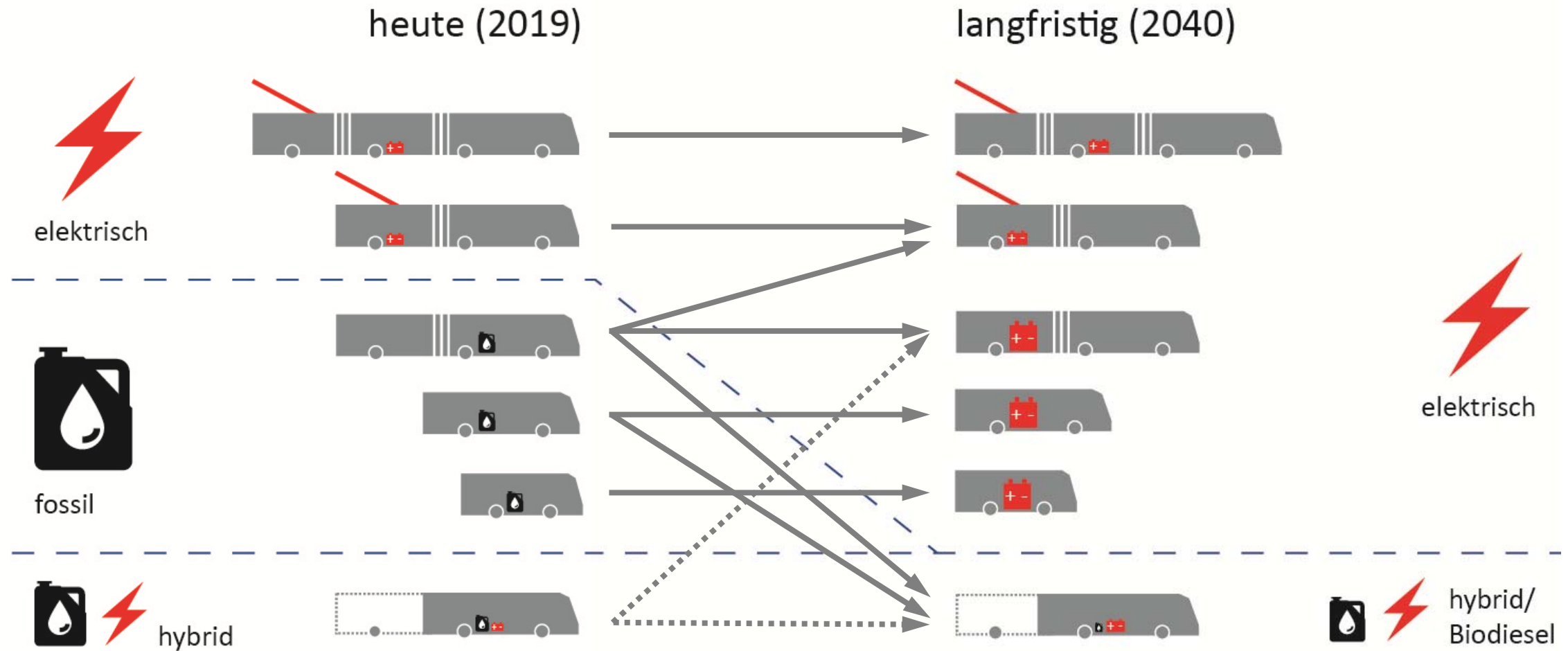
Ergebnisse

Kernbotschaften E-Bus-Strategie

- Bis 2040 wird der grösste Teil der Busse mit erneuerbaren Energien, emissionsfrei und effizient verkehren.
- Depotlader-Batteriebusse ersetzen sukzessive Dieselsebusse. Vor 2030 weisen sie allerdings noch zu geringe Reichweiten auf, um grossflächig Dieselsebusse ersetzen zu können.
- Batterie-Trolleybusse machen das Trolleybusliniennetz bereits mittelfristig flexibler. Das Fahrleitungsnetz wird als Lade-Infrastruktur weiterhin benötigt.
- Der Betrieb von E-Bussen ist bei heutigem Dieselpreis, evtl. auch langfristig, teurer und aufgrund zusätzlicher Einflussfaktoren zudem komplexer als jener von Dieselsebussen (bspw. Einsatzplanung, Lademanagement, Bahnersatz, etc.).

Ergebnisse

Strategie bei Umsetzung E-Bus-Strategie



Quelle: Eigene Darstellung

1

Ausgangslage

2

Herleitung

3

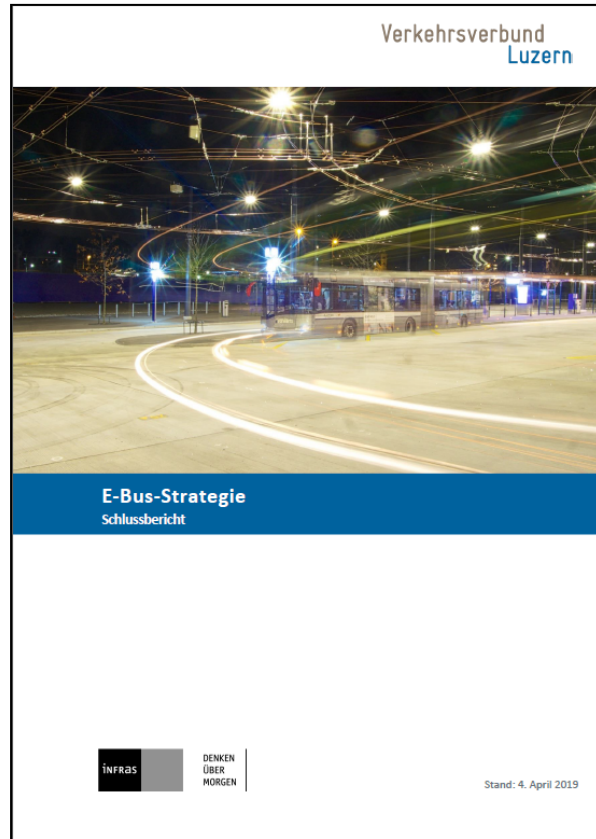
Ergebnisse

4

Weiteres
Vorgehen

Einbettung im Planungsumfeld

E-Bus-Strategie als Grundlage für weitere Planungen



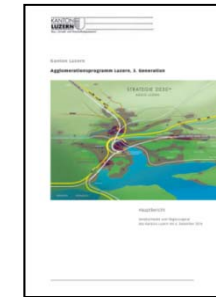
**Übergeordnete
Planungen**



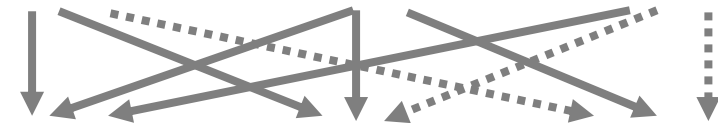
AggloMobil



öV-Bericht



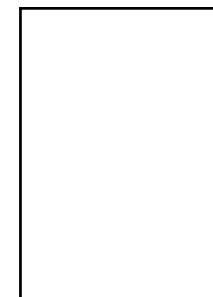
Aggloprogramm



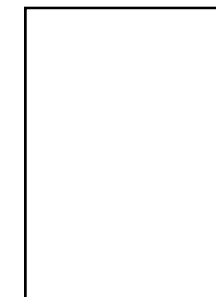
Umsetzungsprojekte



RBus-Linie 3



Pilotprojekt x



Umsetzung y ff

Weitere Handlungsfelder

Auch das Umfeld des öV-Fahrbetriebs hat Potential zur Erhöhung der Nachhaltigkeit

In E-Bus-Strategie nicht betrachtet: **Verbesserung Ökobilanz der Transportunternehmen auch durch Einsatz erneuerbarer Energien möglich**

- im Gebäudepark: energetische Sanierung
- bei der Energieerzeugung: bspw. Ausrüstung Dächer mit Photovoltaikanlagen
- für betriebliche Prozesse: bspw. Betrieb von Waschanlagen, Fahrten für Chauffeurwechsel, innerbetriebliches Mobilitätskonzept, etc.

Weiteres Vorgehen

Vorbereitung Umsetzung E-Bus-Strategie

- Erarbeitung von Pilotprojekten Depotlader-Batteriebus sowie Detailprojekte zu Batterie-Trolleybus ab Sommer 2019
- Einbetten der Strategie und Massnahmen im öV-Bericht 2022 bis 2025 2019/2020
- Umsetzung Massnahmen Batterie-Trolleybus ab 2020ff
- Umsetzung Massnahmen (Pilotprojekte) Depotlader-Bus ab 2021ff

Verkehrsverbund Luzern

weitere Informationen: vvl.ch