

Verkehrsverbund Luzern VVL

# Fossilfreier ÖV im Kanton Luzern

## Aktualisierte Strategie und Umsetzung für den bestellten Busverkehr

Zusammenfassende Ergebnisse der Vernehmlassung  
Zürich, 25. April 2024

Matthias Lebküchner (INFRAS), Stephan Brändli (OGS)



# Impressum

## **Fossilfreier ÖV im Kanton Luzern**

Aktualisierte Strategie und Umsetzung für den bestellten Busverkehr

Zusammenfassende Ergebnisse der Vernehmlassung

Zürich, 25. April 2024

3852a\_VVL-fossilfrei\_VNL-Bericht\_20240425.docx

## **Auftraggeber**

Verkehrsverbund Luzern VVL

## **Projektleitung**

VVL: Brigitte Schön, Daniel Heer

## **Begleitende Projektgruppe**

VVL

Transportunternehmen: vbl, PAG, AAGR, ARAG, BSF (ZVB)

Lokale Energielieferanten: CKW, ewl

Klimaexperte Kt. Luzern

## **Autorinnen und Autoren**

Matthias Lebküchner (INFRAS), Stephan Brändli (OGS)

INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 95

info@infrasc.ch

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Vernehmlassungsverfahren</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Zusammenfassende Ergebnisse</b>	<b>8</b>
3.1.	Ergebnis Ja/Nein-Antworten	8
3.2.	Wichtigste Bemerkungen	9
	<b>Annex: Details zu den Stellungnahmen</b>	<b>12</b>

## 1. Einleitung

### Ausgangslage

Der Verkehrsverbund Luzern (VVL) erarbeitete vor fünf Jahren die [E-Bus-Strategie 2019](#). Diese Strategie zeigte auf, mit welchen Antriebsoptionen sich die folgende, an die kantonale Klimastrategie angelehnte Vision des VVL umsetzen lässt: Um 2040 fahren im Kanton Luzern nur noch mit erneuerbarer Energie betriebene, energieeffiziente und emissionsarme Busse.

Die Forschung und Entwicklung alternativer Antriebstechnologien zum Dieselbus waren in den letzten Jahren dynamisch. Deshalb liess der VVL seine im Jahr 2019 erarbeitete Strategie aktualisieren. Im Zentrum standen dabei folgende Fragen: Wie und in welchem Zeitraum lässt sich die bestehende Dieselbusflotte vollständig auf fossilfreie Antriebe umstellen?

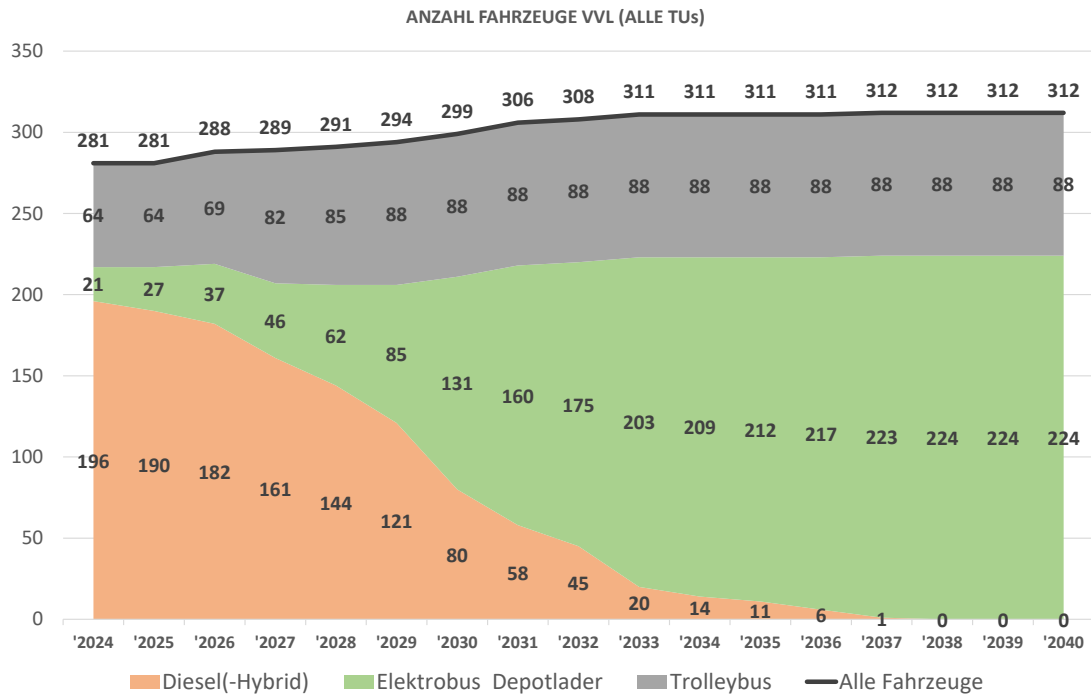
Basierend auf der aktualisierten Strategie wurden zudem die Umsetzungskonzepte auf Ebene der Transportunternehmen erarbeitet. Diese hatten zum Ziel, einerseits die technische Umsetzbarkeit der Strategie nachzuweisen. Andererseits sollen sie den Umsetzungspfad aufzeigen, wie die Vision 2040 erreicht werden kann inkl. Finanzbedarf für die zusätzlichen Abgeltungen als Folge der Umstellung auf eine fossilfreie Busflotte.

### Wichtigste Ergebnisse der aktualisierten Strategie und des Umsetzungskonzepts

Die bestehende Strategie hat sich bestätigt. Batteriebusse erfüllen die Prämisse «erneuerbar – effizient – emissionsarm» nach wie vor am besten. Die Erkenntnis, dass der Einsatz von Bio-treibstoffen und e-Fuels (darunter auch Wasserstoff) im öffentlichen Busverkehr nicht zweckmässig ist, hat sich weiter verdichtet. Dies vor allem auch, weil sich die Batteriebusse besser als erwartet weiterentwickelt haben. Die im Jahr 2019 eingeschlagene strategische Stossrichtung für eine fossilfreie Busflotte bis 2040 hat somit weiterhin Gültigkeit. Neben der Weiterentwicklung des Trolleybusnetzes im Raum Luzern soll die Dieselbusflotte im gesamten VVL-Gebiet auf Depotlader-Batteriebusse, die typischerweise im Depot mit 100% erneuerbarem Strom geladen werden, umgestellt werden. Die Reichweiten von Depotlader-Batteriebussen haben sich in den letzten Jahren verbessert und werden sich gemäss aktuellen Prognosen weiter erhöhen.

Die Umsetzungskonzepte auf Ebene der Transportunternehmen bestätigen die technische Machbarkeit mit Depotlader-Batteriebusse. Das Ziel «2040 fossilfrei» ist erreichbar (vgl. folgende Abbildung).

Abbildung Z-1: Elektrifizierungspfad VVL 2024 bis 2040 (vbl, PAG, ARAG, AAGR, BSF/ZVB)



Eine grosse Herausforderung stellt die Elektrifizierung der Depots mit einem grossen Erstinvestitionsvolumen bei praktisch allen TU zwischen 2026 und 2030 dar. Die Transportunternehmen müssen die entsprechenden Projekte rasch konkretisieren und genehmigungsfähige Bau- und Umstellungsprojekte ausarbeiten. Verzögerungen bei den Ladeinfrastrukturen bzw. Depotumbauten haben starke Auswirkungen auf den vorgesehenen Umstellungspfad bzw. die Fahrzeugbeschaffungen.

Finanziell ergibt sich für den VVL ab 2026 ein sukzessiver Anstieg der Abgeltungen; mit Förderbeiträgen des Bundes für die Fahrzeugbeschaffung steigen diese bei vollständiger Umstellung (und heutigem Angebot) auf ca. + 6 Mio. CHF pro Jahr, was einer Zunahme von knapp 20% entspricht. Beiträge aus dem Agglomerationsprogramm für die Ladeinfrastrukturen in den Depots sowie allfällige weitere Fördermittel würden die Mehrabgeltungen reduzieren. Diesen Mehrkosten stehen als Nutzen 14'000 Tonnen vermiedene Treibhausgase pro Jahr sowie geringere Lärm- und Luftschadstoffemissionen gegenüber.

### Gegenstand der Vernehmlassung

Gegenstand der Vernehmlassung war der Gesamtbericht «Fossilfreier ÖV im Kanton Luzern, Aktualisierte Strategie und Umsetzung für den bestellten Busverkehr» vom 7. Februar 2024.

## 2. Vernehmlassungsverfahren

### Vorgehen, Adressaten

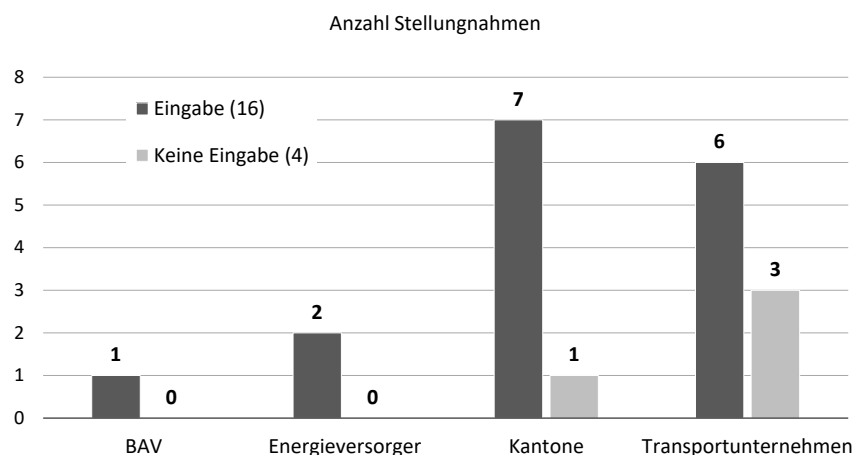
Die Vernehmlassung wurde mittels Fragebogen bei einem beschränkten Adressatenkreis, bestehend aus dem Kanton Luzern, den Nachbarkantonen, dem BAV, den Transportunternehmen sowie Energieversorger durchgeführt.

Der Fragebogen umfasste die folgenden neun Fragen:

- Beurteilen Sie die Annahmen für die Berechnung der Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturkosten als realistisch (Kap. 4.1 und 4.2)?
- Ist der Gesamtbericht für Sie im Allgemeinen verständlich und sind die Ergebnisse nachvollziehbar?
- Ist der künftige Genehmigungsprozess für Fahrzeugbeschaffung und Infrastrukturen für Sie verständlich (Kap. 6.2)?
- Sehen Sie den aufgezeigten Elektrifizierungspfad im Kanton Luzern als realistisch an (Kap. 3.3)?
- Sehen Sie die Robustheit der Strategie bzw. des Umsetzungspfads als gegeben (Kap. 4.5)?
- Sehen Sie weitere Risiken oder Stolpersteine bei der Umsetzung (Kap. 4.6)?
- Sind Sie mit den Folgerungen aus der Aktualisierung der Strategie einverstanden (Kap. 2.5)?
- Teilen Sie die Einschätzung zur Umsetzbarkeit der Strategie (Kap. 3.2)?
- Haben Sie weitere Bemerkungen?

### Rücklauf

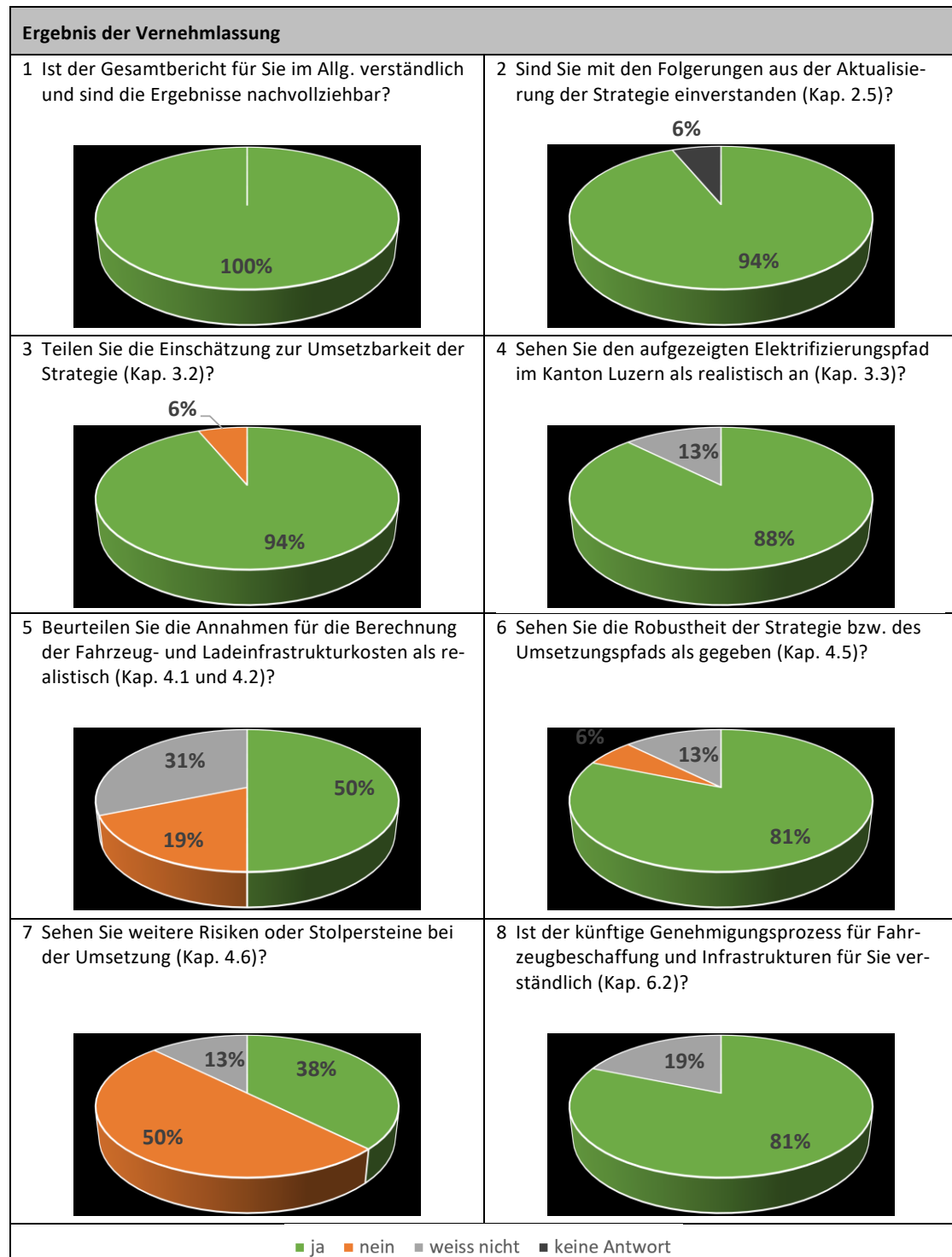
Insgesamt wurden 20 Adressaten im Zeitraum vom 12. Februar bis 12. März 2024 zur Stellungnahme eingeladen; 16 davon haben den Fragebogen beantwortet, 4 haben darauf verzichtet.



Kategorie	Adressaten	Eingabe	Keine Eingabe
BAV	BAV	X	
Energieversorger	ckw	X	
Energieversorger	ewl	X	
Kanton	Kt. Luzern	X	
Kanton	Kt. Aargau	X	
Kanton	Kt. Bern	X	
Kanton	Kt. Nidwalden	X	
Kanton	Kt. Obwalden	X	
Kanton	Kt. Zug	X	
Kanton	Kt. Schwyz	X	
Kanton	Kt. Uri		X
Transportunternehmen	VBL	X	
Transportunternehmen	PAG	X	
Transportunternehmen	ARAG	X	
Transportunternehmen	AAGR	X	
Transportunternehmen	ZVB	X	
Transportunternehmen	SBB		X
Transportunternehmen	zb	X	
Transportunternehmen	SOB		X
Transportunternehmen	BLS		X

### 3. Zusammenfassende Ergebnisse

#### 3.1. Ergebnis Ja/Nein-Antworten





## 3.2. Wichtigste Bemerkungen

Aus den Eingaben lässt sich folgendes festhalten:

- Alle Eingaben beurteilen den Gesamtbericht als verständlich und die Ergebnisse als nachvollziehbar.
- Die Folgerungen aus der aktualisierten Strategie werden grossmehrheitlich gestützt (94%, Rest hat Frage nicht beantwortet).
- Ebenfalls teilt eine grosse Mehrheit die Einschätzung, dass die Strategie umsetzbar ist (94%) und der aufgezeigte Elektrifizierungspfad realistisch sei (88%).
- Die Annahmen für die Berechnungen der Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturkosten werden von der Hälfte als realistisch eingeschätzt. 19% erachten sie als unrealistisch. Und knapp ein Drittel hat mit «weiss nicht» geantwortet.
- Die Robustheit der Strategie bzw. des Umsetzungspfads wird grossmehrheitlich (81%) als gegeben beurteilt.
- Die Hälfte sieht gegenüber den Ausführungen im Bericht keine weiteren Risiken oder Stolpersteine, 38% hingegen schon (Hinweis: hier vermuten wir teilweise eine Verwechslung der «Ja»- und «Nein»-Antworten, da bei allen anderen Fragen ein «Ja» gleichbedeutend mit einer Zustimmung zur VVL-These war. Bei dieser Fragestellung dagegen konnten mit «Ja» noch weitere Risiken genannt werden, was aber teils nicht gemacht wurde.).
- Der skizzierte Genehmigungsprozess wird grossmehrheitlich als verständlich eingeschätzt (81%).

Die wichtigsten, teilweise mehrfach eingebrachten Themen sind:

- Das **Ausklammern der Bahnersatzleistungen** wird als problematisch erachtet  
*Haltung VVL: Wie im Bericht erwähnt, handelt es sich hierbei um ein Sonderthema, das zusammen mit den Bahnunternehmen anzugehen ist. Die Strategie des Kt. LU mit den Depotladern unterstützt die Möglichkeiten für Bahnersatz im Gegensatz zu reinen Gelegenheitsladern mit kleinen Batterien und dezentralen Ladeinfrastrukturen.*  
 ⇒ im Bericht wird ein entsprechender Hinweis ergänzt (Kap. 3.1)
- **Flächenbedarf für Depotausbauten** wird als grosse Herausforderung gesehen.  
*Haltung VVL: die Folgen für den zusätzlichen Flächenbedarf in den Depots aufgrund der zusätzlich benötigten Fahrzeuge sind dem VVL bewusst; das Thema muss bei den Depotkonzepten der TU einfließen. Die daraus resultierenden Kosten werden bei der Budgetierung der Umstellung auf fossilfreie Busse berücksichtigt.*  
 ⇒ im Bericht wird ein entsprechender Hinweis ergänzt (Kap. 4.1)
- Die **starke Konzentration der Umstellung in den Jahren 2029 bis 2031** ist sehr ambitioniert und könnte zu Verzögerungen führen.

*Haltung VVL: Der VVL ist sich dessen bewusst. Der aufgezeigte Pfad orientiert sich an den ordentlich zu ersetzenden Dieseln und leitet sich aus dem im Planungsbericht Klima- und Energiepolitik des Kantons Luzern geforderten Ziel eines fossilfreien ÖV bis 2040 ab. Deshalb soll an diesem Umstellungspfad festgehalten werden.*

*⇒ Keine Anpassungen im Gesamtbericht*

- Die **Annahmen zu den Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturkosten** werden teilweise angezweifelt.

*Haltung VVL: Mit den Sensitivitätsanalysen wurde diesen Unsicherheiten Rechnung getragen. Daraus gehen auch die Bandbreite der Auswirkungen auf die Abgeltungen im Sinne minimal/maximal hervor.*

*⇒ Keine Anpassungen im Gesamtbericht*

- Als weitere, gegenüber den im Bericht ausgeführten **Risiken** wurden folgende Aspekte erwähnt:
  - Einfluss auf Kostendeckungsgrad und damit die Mitfinanzierung Bund
  - Die Finanzierung der Mehrkosten, insbesondere wenn der Bund Einsparungen beim regionalen Personenverkehr durchsetzen sollte.
  - Anforderungen bei Bauprojekten in Bezug auf Umgang mit Batterien und Brandschutzanforderungen

*⇒ Diese Risiken werden Gesamtbericht ergänzt (Kap. 4.6)*

- Im Zusammenhang mit dem **Genehmigungsprozess** für Fahrzeugbeschaffung und Infrastrukturen wurde v.a. auf folgendes hingewiesen:
  - Der Beschaffungsentscheid ist aufgrund langer Vorlaufzeiten vor Offerte für Fahrplanangebot notwendig. Deshalb wird ein einfaches, klares Vorgehen und pragmatischer Umgang mit Kostenunsicherheiten gewünscht (bspw. Kostenschätzungen baulicher Massnahmen auf Stufe Studie +/- 25%, Kostenvoranschlag auf Stufe Vorprojekt +/- 15%, Kostenvoranschlag auf Stufe Bauprojekt +/- 10%).

*Haltung VVL: Handhabung und Abrechnung wie bei heutigen grösseren Investitionen. Unterschied ist einzig, dass die Investitionssummen möglicherweise höher sind.*

*⇒ Keine Anpassungen im Gesamtbericht*

- Planungssicherheit für die TU angesichts des hohen Investitionsbedarfs.

*Haltung VVL: Im Grundsatz gibt es bereits heute eine Planungssicherheit für die KTU. Mit der Elektrifizierung sind die Investitionen nun deutlich höher. Das vorgesehene Verfahren wird einfacher und verlässlicher sein für die KTU.*

*⇒ Keine Anpassungen im Gesamtbericht*

- Die Zielerreichung von netto Null 2040 gemäss kantonalem Planungsbericht Klima und Energie wird unterdessen auch vom Klima- und Innovationsgesetz (KLG), welches im Jahr 2023 auf Bundesebene angenommen wurde, als Erwartung an die Kantone gerichtet.  
⇒ *Im Bericht wird ein entsprechender Hinweis ergänzt (Kap. 4.6)*

Die einzelnen Eingaben und die Beantwortung durch den VVL sind, gegliedert nach den neun Fragen, im Annex zusammengestellt.

## Annex: Details zu den Stellungnahmen

Frage 1: Ist der Gesamtbericht für Sie im Allgemeinen verständlich und sind die Ergebnisse nachvollziehbar?					
Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	ja	Keine Ergänzungen / Anmerkungen			
ARAG	ja				
BAV	ja				
BUWD	ja		<p>Wir begrüßen es sehr, dass keine dezentrale Lademöglichkeiten geschaffen werden müssen (Aussage S. 6)</p> <p>Hingegen wird im Annex 2 bei den Bushub eine dezentrale Lademöglichkeit gefordert. Dies ist im Widerspruch. Wir erachten Vorinvestitionen bei den Bushub in Lademöglichkeiten als wenig zielführend. Ladestellen an Bushub erfordern zusätzlichen Platz und Investitionen, welche aus unserer Sicht nicht gerecht fertig sind. Für eine Ladestation an einem Bushub braucht es einen klaren Nachweis für die Verwendung inkl. Betriebskonzept. Die Kosten für die Ladestation sind wie mit dem VVL vereinbart durch die Betreiber / den VVL zu übernehmen.</p> <p><u>Im Annex 2 muss daher zumindest folgendes geändert werden:</u></p> <p>Die Kosten trägt der Infrastruktureigner. Es muss heissen, die Kosten trägt der VVL / Betreiber. Die Ladeinfrastruktur sind Teil der Betriebskosten analog der Tankstelle.</p> <p>Die Thematik wurde bereits am Austasuch zwischen DS vif - VVL - BUWD DS thematisiert.</p>	Im Annex 2 die Themen ausreichend beschrieben. Gerade für die Erbringung von Bahnersatzverkehr ist das Vorhalten von Leerrohren für evtl. spätere Ladestationen essentiell. Durch das Verlegen von Leerrohren während dem Umbau/Neubau eines Bushubs sollen spätere höhere Kosten vermieden werden. Die Formulierung wurde wie folgt angepasst: Die Kosten sind bei der Finanzierung der Bushubs zu berücksichtigen (Infrastruktur-Finanzierung).	ja
CKW	ja				
EWL	ja				
KtAG	ja				
KtBE	ja				
KtNW	ja				
KtOW	ja				
KtSZ	ja		Der Gesamtbericht ist gut strukturiert und bietet eine klare Darstellung der Ergebnisse, was die Nachvollziehbarkeit erleichtert.	Kenntnisnahme	nein
KtZG	ja				
PAG	ja				
VBL	ja		Es ist ein ambitionierter Umsetzungspfad auf Elektro-Busse vorgesehen.	Kenntnisnahme	nein
ZB	ja				
ZVB	ja				

**Frage 2: Sind Sie mit den Folgerungen aus der Aktualisierung der Strategie einverstanden (Kap. 2.5)?**

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	ja	Keine Ergänzungen / Anmerkungen			
ARAG	ja				
BAV	ja		Es ist bemerkenswert, dass der VVL ganz auf Depotladung setzt.	Kenntnisnahme	nein
BUWD	ja				
CKW	ja				
EWL	ja				
KtAG	ja				
KtBE	ja		Der Ausbau eines vorhandenen Trolleybusnetzes ist aktuell immer noch eine wirtschaftliche Alternative zu Depotladern und ist in diesen Fällen den Depotladern vorzuziehen.	Kenntnisnahme	nein
KtNW	ja				
KtOW	keine Antwort				
KtSZ	ja		Die Folgerungen aus der Aktualisierung der Strategie erscheinen sinnvoll und auf Basis der vorliegenden Daten nachvollziehbar.	Kenntnisnahme	nein
KtZG	ja				
PAG	ja				
VBL	ja		Elektro-Busse sind für den öV Ortsverkehr und für die nähere Region am Besten geeignet.	Kenntnisnahme	nein
ZB	ja				
ZVB	ja		Einfluss der Mehrkosten auf den Kostendeckungsgrad und damit der Mitfinanzierung durch den Bund müsste noch vertieft beleuchtet werden.	Wird als Risiko im Gesamtbericht mitaufgenommen.	Ja (Kap. 4.6)

## Frage 3: Teilen Sie die Einschätzung zur Umsetzbarkeit der Strategie (Kap. 3.2)?

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	ja	Keine Ergänzungen / Anmerkungen			
ARAG	ja				
BAV	ja		Es ist bemerkenswert, dass der VVL ganz auf Depotladung setzt.	Kenntnisnahme	nein
BUWD	ja		Im Bericht wird auf die Wartungskosten von E-Bussen inklusive Batterieersatz im Vergleich zu Diesel-Bussen eingegangen. Es wäre interessant zu wissen, wie hoch der Unterschied der Wartungskosten exklusive Batterieersatz ausfällt. Dies unter anderem vor dem Hintergrund, dass sinkende Batteriekosten und höhere Lebensdauer der Batterien erwartet werden können.	Die Abschätzung der Wartungskosten von E-Bussen im Vergleich zu Dieseln ist aufgrund von fehlenden Erfahrungswerten zurzeit schwierig abzuschätzen. Entsprechend sind auch die Wartungskosten exkl. Batterieersatz schwer zu quantifizieren.	nein
CKW	ja				
EWL	ja				
KtAG	ja				
KtBE	nein	Die Ausklammerung der <u>Bahnersatzleistungen</u> bei den Rahmenbedingungen (Kap. 3.1) erachten wir als problematisch. Mit der Elektrifizierung werden Synergien wegfallen und es könnte auch zusätzlicher Fahrzeugbedarf ausgelöst werden. Dies wiederum löst auch einen Flächenbedarf aus. Die abgeltungsberechtigten Bus-TU werden auch zukünftig Bahnersatzleistungen erbringen müssen, damit die ÖV-Reiseketten sichergestellt werden können. Es ist nicht davon auszugehen, dass Private diese Leistungen sicherstellen werden. Depotstandorte: <u>Flächenbedarf für Depotausbauten ist im Kanton Bern eine grosse Herausforderung mit grossem Verzögerungspotenzial</u> . Wir sind erstaunt, dass dies im Kanton Luzern kein Problem ist. Auch die Bereitstellung der notwendigen <u>Ladeleistungen</u> ist häufig nicht unproblematisch. Ist dies im Kanton Luzern kein Problem? Dezentrale Ladeinfrastrukturen (vorzugsweise an Bahn- oder Busknoten) sollten zwingend geprüft werden. Es könnten sich damit eventuell teure Einstellfahrten gespart werden. Der letzte Kauf eines Dieselbus im 2024 und eine vollständige Umstellung bis 2037 ist ambitiös.	Die Strategie fokussiert sich sehr stark auf den Fahrzeugbedarf und die möglichen Folgekosten. Sind die für die Umsetzung wichtigen Rahmenbedingungen (u.a. benötigte Flächen für zusätzlichen Fahrzeugbedarf, zeitgerechte Elektrifizierung der Depots inkl. Bereitstellung der benötigten Ladeleistungen; Bahnersatzleistungen) genügend berücksichtigt? Aktuell gehen viele Unternehmen davon aus, dass sie Ende der 20', Anfang 30'er Jahre sehr viele Elektrofahrzeuge bestellen möchten. Kann die Industrie die gewünschte Anzahl überhaupt bereitstellen. Führt der mögliche Nachfrageüberhang nicht dazu, dass die Preise kaum sinken werden?	Bahnersatzleistungen: Wie im Bericht erwähnt, handelt es sich hierbei um ein Sonderthema, das zusammen mit den Bahnunternehmen anzugehen ist. Die Strategie des Kt. LU mit den Depotladern unterstützt jedoch die Möglichkeiten für Bahnersatz im Gegensatz zu reinen Gelegenheitsladern mit kleinen Batterien und dezentralen Ladeinfrastrukturen => im Bericht wird ein entsprechender Satz ergänzt.  Flächenbedarf: die Folgen für den zusätzlichen Flächenbedarf in den Depots aufgrund der zusätzlich benötigten Fahrzeuge sind dem VVL bewusst und fliesst bei den Depotkonzepten der TU ein => Bemerkung im Bericht ergänzen.  Ladeleistung: Bereitstellung der erforderlichen Ladeleistung wurde im Rahmen der Umsetzungskonzepte mit den Energieversorgern diskutiert und als machbar beurteilt.	Ja (Kap. 3.1)  Ja (Kap. 4.1)  Nein
KtNW	ja				
KtOW	ja				
KtSZ	ja		Die Umsetzbarkeit der Strategie wird positiv eingeschätzt, wobei einige Herausforderungen und mögliche Risiken berücksichtigt werden müssen.	Kenntnisnahme	nein
KtZG	ja				
PAG	ja				
VBL	ja		Mehrbedarf an Fahrzeugen und Fahrzeugwechsel ist identifiziert. Zusätzlicher Garagierungsplatz aufgrund grösserer Fhz-Flotte wird notwendig. Passende Garagierungs- und Ladelösungen bei den Unternehmungen müssen rechtzeitig koordiniert und geplant werden. Garagierungsplatz und Ladestationen sind kritische Faktoren, zusätzlicher Depotplatz wird notwendig, sprungfixe Kosten.	Zusätzliche Abstellflächen sind von TU im Rahmen der Depotkonzepte zu berücksichtigen => Bemerkung im Bericht ergänzen.	Ja (Kap. 4.1)
ZB	ja				
ZVB	ja				

**Frage 4: Sehen Sie den aufgezeigten Elektrifizierungspfad im Kanton Luzern als realistisch an (Kap. 3.3)?**

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	ja	Keine Ergänzungen / Anmerkungen			
ARAG	ja		Die starke Konzentration in den Jahren 2029 bis 2031 kann zu Verzögerungen führen	Das ist richtig; vorläufig soll jedoch an diesem Umstellungspfad festgehalten werden, weil er sich an den ordentlich zu ersetzenden Dieselnissen orientiert.	Nein
BAV	weiss nicht		Es ist nicht auszuschliessen, dass der aufgezeigte Elektrifizierungspfad durch Liefer- und Projektverzögerungen bezüglich Fahrzeuge wie auch Ladeinfrastruktur nicht eingehalten werden kann (vgl. Kap. 4.6 Risiken).	Richtig; siehe Kommentar oben	Nein
BUWD	ja				
CKW	ja				
EWL	ja				
KtAG	ja				
KtBE	ja		Die Umsetzung liegt primär in der Verantwortung der Transportunternehmen.	Auch der Besteller hat über Genehmigung der Investitionsgesuche Verantwortung zu übernehmen und finanziert die Umsetzung des fossilfreien ÖV. Für den Besteller ist es wichtig zu wissen, welche Kosten wann anfallen.	Nein
KtNW	ja				
KtOW	ja				
KtSZ	weiss nicht		Der Elektrifizierungspfad im Kanton Luzern erscheint ambitioniert, Die zusätzlichen Kosten für die Umstellung auf Elektrobusse könnten eine Herausforderung darstellen.	Der VVL ist sich dessen bewusst. Der aufgezeigte Pfad leitet sich aus dem im Planungsbericht Klima- und Energiepolitik des Kantons Luzern geforderten Ziel eines fossilfreien ÖV bis 2040 ab.	Nein
KtZG	ja				
PAG	ja				
VBL	ja		Der Elektrifizierungspfad ist ambitiös und hängt von mehreren Faktoren ab: - Finanzierung - Verfügbarkeit der Fahrzeuge mit Ladeinfrastruktur inkl. elektrische Erschliessung ab Energieversorgungsunternehmen. - Garagierungsplatz	Der VVL ist sich dessen bewusst. Der aufgezeigte Pfad leitet sich aus dem im Planungsbericht Klima- und Energiepolitik des Kantons Luzern geforderten Ziel eines fossilfreien ÖV bis 2040 ab.	Nein
ZB	ja				
ZVB	ja		Technisch und unternehmerisch ist der aufgezeigte Realisierungspfad unserer Ansicht nach realistisch. Eine erfolgreiche Umsetzung im angestrebten Zeithorizont ist aber abhängig von den verfügbaren finanziellen Mitteln und dem politischen Willen.	Der VVL ist sich dessen bewusst.	Nein

**Frage 5: Beurteilen Sie die Annahmen für die Berechnung der Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturkosten als realistisch (Kap. 4.1 und 4.2)?**

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	nein	siehe eMail vom 14.11.2023 an Matthias Lebküchner - Abschreibungsdauer von 12 Jahren erachten wir als nicht realistisch - Zinssatz von 1,5% entspricht nicht der aktuellen Marktsituation (realistisch 2,5%) - Abschreibedauer Ladeinfrastrukturen Trafo, technische Einrichtungen max 10 Jahre	Unsere Stellungnahme Mail vom 14.11.2023 wird als Beilage zugestellt.	Lebensdauer Fahrzeuge: siehe Kommentar oben. Für die Analysen wurde eine über den VVL einheitliche Annahme im Sinne eines Durchschnittswerts (wie auch bei anderen Annahmen) getroffen; bei der einen TU ist diese Annahme tiefer, bei anderen höher. Zinssatz ist grundsätzlich volatil; die Auswirkungen eines höheren Zinses (2.5%) wurden in den Sensitivitätsanalysen aufgezeigt. Bei der Abschreibedauer der Ladeinfrastrukturen handelt es sich auch um einen Durchschnittswert über den ganzen VVL, der mit den Energieversorger verifiziert wurde.	nein
ARAG	ja				
BAV	ja		Die getroffenen Annahmen erscheinen aus heutiger Sicht insgesamt realistisch. Bei den Fahrzeugunterhaltskosten wurde bislang angenommen, dass diese bei den Elektrobussen verglichen mit Dieselnissen tiefer liegen.	Bei den Fahrzeugunterhaltskosten wurden die Annahmen aufgrund noch fehlender, belastbarer Erfahrungswerte konservativ angenommen. Tiefer wie auch höhere Unterhaltskosten bei E-Bussen ggü. Dieselnissen wurden in der Sensitivitätsanalyse abgebildet.	nein
BUWD	weiss nicht		Bei den Kosten für die Busbeschaffung fehlt eine Angabe zur verwendeten Grundlage. Ohne diese sind die Angaben zu den Kosten schwer nachvollziehbar. Ebenfalls schwierig nachvollziehbar ist es, wie die Zahl von 225 Ladepunkten hergeleitet wurde.	Die Busbeschaffungskosten basieren auf bisherigen Erfahrungswerten der TU; je nach Lieferant und Anforderungen an die Fahrzeugspezifikationen/-ausrüstungen variieren diese. Die den Berechnungen unterstellten Werte sind im Sinne eines Durchschnittswertes über den gesamten VVL zu verstehen.  Die Anzahl erforderlicher Ladepunkte widerspiegelt die Anzahl in Batteriebusse (inkl. Zusatzbusse), welche die Dieselnisse ab 2026 ersetzen, sowie ca. +10% betriebliche Reserve bzw. Redundanz für ausfallende Ladepunkte => Hinweis im Bericht ergänzen	ja (Kap. 4.1)  Ja (Kap. 4.1)
CKW	ja				
EWL	weiss nicht	Ich komme aus der Energiebranche und somit ist es für mich schwierig diese Kosten abzuschätzen.		Kenntnisnahme	
KtAG	ja				
KtBE	nein	Die Lebensdauer der Fahrzeuge sollte bei Elektrobussen länger sein. Dafür wird nebst dem Batterieersatz wohl ein kleineres Refit notwendig sein.		Die 12 Jahre Lebensdauer ist eine eher konservative Annahme, um die Kostenauswirkungen nicht zu unterschätzen. Zudem wurden hierzu Sensitivitätsanalysen gemacht. Die Lebensdauer wird im Rahmen des Monitorings der Umstellung auf fossilfreie Busse laufend aufgrund der Erfahrungen überprüft.	nein
KtNW	ja				
KtOW	ja				
KtSZ	weiss nicht		Die Annahmen für die Berechnung der Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturkosten erscheinen aus aktueller Sicht plausibel. Insbesondere bei der Entwicklung der Energiekosten (Kap. 4.2) ist jedoch zu beachten, dass aufgrund zahlreicher Entwicklungen und nicht vorsehbarer Einflussfaktoren die Prognosen für zukünftige Kosten mit einigen Unsicherheiten behaftet sind. Es wäre daher ratsam, die Kostenentwicklung kontinuierlich zu überwachen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.	Kenntnisnahme	nein
KtZG	ja				



## Frage 5: Beurteilen Sie die Annahmen für die Berechnung der Fahrzeug- und Ladeinfrastrukturkosten als realistisch (Kap. 4.1 und 4.2)?

Fortsetzung

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
PAG	nein	Energiekosten: Es muss auch noch mit Wirkungsgradverlusten an der Ladeinfrastruktur von ca. 10% gerechnet werden. Zudem wurden keine Kosten für den Leistungsbezug (i. d. R. 8-10 CHF/kWh und Monat) eingerechnet. Daher scheinen uns 0.27 CHF/kWh eher tief angesetzt zu sein.	Wir hatten anlässlich einer Projektgruppensitzung im vergangenen Herbst einmal mündlich kurz darauf hingewiesen, dass wir den Preis pro kWh eher bei 0.3 CHF/kWh einschätzen würden. An dieser Einschätzung hat sich seither nichts weiter etwas verändert.	Das ist richtig; der Wirkungsgradverlust ist bei der Abschätzung der Stromkosten nicht berücksichtigt. Die Energiekosten sind damit tendenziell unterschätzt. Dieser Effekt dürfte über die Jahre durch energieeffizientere Antriebe zumindest teilweise kompensiert werden. In der Sensitivitätsanalyse sind die Auswirkungen eines rund 10% höheren Strompreises bzw. für 30 Rp./kWh aufgezeigt. => Hinweis im Bericht ergänzen	ja (Kap. 4.2)
VBL	weiss nicht		Die Annahmen sind mit Unsicherheiten behaftet. Konkrete Angebote und Betriebserfahrungen werden diese festigen. Vorschlag für die Sensitivitäts-Analyse Betriebskosten: der Dieselpreis (+/- 30 Rp. pro Liter) sollte mit berücksichtigt werden und der Strompreis sollte z.B. +50% eingesetzt werden (in der kürzeren Vergangenheit haben die Energiepreise stark variiert).	Energiepreise sind und bleiben volatil, sowohl Diesel als auch Strom, wobei beide Energieträger mittelfristig in ähnliche Richtung tendieren. Werden Diesel- und Strompreise in ähnlichem Masse teurer, so sind die Mehrabgeltungen wiederum ähnlich hoch.	nein
ZB	ja		Die Betriebskosten sollten grundsätzlich sinken, insofern die Energiepreise nicht zu stark ansteigen. Zumindest ist dieser Effekt beim elektrifizierten MIV sehr gut zu erkennen.	Kenntnisnahme	nein
ZVB	weiss nicht		Müsste eventuell auch bei den <u>Ladepunkten</u> eine Preisabnahme von 0.5% p.a. eingerechnet werden?  Müssten bei den Fahrzeugunterhaltskosten nicht auch Investitionen in die <u>Werkstattinfrastruktur (Dacharbeitsplatz) sowie Kosten für die Ausbildung des Personals</u> berücksichtigt werden?	Davon könnte man durchaus ausgehen, die Kalkulation wurde bewusst vorsichtig angesetzt.  Besondere Werkstattkosten müssen in den jeweiligen Bauprojekten verifiziert und berücksichtigt werden. Dadurch könnte der Unterhaltskostensatz steigen; eine entsprechende Sensitivität (10% höhere Fahrzeugunterhaltskosten) wurde aufgezeigt.	nein

## Frage 6: Sehen Sie die Robustheit der Strategie bzw. des Umsetzungspfads als gegeben (Kap. 4.5)?

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	ja	Keine Anmerkungen / Ergänzungen			
ARAG	ja				
BAV	weiss nicht		Die Modellierung wurde nicht detailliert analysiert.	Kenntnisnahme	nein
BUWD	ja				
CKW	ja				
EWL	ja				
KtAG	ja				
KtBE	nein	Kann der Flächenmehrbedarf für zusätzliche Fahrzeuge bereitgestellt und die Elektrifizierung der Depotinfrastruktur zeitgerecht umgesetzt werden? Beschaffungsspeak Ende 20'/Anfang 30'er Jahre herausfordernd.		Der VVL ist sich dessen bewusst. Der aufgezeigte Pfad leitet sich aus dem im Planungsbericht Klima- und Energiepolitik des Kantons Luzern geforderten Ziel eines fossilfreien ÖV bis 2040 ab.	nein
KtNW	ja				
KtOW	weiss nicht				
KtSZ	ja		Die Robustheit der Strategie und des Umsetzungspfads wird trotz der finanziellen Belastung durch die Umstellung auf Elektromobilität als gegeben angesehen, jedoch sollten mögliche <u>Einsparungspotenziale</u> weiter untersucht werden.	Kenntnisnahme	nein
KtZG	ja				
PAG	ja		Der Strompreis hat eine enorme Sensitivität +1 Rp./kWh = +2.3% Abgeltungen!!	Kenntnisnahme. Energiepreise sind und bleiben volatil, sowohl Diesel als auch Strom, wobei beide Energieträger mittelfristig in ähnliche Richtung tendieren. Werden Diesel- und Strompreise in ähnlichem Masse teuer, so sind die Mehrabgeltungen wiederum ähnlich hoch.	nein
VBL	ja		Die wesentlichen Einflussgrössen und deren Auswirkungen sind erfasst.	Kenntnisnahme	
ZB	ja				
ZVB	ja				

## Frage 7: Sehen Sie weitere Risiken oder Stolpersteine bei der Umsetzung (Kap. 4.6)?

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	nein				
ARAG	nein				
BAV	ja	Die politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen können im Einzelnen ebenfalls Änderungen erfahren.		Kenntnisnahme	nein
BUWD	nein				
CKW	nein				
EWL	nein				
KtAG	nein				
KtBE	ja	Das Risiko von Projektverzögerungen bei notwendigen Depotum- oder -neubauten fehlt. Der erhöhte Fahrzeugbedarf löst zudem einen zusätzlichen Platzbedarf aus. Die zeitgerechte Realisierung dieser Projekte ist aus unserer Sicht eine grosse Herausforderung. Insbesondere das Finden von geeigneten Flächen stellt sich häufig als sehr schwierig heraus.		Kenntnisnahme Flächenbedarf: die Folgen für den zusätzlichen Flächenbedarf in den Depots aufgrund der zusätzlich benötigten Fahrzeuge sind dem VVL bewusst und fliesst bei den Depotkonzepten der TU ein => Bemerkung im Bericht ergänzen	ja (Kap. 4.1)
KtNW	ja			Antwort müsste vermutlich "nein" sein, da keine Begründung bzw. keine Ausführung der weiteren Risiken	
KtOW	weiss nicht				
KtSZ	ja	Die Finanzierung der Mehrkosten stellt ein reelles Risiko dar, insbesondere wenn der Bund Einsparungen beim regionalen Personenverkehr durchsetzen sollte. Dies könnte die Umsetzung der Strategie beeinträchtigen und zusätzliche Herausforderungen bei der Finanzierung der Projekte mit sich bringen.		Kenntnisnahme => im Bericht im Kap. Risiken ergänzen	ja (Kap. 4.6)
KtZG	weiss nicht				
PAG	nein				
VBL	nein		Die Hauptrisiken stellen wohl die zu tragenden Mehrkosten sowie der zeitliche Umsetzungspfad dar. Die Depot- und Garagierungsthemen sind mit dem Fahrzeugmehrbedarf rechtzeitig zu koordinieren (Flächenbedarf für zusätzliche Fahrzeuge und Flächenbedarf für Ladeinfrastruktur). Es ist zur Zeit noch unklar, welche Anforderungen bei Bauprojekten künftig gestellt werden, auch in Bezug auf Umgang mit Batterien und Brandschutzanforderungen, insbesondere bei kombinierter Nutzung.	Brandschutz: vgl. Ausführungen im Bericht, Kap. 3.4: momentan in der Branche noch in Diskussion. Es können noch keine verlässlichen Quantifizierungen gemacht werden. => im Bericht im Kap. Risiken ergänzen	ja (Kap. 4.6)
ZB	ja			Antwort müsste vermutlich "nein" sein, da keine Begründung bzw. keine Ausführung der weiteren Risiken	
ZVB	ja	- Signifikante Preissteigerungen bei der Herstellung von Batterien (Rohstoffe) - Einfluss Kostendeckungsgrad und damit Mitfinanzierung Bund - Umbauten und Platzbedarf in Depots		Preise für Batterien (CHF/Wh) sinken seit Jahren und werden gemäss Prognosen weiter sinken - vgl. Bericht (Abbildung 7). Auswirkungen auf Mindestkostendeckungsgrad als Randbedingung für Mitfinanzierung Bund noch unsicher. => im Bericht im Kap. Risiken ergänzen Platzbedarf in den Depots wurde mit den TU diskutiert. Die Anforderungen müssen in ihre Depotkonzepte einfließen. Die daraus resultierenden Kosten werden noch grob geschätzt (fliessen jedoch nicht mehr in den Bericht rein, da im Rahmen der Kostengenauigkeit berücksichtigt).	ja (Kap. 4.6)  ja (Kap. 4.1)

## Frage 8: Ist der künftige Genehmigungsprozess für Fahrzeugbeschaffung und Infrastrukturen für Sie verständlich (Kap. 6.2)?

Eingabe	Antwort	Begründung	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	ja	- Eine verbindliche Schriftlichkeit (BAV / VVL) ist zwingend notwendig. - Klarheit, Transparenz und Investitions- und <u>Planungssicherheit</u> wird für die TU benötigt - Rahmenbedingungen sind zu klären im Zusammenhang mit Konzessionserneuerungen		Im Grundsatz gibt es bereits heute eine Planungssicherheit für die KTU. Mit der Elektrifizierung sind die Investitionen nun deutlich höher. Das vorgesehene Verfahren wird einfacher und verlässlicher sein für die KTU.	nein
ARAG	ja				
BAV	ja				
BUWD	ja				
CKW	ja				
EWL	ja				
KtAG	ja				
KtBE	ja				
KtNW	ja		Kritisch sind bei allen Kantonen generell die Mehrkosten im RPV.	Kenntnisnahme	nein
KtOW	weiss nicht				
KtSZ	ja		Der künftige Genehmigungsprozess für Fahrzeugbeschaffung und Infrastrukturen wird als klar und transparent wahrgenommen, wobei eine enge Zusammenarbeit mit den beteiligten Parteien wichtig erscheint.	Kenntnisnahme	nein
KtZG	ja				
PAG	ja				
VBL	weiss nicht		Danke für den Prozess-Vorschlag. Der Prozess muss mit allen Beteiligten weiter konkretisiert und gefestigt werden. Der <u>Engineeringaufwand in den TU's</u> für die Realisierung der Umstellung wird wesentlich. Dazu sind umfangreiche Planungsarbeiten notwendig, welche bereits in der <u>Vorprojektphase Kosten</u> auslösen. Mit einer Bewilligung seitens VVL VR kann die Realisierung eines Projektes auch über die nächste 2-jährige Offertperiode hinaus gehen. Dies wiederum kann abhängig sein von unsicheren ÖV-Angeboten der übernächsten Offertperiode. Somit müssten Investitionen <u>bei Bedarf auch vom Angebotsbeschluss entkoppelt</u> freigegeben werden können. Problematisch wird auch beurteilt, wenn die Zeitdauer in den Betriebsmittelbewilligungen über die Periode der <u>Konzessionsdauer</u> bei den einzelnen Transportunternehmen hinweg gehen. Hierzu ist eine klare Handhabung seitens Besteller gewünscht. Dies wird insofern noch kritischer, wenn Linien ausgeschrieben werden sollen.	Kenntnisnahme. Der Prozess wurde vom VVL VR Ende Januar genehmigt.  Kenntnisnahme; Abklärungen erfolgen dazu durch den VVL  Kenntnisnahme  Investitionen vom Angebotsbeschluss entkoppeln ist im Einzelfall denkbar. Die Planung der KTU soll sich möglichst an den neuen Prozess halten. Der geplante Austausch zwischen TU und Besteller zur Umsetzung des fossilfreien ÖV ist ein entsprechendes Gefäss dafür (Kap. 6.3).  Planungssicherheit: siehe Ausführungen oben bei AAGR	nein
ZB	ja				
ZVB	weiss nicht		Durch den langen Vorlauf (bauliche Massnahmen, Beschaffung Ladeinfrastruktur und Fahrzeuge) und ggf. ungeplante Verzögerungen (Baubewilligungen, Lieferengpässe) wird es zu <u>Verschiebungen zwischen den Fahrplanperioden</u> kommen (Entscheid Beschaffung vor Offerte für Fahrplanangebot). <u>Wir wünschen uns hier ein einfaches, klares Vorgehen und einen pragmatischen Umgang mit Kostenunschärfen (beispielsweise Kostenschätzungen von baulichen Massnahmen auf Stufe Studie +/- 25%, Kostenvorschlag auf Stufe Vorprojekt +/- 15%, Kostenvorschlag auf Stufe Bauprojekt +/- 10%).</u>	Handhabung und Abrechnung wie bei heutigen grösseren Investitionen. Unterschied ist einzig, dass die Investitionssummen möglicherweise höher sind.	nein

## Frage 9: Haben Sie weitere Bemerkungen?

Eingabe	Bemerkung	Beantwortung	im Bericht berücksichtigen
AAGR	Besten Dank für die sehr gute Zusammenarbeit in der gemeinsamen Strategieentwicklung.		
ARAG			
BAV			
BUWD	Mit der vorliegenden Strategie wurde klar aufgezeigt, wie der Umstieg auf einen effiziente und fossilfreie öffentlichen Verkehr gelingt. Die Zielerreichung von netto Null 2040 gemäss kantonalem Planungsbericht Klima und Energie wird unterdessen auch vom Klima- und Innovationsgesetz (KLG), welches letztes Jahr angenommen wurde, als Erwartung an die Kantone gerichtet. <u>Diesen Hinweis sollte man noch anbringen.</u> Wie bei vielen Transformationsprozessen hin zu netto Null ist auch hier zwar ein hoher Investitionsbedarf notwendig. Die finanziellen Risiken beim Nicht-Handeln sind jedoch hoch. Dies gilt es bei der Finalisierung des Berichts, sowie bei dessen Einbettung gut zu dokumentieren. Im Annex 2 muss folgendes zu mindest geändert werden: Die Kosten trägt der Infrastruktureigner. Es muss heissen, die Kosten trägt der VVL / Betreiber. Die Ladeinfrastruktur sind Teil der Betriebskosten analog der Tankstelle.	In Bericht aufnehmen  Risiken beim Nichthandeln sind in Bericht erwähnt, s. S. 49 Bericht "verzögerte Umsetzung". Auch in der Zusammenfassung wird das Risiko beschrieben.  Siehe Antwort auf Frage 1.	ja (Kap. 4.6)  nein  nein
CKW	keine		
EWL			
KtAG			
KtBE	Im Kanton Bern stellen wir TU-spezifische Umstellungsstrategien fest: Von Umstellung auf Batterie-Oberleitungsbusse, über reine Depotladerflotten (längere Beschaffungsdauer) bis zu Gelegenheits-/Depotlader ). Die Wahl dieser Strategien ist abhängig vom Einsatzgebiet, der Depotsituation und dem Beschaffungshorizont.	Die vom VVL entwickelte Strategie inkl. Umsetzungskonzept zeigt, dass die Stossrichtung Depotlader ergänzt mit Trolleybus in der Stadt Luzern zielführend und umsetzbar ist.	nein
KtNW			
KtOW	Der Gesamtbericht war sehr spannend und aufschlussreich. Der Kanton Obwalden hat keine grenzüberschreitenden Linien mit dem Kanton Luzern und ist somit nicht direkt betroffen. Deshalb werden wir uns auch nicht detailliert zum Bericht äussern. Alle Aussagen zum fossilfreien öffentlichen Verkehr im Kanton Luzern stehen nicht im Widerspruch zu der Grundhaltung des Kantons Obwalden.	Kenntnisnahme	nein
KtSZ	Wir möchten betonen, dass der vorliegende Bericht ein äusserst hilfreiches Instrument darstellt. Er bietet eine umfassende Analyse der aktuellen Situation sowie der geplanten Massnahmen zur Umstellung auf fossilfreien öffentlichen Verkehr im Kanton Luzern. Die detaillierte Darstellung der Strategie und der potenziellen Herausforderungen ermöglicht es, fundierte Entscheidungen zu treffen und eine erfolgreiche Umsetzung voranzutreiben.	Kenntnisnahme	nein
KtZG	Nein		
PAG			
VBL	Danke für die konstruktive und effiziente Zusammenarbeit mit den TU's. Wir schätzen die weitsichtige Planung des VVL und froh sind, dass auch die Zusatzkosten, inkl. Ladeinfrastruktur und Betrieb erkannt werden.	Kenntnisnahme	nein
ZB	Interessantes Umsetzungskonzept	Kenntnisnahme	
ZVB	Ergänzung zu Ziff 5.1: Neben den positiven Auswirkungen auf die Lärmsituation in den Siedlungsgebieten erhält die ZVB insbesondere auch positive Rückmeldungen von Anwohnern betreffend <u>Reduktion von Vibrationen.</u> Der Aspekt fossiler Zusatzheizungen und deren betriebliche Auswirkungen bei den Fahrzeugen <u>wurde nicht berücksichtigt.</u> Fahrzeuge <u>ohne fossile Zusatzheizungen sind zu präferieren</u> , haben bei tiefen Aussentemperaturen jedoch einen signifikant höheren Energieverbrauch, was sich negativ auf die Reichweite auswirkt. Um dennoch einen kostenoptimierten und stabilen Betrieb mit möglichst hoher Fahrleistung der E-Busse zu erreichen müssen saisonal unterschiedliche Umlaufplanungen ins Auge gefasst werden.	Vibration: Ergänzen in Bericht  Bericht geht von 100% elektrisch aus. Bei Randbedingungen im Bericht erwähnen.  Saisonale Umlaufplanungen sind möglich (Praxis fehlt noch). Die Depotlader-Strategie unterstützt hier die dazu nötige Flexibilität.	ja (Kap. 5.1)  ja (Kap. 3.1)