

Beschluss Nr. 288/2025

Schwyz, 15. April 2025 / ju

Postulat P 22/22: Offensive für E-Busse: CO₂-Ausstoss des strassengebundenen öV bis 2030 um mindestens 50 % reduzieren

Bericht an den Kantonsrat

1. Ausgangslage

Am 27. Dezember 2022 wurde das Postulat P 22/22 «Offensive für E-Busse: CO₂-Ausstoss des strassengebundenen öV bis 2030 um mindestens 50 % reduzieren» eingereicht. Mit diesem wurde der Regierungsrat aufgefordert, den strassengebundenen öffentlichen Verkehr im Kanton Schwyz bis spätestens 2040 vollständig CO₂-frei zu gestalten. Als Zwischenziel wurde bis 2030 eine Reduktion des CO₂-Ausstosses um mindestens 50 % gegenüber dem Stand von 2022 verlangt. Der Regierungsrat solle die notwendigen Grundlagen dafür schaffen und dem Kantonsrat einen Bericht vorlegen, mit dem aufgezeigt werde, wie diese Ziele erreicht werden können.

In seiner Antwort auf das Postulat (RRB Nr. 462/2023) betonte der Regierungsrat, dass er die Absicht des Bundesrates, fossile Energien zu reduzieren und damit die Abhängigkeit vom Ausland sowie den Ausstoss klimaschädlicher Gase zu verringern, grundsätzlich unterstütze. Bereits im Jahr 2023 würden 42 % der Transportleistungen im Schwyzer öffentlichen Verkehr emissionsfrei durch elektrische Antriebssysteme erbracht (Bahn, Bergbahnen, Elektrobusse). Gleichzeitig warnte der Regierungsrat jedoch vor einer zu frühen und an konkreten Jahreszielen orientierten Umstellung der Antriebstechnologie im strassengebundenen öffentlichen Verkehr. Angesichts zahlreicher unsicherer Rahmenbedingungen und einer rasanten technologischen Entwicklung erachtete er eine vorausschauende und agile Planung, die alle relevanten Aspekte beleuchtet, als zielführender. Der Regierungsrat schlug daher vor, im Rahmen des durch das Postulat geforderten Berichts die notwendigen Grundlagen zu erarbeiten, eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen und einen Pfad für eine schrittweise Reduktion der fossilen Antriebstechnologie im strassengebundenen öffentlichen Verkehr zu konkretisieren. Der Bericht solle dem Regierungsrat als strategisches Leitinstrument und als Grundlage für die Erarbeitung des periodischen Grundangebots des öffentlichen regionalen Verkehrs (öV-Grundangebot) im Kanton Schwyz dienen.

An seiner Sitzung vom 20. September 2023 erklärte der Kantonsrat das Postulat dem Antrag des Regierungsrates entsprechend mit 47 zu 45 Stimmen als erheblich. Demgemäss hat der Regierungsrat dem Kantonsrat gestützt auf § 65 Abs. 3 der Geschäftsordnung des Kantonsrates vom 17. April 2019 (GOKR, SRSZ 142.110) in der Sache Bericht zu erstatten, was er hiermit fristgerecht tut.

2. Überarbeitung des Berichts und Widerruf von RRB Nr. 42/2025

Der Bericht zum Postulat P 22/22, «Offensive für E-Busse: CO₂-Ausstoss des strassengebundenen öV bis 2030 um mindestens 50 % reduzieren» wurde vom Regierungsrat am 21. Januar 2025 behandelt und mit Beschluss Nr. 42/2025 verabschiedet. Im Rahmen der weiterführenden Bearbeitung wurde das Amt für öffentlichen Verkehr (AöV) auf eine mögliche Unstimmigkeit in der ursprünglichen Berichterstattung aufmerksam gemacht. Da dem AöV zum Zeitpunkt der Berichtserstellung keine anderslautenden Informationen vorlagen, blieb dieser Fehler zunächst unentdeckt.

Konkret hatte das beauftragte externe Beratungsbüro im Grundlagenbericht vom 22. Oktober 2024 eine fehlerhafte Annahme in Bezug auf die zukünftigen Betriebskosten von Dieselsebussen getroffen. Ein zu hoch angesetzter Dieselpreis führte dabei zu einer verzerrten Wirtschaftlichkeitsbewertung zugunsten batterieelektrischer Busse.

Der nachträglich festgestellte Berechnungsfehler hat keinen unmittelbaren Einfluss auf den damaligen Regierungsratsauftrag an das Amt für öffentlichen Verkehr, vertiefte Abklärungen einzuleiten. Gleichwohl erachtet der Regierungsrat eine Korrektur des Berichts sowie die formelle Aufhebung des Beschlusses Nr. 42/2025 als sachlich geboten und politisch notwendig. Damit wird gewährleistet, dass die Grundlagen für die weitere parlamentarische Diskussion transparent, fachlich fundiert und inhaltlich korrekt vorliegen.

Der Grundlagenbericht vom 22. Oktober 2024 wurde vom externen Beratungsbüro per 21. März 2025 überarbeitet. Der nun vorliegende Bericht an den Kantonsrat ersetzt den ursprünglichen vom 21. Januar 2025. In der neuen Fassung wurden Aktualisierungen und inhaltliche Korrekturen in folgenden Kapiteln des Regierungsratsbeschlusses vorgenommen:

- Kapitel 4: Politische Rahmenbedingungen;
- Kapitel 6: Kostenentwicklung: Batterieelektrische Busse im Vergleich zu Dieselsebussen;
- Kapitel 8: Optimaler Zeitpunkt zur Einleitung des Antriebswechsels;
- Kapitel 10: Fazit.

3. Grundlagen

Die Schweiz hat 2017 das Pariser Klimaabkommen ratifiziert und sich damit zum Ziel bekannt, den globalen Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu begrenzen. Am 18. Juni 2023 hat das Schweizer Stimmvolk das Klima- und Innovationsgesetz (KIG) angenommen, das die Verpflichtung zur Klimaneutralität bis 2050 festlegt.

Der Strassenverkehr in der Schweiz ist derzeit stark von fossilen Energieträgern abhängig und verursacht rund ein Drittel der Treibhausgasemissionen sowie ein Viertel des Energieverbrauchs. Busse tragen dabei 3.1 % zu den Emissionen bei, während Personenwagen den grössten Anteil mit 72.8 % ausmachen.

Im Dezember 2023 hat der Regierungsrat die Energie- und Klimaplanung 2023+ verabschiedet. Diese Planung orientiert sich an den nationalen Klimazielen und beinhaltet Massnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien, zur Reduzierung des Energieverbrauchs und zur Erreichung des Netto-Null-Ziels bis 2050. Da etwa 37 % der CO₂-Emissionen im Kanton Schwyz auf den Mobilitätssektor entfallen, nimmt dieser Bereich in der kantonalen Planung eine entsprechende Rolle ein.

Für den öffentlichen Verkehr sind in der Energie- und Klimaplanung 2023+ zwei Handlungsfelder definiert:

- Steigerung der Attraktivität des öffentlichen Verkehrs:
Das Ziel dieser Massnahme ist es, den öffentlichen Verkehr so zu stärken, dass er einen grösseren Anteil am Gesamtverkehr übernehmen kann und so zur Reduktion der CO₂-Emissionen beiträgt.
- Dekarbonisierung des gesamten Mobilitätssektors bis 2050:
Der gesamte Mobilitätssektor, einschliesslich des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs, soll bis spätestens 2050 dekarbonisiert werden.

Im öV-Grundangebot des Kantons Schwyz wurden im Jahr 2024 insgesamt 33 Buslinien bereitgestellt, von denen derzeit eine als Pilotprojekt elektrifiziert ist. Auf den weiteren Buslinien kommen Dieselsebusse zum Einsatz. Der Regierungsrat hat sich das langfristige Ziel gesetzt, diese Dieselsebusse nach Möglichkeit schrittweise durch emissionsarme Antriebstechnologien zu ersetzen. Diese Umstellung soll im Rahmen der jeweils vierjährigen Planungsperioden des öV-Grundangebots erfolgen, um eine agile und nachhaltige Entwicklung sicherzustellen. Gleichzeitig wird so gewährleistet, dass alle relevanten Anspruchsgruppen aktiv in den Transformationsprozess hin zu einem fossilfreien öffentlichen Verkehr einbezogen werden.

Um diesen Prozess fundiert einzuleiten, hat der Regierungsrat im Sommer 2024 die EBP Schweiz AG (nachfolgend EBP) mit der Durchführung einer detaillierten Technologieanalyse beauftragt. Der Auftrag an das Beratungsunternehmen umfasste die Erfüllung folgender Zielsetzungen:

1. Bewertung alternativer Antriebstechnologien:
Damit soll dem Regierungsrat ermöglicht werden, eine fundierte Entscheidungsgrundlage bezüglich zukunftsfähiger und emissionsarmer Antriebstechnologien zu erhalten. Die umfassende Analyse der ökonomischen, technischen und ökologischen Potenziale von Batteriebusen, Wasserstoffbussen und Fahrzeugen mit synthetischen Treibstoffen gewährleistet langfristige Technologiesicherheit und unterstützt die Implementierung geeigneter Technologien für die nächsten zehn bis 15 Jahre.
2. Kostenanalyse von Elektrobussen im Vergleich zu Dieselsebusen:
Damit soll dem Regierungsrat eine fundierte Einschätzung der Gesamtkostenentwicklung über den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge ermöglicht werden. Durch die Prognose der langfristigen Kosteneffekte von Elektrobussen im Vergleich zu Dieselsebusen werden Anschaffungs-, Energie- und Wartungskosten umfassend berücksichtigt.
3. Bestimmung des optimalen Umstellungszeitpunkts:
Damit soll dem Regierungsrat ermöglicht werden, den idealen Zeitpunkt für den Wechsel der Antriebsart zu bestimmen und den Weg zur schrittweisen Abkehr von den bisherigen

Antriebstechnologien konkret zu planen. Dabei fliessen alle relevanten Faktoren ein, einschliesslich technologische Entwicklungen, betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen, infrastrukturelle Anforderungen sowie ökologische und regulatorische Vorgaben.

4. Erstellung eines Leitfadens für die schrittweise Umstellung:
Damit soll dem Regierungsrat und den Transportunternehmen ein praxisnaher Leitfaden zur Verfügung stehen, der auf die spezifischen Abläufe im Kanton Schwyz abgestimmt ist. Dieser Leitfaden bietet klare Handlungsempfehlungen und unterstützt ein effizientes und strukturiertes Vorgehen.

Die Ergebnisse aus der Technologieanalyse der EBP bilden die Grundlage für den vorliegenden Bericht an den Kantonsrat.

4. Politische Rahmenbedingungen

Die zukünftigen Marktanteile batterieelektrischer Fahrzeuge hängen massgeblich von den CO₂-Emissionsvorschriften für Neuwagen ab. Die Schweiz richtet sich dabei an den Standards der EU aus. Bisher wurden die verschärften EU-Emissionsvorschriften für neue Fahrzeuge regelmässig in das nationale CO₂-Gesetz vom 23. Dezember 2011 (CO₂-Gesetz, SR 641.71) integriert. Selbst wenn die Schweiz die EU-Vorgaben nicht oder nur verzögert übernimmt, bleibt sie stark davon betroffen, da sie über keine eigene Automobilindustrie verfügt und den Grossteil ihrer Fahrzeuge aus der EU importiert. Der Bundesrat empfiehlt daher in seinem Bericht «Fossilfreien Verkehr bis 2050 ermöglichen», dass die Schweiz bei der Dekarbonisierung des Verkehrs im Gleichschritt mit der EU vorgeht.

Im Oktober 2022 haben sich die EU-Staaten und das Europäische Parlament auf strengere CO₂-Grenzwerte geeinigt. Ab 2029 wird die neue Euro-7-Norm für Linienbusse gelten, und ab 2035 dürfen in der EU nur noch emissionsfreie Busse zugelassen werden. Diese Vorgaben stellen Fahrzeughersteller vor die Entscheidung, ob sie weiterhin in Euro-7-konforme Dieselfahrzeuge investieren oder direkt auf alternative Antriebstechnologien, vor allem batterieelektrische Busse, setzen. Bei bestimmten Fahrzeugtypen zeigt sich bereits heute, dass dieselbetriebene Varianten schrittweise aus dem Angebot verschwinden.

Neben den regulatorischen Vorgaben spielen finanzielle Anreize eine entscheidende Rolle bei der Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen im öffentlichen Verkehr. Dieselbusse im regionalen Personenverkehr sind derzeit von der Mineralölsteuer befreit, die CO₂-Gesetzesrevision sieht jedoch vor, dass dieser Vorteil ab 2030 entfällt, was die Betriebskosten für Dieselbusse deutlich erhöhen wird.

Gleichzeitig plant(e) der Bund, die Anschaffung von Elektrobussen bis Ende 2030 finanziell zu fördern, dies mit bis zu Fr. 140 000.-- pro Standardbus und Fr. 210 000.-- pro Gelenkbus. Diese geplante Förderung wurde vom Bundesrat im Oktober 2024 im Rahmen der Haushaltsentlastung vorerst jedoch ausgesetzt. Zwar hat das Bundesparlament im Dezember 2024 im verabschiedeten Bundesbudget 2025 wieder einen Betrag von 36.3 Mio. Franken für die Förderung von Elektroantrieben bei Bussen und Schiffen bewilligt und der Bundesrat hat in der Folge am 29. Januar 2025 entschieden, die Kreditsperre für das Jahr 2025 aufzuheben. Trotz dieser Entwicklung bleibt der Umfang der Bundesförderung über das Jahr 2025 hinaus aber unklar. Insbesondere steht derzeit (Stand April 2025) noch offen, in welchem Rahmen eine Weiterführung der Förderung ab dem Jahr 2026 erfolgen wird, da diese im Kontext des Entlastungspakets 27 für den Bundeshaushalt einer erneuten Prüfung unterzogen wird.

Die Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation (KliK) unterstützt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) die Umstellung auf Elektrobusse, indem sie finanzielle Mittel für jeden eingesparten Liter Diesel und das dadurch vermiedene CO₂ bereitstellt. Bei einer angenommenen jährlichen Fahrleistung von 65 000 Kilometern beträgt diese Förderung etwa Fr. 14 000.-- pro Standardbus und Fr. 23 000.-- pro Gelenkbus. Dieses Unterstützungsprogramm läuft bis 2030 und wird durch Treibstoffimporteure finanziert, die ihre CO₂-Emissionen durch Klimaschutzprojekte in der Schweiz kompensieren müssen.

Als politische Rahmenbedingung gilt zudem zu beachten, dass 13 Buslinien, welche im Kanton Schwyz verkehren, kantonsübergreifend und in Zusammenarbeit mit den Nachbarkantonen bestellt werden. Die Dekarbonisierungsstrategien der Nachbarkantone und deren Transportunternehmen beeinflussen somit auch das Vorgehen des Kantons Schwyz. Der Kanton Zug hat beispielsweise zum Ziel, seine Buslinien bis 2035 auf emissionsfreie Antriebe umzustellen, während die Kantone Zürich und Luzern bis 2040 umgestellt haben möchten.

5. Bewertung der alternativen Antriebstechnologien

Derzeit dominieren weiterhin Dieselbusse den strassengebundenen öffentlichen Verkehr. Ihre Infrastruktur ist gut ausgebaut, flächendeckend verfügbar und durch die hohe Energiedichte des Dieseltreibstoffs sind sie besonders für den Langstreckenbetrieb geeignet. Auch in naher Zukunft werden Dieselbusse aufgrund ihrer Effizienz eine wichtige Rolle im öffentlichen Verkehr spielen. Allerdings verursachen sie CO₂- und Schadstoffemissionen, die die Umwelt belasten. Mit dem zunehmenden Druck zur Emissionsreduktion und der verstärkten Förderung alternativer Antriebstechnologien wird ihr Marktanteil in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter sinken.

Als mögliche Alternativen zum Dieselbus wurden Busse mit batterieelektrischem Antrieb, Brennstoffzellen- und Brennstoffzellen-Hybridantrieb sowie solche mit synthetischen Treibstoffen eingehend auf ihre technischen, ökonomischen und ökologischen Potenziale hin untersucht und miteinander verglichen.

Die von der EBP durchgeführte Analyse bietet dem Regierungsrat eine fundierte Entscheidungsgrundlage, um auf eine Antriebstechnologie zu setzen, die nicht nur emissionsarm ist, sondern auch die langfristige wirtschaftliche Planbarkeit und Effizienz für den strassengebundenen öffentlichen Verkehr der nächsten zehn bis 15 Jahre sicherstellt.

5.1 Batterieelektrische Busse

Batterieelektrische Fahrzeuge sind vollständig elektrisch betriebene Fahrzeuge, deren Batterien extern aufgeladen werden. Im Vergleich zu anderen alternativen Antriebstechnologien wie Brennstoffzellen (Wasserstoff) oder synthetischen Treibstoffen (E-Fuels) hat sich die Technologie batterieelektrischer Busse bereits stark weiterentwickelt und erfährt derzeit ein hohes Wachstum. Im Frühjahr 2023 wurden in Europa erstmals mehr Elektrobusse als Dieselbusse neu zugelassen. Die Batterie ist mittlerweile das zentrale Bauteil eines Elektrofahrzeugs und hat den klassischen Motor in seiner Bedeutung abgelöst, weshalb weltweit intensiv an der Verbesserung und Kostensenkung von Akkus geforscht wird.

Zwar sind die Reichweiten batterieelektrischer Busse derzeit noch nicht für alle Einsatzbereiche optimal, doch mit der kontinuierlichen Steigerung der Energiedichte verbessert sich die Reichweite zunehmend.

Auch im Kanton Schwyz haben Transportunternehmen bereits erste Schritte in die Elektromobilität unternommen. In der Flotte der Zugerland Verkehrsbetriebe AG (ZVB) sind mittlerweile rund ein Viertel der eingesetzten Fahrzeuge batterieelektrische Busse, mit einem jährlichen Zuwachs von fünf bis acht weiteren E-Bussen, die derzeit aber ausschliesslich im Kanton Zug im Einsatz sind. Die Auto AG Schwyz betreibt momentan drei batterieelektrische Fahrzeuge, darunter zwei im Rahmen des Pilotprojekts auf der Linie 60.503 Schwyz – Rickenbach sowie ein weiteres im Auftrag der Gemeinde Weggis. Die PostAuto AG plant, bis spätestens 2035 vollständig auf Dieselfahrzeuge zu verzichten. Als grösstes Busunternehmen im Schweizer ÖV will Postauto bei alternativen Antriebsformen eine Vorreiterrolle einnehmen. Ab den vier Depotstandorten der PostAuto AG im Kanton Schwyz sind aktuell – abgesehen von Hybridfahrzeugen – jedoch noch keine batterieelektrischen Busse im Einsatz. Die Busbetriebe Bamert GmbH verfügen ebenfalls noch über keine batterieelektrischen Busse. Als kantonsübergreifendes Unternehmen, das im Raum Richterswil – Samstagern – Wollerau tätig ist, wird die Bamert GmbH von der Dekarbonisierungsstrategie des Kantons Zürich beeinflusst, was zukünftig eine zunehmende Berücksichtigung von emissionsfreien Fahrzeugen erfordern dürfte.

5.2 Brennstoffzellenbusse (Wasserstoff)

Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge nutzen Strom zur Versorgung eines Elektromotors, ähnlich wie batterieelektrische Busse. Der wesentliche Unterschied liegt jedoch darin, dass der Strom direkt in der Brennstoffzelle erzeugt wird, die Wasserstoff in elektrische Energie umwandelt. Brennstoffzellenbusse befinden sich derzeit noch in einer frühen Entwicklungsphase.

Die EBP schätzt, dass es unwahrscheinlich ist, dass die Schweiz ihren künftigen Wasserstoffbedarf allein durch heimische Produktion decken kann. Die Wasserstoffverteilung und -speicherung sind zudem komplex und teuer, was langfristig hohe Kosten und begrenzte Verfügbarkeit zur Folge haben könnte. Ein erstes Projekt zur Wasserstoffproduktion der ebs Energie AG in Seewen wird vorerst offenbar nicht realisiert.

Aktuelle Studien deuten darauf hin, dass Wasserstoff im Strassenverkehr langfristig unwirtschaftlich sein wird, da Brennstoffzellenbusse etwa zwei- bis dreimal so viel Strom benötigen wie batterieelektrische Busse. Wasserstoff sollte daher auf Bereiche konzentriert werden, in denen keine geeigneten Alternativen bestehen, wie beispielsweise die energieintensive Zement- und Stahlindustrie.

5.3 Brennstoffzellen-Hybridfahrzeuge (Wasserstoff + Batterie)

Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge kombinieren Brennstoffzellen und Batterien, um elektrische Energie für den Antrieb bereitzustellen. Sie nutzen eine Brennstoffzelle, die Wasserstoff in Strom umwandelt sowie eine Batterie als Energiespeicher. Wasserstoff bietet hier den Vorteil einer höheren Energiedichte pro Masse im Vergleich zu Batterien und ermöglicht damit eine grössere Reichweite.

Allerdings sind die Anschaffungskosten für Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeuge höher als für batterieelektrische Busse. Auch die Betriebskosten fallen aufgrund des hohen Energieverbrauchs und der aktuellen Wasserstoffpreise deutlich höher aus.

Die Technologie der Brennstoffzellen-Hybride steht noch ganz am Anfang; selbst für Personenwagen gibt es bisher nur wenige Modelle auf dem Markt. Hinzu kommt, dass die Verteilung und Speicherung von Wasserstoff erhebliche Investitionen in die Infrastruktur erfordern,

ähnlich wie bei reinen Brennstoffzellenbussen. Der Ausbau der Infrastruktur zur Wasserstoffversorgung ist daher Voraussetzung, um einen flächendeckenden Betrieb überhaupt erst zu ermöglichen.

5.4 Synthetische Treibstoffe (E-Fuels)

Fahrzeuge mit Benzin- oder Dieselmotor können mit synthetisch hergestelltem Benzin oder Diesel, den sogenannten E-Fuels, betrieben werden. E-Fuels werden künstlich aus CO₂ aus der Atmosphäre und Wasserstoff (H₂), der durch Elektrolyse gewonnen wird, synthetisiert.

E-Fuels besitzen eine ähnliche Energiedichte wie fossile Treibstoffe und ermöglichen eine schnelle Betankung, was eine hohe Flexibilität gewährleistet. Sie sind in Verbrennungsmotoren grundsätzlich nutzbar, wobei teilweise aber Anpassungen an den Motoren und Treibstoffsystemen erforderlich sind. Die Produktionskosten für E-Fuels liegen derzeit etwa siebenmal höher als bei fossilen Treibstoffen, da es noch keine kommerzielle Grossproduktion gibt.

Die Technologie befindet sich noch in der Pilot- und Entwicklungsphase, was ein hohes Investitionsrisiko mit sich bringt. Es bestehen grosse Unsicherheiten in Bezug auf die zukünftige Verfügbarkeit von E-Fuels, vor allem, weil ihre Produktion schwer zu vergrössern ist. Die Herstellung ist kostenintensiv und benötigt viel Strom, was E-Fuels für den breiten Einsatz unerschwinglich macht.

Im Bereich von Spezial- und Kommunalfahrzeugen könnten E-Fuels wirtschaftlich allenfalls sinnvoll sein, da hier die Anschaffungskosten der Fahrzeuge höher sind. Bei Personenwagen, Lieferwagen und Linienbussen sind gemäss Bericht der EBP jedoch selbst langfristig keine Kostenvorteile im Vergleich zu batterieelektrischen oder Brennstoffzellenbussen zu erwarten. Hingegen könnte sich im Flug- und Schiffsverkehr eine hohe Nachfrage nach E-Fuels einstellen, da dort alternative Antriebsarten zur Dekarbonisierung weniger praktikabel sind. Dies wird die Produktionskapazitäten und die Verfügbarkeit von E-Fuels erheblich beeinflussen.

5.5 Nachhaltigkeit der alternativen Antriebstechnologien

Ein weiterer Aspekt im Vergleich der Antriebstechnologien ist ihre Umweltfreundlichkeit. Eine 2023 aktualisierte Ökobilanz-Studie des Paul-Scherrer-Instituts untersuchte den gesamten Lebenszyklus verschiedener Verkehrsmittel, einschliesslich Reise- und Linienbusse mit unterschiedlichen Antrieben. Dabei wurden alle direkten und indirekten Emissionen einbezogen, von der Herstellung und Entsorgung bis hin zur erforderlichen Infrastruktur.

Die Studie ergab, dass batterieelektrische Busse in Bezug auf CO₂-Emissionen und ihre Gesamtauswirkungen die umweltfreundlichste Wahl sind. Je sauberer der verwendete Strom, desto grösser ist der Vorteil.

Obwohl Brennstoffzellenbusse und E-Fuels ebenfalls keine direkten CO₂-Emissionen verursachen, fallen bei der Energieerzeugung für diese Technologien höhere Emissionen an. Zudem erzeugt die Verbrennung von E-Fuels Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub, was ihre Umweltbilanz zusätzlich belastet.

Wichtig zu beachten ist aber, dass diese Ergebnisse auf einem direkten 1:1-Vergleich von Fahrzeugen basieren. Wenn auf bestimmten Buslinien ein solcher Ersatz bestehender Dieselbusse durch batterieelektrische Busse aufgrund einer höheren täglichen Kilometerleistung nicht möglich ist (Überschreitung der Batteriereichweite), würde die benötigte zusätzliche

graue Energie für die Produktion eines zweiten Elektrobusses die Ökobilanz negativ beeinflussen. Besonders in Szenarien, in denen fossile Energie im Strommix einen hohen Anteil hat oder die Batterieproduktion sehr ressourcenintensiv ist, könnte ein Dieselsbus in der Gesamtlebenszyklus-Bilanz ökologisch durchaus konkurrenzfähig sein. Dies unterstreicht die Bedeutung einer differenzierten Bewertung der spezifischen Einsatzbedingungen.

5.6 Fazit zur Bewertung der alternativen Antriebstechnologien

Im Bericht der EBP wird unterstrichen, dass die Technologie batterieelektrischer Busse im Vergleich zu anderen Antriebsformen wie Brennstoffzellen- oder E-Fuel-Bussen bereits einen klaren technologischen Vorsprung erreicht hat und sich aktuell in einer Phase starken Wachstums befindet. Besonders in Bezug auf die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit erscheinen batterieelektrische Busse als die derzeit vielversprechendste Lösung zur Dekarbonisierung des öffentlichen Verkehrs im Kanton Schwyz. In den nächsten zehn bis 15 Jahren dürften sie sich als effizienteste und umweltfreundlichste Option etablieren.

Diese Bewertung basiert auf dem aktuellen Stand der Technologie. Gleichzeitig sei es ratsam, offen zu bleiben für neue Entwicklungen und Trends, die langfristig den Fortschritt in diesem Bereich beeinflussen könnten.

6. Kostenentwicklung: Batterieelektrische Busse im Vergleich zu Dieselsbussen

Die Analyse alternativer Antriebstechnologien unterstreicht, dass batterieelektrische Busse in den nächsten zehn bis 15 Jahren sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch die beste Wahlmöglichkeit für einen emissionsfreien öffentlichen Verkehr darstellen. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden die Kostenvergleiche gezielt auf den Ersatz der Dieselsbusse durch batterieelektrische Modelle ausgerichtet.

Da Diesel- und batterieelektrische Busse über ihre durchschnittliche 14-jährige Lebensdauer unterschiedliche Kostenstrukturen aufweisen, wurden bei der Berechnung der Gesamtkosten (Total Cost of Ownership, TCO) alle relevanten Kostenfaktoren umfassend berücksichtigt. Der TCO-Vergleich wurde sowohl für 12-Meter-Standardbusse als auch für 18-Meter-Gelenkbusse durchgeführt. Neben den Anschaffungs- bzw. Investitionskosten wurden dabei die Energiekosten für Strom und Treibstoff, die Mineralölsteuer (Betriebskosten), Wartungs- und Reifenkosten sowie die Kosten für den Batterieaustausch, die Ladeinfrastruktur und Versicherungen in die Analyse einbezogen.

Die zugrunde gelegten Kostenannahmen stützten sich auf Herstellerangaben für den Schweizer Markt sowie auf aktuelle Studien und Erfahrungen aus kürzlich abgeschlossenen Projekten von EBP. Ergänzend flossen spezifische Kosteninformationen der im Kanton Schwyz tätigen Transportunternehmen aus systematischen Interviews in die Analyse ein.

Der Regierungsrat legt besonderen Wert auf eine fundierte und realistische Datengrundlage, um nachhaltige Entscheidungen für alternative Antriebstechnologien im öffentlichen Verkehr treffen zu können. Daher basiert die TCO-Berechnung auf konservativen Annahmen, deren Belastbarkeit zusätzlich durch eine Sensitivitätsanalyse geprüft wurde. So kann sichergestellt werden, dass die Ergebnisse auch bei zukünftigen Kostenänderungen verlässlich und tragfähig bleiben.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die TCO-Berechnungen auf einem direkten 1:1-Vergleich der Fahrzeuge basieren, ohne die konkrete Umsetzbarkeit der Umstellung auf E-Busse für die einzelnen Buslinien zu prüfen. Für Linien, bei denen eine Elektrifizierung beispielsweise zusätzliche Zwischenladungen oder Fahrzeuge im Umlauf erfordern würde, können daher keine abschliessenden Aussagen getroffen werden.

Im Rahmen der Untersuchung wurden vier Szenarien miteinander verglichen, um eine umfassende Analyse der verschiedenen Optionen zu gewährleisten:

1. Dieselbus ohne Mineralölsteuer (Diesel ohne MOS): Stand heute, Transportbetriebe bezahlen keine Mineralölsteuer auf den Treibstoff.
2. Dieselbus mit Mineralölsteuer (Diesel mit MOS): Ab 2030 bezahlen Transportunternehmen (voraussichtlich) Mineralölsteuer auf den Treibstoff.
3. Batterieelektrischer Bus mit Bundesförderung (BEV mit Förderung): Die Beschaffung von Elektrobussen wird, wie im CO₂-Gesetz vorgesehen, vom Bund und von KLiK gefördert.
4. Batterieelektrischer Bus ohne Bundesförderung (BEV ohne Förderung): Stand heute, der Bund bezahlt keine Fördergelder für die Beschaffung von Elektrobussen. Ebenfalls erhalten BEV-Busse keine KLiK-Fördergelder.

Die Gegenüberstellung dieser Szenarien ermöglicht es, ein umfassendes Bild der wirtschaftlichen Auswirkungen zu zeichnen. Die Ergebnisse dieser Analyse schaffen eine solide Basis für die zukünftigen Entscheidungen des Regierungsrats hinsichtlich des Einsatzes emissionsfreier Busse.

6.1 Ergebnisse der Gesamtkostenberechnungen

Die Vergleiche der Gesamtbetriebskosten (TCO) von Normalbussen und Gelenkbussen zeigen den bekannten Unterschied zwischen Elektro- und Verbrennungsfahrzeugen: Batterieelektrische Busse sind in der Anschaffung teurer, aber im laufenden Betrieb günstiger.

Im Jahr 2024 stellten Dieselbusse mit Mineralölsteuerbefreiung die wirtschaftlich günstigste Option dar. Bei einer für den Kostenvergleich angenommenen jährlichen Fahrleistung von 65 000 Kilometern betragen die Gesamtbetriebskosten über die Lebensdauer eines Diesel-Normalbusses 1.19 Mio. Franken und für einen Diesel-Gelenkbus 1.57 Mio. Franken. Zum Vergleich liegen die Gesamtbetriebskosten eines batterieelektrischen Busses ohne Fördermittel bei 1.41 Mio. Franken für einen Normalbus und 1.88 Mio. Franken für einen Gelenkbus.

Selbst mit einer Bundesförderung im Rahmen des CO₂-Gesetzes sind batterieelektrische Busse in einem statischen Vergleich derzeit noch teurer als Dieselbusse, die von der Mineralölsteuerbefreiung profitieren.

Eine wirtschaftliche Annäherung batterieelektrischer Busse an Dieselbusse wird bis zum Jahr 2030 erwartet, wenn die Mineralölsteuerbefreiung im Umfang von 60 Rappen pro Liter Diesel entfällt. Dadurch steigen die Gesamtbetriebskosten für Dieselbusse auf 1.37 Mio. Franken für Normalbusse und 1.84 Mio. Franken für Gelenkbusse.

Fazit: Solange die Mineralölsteuerbefreiung gilt, bleiben Dieselbusse die günstigste Wahl. Doch mit dem (voraussichtlichen) Wegfall der Steuervergünstigung im Jahr 2030 werden batterieelektrische Busse konkurrenzfähiger und könnten mittelfristig in etwa gleich teuer sein

wie Dieselbusse, insbesondere dank der vergleichsweise niedrigen Stromkosten. Sofern batterieelektrische Busse in diesem Zeitpunkt (weiterhin) staatliche Fördermittel erhalten, wären sie sogar günstiger als Dieselbusse.

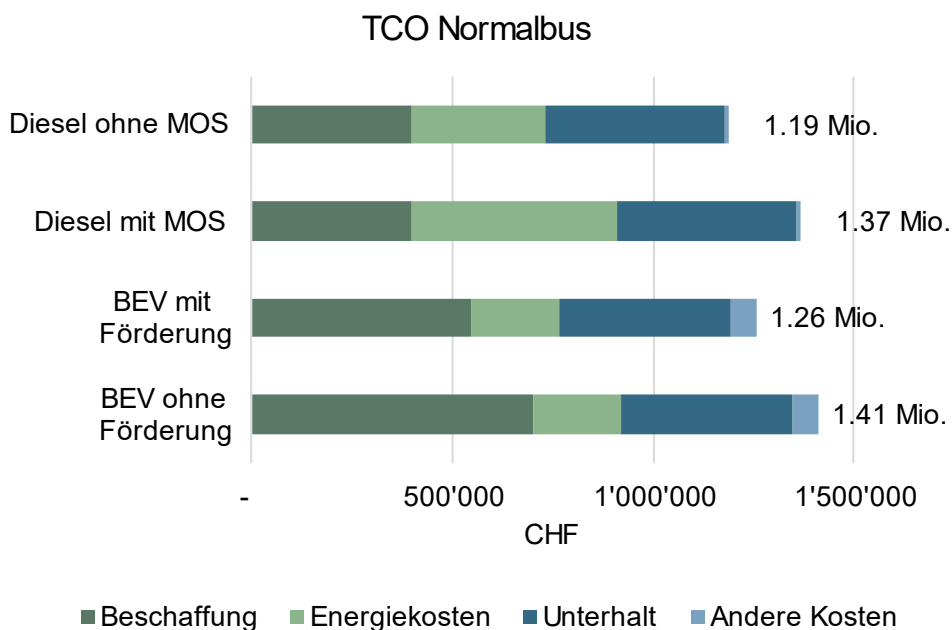


Abbildung 1: Heutige Gesamtbetriebskosten (TCO) eines Normalbusses (12 m) mit Dieselantrieb (inklusive Mineralölsteuerbefreiung), mit Dieselantrieb inkl. Mineralölsteuer (MOS) und mit batterieelektrischem Antrieb mit und ohne Bundesfördermitteln ab 2025.

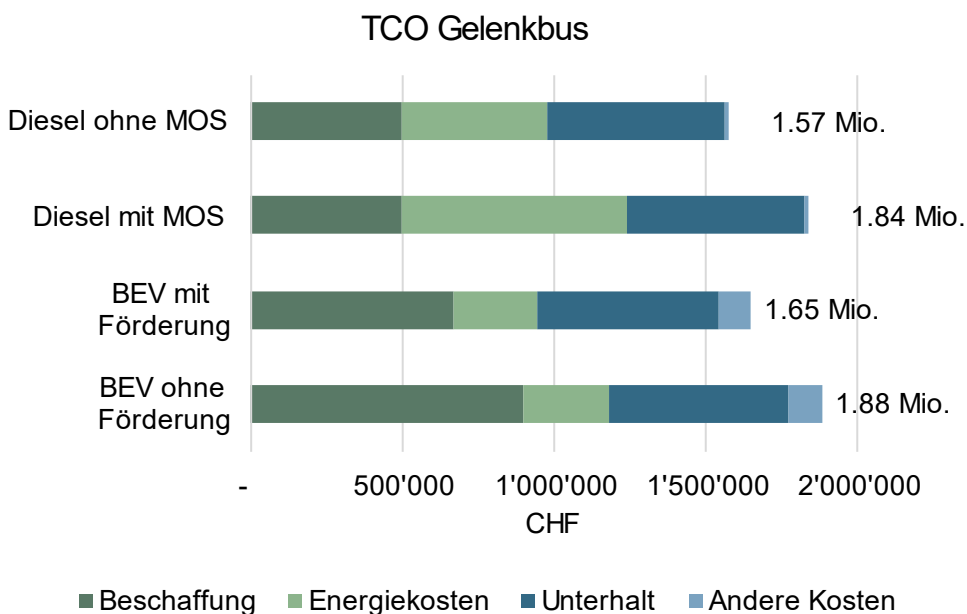


Abbildung 2: Heutige Gesamtbetriebskosten (TCO) eines Gelenkbusses (18 m) mit Dieselantrieb (inklusive Mineralölsteuerbefreiung), mit Dieselantrieb inkl. Mineralölsteuer (MOS) und mit batterieelektrischem Antrieb mit und ohne Bundesfördermitteln ab 2025.

Die TCO-Berechnungen zeigen, dass die geplante Abschaffung der Mineralölsteuerbefreiung für Dieselbusse im Jahr 2030 die Energiekosten dieser Fahrzeuge deutlich beeinflussen wird. Dies betrifft auch bereits vor 2030 in Betrieb genommene Diesel-Fahrzeuge.

Der Anteil der Energiekosten an den Gesamtbetriebskosten eines Dieselmotors liegt derzeit, abhängig vom Bustyp, zwischen 28 % (mit Steuerbefreiung) und 40 % (ohne Steuerbefreiung). Ein Gelenkbus verbraucht im Durchschnitt 48 Liter Diesel pro 100 Kilometer, was bei einer jährlichen Fahrleistung von 65 000 Kilometern einem Verbrauch von 31 200 Litern entspricht. Bei einem Dieselpreis von Fr. 1.10 pro Liter ergeben sich daraus jährliche Treibstoffkosten von Fr. 34 320.--. Ohne Steuerbefreiung würde der Dieselpreis auf Fr. 1.70.-- pro Liter steigen, wodurch die jährlichen Treibstoffkosten um Fr. 18 720 (54.5 %) auf insgesamt Fr. 53 040 ansteigen. Dieses hypothetische Beispiel verdeutlicht die erheblichen Auswirkungen des Wegfalls der Treibstoffzollbefreiung auf die Betriebskosten von Dieselmotoren.

Im Vergleich dazu liegen die Energiekosten bei batterieelektrischen Bussen nur bei etwa 15 % bis 18 % der Gesamtbetriebskosten. Ein batterieelektrischer Gelenkbus verbraucht rund 140 kWh Strom pro 100 km, was bei einer jährlichen Fahrleistung von 65 000 Kilometern einem Energieverbrauch von 91 000 kWh entspricht. Bei einem angenommenen Strompreis von 22 Rappen für Grossbezüger (Industriepreis) pro kWh ergeben sich jährliche Energiekosten von insgesamt Fr. 20 020.--. In diesem hypothetischen Beispiel liegen die jährlichen Energiekosten somit über Fr. 33 020.-- niedriger als beim Dieselmotoren.

Dies bedeutet, dass die Betriebskosten für Dieselmotoren in Zukunft voraussichtlich höher ausfallen werden als für batterieelektrische Busse. Die vergleichsweise niedrigen Stromkosten könnten die aktuell noch deutlich höheren Anschaffungskosten eines Elektrobusses, inklusive der Batterie, über dessen gesamte Lebensdauer von 14 Jahren in etwa ausgleichen. Selbst ohne staatliche Förderung könnten batterieelektrische Busse mittelfristig – im direkten 1:1 Vergleich – zunehmend wettbewerbsfähig werden.

Der effektive TCO-Kostenvergleich zeigt, dass batterieelektrische Busse, welche vom Bund Fördermittel erhalten, ab 2025 über ihre gesamte Lebensdauer hinweg voraussichtlich kostengünstiger sein werden als Dieselmotoren, da der Wegfall der Mineralölsteuerbefreiung im Jahr 2030 bereits starke Kostensteigerungen bei heute beschafften Dieselmotoren hervorrufen wird. Dieser Effekt wird mit jedem Jahr stärker, sodass auch batterieelektrische Busse ohne Bundesfördermittel zunehmend konkurrenzfähig werden könnten.

Die folgende Tabelle vergleicht die Gesamtbetriebskosten (TCO) von Dieselmotoren nach Wegfall der Mineralölsteuerbefreiung ab 2030 mit den Gesamtbetriebskosten (TCO) von batterieelektrischen Bussen – sowohl mit als auch ohne Bundesförderung – unter der Annahme eines 1:1-Fahrzeuersatzes.

Beschaffungsjahr Dieselbus	TCO Normalbus in Fr. Diesel mit MOS	TCO Gelenkbus in Fr. Diesel mit MOS
2025	1 300 000	1 740 000
2026	1 320 000	1 760 000
2027	1 330 000	1 780 000
2028	1 340 000	1 800 000
2029	1 360 000	1 820 000
2030	1 370 000	1 840 000
2031	1 370 000	1 840 000

Legende:

TCO = Total cost of ownership (Gesamtbetriebskosten)

MOS = Mineralölsteuer

Batterieelektrischer Bus	TCO Batterie-Normalbus in Fr.	TCO Batterie-Gelenkbus in Fr.
Mit Bundesfördermittel gemäss CO ₂ -Gesetz	1 260 000	1 650 000
Ohne Bundesfördermittel	1 410 000	1 880 000

Tabelle 1: Effektive TCO von Dieselbussen unter Berücksichtigung des Wegfalls der Mineralölsteuerbefreiung ab 2030 im Vergleich zur Beschaffung von batterieelektrischen Busse mit heutigen Kosten mit und ohne Fördermittel

Es ist wichtig zu beachten, dass es sich bei den vorliegenden Berechnungen um theoretische Modellierungen handelt, die auf schwer prognostizierbaren Kostenannahmen sowie einem direkten 1:1-Vergleich der Fahrzeuge basieren. Auch wenn batterieelektrische Busse wirtschaftlich konkurrenzfähiger werden, bedeutet dies nicht automatisch, dass ihre flächendeckende Einführung, etwa in Form einer vollständigen Elektrifizierung der gesamten Flotte oder aller Linien, in jedem Fall gleich kosteneffizient ist wie der derzeitige Betrieb mit Dieselbussen.

Auf einigen besonders langen Linien im Kanton Schwyz stossen die Batteriereichweiten derzeit an ihre Grenzen und können mit den täglich zurückgelegten Strecken von Dieselbussen nicht mithalten. Auf solchen Strecken würden die begrenzten Batteriekapazitäten entsprechend dem heutigen Stand der Technik entweder Zwischenladungen oder den Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge erfordern, was zu erheblichen Mehrkosten führen würde.

6.2 Belastbarkeit der Ergebnisse (Sensitivitätsanalyse)

Die Verlässlichkeit der Modellrechnungen wurde durch das beauftragte Büro EBP mittels einer Sensitivitätsanalyse überprüft. Dabei wurden zentrale, jedoch schwer prognostizierbare Einflussgrössen wie die Entwicklung der Energiepreise, die jährliche Fahrleistung sowie der Wartungsaufwand in unterschiedlichen Szenarien modelliert. Die Analyse verdeutlicht, dass insbesondere die Energiepreise, namentlich der Diesel- und Strompreis, einen wesentlichen Einfluss auf die langfristigen Gesamtbetriebskosten haben. Aufgrund der volatilen Marktbedingungen ist die zukünftige Preisentwicklung schwer abzuschätzen und beinhaltet entsprechende Unsicherheiten. Tendenziell zeigen die Ergebnisse jedoch, dass Schwankungen beim Dieselpreis eine stärkere Auswirkung auf die Gesamtbetriebskosten entfalten als vergleichbare Veränderungen beim Strompreis.

Laut EBP stellt die Lebensdauer der Batterien und Fahrzeuge den grössten Unsicherheitsfaktor in den TCO-Berechnungen dar. Um Risiken zu minimieren, wurde die Lebensdauer vom Elektrobuss und der Batterie in den TCO-Berechnungen für den Kanton Schwyz konservativ geschätzt.

Im Rahmen der Studie wurde eine Abschreibungsdauer von 14 Jahren für die Fahrzeuge angenommen, mit einem geplanten Batteriewechsel nach sieben Jahren. Erste Erfahrungen mit batterieelektrischen Personenwagen und den ersten Betriebsjahren elektrischer Busse deuten jedoch darauf hin, dass die Lebensdauer sowohl der Batterien als auch der Fahrzeuge länger ausfallen könnte. Eine längere Lebensdauer würde die Abschreibungszeit positiv beeinflussen und die jährlichen (durchschnittlichen) Kosten für batterieelektrische Busse senken.

Aus der Sensitivitätsanalyse lässt sich zusammenfassend Folgendes ableiten:

- In der heutigen Ausgangslage stellen Dieselbusse, insbesondere aufgrund der aktuell geltenden Mineralölsteuerbefreiung, die kostengünstigste Option dar.
- Mit dem voraussichtlich im Jahr 2030 eintretenden Wegfall dieser Steuerbefreiung ist jedoch mit einem deutlichen Anstieg der Gesamtbetriebskosten für Dieselbusse zu rechnen.
- Trotz dieser Entwicklung ist auf Basis der durchgeführten Sensitivitätsanalyse davon auszugehen, dass der Dieselbus in der Mehrheit der untersuchten Preisentwicklungsszenarien auch mittelfristig wirtschaftlicher bleibt als der batterieelektrische Bus. Die wirtschaftlichen Unterschiede zwischen den beiden Antriebstechnologien fallen jedoch insgesamt gering aus.
- Anders präsentiert sich die Lage, wenn die Anschaffung batterieelektrischer Busse durch staatliche Förderbeiträge in Höhe von 140 000 Franken pro Standardbus bzw. 210 000 Franken pro Gelenkbus unterstützt wird oder wenn die Anschaffungskosten deutlich sinken. Unter diesen Voraussetzungen erweist sich der batterieelektrische Bus in sämtlichen betrachteten Szenarien über die gesamte Lebensdauer von 14 Jahren als wirtschaftlich vorteilhafter im Vergleich zum Dieselbus.

7. Versorgungssicherheit

Die Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom), die als unabhängige Regulierungsbehörde für die Überwachung der Versorgungssicherheit im Schweizer Stromsektor verantwortlich ist, weist darauf hin, dass mittelfristig erhebliche Risiken im Bereich der Stromversorgungssicherheit bestehen bleiben. Zu den wesentlichen Einflussfaktoren zählen in diesem Zusammenhang die Geschwindigkeit des Ausbaus erneuerbarer Energien, die Entwicklung der Stromnachfrage, die verbleibende Laufzeit der Kernkraftwerke sowie die Verfügbarkeit von Netzkapazitäten für den grenzüberschreitenden Stromhandel. Diese Faktoren tragen im Übrigen auch erheblich zur Unsicherheit bei der Prognose zukünftiger Strompreise bei.

Im Falle einer Stromknappheit könnte es zu erheblichen Preissteigerungen kommen. In extremen Situationen einer Strommangellage könnten zudem Verbrauchskontingente erforderlich werden. Dies könnte auch den systemrelevanten öffentlichen Verkehr betreffen, wobei unter Umständen weniger kritische Linien oder Kurse im Grundangebot des öffentlichen Verkehrs eingeschränkt werden müssten, um den Energiebedarf zu reduzieren und die Stabilität der Stromversorgung sicherzustellen.

8. Optimaler Zeitpunkt zur Einleitung des Antriebswechsels

Die Bewertung der alternativen Antriebstechnologien gemäss Ziffer 5 verdeutlicht, dass batterieelektrische Busse im Vergleich zu Fahrzeugen mit Wasserstoff- oder synthetischen Treibstoffen in den kommenden zehn bis 15 Jahren die wirtschaftlich und ökologisch vorteilhafteste Option zur Reduktion fossiler Antriebe darstellen dürften. Der Gesamtkostenvergleich (TCO) bietet zudem die Grundlage, den Pfad zur schrittweisen Reduktion weiter zu präzisieren und eine zeitliche Planung unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Entwicklungen zu ermöglichen.

Es ist besonders darauf zu achten, dass ein vorzeitiger Ersatz von Dieselfahrzeugen vor dem Ende ihrer Lebensdauer weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll ist. Ein Technologiewechsel soll daher ausschliesslich im Rahmen planmässiger Ersatzbeschaffungen stattfinden, also für Fahrzeuge, deren Nutzungsdauer vollständig ausgeschöpft ist.

Nochmals hervorzuheben ist sodann, dass die durchgeführten Gesamtkostenberechnungen (TCO) auf einem 1:1-Vergleich der Fahrzeuge beruhen. Sollte auf bestimmten Linien ein direkter Ersatz bestehender Dieselbusse durch batterieelektrische Busse aufgrund einer höheren täglichen Kilometerleistung, welche die Batteriereichweite überschreitet, nicht möglich sein, könnten kostenrelevante Zusatzmassnahmen erforderlich werden. Dazu gehören beispielsweise der Bau von Zwischenladestationen oder der Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge, was eine Erweiterung des Busdepots miteinschliessen könnte. Solche Massnahmen würden die Gesamtkosten für den Betrieb batterieelektrischer Busse entsprechend erhöhen.

Um eine wirtschaftlich optimale Auswahl der Antriebsart sicherzustellen, sind eine sorgfältige und agile Planung sowie ein strukturiertes Vorgehen erforderlich. Dieses ist in enger Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen und abgestimmt auf die Planungs-, Mitwirkungs- und Beschlussprozesse des öV-Grundangebots umzusetzen. Ein erster Schritt in diesem Prozess ist die frühzeitige Identifikation der Fahrzeuge, die bei den Transportunternehmen ersetzt oder neu beschafft werden sollen.

Da das öV-Grundangebot den gesetzlichen Rahmen für die Bestellung und Finanzierung des öffentlichen Verkehrs im Kanton Schwyz bildet, soll das Vorgehen darauf abgestimmt sein. Das derzeitige öV-Grundangebot läuft 2028 aus, und die Erarbeitung des folgenden Grundangebots für den Zeitraum 2029–2032 beginnt im Jahr 2026.

8.1 Ersatzbedarf für Fahrzeuge im Zeitraum 2025–2028

Ein Wechsel der Antriebstechnologie wird innerhalb dieses Zeitrahmens nur erwogen, wenn er über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs gegenüber einem Dieselbus wirtschaftliche Vorteile bietet, kein entsprechendes Fahrzeug mit Dieselmotor auf dem Markt mehr verfügbar ist oder bei kantonsübergreifenden Buslinien durch einen Nachbarkanton initiiert wird. Bei einem allfälligen Ersatz durch einen batterieelektrischen Bus ist eine gründliche Prüfung in enger Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen erforderlich, um sicherzustellen, dass ein 1:1-Fahrzeuersatz technisch machbar ist. Ein wirtschaftlicher Vorteil von batterieelektrischen Bussen im Vergleich zu Dieselnissen kann im Zeitraum 2025–2028 nur erreicht werden, wenn der Bund die im CO₂-Gesetz vorgesehenen Fördermittel für die Beschaffung neuer batterieelektrischer Busse im regionalen Personenverkehr zur Verfügung stellt. Diese geplante Förderung wurde vom Bundesrat im Oktober 2024 im Rahmen der Haushaltsentlastung vorerst jedoch ausgesetzt. Zwar hat das Bundesparlament im Dezember 2024 im verabschiedeten Bundesbudget 2025 wieder einen Betrag von 36.3 Mio. Franken für die Förderung von Elekt-

roantrieben bei Bussen und Schiffen bewilligt und der Bundesrat hat in der Folge am 29. Januar 2025 entschieden, die Kreditsperre für das Jahr 2025 aufzuheben. Trotz dieser Entwicklung bleibt der Umfang der Bundesförderung über das Jahr 2025 hinaus aber unklar. Insbesondere steht derzeit (Stand April 2025) noch offen, in welchem Rahmen eine Weiterführung der Förderung ab dem Jahr 2026 erfolgen wird, da diese im Kontext des Entlastungspakets 27 für den Bundeshaushalt einer erneuten Prüfung unterzogen wird.

8.2 Ersatzbedarf für Fahrzeuge ab 2028

Ab dem Jahr 2030 ist infolge der geplanten Aufhebung der Mineralölsteuerbefreiung auf Diesel ein Kostenanstieg von 60 Rappen pro Liter Diesel zu erwarten, was den Betrieb von Dieselnbussen erheblich verteuert und die Wirtschaftlichkeit batterieelektrischer Busse im Vergleich verbessern dürfte. Dennoch ist gemäss den aktuellen Annahmen davon auszugehen, dass der Betrieb von Dieselnbussen mittelfristig weiterhin kostengünstiger bleibt als jener von batterieelektrischen Bussen, sofern keine Bundesförderung erfolgt oder die Anschaffungskosten nicht spürbar sinken.

Die durchgeführte Sensitivitätsanalyse zeigt jedoch, dass die wirtschaftlichen Unterschiede zwischen den beiden Antriebstechnologien insgesamt gering ausfallen und stark von einzelnen Einflussfaktoren, etwa den Energiepreisen, der jährlichen Fahrleistung oder den Wartungskosten, abhängen. Bereits geringe Abweichungen in den zugrunde gelegten Parametern können dazu führen, dass sich über die gesamte Fahrzeuglebensdauer von 14 Jahren entweder der batterieelektrische Bus oder der Dieselnbus als wirtschaftlich vorteilhafter erweist. Diese Aussage gilt unter der Prämisse, dass ein direkter 1:1-Ersatz der Fahrzeuge technisch möglich ist.

Daher sollen alle Linien oder Linienbündel, bei denen ab 2028 ein Fahrzeugersatz notwendig wird, in enger Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen sorgfältig analysiert werden, um festzustellen, welche Linien und Umläufe technisch im Verhältnis 1:1 elektrifiziert werden könnten.

Da einige Linien im Kanton Schwyz Tageseinsätze von über 400 km erfordern, ist anzunehmen, dass ein 1:1-Ersatz mit den derzeitigen Batteriekapazitäten nicht überall möglich sein wird. Für diese Linien und Strecken sollen zusätzliche Massnahmen geprüft werden, um zu evaluieren, ob mit Konzeptanpassungen oder Betriebsoptimierungen der Einsatz von E-Bussen (wirtschaftlich und ökologisch) trotzdem sinnvoll ist oder ob dort nach Möglichkeit weiter auf Dieselnbusse zu setzen ist.

Die Prüfung und Berichterstattung der erforderlichen Umstellungsschritte soll im Einklang mit den vierjährigen Planungszyklen des öV-Grundangebots erfolgen, um eine Einbindung aller relevanten Anspruchsgruppen sicherzustellen. Der methodische Ansatz wird im folgenden Zeitplan am Beispiel des nächsten öV-Grundangebots für die Fahrplanjahre 2029–2032 veranschaulicht. Dieser Prozess wiederholt sich anschliessend in vierjährigen Abständen.

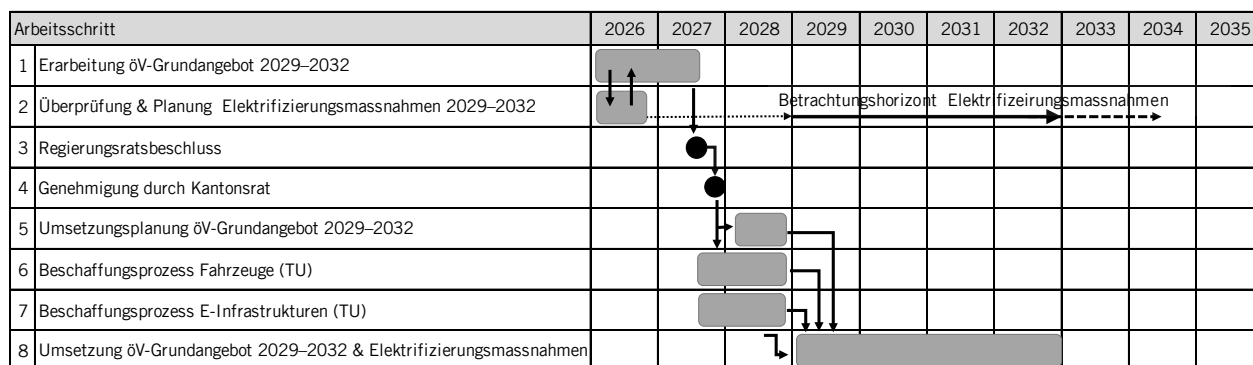


Tabelle 2: Planungsprozess öV-Grundangebot und Elektrifizierungsmassnahmen 2029–2032

Prozessbeschreibung:

Anfang 2026 beauftragt der Regierungsrat das Amt für öffentlichen Verkehr mit der Erarbeitung des nächsten öV-Grundangebots für den Zeitraum 2029–2032 (1). Im Rahmen dieser Erarbeitung erfolgen in Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen die Analyse des Fahrzeugbedarfs sowie die technische und wirtschaftliche Evaluation alternativer Antriebstechnologien (2). Die Ergebnisse dieser Analysen werden in die Entwicklung des öV-Grundangebots integriert. Im Jahr 2027 wird der Mitwirkungsprozess durchgeführt, gefolgt von den Beschlussfassungen des Regierungsrats (3) und des Kantonsrats (4). Anschliessend beginnen die Umsetzungsplanung (5) sowie der Beschaffungsprozess für die benötigten Fahrzeuge (6) und die erforderliche E-Infrastruktur (7), bevor das neue öV-Grundangebot ab dem Jahr 2029 umgesetzt wird (8).

9. Leitfaden zur Entwicklung von Massnahmen für die Antriebsumstellung

Bei der schrittweisen Umstellung der Antriebstechnologie soll ein Bottom-Up-Ansatz verfolgt werden, der auf starre übergeordnete Ziele verzichtet. Stattdessen werden anstehende Fahrzeugbeschaffungen sowie die technische Machbarkeit der Elektrifizierung von Linien und Linienbündeln in Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen in regelmässigen Abständen analysiert. Diese Evaluation bildet die Entscheidungsgrundlage für den Regierungsrat bei der Erarbeitung des öV-Grundangebots sowie der Bestellung des Angebots und der Ersatzbeschaffung von Fahrzeugen.

Ein Leitfaden, entwickelt in Zusammenarbeit mit der EBP, unterstützt das Amt für öffentlichen Verkehr und die Transportunternehmen bei diesem Prozess und berücksichtigt alle Schlüsselaspekte. Der Leitfaden umfasst sieben aufeinanderfolgende Schritte, beginnend mit der Bedarfsplanung, gefolgt von technischer und wirtschaftlicher Evaluation sowie einer Umlaufanalyse zur Entwicklung von Elektrifizierungsmassnahmen. Danach werden das öV-Grundangebot festgelegt und die erforderlichen politischen Beschlüsse gefasst, bevor die Transportunternehmen den Beschaffungsprozess für Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur starten. Nach der Umsetzung erfolgt ein Monitoring der Massnahmen, bevor nach vier Jahren der nächste Bedarfsplanungszyklus beginnt.

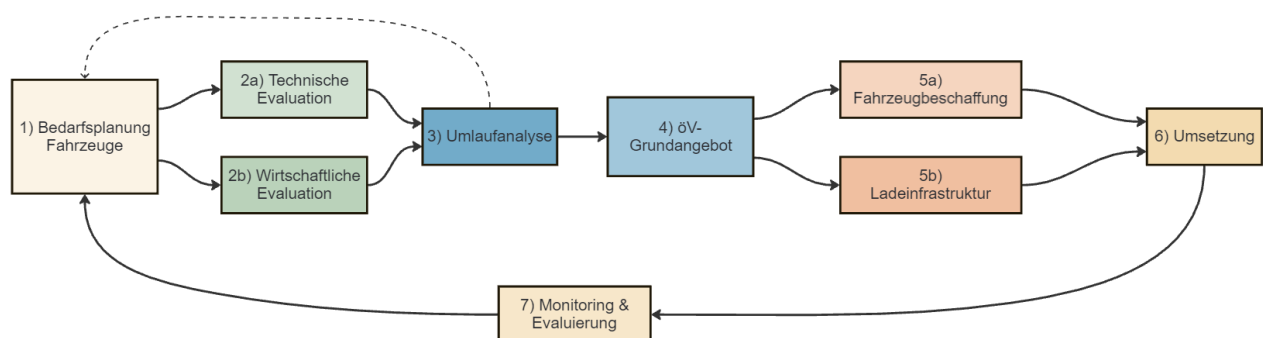


Abbildung 3: Flussdiagramm Leitfaden zur Erarbeitung von Umstellungsmassnahmen im vierjährigen Programm des öV-Grundangebots

10. Fazit

Angesichts der Ergebnisse der Studie EBP zur Beurteilung alternativer Antriebstechnologien ist festzuhalten, dass die Technologie der batterieelektrischen Busse im Vergleich zu anderen

Antriebslösungen wie Brennstoffzellenantrieben (Wasserstoff) und synthetischen Treibstoffen (E-Fuels) deutlich weiterentwickelt ist und derzeit die ökonomisch und ökologisch geeignetste Möglichkeit für die Dekarbonisierung des öffentlichen Verkehrs im Kanton Schwyz darstellt. Das starke Wachstum und die hohe Entwicklungsdynamik in der batteriebetriebenen Elektrofahrzeugtechnologie deuten darauf hin, dass batterieelektrische Busse in den nächsten zehn bis 15 Jahren die tragfähigste Lösung sind.

Der bisherige Kostenvorteil konventioneller Dieselmotoren dürfte sich in den kommenden Jahren durch zwei wesentliche Faktoren relativieren: Erstens ist für den Zeitraum 2025 bis 2029 eine Bundesförderung bei der Beschaffung batterieelektrischer Busse im Rahmen des CO₂-Gesetzes vorgesehen. Zum anderen ist ab dem Jahr 2030 die Aufhebung der Mineralölsteuerbefreiung für Dieselmotoren geplant, was deren Betriebskosten deutlich erhöhen wird.

Bereits ab 2025 könnte der Betrieb eines batterieelektrischen Busses, unter Einbezug der geplanten Bundesförderung, über die gesamte Lebensdauer von 14 Jahren wirtschaftlich attraktiver werden als jener eines Dieselmotors. Voraussetzung dafür ist, dass der Bund an der vorgesehenen Unterstützung gemäss CO₂-Gesetz festhält und sich die Umsetzung eines 1:1-Fahrzeugsatzes als technisch machbar erweist. Wie sich die Förderpraxis des Bundes über das Jahr 2025 hinaus entwickelt, bleibt im aktuellen finanzpolitischen Umfeld jedoch offen, da die entsprechenden Mittel im Rahmen übergeordneter Entlastungsmassnahmen auf Stufe Bund überprüft werden (Entlastungspaket 27).

Voraussichtlich ab dem Jahr 2030 wird die Mineralölsteuerbefreiung im Umfang von 60 Rappen pro Liter Diesel aufgehoben, was zu einer spürbaren Erhöhung der Betriebskosten von Dieselmotoren führen wird. Trotz des Wegfalls dieser Steuervergünstigung bleiben Dieselmotoren – ohne Berücksichtigung von Fördermitteln – voraussichtlich weiterhin kostengünstiger als batterieelektrische Busse.

Die wirtschaftlichen Unterschiede zwischen den beiden Antriebstechnologien fallen jedoch insgesamt gering aus. Zudem sind zentrale Einflussfaktoren wie Energiepreise, Fahrleistungen oder Wartungsaufwand nur bedingt verlässlich prognostizierbar. Bereits geringfügige Abweichungen in den zugrunde gelegten Annahmen können über die gesamte Lebensdauer eines Fahrzeugs von rund 14 Jahren dazu führen, dass entweder der Diesel- oder der batterieelektrische Bus wirtschaftlich im Vorteil ist.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Dieselmotoren unter den heutigen Rahmenbedingungen und unter Berücksichtigung der geltenden Mineralölsteuerbefreiung aktuell die wirtschaftlich günstigste Lösung darstellen. Der angekündigte Wegfall dieser Steuervergünstigung ab voraussichtlich 2030 dürfte jedoch ein spürbarer Anstieg der Betriebskosten zur Folge haben.

Trotz dieser Entwicklung ist mittelfristig davon auszugehen, dass Dieselmotoren – ohne Einbezug externer Fördermittel – weiterhin die kosteneffizienteste Option bleiben. Die Unterschiede in der Gesamtwirtschaftlichkeit zwischen Diesel- und batterieelektrischen Bussen sind jedoch gering und stark abhängig von volatilen Faktoren wie Energiepreisen, jährlicher Fahrleistung, Wartungsaufwand und Investitionskosten.

Sollten batterieelektrische Busse durch staatliche Förderprogramme unterstützt oder deren Anschaffungskosten signifikant reduziert werden, kann sich deren Einsatz über den gesamten Lebenszyklus von rund 14 Jahren als wirtschaftlich vorteilhaft erweisen. Diese Einschätzung setzt indes voraus, dass ein 1:1 Fahrzeugsatz von Dieselmotoren durch batterieelektrische Busse in der Praxis auch umsetzbar ist. Sollte auf bestimmten Linien ein direkter Ersatz be-

stehender Dieselbusse durch batterieelektrische Busse aufgrund einer hohen täglichen Kilometerleistung, welche die Batteriereichweite überschreitet, nicht möglich sein, könnten kostenrelevante Zusatzmassnahmen erforderlich werden. Dazu zählen etwa der Bau von Zwischenladestationen oder der Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge, was zudem den Bedarf nach einer Erweiterung des Busdepots nach sich ziehen könnte. Solche Massnahmen würden die Gesamtkosten für den Betrieb batterieelektrischer Busse entsprechend erhöhen und der ökologische Vorteil batterieelektrischer Busse gegenüber Dieseln in einem solchen Szenario verringern.

Unabhängig von der gewählten Antriebstechnologie ist aufgrund des Wegfalls der Treibstoffzollbefreiung bei Dieseln und der höheren Anschaffungskosten bei batterieelektrischen Bussen ein Anstieg der Betriebskosten im strassengebundenen öffentlichen Verkehr zu erwarten.

Um eine wirtschaftlich optimale Auswahl der Antriebstechnologie sicherzustellen, ist eine sorgfältige und agile Planung erforderlich, begleitet von einem strukturierten Vorgehen. Dies soll in enger Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen und in Abstimmung mit den Planungs-, Mitwirkungs- und Beschlussprozessen des öV-Grundangebots umgesetzt werden.

Auch ist zu beachten, dass ein vorzeitiger Ersatz von Dieselfahrzeugen vor Ablauf ihrer Lebensdauer weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll ist. Der Technologiewechsel soll daher ausschliesslich im Rahmen planmässiger Ersatzbeschaffungen erfolgen, das heisst, für Fahrzeuge, deren Nutzungsdauer vollständig ausgeschöpft ist.

Für Fahrzeuge, die im Zeitraum des laufenden öV-Grundangebots bis 2028 ersetzt werden müssen, wird ein Wechsel der Antriebstechnologie nur erwogen, wenn er über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs gegenüber einem Dieseln wirtschaftliche Vorteile bietet, kein entsprechendes Fahrzeug mit Dieselmotor auf dem Markt mehr verfügbar ist oder bei kantonsübergreifenden Buslinien durch einen Nachbarkanton initiiert wird.

Für Fahrzeuge, die ab 2028 ersetzt werden müssen, sollen alle betroffenen Linien oder Linienbündel in enger Zusammenarbeit mit den Transportunternehmen sorgfältig analysiert werden, um festzustellen, welche Linien und Umläufe im Verhältnis 1:1 elektrifiziert werden könnten. Da einige Linien im Kanton Schwyz Tageseinsätze von über 400 km erfordern, ist davon auszugehen, dass ein 1:1-Ersatz mit den derzeitigen Batteriekapazitäten nicht überall möglich sein wird. Für diese Linien und Strecken sollen zusätzliche Massnahmen geprüft werden, um zu evaluieren, ob mit Konzeptanpassungen oder Betriebsoptimierungen der Einsatz von E-Bussen (wirtschaftlich und ökologisch) trotzdem sinnvoll ist oder ob dort nach Möglichkeit weiter auf Dieseln zu setzen ist.

Diese Analysen erfolgen im vierjährigen Zyklus des öV-Grundangebots, wodurch die Einbindung aller relevanten Anspruchsgruppen in die entsprechenden Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse gewährleistet wird.

Abschliessend lässt sich festhalten, dass der Regierungsrat hinsichtlich einer mittel- und langfristigen Dekarbonisierung des strassengebundenen öffentlichen Verkehrs einen flexiblen Bottom-Up-Ansatz verfolgt, der bewusst auf starre Zielvorgaben verzichtet. Stattdessen setzt er auf eine fundierte, systematische Analyse der bevorstehenden Fahrzeugbeschaffungen bei den Transportunternehmen, eingebettet in die Planung des öV-Grundangebots. Unter Verfolgung eines gesamtheitlich nachhaltigen Ansatzes und frei von Ideologien liegt das Ziel darin, im Rahmen des geltenden Rechts die technisch machbaren und wirtschaftlich effizientesten,

versorgungssicheren Lösungen umzusetzen. Dafür ist eine regelmässige, wiederkehrende Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der verschiedenen Antriebstechnologien unerlässlich, um auf Entwicklungen agil und verantwortungsbewusst reagieren zu können.

11. Erledigung des Postulats und Behandlung im Kantonsrat

Mit dem vorliegenden Bericht an den Kantonsrat ist das Postulat P 22/22 erledigt (§ 65 Abs. 3 GOKR). Gemäss § 61 Abs. 3 GOKR nimmt der Kantonsrat von den Berichten Kenntnis. Jedes Mitglied des Kantonsrates kann die qualifizierte Kenntnisnahme mit oder ohne Zustimmung beantragen.

Beschluss des Regierungsrates

1. Der Beschluss Nr. 42/2025 vom 21. Januar 2025 wird widerrufen.
2. Dem Kantonsrat wird beantragt, vom vorliegenden, überarbeiteten Bericht Kenntnis zu nehmen.
3. Das Postulat P 22/22 wird gemäss § 65 Abs. 3 GOKR als erledigt abgeschrieben.
4. Das Amt für öffentlichen Verkehr wird mit den weiteren Abklärungs- und Umsetzungsarbeiten im Sinne des vorliegenden Berichts beauftragt. Das Amt wird angehalten, die erforderlichen Abstimmungen und Abklärungen mit den Transportunternehmen zeitgerecht einzuleiten. Die Ergebnisse sind dem Regierungsrat im Rahmen der Berichterstattung zum nächsten öV-Grundangebot 2029–2032 Anfang 2027 vorzulegen.
5. Zustellung: Mitglieder des Kantonsrates.
6. Zustellung elektronisch: Mitglieder des Regierungsrates; Staatsschreiber; Sekretariat des Kantonsrates; Baudepartement; Amt für öffentlichen Verkehr.

Im Namen des Regierungsrates:

Michael Stähli
Landammann



Dr. Mathias E. Brun
Staatsschreiber