



Kanton Bern
Canton de Berne



Linie 10 Bern–Köniz: Zusatzstudie zu Fahrleitungen

Schlussbericht

Genehmigt durch die Kommission Verkehr der Regionalkonferenz Bern-Mittelland am 22. April 2021



Impressum

Herausgeber

Regionalkonferenz Bern-Mittelland
Holzikofenweg 22
Postfach 8623
3001 Bern

Amt für öffentlichen Verkehr und Verkehrskoordination
Reiterstrasse 11
3013 Bern

Gesamtprojektleitung

Aebi Christian, Co-Amtsleiter AÖV
Krebs Timo, Projektleiter Verkehr RKBM

Begleitgruppe

Anderegg Markus, Bernmobil
Ledergerber Thomas, Bernmobil
Matti Daniel, Köniz
Moser Martin, RKBM
Müller Ueli, Fachstelle ÖV Stadt Bern
Schmid Thomas, Tiefbauamt Kanton Bern
Vogel Karl, Verkehrsplanung Stadt Bern

Auftragnehmer

Transitec Beratende Ingenieure AG
Emch+Berger AG Bern
Enotrac AG

Bearbeitung

Urs Gloor, Anna Cissé, Transitec
Nico Papé, Emch+Berger
Stefan Nydegger, Claudia Sauter, Enotrac

Inhaltsverzeichnis

Seite

Zusammenfassung	7
1. Aufgabe	8
1.1 Auftrag	8
1.2 Grundlagen	8
1.3 Abkürzungen	8
2. Vorgehen	9
3. Rahmenbedingungen und Abklärungsbedarf (Phase 1)	9
3.1 Fahrzeuge und Energieversorgung	9
3.1.1 Fahrzeuge	9
3.1.2 Fahrleitungsabschnitte	10
3.1.3 Ladestationen an Endhaltestellen	10
3.1.4 Investitionskosten	12
3.2 Fahrleitungen	13
3.2.1 Fahrleitungen im Raum City West	13
3.2.2 Tragpunkte für die Trolleybusfahrleitung	13
3.2.3 Elemente Trolleybus-Fahrleitungen (Weichen, Kreuzungen und Eindrahtrichter)	14
3.2.4 Investitions- und Unterhaltskosten	16
3.2.5 BLS-Unterführung Schwarzenburgstrasse	17
3.3 Betrieb	18
3.4 Weitere Themen	20
3.5 Fazit Phase 1	20
4. Trolleybus-Variantenstudium (Phase 2)	21
4.1 Vorgehen Trolleybus-Variantenbildung	21
4.2 Trolleybus-Grundvariante aus der Grundstudie	21
4.3 Trolleybus-Variante 1	23
4.4 Trolleybus-Variante 2	24
4.4.1 Trolleybus-Variante 2a	24
4.4.2 Trolleybus-Variante 2b	25
4.5 Trolleybus-Variante 3	27
4.5.1 Trolleybus-Variante 3a	27
4.5.2 Trolleybus-Variante 3b	28
4.6 Machbarkeit der Umleitungen	30
5. Variantenvergleich	31
5.1 Kriterien und Indikatoren	31
5.2 Variantenbewertung	32
5.3 Schrittweiser DGTB-Variantenvergleich	34

5.4	Empfohlene Varianten.....	34
5.5	Empfehlungen zum weiteren Vorgehen	35
Anhang		39
Anhang 1 - Abkürzungsverzeichnis		40
Anhang 2 – Machbarkeit der Umleitungen		41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Bestehende Dienstfahrleitungsrouten.....	13
Abbildung 2 - Konzept Fahrleitungsbefestigung	14
Abbildung 3 - Anzahl Weichen und Kreuzungen (Tram - Trolley).....	15
Abbildung 4 - Kosten pro Abschnitt	16
Abbildung 5 - BLS-Unterführung - Bauliche Gegebenheiten.....	17
Abbildung 6 - Graphische Übersicht zu möglichen Umleitungen	18
Abbildung 7 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Grundvariante.....	22
Abbildung 8 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 1	23
Abbildung 9 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 2a.....	24
Abbildung 10 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 2b.....	26
Abbildung 11 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 3a.....	27
Abbildung 12 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 3b.....	28
Abbildung 13 - Graphische Übersicht Trolleybus-Varianten.....	30
Abbildung 14 - Vorprojekt: weiteres Vorgehen.....	36
Abbildung 15 - Übersicht DGTB-Variantenvergleich.....	37
Abbildung 16 - DGTB-Variantenvergleich 2a, 2b, 3a und 3b	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Vorgehen.....	9
Tabelle 2 - Investitionskosten für Gleichrichteranlagen und Ladestationen.....	12
Tabelle 3 - Tabellarische Übersicht zu den Umleitungen	19
Tabelle 4 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Grundvariante.....	22
Tabelle 5 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Grundvariante	22
Tabelle 6 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 1	23
Tabelle 7 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 1	24
Tabelle 8 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 2a.....	25
Tabelle 9 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 2a	25
Tabelle 10 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 2b....	26
Tabelle 11 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 2b	26
Tabelle 12 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 3a....	27
Tabelle 13 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 3a	28
Tabelle 14 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 3b....	29
Tabelle 15 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 3b	29
Tabelle 16 - Kriterien und Indikatoren	31
Tabelle 17 - Übersicht Variantenbewertung	34

Anhang

Anhang	39
Anhang 1 - Abkürzungsverzeichnis	40
Anhang 2 – Machbarkeit der Umleitungen	41

Zusammenfassung

Im August 2020 wurde der Schlussbericht zur Technischen Studie über das mittelfristige Angebot für die Buslinie 10 zwischen Bern und Köniz¹ von der Kommission Verkehr der RKBM verabschiedet. Für die Variante «Doppelgelenk-Trolleybus» (DGTB) soll im Rahmen der vorliegenden Zusatzstudie das Thema Stromversorgung vertieft werden. Ziel ist es, attraktive Alternativen für die Fahrleitungsabschnitte zu finden.

Die Zusatzstudie vergleicht die Lösung aus der Grundstudie mit insgesamt 5 alternativen Trolleybus-Varianten (3 Varianten davon zwei mit Untervarianten):

- Trolleybus-Variante 1: Fahrleitung zwischen Hessesstrasse und Bern Bahnhof
- Trolleybus-Variante 2: Fahrleitung ab Monbijou
 - 2a: Fahrleitung bis Brühlplatz
 - 2b: kürzere Fahrleitung bis Liebefeld Park und Ladestation an der Endhaltestelle in Schliern
- Trolleybus-Variante 3: Fahrleitungen zwischen Weissensteinstrasse und Brühlplatz
 - 3a: zusätzliche Fahrleitung zwischen Eichmatt und der Endhaltestelle in Schliern
 - 3b: Ladestation an der Endhaltestelle in Schliern

Die Bewertung der Varianten hat ergeben, dass die Trolleybus-Variante aus der Grundstudie und die Trolleybus-Variante 1 schlechter abschneiden und ausgeschlossen werden können. Die Trolleybus-Varianten 2a und 2b sowie 3a und 3b haben bei verschiedenen Kriterien Vorteile.

Aufgrund der Mitwirkung wird die Variante 3a nicht weiterverfolgt. Weiter vertieft werden sollen die Varianten 2a, 2b und 3b.

¹ Originaltitel: *Linie 10 Bern - Köniz: Technische Studie zum mittelfristigen Angebot Entwurf Schlussbericht für die öffentliche Vernehmlassung; Transitec, Enotrac, K&Z, EBP; August 2020*

1. Aufgabe

1.1 Auftrag

Im August 2020 wurde der Schlussbericht zur Technischen Studie über das mittelfristige Angebot für die Buslinie 10 zwischen Bern und Köniz² der Kommission Verkehr der RKBM vorgelegt. Für die Variante «Doppelgelenk-Trolleybus» (DGTB) soll im Rahmen der vorliegenden Zusatzstudie das Thema Stromversorgung vertieft werden. Ziel ist es, attraktive Varianten aufzuzeigen und letztere zu bewerten.

Es geht dabei v.a. darum anzugeben, **auf welchen Abschnitten Fahrleitungen** erstellt werden sollen, inkl. Angaben zum System:

- Aufhängung an den Fassaden
- Fahrleitungsmasten einseitig / beidseitig
- Kombination Aufhängung an den Fassaden / Fahrleitungsmast einseitig
- Lademöglichkeit an der Endhaltestelle in Schliern

Besondere Situationen (z.B. temporäre Umleitungen bei Störungen) sollen ebenfalls thematisiert werden.

Der Schlussbericht³ zum mittelfristigen Angebot und der technische Bericht zum Thema Fahrleitungen⁴ waren vom 16. Dezember 2020 bis 19. Februar 2021 in der öffentlichen **Mitwirkung**. Die vorliegende Berichtsversion beinhaltet im Kapitel 5.5 die Folgerungen aus dieser Mitwirkung.

1.2 Grundlagen

Die wichtigsten für die vorliegende Studie verwendeten Grundlagen sind folgende Dokumente:

- Linie 10 Bern - Köniz: Technische Studie zum mittelfristigen Angebot, ENTWURF Schlussbericht für die öffentliche Mitwirkung (Transitec/EBP/Enotrac/Kissling+Zbinden, August 2020)
- Projekt Tram Region Bern (Abschnitt Eigerplatz - neue Tramwendeschleife Schliern:
 - Fahrleitungspläne Bau-/Auflageprojekt (Furrer+Frey, Dezember 2012)
 - Pläne Gleichrichterstationen Bau-/Auflageprojekt (Markwalder+Partner/IUB/Diggelmann+Partner, Dezember 2012)
 - Bericht Bauprojekt Gleichrichterstationen (ewb, Januar 2013)
 - Technischer Bericht Bau-/Auflageprojekt (Markwalder+Partner/IUB/Diggelmann+Partner, Dezember 2012): v.a. Kapitel 3.10
 - Technischer Bericht Vorprojekt (Markwalder+Partner/IUB/Diggelmann+Partner, November 2010): v.a. Kapitel 4.4
- Beurteilung Fahrleitungen im Raum Eigerplatz (Bernmobil, Juni 2020)
- Projekte Behindertengerechte Haltestellen in Köniz, 1. Tranche (OIK II)

1.3 Abkürzungen

Das Abkürzungsverzeichnis befindet sich im Anhang 1.

² Originaltitel: *Linie 10 Bern - Köniz: Technische Studie zum mittelfristigen Angebot Entwurf Schlussbericht für die öffentliche Vernehmlassung; Transitec, Enotrac, K&Z, EBP; August 2020*

³ Bezeichnung in diesem Bericht: Grundstudie

⁴ Bezeichnung im weiteren Bericht: Zusatzstudie

2. Vorgehen

Um die beste DGTB-Variante zu finden wurde ein stufenweises Vorgehen in zwei Phasen gewählt (siehe Tabelle 1). In der ersten Phase wurden die Rahmenbedingungen und Grundlagen gesammelt und abgeklärt. In Phase 2 wurden die Varianten gebildet und miteinander verglichen.

Thema	
Phase 1: Rahmenbedingungen und Grundlagen	
Fahrzeuge	vgl. Kapitel 3.1
Fahrleitungen	vgl. Kapitel 3.2
Betrieb	vgl. Kapitel 3.3
Fazit Phase 1	vgl. Kapitel 3.5
Phase 2: Trolleybus-Variantenstudium	
Varianten	vgl. Kapitel 4.2-4.5
Variantenvergleich	vgl. Kapitel 5
Fazit Phase 2	vgl. Kapitel 5.4 und 5.5

Tabelle 1 - Vorgehen

3. Rahmenbedingungen und Abklärungsbedarf (Phase 1)

3.1 Fahrzeuge und Energieversorgung

3.1.1 Fahrzeuge

Gemäss BERNMOBIL würden für die Buslinie 10 neue DGTB mit einer maximalen Leistungsaufnahme vom 350 kW beschafft⁵. Diese Leistung kann während der Fahrt bei eingeschalteter Fahrleitung aufgenommen werden. Im Stand entspricht die maximale Leistungsaufnahme ca. 50 kW. Bei der Buslinie 10 soll nicht die ganze Strecke mit einer Fahrleitung ausgerüstet werden, sondern Teilabschnitte ab Batterie gefahren werden (vgl. auch Kapitel 3.1.2). Die Leistungsaufnahme von 350 kW wird daher für die Bestimmung der benötigten Fahrleitungskilometer verwendet.

Die Trolleybusse der aktuellen Flotte von BERNMOBIL verfügen über eine Leistungsaufnahme (ab Fahrleitung) von maximal 200 kW. Diese Busse könnten auf der Linie 10 eingesetzt werden, würden jedoch aufgrund der kleineren Leistungsaufnahme nicht die gleiche Ladebilanz erreichen wie die neuen Busse. Bei der Variantenbildung werden Redundanzen und ein hoher Energieverbrauch mit hohen Nebenverbräuchen (z.B. fürs Heizen) berücksichtigt (siehe Kapitel 3.1.2). In den meisten Fällen würden diese

⁵ BERNMOBIL, Grundlagenpräsentation, AöV / RKBM: Grundstudie, 21. Januar 2020

Bedingungen jedoch nicht erreicht werden und eine Leistungsaufnahme der Busse von 200 kW würde daher für den Betrieb der Linie 10 wohl ausreichen (Annahme, nicht im Detail geprüft). Falls die DGTB der Linie 20 auf der Linie 10 ohne Einschränkungen eingesetzt werden können sollten, wäre eine Umrüstung der bestehenden DGTB auf 350 kW notwendig. Eine Umrüstung ist machbar.

Der Verbrauch von DGTB beträgt im schlimmsten Fall 4 kWh pro Kilometer (inkl. Verbrauch bei Standzeiten und Nebenverbräuchen)⁶.

3.1.2 Fahrleitungsabschnitte

Mit der erhöhten Leistungsaufnahme der neuen DGTB (siehe Kapitel 3.1.1) kann gemäss BERNMOBIL mit knapp 30 % Fahrleitung eine genügend positive Ladebilanz über einen Umlauf der Linie 10 (Grundkurs: 11.18 km) erreicht werden⁷. Für den Grundkurs von Bern Bahnhof nach Schliern entspricht dies 3.1 km Fahrleitung (im Umlauf) und für den Verstärkungskurs von Bern Bahnhof nach Köniz Schloss 2.2 km (im Umlauf).

Die Bus- und Tramlinien von BERNMOBIL müssen hoch verfügbar sein. Um dies zu erreichen, müssen Redundanzen bei der Planung und dem Betrieb der Linien berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere für die sehr stark belastete Buslinie 10. Trolleybuslinien sind häufig von betrieblichen Störungen, beispielsweise aufgrund von Baustellen oder Veranstaltungen, betroffen. Die Busse werden in solchen Situationen umgeleitet und können zwischen einigen Haltestellen nicht an der Fahrleitung laden. Zudem können unerwartete Störfälle zu einem Ausfall eines Anlagenteils der Energieversorgung, z.B. Gleichrichter, Schalter, Fahrleitung, führen.

Zur Sicherstellung der erforderlichen Redundanzen können unter anderem folgende Ansätze bezüglich Fahrleitung in Betracht gezogen werden:

- Die Streckenabschnitte mit Fahrleitung werden in weitere, kleinere Fahrleitungsabschnitte unterteilt. Diese werden jeweils über separate Speisepunkte und über mehrere Gleichrichterstationen gespeist (für Beispiele siehe Kapitel 4). Anmerkung: zu lange Speiseabschnitte würden zu tiefen Fahrleitungsspannungen und somit schlechter Energieübertragung zu den Bussen führen. Die Spannungshaltung, bestimmt über den Fahrleitungswiderstand, definiert somit die maximale Sektorlänge.
- Die eingangs definierten notwendigen 30% Fahrleitung auf der Buslinie 10 müssen für eine positive Ladebilanz jederzeit zur Verfügung stehen. Das heisst, für die normale Speisesituation ist ein entsprechend grösserer Fahrleitungsanteil nötig, um einen Ausfall eines Abschnittes abdecken zu können.

Als Rahmenbedingung für einen stabilen Betrieb der Trolleybuslinie gilt somit für die Energieversorgung das sogenannte «N-1-Kriterium»: Bei einer N-1-Situation (z.B. Nichtverfügbarkeit eines Fahrleitungsabschnittes oder einer Gleichrichterstation), sollen weiterhin knapp 30 % Fahrleitung, also 3.1 km Fahrleitung für den Grundkurs und 2.2 km Fahrleitung für den Verstärkungskurs verfügbar sein.

3.1.3 Ladestationen an Endhaltestellen

Als Ergänzung zur Fahrleitung könnten DGTB auch an Ladestationen aufgeladen werden. Die Machbarkeit solcher Ladestationen wurde noch nicht im Detail abgeklärt und ist noch zu prüfen. Es handelt sich nicht um ein erprobtes System. Aus technischer Sicht sollte der Einsatz solcher Ladestationen jedoch klar möglich sein.

Die Idee dabei ist, dass sich die Busse «normal» über ihre Ruten an die Ladestationen «andocken» (eigentlich an ein kurzes Stück Fahrleitung mit erheblich grösserem Querschnitt). Mit solchen Ladestationen kann während den Standzeiten aufgrund des erhöhten Querschnittes des Fahrdrahtes mehr Energie aufgenommen werden als mit einer klassischen Fahrleitung (siehe Kapitel 3.1.1).

⁶ AÖV/RKBM, Grundstudie, August 2020

⁷ BERNMOBIL, Grundlagenpräsentation, AöV / RKBM: Grundstudie, 21. Januar 2020

Ein Rechenbeispiel als Vergleich: Über eine Ladestation, beispielsweise mit einer netto Ladeleistung von 200 kW (konservative Annahme), kann die Batterie der Busse um 3.3 kWh pro Minute aufgeladen werden. Unter Berücksichtigung der mittleren Geschwindigkeit der Busse der Linie 10, kann die Batterie während der Fahrt um ca. 11 – 13 kWh pro Fahrleitungskilometer aufgeladen werden. Stehen die Busse 4 Minuten an einer Ladestation, so kann daher in etwa dieselbe Energie aufgenommen werden wie beim Befahren von einem Fahrleitungskilometer.

Es kann jedoch nicht beliebig viel Fahrleitung mit Ladestationen ersetzt werden, da die Batteriegrösse der Trolleybusse begrenzt ist. Die eingesetzten Batterien auf den Trolleybussen sind nicht vergleichbar mit jenen der E-Busse mit reinem stationären Laden der Batterien.

Bei der Variantenbildung wird die Möglichkeit einer Ladestation in Schliern berücksichtigt, um die benötigten Fahrleitungskilometer entlang der Strecke um ca. 1 km zu kürzen. Gemäss der Grundstudie⁸ ist eine Ladezeit von 4 Minuten in Schliern realistisch und kürzer als die voraussichtliche Wendezeit. Somit sind bereits Reserven für die Berücksichtigung von Verspätungen miteinbezogen.

Um eine bestimmte Ladezeit an der Endhaltestelle in allen Fällen jederzeit gewährleisten zu können und dabei den Betrieb nicht zu beeinträchtigen, kann bei Störungen, sei es aus betrieblichen Gründen oder wegen der Infrastruktur, ein zusätzliches Fahrzeug benötigt werden. Die Einhaltung der Ladezeit ist nicht bei jedem Umlauf zwingend nötig, da alle Varianten das N-1-Kriterium (siehe Kapitel 3.1.2) erfüllen müssen und im Normalbetrieb bei normalem Netzzustand daher genügend Reserven aufweisen.

Verspätungen, welche an der Endhaltestelle zwar zu kürzeren Ladezeiten führen, können sich aber auch positiv auf die Ladebilanz auswirken: beispielsweise können die Busse im Stau auch länger an der Fahrleitung laden. Es kommt daher auch darauf an, an welcher Stelle der Stau auftritt. Bei der Berechnung der minimalen Fahrleitungskilometer wird zudem vom maximalen Energieverbrauch der Fahrzeuge ausgegangen. Für den Normalbetrieb und normalem Netzzustand sind daher genügend Reserven vorhanden.

Es ist dennoch wahrscheinlich, dass bei einer spezifischen N-1-Situation ein sehr hoher Energieverbrauch ansteht und die Ladezeit von ca. 4 Minuten zwingend eingehalten werden muss und folglich ein zusätzliches Fahrzeug benötigt wird. **Der Einfluss der Ladestationen auf die Verfügbarkeit und den Betrieb wird daher bei der Variantenbewertung mithilfe der Kriterien «Verspätungsrisiko» und «Betriebs- & Unterhaltskosten» (siehe Kapitel 5) aufgegriffen und entsprechend bewertet.**

⁸ AÖV/RKBM / Juli 2020, Grundstudie 31.07.2020

3.1.4 Investitionskosten

Die Grundlagen zur Berechnung der Investitionskosten der Energieversorgung für die einzelnen Varianten sind in Tabelle 2 dargestellt. Für die Fahrleitungsinvestitionskosten siehe Kapitel 3.2.4.

Element	Investitionskosten [CHF] / [%]	Bemerkungen
Gleichrichterstation	850'000.-	Annahme aus der Grundstudie: Kosten ohne Bau eines separaten Gebäudes Anmerkung: gemäss BERNMOBIL muss auch für den GR Eigerplatz 100% der Kosten berücksichtigt werden. Aktuell ist kein Gleichrichter am Eigerplatz für das Tramnetz geplant.
Anteil Gleichrichter Hirschengraben	15 %	Anteilsreduktion, da die Gleichrichterstation Hirschengraben ohnehin gebaut wird. Investitionsbetrag für Erweiterung der Anlage.
Ladestation	1'000'000.-	Annahme: Die benötigten Komponenten sind vergleichbar mit jenen einer Gleichrichterstation, jedoch handelt es sich um ein nicht erprobtes System.

Tabelle 2 - Investitionskosten für Gleichrichteranlagen und Ladestationen

3.2 Fahrleitungen

3.2.1 Fahrleitungen im Raum City West

Abb.1 Im Raum City-West gibt es heute zwei Einstellrouten mit Dienstfahrleitungen. Diese führen zum einen ab der Laupenstrasse über die Belpstrasse und Mattenhofstrasse zur Garage Eigerplatz und zum anderen ab der Garage Eigerplatz über die Mattenhofstrasse, die Belpstrasse und die Effingerstrasse zum Hirschengraben. Die zuerst genannte Dienstfahrleitung ist bereits ausser Betrieb und für beide Routen gibt es Überlegungen zum Rückbau.

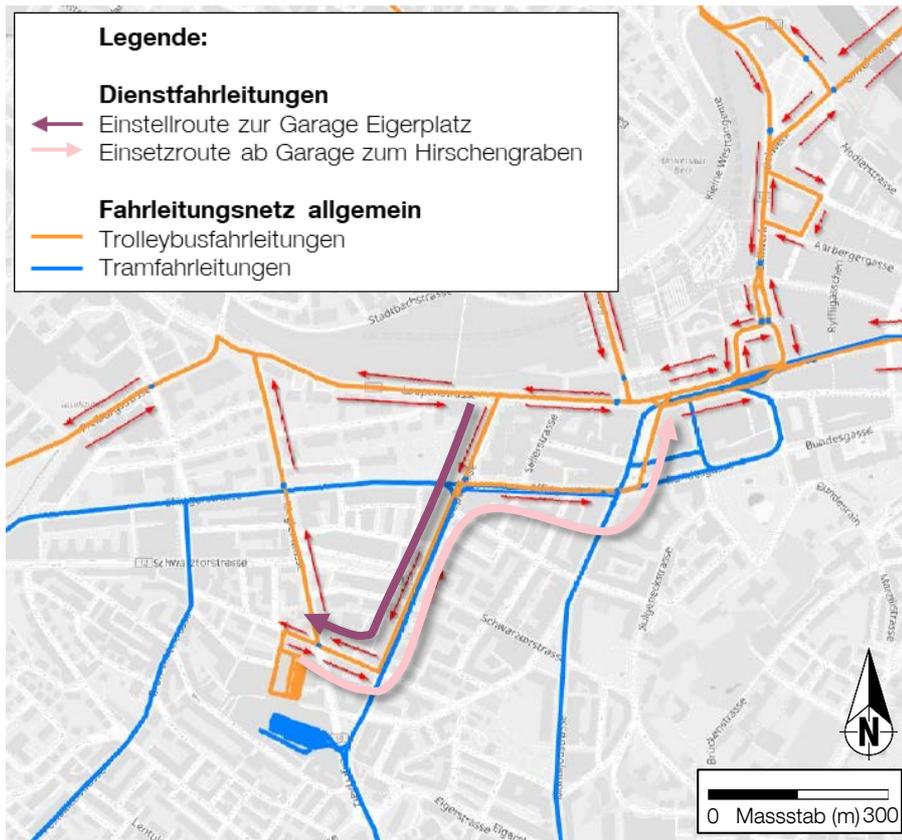


Abbildung 1 - Bestehende Dienstfahrleitungsrouten

3.2.2 Tragpunkte für die Trolleybusfahrleitung

Für die Trolleybuslinie 10 zwischen Bern Bahnhof und Schliern Endstation wurden verschiedene Möglichkeiten für die Tragpunkte untersucht. Die Fahrleitung wird mittels Querspanner zwischen zwei Tragpunkten aufgehängt. Als Tragpunkte stehen folgende Systeme zur Verfügung:

- Masten; Verankerung mit Fundamenten / Kombination mit Strassenbeleuchtung und Lichtsignalanlage möglich
- Wandanker; Befestigung an Gebäuden

Bei der Betrachtung über die gesamte Streckenlänge gibt es auch Abschnitte, in denen sich die Tragpunkte abwechseln, in diesen Streckenabschnitten wird die Fahrleitung mit einem gemischten System getragen.

Abb. 2 Auf der kompletten Strecke wurde je Seite definiert, welches System angewendet wird.

Linie 10 Bern - Köniz: Zusatzstudie zu Fahrleitungen

Konzept für Fahrleitungsbefestigung

1:20'000
13.10.2020
pama
INF200027

Legende:

- Masten
- Wandanker
- Gemischt

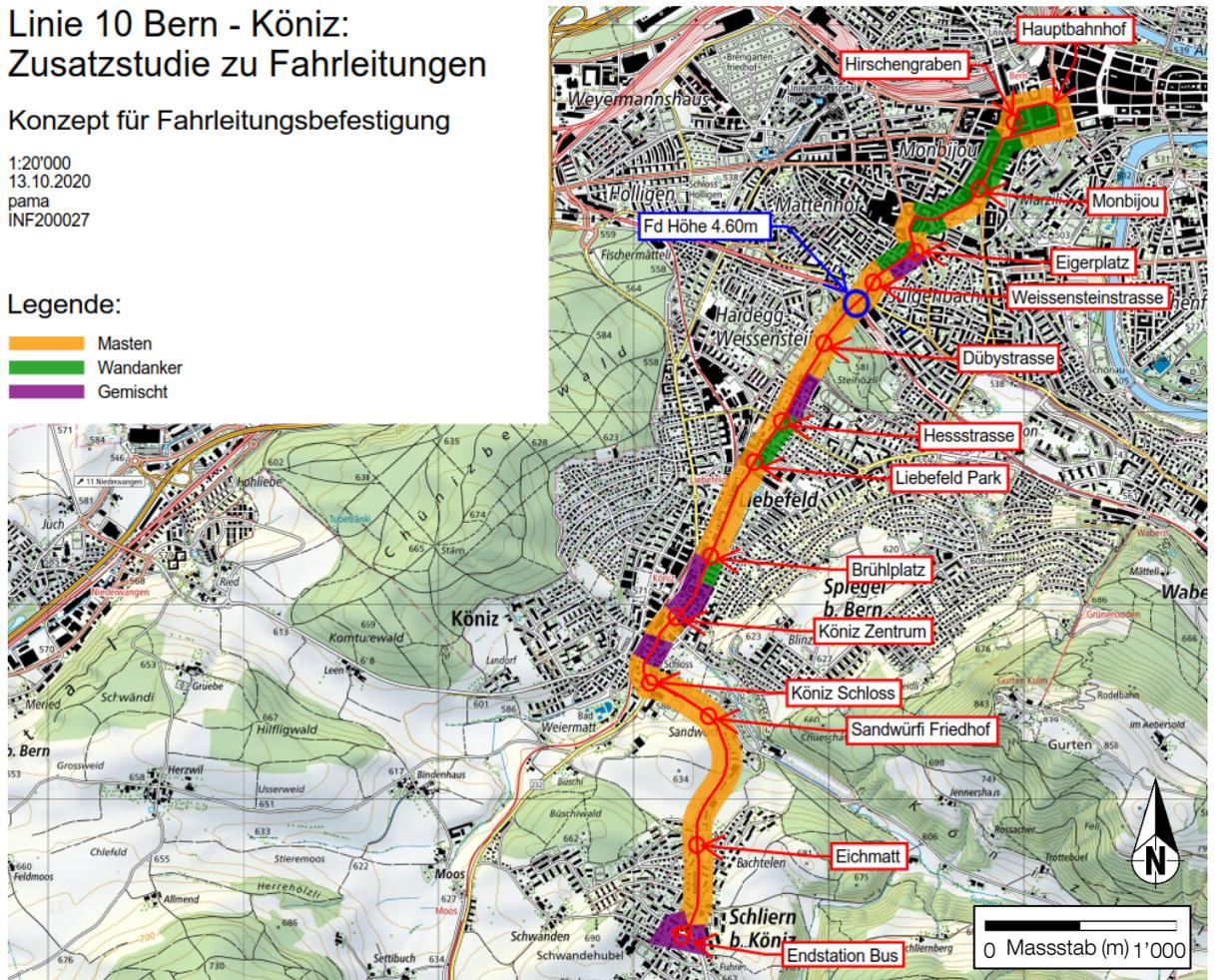


Abbildung 2 - Konzept Fahrleitungsbefestigung

3.2.3 Elemente Trolleybus-Fahrleitungen (Weichen, Kreuzungen und Eindrahttrichter)

Abb. 3 Für die Abschätzung des Unterhaltsaufwands wurde die Anzahl der für das Projekt benötigten Weichen, Kreuzungen (Tram-/Trolleybusfahrleitungen) und Eindrahttrichter definiert.

Die Weichen und Kreuzungen werden vor allem im Stadtgebiet auf der Strecke zwischen dem Hauptbahnhof und Eigerplatz benötigt, um die bestehenden Tramfahrleitungen zu kreuzen und die bestehenden Trolleybusfahrleitungen mit der neuen Linie zu kombinieren oder zu kreuzen.

Die Trichter werden benötigt, um nach fahrdrahtlosen Abschnitten wieder eine Verbindung mit der Fahrleitung zu erstellen.

3.2.4 Investitions- und Unterhaltskosten

Abb. 4 Die Investitionskosten wurden für jeden Streckenabschnitt (Haltestelle bis Haltestelle) gerechnet. Dafür wurde eine Kostenschätzung über Laufmeter und Spezialelemente erstellt.

Aus den Abschnittskosten ist ersichtlich, dass zwischen Monbijou und dem Hauptbahnhof die höchsten Investitionskosten anfallen. Auch die Unterhaltskosten sind auf diesem Abschnitt, aufgrund der höheren Störungsanfälligkeiten der Weichen und Kreuzungen am höchsten.

Im Abschnitt Eichmatt bis Schliern sind die leicht höheren Investitionskosten der Wendeschleufe und dem «Einspurbetrieb» auf dieser Schleufe geschuldet.

Linie 10 Bern - Köniz: Zusatzstudie zu Fahrleitungen

Kosten pro Abschnitt

1:20'000
15.10.2020
pani
INF200027

Legende:

- █ Investitionskosten unter CHF 700.- pro Laufmeter
- █ Investitionskosten zwischen CHF 700.- und CHF 900.- pro Laufmeter
- █ Investitionskosten über CHF 900.- pro Laufmeter

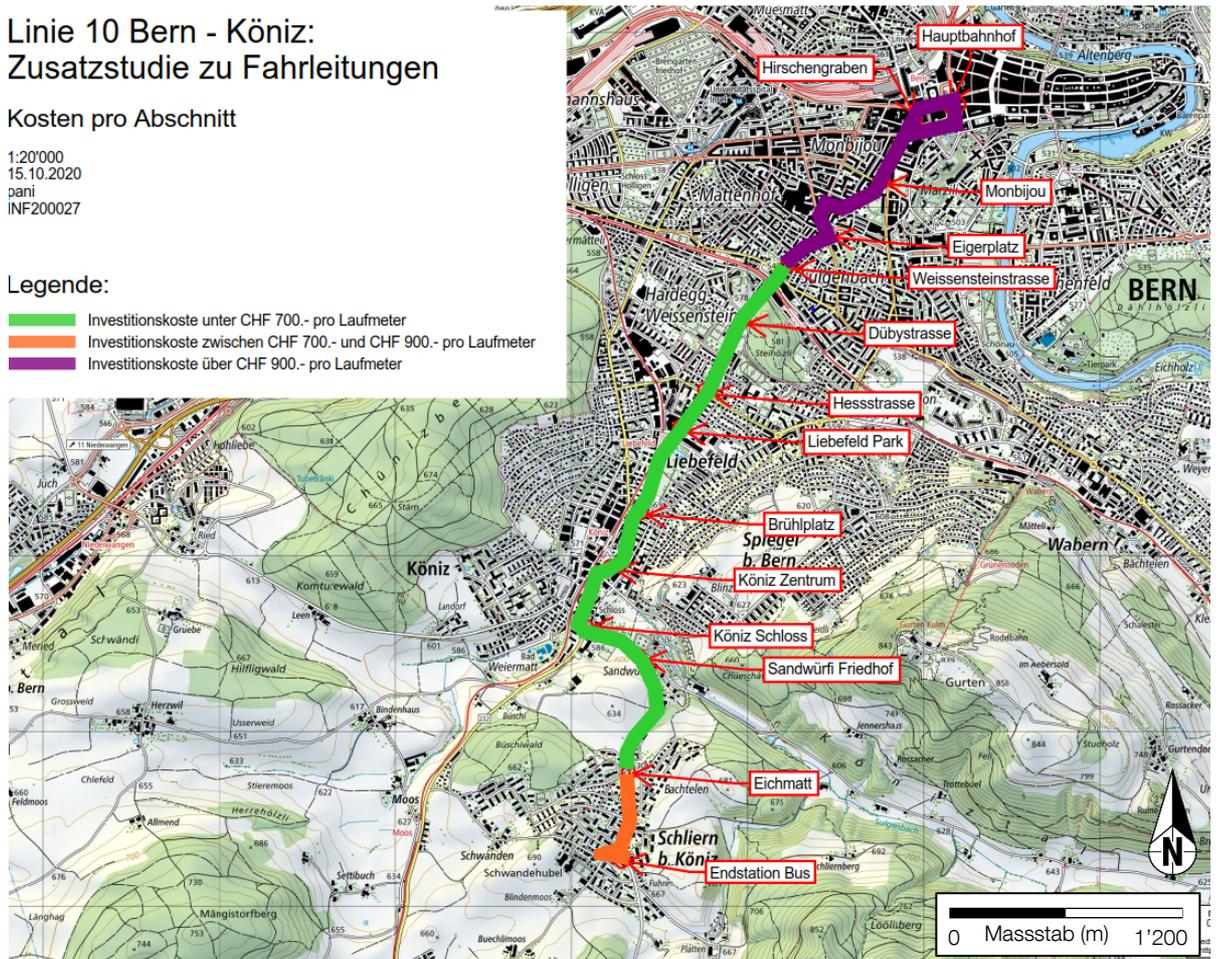


Abbildung 4 - Kosten pro Abschnitt

3.2.5 BLS-Unterführung Schwarzenburgstrasse

Abb. 5 Die BLS-Unterführung auf der Schwarzenburgstrasse zwischen den Haltestellen Dübystrasse und Weissensteinstrasse wurde für Fahrleitungen schon im Rahmen des Tramprojekts als problematisch erachtet: die erforderliche lichte Höhe für Fahrleitungen (ca. 4.80 m) kann in der Unterführung mit einer lichten Höhe von 4.50 m nicht eingehalten werden. Eine Absenkung der Fahrbahn in der Grössenordnung von 30 cm wäre mit erheblichen baulichen Massnahmen und somit hohen Investitionskosten verbunden.

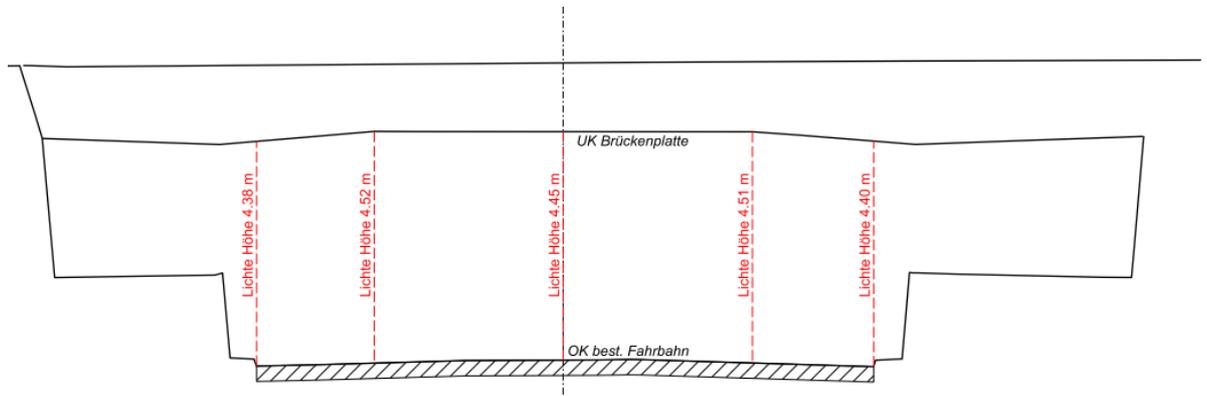


Abbildung 5 - BLS-Unterführung - Bauliche Gegebenheiten

Wird im Bereich der Unterführung sichergestellt, dass der Fahrleitungsabschnitt immer spannungsfrei bleibt, sind die elektrischen Schutzabstände nicht relevant und die Konstruktionshöhe beträgt nur noch ca. 15 cm. **Der Bau einer spannungsfreien Fahrleitung in der Unterführung ist ohne grossen baulichen Aufwand machbar.** Im Bereich Weissensteinstrasse – Dübystrasse kann so durchgehend mit aufgebügelten Ruten gefahren werden und ein Auf- und Abbügelvorgang wird eingespart. Im Betrieb ist jedoch eine Sonderregelung nötig.

Eine solche Lösung ist gemäss BAV bewilligungsfähig. Es wird daher in der Folge davon ausgegangen, dass **grundsätzlich auf der gesamten Strecke zwischen Bern Bahnhof und Schliern Fahrleitungen gebaut werden können.**

3.3 Betrieb

Abb. 6 Im Betrieb kann es auf der Buslinie 10 zu diversen Umleitungen kommen. Die genauen Angaben zu den verschiedenen Umleitungen wurden in Tabelle 3 dargestellt. Auch bei alternativen Routen gilt es eine ausreichende Energieversorgung zu gewährleisten. Aus diesem Grund werden Umleitungen bei der Variantenbildung bzw. bei der Bewertung mitberücksichtigt.

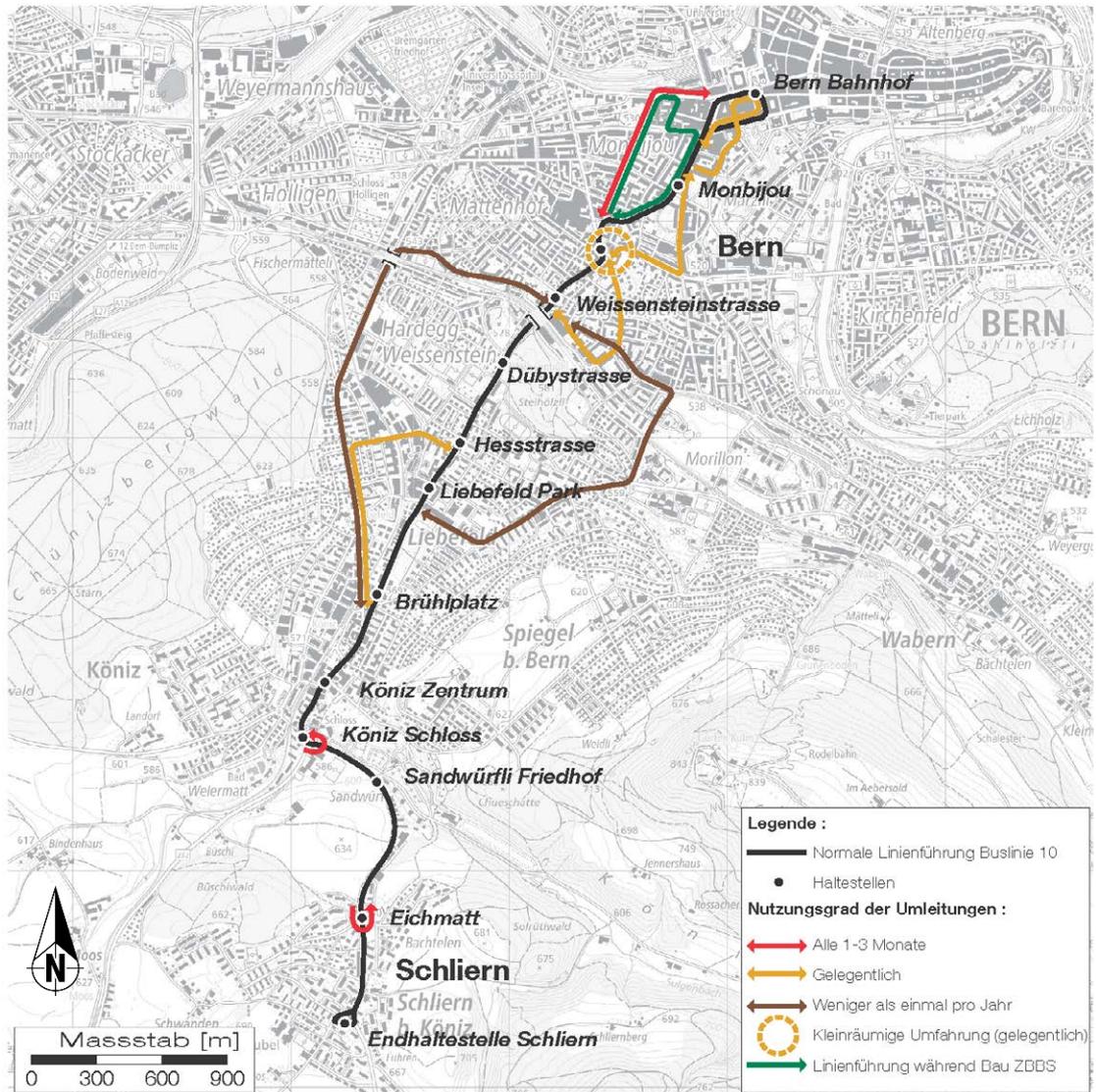


Abbildung 6 - Graphische Übersicht zu möglichen Umleitungen

Alle 1-3 Monate genutzt werden die alternativen Routen:

- Bahnhof - Eigerplatz über Effinger- und Belpstrasse
- Vorzeitiges Wenden des Grundkurses bei Verspätungen an der Haltestelle Schloss oder Eichmatt

Die Umleitung während des ZBBS-Baus ist ebenfalls eine wichtige Umleitung. Bei den anderen Umleitungen handelt es sich um gelegentlich oder weniger als einmal im Jahr genutzte Routen. Der Umlauf wird vor allem bei den sehr seltenen Umleitungen massgeblich verlängert. Unabhängig von der Häufigkeit, kann es passieren, dass eine Umleitung aufgrund einer Baustelle zum Beispiel mehrere Wochen gefahren wird.

Im Idealfall sollten alle Umleitungen machbar sein. Zumindest alle 1-3 Monate und gelegentlich auftretende Umleitungen sollten alle abgedeckt sein

Strecke	Umleitung	Häufigkeit	Mehrweg pro Umlauf	Haltestellen, zwischen welchen eine Fahrleitung nicht genutzt werden könnte
Bahnhof – Eigerplatz	via Effinger-Belpstrasse	alle 1-3 Monate	nicht relevant	Eigerplatz – Hirschengraben, Bahnhof - Eigerplatz
	via Monbijoustrasse - Eigerstrasse	gelegentlich	ca. 0.8 km	Weissensteinstrasse – Hirschengraben, Bahnhof – Weissensteinstrasse
	via Belpstrasse – Laupenstrasse – Seilerstrasse – Effingerstrasse – Monbijoustrasse – Eigerplatz	während Bau ZBBS	ca. 0.4 km	Bern Bahnhof – Eigerplatz
	via Kapellenstrasse –Sulgeneckstrasse – Schwanengasse – Christoffelgasse – Bundesgasse – Monbijoustrasse	bei Weichenersatz Hirschengraben	nicht relevant	Monbijou - Bern Bahnhof (nur 1 Richtung)
Eigerplatz	kleinräumige Umfahrungen	gelegentlich, z.B. bei Störung Tram oder bei Gleisersatz	nicht relevant	Monbijou - Weissensteinstrasse
Eigerplatz - Köniz Zentrum	via Seftigenstrasse – Weissensteinstrasse	gelegentlich	ca. 0.5 km	Eigerplatz – Dübystrasse / Unterführung
	via Waldeggstrasse - Könizstrasse	gelegentlich	ca. 0.5 km	Hessstrasse – Köniz Zentrum
	via Weissensteinstrasse - Könizstrasse	weniger als einmal pro Jahr	ca. 1.8 km	Weissensteinstrasse – Köniz Zentrum
	via Seftigenstrasse - Morillonstrasse - Kirchstrasse - Wabersackerstrasse	weniger als einmal pro Jahr	ca. 1.8 km	Eigerplatz – Köniz Zentrum
Köniz - Schliern	Vorzeitiges Wenden in Köniz Schloss oder Eichmatt (bei Verspätungen)	alle 1-3 Monate	nicht relevant	Schloss/Eichmatt – Endhaltestelle Schliern

Tabelle 3 - Tabellarische Übersicht zu den Umleitungen

3.4 Weitere Themen

Zu weiteren Themen (z.B. Finanzierung) gibt es keine Rahmenbedingungen. Die Kosten werden als Beurteilungskriterium mitberücksichtigt.

3.5 Fazit Phase 1

Die Rahmenbedingungen konnten allumfassend erörtert werden und die Kapitel aus Phase 1 bieten somit eine gute Übersicht zu den für Phase 2 wichtigen Elementen:

- Für die Bestimmung der Fahrleitungskilometer wird mit einer maximalen Leistungsaufnahme von 350 kW während der Fahrt und 50 kW im Stand gerechnet.
- Maximal verbraucht ein DGTB 4 kWh pro Kilometer.
- Mit 30% Fahrleitung kann eine genügend positive Ladebilanz erzielt werden, das entspricht beim Grundkurs 3.1 km und beim Verstärkungskurs 2.2 km Fahrleitung im Umlauf.
- Die Energiezufuhr kann durch Laden an der Endhaltestelle ergänzt werden, 4 Minuten Ladezeit entsprechen 1 Fahrleitungskilometer.
- Je nach Streckenabschnitt werden verschiedenen Konzepte zur Fahrleitungsbefestigung verwendet.
- Zwischen Weissensteinstrasse und Bahnhof Bern gibt es zahlreiche Weichen und Kreuzungen. Diese Elemente haben eine höhere Störungsanfälligkeit. Auf diesem Abschnitt sind die Investitions- und Unterhaltskosten am höchsten.
- Theoretisch können auf der gesamten Strecke zwischen Bern Bahnhof und Schliern Fahrleitungen gebaut werden, je nach Streckenabschnitt ist dies aufgrund der Weichen und Kreuzungen mit höheren Kosten verbunden. Im Bereich der BLS-Unterführung Schwarzenburgstrasse müsste die Fahrleitung spannungsfrei konzipiert werden.

4. Trolleybus-Variantenstudium (Phase 2)

4.1 Vorgehen Trolleybus-Variantenbildung

Die Basis für die Variantenbildung bildet die Trolleybusvariante aus der Grundstudie. Neu zu bildende Varianten müssen grundsätzlich die Anforderungen zur minimalen Verfügbarkeit von Fahrleitungssektoren bei N-1-Situationen erfüllen. Dies ist bei der Variante aus der Grundstudie der Fall.

Folgende Prinzipien und Einflüsse werden berücksichtigt:

- **Zusammenhängende Abschnitte** werden angestrebt: Dies bringt Vorteile für den Betrieb (wenig Auf- und Abbügeln) und für die Verfügbarkeit der Energieversorgung (Redundanzen beim Ausfall einer Gleichrichterstation).
- **Speisekonzept:** Gleichrichterstationen zur Speisung der Fahrleitungsabschnitte müssen entlang der Strecke in Fahrleitungsnähe in sinnvollen Abständen neu gebaut werden können. Im bebauten Raum ist es teilweise schwierig, dafür Platz zu finden. Wenn möglich werden Standorte gewählt, welche im Rahmen des Projekts «Tram Region Bern» bereits evaluiert wurden (Eichmatt, Schloss, Liebefeld) oder von Seiten BERNMOBIL aktuell geplant (Hirschengraben) werden.
- **Fahrleitungsbau:** Der Aufwand und die Kosten für die Realisierung und den Unterhalt einer Fahrleitung sind für einzelne Streckenabschnitte unterschiedlich (siehe dazu Kapitel 3.2).
- **Städtebauliche Kriterien:** Eine Fahrleitung im Zentrum von Köniz soll möglichst vermieden werden.
- **Betriebliche Kriterien:** Bei der Haltestelle Eigerplatz ist aufgrund der vorhandenen Tramfahrleitung das automatische Eindrahten nicht möglich.
- **Konflikte und Chancen mit Entwicklungsgebieten:**
 - Ladestation in Schliern: Die zwei benachbarten Parzellen nördlich vom Dörfliweg in Gemeindebesitz werden neu beplant. Deshalb wird der Bau einer Ladestation als eher unproblematisch beurteilt.
 - Auf einem Teilabschnitt zwischen Brühlplatz und Bündenackerstrasse wird die Schwarzenburgstrasse aufgrund der geplanten Arealentwicklung (voraussichtlich nach 2025) leicht verschoben. Dies erfolgt wohl aber erst nach der Realisierung der Elektrifizierung der Linie 10. Falls der Abschnitt Liebefeld Park - Brühlplatz für die Buslinie 10 mit Fahrleitung ausgeführt würde, müsste diese daher bei der geplanten Verschiebung der Strassenlage bereits «angepasst» werden.
- **Ladestationen:** Ladestationen an Endhaltestellen könnten eine gewisse Kürzung der notwendigen Fahrleitungskilometer ermöglichen (siehe Kapitel 3.1.3).

Die Machbarkeit der relevanten Umleitungen gemäss Kapitel 3.3 wird nach der Variantenbildung im Kapitel 4.6 analysiert.

4.2 Trolleybus-Grundvariante aus der Grundstudie

Abb. 7

Die Fahrleitungsabschnitte entsprechen den Angaben aus der Grundstudie, die Standorte der Gleichrichterstationen wurden mit der vorliegenden Vertiefungsstudie ergänzt. Wenn der ganze Abschnitt Dübystrasse – Brühlplatz ausfallen würde, entstünde auf dem Verstärkungskurs eine negative Ladebilanz. Daher wird aus Redundanzgründen dieser Abschnitt mit zwei Gleichrichterstationen gespeist. Damit sind die Anforderungen bezüglich der Ladebilanz respektive der minimalen Fahrleitungskilometer bei N-1-Situationen für beide Kurse erfüllt (siehe dazu Tabelle 4, Forderungen von mindestens 3.1 km resp. 2.2 km Fahrleitung sind erfüllt).

Die Investitions- und Unterhaltskosten dieser Variante sind in Tabelle 5 dargestellt.

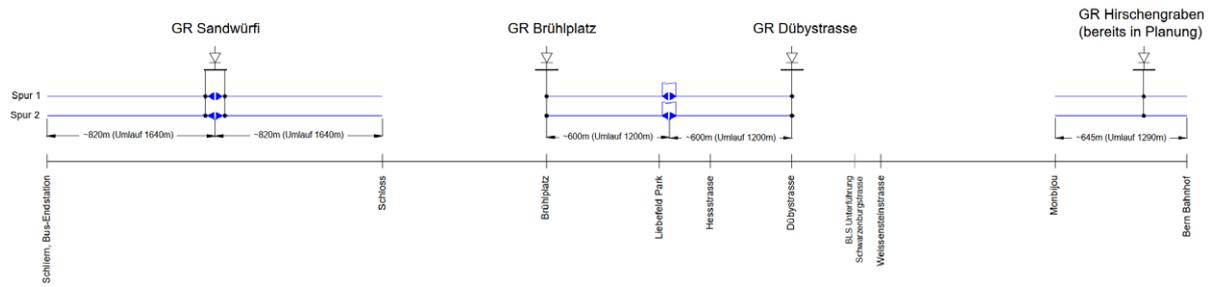


Abbildung 7 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Grundvariante

	Grundkurs	Verstärkungskurs
Fahrleitungskilometer N	7.0	3.7
Minimale Fahrleitungskilometer N - 1	3.7	2.4

Tabelle 4 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Grundvariante

Für die Kosten relevante Elemente	Anzahl Elemente pro Variante	Investitionskosten (Fr.)	Unterhaltskosten
Fahrleitungskilometer (pro Umlauf)	7.0 km	3'730'000.- (ohne Projektierung, Landerwerb, usw.)	170'000.- / Jahr
Anzahl Weichen und Kreuzungen	10 Stück	(bereits in Fahrleitungskilometer enthalten)	(Gemäss Beschrieb CHF 10'000 / Stk und Jahr, oben enthalten)
Anzahl Gleichrichterstationen	3 + Anteil an GR Hirschengraben	2'677'500.-	(proportional Anzahl Gleichrichterstationen)
Anzahl Ladestationen	0	0.-	(proportional Anzahl Ladestationen)
Fazit		6'407'500.-	Sehr hoch Fahrleitungs- und GR-Unterhaltskosten

Tabelle 5 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Grundvariante

4.3 Trolleybus-Variante 1

Abb. 8 Aus Sicht Energieversorgung, wie auch aus Sicht Betrieb, sind zusammenhängende Fahrleitungsabschnitte sinnvoll und daher anzustreben. Dadurch können die Anzahl Vorgänge fürs An- & Abbügeln minimiert werden. Die Gleichrichterstationen können besser für das Auffangen von Ausfallszenarien verwendet werden, da alle Gleichrichteranlagen über die Fahrleitung miteinander verbunden sind. Zudem zeigt die Grundvariante (siehe Kapitel 4.2), dass für den Verstärkungskurs Fahrleitungsabschnitte tendenziell Richtung Stadt Bern notwendig sind. Die Trolleybus-Variante 1 berücksichtigt daher den zusammenhängenden Fahrleitungsabschnitt zwischen den Haltestellen Bern Bahnhof und Hessestrasse.

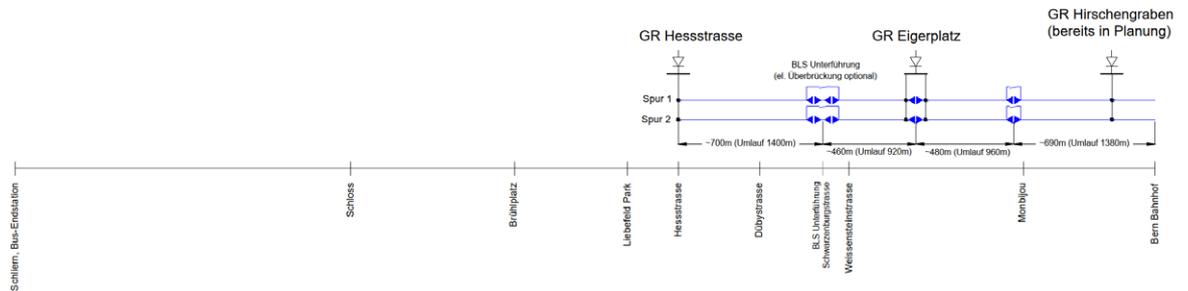


Abbildung 8 - Prinzipische Skizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 1

Um die minimal erforderlichen Fahrleitungskilometer bei einem Ausfall eines Fahrleitungssektors einhalten zu können, dürfen die einzelnen Sektoren nicht zu lang sein. Es ist daher ein Streckentrenner zwischen den Gleichrichteranlagen Eigerplatz und Hirschengraben notwendig. Da bei der vorliegenden Variante weniger Fahrleitung als bei der Grundvariante gebaut wird, und dies auf einem zusammenhängenden Abschnitt, sind 3 Gleichrichterstationen ausreichend.

Die verfügbaren Fahrleitungskilometer dieser Variante sind in Tabelle 6 und die Investitions- und Unterhaltskosten in Tabelle 7 dargestellt.

	Grundkurs	Verstärkungskurs
Fahrleitungskilometer N	4.7	4.7
Minimale Fahrleitungskilometer N - 1	3.3	3.3

Tabelle 6 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 1

Für die Kosten relevante Elemente	Anzahl Elemente pro Variante	Investitionskosten (Fr.)	Unterhaltskosten
Fahrleitungskilometer (pro Umlauf)	4.7 km	3'400'000.- (ohne Projektierung, Landerwerb, usw.)	207'000.- / Jahr
Anzahl Weichen und Kreuzungen	16 Stück	(bereits in Fahrleitungskilometer enthalten)	(Gemäss Beschrieb CHF 10'000 / Stk und Jahr, oben enthalten)
Anzahl Gleichrichterstationen	2 + Anteil an GR Hirschengraben	1'827'500.-	(proportional Anzahl Gleichrichterstationen)
Anzahl Ladestationen	0	0.-	(proportional Anzahl Ladestationen)
Fazit		5'227'500.-	sehr hoch Fahrleitungsunterhaltskosten (grosse Anzahl Weichen und Kreuzungen)

Tabelle 7 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 1

4.4 Trolleybus-Variante 2

4.4.1 Trolleybus-Variante 2a

Abb. 9 Insbesondere im Bahnhofsbereich sind gemäss Kapitel 3.2 die Realisierung und der Unterhalt der Fahrleitung sehr aufwändig und teuer. Die Trolleybus-Variante 2a berücksichtigt daher Fahrleitungsabschnitte erst ab der Haltestelle Monbijou Richtung Köniz, dafür bis zur Haltestelle Brühlplatz. Die Anforderungen bezüglich der minimalen Fahrleitungskilometer bei einer N-1 Situation sind damit gemäss Tabelle 8 für beide Kurse erfüllt.

Die Investitions- und Unterhaltskosten der Trolleybus-Variante 2a sind in Tabelle 9 dargestellt.

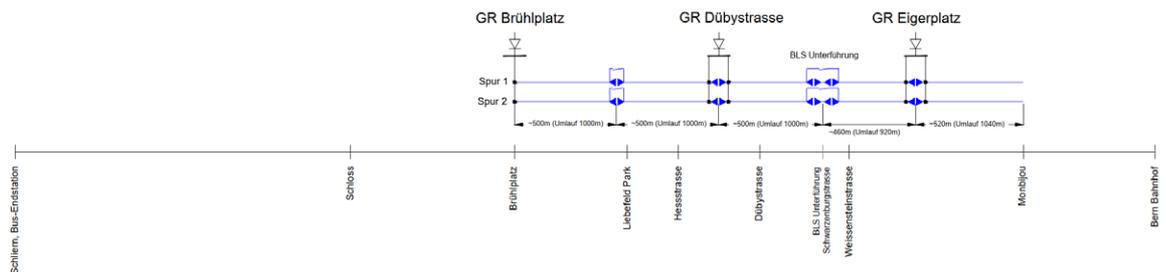


Abbildung 9 - Prinzipische Skizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 2a

	Grundkurs	Verstärkungskurs
Fahrleitungskilometer N	5	5
Minimale Fahrleitungskilometer N -1	3.9	3.9

Tabelle 8 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 2a

Für die Kosten relevante Elemente	Anzahl Elemente pro Variante	Investitionskosten (Fr.)	Unterhaltskosten
Fahrleitungskilometer (pro Umlauf)	5.0 km	2'370'000.- (ohne Projektierung, Landerwerb, usw.)	110'000.- / Jahr
Anzahl Weichen und Kreuzungen	6 Stück	(bereits in Fahrleitungskilometer enthalten)	(Gemäss Beschrieb CHF 10'000 / Stk und Jahr, oben enthalten))
Anzahl Gleichrichterstationen	3	2'550'000.-	(proportional Anzahl Gleichrichterstationen)
Anzahl Ladestationen	0	0.-	(proportional Anzahl Ladestationen)
Fazit		4'920'000.-	Hoch Fahrleitungs- und GR-Unterhaltskosten

Tabelle 9 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 2a

4.4.2 Trolleybus-Variante 2b

Abb. 10 Bei der Trolleybus-Variante 2a (siehe Kapitel 4.4.1) müsste ein Teil der Fahrleitung zwischen den Haltestellen Liebefeld Park und Brühlplatz nach der Anpassung der Lage der Schwarzenburgstrasse aufgrund einer Arealentwicklung (siehe Kapitel 4.1) verschoben werden. Es entsteht eine erhebliche Abhängigkeit zwischen den beiden Projekten. Um diese Abhängigkeit zu vermeiden, wird daher bei der Trolleybus-Variante 2b lediglich die Strecke zwischen Monbijou und Liebefeld Park elektrifiziert. Um bei Ausfallszenarien beim Grundkurs weiterhin eine positive Ladebilanz zu erreichen, ist der erwähnte Fahrleitungsabschnitt jedoch zu kurz. Es wird daher zusätzlich eine Ladestation in Schliern berücksichtigt. Gemäss Kapitel 3.1.3 wird davon ausgegangen, dass eine 4-minütige Ladezeit grundsätzlich möglich ist und diese bei Ladestationen mit einer Netto-Leistung von 200 kW ca. dem Befahren eines Fahrleitungskilometers entspricht. Um eine bestimmte Ladezeit an der Endhaltestelle immer gewährleisten zu können und dabei den Betrieb nicht zu beeinträchtigen, wird jedoch ein zusätzliches Fahrzeug benötigt.

Alternativ zu einer Ladestation in Schliern könnte diese Variante auch mit einem Fahrleitungsabschnitt zwischen Eichmatt und Schliern gebaut werden (letzteres wird in der Trolleybus-Variante 3a in Kapitel 4.5.1 mitberücksichtigt).

Um eine maximale Anzahl an Umleitungen zu ermöglichen, könnte die Lösung mit einer zusätzlichen Ladestation in Köniz Schloss geprüft werden. Diese Option ist in Abbildung 10 in grau dargestellt, wird jedoch bei der Variantenbewertung nicht berücksichtigt.

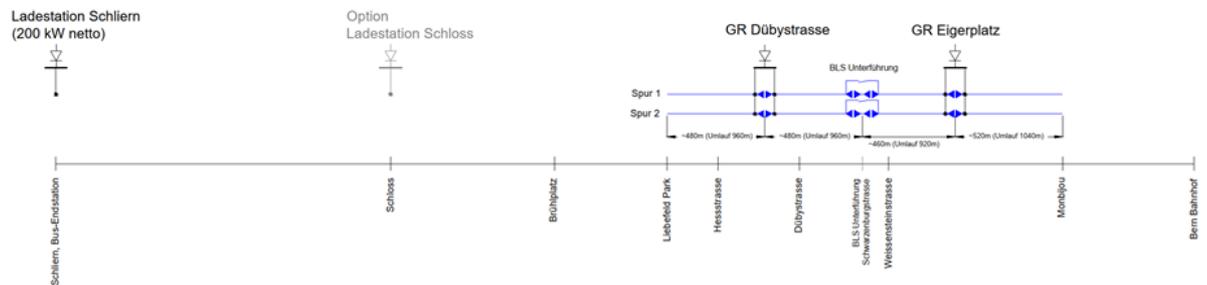


Abbildung 10 - Prinzipische Skizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 2b

Die verfügbaren Fahrleitungskilometer der Trolleybus-Variante 2b sind in Tabelle 10 und die Investitions- und Unterhaltskosten Tabelle 11 dargestellt.

	Grundkurs	Verstärkungskurs
Fahrleitungskilometer N	3.9 + Ladestation	3.9
Minimale Fahrleitungskilometer N - 1	2.8 + Ladestation	2.8

Tabelle 10 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 2b

Für die Kosten relevante Elemente	Anzahl Elemente pro Variante	Investitionskosten (Fr.)	Unterhaltskosten
Fahrleitungskilometer (pro Umlauf)	3.9 km	1'940'000.- (ohne Projektierung, Landerwerb, usw.)	99'000.- / Jahr
Anzahl Weichen und Kreuzungen	6 Stück	(bereits in Fahrleitungskilometer enthalten)	(Gemäss Beschrieb CHF 10'000 / Stk und Jahr, oben enthalten)
Anzahl Gleichrichterstationen	2	1'700'000.-	(proportional Anzahl Gleichrichterstationen)
Anzahl Ladestationen (ohne Option Schloss)	1	1'000'000.-	(proportional Anzahl Ladestationen)
Fazit		4'640'000.-	Mittel Fahrleitungs- und GR-Unterhaltskosten

Tabelle 11 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 2b

4.5 Trolleybus-Variante 3

4.5.1 Trolleybus-Variante 3a

Abb. 11 Kreuzungen von Trolleybus- und Tramlinien führen zu hohen Investitions- und Unterhaltskosten. Viele solcher Kreuzungen würden zwischen Bern Bahnhof und dem Eigerplatz entstehen. Die Trolleybus-Variante 3a berücksichtigt daher im Vergleich zur Trolleybus-Variante 2a (siehe Kapitel 4.4.1) Fahrleitungsabschnitte erst ab der Haltestelle Weissensteinstrasse Richtung Köniz. Ein Eindrahten bei der Haltestelle Eigerplatz wird aufgrund der komplexen Situation mit den Tramfahrleitungen vermieden.

Ein zusammenhängender Fahrleitungsabschnitt, wie bei Trolleybus-Variante 1 und 2a (siehe Kapitel 4.3 und 4.4.1), ist dabei nur möglich, wenn die Fahrleitung bis zum Zentrum von Köniz gebaut würde. Da im Zentrum von Köniz aus städtebaulichen Gründen eine Fahrleitung eher unerwünscht ist, wird daher für diese Variante ein weiterer Fahrleitungsabschnitt in Schliern ausserhalb des Zentrums berücksichtigt.

Zur Abdeckung einer maximalen Anzahl an Umleitungen könnte die Lösung mit einer zusätzlichen Ladestation in Köniz Schloss oder mit einer Verlängerung der Fahrleitung von Eichmatt bis Schloss geprüft werden. Die Option mit einer Ladestation beim Schloss ist in Abbildung 10 in grau dargestellt, wird jedoch bei der Variantenbewertung nicht berücksichtigt.

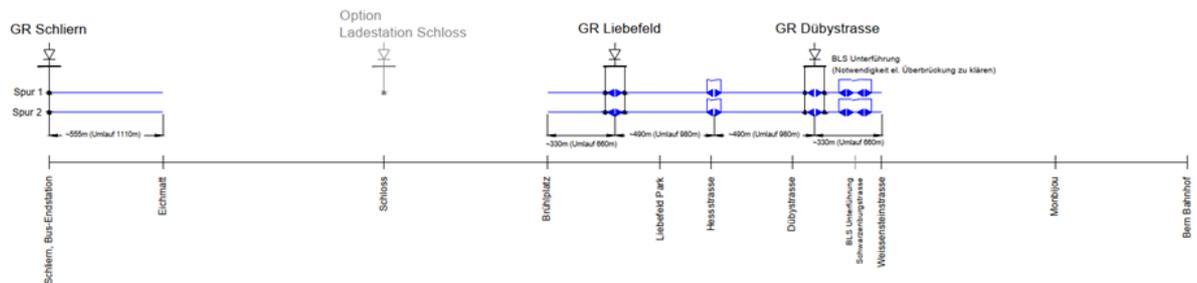


Abbildung 11 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 3a

Die verfügbaren Fahrleitungskilometer der Trolleybus-Variante 3a sind in Tabelle 12 und die Investitions- und Unterhaltskosten Tabelle 13 dargestellt.

	Grundkurs	Verstärkungskurs
Fahrleitungskilometer N	4.4	3.3
Minimale Fahrleitungskilometer N - 1	3.3	2.3

Tabelle 12 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 3a

Für die Kosten relevante Elemente	Anzahl Elemente pro Variante	Investitionskosten (Fr.)	Unterhaltskosten
Fahrleitungskilometer (pro Umlauf)	4.4 km	1'750'000.- (ohne Projektierung, Landerwerb, usw.)	44'000.- / Jahr)
Anzahl Weichen und Kreuzungen	-	-	-
Anzahl Gleichrichterstationen	3	2'550'000.-	(proportional Anzahl Gleichrichterstationen)
Anzahl Ladestationen	0	0.-	(proportional Anzahl Ladestationen)
Fazit		4'300'000.-	Tief Fahrleitungsunterhaltskosten

Tabelle 13 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 3a

4.5.2 Trolleybus-Variante 3b

Abb. 12 Alternativ zur Elektrifizierung des Abschnittes Schliern – Eichmatt, wie in Trolleybus-Variante 3a in Kapitel 4.5.1 diskutiert, wird bei der Trolleybus-Variante 3b eine Ladestation in Schliern berücksichtigt. Es wird wie bei der Trolleybus-Variante 2b (siehe Kapitel 4.4.2) davon ausgegangen, dass diese Ladestation ca. dem Befahren eines Fahrleitungskilometers entspricht. Somit kann der kurze Fahrleitungsabschnitt zwischen den Haltestellen Schliern und Eichmatt der Trolleybus-Variante 3a mit der Ladestation ersetzt werden und gleichzeitig können die Anforderungen bezüglich der minimalen Fahrleitungskilometer bei N-1 Situationen weiterhin erfüllt werden (siehe Tabelle 14). Um eine bestimmte Ladezeit an der Endhaltestelle jeder Zeit gewährleisten zu können und dabei den Betrieb nicht zu beeinträchtigen, wird wie bei der Trolleybus-Variante 2b ein zusätzliches Fahrzeug benötigt.

Die Trolleybus-Variante 3b hat eine sehr ähnliche geographische Verteilung der Energieversorgung wie die Trolleybus-Variante 3a. Zur Abdeckung einer maximalen Anzahl an Umleitungen könnte auch hier die Lösung mit einer zusätzlichen Ladestation in Köniz Schloss geprüft werden (siehe Option in grau in Abbildung 12). Der Nutzen dieser zusätzlichen Ladestation hängt jedoch von den Wendezeiten im Schloss ab und könnte am besten mithilfe von Simulationen überprüft werden. Dies gilt generell für alle Varianten mit optionaler Ladestation beim Schloss. Bei der Variantenbewertung wird diese Option nicht berücksichtigt.

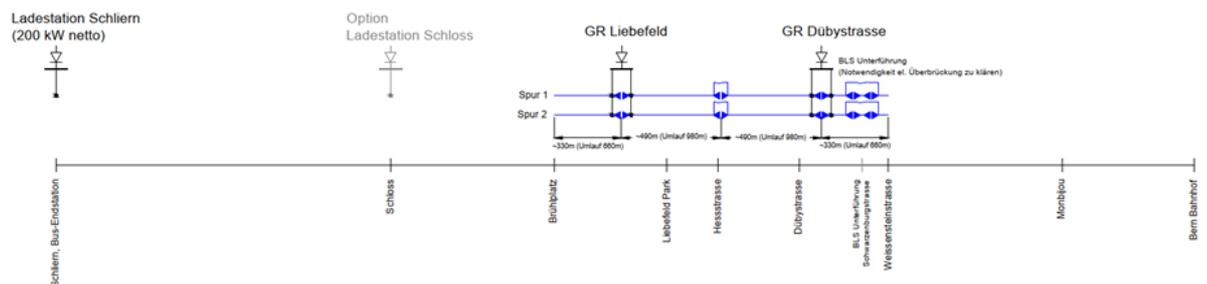


Abbildung 12 - Prinzipskizze der Energieversorgung für die Trolleybus-Variante 3b

Die Investitions- und Unterhaltskosten der Trolleybus-Variante 3b sind Tabelle 15 dargestellt.

	Grundkurs	Verstärkungskurs
Fahrleitungskilometer N	3.3 + Ladestation	3.3
Minimale Fahrleitungskilometer N - 1	2.3 + Ladestation	2.3

Tabelle 14 - Verfügbare Fahrleitungskilometer (im Umlauf) bei der Trolleybus-Variante 3b

Für die Kosten relevante Elemente	Anzahl Elemente pro Variante	Investitionskosten (Fr.)	Unterhaltskosten
Fahrleitungskilometer (pro Umlauf)	3.3 km	1'310'000.- (ohne Projektierung, Landerwerb, usw.)	33'000.- / Jahr
Anzahl Weichen und Kreuzungen	-	-	-
Anzahl Gleichrichterstationen	2	1'700'000.-	(proportional Anzahl Gleichrichterstationen)
Anzahl Ladestationen	1	1'000'000.-	(proportional Anzahl Ladestationen)
Fazit		4'010'000.-	Tief Fahrleitungsunterhaltskosten

Tabelle 15 - Investitions- und Unterhaltskosten für die Trolleybus-Variante 3b

4.6 Machbarkeit der Umleitungen

Abb.13

Zur allgemeinen Übersicht wird in diesem Kapitel die Machbarkeit der verschiedenen Umleitungen analysiert. Keine der Trolleybus-Varianten ermöglicht alle möglichen Umleitungen (inklusive weniger als einmal im Jahr genutzter Umleitungen). Ausschliesslich die Trolleybus-Varianten 2a ermöglicht sowohl im Grundkurs als auch im Verstärkungskurs alle häufig (alle 1-3 Monate) und gelegentlich genutzten Umleitungen inklusive Linienführung beim Umbau des Bahnhofs Bern (ZBBS). Bei der Trolleybus-Variante 2b sind für den Grundkurs die gleichen Umleitungen wie für 2a abgedeckt, beim Verstärkungskurs ist dies jedoch nicht der Fall. Sollte die Trolleybus-Variante 2b zur Bestvariante gewählt werden, könnte auch eine Alternative mit Fahrleitung zwischen Eichmatt und Schliern (für Trolleybus-Variante 3a dargestellt) geprüft werden.

Eine tabellarische Übersicht zu den machbaren Umleitungen befindet sich im Anhang 2.

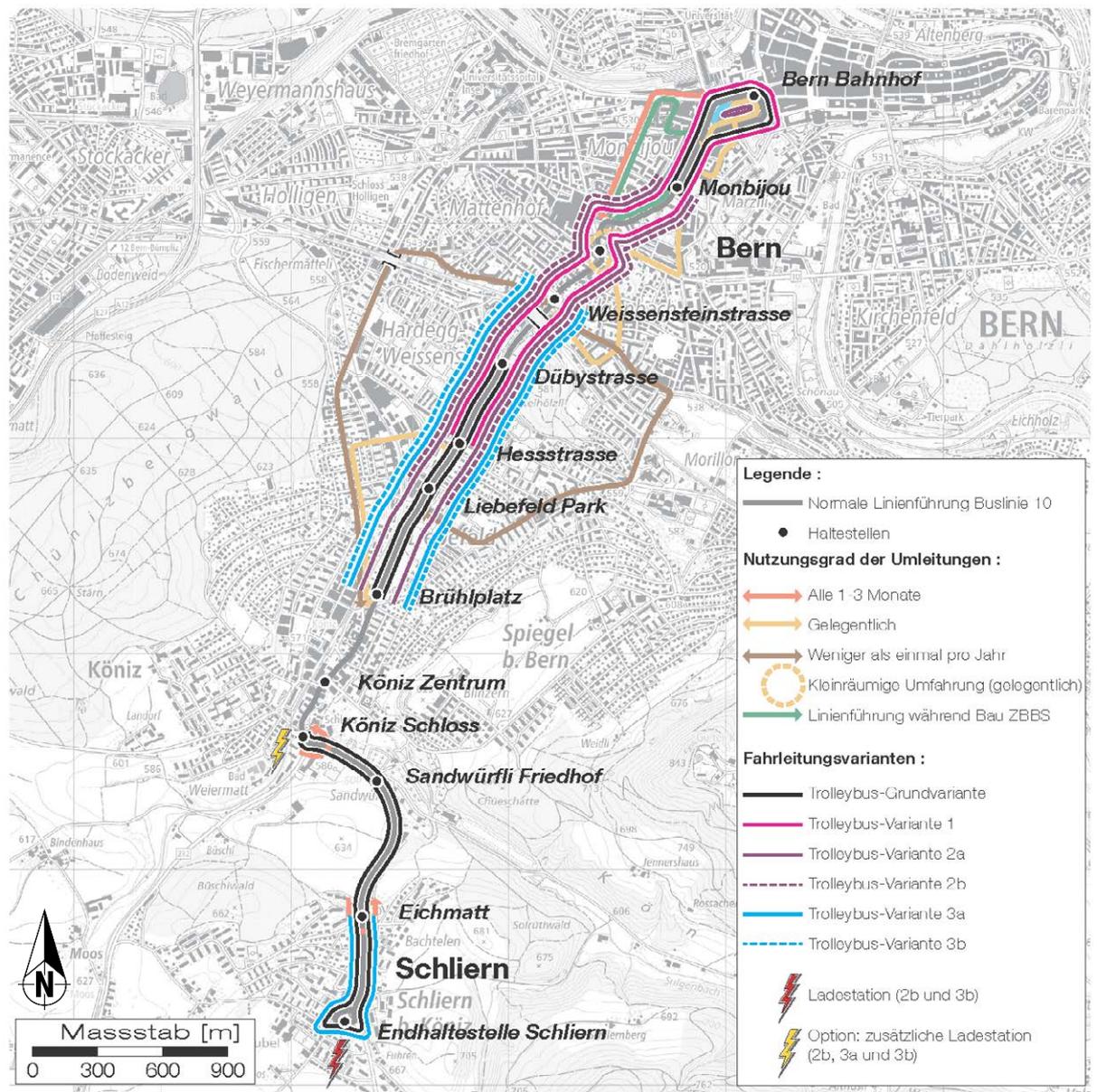


Abbildung 13 - Graphische Übersicht Trolleybus-Varianten

5. Variantenvergleich

5.1 Kriterien und Indikatoren

Ziel ist es, die beste DGTB-Variante zu identifizieren. Um dies zu bewerkstelligen, werden die betrachteten Varianten anhand von 6 Kriteriengruppen beurteilt, welche alle wesentlichen Aspekte abbilden.

Thema	Kriterium	Beurteilungsindikator
1. Qualität Verkehrssystem	Fahrplanstabilität	Verspätungsrisiko (qualitativ)
	Reisezeit	Reisezeit (qualitativ aufgrund Kursfolgezeiten und Netzdurchbindung)
2. Wirtschaftlichkeit	Investitionskosten	Investitionskosten neuer Infrastrukturen
	Betriebs- und Unterhaltskosten	Betriebskosten, Unterhaltskosten Infrastruktur
3. Systemeigenschaften	Netzflexibilität und Ladeflexibilität	Netzflexibilität
	Zuverlässigkeit, Redundanz	Zuverlässigkeit, Redundanz
4. Städtebau, Raumentwicklung	Eingriffe ins Stadtbild	Fürs Stadtbild relevante Infrastrukturen (v.a. Fahrleitung, qualitativ)
	Kohärenz mit Raumentwicklungszielen	Konflikte mit allfälligen Entwicklungsgebieten
5. Umwelt, Sicherheit	Lärmimmissionen	Veränderung Lärmimmissionen (qualitativ)
6. Bewilligungsrisiken	Bewilligungsrisiken	Einsprachenrisiko, Prozessrisiko

Tabelle 16 - Kriterien und Indikatoren

5.2 Variantenbewertung

Es werden jeweils Punkte von –5 (klar schlechter als die DGTB-Grundvariante aus der Grundstudie) bis +5 (klar besser als DGTB-Grundvariante) vergeben.

Kriteriengruppe 1 – Qualität des ÖV-Verkehrssystems

■ Kriterium/Indikator 1.1 – Verspätungsrisiko (qualitativ):

Für dieses Kriterium spielen Ladezeiten an der Endhaltestelle eine Rolle. Sämtliche Varianten mit einer Ladestation in Schliern an der Endhaltestelle wurden mit -1 Punkt bewertet.

■ Kriterium/Indikator 1.2 – Reisezeit (qualitativ):

Bei diesem Kriterium spielen die Anzahl der Aufbügelvorgänge pro Umlauf eine Rolle. Gelingt das Aufbügeln nicht auf Anhieb, kann es zu leichten Verspätungen kommen. Ausserdem sind Durchfahrten und sehr kurze Fahrgastwechsel an den betroffenen Haltestellen nicht möglich. Somit erhöht sich die Reisezeit leicht. Sowohl Fahrleitungsabschnitte als auch die Ladestation an der Endhaltestelle wurden berücksichtigt. Varianten mit den wenigsten Aufbügelvorgängen im Vergleich zur Grundvariante aus der Grundstudie schneiden hier am besten ab.

Kriteriengruppe 2 – Wirtschaftlichkeit

■ Kriterium/Indikator 2.1 – Investitionskosten neuer Infrastrukturen:

Für dieses Kriterium wurden für alle Varianten grobe Berechnungen durchgeführt. Die Investitionskosten (inklusive Busbeschaffung) für die DGTB-Variante wurden in der Grundstudie auf rund 30.5 Millionen CHF geschätzt. Im Rahmen der Zusatzstudie wurden hier nur die Investitionskosten für die Infrastruktur zur Energieversorgung im Betrieb berücksichtigt, alle weiteren Investitionskosten sind variantenunabhängig. Mit zwischen 4 und 6.5 Millionen CHF macht die Infrastruktur auf der Strecke nur rund 15% der gesamten Investitionskosten aus. Die Unterschiede zwischen den DGTB-Varianten bezogen auf die gesamten Investitionskosten belaufen sich somit auf maximal 8%.

Bei diesem Kriterium spielen die Fahrleitungskilometer sowie die Anzahl Gleichrichterstationen und Ladestationen eine Rolle. Ausserdem wird die Anzahl Weichen und Kreuzungen berücksichtigt. Für jede halbe Million CHF Unterschied zur Grundvariante gibt es einen Plus- oder Minuspunkt.

■ Kriterium/Indikator 2.2 – Betriebs- und Unterhaltskosten:

Für dieses Kriterium wurden eine qualitative Beurteilung aufgrund der Unterhaltskosten für die verschiedenen baulichen Elemente (Fahrleitungen, Kreuzungen und Weichen, Gleichrichterstationen usw.) und der Betriebskosten vorgenommen.

Für die Unterhaltskosten wurden keine genauen Kosten berechnet, ausschliesslich die Fahrleitungs-Unterhaltskosten wurden quantifiziert. Für die qualitative Bewertung der Unterhaltskosten wurde ausserdem angenommen, dass die Unterhaltskosten für Gleichrichterstationen und Ladestationen proportional zu den Investitionskosten sind (siehe Kapitel 4 Tabellen zu Investitions- und Unterhaltskosten). Die Unterhaltskosten wurden qualitativ (tief +5 / mittel +3 / hoch + 2 / sehr hoch 0) bewertet. Um die Bewertung auf der Skala von 0 bis 5 Punkten vornehmen zu können, wurden ungleiche Punkt-Intervalle angewendet.

Hinsichtlich der Betriebskosten unterscheiden sich die Varianten prinzipiell nur geringfügig (das Betriebssystem bleibt unverändert). Varianten mit Ladestation können jedoch betriebliche Auswirkungen haben, da eine bestimmte Stand- bzw. Ladezeit an der Endhaltestelle Schliern gewährleistet werden muss. Bei diesen Varianten ist für die Umleitung über Monbijou- und Eigerstrasse (gelegentlich genutzte Umleitung) ein zusätzliches Fahrzeug nötig. Da die zwei sehr selten genutzten Umleitungen bei keiner der Varianten mit dem DGTB abgedeckt werden können, sind letztere für dieses Kriterium nicht relevant und wurden in der Bewertung für dieses Kriterium nicht berücksichtigt. Es müsste mit Hybridbussen gefahren werden.

Die Bewertung wurde in zwei Schritten vorgenommen. Zunächst wurden die Unterhaltskosten bewertet. Im zweiten Schritt werden die betrieblichen Auswirkungen bei Varianten mit Ladestation in Schliern (2b und 3b) mit einem extra Minuspunkt für die zusätzlich anfallenden Betriebskosten bei bestimmten Umleitungen abgezogen.

Die Bewertung ergibt sich aus der Summe beider Elemente (Unterhaltskosten + Betriebskosten).

Kriteriengruppe 3 – Systemeigenschaften

■ Kriterium/Indikator 3.1 – Netzflexibilität und Ladeflexibilität:

Im Gegensatz zur Grundstudie wird in der Zusatzstudie mit diesem Kriterium die Machbarkeit der verschiedenen Umleitungsszenarien bewertet. Durch dieses Kriterium wird somit die Flexibilität in betrieblichen "Ausnahmesituationen" berücksichtigt. Die Punktzahl hängt von der Anzahl machbarer Umleitungen im Vergleich zur Grundvariante ab. Die weniger als einmal im Jahr vorkommenden Umleitungen wurden bei der Bewertung dieses Kriteriums nicht mitberücksichtigt.

■ Kriterium/Indikator 3.2 – Zuverlässigkeit, Redundanz:

Hier geht es vor allem um die Systemstabilität der elektrischen Infrastruktur (Zuverlässigkeit des Systems im Falle von verschiedenen Busumleitungen). Die Gewährleistung der N-1 Redundanz (Ausfall einer Systemkomponente) wird schon in den Investitionskosten mitberücksichtigt und fällt daher nicht stark ins Gewicht. Bei Abweichungen von der normalen Linienführung, also wenn Umleitungen gefahren werden müssen, kann jedoch je nach Variante und Umleitung schon in solch einer Situation der N-1-Fall auftreten. Je mehr Umleitungen im Vergleich zur Grundvariante keine Auswirkung auf die Redundanz haben, desto besser die Bewertung. Bei diesem Kriterium wurden alle Umleitungen berücksichtigt, «sehr seltene» Umleitungen wurden jedoch nur leicht gewichtet, so dass Varianten auch ohne Machbarkeit dieser Umleitungen, eine positive Bewertung erzielen können.

Kriteriengruppe 4 – Städtebau, Raumentwicklung

■ Kriterium/Indikator 4.1 – Fürs Stadtbild relevante Infrastrukturen:

Dies ist ein wichtiges und zwischen den Varianten differenzierendes Kriterium. Es hängt von den lokalen Eingriffen für den Bau neuer Fahrleitungen und Ladeinfrastrukturen ab. Die Länge der Fahrleitungsabschnitte ist für die Bewertung massgebend. Ausserdem wurde für das Umfeld des Schlosses in Köniz die Lage der Fahrleitung mit in die Bewertung einbezogen.

Die DGTB-Grundvariante hat mit 7 km Fahrleitung den grössten Anteil Fahrleitungen und einen Fahrleitungsabschnitt in der Nähe der Haltestelle Schloss. Alle Trolleybus-Varianten wurden ohne Fahrleitungen im Bereich Köniz Schloss gestaltet; im Vergleich zur Grundvariante erhalten sie somit einen Pluspunkt. Ausserdem wurde für jeden km Fahrleitung weniger (im Vergleich zur DGTB-Grundvariante) ein Pluspunkt vergeben. Der Einfluss einer Ladestation in Schliern wurde hier als gering eingestuft und als 0.2 km Fahrleitung mit in die Wertung einbezogen.

■ Kriterium/Indikator 4.2 – Konflikte mit allfälligen Entwicklungsgebieten:

Dieses Kriterium ist für manche der aufgeführten Varianten ausschlaggebend, da es durch die Arealentwicklung Liebefeld zwischen Kreisel Bündenackerstrasse und Brühlplatz zu einer Verschiebung der Schwarzenburgstrasse kommt. Wenn für die Buslinie 10 in diesem Bereich Fahrleitungen geplant werden, müssten letztere schon kurz nach Bau versetzt werden (siehe Kapitel 4.4.2). Da die Grundvariante in diesem Bereich Fahrleitungen vorsieht, werden Varianten ohne Fahrleitung zwischen den Haltestellen Liebefeld Park und Brühlplatz besser bewertet als die Grundvariante.

Kriteriengruppe 5 – Umwelt, Sicherheit

■ Veränderung Lärmimmissionen (qualitativ):

Trolleybusse verursachen grundsätzlich wenig Lärm, weshalb sie in der Grundstudie am besten abgeschnitten haben. Gleichwohl können die durch Gleichrichterstationen und die Lüftung an Ladestationen verursachten Geräusche als störend empfunden werden. Dieses Kriterium bewertet somit die Lärmemissionen dieser Elemente.

Da alle Varianten weniger Gleichrichterstationen als die Grundvariante benötigen, werden sie systematisch mit einem Pluspunkt bewertet, kommt jedoch eine Ladestation in Schliern hinzu, wird ein Punkt abgezogen.

Kriteriengruppe 6 – Bewilligungsrisiken

■ Kriterium/Indikator 7 – Risiko zeitliche Verzögerung:

Hier geht es vor allem darum, ob Einsprachen und andere Rechtsmittel den Zeitplan so beeinflussen könnten, dass die Inbetriebnahme auf das Fahrplanjahr 2026 infrage gestellt sein könnte. Der

Unterschied in den DGTB-Varianten besteht ausschliesslich in den Standorten der Fahrleitungen und der Ladestation. Da es laut Bernmobil schwierig ist abzuschätzen, aus welchen Gebieten die meisten Einsprachen kommen, wird für dieses Kriterium bei allen Varianten die gleiche Punktzahl, 0 Punkte, vergeben.

Beurteilungsindikator	Grundvariante DGTB	DGTB Var 1	DGTB Var 2a	DGTB Var 2b	DGTB Var 3a	DGTB Var 3b
1.1 Verspätungsrisiko (qualitativ)	+0	+0	+0	-1	+0	-1
1.2 Reisezeit (qualitativ)	+0	+3	+2	+1	+1	+1
2.1 Investitionskosten neuer Infrastrukturen	+0	+2	+3	+3	+4	+5
2.2 Betriebs- und Unterhaltskosten	+0	+0	+2	+2	+5	+4
3.1 Netzflexibilität und Ladeflexibilität	+0	-5	+1	-1	-2	-2
3.2 Zuverlässigkeit, Redundanz	+0	-2	+3	-1	+2	+2
4.1 Fürs Stadtbild relevante Infrastrukturen	+0	+3	+3	+4	+4	+5
4.2 Konflikte mit allfälligen Entwicklungsgebieten	+0	+3	+0	+3	+0	+0
5. Lärmimmissionen (qualitativ)	+0	+1	+1	+0	+1	+0
6. Risiko zeitliche Verzögerung	+0	+0	+0	+0	+0	+0

Tabelle 17 - Übersicht Variantenbewertung

5.3 Schrittweiser DGTB-Variantenvergleich

Abb. 15 Die Übersicht zum Variantenvergleich zeigt, dass zwei Varianten markant schlechter abschneiden:

- **DGTB-Grundvariante aus der Grundstudie:** Bei den meisten Kriterien schneiden die weiteren aufgeführten DGTB-Varianten besser oder zumindest gleich gut ab.
 - Die Grundvariante kann somit ausgeschlossen werden.
- **Trolleybus-Variante 1:** Diese Variante schneidet nur beim Kriterium Reisezeit ein bis zwei Punkte besser als andere DGTB-Varianten ab. Bei den Kriterien Verspätungsrisiko, Konflikte mit allfälligen Entwicklungsgebieten und Lärmemissionen schneidet sie mit anderen DGTB-Varianten am besten ab, kann sich jedoch nicht allgemein positiv von den anderen DGTB-Varianten abheben. Zudem stellen die vielen Weichen und Kreuzungen ein erhebliches betriebliches Risiko dar und stehen im Konflikt mit der Strategie die Fahrleitungen im Stadtzentrum zu entflechten, um solche Konflikte zu verringern.
 - Trolleybus-Variante 1 kann ausgeschlossen werden.

5.4 Empfohlene Varianten

Abb. 16 Zur Erörterung der Bestvariante bleiben folglich die Trolleybus-Varianten 2a, 2b, 3a und 3b übrig. Die Ergebnisse der Varianten liegen dicht beieinander. Um eine Bestvariante bestimmen zu können, muss entschieden werden, welche Kriterien stärker gewichtet werden sollen.

- Szenario 1: Betriebliche Aspekte (Reisezeit sowie Netz- und Ladeflexibilität) werden stärker gewichtet.

- Bei den zwei hier ausschlaggebenden Kriterien liegt die Trolleybus-Variante 2a in der Bewertung vorne.
 - Bei hoher Gewichtung von Reisezeit, Netz- und Ladeflexibilität ist Trolleybus-Variante 2a die Bestvariante.
- Szenario 2: Städtebauliche Aspekte (fürs Stadtbild relevante Infrastrukturen, Konflikte mit allfälligen Entwicklungsgebieten) werden stärker gewichtet:
 - Beim Kriterium «Fürs Stadtbild relevante Infrastrukturen» schneiden die DGTB-Varianten 2b, 3a und 3b leicht besser ab, da weniger Fahrleitungskilometer von Nöten sind.
 - Die Trolleybus-Variante 2b ist die einzige ohne Fahrleitung im Bereich Brühlplatz – Liebefeld Park, somit wird sie beim Kriterium Entwicklungsgebiete am besten bewertet. Die Trolleybus-Varianten 2a, 3a und 3b schneiden hier gleich ab.
 - Bei hoher Gewichtung der städtebaulichen Aspekte wird 2b, 3a oder 3b zur Bestvariante.
- Szenario 3: Die Kosten sind stark gewichtete Kriterien.
 - Die Investitionskosten unterscheiden sich nur wenig (rund 4.9 bzw. 4.6 Mio CHF für Varianten 2a und 2b, ca. 4.3 bzw. 4 Mio CHF für Trolleybus-Varianten 3a und 3b). Im Vergleich zu den gesamten DGTB-Investitionskosten aus der Grundstudie (rund 30.5 Millionen CHF), fallen die Unterschiede nur mässig ins Gewicht. Der maximale Unterschied liegt bei rund 3% der gesamten Investitionskosten (was bei einer Genauigkeit von +/- 30% gering ist).
 - Die Unterhaltskosten für Trolleybus-Variante 2a und 2b sind erheblich höher als für die Varianten 3a und 3b. Mit rund 2 Millionen sind die Unterhaltskosten auf 15 Jahre gerechnet doppelt so hoch wie für die Varianten 3a und 3b. Betrachtet man die gesamten Betriebs- und Unterhaltskosten aus der Grundstudie, so lagen die Kosten für DGTB bei rund 85.5 Millionen CHF für 15 Jahre. Die Unterschiede zwischen den DGTB-Varianten 2a/b und 3a/b entsprechen somit rund 2.5% (was bei einer Genauigkeit von +/- 30% gering ist).
 - Werden die Kosten stark als Kriterium gewichtet, wird Trolleybus-Variante 3a oder 3b zur Bestvariante.

5.5 Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Die DGTB-Varianten schneiden im Vergleich sehr ähnlich ab. Es wird empfohlen, die DGTB-Grundvariante und die DGTB-Variante 1 auszuschliessen, da die restlichen Varianten leicht bessere Ergebnisse aufweisen.

Die Auswertung der Stellungnahmen aus der öffentlichen Mitwirkung zeigt eine überwiegend positive Reaktion auf die Studie zur Buslinie 10 und die Zusatzstudie.

In der Mitwirkung hat sich niemand für die DGTB-Variante 3a als Bestvariante ausgesprochen. Die DGTB-Variante 3a wird somit nicht weiterverfolgt werden.

Abb.14 Im Vorprojekt für die DGTB-Linie zwischen Bern Bahnhof und der Endhaltestelle in Schliern werden die drei DGTB-Varianten 2a, 2b und 3b vertieft. Für die Ladestation in Schliern und für die Ladestation beim Schloss als Option wird die Machbarkeit vertieft geprüft (2b und 3b). Parallel wird der gesamte gemäss Varianten 2a, 2b und 3b mögliche Fahrleitungsabschnitt Monbijou - Brühlplatz ins Vorprojekt aufgenommen. Ein Variantenentscheid wird erst basierend auf den Erkenntnissen aus dem Vorprojekt getroffen.

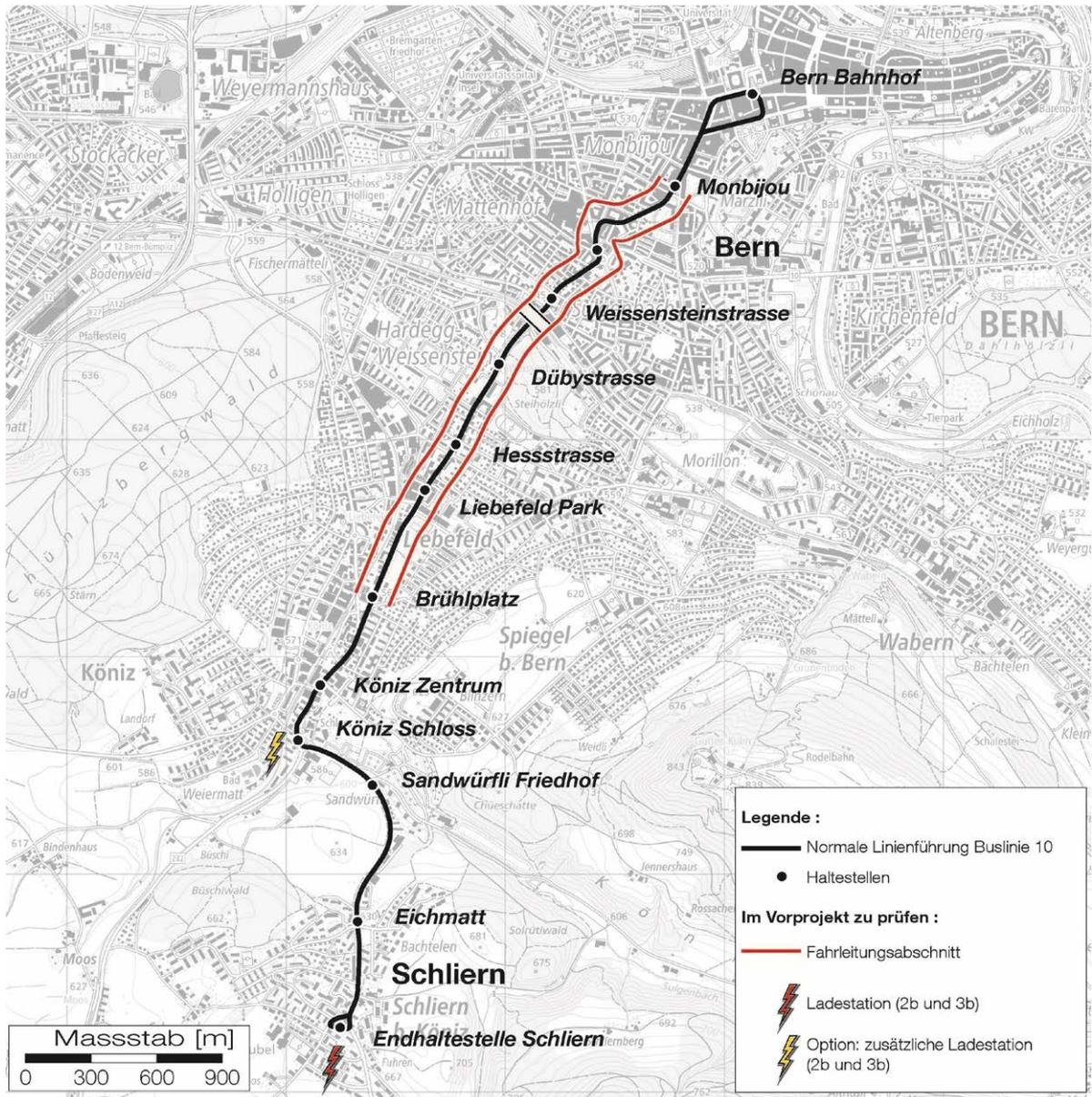


Abbildung 14 -Vorprojekt: weiteres Vorgehen

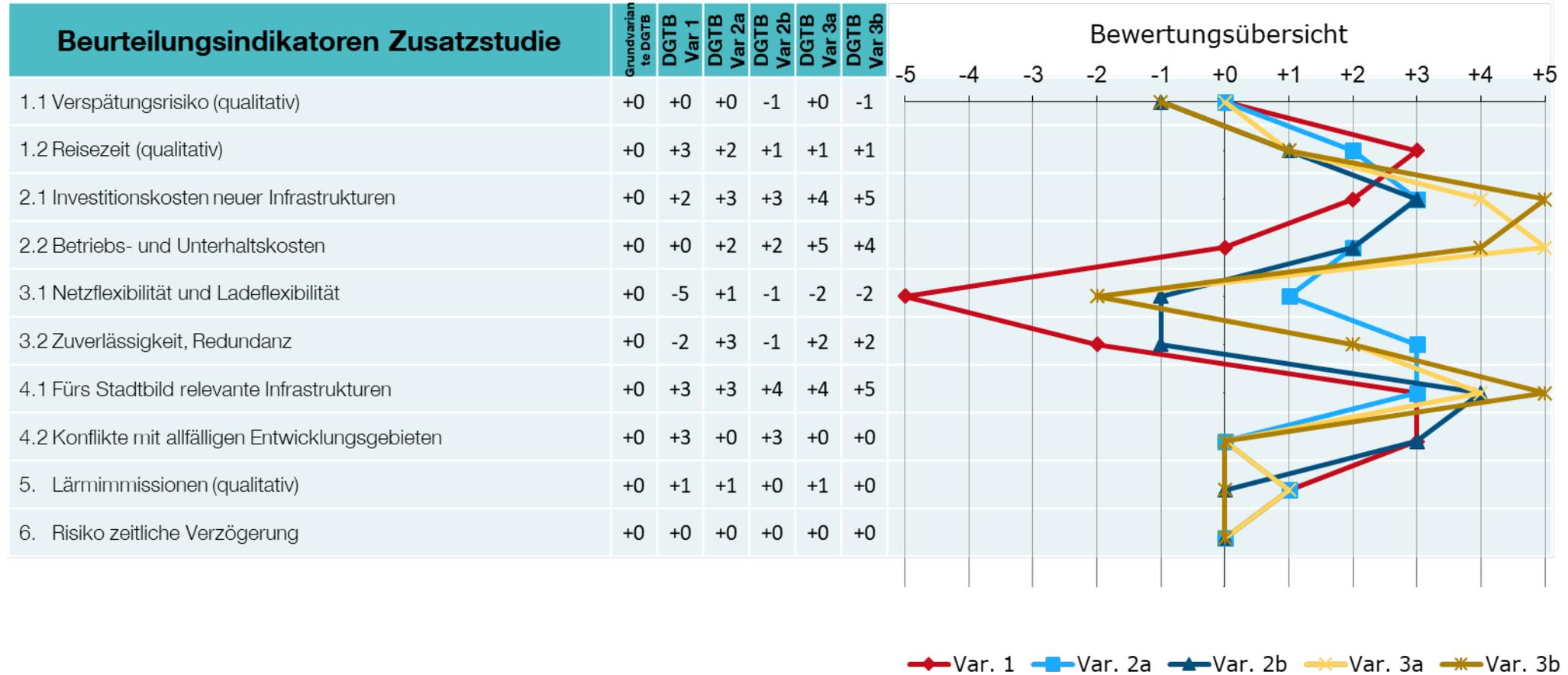


Abbildung 15 - Übersicht DGTB-Variantenvergleich

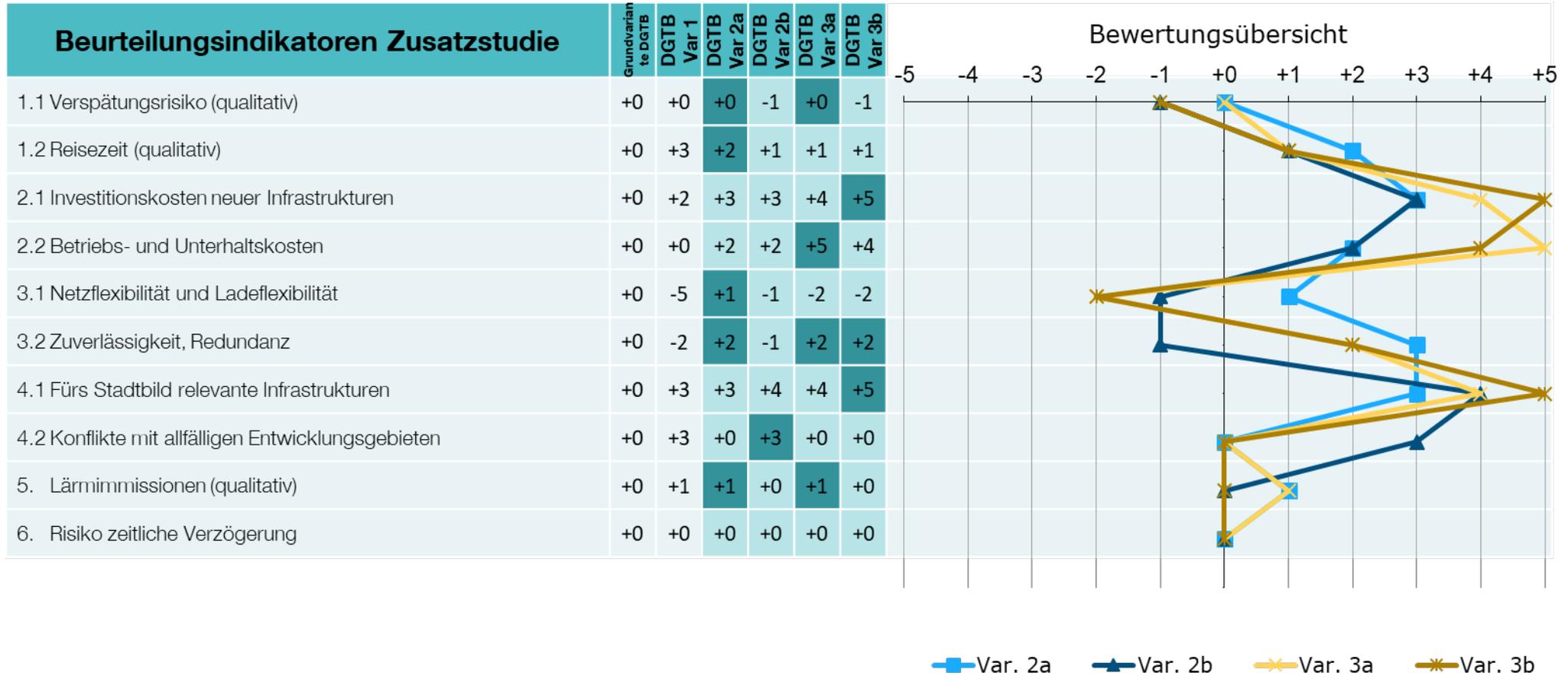


Abbildung 16 - DGTB-Variantenvergleich 2a, 2b, 3a und 3b

Anhang

Anhang 1 - Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Ausgeschriebener Begriff
AP	Agglomerationsprogramm
BehiG	Behindertengleichstellungsgesetz
DGB	Doppelgelenkbus
DGTB	Doppelgelenktrolleybus
E-DGB	Elektro-Doppelgelenkbus
E-GAB	Elektro-Gelenkautobus
GAB	Gelenkautobus
GTB	Gelenktrolleybus
HVZ	Hauptverkehrszeit
NVZ	Nebenverkehrszeit
ÖV	öffentlicher Verkehr
RPAV	Richtlinien für das Programm Agglomerationsverkehr
SB	Standardbus
ZBB	Projekt «Zukunft Bahnhof Bern»

Anhang 2 – Machbarkeit der Umleitungen

entspricht einer N-1 Situation

entspricht weiterhin einer N Situation

Strecke	Umleitung	Häufigkeit	Mehrweg pro Umlauf	Grundvariante		Variante 1		Variante 2a		Variante 2b		Variante 3a		Variante 3b	
				Grundkurs	Verstärkungskurs	Grundkurs	Verstärkungskurs	Grundkurs	Verstärkungskurs	Grundkurs	Verstärkungskurs	Grundkurs	Verstärkungskurs	Grundkurs	Verstärkungskurs
Bahnhof – Eigerplatz	via Effinger-Belpstrasse	häufig	nicht relevant	ok	ok	nok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
	via Monbijoustrasse - Eigerstrasse	selten	ca. 0.8 km	ok	ok	nok	nok	ok	ok	ok	nok	ok	ok	ok	ok
	via Belpstrasse – Laupenstrasse – Seilerstrasse – Effingerstrasse – Monbijoustrasse – Eigerplatz	während Bau ZBBS	ca. 0.4 km	ok	ok	nok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
	via Kapellenstrasse – Sulgeneckstrasse – Schwanengasse – Christoffelgasse – Bundesgasse – Monbijoustrasse	bei Weichenersatz Hirschengraben	nicht relevant	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Eigerplatz	kleinräumige Umfahrungen	selten (z.B. Störung Tram, Gleisersatz)	nicht relevant	ok	ok	ok*	ok	ok	ok	ok	nok	ok	ok	ok	ok
Eigerplatz - Köniz Zentrum	via Seftigenstrasse – Weissensteinstrasse	selten	ca. 0.5 km	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
	via Waldeggstrasse - Könizstrasse	selten	ca. 0.5 km	ok	nok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	nok	nok	nok	nok
	via Weissensteinstrasse - Könizstrasse	sehr selten	ca. 1.8 km	ok	nok	nok	ok	nok	nok	nok	nok	nok	nok	nok	nok
	via Seftigenstrasse - Morillonstrasse - Kirchstrasse - Wabersackerstrasse	sehr selten	ca. 1.8 km	ok	nok	nok	ok	nok	nok	nok	nok	nok	nok	nok	nok
Köniz - Schliern	Vorzeitiges Wenden in Köniz Schloss oder Eichmatt	häufig (bei Verspätungen)	nicht relevant	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok