



An den Grossen Rat

20.1260.01

18.5057.03

19.5130.02

BVD/P201260 / P185057 / P195130

Basel, 16. September 2020

Regierungsratsbeschluss vom 15. September 2020

Ratschlag

betreffend Ausgabenbewilligung für die Beschaffung von Elektrobussen und den Neubau der Garage Rank durch die BVB sowie Genehmigung von Investitionen der IWB zur Erstellung der Ladeinfrastruktur

sowie

Bericht zum Anzug Aeneas Wanner und Konsorten betreffend „Förderung von sauberen, leisen elektrischen Bussen im öffentlichen Verkehr“

und

Bericht zum Anzug Jörg Vitelli und Konsorten betreffend „Neubau der BVB-Garage Rankhof mit preisgünstigen Wohnungen“

Inhalt

1. Begehren	4
2. Ausgangslage und Vorgehen	5
2.1 Rechtliche Aspekte	5
2.1.1 ÖV-Investitionen: Rechtliche und institutionelle Grundlagen	5
2.1.2 Investitionen: Finanzierungsmechanismus und Kompetenzen	6
2.2 Situation.....	6
2.3 Vorgehen	7
3. Programm	7
3.1 Organisation	7
3.2 Programmbeschrieb.....	8
3.2.1 Projekt Betriebsprozesse	8
3.2.2 Projekt Bereitstellung Fahrzeuge (Busbeschaffung)	8
3.2.3 Projekt Bereitstellung Infrastruktur (Garage Rank)	9
3.2.4 Projekt Bereitstellung Ladeinfrastruktur (Traktionsstromversorgung)	10
3.3 Neuregelung und Handlungsfelder zur Umstellung auf Elektrobussystem	10
3.3.1 Anpassung der Betriebsprozesse.....	10
3.3.2 Beschaffung von Elektrobussen	11
3.3.3 Neubau der Garage Rank.....	14
3.3.4 Ladeinfrastruktur IWB (Traktionsstromversorgung).....	18
3.4 Alternativen.....	21
3.4.1 Betriebsprozesse	21
3.4.2 Elektrobusse.....	21
3.4.3 Garage Rank	22
3.5 Umsetzungs- und Regelungsbeispiele andernorts	23
3.5.1 Regelungsbeispiele in der Schweiz.....	23
3.5.2 Regelungsbeispiel im Ausland	23
3.6 Antizipation der Angebotsentwicklungen bis 2027	24
4. Migrationsphase	24
4.1 Betriebsprozesse	24
4.2 Busflotte.....	25
4.3 Garage Rank	25
4.3.1 Werkstatt.....	25
4.3.2 Abstellanlage.....	25
4.3.3 Diensträume	26
5. Finanzielle Auswirkungen	27
5.1 Vergleichsrechnung: Diesel- vs. Elektrobussystem.....	27
5.1.1 Steigerung der Fahrdienstkosten	28
5.1.2 Steigerung der Fahrzeugkosten	28
5.1.3 Infrastrukturkosten	28
5.2 Darlehen: Investitionsbedarf für das Programm	28
5.2.1 Anpassung der Betriebsprozesse.....	29
5.2.2 Beschaffung von Elektrobussen	29
5.2.3 Neubau der Garage Rank.....	30
5.2.4 Weitere Massnahmen/Provisorien.....	32
5.3 Folgemehrkosten: Jährliche Mehrkosten aufgrund der Systemumstellung	32
5.3.1 Jährliche Mehrkosten Betriebsprozesse	33
5.3.2 Jährliche Folgemehrkosten Fahrzeuge	33
5.3.3 Jährliche Mehrkosten Infrastruktur	34
5.4 Leistungen der IWB.....	36

5.4.1	Investitionskosten der IWB.....	36
5.4.2	Finanzierung und Bewilligung der IWB-Investitionen	36
5.4.3	Abgeltungsmechanismus	37
5.5	Beiträge des Bundes aus dem Aggloprogramm	37
5.6	Zeitliche Entwicklung der Investitionen und Folgemehrkosten (2019 bis 2027ff.).....	38
6.	Chancen / Risiken	38
7.	Weitere Auswirkungen, insbesondere Ökologie	38
8.	Anzug Aeneas Wanner und Konsorten betreffend „Förderung von sauberen, leisen elektrischen Bussen im öffentlichen Verkehr“	39
9.	Anzug Jörg Vitelli und Konsorten betreffend Neubau der BVB-Garage Rankhof mit preisgünstigen Wohnungen	40
10.	Formelle Prüfung.....	42
11.	Antrag.....	42
12.	Glossar.....	44
13.	Anhang.....	45

1. Begehren

Mit vorliegendem Ratschlag beantragen wir Ihnen, für die schrittweise Beschaffung von insgesamt 126 Elektrobussen und den Neubau der BVB-Garage Rank eine Ausgabenbewilligung für rückzahlbare und verzinsliche Darlehen in der Höhe von insgesamt maximal 308,07 Mio. Franken inkl. Vorsteuerkürzung (VStK) sowie 26,651 Mio. Franken Folgemehrkosten zu bewilligen. Diese Kosten setzen sich wie folgt zusammen:

- | | | |
|-----|--------------|---|
| Fr. | 146,612 Mio. | für die Beschaffung von insgesamt 126 Elektrobussen in zwei Tranchen |
| Fr. | 161,458 Mio. | für den Neubau der Garage Rank inkl. Werkstatt sowie für Erstellung und Rückbau der notwendigen Provisorien |
| Fr. | 22,705 Mio. | als befristete Folgemehrkosten infolge Mehraufwand durch die Umstellung während der Umsetzungsphase von Diesel- zu Elektrobussen (Fahrzeugvollkosten, Fahrdienstkosten usw.) zu Lasten der Erfolgsrechnung des Bau- und Verkehrsdepartements, Globalbudget ÖV |
| Fr. | 3,946 Mio. | als jährliche unbefristete Folgemehrkosten infolge Mehraufwand durch die Umstellung nach Systemumstellung von Diesel- zu Elektrobussen (Fahrzeugvollkosten, Fahrdienstkosten usw.) zu Lasten der Erfolgsrechnung des Bau- und Verkehrsdepartements, Globalbudget ÖV |

Die Freigabe der erforderlichen Mittel an die BVB erfolgt etappenweise auf Antrag der BVB durch den Regierungsrat in Form von rückzahlbaren und verzinslichen Darlehen sowie durch jährliche Anpassungen des Globalbudgets.

Zudem beantragen wir Ihnen, für die Bereitstellung der notwendigen Ladeinfrastruktur (Traktionsstromversorgung) Investitionen in Höhe von maximal 52,4 Mio. Franken durch die IWB (Industrielle Werke Basel) zu bewilligen.

Mit den Agglomerationsprogrammen unterstützt der Bund nachhaltige Verkehrs- und Siedlungsprojekte in urbanen Räumen mit einem finanziellen Beitrag an die Verkehrsinfrastrukturvorhaben. Für das Agglomerationsprogramm des Bundes, 4. Generation wird eine Beteiligung an den Investitionskosten im gesamten Perimeter, aufgeteilt in drei unterschiedliche, sich ergänzende Projekte ersucht:

- Beschaffung von Elektrobussen
- Neubau der Garage Rank (Depot)
- Ladeinfrastruktur in der Garage und an fünf Haltestellen

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen ist mit einer Beteiligung im Umfang von 30–40% der anrechenbaren¹ Kosten zu rechnen. Ein allfällig gesprochener Beitrag wird den genannten Kosten in Abzug gebracht (vgl. Kap. 5.5).

Die aus der Umstellung von Diesel- zu Elektrobussen resultierenden jährlichen Folgemehrkosten werden in vorliegendem Ratschlag sowohl für die Zeit während der Umstellung als auch für den Regelbetrieb nach der Umstellung dargestellt.

¹ Als anrechenbare bzw. nicht anrechenbare Kosten gelten für die Massnahmen die in Artikel 21 MinVV bezeichneten Kostenkategorien. Als nicht anrechenbare Kosten gelten z.B. Betriebs-, Unterhalts- und Sanierungskosten.

2. Ausgangslage und Vorgehen

2.1 Rechtliche Aspekte

2.1.1 ÖV-Investitionen: Rechtliche und institutionelle Grundlagen

Gemäss § 30 Abs. 1 der Verfassung des Kantons Basel-Stadt (Kantonsverfassung, SG 111.100) ermöglicht und koordiniert der Staat eine sichere, wirtschaftliche, umweltgerechte und energie-sparende Mobilität. Der öffentliche Verkehr genießt dabei Vorrang.

Förderung und Finanzierung des öffentlichen Personen- und Güterverkehrs zu Lande, auf dem Wasser und in der Luft sowie von entsprechenden Infrastrukturen und Anlagen durch den Kanton und die Gemeinden werden im baselstädtischen Gesetz über den öffentlichen Verkehr geregelt (ÖV-Gesetz, SG 951.100). Dieses bezweckt gemäss dessen § 2 die Verbesserung der Standortqualität des Kantons als Wirtschafts- und Wohnstandort durch einen leistungsfähigen öffentlichen Personen- und Güterverkehr, die Erschliessung des Kantonsgebiets und die Abwicklung eines grösstmöglichen Teils des Personen- und Gütertransports mit umweltfreundlichen und stadtgerechten Verkehrsmitteln.

Zur Erreichung der Zwecke des ÖV-Gesetzes schliesst der Kanton gemäss dessen § 5 Abs. 1 Leistungsvereinbarungen mit den Erbringern der Verkehrsleistungen ab. Diese umschreiben insbesondere Art, Umfang, Kosten und Erlöse der zu erbringenden Leistungen, die vereinbarten Abgeltungen sowie die Anforderungen bezüglich Qualität, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit der Leistungserbringung. Zu diesen Leistungserbringern gehören auch die Basler Verkehrs-Betriebe (BVB).

Die Organisation der BVB, deren grundsätzliche Unternehmensziele sowie ihre Ausrichtung im Verkehrs- und Infrastrukturbereich werden gemäss § 1 Abs. 3 des ÖV-Gesetzes in einem separaten Gesetz, dem Organisationsgesetz der Basler Verkehrs-Betriebe (BVB-OG, SG 953.100), geregelt. Dieses statuiert die BVB gemäss dessen § 1 als Unternehmen des Kantons Basel-Stadt in der Form einer selbstständigen öffentlich-rechtlichen Anstalt mit Sitz in Basel. Die BVB ist ein marktorientiertes Unternehmen und wird soweit möglich nach unternehmerischen Grundsätzen geführt.

Unter den Geschäftszweck der BVB fallen gemäss § 2 BVB-OG das Errichten und Betreiben von Linien des öffentlichen Orts- und Regionalverkehrs sowie das Erstellen, Unterhalten und Betreiben von Bahninfrastruktur und Nebenanlagen. Die BVB erbringt ihre Leistungen im Auftrag des Kantons Basel-Stadt, anderer Gemeinwesen oder von Dritten. Die BVB kann ihrerseits Aufgaben an Dritte vergeben, Kooperationen mit anderen Unternehmen eingehen, an solchen Beteiligungen erwerben sowie allein oder mit Partnern Tochterunternehmen gründen, soweit dies mit ihrem Zweck übereinstimmt sowie entweder im öffentlichen Interesse oder im Interesse der BVB selbst liegt. Die BVB richtet sich dabei nach den geltenden sozialen und umweltrechtlichen Standards des Kantons. Der Regierungsrat definiert die entsprechenden Grundsätze in einer Eignerstrategie.

Diese enthält unter anderem die Vorgabe, den Verbrauch an Primärenergie, die Emission von Luftschadstoffen und CO₂ sowie die Lärmemissionen über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus zu reduzieren. Die BVB soll Strom nur aus erneuerbaren Quellen beziehen und einen aktiven Beitrag dazu leisten, dass die gesetzlichen Vorgaben bzgl. Antriebsenergie im Busbetrieb (siehe nachfolgender Abschnitt) zeitgerecht erfüllt werden.

2.1.2 Investitionen: Finanzierungsmechanismus und Kompetenzen

Gemäss § 5 Abs. 1^{bis} des ÖV-Gesetzes strebt der Kanton im öffentlichen Verkehr den Einsatz von 100% erneuerbaren Energieträgern an, unter Ausschluss von Agrotreibstoffen und nachwachsen-den Rohstoffen. Er sorgt für einen möglichst geringen Energieverbrauch im öffentlichen Verkehr und legt die Emissionsanforderungen an die Fahrzeuge nach dem jeweiligen Stand der Technik fest.

Bei der Bestellung von Leistungen im Ortsverkehr schreibt der Kanton den Unternehmungen gemäss § 5 Abs. 1^{ter} des ÖV-Gesetzes vor, dass im Regelbetrieb nach Ablauf einer Übergangsfrist von zwölf Jahren – beginnend mit Inkrafttreten des Gesetzes am 9. Juli 2015, das heisst ab dem 8. Juli 2027 – nur noch Fahrzeuge eingesetzt werden dürfen, welche die vorgenannten Vorgaben gemäss Abs. 1^{bis} erfüllen.

Um die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen werden die Basler Verkehrs-Betriebe (BVB) in den anstehenden Beschaffungsrunden ihre gesamte, bislang mit Diesel und Erdgas betriebene Busflotte durch E-Busse ersetzen. Dies macht auch umfangreiche Investitionen in die Infrastruktur notwendig.

Die Finanzierung der im Rahmen der Leistungsvereinbarungen bestellten Leistungen erfolgt gemäss § 14 des ÖV-Gesetzes über ein Globalbudget.

2.2 Situation

Aus der Revision des ÖV-Gesetzes im Jahr 2015 und der Eignerstrategie der BVB folgt, dass die BVB-Busflotte ab Mitte 2027 (nach einer Übergangsfrist von 12 Jahren) mit 100% erneuerbaren Energien zu betreiben ist.²

Die BVB verfolgte im Busbereich bereits vor der Revision des ÖV-Gesetzes bzw. des relevanten Artikels 5 Abs. 1^{bis} ÖVG die Strategie, den Energieverbrauch und die Schadstoffemissionen kontinuierlich zu reduzieren. Neue Busse sollten ausserdem die Lärmemissionen senken. Im Hinblick auf die Ersatzbeschaffung der 38 Gasbusse ab den Jahren 2020/2022 lancierte die BVB 2013 das Projekt „Bus der Zukunft“. In Zusammenarbeit mit acht Verkehrsbetrieben anderer Schweizer Städte sowie dem Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) prüften die BVB und ihre Projektpartner die Marktfähigkeit von alternativen Antriebstechnologien – auch auf Basis verschiedener Versuche in der Schweiz und in den Nachbarländern. Eine in diesem Zusammenhang erstellte Marktstudie zeigte, dass der Trend bei den alternativen Antrieben insbesondere im Stadtbusbereich klar in Richtung Elektromobilität geht.

Zusammen mit dem Besteller hat die BVB 2017 eine Studie³ in Auftrag gegeben, um aufzuzeigen, wie die Auflagen aus dem revidierten ÖV-Gesetz – unter Berücksichtigung der städtischen Anforderungen – erfüllt werden können. Das von allen Seiten anerkannte Resultat der Studie war, dass langfristig ein System mit Elektrobussen mit Depotladung (sogenannte Depotlader) die beste technische Lösung darstellt. Eine in Auftrag gegebene Kurzstudie⁴ besagt, dass unter Berücksichtigung der durch die Umstellung auf die Zukunftsflotte resultierenden jährlichen Einsparung von 10'600 t CO₂, die nur den Betrieb der Busse und die Bereitstellung der Treibstoffe umfasst, die graue Energie für den Bau der Zukunfts-Flotte bereits nach 1.9 Jahren amortisiert ist.

² Der Grossratsentscheid erfolgte am 21. Mai 2015 (GRB 15/21/08.1G), Inkrafttreten war am 9. Juli 2015 (KB 28. Mai 2015). Dies gilt nur für den Ortsbusverkehr im Kanton Basel-Stadt (§ 5 Abs. 1^{ter} ÖV-Gesetz). Nicht zum Ortsbusverkehr gehören regionale und grenzüberschreitende Linienvetehre (vgl. Ratschlag 14.1460 „Revision des Gesetzes über den öffentlichen Verkehr“ vom 3. Dezember 2014). Für Sonderverkehre hingegen, die keine Linienvetehre darstellen, verlangte der Regierungsrat Ermessensspielraum (vgl. ebenda), der in Form der Möglichkeit, Ausnahmen durch den Grossen Rat vorzunehmen, ins Gesetz Eingang gefunden hat (§ 5 Abs. 1^{quater}).

³ Systemevaluation Bus der Zukunft für Basler Verkehrs-Betriebe, Zürich, 22. Januar 2018, Infras

⁴ Umweltauswirkungen zukünftige Busflotte, Bern, 24. April 2020, Dr. Jörg Althaus, Infras

Im Sinne der gesamtheitlichen Betrachtung sind die unter der Konzession der BVB aktuell durch die Margarethen Bus AG (mab) erbrachten Leistungen mit acht Midibussen auf den Linien 32, 39 und 46 sowie in Randzeiten der Linien 33 und 38 betriebskosten- und fahrzeugmengenmässig in diese Vorlage miteinberechnet. Sie sind jedoch nicht Teil des Darlehensantrags.

2.3 Vorgehen

Die gesetzlich vorgegebene Frist zur Umsetzung (2027), der vordringliche Ersatz der ältesten Busgenerationen, die Abhängigkeit zwischen Garagenneubau, Fahrzeugbeschaffung und Traktionsstromversorgung sowie die nur zeitlich beschränkt verfügbaren provisorischen Abstellflächen für die Busse erfordern eine zügige Vorgehensweise. Allerdings lassen sich die Kosten phasenbedingt zum jetzigen Zeitpunkt nicht mit der für Ratschläge üblichen Genauigkeit angeben. Die Projektleitung wurde dennoch angehalten, die Kosten mit einer Genauigkeit von $\pm 15\%$ zu berechnen, was auch umgesetzt wurde. Gleichwohl handelt es sich um Schätzungen, denen noch keine konkreten Offerten zugrunde liegen und denen es aufgrund des innovativen Charakters des Projektes an Vergleichszahlen und Erfahrungswerten mangelt.

Um die vom Gesetzgeber vorgegebene Frist zur Umsetzung unter bestmöglicher Risikominimierung einhalten zu können, schlägt der Regierungsrat ein schrittweises Vorgehen vor: So sollen die für Planung und Umsetzung erforderlichen Finanzmittel gesamthaft und gleichzeitig in Form einer Ausgabenbewilligung und im Sinne eines Kostendachs durch den Grossen Rat bewilligt werden. Die tatsächlich erforderlichen Mittel sollen anschliessend tranchenweise in Form von Darlehen an die BVB bzw. als Anpassung des Globalbudgets und bei Vorliegen belastbarer Grundlagen wie etwa konkrete Offerten sowie nach Prüfung gemäss § 8 FHG vom Regierungsrat freigegeben werden. Derzeit sind folgende vier Tranchen vorgesehen:

- Tranche 1 für Planung der Fahrzeugbeschaffung und der Infrastruktur sowie Planung und Erstellung der Provisoren: 51,2 Mio. Franken, 2020.
- Tranche 2 für die Fahrzeugbeschaffung, 1. Los: 62 Mio. Franken, 2021
- Tranche 3 für den Neubau der Garage Rank: 92,6 Mio. Franken, 2023
- Tranche 4 für die Fahrzeugbeschaffung, 2. Los: 62 Mio. Franken, 2026

Bei den genannten Zahlen handelt es sich wie erwähnt um Schätzungen (ohne Zuschlag von 15% aufgrund der phasenbedingten Unschärfe der Schätzung) gemäss heutigem Kenntnisstand.

Das Projekt unterliegt einem engen und transparenten gemeinsamen Controlling durch Kapitalgeber und -nehmer.

Entsprechend umfasst die vorliegende Ausgabenbewilligung den gesamten derzeit geschätzten Kapitalbedarf für die Umstellung auf Elektrobusse sowie die mögliche Ausschöpfung der Planungsobergrenze d.h. inklusive der aus der Kostengenauigkeit resultierenden 15%. Aufgrund der sehr dynamischen Marktentwicklung im Bereich der Elektromobilität schliesst der Regierungsrat allerdings nicht aus, dass die Ausgabenbewilligung nicht ausgeschöpft werden muss.

3. Programm

3.1 Organisation

Die Vorarbeiten im Rahmen des Projektes «Bus der Zukunft» haben gezeigt, dass die Umsetzung der Gesetzesanpassung und der damit einhergehenden Umstellung auf ein Elektrobussystem mit Depotladung wesentlich breiter gefächert ist, als dies bei üblichen Fahrzeugersatzbeschaffungen der Fall ist. Die Umstellung auf Elektroantrieb erfolgt daher in Form eines Programms mit den vier folgenden Projekten:

- **Betriebsprozesse**
- **Bereitstellung Fahrzeuge (Busbeschaffung)**
- **Bereitstellung Infrastruktur (Garage Rank)**
- **Bereitstellung Ladeinfrastruktur (Traktionsstromversorgung) durch IWB**

Das **Koordinationsgremium des Programms setzt sich aus** Vertretern des BVDs (Amt für Mobilität, Planungsamt, Tiefbauamt), von Immobilien Basel-Stadt, der IWB sowie des Eigners in der kantonalen Organisation zusammen.

3.2 Programmbeschrieb

3.2.1 Projekt Betriebsprozesse

Die aktuellen Betriebsprozesse im Bereich der Busse sind über die Jahre mit dem Angebotsausbau oder den zusätzlichen Aufgaben wie dem Abtransport bei Grossanlässen oder dem Tramerersatzverkehr gewachsen und optimiert worden. Dabei konnte die Planung stets auf eine nahezu unbegrenzte Reichweite der Fahrzeuge zurückgreifen. Einzig die Einsatzdauer der Fahrdienstmitarbeitenden ist begrenzt und hat sich nach den Regeln des Arbeitszeitgesetzes zu richten. Mit der Einführung von Elektrobussen ist neu auch die Reichweite ein limitierender Faktor, wodurch die Planung anspruchsvoller und der Fahrzeugbedarf zumindest mittelfristig höher sein wird.

- *Die Betriebsprozesse müssen daher auf die neuen Verhältnisse von beschränkten Reichweiten angepasst werden.*

3.2.2 Projekt Bereitstellung Fahrzeuge (Busbeschaffung)

Die Entwicklung der Busflotte mit dem daraus resultierenden Fahrzeugbedarf wird in den folgenden Kapiteln hergeleitet. Die untenstehende Grafik dient als Überblick.

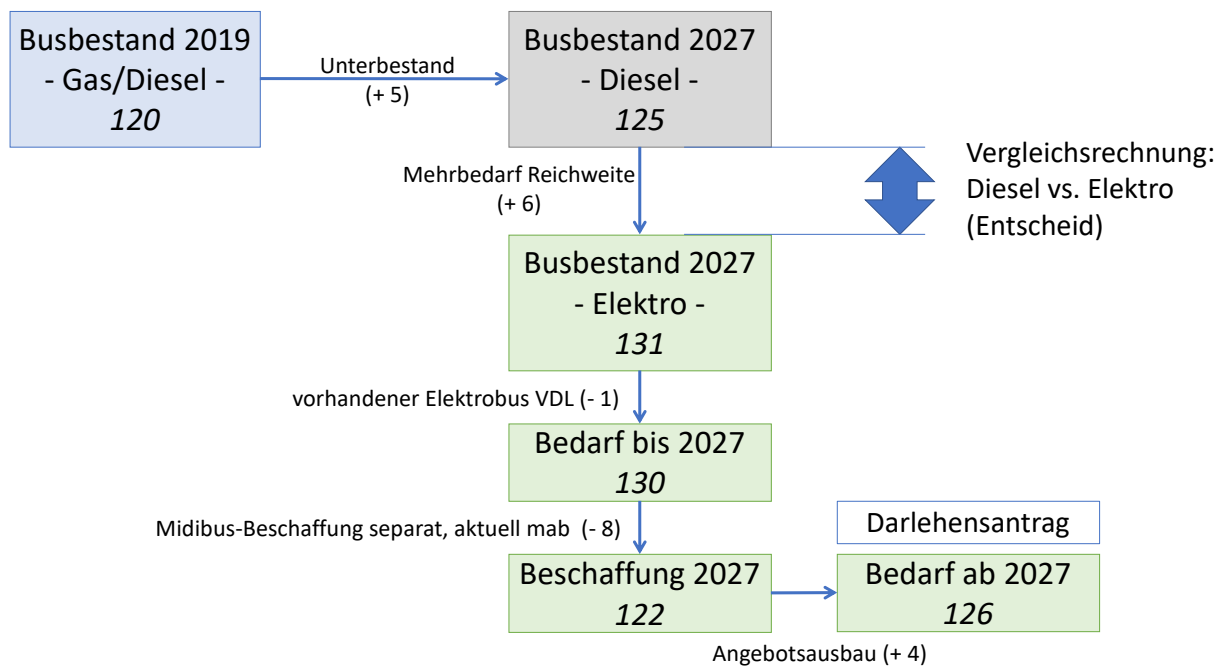


Abbildung 1: Überblick über die Entwicklung des Fahrzeugbestands

Die Flotte der BVB umfasst aktuell (per 2020) 120 Fahrzeuge und gliedert sich wie folgt nach Fahrzeugtyp und Alter (a = Jahr) auf:

Typ	Anzahl Fahrzeuge nach Betriebsjahren						Σ	Nutzung y	Antrieb
	20 a	19 a	12 a	10 a	5 a	1 a			
<i>Inbetriebsetzung</i>	2000	2001	2008	2010	2015	2019			
Citaro Gelenkbus (CNG)			20	8			28	12	Gas
Citaro Normalbus (CNG)			10				10	12	
MAN Gelenkbus (Euro II)	11						11	12	Diesel
MAN Normalbus (Euro II)		3					3	12	
Midibusse (diverse MAN)*				7			7	12	
Citaro Gelenkbus (Euro VI)					55		55	12	
City VIII Kleinbus (Euro VI)						5	5	8	
VDL Elektro-Gelenkbus						1	1	14	m
Gesamtergebnis	11	3	30	15	55	6	120		
<i>Nutzungsende</i>	2012	2013	2020	2022	2027	2027/31			
Ersatzbeschaffungslose		Los 1			Los 2				

Abbildung 2: Betriebsjahre Busflotte im Jahr 2020 (inkl. mab-Busse*, Alter gemittelt)

Ein konventioneller Stadtbus weist in der Regel eine Nutzungsdauer von 12 Jahren auf. Die Darstellung zeigt, dass deshalb per 2020 bzw. unmittelbar 44 Busse ersetzt werden müssen, nämlich diejenigen in den Altersgruppen 12, 19 und 20 Jahre. Bereits zwei Jahre später, also im Jahr 2022, sind weitere 15 Busse zum Ersatz fällig. Unter Berücksichtigung des rund zwei Jahre dauernden Beschaffungsprozesses und des Sachverhalts, dass acht der betroffenen Fahrzeuge dann als einzige über einen Gasantrieb verfügen und der Rückbau der Gasbetankungsanlage eine Bedingung für den Neubau der Abstellanlage darstellt, muss der Ersatz von 52 Fahrzeugen bzw. 59 inklusive der Midibusse der mab umgehend (nach der Zustimmung des Grossen Rates respektive der Stimmbevölkerung im Falle eines Referendums) eingeleitet werden. Die Fahrzeuge weisen zum Zeitpunkt des Ersatzes weder einen buchhalterischen Restwert noch einen Marktwert auf.

Die 55 Gelenkbusse des Typs Citaro EURO VI sowie die fünf Kleinbusse erreichen im Jahr 2027 das Ende ihrer Nutzungsdauer. Kleinbusse basieren technisch auf Kleintransportern und weisen eine kürzere Nutzungsdauer von acht Jahren auf. Weiterhin in der Flotte verbleiben wird der Elektro-Gelenkbus von VDL aus dem Jahr 2019 (bis ca. 2033).

- *Mit Ausnahme des im Jahr 2019 beschafften Elektrobusses müssen also alle Fahrzeuge bis ins Jahr 2027 ersetzt werden.*

3.2.3 Projekt Bereitstellung Infrastruktur (Garage⁵ Rank)

Die Garage Rank wurde über die Jahre sukzessive ausgebaut, die ältesten Gebäudeteile stammen aus dem Jahr 1957. Zudem finden aktuell bei Weitem nicht mehr alle betriebsnotwendigen Busse Platz, was dazu führt, dass einige Busse zeitweise andernorts stationiert werden müssen. Dies ist besonders dem Umstand geschuldet, dass die Gebäude nur teilunterkellert sind und nur wenig Abstellfläche im Untergeschoss zur Verfügung steht. Zudem ist die Werkstatt auf weniger und kleinere Fahrzeuge ausgelegt sowie auf ausführliche mechanische Arbeiten ausgerichtet. Unabhängig vom Systemwechsel von Verbrennungsmotoren zu elektrischen Antrieben vermag die aktuelle Anlage weder die zukünftige Flotte zu beheimaten, noch können die betrieblichen und gesetzlichen Anforderungen erfüllt werden. Zudem muss die Abstellanlage bei Umstellung auf Elektroantrieb mit umfangreicher Ladeinstallation ausgerüstet werden. Die Anlage entspricht gesamthaft nicht mehr den heutigen Anforderungen und muss zudem zwingend erdbebenertüchtigt werden.

⁵ Unter «Garage» wird hier stets der Komplex aus Werkstatt, Abstellhalle und Diensträumen verstanden.

- *Werkstatt und Abstellanlage müssen einerseits den heutigen technischen und gesetzlichen Vorschriften sowie andererseits den neuen Anforderungen der Elektrofahrzeuge entsprechen. Zudem müssen die Abstellkapazität vergrössert sowie die Ladeinfrastruktur integriert werden.*

3.2.4 Projekt Bereitstellung Ladeinfrastruktur (Traktionsstromversorgung)

Durch den Systemwechsel ändert sich die Energiezuführung auf den Bus grundlegend. Dadurch kann einerseits auf die bisherigen Betankungsanlagen in der Garage Rank verzichtet werden. Hingegen braucht es sowohl für die Depotladung, besonders über Nacht, als auch für vereinzelte Ladepunkte auf dem Netz und vor allem für den geplanten Doppelgelenkbus Infrastrukturen, die sogenannte Traktionsstromversorgung. Diese werden durch die IWB geplant und realisiert.

- *Zur Versorgung der Busse mit Traktionsstrom braucht es sowohl in der Garage als auch an einzelnen Endhaltstellen entsprechende Ladeinfrastrukturen.*

3.3 Neuregelung und Handlungsfelder zur Umstellung auf Elektrobussystem

Die Neuregelung betrifft ...

- die Anpassung der Betriebsprozesse
- die Beschaffung von Elektrobussen
- den Neubau der Garage Rank
- sowie die Traktionsstromversorgung.

Der im ÖV-Gesetz angestrebte Systemwechsel hin zu 100% erneuerbaren Energieträgern ist nur unter Berücksichtigung aller vier Handlungsfelder möglich. Ein Grossteil der Investitionen in den beiden Handlungsfeldern (Neubau der Garage und Beschaffung von Bussen) ist aber auch ohne revidiertes ÖV-Gesetz erforderlich, um den Busbetrieb aufrechterhalten zu können. In den folgenden Kapiteln werden die Handlungsfelder näher erläutert. Der zeitliche Verlauf des Programms und die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Projekten werden detailliert in einem Phasen- und Meilensteinplan dargestellt (siehe Anhang).

Die Umsetzungen der jeweiligen Projekte im Programm sind eng miteinander verzahnt. Dabei stellt die Garage Rank nebst den Installationen auf den Provisorien (siehe Kapitel 4.3) den kritischen Pfad dar.

3.3.1 Anpassung der Betriebsprozesse

Bei Elektrobussystemen mit Batterien (im Gegensatz zu Trolleybussen) wird zwischen zwei Kategorien unterschieden:

- **Depotlader:** Systeme mit grossen Batterien, die grundsätzlich im Depot über Nacht geladen werden und idealerweise einen ganzen Dienst ohne Nachladen bewältigen können.
- **Gelegenheitslader:** Systeme mit kleinen Batterien, die grundsätzlich an einem Linienendpunkt mit starken Strömen in kurzer Zeit nachgeladen werden.

Mit den aktuell und mittelfristig verfügbaren Batterien lassen sich die heute für Diesel- und Gasfahrzeuge optimierten Fahrzeugumläufe nicht ohne weiteres abbilden. Dies trifft besonders auf die kalte Jahreszeit zu, bei der bis zur Hälfte des Energiebedarfs dem Heizen dient. Bei etwa der Hälfte der Umläufe reicht die initial über Nacht bzw. im Stilllager erhaltene Ladung nicht aus und das Fahrzeug muss während des Tages nachgeladen werden. Dieses Nachladen kann auf zwei Arten geschehen:

1. mit einer Fahrt in die Garage zum Laden der Batterien oder

2. mit regelmässigem Nachladen an einer Endhaltestelle.

Beide Varianten wirken sich unmittelbar auf die Dimension einer Flotte aus. Bei Variante 1 werden zusätzliche Fahrzeuge als Ersatz für in die Garage fahrende Busse benötigt; bei Variante 2 braucht es zusätzliche Busse, um die zum Nachladen an Endhaltestellen benötigte Standzeit zu gewinnen.

Im Vergleich zur heutigen Fahrzeugflotte mit fossilem Antrieb ergibt⁶ sich für Variante 2 (Nachladen an fünf Endhaltestellen) ein Mehrbedarf von sechs Bussen, der vor allem auf den oben genannten Heizbetrieb in den Wintermonaten zurückzuführen ist. Die Variante 1 weist einen Mehrbedarf von 15 Bussen auf. Der für die kalte Jahreszeit zusätzlich notwendige Fahrzeugbedarf wird mit den in der wärmeren Jahreszeit benötigten „Baustellenbussen“ abgedeckt. Die Herleitung des Fahrzeugbedarfs ist im Kapitel 3.3.2.4 beschrieben.

3.3.2 Beschaffung von Elektrobussen

3.3.2.1 Unterschiede zum konventionellen Bus

Elektrobusse sind vergleichbar mit einem konventionellen Dieselbus aufgebaut. Die Unterschiede liegen primär beim Antriebsstrang und dem Energiespeicher. Letzterer ist beim Dieselbus ein relativ einfaches Behältnis, wohingegen beim Elektrobuss ein hochkomplexer Akkumulator an dessen Stelle tritt. Beim Antrieb verhält es sich gerade umgekehrt: beim Dieselbus arbeitet eine grosse thermische Maschine mit einem umfangreichen Abgasreinigungssystem, wohingegen beim Elektrobuss hochmoderne, aber im Vergleich kleine Elektromotoren den Antrieb leisten. Beide Fahrzeugtypen verfügen über komplexe Antriebssysteme, wobei bei Verbrennungsmotoren auf eine lange Entwicklungszeit zurückgeblendet werden kann und diese, auch heute noch, in sehr grossen Mengen produziert werden. Busse mit Verbrennungsmotor sind aktuell denn auch (noch) preiswerter als Elektrobusse.

In der Anschaffung sind Elektrobusse etwa 40% teurer als Dieselbusse. Dagegen wird in der Instandhaltung aufgrund der kleineren Anzahl beweglicher Teile und der reduzierten Beanspruchung der mechanischen Bremsen durch die zum Bremsen eingesetzte Energierückgewinnung (Rekuperation) von einem um 10% tieferen Aufwand ausgegangen. Im Vergleich negativ schlägt voraussichtlich in der Hälfte der Buslebensdauer, also nach ca. sieben Jahren, der Ersatz der Batterien zu Buche. Dieser fällt im Vergleich mit den Ersatzmotoren und -getrieben bei den Dieselnbussen finanziell stärker ins Gewicht.

3.3.2.2 Depotlader / Gelegenheitslader

Hinsichtlich Energiezufuhr und -speicherung besteht bei den Elektrobussen eine gegenläufige Abhängigkeit zwischen der Batteriegrösse und der Anzahl Ladepunkte im Liniennetz und im Depot. Die BVB setzt diesbezüglich auf eine hohe Autonomie der Busse und bevorzugt grössere Batterien gegenüber vielen Ladepunkten auf der Strecke. Dies aus folgenden Gründen:

1. Die Busse können weiterhin als flexibles Transportgefäss, streckenunabhängig flächendeckend eingesetzt werden – so, wie das die Dieselnbuse heute gewährleisten.
2. Da der Ladeprozess auf der Strecke eine Minimalzeit in Anspruch nimmt, können die Aufenthalte an den Endhaltestellen nur begrenzt zur Kompensation von Verspätungen genutzt werden.

Die Depotlader sind bezüglich zeitlicher und örtlicher Flexibilität den Gelegenheitsladern überlegen. Sie eignen sich daher besser als Ergänzung eines Tramsystems geeignet und ermöglichen kurzfristige Angebotsanpassungen.

⁶ Basis Fahrplan 2019

Weiter ist zu beachten, dass das Laden auf der Strecke mit viel stärkeren Strömen und bei unmittelbarem Bedarf erfolgt. Dadurch werden sowohl Stromnetz als auch Batterie stark belastet und der Strombedarf kann weder zeitlich noch mengenmässig auf das Netz abgestimmt werden.

Die Annahmen für die Berechnungen zum Energieverbrauch, der Batteriekapazität und der daraus folgenden Reichweite sind in der entsprechenden Tabelle im Anhang ersichtlich.

3.3.2.3 Neue Gefässgrösse: Doppelgelenkbus (DGB)

Mit jeder Busbeschaffung werden die Gefässgrössen für die nächsten 16 Jahre⁷ festgelegt. Das Bussystem der BVB konnte in den letzten Jahren dank eines attraktiven Angebots und grosser Nachfrage wachsen. Dabei sind die beiden Linien 50 und 30 an ihre Kapazitätsgrenzen gestossen. Eine Taktverdichtung im innerstädtischen und störungsanfälligen Linienbusverkehr ist kaum mehr möglich (Risiko der Paketbildung⁸). Hier erlaubt der Doppelgelenkbus, der vor allem in Form von Trolleybussen in zahlreichen Schweizer Städten bereits erfolgreich in Betrieb ist, eine unkomplizierte Kapazitätssteigerung. Die BVB führte im November 2019 Testfahrten auf den oben genannten Linien durch und erstellte eine Kosten-/Nutzenanalyse zur Umstellung der Linie 50. Diese ergab, dass die Linie 50 bereits mit der ersten Tranche Elektrobusse auf Doppelgelenkbusse mit Gelegenheitsladesystem umgestellt werden soll. Die dazu notwendigen Infrastrukturanpassungen sind kleinerer Art und sollen über das Geschäftsmodell Infrastruktur (GMI) in die anstehenden Erneuerungs- oder Umgestaltungsprojekte einfliessen. Falls nötig, sind sie mit vorübergehenden Massnahmen/Provisorien zu überbrücken (siehe Kapitel 5.2.4).

Mit einem geplanten Bahnanschluss des Euroairports (EAP) wird die Nachfrage auf einer dann in der Linienführung geänderten Buslinie zum EAP deutlich sinken. Die Doppelgelenkbusse kämen in diesem Fall auf anderen stark belasteten Linien zum Einsatz oder könnten auf dem Markt veräussert werden. Alleine in der Schweiz gibt es derzeit sechs Städte mit vergleichbaren (Trolley-) Fahrzeugen. Nicht nur aufgrund der qualitativen Kriterien bringt die Einführung der DGB Vorteile. So zeigt die im Anhang aufgeführte Gegenüberstellung für die Linie 50 basierend auf dem Angebot 2019, dass die von der BVB gewählte Variante 2 einen Kapazitätsausbau von 17% ermöglicht bei quasi gleichbleibenden Kosten (+2%) (siehe Variantenvergleich Gelenkbus vs. Doppelgelenkbus im Anhang).

Basierend auf den vorliegenden Fakten wurde die Einführung von Doppelgelenkbussen vorerst auf der Linie 50 in die Flottenstrategie aufgenommen.

3.3.2.4 Fahrzeugbedarf

Im vorliegenden Ratschlag werden nur die direkten Auswirkungen des Systemwechsels aufgeführt. Absehbare Angebotsausbauten werden gesondert beantragt werden.

Der Fahrzeugbedarf leitet sich aus dem Spitzenbedarf des Fahrplanangebots ab. Dazu kommen die technisch und betrieblich notwendigen Fahrzeuge, die einerseits die nicht planbaren Zusatzbedarfe aufgrund technischer Störungen oder Verkehrsstau und andererseits die planbaren Fahrzeugservice, Zusatzbedarfe für Grossanlässe, Umleitungen oder Baustellenverkehre (besonders Trammersatz) umfassen.

In der folgenden Aufstellung fusst der genannte Baustellenbedarf auf dem Durchschnittswert des Jahres 2019 über mehrere Wochen. Der Ausblick der Baustellenplanungen zeigt ein anhaltend hohes Bauvolumen. Die Berechnung der technischen Reserve in Höhe von 9% der Linienfahr-

⁷ Nutzungsdauer 14 Jahre und Beschaffungsdauer zwei Jahre.

⁸ Von Paketbildung wird gesprochen, wenn bei kurzen Taktfolgen ein Fahrzeug sich wenig verspätet und dessen Weiterfahrt durch die entstehenden Fahrgastansammlungen auf den Haltestellen weiter verzögert. Dadurch holt der nachfolgende Kurs auf, womit sich ein „Paket“ von Bussen bildet.

zeuge (aufgerundet auf die nächste ganze Zahl) basiert auf den Empfehlungen des VDV.⁹ Bei den Midibussen ist die technische Reserve in den Fahrzeugkosten der mab inkludiert.

Genannter Bedarf ist nicht auf die absolute Spitze ausgelegt. Zu deren Bewältigung soll nach wie vor auf die bewährte Zusammenarbeit mit anderen ÖV-Unternehmen wie BLT oder AGGL zurückgegriffen werden.

Fahrzeug-Einsatz / -Funktion		Fahrzeugbestand (Ist)		Fahrzeugbedarf (Soll)		
Fahrzeugtyp	Linien(-bündel)	Mix gemäss	Aktueller	Bedarf	Änderung	Bedarf
		Tabelle	Unter- bzw.			
		Bestand	Überbestand		wechsel	
Doppelgelenkbus	50	0	0	0	7	7
Gelenkbus	50	8	0	8	-8	0
Gelenkbus	30	10	0	10	0	10
Gelenkbus	31/34	18	0	18	0	18
Gelenkbus	36	18	0	18	1	19
Gelenkbus	38/48	9	0	9	0	9
Normalbus	33/42	13	0	13	0	13
Midibus	32/39/46/N	7	0	7	1	8
Kleinbus	35/45	3	0	3	2	5
Gelenkbus	Baustellen	11	6	17	3	20
Gelenkbus	Techn. Res.	8	0	8	-1	7
Normalbus	Techn. Res.	2	0	2	0	2
Midibus	Techn. Res.	0	0	0	0	0
Doppelgelenkbus	Techn. Res.	0	0	0	1	1
Kleinbus	Techn. Res.	2	-1	1	0	1
Gelenkbus	Betriebliche Res.	11	0	11	0	11
		120	5	125	6	131

Abbildung 3: Fahrzeugbedarf (mit systembedingten Änderungen, mit mab, ohne Angebotsausbau)

3.3.2.5 Beschaffungskonzept

Die Elektrobusse sollen in zwei Tranchen in Betrieb genommen werden. Die erste Tranche soll bis spätestens 2022/23 zu Beginn der Migrationsphase (Zeitraum des Bau-, Beschaffungs- und Umstellungsprozesses von 2022–2027, siehe Kapitel 4) bereitstehen. Die zweite Tranche im Jahr 2027 zum Abschluss der Migrationsphase, abgestimmt mit dem Baufortschritt der Garage Rank. Die Beschaffungstranchen sind auf das Ende der jeweiligen Fahrzeugnutzungsdauer abgestimmt. Dies erlaubt es, die erwarteten technischen Entwicklungen und betrieblichen Erfahrungen bei Elektrobussen sowie allfällige Angebots- und Nachfrageveränderungen zu antizipieren. So kann auf allfällige Nachfrageveränderungen oder Angebotsanpassungen im Laufe des Programms reagiert werden, was die Investitionssicherheit erhöht.

Die Elektrobusse werden bezüglich Fahrgastkomfort und Innenausstattung mit dem aktuellen Citaro Euro VI der BVB vergleichbar sein.

Aus der Umstellung auf Elektrobusse resultieren bei den Fahrzeugen keine Sonderabschreibungen.

3.3.2.6 Lade- und Einsatzkonzept

Es gelten folgende Grundsätze:

- Die Fahrzeuge werden bei Nichtgebrauch, insbesondere in der nächtlichen Betriebspause, im Depot geladen.
- Die Fahrzeuge werden grundsätzlich über einen Pantografen (Scherenstromabnehmer) geladen. Der Pantograf ermöglicht einerseits in der Garage einen sicheren und effizienten

⁹ VDV-Schrift 801, Fahrzeugreserven in Verkehrsunternehmen, Köln, 2019

Prozess und andererseits besteht die Möglichkeit, dass jedes Fahrzeug bei Bedarf auf der Strecke nachgeladen werden kann.

- Das Bussystem soll weiterhin zeitlich und örtlich möglichst flexibel einsetzbar sein, um auf betriebliche und angebotsgetriebene Veränderungen schnell reagieren zu können – besonders auch als Ergänzung zum effizienten, aber spurgebundenen Tramsystem.

Zur Ausdehnung der Reichweite sowie um längere Depotfahrten ausschliesslich zum Laden der Batterien zu vermeiden, wird punktuell vom Grundsatz der reinen Depotladung abgewichen, indem an Endhaltestellen vereinzelt Ladestationen errichtet werden. Diese sollen nur solange bestehen, bis der technische Fortschritt eine höhere Reichweite der Batterien ermöglicht.

Basierend auf den oben genannten Grundsätzen und betrieblichen Bedürfnissen wurden Endhaltestellen evaluiert, die mit einem Gelegenheitsladesystem ausgerüstet werden sollen. Dabei lagen folgende Parameter zugrunde:

- Endhaltestelle mit Aufenthaltszeit und dienstlicher Infrastruktur (z.B. WC)
- Häufigkeit der Bedienung (über den ganzen Tag oder gar mehrere Linien)
- Gefässgrösse und Umlauflänge (Energiebedarf)
- Platzverhältnisse/Netzentwicklung
- Synergien mit vorhandenen (Lade-)Infrastrukturen

Daraus ergeben sich gemäss aktuellem Planungsstand folgende Ladepunkte:

1. Euroairport, Linie 50 (F)
2. Kleinhüningen, Linie 36 (BS)
3. Riehen Bahnhof, Linienbündel 31_34 (BS)
4. Bottmingen, Schloss, Linienbündel 31_34 (BL/BLT)
5. Wyhlen, Siedlung, Linie 38 (D)

Bezüglich Ladepunkt 1 wird geprüft, ob allenfalls anstelle des Euroairports auch der Bahnhof SBB infrage kommen könnte.

Die BVB und BLT haben in einem Letter of Intent festgelegt, dass ihre Elektrobussysteme miteinander kompatibel sein sollen, wodurch die gegenseitige Nutzung der Ladepunkte gewährleistet ist.

3.3.3 Neubau der Garage Rank

3.3.3.1 Abstellanlage und Werkstatt

Für die Garage Rank bietet sich die einmalige Chance, die Umsetzung der neuen betrieblichen Anforderungen der Elektrobussflotte mit der ohnehin notwendigen infrastrukturellen Erneuerung zu verbinden. So werden bei einem Neubau die eingangs erwähnten Mängel behoben und die Werkstatt entsprechend den heutigen Anforderungen betriebseffizient gestaltet. Zusätzlich ergibt sich durch die Abkehr von den fossilen Energieträgern die Möglichkeit, die heutigen Tankstellen (Gas, Benzin und Diesel) rückzubauen und die entsprechenden Flächen ebenfalls für die Abstellanlage zu nutzen. Betriebseinrichtungen werden konsequent auf Elektrobusse ausgerichtet.

Im Zuge dieses Vorhabens werden zudem die Anforderungen des Amtes für Umwelt und Energie gemäss Verordnung zum Energiegesetz, Stand Juni 2018 (EnV) bzgl. Energieverbrauch von Energie-Grossverbrauchern analysiert und zumutbare Massnahmen zur Verbrauchsreduktion realisiert.

Der Neubau wird derart geplant, dass ein Teil des Areals einer Drittnutzung, z.B. der Realisierung von Wohnraum, zugeführt werden kann, was auch dem Anliegen des Anzugs Jörg Vitelli und Konsorten betreffend „Neubau der BVB-Garage Rankhof mit preisgünstigen Wohnungen“ entsprechen würde. Dem städtebaulichen Bedürfnis nach Verdichtung kann so entsprochen werden (siehe auch Kapitel 3.3.3.2).

Die Machbarkeitsstudie¹⁰, die basierend auf den Anforderungen der BVB durchgeführt wurde, sieht zwei Gebäudekörper vor: einen für die Werkstatt¹¹ und einen für die Abstellanlage. Die Anlagen sind so konzipiert, dass alle Fahrzeuge vom Klein- bis zum Doppelgelenkbus gewartet, abgestellt und geladen werden können.

Die neue Abstellanlage entspricht gänzlich den Bedürfnissen des Elektrobusses, wobei es an jedem Abstellplatz einen Ladepunkt geben wird, damit sowohl im Sinne des Netzes als auch im Sinne der Wirtschaftlichkeit ein möglichst optimiertes Laden erreicht werden kann. Das prozessoptimierte Layout der Anlage erlaubt auch eine Effizienzsteigerung in den Abläufen, vor allem bei den Bereitstellungsprozessen (Aufladen, bisher Tanken, Waschen und Abstellen).

Dem Brandschutz in der Abstellanlage wurde von Beginn weg grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurden sowohl externe Experten als auch sämtliche relevanten öffentlichen Stellen zum Thema einbezogen. Dabei wurden sämtliche Dimensionen des Brandschutzes berücksichtigt:

- Bauliche Massnahmen (z.B. Brandschutzabschnitte)
- Technische Massnahmen (z.B. Brandmeldeanlagen und Sprinklerschutz)
- Organisatorische Massnahmen (z.B. Intervention vor Ereignisfall)
- Branddetektion (Früherkennung und Ereignisfall, z.B. Infrarotmessaanlage)

Details dazu sind im Brandschutzkonzept der Machbarkeitsstudie der Garage Rank beschrieben.

Die Bearbeitungstiefe der Werkstatt bleibt weitgehend dieselbe wie heute, denn der Grossteil der Komponenten eines Elektrobusses und eines Dieselmotors unterscheidet sich kaum. Beim Elektrobuss wirkt sich der Wegfall von zahlreichen mechanischen Elementen des Antriebsstrangs positiv auf die Instandhaltungskosten aus. Hingegen stellen die Sicherheitsprüfungen der Elektroinstallationen einen Mehraufwand dar. Zahlreiche dieser Installationen, besonders die Batterien, befinden sich auf dem Fahrzeugdach, wodurch der Zugriffspunkt vermehrt auf der Oberseite der Fahrzeuge sein wird, was Dacharbeitsplätze erfordert.

Die BVB und IWB haben vereinbart und in einer gemeinsamen Absichtserklärung festgehalten, dass die Ladeinfrastruktur (Traktionsstromversorgung) durch IWB finanziert und betrieben wird und die damit verbundenen Aufwendungen über ein mengenbasiertes Entgelt (analog der Traktionsstromversorgung bei Trams) abgegolten werden soll (siehe Kapitel 5.4.3).

Kostenanalysen zeigen, dass die Investitions- und Betriebskosten sowie die Nutzungsdauer des baulichen Teils unabhängig von der Antriebstechnologie in etwa vergleichbar sind und die Umstellung auf Elektroantrieb hier zu keinen wesentlichen Mehrkosten führt. Vorhandene Differenzen wie der räumliche Mehrbedarf für die Ladeinfrastruktur halten sich in etwa die Waage mit zusätzlichen Investitionen bei Dieselmotoren, z.B. für erhöhte Schalldämmung oder Abgasanlagen.

Eckwerte:

- Die Garage ist auf das Instandhalten aller Busgrössen optimiert.

¹⁰ Bus-System 2027 Bereitstellung Infrastruktur, Machbarkeitsstudie mit Kostenschätzung, Jauslin Stebler, Muttenz, 2020

¹¹ inklusive Diensträume

- Die Garage weist eine Wachstumsreserve von 20%¹² Gelenkbuseinheiten auf.
- Die Werkstatt ist für Elektrofahrzeuge prozessoptimiert.
- Die Abstellanlage weist eine Kapazität von 144 Gelenkbuseinheiten auf.

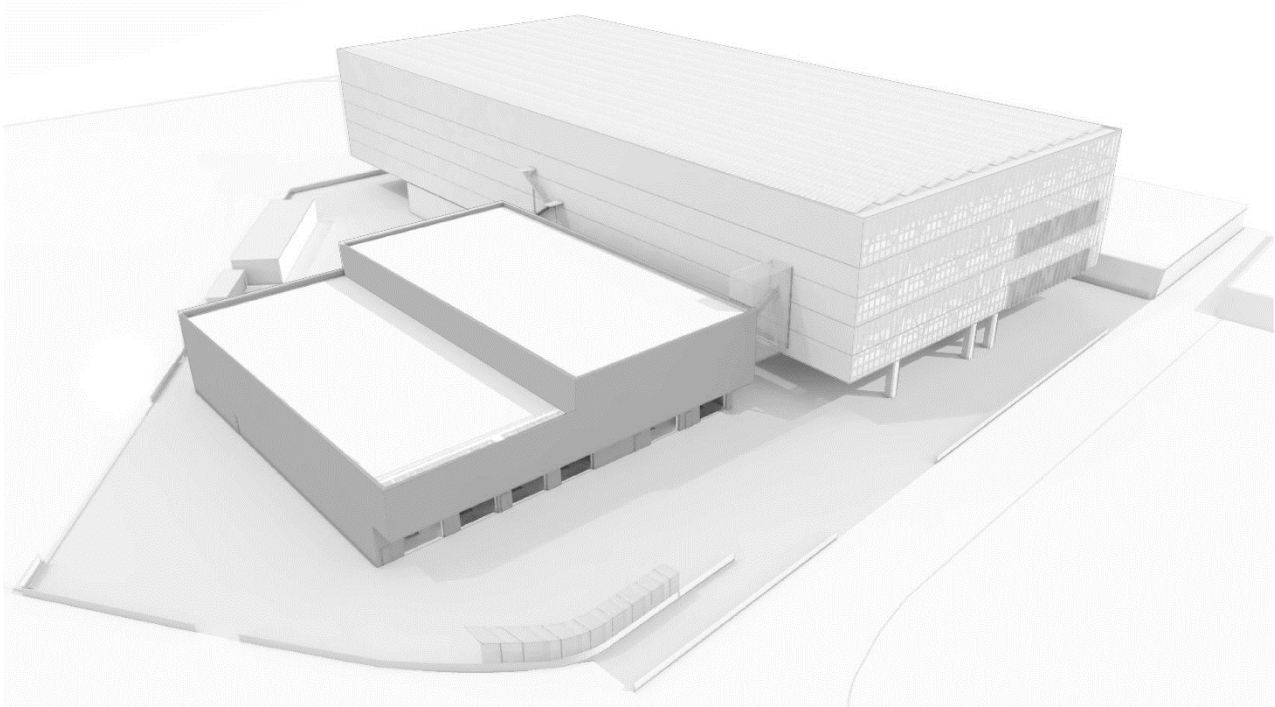


Abbildung 4: Visualisierung der Garage Rank mit Werkstatt und Abstellanlage

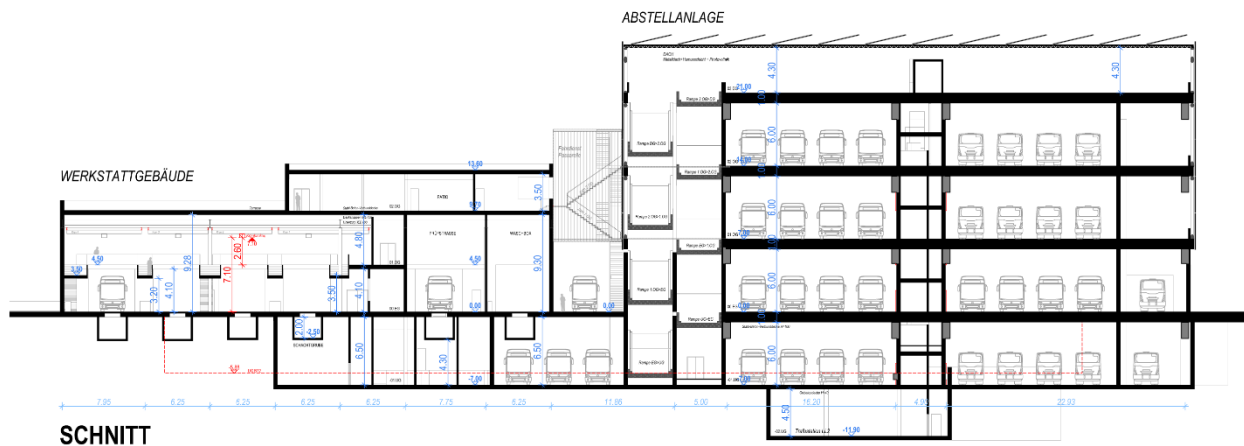


Abbildung 5: Schnitt der Anlage (Sicht von der Rankstrasse)

3.3.3.2 Potenzial für Drittnutzung

Der Kanton Basel-Stadt als Grundeigentümer vertreten durch Immobilien Basel Stadt möchte das Areal auf das Potenzial von Dritt- resp. Wohnnutzungen hin untersuchen und hat eine entsprechende Architekturstudie in Auftrag gegeben. Dies auch vor dem Hintergrund, dass in der unmittelbaren Umgebung mit der künftigen S-Bahnhaltestelle Solitude und mit zwei Motionen zum Wohnungsbau im Stadtraum Ost langfristig grosse Entwicklungspotenziale bestehen, die den Charakter des Gebiets verändern. Mit dem Anzug Jörg Vitelli und Konsorten betreffend „Neubau

¹² Das Bundesamt für Raumentwicklung rechnet mit einer Zunahme der Verkehrsnachfrage beim ÖV von 50% bis 2040. Es ist davon auszugehen, dass in der Folge dank fortschreitender E-Bustechnologie vermehrt auch E-Busse eingesetzt werden, weshalb entsprechende Wachstumsreserven eingeplant wurden.

der BVB-Garage Rankhof mit preisgünstigen Wohnungen“ liegt auch ein entsprechender politischer Auftrag vor, der die folgenden Überprüfungen auf dem BVB-Areal Rankstrasse verlangt:

- Realisierung von Wohnungen im Sinne einer Verdichtung des städtischen Raumes
- Dimensionierung der Deckenplatte der Busgarage zum Bau von Wohnungen
- Realisierung von preisgünstigen Wohnungen im Ratschlag festschreiben

Die betrieblichen und sicherheitstechnischen Anforderungen haben beim Neubau der Abstellanlage und Werkstätte Rank Priorität, da diese Parzelle der einzige Standort zum Unterbringen von Bussen im Kanton Basel Stadt darstellt. Zudem muss sich die BVB mögliche Erweiterungsoptionen offenhalten, da bei einer allgemeinen städtischen Verdichtung auch die Kapazitäten des öffentlichen Verkehrs ausgebaut werden müssen. Eine Überlagerung der Abstellanlage mit anderen Nutzungen kommt aus folgenden Gründen nicht infrage:

- Aufgrund der hohen Anzahl von 144 Busabstellplätzen hat die Abstellanlage zwei Obergeschosse.
- Die Dachflächen sind ein Erweiterungspotenzial für weitere Busabstellplätze.
- Die Abstellplätze sind mit Elektroladestationen mit hohen Energiedichten ausgestattet. Die bauphysikalischen Auswirkungen auf die Wohnqualität und auf Aspekte des Brandschutzes lassen sich aktuell schwer abschätzen.

In der Architekturstudie wurden verschiedene Stossrichtungen für Wohnnutzungen auf dem Areal untersucht. Eine flächige oder ringförmige Wohnbebauung auf oder um die Garage analog der Kalkbreite in Zürich ist aufgrund der betrieblichen und sicherheitstechnischen Anforderungen der BVB nicht möglich. Andere Bebauungsformen mit Fokus auf den südlichen Arealteil mit der Werkstatt sind aber auch ohne Überlagerung der im Nordteil vorgesehenen Abstellhalle denkbar, wobei dann eine hohe Bebauungsform im Vordergrund steht. Daraus ergeben sich grundsätzlich zwei Optionen für den Wohnungsbau:

- ein auf dem südlichen Areal an die Werkstatt angebautes Hochhaus
- ein auf der Werkstatt aufgebauter Gebäudekörper

Beim potenziell auf dem südlichen Arealteil an die Werkstatt angebauten Hochhaus ist zu beachten, dass dieses zum Teil über dem künftigen Rheintunnel zu liegen käme. Statisch ist dies grundsätzlich möglich, da der Rheintunnel hier in 40 Metern Tiefe zu liegen kommt. Allerdings wäre ein Bau vor Erstellung des Rheintunnels mit potenziellen Risiken verbunden, da es beim Bau des Rheintunnels zu Erschütterungen und damit allenfalls zu Schäden am darüber liegenden Gebäude kommen könnte. Der Regierungsrat vertritt daher die Auffassung, die Erschliessung dieses Potenzials sei erst nach Fertigstellung des Rheintunnels vertieft zu prüfen.

Beim möglichen auf der Werkstatt aufgebauten Gebäudekörper bis maximal zur Hochhausgrenze von 30 Metern stellt sich die Situation anders dar. Damit allfällige baukonstruktive Vorkehrungen am Werkstattgebäude berücksichtigt werden können, wird bis 2021 ein statisches Konzept erarbeitet

Für die Mehrkosten des Garagenprojekts zugunsten der Schaffung von Wohnbaupotenzialen würden Vorleistungen aus dem Finanzvermögen des Kantons Basel-Stadt erbracht. Dies um eine spätere Baurechtsabgabe an eine Genossenschaft oder Wohnraum im Wohnbauprogramm 1000+ zu ermöglichen.

3.3.4 Ladeinfrastruktur IWB (Traktionsstromversorgung)

3.3.4.1 Technisches Konzept und Inhalt der Zusammenarbeit von BVB und IWB

Wie eingangs erwähnt, plant, projiziert, baut, finanziert und betreibt IWB die Ladeinfrastruktur für die Ladung der Elektrobusse der BVB und liefert auf Wunsch der BVB Strom aus zu 100% erneuerbaren Energiequellen. Eine derartige Kooperation besteht bereits für die Trams der BVB, für die die IWB eine spezielle Stromversorgungsinfrastruktur mit Gleichstrom betreibt. Der Vorteil dieser Arbeitsteilung liegt darin, dass sich die beiden Unternehmen auf ihr jeweiliges Kerngeschäft konzentrieren können, die Prozesse schlank bleiben und Schnittstellen minimiert werden. Des Weiteren erachten es beide Unternehmen als Vorteil, dass Investitionen und die Verantwortung für Betrieb und Unterhalt der Anlagen aus einer Hand kommen. Aufgrund der positiven Erfahrungen aus dem Trambetrieb soll dieses Zusammenarbeitsmodell auch für die elektrische Busflotte der BVB zur Anwendung kommen.

In dieser Kooperation zwischen IWB und der BVB trägt IWB die Verantwortung für die Ladeinfrastruktur vom Stromnetzanschluss ab den Elektrizitätsunterwerken bis zur Ladehaube, die auf die Stromabnehmer der Busse aufsetzt. Konkret ist IWB für folgende Anlagen und Einrichtungen gemäss technischem Grobkonzept zuständig:

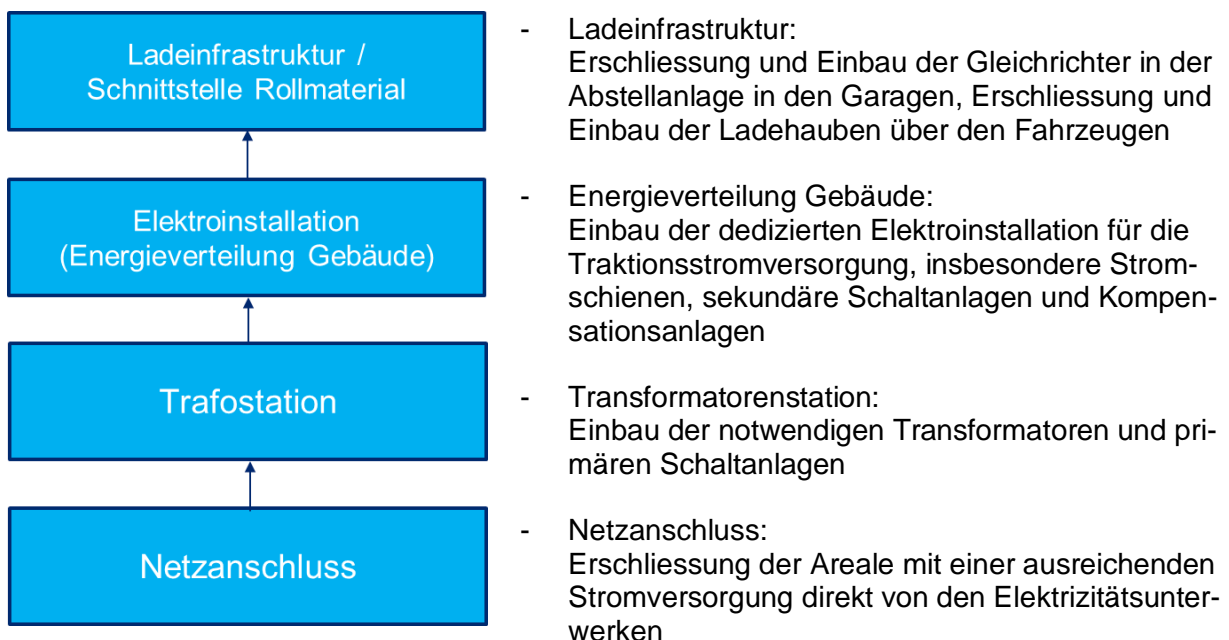


Abbildung 6: Grobkonzept der Ladeinfrastruktur

Das technische, elektrische Grobkonzept wird nach Massgabe der BVB in der Garage Rank, in den Provisorien und bei den Gelegenheitsladestationen umgesetzt, die an bestimmten Endpunkten innerhalb des Liniennetzes zu installieren sind.

IWB verantwortet den Betrieb der gesamten Infrastruktur zur Traktionsstromversorgung inkl. allfälliger Hilfs- und Schutzeinrichtungen sowie den Betrieb eines Last- und Lademanagementsystems sowie weiterer Leitsysteme für den Betrieb weiterer Komponenten. Die Systemabgrenzung zwischen IWB und der BVB befindet sich zwischen der festen Ladeinfrastruktur und dem fahrzeugseitigen Pantografen, also dem Stromabnehmer, der auf dem Bus installiert ist. Die Verantwortung für alle übrigen Anlagen und Einrichtungen liegt bei der BVB, insbesondere für das Trägersystem bzw. die baulichen Strukturen für die Erschliessung durch Kabel und Stromschienen gemäss Anforderungen von IWB.



Abbildung 7: hochgefahrener Pantograf und Ladehaube der festen Ladeinfrastruktur¹³

Die BVB und IWB werden die gegenseitigen Rechte und Pflichten in einem Kooperationsvertrag festlegen. Darin werden unter anderem die Leistungen von IWB, die Abgeltung durch die BVB und die Systemabgrenzung geregelt.

Kooperation im Rahmen eines In-State-Geschäfts

Die Kooperation zwischen der BVB und IWB stellt beschaffungsrechtlich ein sogenanntes In-State-Geschäft dar. In-State-Vergaben bedürfen keiner öffentlichen Ausschreibung, wenn ein Auftrag an ein öffentliches Subjekt geht, das seinerseits vom öffentlichen Vergaberecht erfasst ist und das keine Privatbeteiligung aufweist. Zudem ist vorausgesetzt, dass dieses öffentliche Subjekt keine Leistungen ähnlicher Art im Wettbewerb mit privaten Anbietern erbringt und die Beteiligten keine kommerziellen Absichten verfolgen, sondern die Tätigkeiten im öffentlichen Interesse stattfinden. Diese Voraussetzungen sind vorliegend erfüllt:

Fehlende Wettbewerbstätigkeit von IWB

Wesentliche Leistungen von IWB sind spezifisch auf die Bedürfnisse des öffentlichen Verkehrs zugeschnitten und unterscheiden sich massgeblich von anderen auf dem Markt angebotenen Leistungen wie beispielsweise die Stromversorgung von Elektroautos. Die Bereitstellung der Traktionsstromversorgung ist ein integrales Projekt mit Elementen aus dem Stromnetz, der elektrischen Installation im Gebäude, der Ladeinfrastruktur und dem Lastmanagement. Einen namhaften Teil dieser Leistungen kann IWB nur aufgrund ihrer Eigenschaft als öffentliche Stromnetzbetreiberin im Kanton Basel-Stadt erbringen.

Für einen grossen Teil der Wertschöpfung werden Dritte für die Leistungserbringung bzw. die Lieferung von Material und Komponenten beigezogen. Die entsprechenden Leistungen werden durch IWB nach den geltenden Vorgaben des Submissionsrechts am Markt beschafft. IWB tritt durch die von ihr zu erbringenden Leistungen somit nicht in Konkurrenz zu privaten Anbietern.

3.3.4.1.1 Garage Rank

Systembeschreibung

Die neue Garage Rank wird 2027 in Betrieb genommen und umfasst u.a. 144 Abstellplätze für Gelenkbusse. Jede einzelne Stellfläche wird mit einem eigenen Ladepunkt ausgestattet.

¹³ Quelle: <https://www.schunk-carbontechnology.com/> (Schunk Smart Charging, Dachstromabnehmer SLS 103, Stand 20. Mai 2020)

Im Untergeschoss sind 48 Busladeplätze vorgesehen. In den Etagen EG, 1. OG, 2. OG (optional 3. OG) sind jeweils 32 Busladeplätze vorgesehen. Pro Bus steht eine Ladeleistung von 150 kW zur Verfügung. Die Ladepunkte werden auf jeder Etage platziert.

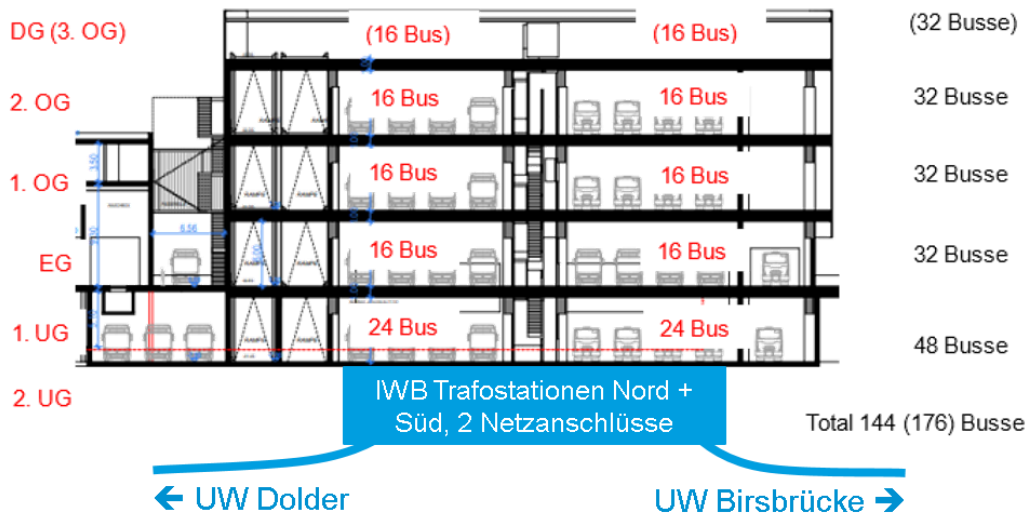


Abbildung 8: Layout zukünftige Garage Rank (Schnitt Gebäude)

Netzanschluss und Transformatorenstationen

In der Garage Rank werden im zweiten Untergeschoss zwei Transformatorenstationen für die Ladung der Busse eingebaut und via zwei separate Einspeisungen direkt aus den Unterwerken Dolder und Birsbrücke versorgt. Diese dienen der ausschliesslichen Versorgung der Traktionsstromversorgung. Eine weitere Transformatorenstation für den sogenannten «Eigenbedarf» wird für die Werkstatt und für den weiteren Bedarf der BVB installiert, diese ist jedoch nicht Teil der Ladeinfrastruktur.

3.3.4.1.2 Provisorium: Standortbeschreibung / Rahmenbedingungen

Die BVB erstellt an zwei Standorten (Messehalle 3 und Klybeck, siehe Kapitel 4.3.2) je eine provisorische Busabstellanlage. Die Provisorien werden im Jahr 2022 in Betrieb genommen.

Die Ladeinfrastruktur in den Provisorien soll im Wesentlichen der endgültigen Anlage in der Garage Rank entsprechen. Dabei sollen die Ladeeinrichtungen mindestens teilweise in der Garage Rank – soweit technisch und wirtschaftlich sinnvoll – wieder eingesetzt werden können.

3.3.4.1.3 Lademanagement

Die Ladung der Busse wird durch ein Lademanagement gesteuert, das jederzeit sicherstellt, dass die verfügbare Maximalleistung je Stockwerk nicht überschritten wird.

Innerhalb eines Stockwerks wird die Ladeleistung für jedes Fahrzeug optimiert. Dazu können beispielsweise der Ladezustand jeder Batterie, die vorgesehene Abfahrtszeit und der prognostizierte Energiebedarf des Fahrzeugs berücksichtigt werden. Darauf basierend wird die zur Verfügung stehende Leistung je Stockwerk optimal auf die Fahrzeuge verteilt, sodass diese das Busdepot rechtzeitig und mit ausreichend geladener Batterie verlassen können. Bei Bedarf muss das Betriebshofmanagementsystem der BVB auf Vorgaben von IWB reagieren, insbesondere hinsichtlich einer optimierten Energieverteilung im Gebäude.

3.3.4.1.4 Gelegenheitsladestationen

Mit den Gelegenheitsladestationen können die Busse an Endstationen in wenigen Minuten mit einer hohen Leistung (450/600 kW) nachgeladen werden. So kann mit einem Ladevorgang die Energie für einen Linienumlauf aufgenommen werden. Es ist vorgesehen, alle Anlagekomponenten wie Gleichrichter und Schaltanlagen vollständig in die zu erstellenden Transformatorenstationen im Untergrund zu integrieren. Daher wären ausschliesslich die Ladehauben, inklusive des erforderlichen Gestänges, sichtbar. Verschiedene Hersteller bieten heute entsprechend ansehnliche Komponenten an, die sich gut in das Stadtbild integrieren.

Eine Aufstellung im Versorgungsgebiet von IWB stellt sicher, dass Bereitstellung und Betrieb effizient und redundant erfolgen können. Entsprechende Bewilligungen müssen unter Beachtung der gesetzlichen Fristen eingeholt werden.

Gemäss Anforderungen der BVB sind die Gelegenheitsladestationen aktuell an folgenden Standorten vorgesehen:

- Bahnhof Riehen
- Kleinhüningen
- Schloss Bottmingen
- Siedlung Wyhlen
- Euroairport

Alternativ zum Euroairport wird auch der Standort Basel SBB geprüft.

3.3.4.1.5 Sicherstellung der Verfügbarkeit und der betrieblichen Anforderungen der BVB

Um die betrieblichen Anforderungen der BVB auch bei Ausfall der Ladeinfrastruktur oder Teilen davon zu gewährleisten, wird IWB einerseits wichtige Teile als Ersatz vorhalten. Andererseits werden zwischen den verschiedenen Einrichtungen der Ladeinfrastruktur Quer- und Mehrfachanbindungen erstellt, damit beispielsweise bei einem Ausfall einer Steigleitung oder eines Transformators die Ladung der Busse (mit vorübergehend reduzierter Leistung) aufrechterhalten werden kann. Zudem wird die Garage Rank wie erwähnt von zwei getrennten Unterwerken mit Strom versorgt. Alle dazu notwendigen Investitionen sind im vorliegenden Antrag enthalten.

3.4 Alternativen

3.4.1 Betriebsprozesse

Falls die Systemumstellung nicht durchgeführt werden kann, hat dies keine unmittelbaren Auswirkungen auf die aktuellen Betriebsprozesse. Aufgrund der ausgeschöpften Kapazitäten in der Garage Rank müsste eine zusätzliche Abstellfläche gesucht und eingerichtet werden, was tendenziell zu längeren Anfahrtswegen (sog. Wagenstellungsfahrten) führen würde. Ebenso ist eine Umstellung auf die grösseren Doppelgelenkbusse mit konventionellem Antrieb nicht überzeugend machbar, da ein Verbrennungsmotor nicht wie ein Elektromotor unter den Sitzen Platz findet, sondern in den Vorderwagen verlegt werden muss. Dadurch geht der wichtige Niederflurbereich bei der zweiten Türe (Rollstuhlplatz usw.) verloren. Im Falle eines dieselelektrischen Antriebs wird dieser ganz hinten und raumgreifend im Fahrzeug platziert.

3.4.2 Elektrobusse

Alternativen zum reinen Elektrobus stellen der Trolley- und der H₂-Brennstoffzellenbus («Wasserstoffbus») dar, welche beide rein elektrisch angetrieben werden. Lediglich die Energiebereitstellung unterscheidet sich: Beim Trolleybus erfolgt die Energieversorgung über eine Oberleitung, während beim Wasserstoffbus die Batterie über eine Brennstoffzelle im Bus geladen wird. Die

Brennstoffzelle benötigt dazu reinen Wasserstoff sowie Sauerstoff aus der Umgebung. Als Abfallprodukt entsteht reines Wasser. Der Betrieb von Trolley- sowie auch Brennstoffzellenbussen ist daher lokal CO₂-frei.

Beide Technologien sind aus wirtschaftlichen Gründen nicht empfehlenswert. Der Trolleybus¹⁴ ist aufgrund der hohen Investitionskosten für die Oberleitungsinfrastruktur teurer als der reine Elektrobus und lässt weniger Freiraum bezüglich Linienführung und Linienenerweiterung. Um diese Nachteile zu kompensieren, werden heute Trolleybusse häufig mit Traktionsbatterien ausgestattet, um über längere Strecken ohne Oberleitung fahren zu können, wodurch sich die beiden Systeme Elektro- und Trolleybus einander annähern. Beim Brennstoffzellenbus ist die energie- und kostenintensive Wasserstoffherstellung der Grund, weshalb die Technologie zum heutigen Zeitpunkt noch als unwirtschaftlich beurteilt werden muss. Ausserdem wird das heutige Angebot an Wasserstoff zu mehr als 90% aus Erdgas hergestellt und ist damit fossilen Ursprungs.¹⁵ Hinzu kommt, dass die zweimalige Umwandlung von Energie in elektrische Energie aufwendig ist und zu einem schlechteren Wirkungsgrad als bei einem Verbrennungsmotor führt.

Um die aus der Brennstoffzelle gewonnene Energie zwischenspeichern zu können und die Möglichkeit der Energierückgewinnung beim Bremsvorgang nutzen zu können, bedarf es ebenfalls einer gewissen Batteriegrösse, wodurch auch Brennstoffzellenbusse ein Stück weit ebenfalls der Batterieproblematik (siehe Kapitel 7) der reinen Elektrobusse ausgesetzt sind. In Bezug auf den ausgeprägten Stop- and Go- Betrieb im Stadtbusverkehr erweist sich der batterieelektrische Bus als die geeignetere Variante.

Als Übergangslösung bieten viele Hersteller sogenannte Hybrid- und Plug-In-Hybridbusse an. Die Kombination aus einem Dieselantrieb und einem Elektroantrieb ermöglicht es, die Nachteile des jeweils anderen Antriebs zu reduzieren respektive zu eliminieren. Der Hybridbus ermöglicht Treibstoffeinsparungen und eine Reduktion des CO₂-Ausstosses um ca. 20 bis 30%. Die Plug-In-Funktion ermöglicht es im Betrieb, mittels einer grösseren Traktionsbatterie den Anteil von rein elektrisch gefahrenen Kilometern weiter zu erhöhen. Eine weitere Betrachtung erübrigt sich aber, denn Hybrid- und Plug-In-Hybridbusse sind nicht gesetzeskonform gemäss ÖV-Gesetz BS.

Der Gasbus, der vor fünf bis zehn Jahren noch vielversprechend vermarktet wurde, konnte sich in seiner Entwicklung nicht weiter durchsetzen. Das zeigt einerseits das fehlende Angebot verschiedener Hersteller, aber auch die aktuellen Beschaffungen verschiedener ÖV-Betriebe, die wieder von Gas auf Diesel umstellen. Die Variante mit Biogas wird wegen der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion im ÖV-Gesetz des Kantons ausdrücklich ausgeschlossen, weshalb Gas als Energieträger ohnehin ausscheidet und der Gasbus nicht in Betracht kommt.

3.4.3 Garage Rank

Bezüglich der Garage Rank gibt es zum Neubau keine langfristige Alternative, ob für Diesel- oder Elektrobusse. Auch ein Neubau an einem anderen Standort kann aufgrund der Erfahrungen aus der anspruchsvollen Suche nach temporärer Abstellfläche in der Nähe des BVB-Busnetzes als kaum umsetzbar angesehen werden.

¹⁴ Die Volksinitiative zur Rettung des Trolleybusses wurde am 17. Juni 2007 von der Stimmbevölkerung verworfen.

¹⁵ <https://www.tuwien.at/> > Aktuelles > News > Mit Wasserstoffautos sind die Klimaziele nicht zu erreichen (Publikation vom 27. August 2019 von Florian Aigner). (Stand 20. Mai 2020)

3.5 Umsetzungs- und Regelungsbeispiele andernorts

3.5.1 Regelungsbeispiele in der Schweiz

Zürich, Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ)

Bei den VBZ wird ein ähnlicher Weg wie bei der BVB beschritten. Gemäss ihrer Elektrobusstrategie wollen die VBZ neben dem Tram- und Trolleybusnetz die verbleibenden ca. 150 Dieselsebusse bis 2030 weitgehend durch Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb ablösen. So haben die VBZ Ende September 2019 bekanntgegeben, dass sie in einem ersten Schritt Elektrobusse mit Depotladung für ihre Quartierbuslinien beschaffen.¹⁶

Luzern, Verkehrsverbund Luzern (VVL)¹⁷

Die E-Bus-Strategie des VVL zeigt, mittels welcher Antriebsoptionen bis ca. 2040 alle Busse mit erneuerbaren Energien effizient und emissionsarm verkehren können.

Die Umsetzung der Strategie baut einerseits auf Depotlader-Batteriebusse, die ab ca. 2030 nahezu flächendeckend Dieselsebusse ersetzen werden. Andererseits werden Batterie-Trolleybusse das heutige Trolleybus-Liniennetz bereits mittelfristig flexibler machen, wobei das Fahrleitungsnetz als Ladeinfrastruktur weiterhin benötigt wird.

Schaffhausen, Verkehrsbetriebe Schaffhausen (VBSH)

Die VBSH setzen auf Elektrobusse und möchten bis 2027 die ganze Flotte umstellen. Zum Einsatz kommen Elektrobusse mit Schnellladesystem. Die bestehenden Trolleybusse werden umgerüstet.¹⁸

3.5.2 Regelungsbeispiel im Ausland

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) Zwischenbilanz E-Busse¹⁹

„Die Anzahl der im deutschen öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) eingesetzten, batteriebetriebenen Elektrobusse steigt gemäss VDV kontinuierlich und die Fahrzeuge werden hinsichtlich Zuverlässigkeit und Technik immer besser. E-Busse sind in den deutschen Städten längst keine Seltenheit mehr, ihre Anzahl wird dieses Jahr nach Schätzungen des Branchenverbands auf rund 1'000 steigen. Aktuell sind deutschlandweit rund 400 dieser Busse im Einsatz, weitere 750 sind bestellt – Tendenz steigend. Hinzu kommen die seit Jahrzehnten etablierten Oberleitungsbusse.

Die Hersteller prognostizieren weitere Leistungszuwächse bei den Batterien. Im städtischen Einsatz können schon heute Batteriebusse mit Reichweiten von 150 bis 250 km auf rund einem Drittel der Linienumläufe eingesetzt werden. Die kommende Generation wird für 2021 erwartet und könnte dann über 300 km am Stück abfahren. Die Branche räumt auch dem Wasserstoff oder synthetischen Kraftstoffen einen Platz in den Flotten der Zukunft ein – etwa für den Einsatz im ländlichen Raum. Allerdings brauche es hier, ebenso wie beim E-Bus, noch weitere technische Entwicklungen und deutlich günstigere Beschaffungskosten für die H₂-Fahrzeuge bzw. steuerliche Anreize zum Einsatz von regenerativen Kraftstoffen.“

München, Stadtwerke München (SWM) / Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG)²⁰

Die MVG setzt auf den Batteriebus mit Depotladung. Das Gelegenheitsladen wurde nicht vertieft geprüft, da keine Haltestelle genügend Platz für die zugehörige Infrastruktur aufweist und die Wendezeiten aktuell umlaufoptimiert ausgestaltet sind.²¹

¹⁶ Gemäss <https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index.html> > Mobilität der Zukunft > Elektromobilität (Stand 20. Mai 2020)

¹⁷ <https://www.vvl.ch/> > Planung > E-Bus (Stand 20. Mai 2020)

¹⁸ <http://vbsh.ch/de/fahrplan/haltestellenfpl-rvsh/144-haltestellenfpl-linie24b.html> („Die VBSH stellen um auf Elektrobusse“, Stand 20. Mai 2020)

¹⁹ Auszug aus der Pressemitteilung anlässlich der Eröffnung der Elekbu vom 4. Februar 2020

²⁰ <https://www.mvg.de/> > Über die MVG > MVG Projekte > Bus-Projekte > E-Mobilität (Die Elektrobus-Strategie der MVG, Stand 20. Mai 2020)

²¹ Aussage von Herrn Reitmeier, Stellvertr. Leitung Bustechnik und Buswerkstätten, SWM/MVG, anlässlich eines Besuchs vor Ort.

Mit der Elektrifizierung des Busverkehrs folgt nun der nächste grosse Schritt hin zu einem völlig emissionsfreien und vom Öl unabhängigen Nahverkehr. Das Ziel der MVG ist es, den Busverkehr in München mit seinen rund 500 Fahrzeugen im Spitzeneinsatz so rasch wie möglich zu 100% Ökostrom zu betreiben. Bis spätestens 2030 will die MVG ihr Busnetz weitestgehend elektrifizieren.

3.6 Antizipation der Angebotsentwicklungen bis 2027

Im Betrachtungshorizont des Programms bis und mit 2027 wird es gemäss aktuellen Planungen zu Angebotsausbauten und Veränderungen im Liniennetz kommen. Diese beruhen auf dem durchschnittlichen Fahrgastwachstum im Bereich Bus und Annahmen zur Liniennetzentwicklung. Dabei können die Veränderungen in drei Kategorien aufgeteilt werden:

- ÖV-Programm 2022–2025
- Busnetzentwicklung 2026 ff.
- betriebliche Entwicklung im Busliniennetz

Aus den drei obengenannten Kategorien bzw. Entwicklungsvorhaben resultiert in der Summe ein Mehrbedarf von 4 Bussen. Dabei ist eine Reduktion des Bedarfs an Baustellenbussen von 20 auf 16 Bussen mitberücksichtigt. Details dazu sind im Anhang tabellarisch aufgeführt.

Um diesen Entwicklungen und Bedürfnissen entsprechen zu können, beantragt die BVB eine Erhöhung des Busbestandes um vier Busse.

4. Migrationsphase

Die Umstellung auf eine elektrische Busflotte ist mit einer Migrationsphase verbunden. Diese Phase stellt denjenigen Zeitraum dar, in dem Teile der bestehenden Betriebsmittel aufgrund des Umstellungs- bzw. Bauprozesses nicht mehr voll nutzbar sind. Deshalb müssen entsprechende temporäre Ersatzlösungen, vor allem provisorische Abstellanlagen organisiert und die Betriebsprozesse angepasst werden.

Die Migrationsphase betrifft sowohl Betriebsprozesse als auch die Garage und die Fahrzeuge. Hinsichtlich der Garage gilt, dass während des Umbaus der Garage Rank einige ihrer Funktionen an anderen Orten gewährleistet werden müssen. Für die Busflotte gilt, dass nicht sämtliche Busse auf einen Termin durch Elektrobusse ersetzt werden. Im Einzelnen betrifft die Migrationsphase die Betriebsprozesse, die Busflotte selbst sowie die Garage Rank mit Werkstatt und Abstellanlage.

4.1 Betriebsprozesse

Durch die Migrationsphase ändern sich im Wesentlichen folgende Faktoren:

- andere bzw. zusätzliche Dienstantrittsorte
- andere Wagenstellungsfahrten (Fahrt von der Abstellanlage zum Linieneinsatzpunkt)

Diese Faktoren haben insofern einen Einfluss auf die Betriebskosten, als dass längere Personaldienste und damit mehr Fahrzeugkilometer geleistet werden müssen. Für die beiden in Basel und in der Nähe des Busnetzes liegenden provisorischen Standorte wird mit folgenden Mehraufwänden gerechnet:

- Ausgehend vom Umstand, dass es sich um Provisorien handelt, wird mit umständlicheren Manövern für alle Depotfahrten gerechnet: 1 zusätzliche Fahrdienstminute pro Depotfahrt.

- Für den provisorischen Standort im Klybeck wird aufgrund der etwas periphereren Lage zusätzlich mit längeren Depotfahrten gerechnet: 5 zusätzliche Fahrdienstminuten und 1 zusätzlicher Kilometer.

4.2 Busflotte

Für die Fahrzeuginstandhaltung ergeben sich während der Migrationsphase folgende logistische Herausforderungen:

- Distanz zwischen den provisorischen Abstellflächen Messehalle sowie Klybeck und der Werkstatt
- Distanz zwischen der Waschanlage Rank und der Abstellfläche Messehalle
- Ein grosser Teil der Busflotte wird im Freien abgestellt. Dabei kann bei grossen Schneemengen auf den Fahrzeugdächern eine Räumung des dortigen Schnees erforderlich werden.

Die sich durch die Distanzen ergebenden zusätzlichen Logistikfahrten bedeuten für die Instandhaltung einen zusätzlichen Aufwand.

4.3 Garage Rank

Damit die Garage Rank am heutigen Standort neu gebaut werden kann, ist es unumgänglich, die Busse während der Bauphase von fünf Jahren (2022–2027) auf zwei provisorische Abstellflächen auszulagern. Der Bau der neuen Garage Rank wird derart etappiert, dass die bestehende Werkstatt bis zur Inbetriebnahme der neuen Werkstatt weiter genutzt werden kann und somit auf die Erstellung einer provisorischen Werkstatt verzichtet werden kann.

4.3.1 Werkstatt

Die Busse werden weiterhin auf dem Areal Rank unterhalten.

4.3.2 Abstellanlage

Zum Abstellen der Busse während der Bauphase konnten nach aufwändiger Recherche zwei nahe am Busnetz gelegene Abstellflächen gefunden werden: Es handelt sich um die zurzeit wenig genutzte Messehalle 3 sowie um eine Brachfläche auf dem ehemaligen BASF-Gelände im Klybeck.

Für die beiden provisorischen Abstellanlagen entstehen Miet- und Betriebskosten für das Areal sowie einmalige Ausgaben für betriebliche Infrastrukturen wie eine Dieselbetankungs- oder eine Waschanlage (beides Klybeck) sowie die temporäre Installation von Ladestationen der IWB für die dann bereits im Betrieb stehenden Elektrobusse.

Messehalle 3

Die Messehalle 3 mit einer Kapazität von 39 Gelenkbussen eignet sich gut für die neuen Elektrobusse, da die Stromversorgung am Standort gut ausgebaut und die Tragfähigkeit der Bodenplatte gegeben ist. Ferner sind die Nähe zur bestehenden Werkstatt und die wettergeschützte Abstellung der Fahrzeuge in der Halle vorteilhaft. Es ist vorgesehen, die Elektrobus-Ladeinstallationen vor allem an diesem Standort zu realisieren. Beim Bezug der neuen Abstellanlage sollen diese dorthin verschoben und weitergenutzt werden.

Die Messehalle 3 befindet sich im Eigentum des Kantons Basel-Stadt, der sie nach der Übernahme bis 2025 an die Messe Basel rückvermietet hat, um dort ab 2026 Wohnraum im Rahmen des Wohnbauprogramms 1000+ zu erstellen. Die BVB wird die Halle für die Dauer von 2021 bis Ende 2025 als Untermieterin der Messe Basel als provisorische Abstellanlage nutzen. Für die

Zeit von 2026 bis 2027 ist vorgesehen, dass für die BVB eine andere Lösung gesucht wird. Die dafür nötige Abstimmung zwischen den Projekten auf dem Areal Rank und dem vorgesehenen Wohnbauprojekt des Kantons am Standort der Halle 3 kann mit der nötigen Planungssicherheit in den Jahren 2023/2024 erfolgen.

Areal Klybeck

Beim Areal Klybeck (Parzelle 3091) handelt es sich um eine 15'000 m² grosse, befestigte Fläche, auf der auch weitere Bedürfnisse der BVB wie eine Wasch- und Betankungsanlage abgedeckt werden können. Alle noch mit Diesel fahrenden Busse werden an diesem Standort konzentriert. Zusätzlich und aufgrund des beschränkten Platzes in der Messehalle werden die acht DGB sowie alle 16 Normal-Elektrobusse hier abgestellt und geladen. Auch dieses Areal ist eingezäunt und es besteht die Möglichkeit zum Abstellen von PWs des Fahrdienstpersonals.

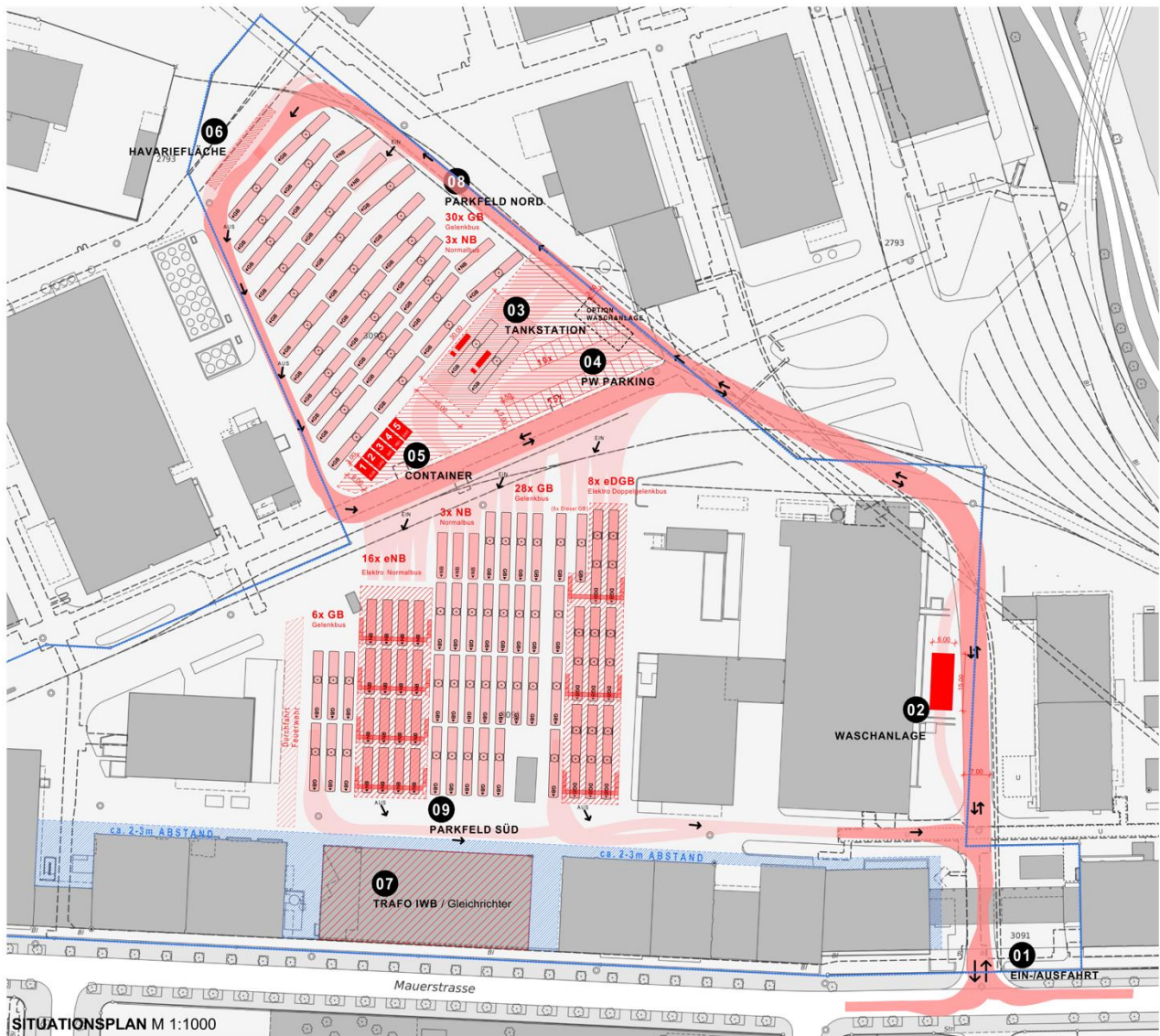


Abbildung 9: Aufstellungsplan Klybeck (16 eNB, 8 eDGB, Dieselbusse)

4.3.3 Diensträume

Ob fix oder temporär: ein Betriebspunkt braucht eine minimale Infrastruktur, die grob Sozialräumen für das Fahrpersonal, Büros für die Einteiler, Entsorgungseinheiten für die Businnenreinigung, Garderoben und Toiletten umfasst. Die beiden geplanten provisorischen Abstellflächen eignen sich auch deshalb gut, weil an beiden Standorten auf bestehende Infrastrukturen zurück-

gegriffen werden kann: Bei der Messehalle 3 sind entsprechende Räumlichkeiten in der Halle integriert, im Falle des Klybecks können Räumlichkeiten der nahegelegenen Hauptwerkstätte der BVB genutzt werden. Die bestehenden, in Modulbauweise gefertigten Diensträume der Garage Rank können während der Bauphase als Baubüros weiter genutzt und bei Bedarf verschoben werden. Sie stiften der BVB insofern bis zu ihrem geplanten Ende der Abschreibungsdauer einen unmittelbaren Nutzen.

5. Finanzielle Auswirkungen

Aufgrund des innovativen Charakters des Vorhabens und der bis heute möglichen Planungstiefe unterliegen alle Kostenangaben einer Genauigkeit von $\pm 15\%$. Die folgend beschriebenen Berechnungen und deren Resultate stellen die Planungsgrößen in Franken dar, welche die oben genannten Abweichungen aufweisen können. Alle anderen Einheiten werden deklariert. Zudem wurde darauf geachtet, dass Nutzungs- und Abschreibungsdauer kongruent sind.

Basis der Berechnungen ist das BVB-Angebot 2019, das ausgehend vom angebotstärksten, regulären Freitag (Werktag plus Nachtnetz), genannt «Basistag», mit einem Faktor von 307 auf ein Jahr extrapoliert wird. Dieses Vorgehen war notwendig, um die entsprechenden energetischen Berechnungen für Reichweiten der Elektrobusse zu ermitteln und die Ladeinfrastruktur zu dimensionieren. Die Zinsen werden basierend auf dem durchschnittlichen Kapital mit einem Satz von 0.45% berechnet. Die Energiepreise basieren auf den heute bekannten Größen (Dieselpreis 2019 und Stromkosten gemäss Kalkulation IWB) und sind fix.

Die finanziellen Auswirkungen werden im Ratschlag auf drei Ebenen ermittelt:

1. Vergleichsrechnung zwischen einem modernen (hypothetischen) Dieselbus- und zum geplanten Elektrobus (Systemvergleich)
2. Kapitalbedarf (Darlehensantrag) und
3. Auswirkungen auf die Betriebskosten bzw. Abgeltungen des Kantons (Folgemehrkosten)

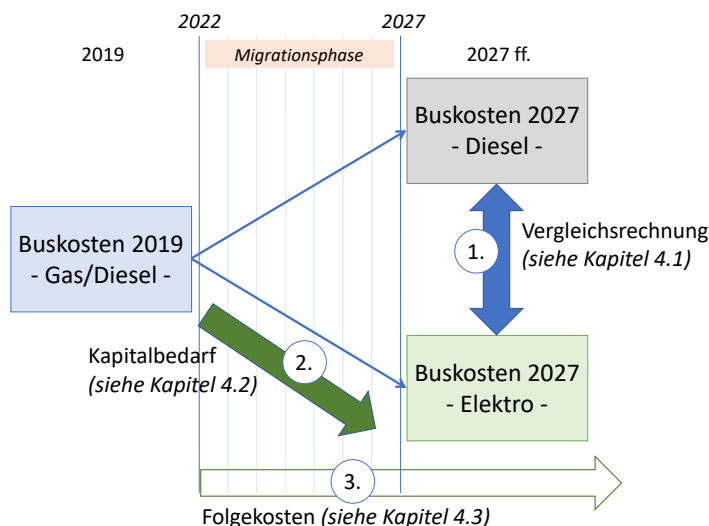


Abbildung 10: Ebenen der finanziellen Auswirkungen (Basis: Fahrplanangebot 2019)

5.1 Vergleichsrechnung: Diesel- vs. Elektrobussystem

Im Vergleich zu einem modernen (hypothetischen) Diesellbussystem verursacht das entsprechende Elektrobussystem jährliche Mehrkosten in Höhe von insgesamt rund 6,973 Mio. Franken. Diese setzen sich zusammen aus Mehrkosten für den Fahrdienst (Betriebskosten) sowie Fahrzeugkosten (vgl. auch Abbildung im Anhang):

Jährliche Mehrkosten von modernem Diesel- zu Elektrobussystem	
Bereiche	Zielregime
Fahrdienst	837'189
Fahrzeug	6'135'903
Infrastrukturbetriebskosten	0
Total (inkl. VStK)	6'973'092

Abbildung 11: Vergleich jährliche Gesamtkosten Diesel- vs. Elektrobussystem

Die Vergleichsrechnung ist gegenüber der Kapitalbedarfs- und Folgekostenrechnung für das Bussystem 2027 vereinfacht und konzentriert sich auf die diesbezüglich wesentlichen Blöcke. Die Position der Infrastrukturkosten wird pro memoria aufgeführt, denn im vorliegenden Systemaufbau ergeben sich keine Mehrkosten. Bei den Fahrzeugkosten sind Energie, Abschreiber und Zinsen mit berücksichtigt.

5.1.1 Steigerung der Fahrdienstkosten

Die Fahrdienstkosten resultieren aus zusätzlichen Fahrdienststunden (Zeitbedarf für das Laden) und dem entsprechenden aktuellen Stundensatz von heute 81 Franken. Die gerundeten Stunden mit den 307 Basistagen auf einen Fahrplan gerechnet und mit dem Stundensatz multipliziert, ergeben jährliche Mehrkosten gegenüber heute von rund 837'000 Franken (vgl. Tabelle im Anhang).

5.1.2 Steigerung der Fahrzeugkosten

Die Fahrzeugkosten setzen sich aus den variablen Kosten (Instandhaltung, Instandsetzung und Reinigung), den Energiekosten (inkl. Betankungsanlagen oder Ladeinfrastruktur) und fixen Kosten (Abschreiber und Zinsen) zusammen. Gegenüber dem heutigen System ergeben sich beim Wechsel auf das Elektrobussystem jährliche Mehrkosten gegenüber heute in Höhe von rund 6,135 Mio. Franken (vgl. Tabelle im Anhang).

5.1.3 Infrastrukturkosten

Wie bereits beschrieben, sind die Kosten für Bau und Unterhalt einer neuen Garage Rank unabhängig von der gewählten Fahrzeugantriebstechnologie. Zu beachten ist, dass die aufwendige Ladeinfrastruktur über den Energiepreis bei den Fahrzeugen einfließt. Folglich ergeben sich keine infrastrukturellen jährlichen Mehrkosten.

5.2 Darlehen: Investitionsbedarf für das Programm

Sämtliche externen Leistungen werden mit einer VStK von 3.4% belegt.

Zusammenfassend weist das gesamte Programm einen Kapitalbedarf von rund 267,887 Mio. Franken auf. Unter der Berücksichtigung einer phasenbedingten Kostenschätzungsgenauigkeit von ±15% wird dafür vorliegend eine Ausgabenbewilligung in Höhe von rund 308,07 Mio. Franken beantragt.

Konsolidierter Kapitalbedarf für ganzes Programm			
Bereiche	Plangrösse	+ 15% Unschärfe	Antrag
Fahrzeugbeschaffung	127'488'899	19'123'335	146'612'234
Neubau Garage Rank	140'398'096	21'059'714	161'457'810
Darlehen (inkl. VStK)	267'886'995	40'183'049	308'070'045

Abbildung 12: Konsolidierter Kapitalbedarf

Die Herleitung folgt nach den einzelnen Bereichen.

5.2.1 Anpassung der Betriebsprozesse

Im Bereich der Betriebsprozesse wird es zu anspruchsvolleren Planungs- und Dispositionsprozessen kommen, die aber keine unmittelbaren Investitionen auslösen.

5.2.2 Beschaffung von Elektrobussen

Für die Beschaffung der notwendigen 126 Elektrobusse werden Investitionskosten in Höhe von gesamthaft rund 127,489 Mio. Franken veranschlagt. Diese setzen sich zusammen aus den eigentlichen Kosten für die Busse (119,459 Mio. Franken) plus die für die mit der Beschaffung spezifisch verbundenen Planungs- und Management- sowie IT-Kosten in Höhe von rund 8,029 Mio. Franken.

Kapitalbedarf für Beschaffung der Elektrobusse BVB				
Art	exkl. VStK	intern	extern	inkl. VStK
Fahrzeuginvestitionen	115'531'200		115'531'200	119'459'261
Betriebshofmanagement-Tool	900'000		900'000	930'600
Planungs- und Beschaffungskosten	6'892'000	5'364'400	1'527'600	6'943'938
Werkzeuge	150'000		150'000	155'100
Total (inkl. VStK)	123'473'200	5'364'400	118'108'800	127'488'899

Abbildung 13: Gesamtkapitalbedarf Beschaffung Elektrobusse

Der Preis eines Elektrobusses setzt sich jeweils aus dem eigentlichen Fahrzeug- sowie dem Batteriepreis zusammen. Diese Unterscheidung ist aufgrund der unterschiedlichen Lebensdauern von Fahrzeug und Batterie notwendig: so muss davon ausgegangen werden, dass während der Nutzungsdauer eines Busses von 14 Jahren die Batterie einmal, d.h. nach 7 Jahren ersetzt werden muss. Der voraussichtliche Bedarf für den Ersatz der Batterien der gesamten Flotte beträgt gemäss heutigem Wissensstand rund 40,97 Mio. Franken. Der Ersatz der Batterien erfolgt allerdings kontinuierlich je nach Lebensdauer der vorhandenen Batterien. Für den Ersatz der Batterien ist von der BVB ein neues Darlehen zu beantragen.

Busart	Elektrobus-Preis exkl. Batterie	Elektrobus Nutzungsdauer	Batterie	Elektrobus-Preis inkl. Batterie	Nutzungsdauer Batterie
Doppelgelenkbus	1'295'000	14	195'000	1'490'000	7
Gelenkbus	571'000	14	364'000	935'000	7
Normalbus	424'000	14	310'000	734'000	7
Midibus	405'000	14	227'000	632'000	7
Kleinbus	260'000	10	91'200	351'200	5

Abbildung 14: Preise und Nutzungsdauer von Elektrobussen bzw. Batterien

Ausgehend vom ermittelten Fahrzeugbedarf wird folgend der effektive Kapitalbedarf für die Fahrzeugbeschaffung der BVB hergeleitet: Ausgangspunkt sind die 131 Fahrzeuge mit einem Kapitalbedarf von 117,98 Mio. Franken. Davon müssen der bestehende Elektrobus (1 Fahrzeug) sowie die notwendigen Investitionen für das private Transportunternehmen (heute mab) in Abzug gebracht werden (8 Fahrzeuge). Hingegen kommen noch die 4 Busse für den Angebotsausbau hinzu. Daraus resultieren für die BVB Investitionen für Fahrzeugbeschaffung in der Höhe von 119,459 Mio. Franken.

Fahrzeug-Einsatz / -Funktion		Fahrzeugbestand (Ist)		Fahrzeugbedarf (Soll)			Investition in Fahrzeuge			
Fahrzeugtyp	Linien(-bündel)	Mix gemäss	Aktueller	Bedarf	Änderung	Bedarf	Fahrzeugpreis	Fahrzeugpreis	Investition-	Investition-
		Tabelle	Unter- bzw.							
		Bestand	Überbestand		wechsel	e		Elektro		
Doppelgelenkbus	50	0	0	0	7	7	0	1'490'000	0	10'430'000
Gelenkbus	50	8	0	8	-8	0	670'000	935'000	5'360'000	0
Gelenkbus	30	10	0	10	0	10	670'000	935'000	6'700'000	9'350'000
Gelenkbus	31/34	18	0	18	0	18	670'000	935'000	12'060'000	16'830'000
Gelenkbus	36	18	0	18	1	19	670'000	935'000	12'060'000	17'765'000
Gelenkbus	38/48	9	0	9	0	9	670'000	935'000	6'030'000	8'415'000
Normalbus	33/42	13	0	13	0	13	470'000	734'000	6'110'000	9'542'000
Midibus	32/39/46/N	7	0	7	1	8	420'000	632'000	2'940'000	5'056'000
Kleinbus	35/45	3	0	3	2	5	290'000	351'200	870'000	1'756'000
Gelenkbus	Baustellen	11	6	17	3	20	670'000	935'000	11'390'000	18'700'000
Gelenkbus	Techn. Res.	8	0	8	-1	7	670'000	935'000	5'360'000	6'545'000
Normalbus	Techn. Res.	2	0	2	0	2	470'000	734'000	940'000	1'468'000
Midibus	Techn. Res.	0	0	0	0	0	420'000	632'000	0	0
Doppelgelenkbus	Techn. Res.	0	0	0	1	1	0	1'490'000	0	1'490'000
Kleinbus	Techn. Res.	2	-1	1	0	1	290'000	351'200	290'000	351'200
Gelenkbus	Betriebliche Res.	11	0	11	0	11	670'000	935'000	7'370'000	10'285'000
		120	5	125	6	131			77'480'000	117'983'200
abzüglich vorhandener E-Bus										-935'000
Investition in Fahrzeuge inkl. mab										117'048'200
Investition in Fahrzeuge BVB										115'531'200
Investition in Fahrzeuge BVB (inkl. VStK)										119'459'261

Abbildung 15: Investitionen in 126 Elektrobusse

Für Fahrzeugdisposition und Garagierung muss das Betriebsplanungssystem um ein IT-Modul mit den Spezifikationen der Elektrofahrzeuge erweitert werden. Aufgrund vorliegender Offerte wird von einem Betrag von 0,93 Mio. Franken ausgegangen. Das Informatik-Tool wird über fünf Jahre abgeschrieben.

Eine derart umfassende Beschaffung über zwei Lose bedarf sowohl umfangreicher Planungs- und Managementleistungen (6,944 Mio. Franken) als auch fahrzeugspezifischer Werkzeuge und Diagnosegeräte (155'000 Franken), die aktiviert werden. Die Kosten dafür belaufen sich auf insgesamt rund 7,099 Mio. Franken.

Aus heutiger Sicht muss die BVB davon ausgehen, dass die zu ersetzenden Fahrzeuge keinen Marktwert mehr haben. Grund dafür sind das beim Ablösungszeitpunkt erreichte Alter, die sinkende Nachfrage nach Gasbussen (Teil der zu ersetzenden Flotte) und der generelle Trend weg von den fossilen Antrieben.

5.2.3 Neubau der Garage Rank

Für Neubau der Garage Rank (inkl. Werkstatt) sowie Erstellung und Rückbau der während der Bauzeit notwendigen Provisorien werden Investitionskosten in Höhe von gesamthaft rund 140,398 Mio. Franken veranschlagt. Diese teilen sich wie folgt auf:

Kapitalbedarf für Bereitstellung der Infrastruktur				
Art	exkl. VStK	intern	extern	inkl. VStK
Vorbereitende Projektphasen	1'280'000	25'955	1'254'045	1'322'638
Neubau Garage Rank	125'357'000	2'541'941	122'815'059	129'532'712
Provisorien Erstellung und Rückbau	8'681'000	176'030	8'504'970	8'970'169
Prov. Haltkantenverlängerung DGB	553'750		553'750	572'578
Total (inkl. VStK)	135'871'750	2'743'926	133'127'824	140'398'096

Abbildung 16: Kapitalbedarf für Infrastruktur

5.2.3.1 Vorbereitende Projektphasen

Die vorbereitenden Projektphasen umfassen die Klärung der Machbarkeit sowie der finanziellen Auswirkungen eines Neubaus am Standort Rank. Konkret beinhaltet dies eine strategische Un-

tersuchung des Standortes, eine Machbarkeitsstudie, Aufträge an Spezialisten für Werkstattbau, Ausschreibungen und Brandschutz.

5.2.3.2 Garage Rank

Für die Eruiierung der technischen Machbarkeit und des Investitionsbedarfs wurde eine Studie durchgeführt, die nach Baukostenplan-Positionen (BKP) gegliedert zu untenstehenden Gesteigungskosten kommt. Bauliche Vorbereitungen (Foundation, Statik, Installationen) für die beschriebene Drittnutzung sind nicht Teil dieses Ratschlags.

Die Abschreibungsdauern wurden ausgehend von Angaben aus der Branche und nach dem Vorsichtsprinzip erarbeitet und nach Bauteil differenziert festgelegt.

Alle Kosten innerhalb der Baukostenkalkulation verstehen sich inkl. MWST bzw. VStK mit einer Preisbasis vom Februar 2020 und dem Baupreisindex vom Oktober 2019. Die Kosten wurden anhand von Erfahrungs- und aktuellen Marktpreisen, im Einzelnen auch durch Richtofferten und nach aktuellen Angebotspreisen einer Buswerkstatt in Winterthur ermittelt.

Neubau Garage Rank

BAUTEIL	BKP	BESCHRIEB	KOSTEN
ALLGEMEIN	1	Abbrüche, Schadstoffe, Provisorien	3'997'000
	1	Baustelleninstallation	5'767'000
		Total BKP 1 Vorbereitungsarbeiten	9'764'000
ABSTELLANLAGE GEBÄUDE	20	Baugrube	3'364'000
	21	Rohbau 1	31'693'000
	22	Gebäudehülle	3'089'000
	23	Elektroarbeiten	5'984'000
	24	HLK-Arbeiten	1'015'000
	25	Sanitärarbeiten	1'525'000
	26	Liftanlagen	250'000
	27	Ausbau 1	340'000
	28	Ausbau 2	2'067'000
		Total BKP 2 Abstellanlage	49'327'000
WERKSTATT GEBÄUDE	20	Baugrube	551'000
	21	Rohbau 1	5'860'000
	22	Gebäudehülle	1'619'000
	23	Elektroarbeiten	2'660'000
	24	HLK-Arbeiten	1'960'000
	25	Sanitärarbeiten	585'000
	26	Liftanlagen	435'000
	27	Ausbau 1	1'588'000
	Total BKP 2 Werkstatt Gebäude	16'596'000	
BETRIEBSEINRICHTUNGEN	3	Separate Zusammenstellung	2'893'000
UMGEBUNG	4	Umgebungsarbeiten (Oberflächen, Markierungen, Beschilderungen)	2'287'000
HONORARE	29	GP-Honorare ab VP bis IBN	20'217'000
	29	Honorare BVB / Dritte	9'704'000
		Total BKP 29 Honorar fremd und BVB	29'921'000
Weiteres	51	Gebühren	1'617'000
	52	Nebenkosten	607'000
	53	Versicherungen	150'000
	56	Übrige Baunebenkosten	358'000
	56	Umzüge (div. Rank zu Prov., intern)	150'000
	59	Techn. Entwicklungen /	11'134'000
	Total BKP 5 Übrige Kosten	14'016'000	
AUSSTATTUNG	9	alle Ausstattungen	553'000
Total (exkl. VStK)			125'357'000
Total (inkl. VStK)			129'532'712

Anlage gem. BKP	Abschreibedauer
0 Grundstück	
1 Vorbereitungsarbeiten	50
2 Gebäude	
20 Baugrube	50
21 Rohbau 1	50
22 Rohbau 2	25
23 Elektroanlagen	15
24 HLKK	15
25 Sanitäranlagen	20
26 Transportanlagen	25
27 Ausbau 1	20
28 Ausbau 2	20
29 Honorare	30
3 Betriebseinrichtungen	15
4 Umgebung	30
5 Baunebenkosten	30
9 Ausstattung	10

Abbildung 17: Baukosten Garage Rank und Abschreibedauern nach BKP

5.2.3.3 Bau und Rückbau der provisorischen Abstellanlagen

Provisorien Erstellung und Rückbau

Bauteil	BKP	Beschrieb	Kosten
ALLGEMEIN	1	Areal Klybeck	215'000
	1	Messehalle	465'000
	Total BKP 1 Vorbereitungsarbeiten		680'000
AREAL KLYBECK	21	Rohbau 1	502'000
	22	Gebäudehülle	103'000
	23	Elektroarbeiten	255'000
	24	HLK-Arbeiten	0
	25	Sanitärarbeiten	130'000
	27	Ausbau	90'000
Total BKP 2 Abstellanlage		1'080'000	
MESSEHALLE	21	Rohbau 1	1'059'000
	22	Gebäudehülle	406'000
	23	Elektroarbeiten	243'000
	24	HLK-Arbeiten	260'000
	25	Sanitärarbeiten	100'000
	27	Ausbau	65'000
Total BKP 2 Werkstatt Gebäude		2'133'000	
BETRIEBSEINRICHTUNGEN	3	Areal Klybeck	524'000
	3	Messehalle	132'000
	Total BKP 3 Betriebseinrichtungen		656'000
UMGEBUNG	4	Areal Klybeck	406'000
	4	Messehalle	75'000
	Total BKP 4 Umgebung		481'000
RÜCKBAU	1	Areal Klybeck	310'000
	1	Messehalle	140'000
	Total BKP 1 Rückbau		450'000
HONORARE	29	GP-Honorare ab VP bis IBN	1'123'000
	29	Honorare BVB / Dritte	674'000
	Total BKP 29 Honorar		1'797'000
Weiteres	51	Gebühren	212'000
	52	Nebenkosten	74'000
	53	Versicherungen	28'000
	56	Übrige Baunebenkosten	40'000
	59	Rückstellungen / Phasengenauigkeit	912'000
Total BKP 5 Übrige Kosten		1'266'000	
AUSSTATTUNG	9	Areal Klybeck	63'000
	9	Messehalle	75'000
	Total BKP 9 Ausstattungen		138'000
Total (exkl. VStK)			8'681'000
Total (inkl. VStK)			8'970'169

Abbildung 18: Baukosten Provisorien

Für die Bereitstellung der beiden provisorischen Abstellanlagen müssen die nebenstehenden Investitionen getätigt werden; sie werden innerhalb der vorgesehenen Nutzungszeit von fünf Jahren wieder abgeschrieben. Sollte aus welchen Gründen auch immer ein Umzug an einen weiteren provisorischen Standort nötig werden, ist mit Zusatzkosten zu rechnen. Diese hängen stark vom standortspezifischen Aufwand ab und lassen sich zum heutigen Zeitpunkt nicht beziffern.

5.2.4 Weitere Massnahmen/Provisorien

Für die kurzfristig notwendigen Massnahmen/Provisorien insbesondere der Haltekantenverlängerung hat die BVB zusammen mit den kantonalen Partnern basierend auf der Machbarkeitsstudie zu den langfristigen Massnahmen eine Grobkostenschätzung erstellt. Gemäss dieser liegt der Aufwand für die kurzfristigen Massnahmen voraussichtlich bei rund 573'000 Franken, die aktiviert und bis zum Ende der Migrationsphase abgeschrieben werden.

5.3 Folgemehrkosten: Jährliche Mehrkosten aufgrund der Systemumstellung

Als Folgemehrkosten sind sämtliche Mehrkosten zu verstehen, dies sich aufgrund des Entscheids für einen Systemwechsel ergeben. So gilt es, sowohl die gegenüber dem bestehenden Dieselbetrieb entstehenden befristeten Mehrkosten während der Zeit der Umstellung zu berücksichtigen, als auch die nach erfolgter Umstellung entstehenden unbefristeten Folgemehrkosten aufgrund höherer Betriebs- und Unterhaltskosten.

Bei den befristeten Folgemehrkosten handelt es sich um Mehraufwände für höhere Fahrdienstkosten aufgrund der längeren Depotfahrten zu den provisorischen Stellplätzen der Busse, höhere

Fahrzeugkosten aufgrund der längeren Anfahrtswege der Provisorien sowie den Kosten für die provisorischen Stellplätze der Busse während des Neubaus der Garage Rank.

Konsolidierte jährliche Mehrkosten für das Bussystem 2027		
Bereiche	befristete Folgekosten	unbefristete Folgekosten
Betriebsprozesse	3'389'040	837'189
Fahrzeugbeschaffung	882'824	1'508'214
Neubau Garage Rank	18'433'000	1'600'930
Total (inkl. VStK)	22'704'864	3'946'333

Abbildung 19: Konsolidierte Folgemehrkosten

Die Herleitung folgt nach den einzelnen Bereichen.

5.3.1 Jährliche Mehrkosten Betriebsprozesse

Gemäss der Vergleichsrechnung in Kapitel 5.1.1 erhöhen sich die jährlichen Fahrdienstkosten nach Abschluss des Systemwechsel um rund 837'000 Franken.

Während der Migrationsphase kommen die in Kapitel 4.1 erläuterten Mehraufwände für die Depotfahrten zu den provisorischen Abstellanlagen über 8'368 Fahrdienststunden hinzu, wodurch für diese Zeit ein zusätzlicher jährlicher Mehraufwand von 677'808 Franken resultiert.

Jährliche Mehrkosten für die Betriebsprozesse		
Art	befristete Folgekosten	unbefristete Folgekosten
Erhöhte Fahrdienstkosten (Elektro)		837'189
Erhöhte Fahrdienstkosten (Provisorien)	3'389'040	
Total (inkl. VStK)	3'389'040	837'189

Abbildung 20: Jährliche Folgemehrkosten Betriebsprozesse

Die erhöhten Fahrdienstkosten führen in der Projektumsetzung zu befristeten Mehrkosten von Total 3,39 Mio. Franken (5 Jahre à 0,68 Mio. Franken) und nach Abschluss des Projekts zu unbefristeten jährlichen Mehrkosten von 0,84 Mio. Franken.

5.3.2 Jährliche Folgemehrkosten Fahrzeuge

Per Programmabschluss im Jahr 2027 weist die geplante Elektrobus-Flotte jährliche Betriebskosten von 9,4 Mio. Franken aus. Die totalen Betriebskosten der aktuellen (2019) Flotte betragen 8,5 Mio. Franken, wobei darin auch die Fahrdienstkosten der mab enthalten sind. Zur besseren Vergleichbarkeit müssen deshalb die geschätzten Fahrdienstkosten der mab von 1,3 Mio. Franken hinzugerechnet werden. Dafür rechnen wir nach der Systemumstellung ab 2027 mit tieferen Kosten aufgrund optimierter Arbeitsprozesse in der Werkstatt von –0,7 Mio. Franken. Nach erfolgtem Systemwechsel betragen die jährlichen Mehrkosten für die Fahrzeuge somit rund 1,51 Mio. Franken.

Während der Migrationsphase kommen noch zusätzliche Fahrzeugkilometer zum Anfahren der Abstellfläche Klybeck dazu.

Jährliche Mehrkosten für Fahrzeuge		
Art	befristete Folgekosten	unbefristete Folgekosten
Bisherige Fahrzeugkosten* (-)		-8'495'082
Neue Fahrzeugkosten		9'381'609
Fahrdienst mab		1'307'607
Erhöhte Fahrzeugkosten (Zwischens.)	0	2'194'134
Einsparungen Arbeitsprozesse (-)		-685'920
Erhöhte Fahrzeugkosten (Provisorien)	882'824	
Total (inkl. VStK)	882'824	1'508'214

Abbildung 21: Mehrkosten Fahrzeuge (*inkl. Fahrdienstkosten mab)

Zusammengefasst wird im Bereich Fahrzeuge die Projektumsetzung zu befristeten Mehrkosten von Total 0,9 Mio. Franken und nach Abschluss des Projekts zu unbefristeten jährlichen Mehrkosten von 1,5 Mio. Franken führen.

5.3.3 Jährliche Mehrkosten Infrastruktur

Gemäss folgender Tabelle weist die geplante Garage per Inbetriebnahme Mitte 2027 jährliche Infrastrukturbetriebskosten von 2,22 Mio. Franken aus. Bisher beliefen sich die Unterhaltskosten (2019) auf 0,62 Mio. Franken. Nach erfolgter Systemumstellung belaufen sich die jährlichen Mehrkosten somit auf rund 1,60 Mio. Franken

Während der Migrationsphase kommen noch zusätzliche Kosten für die Provisorien dazu.

Jährliche Mehrkosten für die Infrastruktur		
Art	befristete Folgekosten	unbefristete Folgekosten
Infr.-Betriebskosten Garage Rank		2'220'930
Bisherige Infr.-Betriebskosten G.Rank		-620'000
Provisorien Kosten über Migration	13'033'000	
Fixbetrag Ladeinfrastruktur Provisorien	5'400'000	
Total (inkl. VStK)	18'433'000	1'600'930

Abbildung 22: Mehrkosten Infrastruktur

Die Kosten der Provisorien und für die Ladeinfrastruktur der Provisorien führen zu befristeten Mehrkosten während der Projektumsetzung im Umfang von 18,43 Mio. Franken. Der Betrieb der Garage Rank für nach dem Projektabschluss zu unbefristeten jährlichen Folgemehrkosten von 1,60 Mio. Franken.

5.3.3.1 Neue Garage Rank

Die neue Garage Rank kann etwa Mitte 2027 vollständig in Betrieb genommen werden. Die jährlichen Betriebskosten der Anlage in Höhe von rund 4,742 Mio. Franken (ohne Zinsen) setzen sich in Anlehnung an die Norm SIA 469 (Erneuerung, Instandsetzung und Instandhaltung) wie folgt zusammen:

JÄHRLICHE AUFWENDUNG	BAUWERKSKOSTEN ABSCHREIBUNG		ERNEUERUNG		INSTANDSETZUNG		INSTANDHALTUNG	
	129'620'000	DAUER	JAHR	Franken /a	Franken / m ² / a	Franken /a	Franken / m ² / a	Franken /a
1 Vorbereitungsarbeiten	1'096'000	50	-	-	-	-	-	-
2 Gebäude				434'409			122'766	
20 Baugrube	4'048'000	50	-	-	-	-	-	-
21 Rohbau 1	38'830'000	50	-	-	-	-	-	-
22 Rohbau 2	4'868'000	25	2052	59'950	0.6	21'102		
23 Elektroanlagen	8'938'000	15	2042	110'069	1.2	38'744		
24 HLK	3'076'000	15	2042	37'882	0.4	13'335		
25 Sanitäranlagen	2'182'000	20	2047	26'868	0.3	9'457		
26 Transportanlagen	708'000	25	2052	8'723	0.1	3'070		
27 Ausbau 1	1'994'000	20	2047	24'550	0.3	8'642		
28 Ausbau 2	3'521'000	20	2047	43'358	0.5	15'262		
29 Honorare	30'938'000	30	-	76'880				
Eigenleistungen IS / Erneuerung				46'128		13'154		
3 Betriebseinrichtungen	2'991'000	15	2042	36'838	0.4	12'967		
4 Umgebung	2'365'000	30	2057	29'122	0.3	10'251		
5 Baunebenkosten	14'493'000	30	-	289'860				
9 Ausstattung	572'000	10	2037	7'042	0.1	2'479		
Facility Management								3'796'200
Eigentümerleistungen				(Abschreibungen, Gebäudeversicherung, Gebühren)		75.8		2'521'003
Technisches Facility Management				(HLKKSE, Türen, Tore)		6.4		213'881
Infrastrukturelles Facility Management				(Betreiben, Kleinreparaturen, Reinigung, Entsorgung, Schliessung, etc.)		17.2		572'789
Kaufmännisches Facility Management				(Flächenmanagement)		0.5		16'299
Medien				(Strom exkl. Fahrstrom, Wärme, Wasser- / Schmutzwasser)		11.3		375'872
Eigenleistungen IH				FM-Organisation		2.9		96'356
JÄHRL. AUFWENDUNG	4'741'933			797'270		148'463		3'796'200

Abbildung 23: Betriebskosten neue Garage Rank

5.3.3.2 Provisorien

Die zu errichtende provisorische Infrastruktur besteht lediglich während fünf Jahren und muss auf diese sehr kurze Nutzungsdauer abgeschrieben werden. Zudem entstehen für die Nutzung der beiden Abstellflächen hohe Mietkosten. Mit rund 13 Mio. Franken fallen die Gesamtkosten der Provisorien entsprechend hoch aus. Die Mietdauern der Provisorien für das Einrichten und Rückbauen der notwendigen Infrastruktur sind etwas länger als die Nutzungsdauer.

Bauteil	BKP	Beschrieb	Kosten
MIETZINS INKL. UNTERHALT		Areal Klybeck	4'456'000
		Messehalle	8'185'000
		PW-Parkplätze	252'000
		Total Mietzins	12'893'000
VERSICHERUNGEN		Gebäude-Haftpflichtversicherung	140'000
Total			13'033'000

Abbildung 24: Betriebskosten Provisorien (kumulativ, 2022–2027)

5.4 Leistungen der IWB

5.4.1 Investitionskosten der IWB

Die Investitionskosten der IWB für die Ladeinfrastruktur betragen rund 45,6 Mio. Franken und setzen sich wie folgt zusammen:

Arbeitspositionen	Betrag exkl. MWST in Mio. Franken		
	Garage Rank	Provisorien	Gelegenheitslader
Netzanschluss	3.9	1.9	1.5
Trafostation	3.8	1.2	1.5
Elektroinstallationen (Stromverteilung im Gebäude)	4.7	0.6	-
Ladeinfrastruktur / Schnittstelle Rollmaterial	16.5	5.2	1.5
<i>Zwischentotal</i>	<i>28.9</i>	<i>8.9</i>	<i>4.5</i>
Total Kostenschätzung (exkl. MWST)			42.3
Total Kostenschätzung (inkl. MWST)			45.6

Abbildung 25: Investitionskosten TSV (IWB)

Die Kosten können sich im Rahmen des Projekts zwischen den einzelnen Gattungen verschieben.

Da die Kostenschätzung mit einer Schätzgenauigkeit von $\pm 15\%$ behaftet ist, wird vorliegend ein maximaler Gesamtbetrag von rund 52,4 Mio. Franken (inkl. MWST) beantragt.

Die IWB wird alle zu beschaffenden Leistungen gemäss den geltenden Vorgaben der IWB ordentlich ausschreiben.

5.4.2 Finanzierung und Bewilligung der IWB-Investitionen

Im Gegensatz zur BVB wird die IWB das Vorhaben «Traktionsstromversorgung» aus eigenen Mitteln bzw. aus der gesamtheitlichen Finanzierung der IWB sicherstellen, entsprechend ist keine zusätzliche projektspezifische Finanzierung etwa in Form von speziellen Darlehen des Kantons an die IWB erforderlich.

Die Investitionen der IWB für das Vorhaben müssen aber gemäss § 27 Absatz 4 des Gesetzes über die Industriellen Werke Basel (IWB-Gesetz) vom 11. Februar 2009 vom Grossen Rat genehmigt werden, weil es sich um Investitionen in Neu- und Ersatzbauten von Anlagen auf dem Gebiet des Kantons Basel-Stadt handelt mit einem Volumen von über 30 Millionen Franken. Das Vorhaben zur Erstellung der Ladeinfrastruktur für die BVB-Busflotte ist im übrigen Teil der Investitionen der Sparte Strom der IWB, für die im Rahmen des vom Grossen Rat am 20. Februar 2019 genehmigten Leistungsauftrags der IWB für die Jahre 2019–2022 (gemäss § 27 IWB-Gesetz) Mittel von gesamthaft 220 Mio. Franken (inkl. Reserven) vorgesehen sind. Für die Ladeinfrastruktur in den provisorischen Anlagen und die Gelegenheits-Ladesysteme werden im Jahr 2022 gesamthaft rund 15 Mio. Franken an Investitionsausgaben fällig. Diese sind gemäss aktueller Investitionsplanung der IWB im genehmigten Investitionsrahmen der Sparte Strom und unter der Voraussetzung der Refinanzierung über die mit der BVB vereinbarte Abgeltung realisierbar. Die

Investitionsausgaben nach dem Jahr 2022 werden im Leistungsauftrag für die Periode 2023 bis 2026 berücksichtigt.

5.4.3 Abgeltungsmechanismus

Die Kosten für die von der IWB zur Verfügung gestellten und betriebenen Ladeinfrastruktur werden grundsätzlich über ein mengenbasiertes Entgelt pro verbrauchte Kilowattstunde Strom refinanziert. Die Kostenbasis besteht aus Kapital- und Betriebskosten der Infrastruktur vor Ort sowie den Kosten für die Bereitstellung der vorgelagerten Stromnetzinfrastruktur, allfällige Energielieferungen und Abgaben.

Während der Migrationsphase (2022–2027) werden provisorische Standorte betrieben. Die dadurch entstehenden Mehrkosten (Umzugskosten, proportional höhere Investitionskosten, nicht weiterverwendbare Komponenten) werden durch ein zusätzliches Fixentgelt kompensiert, das zusätzlich zum mengenbasierten Entgelt erhoben wird. Ab dem Jahr 2027 kann im Rahmen des Regelbetriebs in der neu zu errichtenden Garage Rank auf das Fixentgelt verzichtet werden, weil, über die Gesamtlaufzeit betrachtet, ab dann eine weitgehend konstante und ausreichende Energiemenge aus dem Netz bezogen wird, um darüber die für die Ladeinfrastruktur anfallenden Kosten zu decken.

Für die Migrationsphase wird eine Vorkalkulation der zu erwartenden Kosten der betreffenden Jahre erstellt. Der sich hieraus ergebende Wert wird linear auf die fünf Jahre verteilt. Die Mehrkosten für den Provisoriumsbetrieb, die nicht über das mengenbasierte Entgelt pro bezogener Kilowattstunden Strom abgegolten werden können, werden der BVB monatlich als anteiliger Fixbetrag in Rechnung gestellt. Im ersten Quartal 2023 werden eine Nachbetrachtung des Jahres 2022 sowie eine erneute Kostenprognose für die Jahre bis einschliesslich 2026 erstellt. Bei Bedarf wird in Abstimmung mit der BVB auf Basis der neuen Prognose der anteilige, jährlich bis 2026 fällige Fixbetrag angepasst. Nach Abschluss des Jahres 2026 werden in einer Nachkalkulation die tatsächlich angefallenen Kosten der Jahre 2022 bis 2026 ermittelt und allfällige Differenzen in den Folgejahren ausgeglichen.

Auch für den Regelbetrieb ab dem Jahr 2027 wird jährlich eine Vorkalkulation über die zu erwartenden Kosten des folgenden Kalenderjahres erstellt. Die ermittelten Kosten werden durch die erwartete Energieverbrauchsmenge geteilt und ergeben das für das folgende Jahr geltende spezifische Entgelt pro Kilowattstunde Strom. Die Abrechnung erfolgt monatlich auf Basis des gemessenen Stromverbrauchs und des spezifischen Entgelts. Nach Abschluss eines Kalenderjahres werden wiederum die tatsächlich angefallenen Kosten ermittelt und allfällige Differenzen zu den in Rechnung gestellten Kosten in den Folgejahren ausgeglichen.

Bei Vertragsende, sei es wegen Ablaufs der fest vereinbarten Vertragsdauer, sei es wegen einer vorzeitigen Beendigung, geht die Ladeinfrastruktur in das Eigentum und die Verantwortung der BVB über, wobei die BVB der IWB die Restbuchwerte durch erstattet. Integraler Bestandteil der Anlagen wäre hierbei beispielsweise die Dokumentation der Anlagen, die vorhandenen Ersatzteile und die betriebsnotwendigen Einrichtungen und Werkzeuge. Ferner sind allfällige Kostendifferenzen, die sich aus den vorgängig beschriebenen Abrechnungsmodalitäten ergeben, auszugleichen. Die oben erwähnte wirtschaftliche Abschreibungsdauer kann in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der technischen Entwicklung kürzer als die technische Abschreibungsdauer sein. In diesem Fall erwirbt die BVB bei Vertragsende weiterhin funktionstüchtige Anlagen, was die Gesamtkosten der BVB reduzieren würde.

5.5 Beiträge des Bundes aus dem Aggloprogramm

Der Bund leistet über die Agglomerationsprogramme Beiträge an Investitionen von Verkehrsinfrastrukturen in den Agglomerationen. Grundlage dafür sind die von den Kantonen bzw. anderen

Trägerschaften zu erarbeitenden Agglomerationsprogramme. Für die drei sich ergänzenden Projekte (Beschaffung von Elektrobussen, Neubau der Garage Rank und Ladeinfrastruktur in der Garage und an 5 Haltestellen) des Gesamtvorhabens wird beim Bund über das Agglomerationsprogramm Basel der 4. Generation um eine Kostenbeteiligung über den Differenzbetrag zu einem vergleichbaren Dieselbussystem ersucht. Eine entsprechende Massnahme mit dem Namen «Basel: Bussystem 2027 (Bus Elektrifizierung und Ladeinfrastruktur)» wird im A-Horizont der 4. Generation angemeldet. An die Massnahmen in den bisherigen Agglomerationsprogrammen der Agglomeration Basel leistet der Bund Beiträge von 35% bis 40%. Es ist davon auszugehen, dass der Bund auch für die Folgegeneration Beiträge in derselben Grössenordnung spricht. Vorbehaltlich der Genehmigung beteiligt sich der Bund zwischen 30% bis 40% an den anrechenbaren Kosten. Aufgrund des vorliegenden Zeitplans und der Busbeschaffung werden im Agglomerationsprogramm nur anrechenbare Kosten angegeben, welche nach heutigem Stand nach 2024 anfallen. Für alle Kosten tritt der Kanton in Vorleistung, sie sind daher Teil des Ratschlags. Die hier vorliegenden Kostenanträge entsprechen somit dem üblichen Bruttoprinzip. Die allfällig vom Bund gesprochenen Gelder werden den Projekten nachträglich gutgeschrieben und den jeweiligen Positionen anteilmässig in Abzug gebracht.

5.6 Zeitliche Entwicklung der Investitionen und Folgemehrkosten (2019 bis 2027ff.)

Die Leistungen erfolgen über die ganze Migrationsphase fliessend. So werden sowohl der Bau in zwei Etappen erfolgen als auch die Fahrzeuge in zwei Losen beschafft. Eine Tabelle mit der Darstellung der jeweiligen Jahrestanchen findet sich im Anhang,

6. Chancen / Risiken

Ausgehend von den umfassenden Vorarbeiten zeigt sich die BVB überzeugt, den beschriebenen finanziellen, inhaltlichen und zeitlichen Rahmen einhalten zu können. Aufgrund des sich stark entwickelnden Marktes, besonders im Bereich der Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur, besteht die Chance, dass die Produkte an Qualität gewinnen und die Preise sinken. Letzterem steht die zurzeit stetig steigende Nachfrage nach diesen Produkten mit möglichen Preissteigerungen und längeren Lieferfristen gegenüber. Hier gilt es, möglichst zeitnah und offen auszuschreiben.

Risiken bestehen in der Verfügbarkeit von Traktionsbatterien oder deren Bestandteilen. Auch die Nachfrage nach elektrischer Energie in der für die BVB notwendigen Qualität (100% erneuerbar) und Menge könnte eine Herausforderung darstellen. Mit IWB steht ein Partner zur Seite, der nahe am Markt ist und die entsprechenden Massnahmen einleiten kann. Die heute überalterte Busflotte stellt das operativ bedeutsamste Risiko dar, dem mit einer zeitnahen Beschaffung entgegengewirkt werden kann.

7. Weitere Auswirkungen, insbesondere Ökologie

Der Systemwechsel ermöglicht eine deutliche Verbesserung der ökologischen Bilanz des Basler ÖV-Systems mit im Betrieb 100% erneuerbarer Energie – so, wie es das revidierte ÖV-Gesetz fordert. Positiv zu erwähnen ist dabei die Reduktion von Lärm und die lokale Emissionsfreiheit, was für die Bewohnerinnen und Bewohner von Basel-Stadt eine Verbesserung der Lebensqualität bedeutet. So wird die zukünftige E-Busflotte keine giftigen Stickoxide mehr ausstossen und damit jährlich über 19 Tonnen Stickoxidemissionen eingespart. Der CO₂-Ausstoss aus dem Fahrbetrieb entfällt ebenfalls vollständig. Auch über den gesamten Lebenszyklus (Produktion, Treibstoffbereitstellung, Fahrbetrieb, Unterhalt und Entsorgung) gesehen sind E-Busse deutlich ökologischer als die bestehende Busflotte: Im Vergleich zu heute wird die zukünftige E-Busflotte jährlich über 10'000 Tonnen CO₂ einsparen, das entspricht einer Reduktion von 85% der heutigen CO₂-Emissionen. Der Systemwechsel leistet damit auch einen wichtigen Beitrag im Sinne des

von der Stimmbevölkerung am 9. Februar 2020 angenommenen Gegenvorschlags zur Volksinitiative «Zämme fahre mir besser», demzufolge bis 2050 nur noch klimaschonende Fahrzeuge fahren dürfen.

Ein Elektrobussystem ist zudem nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht die beste Lösung zur Umsetzung der gesetzlichen Vorgabe. Zu betonen sind weiter der hohe Wirkungsgrad der Busse und die für den Kanton Basel-Stadt imagefördernde Wirkung als Vorreiter in Technologie und Ökologie. Die BVB und der Kanton Basel-Stadt können so zu einem Benchmark für modernen und zukunftsfähigen ÖV im Busbereich avancieren, der gerade durch die Lage im Dreiländereck eine besonders grosse Ausstrahlungswirkung haben kann. Die aktuelle Situation, dass ein wesentlicher Teil der Busflotte wie auch die Garage Rank das Ende ihrer Nutzungsdauer erreicht hat, bietet die einmalige Chance, diesen visionären Systemwechsel eines ganzen städtischen Bussystems konsequent und zukunftsorientiert umzusetzen. Aus diesem Grund hat sich die BVB auch aus wirtschaftlichen Gründen im Sinne einer Weiterentwicklung der Studie²² entschieden, direkt auf die favorisierte Ziellösung des Elektrobusses mit Depotladung und wenigen Gelegenheitsladern umzustellen und auf aufwendige und teure Zwischenlösungen zu verzichten.

Der viel diskutierte Umgang mit alten Batterien wurde durch die BVB untersucht: Die obsoleten Batterien werden abhängig vom Zustand und der Nachfrage nach gebrauchten Batterien wieder aufbereitet und einer neuen Anwendung («Second Life») zugeführt, meist als stationärer Energiespeicher²³ zum Brechen von Strombedarfsspitzen oder durch verifizierte Abnehmer für ein Recycling. Nach sieben Jahren Einsatz verfügen die Batterien noch über rund 80% ihrer ursprünglichen Kapazität, sind also für andere Anwendungen gut geeignet. Im Bereich des Batterie-Recyclings sind in den nächsten Jahren grosse Fortschritte zu erwarten. Bereits heute gibt es Konzepte, wie beispielsweise der Firma Duesenfeld, die 96% stoffliche Wiederverwendung erreichen. Gemäss Artikel 32a bis Absatz 2 des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983 müssen auf elektronische Artikel, die in die Schweiz importiert werden, vorgezogene Entsorgungsgebühren abgegeben werden, sofern der Hersteller oder Importeur kein eigenes Entsorgungskonzept erstellt hat. Durch die zu erwartende Lebensdauer der Batterien von sieben Jahren ist nicht damit zu rechnen, dass die Batterien vor 2030 dem Second Life oder dem Recycling zugeführt werden müssen. Für die Ausschreibung wird die BVB von der Lieferantin ein Konzept zur Weiterverwendung oder zum umweltgerechten Recycling zur Erfüllung des Umweltschutzgesetzes mit Artikel 32a^{bis} Absatz 2 fordern.

8. Anzug Aeneas Wanner und Konsorten betreffend „Förderung von sauberen, leisen elektrischen Bussen im öffentlichen Verkehr“

Der Grosse Rat hat an seiner Sitzung vom 24. Oktober 2018 vom Schreiben 18.5057.02 Kenntnis genommen und – entgegen dem Antrag des Regierungsrates – die Motion Aeneas Wanner und Konsorten in einen Anzug umgewandelt und dem Regierungsrat zur Berichterstattung überwiesen.

„Im Jahr 2006 wurden die sauberen elektrisch betriebenen Trolleybusse aus wirtschaftlichen Gründen abgeschafft. An der Volksabstimmung wurde stattdessen mit Unterstützung des Energieförderfonds Biogas-Busse beschafft. Bereits 2014 wurden dann wieder Diesel-Busse statt weitere Gas-Busse beschafft. Im selben Jahr wurde dann im Gesetz über den öffentlichen Verkehr festgeschrieben, dass bis 2027 vollständig auf Fahrzeuge gewechselt werden soll, die mit erneuerbarer Energie angetrieben werden. Im Zeitraum 2020-2022 muss die ehemalige (Bio)-Gasbusflotte Fahrzeugen ersetzt werden.

²² Systemevaluation Bus der Zukunft für Basler Verkehrs-Betriebe, Zürich, 22. Januar 2018, Infrac.

²³ Es gibt bereits mehrere Firmen, die Konzepte zur Weiterverwendung von Traktionsbatterien aus Fahrzeugen entwickeln. The Mobility House (TMH) hat beispielsweise für Auftraggeber folgende stationäre Speicher entwickelt: über 20 Megawatt aus alten Smart-Fahrzeuggbatterien in Lünen und Elverlingsen für Daimler, 8 Megawatt neue «Lagerbatterien» für Smart-Fahrzeuge für Daimler in Elverlingsen und 3 Megawatt für die Johan Cruijff Arena in Amsterdam (Nissan/Eaton-Batterien). Weiter hat TMH Renault Akkus ins Programm aufgenommen und bietet daraus Speichercontainer nach Bedarf an.

Der Anteil an elektrischen Bussen nimmt aufgrund der vielen Vorteile, wie nahezu emissionsfreiem Betrieb, minimalem Lärm und grösserer Effizienz weltweit rasant zu. Die Stadt Shenzhen mit 12 Millionen Einwohnern betreibt erfolgreich ihre Busflotte mit über 16'000 Fahrzeugen vollständig elektrisch. Aber auch in Europa gibt es Städte wie Eindhoven, die ihre Busflotten bereits fast vollständig elektrifiziert haben. Unzählige weitere wie Nantes, Amsterdam, Bern-Köniz oder Genf werden ihre Flotten zunehmend elektrifizieren. Die Anschaffungskosten sind derzeit etwas teurer als Dieselfahrzeuge - der Betrieb und Unterhalt ist jedoch günstiger.

Gemäss Aussagen der BVB sollen bei der anstehenden Busbeschaffung aufgrund geringerer Anschaffungskosten auch Dieselsebusse mit höheren Abgas- und Lärmemissionen in Betracht gezogen werden. Eine solche Anschaffung würde auch dem im Jahre 2004 angepassten Gesetz über den öffentlichen Verkehr widersprechen, in dem festgeschrieben wurde, dass der Steigerung der Wohn- und Lebensqualität besonderes Gewicht beigegeben wird. Weiter wurde im Gegenvorschlag zur Trolleybusinitiative festgehalten, dass bei der Bestellung von Busleistungen im Ortsverkehr die Emissionsanforderungen an die Fahrzeuge nach dem jeweiligen Stand der Technik festgelegt werden.

Im Rahmen des Basler Energiegesetzes besteht ein Förderfonds, gemäss § 20 sind Massnahmen, die dem Zweck dieses Gesetzes dienen (Emissionsreduktion, Steigerung Anteil erneuerbarer Energien), zu fördern. In der Verordnung § 61 Beiträge an Mobilitätsmassnahmen wird präzisiert: "Investitionen für die Beschaffung von E-Bikes, E-Scootern und E- Autos im Rahmen von Aktionen gesondert gefördert". Es ist nicht ersichtlich, warum Busse des öffentlichen Verkehrs die besonders effizient Emissionen reduzieren und zudem mehrheitlich an emissionsbelastenden Strassen unterwegs sind, nicht gefördert werden.

Die Motionäre beauftragen die Regierung folgende Massnahmen zu ergreifen:

- Die Regierung wird beauftragt, im Rahmen ihrer Möglichkeit wie z.B. den Darlehensbedingungen, sich bei der Ersatzbeschaffung der Gas-Busse für saubere, lärmarme und effiziente elektrische Busse einzusetzen.
- Allfällige Mehrkosten bei der Beschaffung von elektrischen Bussen und deren Infrastruktur sollen entweder über das ordentliche Budget oder den Energieförderfonds finanziert werden.

Aeneas Wanner, Jörg Vitelli, Stephan Luethi-Brüderlin, Dominique König-Lüdin, Martina Bernasconi, Thomas Grossenbacher, Raphael Fuhrer“

Wir berichten zu diesem Anzug wie folgt:

Mit vorliegendem Ratschlag strebt der Regierungsrat den konsequenten Einsatz von lärmarmen, effizienten, elektrisch betriebenen Bussen an. Vorbehältlich der Zustimmung durch den Grossen Rat wird damit auch das Anliegen des Anzugs umgesetzt.

Wie bereits in der ersten Stellungnahme zur anfänglichen Motion dargelegt, ist eine Finanzierung der Mehrkosten und der Infrastruktur aus dem Energieförderfonds nicht möglich. Hingegen sieht das Aggloprogramm des Bundes ausdrücklich die Förderung von E-Mobilität vor, weshalb im Rahmen der 4. Generation des Aggloprogramms ein entsprechender Beitrag beantragt wird.

Aus dargelegten Gründen beantragen wir Ihnen, den Anzug Aeneas Wanner und Konsorten betreffend „Förderung von sauberen, leisen elektrischen Bussen im öffentlichen Verkehr“ als erfüllt abzuschreiben.

9. Anzug Jörg Vitelli und Konsorten betreffend Neubau der BVB-Garage Rankhof mit preisgünstigen Wohnungen

Der Grosse Rat hat an seiner Sitzung vom 15. Mai 2019 den nachstehenden Anzug Jörg Vitelli und Konsorten dem Regierungsrat zur Stellungnahme überwiesen:

„In Zusammenhang mit der Beschaffung von Elektrobussen planen die BVB eine gänzliche Neugestaltung der Busgarage Rankhof. Die Parzelle ist sehr gross, misst sie doch 15'569 m². Bei einer Doppelnutzung der Parzelle könnten über 100 Wohnungen erstellt werden. Die BVB haben die Liegenschaften im Gratisbaurecht vom Kanton. Aus Sicht der BVB besteht deshalb kein Interesse bei einer Neubebauung eine ökonomisch bessere Nutzung und Wohnungen über der Busgarage zu realisieren.

Die Lage auf der Rankhofparzelle wäre ideal für Wohnungsbau. Sie liegt zentral und eine durchdachte Wohnnutzung auf dem Dach der Busgarage würde den Betrieb nicht beeinträchtigen. Dieses Modell wurde früher

schon auf der damaligen Busgarage an der Wiesenstrasse angewandt. Die Mieterbaugenossenschaft erstellte darüber mehrstöckig bezahlbare Wohnungen. Auch in Zürich ist diese Doppelnutzung ein Erfolgsmodell. Auf dem Dach des neuen Tramdepots Kalkbreite hat die Wohngenossenschaft Kalkbreite ein wegweisendes genossenschaftliches Wohnprojekt realisiert.

Im Sinne einer Verdichtung des städtischen Raums bietet sich Wohnungsbau auf dem Dach der neuen BVB-Busgarage Rankhof geradezu an.

Die Unterzeichnenden bitten deshalb die Regierung zu prüfen und zu berichten:

- ob im Sinne einer Verdichtung des städtischen Raums auf der neu geplanten Busgarage Rankhof Wohnungen realisiert werden könnten.
- ob beim Neubau der Busgarage das Dach bzw. die Bodenplatte der Obergeschosse so dimensioniert werden kann, dass darauf Wohnungen gebaut werden können.
- ob im Ratschlag Neubau Busgarage Rankhof die Randbedingungen so formuliert werden, dass auf dem "Dach" der Garage preisgünstige Wohnungen errichtet werden können.

Jörg Vitelli, René Brigger, Barbara Heer, Thomas Grossenbacher, Jeremy Stephenson, Aeneas Wanner, Tonja Zürcher, Roland Lindner, Sarah Wyss, Rudolf Vogel, Pascal Pfister, Beat Braun, David Wüest-Rudin, Beat Leuthardt, Tim Cuénod, Eduard Rutschmann, Sebastian Kölliker“

Wir berichten zu diesem Anzug wie folgt:

Auch aus Sicht des Kantons ist es sinnvoll, wenn möglich das zentral und in Nachbarschaft weiterer Entwicklungspotenziale gelegene Areal der BVB-Garage mit neuem Wohnraum effizienter zu nutzen. Eine das Areal grossflächig überlagernde Wohnüberbauung steht allerdings im Widerspruch zum Platzbedarf für die grosse Anzahl Busse, der Sicherstellung eines gewissen Erweiterungspotenzials sowie der Störfall- und Strahlungswirkung der Ladestationen in der Abstellhalle. Für die BVB betrieblich tragbar und aus Sicht des Regierungsrates prüfenswert ist neben der allfälligen Nutzung einer Restfläche für Wohnen möglicherweise eine Überlagerung der geplanten Werkstätten im Südteil des Areals. Erste Machbarkeitsstudien haben gezeigt, dass auch unter diesen Vorgaben eine wohnbauliche Entwicklung im Südteil des Areals machbar ist, wobei die Möglichkeiten primär auf eine punktuelle hohe Bebauung beschränkt sind und die Wohnlage aufgrund von Lärm- und Abgasemissionen im nahen Umfeld als nicht optimal erscheint. Zudem sind ggf. noch folgende Aufgaben zu lösen:

- Die Überlagerung von Werkstätten und Wohnnutzungen soll den Betriebsabläufen der BVB gerecht werden und eine ausreichende Umfeld- und Wohnqualität für die künftigen Bewohner/-innen gewährleisten.
- Wegen seiner zentralen Lage neben der künftigen S-Bahnstation Solitude und am Auftakt zum Stadtraum Ost soll das Areal Rank nicht zu einer Hypothek für künftige Entwicklungen in der Umgebung werden: Dies betrifft besonders die Aussenwirkung mit der Gestaltung der Schnittstellen zum öffentlichen Raum und ein Gebäudelayout, das unnötige Lärmemissionen in die Umgebung mit ihren Entwicklungspotenzialen vermeidet.
- Die Anforderungen des Nationalstrassenprojekts Rheintunnel, das den südlichsten Teil des Areals schneidet, sollen berücksichtigt werden.

Für die konkrete Projektentwicklung stellen sich somit noch diverse Herausforderungen in der Ausarbeitung einer Lösung, die den betrieblichen Erfordernissen der BVB gerecht wird, Wohnraum mit Lebensqualität ermöglicht und keine Hypothek für künftige Entwicklungspotenziale in der Umgebung schafft. Um die Terminrisiken für den Neubau der Garage möglichst gering zu halten, will der Regierungsrat auf einen Projektwettbewerb zur Abstimmung dieser Belange auf dem Areal verzichten. Stattdessen soll zunächst das Garagenprojekt ausgearbeitet werden, wobei baukonstruktive Vorkehrungen am Werkstattgebäude im südlichsten Teil des Areals künftig spätere Wohnaufbauten ermöglichen sollen. Ob und wie dann auch andere für Wohnen relevante Anforderungen wie Umfeldqualität, Lärm und Adressierung konkret erfüllt werden, wird im nachgängigen Verfahren für den Wohnungsbau ausgelotet. Zumindest grundlegende städtebauliche Voraussetzungen dazu sollen aber schon bei der vorgängigen Projektierung des Neubaus der Garage mit berücksichtigt werden.

Die Realisierung des Wohnbauvorhabens wird über die Einrichtung eines Unterbaurechts an eine Genossenschaft oder im Wohnbauprogramm 1000+ im Finanzvermögen erfolgen – vorausgesetzt die Wohnraumqualität kann gewährleistet werden.

Aus diesen Gründen beantragen wir Ihnen, den Anzug Jörg Vitelli und Konsorten betreffend „Neubau der BVB-Garage Rankhof mit preisgünstigen Wohnungen“ stehen zu lassen.

10. Formelle Prüfung

Das Finanzdepartement hat den vorliegenden Ratschlag gemäss § 8 des Gesetzes über den kantonalen Finanzhaushalt (Finanzhaushaltgesetz) vom 14. März 2012 überprüft.

11. Antrag

Gestützt auf unsere Ausführungen beantragen wir dem Grossen Rat die Annahme des nachstehenden Beschlussentwurfes.

Zudem beantragen wir, den Anzug Aeneas Wanner und Konsorten betreffend „Förderung von sauberen, leisen elektrischen Bussen im öffentlichen Verkehr“ abzuschreiben sowie den Anzug Jörg Vitelli und Konsorten betreffend „Neubau der BVB-Garage Rankhof mit preisgünstigen Wohnungen“ stehen zu lassen.

Im Namen des Regierungsrates des Kantons Basel-Stadt



Elisabeth Ackermann
Präsidentin



Barbara Schüpbach-Guggenbühl
Staatsschreiberin

Beilagen

- Entwurf Grossratsbeschluss
- Machbarkeitsstudien

Grossratsbeschluss

betreffend Ausgabenbewilligung für die Beschaffung von Elektrobussen und den Neubau der Garage Rank durch die BVB sowie Genehmigung von Investitionen der IWB zur Erstellung der Ladeinfrastruktur

(vom [Datum eingeben])

Der Grosse Rat des Kantons Basel-Stadt, nach Einsichtnahme in den Ratschlag des Regierungsrates Nr. [Nummer eingeben] vom [Datum eingeben] und nach dem mündlichen Antrag der [Kommission eingeben] vom [Datum eingeben], beschliesst:

1. Eine Ausgabenbewilligung in Höhe von gesamthaft Fr. 308'070'000 (inkl. VStK.) für die Beschaffung von Elektrobussen und für den Neubau der Garage Rank sowie Fr. 26'651'197 Folgemehrkosten wird genehmigt. Die mit dem Vorhaben verbundenen Gesamtausgaben teilen sich wie folgt auf:
 - Fr. 146'612'000 für die Beschaffung von insgesamt 126 Elektrobussen in zwei Tranchen zu Lasten des Investitionsbereichs „Darlehen und Beteiligungen“
 - Fr. 161'458'000 für den Neubau der Garage Rank inkl. Werkstatt sowie für Erstellung und Rückbau der notwendigen Provisorien zu Lasten des Investitionsbereichs „Darlehen und Beteiligungen“
 - Fr. 22'704'864 als befristete Folgemehrkosten infolge Mehraufwand durch die Umstellung von Diesel- zu Elektrobussen zu Lasten der Erfolgsrechnung des Bau- und Verkehrsdepartements, Globalbudget ÖV
 - Fr. 3'946'333 als jährliche unbefristete Folgemehrkosten infolge Mehraufwand durch die Umstellung von Diesel- zu Elektrobussen zu Lasten der Erfolgsrechnung des Bau- und Verkehrsdepartements, Globalbudget ÖV
2. Die Auszahlung der Investitionsmittel erfolgt tranchenweise jeweils auf Antrag der BVB in Form von rückzahlbaren, verzinslichen und durch den Regierungsrat zu bewilligenden Darlehen zu Lasten der genannten Ausgabenbewilligung.
3. Die Investitionen der IWB Industrielle Werke Basel zur Bereitstellung der Ladeinfrastruktur («Traktionsstromversorgung») in Höhe von maximal Fr. 52'400'000 (inkl. allfällig geschuldeter MWST.) finanziert aus der Rechnung der IWB werden genehmigt.

Dieser Beschluss ist zu publizieren. Er untersteht dem Referendum.

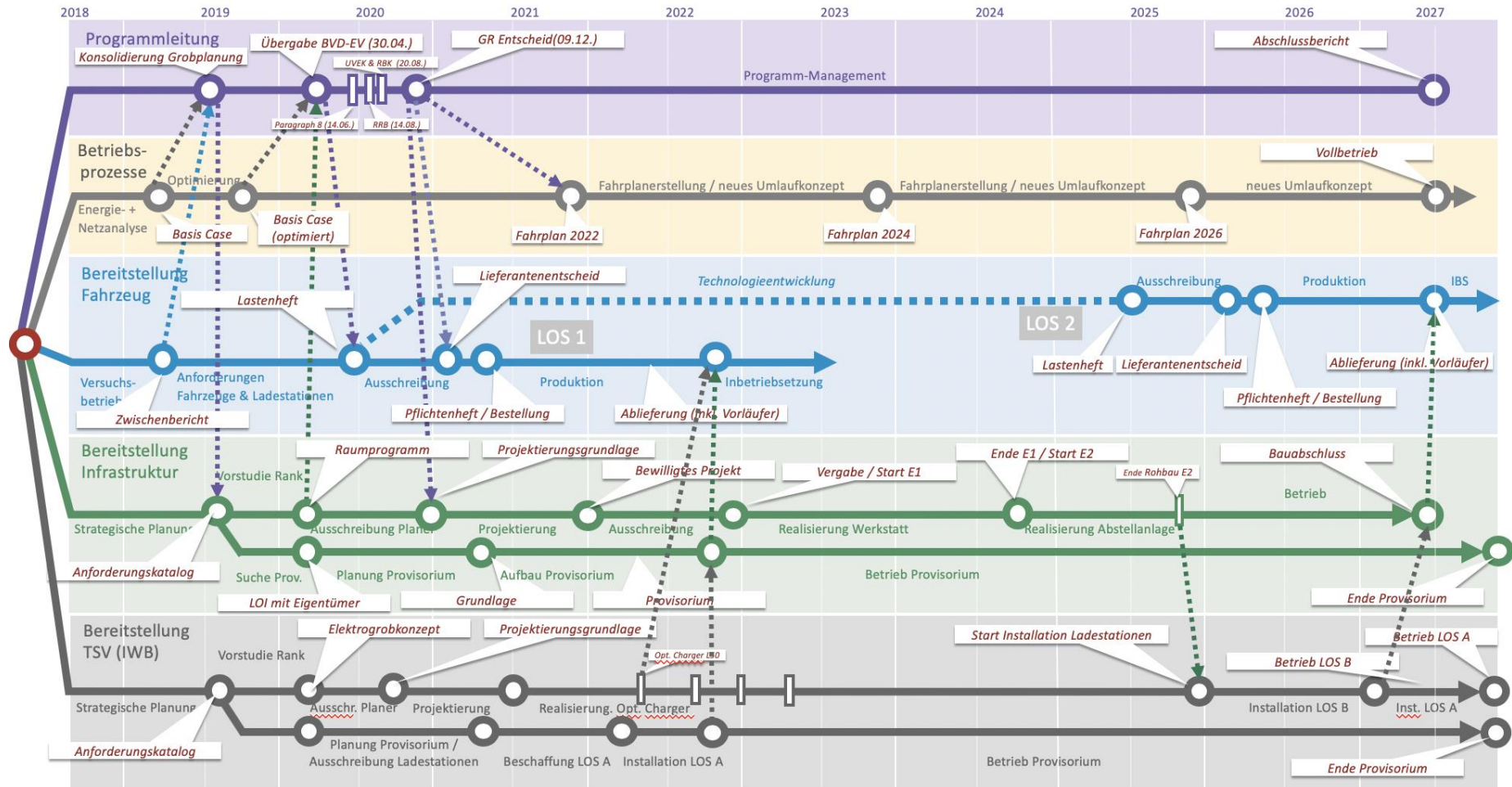
12. Glossar

a	Jahr (annum)
AZG	Arbeitszeit Gesetz
BKP	Baukostenplan
BVB-OG	Organisationsgesetz der Basler Verkehrs-Betriebe
CNG	Compressed Natural Gaz
CO ₂	Kohlendioxid
DGB	Doppelgelenkbus
EAP	Euroairport
eDGB	Elektro-Doppelgelenkbus
eGB	Elektro-Gelenkbus
EnV	Energieverordnung
Euro X	Europäische Abgasnorm der Stufe X
FDM	Fahrdienstmitarbeiter
FM	Facility Management
GB	Gelenkbus
GLA	Genereller Leistungsauftrag
GMI	Geschäftsmodell Infrastruktur
GP	Generalplanung
HLK	Heizung, Lüftung, Klimatechnik
IBN	Inbetriebnahme
IBS	Immobilien Basel-Stadt
IWB	Industrielle Werke Basel
kW	Kilowatt (Leistung)
kWh	Energiemenge in einer Stunde
LV	Leistungsvereinbarung
mab	Margarethen Bus AG
MWST	Mehrwertsteuer
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
ÖVG	Gesetz über den öffentlichen Verkehr
SIA	Schweizerischer Ingenieurs- und Architektenverein
TSV	Traktionsstromversorgung
UW	Unterwerk
VDL	Holländische Busmarke
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VP	Vorprojekt
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
VStK	Vorsteuerkürzung

13. Anhang

Phasen- und Meilensteinplan Elektrobussenbeschaffung und Neubau Garage Rank

Die Darstellung zeigt die inhaltlichen und zeitlichen Abhängigkeiten der verschiedenen Projekte des Programms Umstellung auf Elektrobusssystem (Stand 2. April 2020)



Energetische Annahmen der Elektro-Busflotte (* = Gelegenheitslader)

Bei den Berechnungen zum Energieverbrauch, der Batteriekapazität und der daraus folgenden Reichweite ist von den folgenden Annahmen für die beiden Beschaffungslose 2022 und 2027 auszugehen:

	Einheit	Doppelgelenkbus*		Gelenkbus	Normalbus	Midibus	Kleinbus
Technische Batteriekapazität 2022	kWh	130		450	380	300	200
nutzbar	kWh	117		360	304	240	160
notwendige Reserve	kWh	13		90	76	60	40
Fahrkapazität	kWh	104		270	228	180	120
<hr/>							
Kilometer-Leistung Sommer	km	44		180	163	150	120
Kilometer-Leistung Winter Mittel	km	38		135	127	113	92
Kilometer-Leistung Winter worst case	km	30		108	99	86	63
<hr/>							
Technische Batteriekapazität 2027	kWh	130		630	532	420	280
nutzbar	kWh	117		504	426	336	224
notwendige Reserve	kWh	13		126	106	84	56
Fahrkapazität	kWh	104		378	319	252	168
<hr/>							
Kilometer-Leistung Sommer	km	44		252	228	210	168
Kilometer-Leistung Winter Mittel	km	38		189	177	158	129
Kilometer-Leistung Winter worst case	km	30		151	139	120	88
<hr/>							
<i>Kilometer-Leistung Sommer:</i>		<i>Sommerbetrieb 8 Monate</i>					
<i>Kilometer-Leistung Winter Mittel:</i>		<i>Winterbetrieb 4 Monate Temperatur Mittelwert bis -5°C</i>					
<i>Kilometer-Leistung Winter worst case:</i>		<i>Winterbetrieb Einzeltage Temperatur Mittelwert unter -5°C</i>					

Variantenvergleich Gelenkbus vs. Doppelgelenkbus

Variante	Fahrzeug	Takt	Erläuterung	Kapazitätsres. Spitzenzeit	Anzahl Busse	Betriebliche Kosten p.a.	Kosten zu Referenz
Referenz	E-GB	Heutiger Takt	Takt wie 2019	0%	9	6'259'462	0%
Variante 1	E-DGB	Heutiger Takt	Takt wie 2019	50%	9	6'915'308	10%
Variante 2	E-DGB	Städtisch	Städtischer Grundtakt	17%	7	6'385'986	2%
Variante 3	E-DGB	Reduziert	Winter 10', Sommer 7,5'	17%	7	5'751'771	-8%
					+1 technische Reserve		

Steigerung der Fahrdienstkosten infolge Umstellung von Diesel- zu Elektrobusen

Fahrzeug-Einsatz / -Funktion		Fahrzeugbestand (Ist)		Fahrzeugbedarf (Soll)			Kilometerleistung			Fahrdienst
Fahrzeugtyp	Linien(-bündel)	Mix gemäss	Aktueller	Bedarf	Änderung	Bedarf	Kilometerleistung	Kilometerleistung	Differenz	Differenz
		Tabelle	Unter- bzw.							
		Bestand	Überbestand		wechsel				pro Ø Tag	pro Ø Tag
Doppelgelenkbus	50	0	0	0	7	7		2847	-170	12
Gelenkbus	50	8	0	8	-8	0	3017			
Gelenkbus	30	10	0	10	0	10	1647	1664	17	1
Gelenkbus	31/34	18	0	18	0	18	4495	4495		
Gelenkbus	36	18	0	18	1	19	5160	5160		12
Gelenkbus	38/48	9	0	9	0	9	2140	2140		
Normalbus	33/42	13	0	13	0	13	1751	1771	20	2
Midibus	32/39/46/N	7	0	7	1	8	1778	1816	38	2
Kleinbus	35/45	3	0	3	2	5	991	1034	43	2
Gelenkbus	Baustellen	11	6	17	3	20	850	901	51	2
Gelenkbus	Techn. Res.	8	0	8	-1	7	0	0		
Normalbus	Techn. Res.	2	0	2	0	2	0	0		
Midibus	Techn. Res.	0	0	0	0	0	0	0		
Doppelgelenkbus	Techn. Res.	0	0	0	1	1	0	0		
Kleinbus	Techn. Res.	2	-1	1	0	1	0	0		
Gelenkbus	Betriebliche Res.	11	0	11	0	11	220	220		
		120	5	125	6	131	22'049	22'049	0	34
Mehrkosten / y										837'189

Steigerung der jährlichen Fahrzeugkosten (Diesel- vs. Elektrobussystem)

Fahrzeug-Einsatz / -Funktion		Fahrzeugbedarf (Soll)		Variable Fahrzeugkosten		Energiekosten		Fixe Fahrzeugkosten		Fahrzeugkosten total / a	
Fahrzeugtyp	Linien(-bündel)	Bedarf	Bedarf	Diesel VK pro	Elektro VK pro	Energiekosten	Energiekosten	Diesel	Elektro	Diesel	Elektro
		Dieselbusse	Elektrobusse	Basistag	Basistag	Diesel pro	Elektro pro	Fixkosten pro	Fixkosten pro		
				Basistag	Basistag	Basistag	Basistag	Jahr	Jahr		
Doppelgelenkbus	50	0	7	0	2'335	0	2'796	0	885'954		
Gelenkbus	50	8	0	2'745	0	1'267	0	474'323	0		
Gelenkbus	30	10	10	1'499	1'265	691	1'101	592'904	975'714		
Gelenkbus	31/34	18	18	4'090	3'416	1'887	2'974	1'067'228	1'756'285		
Gelenkbus	36	18	19	4'696	3'922	2'166	3'414	1'067'228	1'853'857		
Gelenkbus	38/48	9	9	1'947	1'626	898	1'416	533'614	878'143		
Normalbus	33/42	13	13	1'275	1'077	588	938	540'693	1'019'430		
Midibus	32/39/46/N	7	8	1'213	1'035	560	841	260'170	516'175		
Kleinbus	35/45	3	5	496	432	229	378	114'472	232'609		
Gelenkbus	Baustellen	17	20	774	685	357	596	1'007'937	1'951'428		
Gelenkbus	Techn. Res.	8	7	0	0	0	0	474'323	683'000		
Normalbus	Techn. Res.	2	2	0	0	0	0	83'184	156'835		
Midibus	Techn. Res.	0	0	0	0	0	0	0	0		
Doppelgelenkbus	Techn. Res.	0	1	0	0	0	0	0	126'565		
Kleinbus	Techn. Res.	1	1	0	0	0	0	38'157	46'522		
Gelenkbus	Betriebliche Res.	11	11	200	167	92	146	652'195	1'073'286		
		125	131	18'936	15'960	8'736	14'599	6'906'427	12'155'803		
				5'813'229		2'681'853		6'906'427		15'401'509	
					4'899'669		4'481'941		12'155'803		21'537'412
											Fahrzeugmehrkosten / a
											6'135'903

Entwicklung der Kosten für Fahrzeugbeschaffung und Bau von 2019–2027ff.

Bussystem 2027 - Ratschlag Investitionen Auswirkungen auf Betriebskosten		TOTAL B27	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2028
in TCHF inkl. Vst Kürzung 3.4%												aus Programm	Jahreskosten
09.06.2020													
Betriebsprozesse													
Mehraufwand	Betriebskosten	3'389	0	0	0	0	678	678	678	678	678	0	837
Bereitstellung Fahrzeuge													
	Investitionen	127'489	0	1'450	12'250	36'000	12'250	871	11'043	43'047	10'547	31	
Mehraufwand	Betriebskosten	24'135	0	0	130	629	3'500	3'933	4'281	4'665	6'998	0	7'719
Bereitstellung Infrastruktur													
	Gesamt												
	Investitionen	140'398	293	1'382	14'161	9'892	18'243	20'506	29'864	29'864	15'717	477	
Mehraufwand	Betriebskosten	37'420	0	310	4'450	5'250	5'310	5'440	5'580	5'650	4'980	450	4'021

Ratschlag	Investitionen	267'887	293	2'832	26'411	45'891	30'493	21'377	40'907	72'911	26'264	508
Kostengenauigkeit +/- 15%	15%	40'183										
Maximal Darlehen		308'070										

Mehraufwand	Betriebskosten	64'944	310	4'580	5'879	9'488	10'050	10'539	10'993	12'656	450	12'577
LV 2020 (nicht berücksichtigt)	Nr.		310									
LV 2021 (April 2020)	Nr.			4'580								
LV 2022	Nr.				5'879							
LV 2023	Nr.					9'488						
LV 2024	Nr.						10'050					
LV 2025	Nr.							10'539				
LV 2026	Nr.								10'993			
LV 2027	Nr.									12'656		
LV 2028 ab	Nr.										450	12'577