

STADTRAT

Stadthaus
Postfach 1000
8200 Schaffhausen
T + 41 52 632 51 11
F + 41 52 632 52 53
www.stadt-schaffhausen.ch

An den
Grossen Stadtrat
8200 Schaffhausen

Vorlage des Stadtrats vom 30. April 2019

E-Bus: Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem Erweiterung des VBSH-Depots Ebnat

Sehr geehrter Herr Präsident
Sehr geehrte Damen und Herren

Der Stadtrat unterbreitet Ihnen eine Vorlage für Darlehen an die VBSH für die Umsetzung der Elektrifizierungsstrategie und die Erweiterung des Busdepots. Die heutigen Dieselsebusse werden mit Elektrobussen und zentralem Schnellladesystem am Bahnhof Schaffhausen abgelöst.



1. Zusammenfassung

Die vom Stadtparlament verabschiedete Elektrifizierungsstrategie der Verkehrsbetriebe Schaffhausen (VBSH) hat das Ziel, die heutigen Dieselsebusse im Stadtverkehr innert zehn Jahren vollständig mit Elektrobusen mit Schnellladesystem zu ersetzen.

1.1 *Elektrobus mit Schnellladesystem*

Diese neue Generation von Elektrobusen ist mit einer Batterie ausgestattet, welche bei jedem Halt an der Bahnhofstrasse nachgeladen wird, und zwar während die Fahrgäste ein- und aussteigen. Innert weniger Minuten findet über einen Ladearm eine so genannte Schnellladung statt. So hat der Bus wieder genug Energie, um die Fahrgäste leise und ohne Abgase in die Wohnquartiere zu fahren. Fahrleitungen werden keine benötigt.

Bei Elektrobusen mit Schnellladesystem handelt es sich um ein bewährtes System. Sie sind in der Schweiz und anderen europäischen Ländern zuverlässig im Produktiveinsatz.

1.2 *Internationale Ausschreibung, Zuschlag an «Irizar e-mobility»*

Die VBSH haben ein internationales Submissionsverfahren durchgeführt, um den optimalen Systemlieferanten zu finden. Zur Ausschreibung zugelassen wurden nur Anbieter, welche in Europa mindestens zwei funktionierende Referenzen vorweisen konnten und bereit waren, das Generalunternehmerrisiko zu tragen.

Der Zuschlag hat das spanische Unternehmen «Irizar» erhalten. Das Angebot überzeugte durch die sehr gute Wirtschaftlichkeit, die Leistungsfähigkeit des Ladesystems, das aussergewöhnliche Design und die Projektabwicklungskompetenz. «Irizar» hat seinen Sitz in Nordspanien und ist als Genossenschaft organisiert («Irizar Sociedad Cooperativa»). «Irizar e-mobility» bietet zusammen mit seinen Schwesterunternehmen «Jema» (Elektroanlagen) und «datik» (Software) sowie mit dem deutschen Integrationspartner «Ferrostaal Equipment Solutions GmbH» eine Gesamtlösung für die VBSH an.

Zu den vertraglich vereinbarten Lieferobjekten gehören:

- Elektrobusse
- Ladeinfrastruktur am Bahnhof und im Depot
- Monitoring Software für das System
- Service- und Wartungsmaterial
- Dienstleistungen

Gemäss Werkliefervertrag sichert der Lieferant den VBSH die Funktionsfähigkeit des Systems, die Termineinhaltung sowie den maximalen Energieverbrauch zu. Bei Nichteinhaltung werden Konventionalstrafen fällig.

1.3 *Modernste Elektrobusse für Schaffhausen*

«Irizar» liefert Elektrobusse des Typs «ieTram» in den Grössen 12 m (Solobus) und 18 m (Gelenkbus). Die Fahrzeuge bestechen mit dem aussergewöhnlichen, Strassenbahn-ähnlichen Design. Alle Busse verfügen über USB-Anschlüsse an den Sitzen und WLAN.

Abbildung 1: Designstudie Schaffhauser Gelenkbus (oben) und Solobus (unten)



Abbildung 2: Bus bei der Schnellladung mit dem Pantograph am Ladearm



1.4 Schnellladung am Bahnhof mit Strom vom Rheinkraftwerk

Die Busse werden am Bahnhof Schaffhausen an zwölf Ladearmen mit einer Leistung von 600 kW während des ordentlichen, fahrplanmässigen Haltes geladen. Die Leistungselektronik wird im Keller der Hauptpost installiert. Hierfür wurde ein Mietvertrag abgeschlossen. Über Nacht erfolgt eine Langsamladung (50 kW) im Depot.

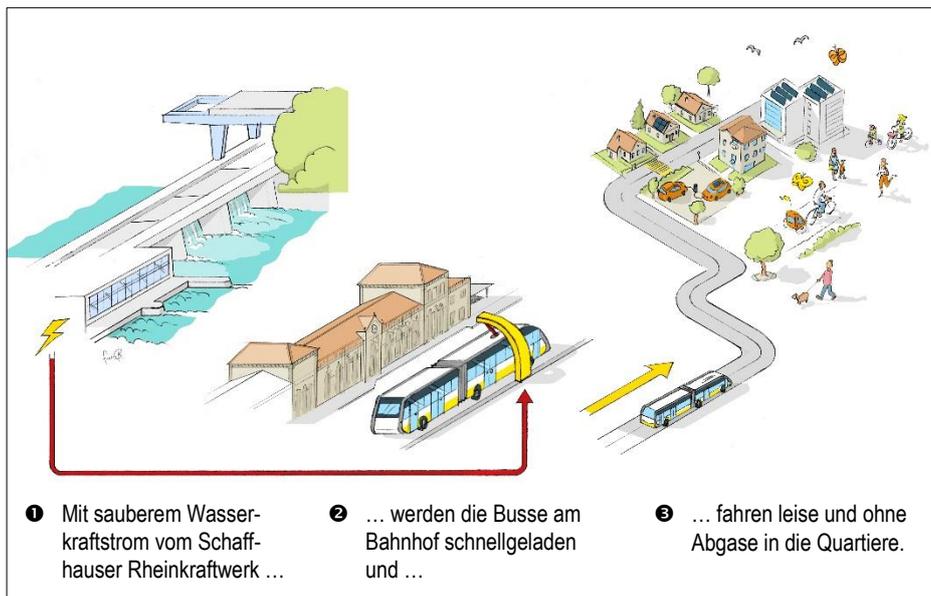
Abbildung 3: Die E-Busse werden am Bahnhof schnellgeladen



Die auf dem Busdach montierten Akkupakete sind für die Schaffhauser Verhältnisse optimiert und garantieren den Betrieb auch unter widrigsten Bedingungen bei Minustemperaturen, dem schwierigsten Linienprofil (Linie 6) und am Ende der Lebensdauer der Batterie.

Die E-Busse werden mit Strom aus dem eigenen Rheinkraftwerk gespeist, womit ein 100% CO₂-freier Betrieb gewährleistet ist. SH POWER stellt die Versorgung mit Elektrizität sicher.

Abbildung 4: Mit sauberer Schaffhauser Energie leise und ohne Abgase unterwegs



1.5 *Elektrobusse sind in Schaffhausen wirtschaftlich*

Elektrobusse mit Schnellladesystem können in Schaffhausen wirtschaftlich betrieben werden. Die hohen Anfangsinvestitionen werden durch die tieferen Betriebskosten über die ganze Lebensdauer wieder eingespielt. Jeder Dieselbus verursacht während seiner Lebensdauer Treibstoffkosten, die etwa gleich hoch sind wie der Anschaffungspreis. Elektrobusse sind effizienter und günstiger im Betrieb. Dank der Mitfinanzierung durch das Agglomerationsprogramm wird der Break-even im Vergleich zum Status Quo (Trolley- und Dieselbusse) bereits nach elf Jahren erreicht.

In der Grundetappe bis 2023 werden 15 Busse und die Ladeinfrastruktur im Depot sowie am Bahnhof beschafft. Die notwendigen Investitionen dafür betragen netto 23.6 Mio. Franken.

Um weitere Dieselbusse schrittweise durch E-Busse zu ersetzen, haben sich die VBSH die Bezugsoption für weitere Busse bis zur vollständigen Ablösung der Dieselbusse gesichert. Die Nettoinvestitionen für den Vollausbau betragen über die nächsten zehn Jahre rund 56.1 Mio. Franken.

1.6 *Pilotbetrieb in Schaffhausen, Volksabstimmung im November 2019*

Über die Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem soll das Stimmvolk abschliessend entscheiden. Dazu wird die Darlehensvergabe der Stadt an die VBSH freiwillig dem Referendum unterstellt. Zuvor wird in Schaffhausen ein Pilotbetrieb mit dem neuen Bus durchgeführt und das Fahrzeug auf dem Fronwagplatz präsentiert. Die Abstimmung ist im November 2019 vorgesehen.

1.7 *Würdigung: Eine lohnenswerte Investition in die Lebensqualität*

Elektrobusse sind langfristig wirtschaftlicher als Dieselbusse und schonen die Umwelt. Dank Strom aus dem eigenen Wasserkraftwerk am Rhein ist der Betrieb CO₂-neutral. Elektrobusse bieten einen ruckelfreien Fahrkomfort, verursachen praktisch keine Fahrgeräusche und verschonen so die Quartiere vor Lärm und Abgasen.

1.8 *Ein Projekt mit überregionaler Ausstrahlung*

Mit der Elektrifizierung der Stadtbusflotte gehen die VBSH und die Stadt Schaffhausen neue, innovative Wege. Das Schaffhauser E-Bus-Projekt ist einzigartig in der Schweiz, wird über die Landesgrenzen hinweg grosse Beachtung finden und Schaffhausen als innovativen Standort für zukunftsweisende Mobilitätslösungen weiter stärken. Dies steht im Einklang mit der Strategie der Wirtschaftsförderung.

1.9 *Paralleles Projekt: Depot-Erweiterung für 7.9 Mio. Franken*

Parallel zum E-Bus-Projekt müssen die VBSH das Depot Ebnat erweitern, um alle Fahrzeuge über Nacht einstellen zu können und die Abläufe effizienter zu gestalten. Die Finanzierung für die Investition über 7.9 Mio. Franken wird ebenfalls mit dieser Vorlage beantragt.

Inhalt

1. Zusammenfassung	2
1.1 Elektrobus mit Schnellladesystem	2
1.2 Internationale Ausschreibung, Zuschlag an «Irizar e-mobility»	2
1.3 Modernste Elektrobusse für Schaffhausen	2
1.4 Schnellladung am Bahnhof mit Strom vom Rheinkraftwerk	4
1.5 Elektrobusse sind in Schaffhausen wirtschaftlich	5
1.6 Pilotbetrieb in Schaffhausen, Volksabstimmung im November 2019	5
1.7 Würdigung: Eine lohnenswerte Investition in die Lebensqualität	5
1.8 Ein Projekt mit überregionaler Ausstrahlung	5
1.9 Paralleles Projekt: Depot-Erweiterung für 7.9 Mio. Franken	5
2. Ausgangslage	7
2.1 Übersicht Elektrifizierungsstrategie der VBSH	7
2.2 Umrüstung der Trolleybusse auf IMC-Technologie	8
2.3 Funktionsweise E-Bus mit Schnellladesystem	9
2.4 Erprobtes System auch in anderen Städten	10
2.5 Ideale Voraussetzungen in Schaffhausen für E-Busse mit Schnellladesystem	11
3. Planung und Submissionsverfahren	14
3.1 Projektorganisation für Planung und Ausschreibung	14
3.2 Submissionsverfahren	14
3.3 Zuschlagserteilung	16
3.4 Resultate des Ausschreibungsverfahrens	17
4. Vorstellung des Elektrobus-Systemlieferanten Irizar	18
4.1 Irizar Gruppe	18
4.2 Eigenes Elektrobuswerk	18
4.3 Referenzen von Irizar e-mobility	18
4.4 Integrationspartner Ferrostaal	19
5. Werkliefervertrag	20
5.1 Lieferobjekte	20
5.2 Vertragliche Absicherungen	21
6. Lösungskonzept	22
6.1 Elektrobus	22
6.2 Batterie und Ladesystem	26
6.3 Leistungselektronik im Keller der Hauptpost	27
6.4 Energiekonzept	28
7. Bahnhofstrasse	29
7.1 Neues Haltestellenkonzept an der Bahnhofstrasse	29
7.2 Aufwärtskompatible Übergangslösung	30
7.3 Paralleles Projekt Aufwertung Bahnhofstrasse	31
7.4 Koordination der Bauarbeiten, zusätzliche Ladevorrichtungen	32
8. Projektorganisation	33
9. Projektplan	34
9.1 Projektphasen	35
9.2 Meilensteine	37
10. Rückfalllösung	38
11. Finanzen	39
11.1 Zusammenstellung Investitionskosten	39
11.2 Mitfinanzierung	40
11.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	41
12. Würdigung	43
13. Depoterweiterung	46
13.1 Beschreibung Vorprojekt	46
13.2 Investitionskosten	49
13.3 Vorteile der Depoterweiterung	50
14. Zuständigkeit	51
Anträge	52

2. Ausgangslage

2.1 Übersicht Elektrifizierungsstrategie der VBSH

Der Grosse Stadtrat stimmte am 22. August 2017 der Elektrifizierungsstrategie der VBSH zu. Die Strategie beinhaltet die schrittweise und vollständige Elektrifizierung der Busse des städtischen Ortsverkehrs innert zehn Jahren.

Die Strategie basiert auf einem Dreistufenverfahren:

Abbildung 5: Auflistung der E-Bus-Strategie



Stufe **❶** beinhaltet die Umrüstung der bestehenden sieben Trolleybusse der VBSH auf IMC-Technologie.

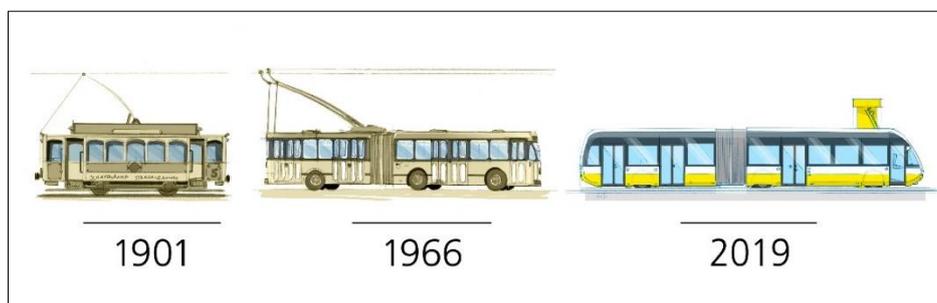
Stufe **❷** beinhaltet die Umstellung von 15 Dieselbussen auf E-Busse mit Schnellladesystem und den vollständigen Aufbau der Ladeinfrastruktur am Bahnhof Schaffhausen.

Stufe **❸** beinhaltet die weitere, schrittweise Umstellung aller heutigen 42 Ortsverkehrsbusse auf E-Busse mit Schnellladesystem.

Die vorliegende Vorlage behandelt die Stufe **❷** sowie den parallel dazu vorzunehmenden Ausbau des Busdepots im Ebnat.

Die Umrüstung der Trolleybusse auf IMC-Technologie (Stufe **❶**) wurde vom Grossen Stadtrat bereits im November 2018 mit einer separaten Vorlage beschlossen (Zusammenfassung siehe Kap. 2.2).

Abbildung 6: Evolution Antriebsarten der VBSH

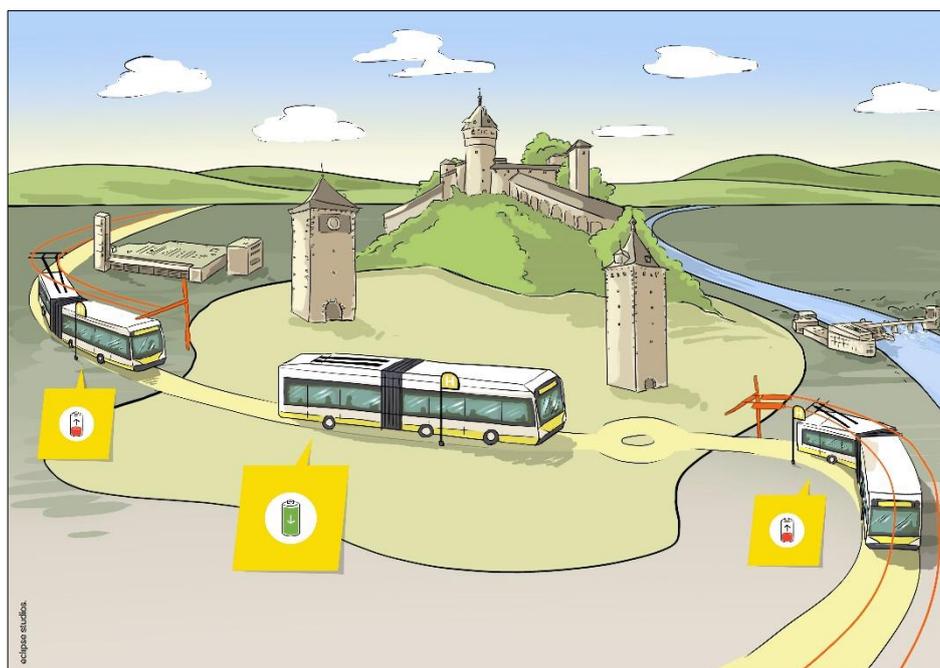


Die Geschichte der VBSH ist mit der Elektrifizierung eng verknüpft. 1901 betrieb die VBSH die Strassenbahn. Die Trams fahren mit Fahrleitungen und auf Schienen. 1966 wurden die Trams mit Trolleybussen ersetzt. Diese fahren immer noch an Fahrleitungen, aber ohne Schienen. Künftig sollen die neuen Busse ohne Schienen und ohne Fahrleitungen elektrisch fahren.

2.2 Umrüstung der Trolleybusse auf IMC-Technologie

IMC steht für «In Motion Charging» und bedeutet, dass die Trolleybusse mit einer Traktionsbatterie auferüstet werden, welche an den bestehenden Oberleitungen während der Fahrt aufgeladen werden können. Die Traktionsbatterie ermöglicht, bestimmte Streckenabschnitte ohne Fahrleitungen mit der Energie aus der Traktionsbatterie zu fahren. Auf der Linie 1 können die Fahrleitungen zwischen den Haltestellen Feuerwehrzentrum und Mühleter (beim Kraftwerk) sowie in Neuhausen zwischen Scheidegg und Neuhausen Zentrum rückgebaut werden (siehe Abbildung 7).

Abbildung 7: Der Trolley IMC erlaubt die fahrleitungsfreie Fahrt im Stadtzentrum



Das Auf- und Abdrahten erfolgt an den Haltestellen. Für das Aufdrahten werden sogenannte Einlauftrichter angebracht. Der Chauffeur kann das Auf- und Abdrahten automatisch vom Fahrersitz aus veranlassen. Mit dem Rückbau der Fahrleitungen können Unterhaltskosten eingespart werden.

Für den Umbau der sieben Trolleybusse bewilligte der Grosse Stadtrat bereits im November 2018¹ einen Kredit von 1'575'000 Franken.

Für den Umbau der bestehenden Trolleybusse wurde nach Ablauf der Referendumsfrist im Dezember 2018 ein Werkliefervertrag mit dem Schweizer Trolleyhersteller «Hess Carrosserie AG» in Bellach SO unterzeichnet. Die Umrüstung ist im zweiten Halbjahr 2019 geplant.

¹ Vgl. Vorlage des Stadtrates vom 21. August 2018 betreffend «E-Bus: Umrüstung Trolleybus auf IMC-Technologie» und Protokoll des Grossen Stadtrates vom 13. November 2018

2.3 Funktionsweise E-Bus mit Schnellladesystem

Elektrobusse haben viele Vorteile: Sie sind leise, umweltfreundlich und weisen tiefe Betriebskosten aus. Bei allen Vorteilen haben batteriebetriebene Elektrobusse bis heute einen nicht wettzumachenden Nachteil: Die Reichweite ist ungenügend, um ohne Nachladung einen ganzen Tageseinsatz im Stadtverkehr leisten zu können, bzw. es müssten so viele Batterien im Bus platziert werden, dass der Bus unökonomisch schwer und der Platz für die Fahrgäste eingeschränkt wären.

Dieser Nachteil kann mit Schnellladungen auf der Strecke ausgeräumt werden. Die Batterien werden dabei an einer Haltestelle über einen Ladearm schnellgeladen. Die Schnellladung erfolgt mit hoher Leistung von 150 bis 600 kW, welche mit einer vorgeschalteten Leistungselektronik erreicht werden kann. Über Nacht werden die Busse im Depot mit einer Langsamladung vollständig aufgeladen. Die Langsamladung im Depot dient auch zur Ausbalancierung der Batteriezellen.

Abbildung 8: Bus mit Ladearm und Pantograph



Die Technologie mit Schnellladung und einem Pantographen wird «Opportunity Charging Conductive (OCC)» genannt.

Das Beratungsunternehmen McKinsey kam in einem Bericht² zum Schluss, dass die OCC-Technologie im Vergleich zur reinen Depotladung für Reichweiten über 150 km/Tag wirtschaftlicher ist. Die Busse der VBSH fahren im normalen Tageseinsatz zwischen 170 km/Tag (Linie 9) und 350 km/Tag (Linie 6).

Für die Schnellladung gibt es Systeme mit Pantographen, welche auf den Bussen installiert sind (up) und solche, die am Ladearm montiert sind (down).

² «Energy Insights» by Mc Kinsey, June 2018

2.4 Erprobtes System auch in anderen Städten

Elektrobusse mit Schnellladesystem sind in anderen europäischen Städten bereits heute erfolgreich im Einsatz:

Tabelle 1: Erfolgreiche Referenzprojekte von Elektrobusen mit Schnellladesystem in Europa

Stadt	Anzahl Busse	Lieferant	Beschreibung
Genf (Schweiz)	12 (Linie 23)	Hess, ABB	<ul style="list-style-type: none"> – Forschungsprojekt Tosa zwischen tpg (Transport Public Genève), Hess und ABB – mit speziellem auf dem Bus montierten Ladearm – In Betrieb seit Dezember 2017
Bern (Schweiz)	5 (Linie 17)	Hess, ABB	<ul style="list-style-type: none"> – Produktivbetrieb durch Bernmobil auf Linie 17 – In Betrieb seit Dezember 2018 – Mit Ladearm in Köniz – Mit Pantograph an Ladearm
Eindhoven (Niederlande)	42	VDL	<ul style="list-style-type: none"> – In Betrieb seit Dezember 2016 – Reichweite 75 bis 85 km, danach Schnellladung tagsüber im Depot mit 300 kW (max. 45 min), Nachtladung mit 30 kW (4½h) – Durch die Schnellladung tagsüber im Depot werden für 33 Kurse 40 Fahrzeuge benötigt – Die Einführung von Elektrobusen führte zu höheren Fahrgastzahlen (bei gleichzeitigem Leistungsausbau) – Die Betreiberfirma Hermes (transdev) empfängt jährlich über 100 Besucher zur Besichtigung
Schiphol Flughafen (Niederlande)	100	VDL	<ul style="list-style-type: none"> – Grösste Elektrobusflotte in Europa – In Betrieb seit April 2018 – Betreiberfirma transdev Netherland – Schnellladung mit 450 kW für max. 20 min und Übernacht-Depotladern 30 kW
Göteborg (Schweden)	3 (Linie 55) 2 (Linie EL16)	Volvo, ABB, Siemens	<p>Linie 55:</p> <ul style="list-style-type: none"> – in Betrieb seit 2015 – drei Solobusse – Schnellladung an zwei Endhaltestellen – Betrieb wochentags und tagsüber – Besteller: Västtrafik; Betreiber: Keolis – Indoor-Haltestelle bei «Teknikgatan» bei «Lindholmen» <p>Linie EL16:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 2 Gelenkbusse (18.7 m) – Besteller: Västtrafik; Betreiber: Transdev – Spezielle, E-Bus-optimierte Haltestellen <p>https://www.electricitygoteborg.se/en</p>
Barcelona (Spanien)	2+4 (Linie H16)	Irizar e-mobility	<ul style="list-style-type: none"> – 4 Gelenkautobusse ieTram im Einsatz seit Dezember 2018 – Schnellladung mit 500 kW – 2 Solobusse von Irizar
Amiens (Frankreich)	43	Irizar e-mobility	<ul style="list-style-type: none"> – 43 Gelenkautobusse für ein neues Hochleistungsbusnetz (Bus à haute niveau de service, BHNS) – Schnellladung an Endhaltestellen mit 600 kW – Verbunden mit umfangreichen Infrastrukturarbeiten (neue Strassen exklusiv für Buslinien, neue öffentliche Plätze) – Verbunden mit dem Bau eines neuen Depots in Rivery – Lancierung: 11. Mai 2019; Einweihung der neuen öffentlichen Plätze: 15. Juni 2019

			– Die Busse werden in Würdigung an den ehemaligen Einwohner von Amiens Jules Verne auf den Namen «Nemo» getauft.
Bayonne (Frankreich)	18	Irizar e-mobility	– 18 ieTram für ein BHNS – Schnellladung an den Endhaltestellen – Einführung ab 2019 geplant

Der europäische Elektrobustmarkt hat sich in den fünf Jahren seit 2014 verzehnfacht: Während 2014 noch 169 E-Busse bestellt wurden, waren es 2018 bereits über 1'800³.

In China sind über 300'000 Elektrobuste im operativen Einsatz, meist jedoch als reine Batteriebusse mit Depotladung.

2.5 Ideale Voraussetzungen in Schaffhausen für E-Busse mit Schnellladesystem

Schaffhausen und das Schaffhauser Stadtbustnetz eignen sich besonders für Elektrobuste mit Schnellladesystem, und zwar aus folgenden Gründen:

- ① Die einzelnen Buslinien sind in Form einer Acht (8) aufgebaut. Zwei Linienäste sind am Bahnhof Schaffhausen verbunden. Die Busse haben dort aufgrund des Hub-Charakters (Umsteigen von und nach den Zügen sowie auf andere Buslinien) eine fahrplanmässige Wartezeit. Dies erlaubt, die Schnellladestationen an einer einzigen, zentralen Stelle vorzunehmen, was wirtschaftlich sehr vorteilhaft ist. Die neue Linie 9 führt nicht zum Bahnhof. Es bietet sich aber eine Lademöglichkeit beim Depot.

Abbildung 9: Bahnhofstrasse Schaffhausen



Die Bahnhofstrasse ist 365 Tage im Jahr rund um die Uhr zugänglich und nie gesperrt für Veranstaltungen oder ähnliches.

³ Quelle: Datenerhebung von UITP (Union Internationale des Transports Publics) vom April 2019

- ② Der Bahnhof ist topografisch ideal gelegen («im Tal»), was auf den abwärts führenden Rückfahrten zum Bahnhof ein Rekuperieren (Energierückgewinnung beim Bremsen) in die zu diesem Zeitpunkt nicht mehr vollgeladenen Batterien erlaubt.
- ③ In einem benachbarten Keller an der Bahnhofsstrasse (Hauptpost Schaffhausen, Mietvertrag unterzeichnet) ist genügend Platz für die Ladeinfrastruktur (Transformatoren, Leistungselektronik, Kabelführung) vorhanden. Vom Rheinwasserkraftwerk gibt es bereits einen begehbaren Kabelstollen zum Obertorturm.
- ④ Für die Infrastruktur (nicht die Busse) ergibt sich eine Mitfinanzierungsmöglichkeit eines Bundesprogrammes (Agglomerationsprogramm). Dies erhöht die Wirtschaftlichkeit.
- ⑤ Aus der Zuständigkeitsregelung und der Unterstützung durch andere städtische Betriebe ergeben sich nicht zu unterschätzende, organisatorische Vorteile:
 - Die Stadt Schaffhausen ist sowohl Eigentümerin der VBSH als auch Bestellerin des Ortsverkehrs (zusammen mit der Gemeinde Neuhausen, die das Projekt ebenfalls unterstützt). Im Vergleich zu anderen Kantonen oder Ländern, wo die Kompetenzen für die Leistungserbringung und die Bestellung verteilt und zum Teil durch übergeordnetes Recht reglementiert sind, erweist sich dies als grosser Vorteil.
 - Zuständig für die Gestaltung der Haltestellen ist die Stadt Schaffhausen, die das Projekt unterstützt und eine Umgestaltung der Bahnhofstrasse plant. Ohne die Möglichkeit, die Ladeinfrastruktur an der Bahnhofstrasse anzubringen, müssten die Busse für den Ladevorgang an einen anderen Ort gefahren werden, was einen unnötigen Mehraufwand und Mehrkosten (mehr Busse, mehr Fahrpersonal) zur Folge hätte⁴.
 - Die Stadt Schaffhausen ist weiter Eigentümerin des Energieunternehmens SH POWER, welches das Projekt mit ihren Spezialisten ebenfalls unterstützt und Teil der Projektorganisation ist. Zum Portfolio der Stadt gehört die Aktienmehrheit des Rheinkraftwerkes (Kraftwerk Schaffhausen AG, KWS).

⁴ In der niederländischen Stadt Eindhoven sind seit Dezember 2016 42 Elektrobusse erfolgreich in Betrieb. Da sich die Stadt nicht bereit erklären konnte, auf dem Bahnhofplatz Ladevorrichtungen zu erstellen, müssen die Busse zum Nachladen ins Depot gefahren werden. Dadurch sind mehr Busse und Fahrpersonal erforderlich.

Abbildung 10: Rheinkraftwerk Schaffhausen



- ⑥ Die Elektrifizierungsstrategie der VBSH ist von der Politik breit abgestützt. Der Grosse Stadtrat stimmte der Strategievorlage mit 33 zu 1 Stimme zu. Die Genehmigung der Vorlage zur Umstellung der Trolleybusse auf IMC-Technologie erfolgte einstimmig.
- ⑦ Auch die Kantonsregierung und die kantonale Wirtschaftsförderung unterstützten innovative Mobilitätslösungen mit dem Ziel, Schaffhausen als Anwenderregion für innovative Mobilitätslösungen zu etablieren. Mit dem Swiss Transit Lab⁵ und dem selbstfahrenden Kleinbus der Linie 12 wurde der erste Schritt dazu bereits getan.

Die vollständige Elektrifizierung der Stadtbusflotte mit Ladestationen an der Bahnhofstrasse ist schweizweit einzigartig und wird auch über die Landesgrenzen hinaus Strahlkraft entwickeln. Dies ist nicht nur für die Stadt Schaffhausen sondern auch für den Mobilitätsanbieter eine Chance (Markteintritt, Referenzbesuche). Die Wirtschaftsförderung unterstützt den Anbieter beim Aufbau von Arbeitsplätzen für den Service und Vertrieb.

⁵ <https://www.swisstransitlab.com>

3. Planung und Submissionsverfahren

3.1 Projektorganisation für Planung und Ausschreibung

Für die Planungs- und Ausschreibungsphase wurde eine referatsübergreifende Projektorganisation eingesetzt. Diese umfasst neben den VBSH (Projektleitung) auch das Baureferat (Hochbau für Busdepot, Tiefbau für Aufwertung Bahnhofstrasse), die Immobilien (Mietverhältnisse) und SH POWER (Elektrizität). Im Lenkungsausschuss sind der Finanzreferent, die Baureferentin und der Direktor der VBSH vertreten.

Für die Begleitung des Ausschreibungsverfahrens und die Formulierung des Werkvertrages wurden externe Spezialisten beigezogen.

3.2 Submissionsverfahren

Die VBSH unterstehen dem öffentlichen Beschaffungsrecht. Das Auftragsvolumen für Lieferungen liegt klar über dem Schwellenwert für eine öffentliche Ausschreibung. Grundlagen sind u.a. das GATT/WTO-Abkommen, bilaterale Abkommen mit der EU und die in der Schweiz massgebliche interkantonale Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen (IVöB). Die Beschaffung der Busse mit Schnellladesystem sowie der Ladeinfrastruktur wurden im selektiven Verfahren im Sinne von Art. 12 lit. b IVöB unter Einhaltung der GATT/WTO-Regeln öffentlich ausgeschrieben.

Die Ausschreibung für Elektrobusse mit Schnellladesystem (OCC) erfolgte sowohl im kantonalen Amtsblatt als auch auf SIMAP⁶, von wo aus die Ausschreibungen automatisch an die europäische Plattform TED⁷ weitergeleitet wird. Das Verfahren wurde am 18. Mai 2018 mit der Publikation eröffnet.

Die Beschaffung von E-Bussen mit Schnellladesystem ist weit komplexer als die Beschaffung von herkömmlichen Dieselnissen. Anstelle eines fertigen Produktes mit Konfigurationsmöglichkeiten im Detailbereich (Farbe Stangen, Polster usw.) wird beim E-Bus mit Schnellladesystem ein komplettes System beschafft, welches neben den Bussen auch die Ladeinfrastruktur beinhaltet. Da es sich um eine relativ junge Technologie handelt und private Verkehrsunternehmen in Europa nicht immer eine Ausschreibung machten, sind Ausschreibungen bisher wenig standardisiert. Das Projektteam hat deshalb die Ausschreibung unter Beizug von internen und externen Spezialisten selbst erarbeitet und ein zweistufiges Verfahren gewählt. Damit konnten die Erfahrungen aus der ersten Phase in das Lastenheft (Zusammenstellung der Anforderungen, die ein technisches Produkt erfüllen soll) einfließen. Weiter hat sich das Projektteam entschieden, einen Generalunternehmer zu suchen, der für das komplette System verantwortlich zeichnet. Alternativ hätten die Busse und die Ladeinfrastruktur separat ausgeschrieben werden können. Dies hätte die genaue Spezifikation der Schnittstellen vorausgesetzt und für die VBSH ein zusätzliches Risiko (Zuständigkeitsfrage bei Problemen) dargestellt, weshalb diese Variante verworfen wurde.

⁶ Simap.ch = gemeinsame, elektronische Plattform von Bund, Kantonen und Gemeinden im Bereich des öffentlichen Beschaffungswesens («Système d'information sur les marchés publics en Suisse»)

⁷ TED = Ausschreibungsplattform der EU («Tenders Electronic Daily»)

3.2.1 Stufe 1: Präqualifikation

In der ersten Ausschreibungsstufe – der Präqualifikation – ging es darum, die geeignetsten Anbieter zu ermitteln und den Kreis für die zweite Stufe auf die maximal sechs am besten geeigneten Anbieter einzuschränken.

In der ersten Phase konnten die interessierten Unternehmen einen Teilnahmeantrag einreichen, in welchem sie ihre Eignung als potentieller Anbieter nachweisen konnten.

Massgeblich für die Präqualifikation waren u.a.:

- Bescheinigung Generalunternehmerschaft
- Nachweis funktionierender Referenzen in Europa (Elektrobusse und Ladeinfrastruktur)

Das Projektteam unternahm Referenzbesuche bei allen präqualifizierten Anbietern. Dabei konnte einerseits verifiziert werden, dass die angegebenen Referenzprojekte tatsächlich funktionieren. Andererseits konnte aus den Erfahrungen der Verkehrsbetriebe wichtige Informationen für das Lastenheft gesammelt werden.

Es wurden insgesamt neun Teilnahmeanträge eingereicht. Folgende vier Anbieter qualifizierten sich für die Angebotsabgabe:

- Carrosserie HESS AG (mit Unterlieferant ABB)
- VDL Bus & Coach bv.
- Irizar Sociedad Cooperativa (Irizar e-mobility)
- Volvo Group (Schweiz) AG

3.2.2 Stufe 2: Angebotsphase

In der zweiten Ausschreibungsstufe – der Angebotsphase – wurden die präqualifizierten Anbieter am 19. Oktober 2018 mit dem umfangreichen Lastenheft bedient und eingeladen, ein Angebot einzureichen. Neben der Akzeptanz des Werkvertrages und dem Ausfüllen des Preisblattes wurden die Anbieter eingeladen, Konzeptbeschreibungen zu verschiedenen Bereichen zu erstellen, welche die Grundlage für die qualitative Bewertung darstellten.

Mit 32% am höchsten gewichtet wurde die Wirtschaftlichkeit, wobei der Angebotspreis aller Lieferobjekte inkl. Optionen über die ganze Lebensdauer (Total Cost of Ownership) betrachtet wurde. Mit dem Zuschlagskriterium «Gesamtlösung» wurden auch die Kompetenz und Erfahrung der Schlüsselpersonen sowie die Absicht, Schaffhausen als Unternehmensstandort zu entwickeln, bewertet.

Tabelle 2: Zuschlagskriterien und Gewichtung

Kriterium	Gewichtung
1. Wirtschaftlichkeit Angebotspreis für alle Lieferobjekte plus Optionen in einer Betrachtung über die gesamte Lebensdauer (Total Cost of Ownership)	32%
2. Kommerzielles Verbesserungen der Werkvertragsbedingungen über die Mindestanforderungen hinaus, z.B. erweiterte Garantie oder besserer Service Level	10%
3. Fahrzeugeigenschaften <ul style="list-style-type: none"> – Erhaltungskonzept Lebensdauer – Antriebskonzept – Traktionsbatterie – Pantographenkonzept – Heizung- und Klimakonzept 	22%
4. Ladeinfrastruktureigenschaften Eigenschaften Ladeinfrastruktur	14%
5. Gesamtlösung <ul style="list-style-type: none"> – Gesamtlösungskonzept – Projektmanagement, Schlüsselpersonen – Konzept Standortentwicklung Schaffhausen – Softwarekonzept – Gestaltungsaspekte Fahrzeug – Gestaltungsaspekte Ladearme 	22%

Alle Anbieter wurden im November 2018 zu einer eintägigen Begehung eingeladen. Dabei wurden das Depot, die Bahnhofstrasse und die für die Ladeinfrastruktur vorgesehenen Kellerräumlichkeiten besichtigt.

Am 1. Februar 2019 endete die Frist zur Angebotsabgabe und gleichentags wurde die Offertöffnung durchgeführt. Im Februar 2019 nahmen die Anbieter die Möglichkeit einer Angebotspräsentation wahr.

3.3 Zuschlagserteilung

Als Bewertungsgremium setzte der Stadtrat folgende Personen ein:

- Daniel Preisig, Finanzreferent
- Bruno Schwager, Direktor/Geschäftsführer VBSH
- Nathan Hueber, Leiter Infrastruktur VBSH und Projektleiter E-Bus
- Marcel Seelhofer, Leiter Betrieb VBSH
- Christoph Schmidt, Leiter Finanzen VBSH
- Christoph Wahrenberger, Leiter Marketing & Kommunikation VBSH
- André Roth, Leiter Technik Zugerland Verkehrsbetriebe
- Stefan Mayer, Geschäftsbereichsleiter Elektrizität SH POWER
- Matthias Rödter, zertifizierter Beschaffungsexperte vom Bundesamt für Bauten und Logistik BBL (CMD Management Group GmbH)

Die eingegangenen Angebote wurden eingehend geprüft. Unter Einhalten der vergaberechtlichen Vorgaben wurden Anbieterbesprechungen durchgeführt. Anhand der in der Ausschreibungsunterlagen definierten Kriterien wurde das beste Angebot evaluiert und für den Zuschlag empfohlen.

«Irizar Sociedad Cooperativa» erhielt den Zuschlag unter Vorbehalt eines erfolgreichen Testbetriebs vor Ort in Schaffhausen sowie der Zustimmung der zuständigen Gremien (Stadtparlament, Volksabstimmung).

Der Zuschlag wurde am 29. März 2019 auf SIMAP und im Amtsblatt des Kantons Schaffhausen publiziert. Gegen den Zuschlag wurde kein Rechtsmittel ergriffen und er ist somit rechtskräftig.

3.4 Resultate des Ausschreibungsverfahrens

Das Angebot von «Irizar Sociedad Cooperativa» überzeugte mit einer guten Wirtschaftlichkeit, einer besonders leistungsstarken Ladeinfrastruktur und einem aussergewöhnlichen Fahrzeugdesign. «Irizar Sociedad Cooperativa» bietet zusammen mit seinen Tochterunternehmen «Irizar e-mobility» (Elektromobilität), «Jema» (Elektroanlagen) und «datik» (Software) sowie mit dem deutschen Integrationspartner «Ferrostaal» eine Gesamtlösung an.

4. Vorstellung des Elektrobus-Systemlieferanten Irizar

4.1 Irizar Gruppe

«Irizar e-mobility» ist ein Unternehmen der Irizar-Gruppe (Irizar Sociedad Cooperativa) mit insgesamt 3'300 Mitarbeitenden und Sitz in Spanien. Neben «Irizar e-mobility» (Fahrzeuge und Komponenten für Elektromobilität) sind die Schwesterunternehmen «Jema» (Leistungselektronik) und «datik» (IT-Lösungen für Flottenmanagement) am VBSH-Projekt beteiligt. Irizar ist als Genossenschaft organisiert.

Portrait «Irizar e-mobility»: <https://vimeo.com/271649374>

4.2 Eigenes Elektrobuswerk

Irizar hat 2018 in Aduna (Spanien, Provinz Guipúzcoa) das erste Fahrzeugwerk in Europa eröffnet, welches ausschliesslich Elektrofahrzeuge produziert. Hier besteht die Möglichkeit bis zu 1'000 Fahrzeuge pro Jahr zu bauen. Zusätzlich werden die Batterien hier final gefertigt.

Abbildung 11: Elektrobuswerk von Irizar in Nordspanien



4.3 Referenzen von Irizar e-mobility

Auf dem europäischen Markt hat Irizar e-mobility bis 2018 172 Elektrobusse ausgeliefert und positioniert sich aktuell als fünftgrösster Elektrobuslieferant⁸.

Tabelle 3: Auszug aus den Referenzen von Irizar

Stadt	Anzahl Busse	Betreiber	Beschreibung
San Sebastian (Spanien)	3	Dbus	– 3 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit September 2014
London (UK)	2	Go Ahead	– 2 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit Mai 2015

⁸ Quelle: Datenerhebung von UITP («Union Internationale des Transports Publics») vom April 2019

Marseille (Frankreich)	6	RTM	<ul style="list-style-type: none"> – 6 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit Juni 2016
Azuqueca de Henares (Spanien)	1	Maitours	<ul style="list-style-type: none"> – 1 Solobus Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit April 2016
Viladecans (Spanien)	1+13	Baixbus	<ul style="list-style-type: none"> – 1 Solobus Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit April 2015
			<ul style="list-style-type: none"> – 13 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Lithium NMC-Batterie) – in Betrieb seit Januar 2019
Madrid (Spanien)	15	EMT Madrid	<ul style="list-style-type: none"> – Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit Januar 2018
Bilbao (Spanien)	4+2	Bilbobus / Biobide	<ul style="list-style-type: none"> – 4 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit Oktober 2016
			<ul style="list-style-type: none"> – 2 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Lithium NMC-Batterie) – in Betrieb seit Oktober 2018
Valencia (Spanien)	1	EMT Valencia	<ul style="list-style-type: none"> – 1 Solobus Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit Januar 2018
Luxemburg (Luxemburg)	6	Voyages Ecker	<ul style="list-style-type: none"> – 6 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit April 2018
Le Havre (Frankreich)	3	CODAH/ Transdev	<ul style="list-style-type: none"> – 3 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit Februar 2018
Badalona (Spanien)	4	TUSGSAL	<ul style="list-style-type: none"> – 4 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Lithium NMC-Batterie) – in Betrieb seit Januar 2019
Bragança (Portugal)	2	Camara do Bragança	<ul style="list-style-type: none"> – 2 Solobusse Typ «ieBus 10.8» – Depotladung über Nacht (Lithium NMC-Batterie) – in Betrieb seit Oktober 2018
Düsseldorf (Deutschland)	10	Rheinbahn	<ul style="list-style-type: none"> – 10 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Lithium NMC-Batterie) – Lieferstatus: bestellt
Barcelona (Spanien)	4+2	TMB	<ul style="list-style-type: none"> – 4 Gelenkautobusse Typ «ieTram 18» – Schnellladesystem (Lithium LTO Batterie) – in Betrieb seit Juli 2018
			<ul style="list-style-type: none"> – 2 Solobusse Typ «ieBus 12» – Depotladung über Nacht (Natrium-Nickel-Batterie) – in Betrieb seit Juli 2018
Amiens (Frankreich)	43	Amiens Metropole/Keolis	<ul style="list-style-type: none"> – 43 Gelenkautobusse Typ «ieTram» – Schnellladesystem (Lithium LTO Batterie) – Inbetriebnahme im Mai 2019
Bayonne (Frankreich)	18	STACBA/Keolis	<ul style="list-style-type: none"> – 18 Gelenkautobusse Typ «ieTram» – Schnellladesystem (Lithium LTO Batterie) – in Betrieb seit Januar 2019

4.4 Integrationspartner Ferrostaal

Für die Projektentwicklung im deutschsprachigen Raum arbeitet Irizar mit der Firma Ferrostaal mit Sitz in Essen (Deutschland) zusammen.

5. Werkliefervertrag

5.1 Lieferobjekte

Zu den vertraglich vereinbarten Lieferobjekten gehören:

- ① Elektrobusse
- ② Ladeinfrastruktur am Bahnhof
- ③ Ladeinfrastruktur im Depot
- ④ Monitoring Software für das System
- ⑤ Service- und Wartungsmaterial
- ⑥ Dienstleistungen

Für die Busse ① und die Ladeinfrastruktur ②+③ gelten die in Tabelle 4 festgehaltenen Mengengerüste. Mit den Optionen, welche einzeln ziehbar sind, sichern sich die VBSH die Möglichkeit (aber ohne Verpflichtung), die Flotte vollständig zu gesicherten Preisen umzustellen.

Tabelle 4: Mengengerüste Lieferobjekte Busse und Ladeinfrastruktur

Beschaffungszeitraum	Grundlos 2019-21	Option 2022-27	Total
Busse ①			
Solobus 12 m	7	11	18
Gelenkbus 18 m	8	21	29
Ladeinfrastruktur ②+③			
Schnelllader 600 kW	12+1	8	21
Übernachtlander Depot 50 kW	8x2	18x2	52

Die Schnelllader im Grundlos umfassen 12 Ladearme am Bahnhof und 1 Ladearm beim Depot Ebnat. Die 8 optionalen Schnelllader sind für mögliche Erweiterungen des Liniennetzes vorgesehen.

Zur Steuerung des Energiebezuges ist für die Ladeinfrastruktur im Depot Ebnat ein Lastmanagementsystem zu liefern.

Für die gesamte Lebensdauer des Systems (Busse und Ladeinfrastruktur) wurde ein vordefinierter Warenkorb an Service- und Wartungsmaterial ⑤ preislich festgelegt.

Im Lieferumfang sind ferner folgende, für das Projekt notwendige Dienstleistungen ⑥ enthalten:

- Projektdienstleistungen (Projektleitung, Detailkonzeptionierung, Testing, Durchführung Pilotbetrieb etc.)
- Schulungen
- «Early Life»-Support (Vor-Ort-Unterstützung im Einführungsprozess)
- Wartung in den ersten sechs Monaten

Für Zusatzdienstleistungen wurden Tagessätze vereinbart.

5.2 Vertragliche Absicherungen

5.2.1 Generalunternehmermodell

Im Werkliefervertrag wird mit dem Generalunternehmermodell geregelt, dass «Irizar Sociedad Cooperativa» die Gesamtverantwortung für die Produktion, Lieferung, Installation und Inbetriebnahme des Gesamtsystems bestehend aus E-Bussen und Ladeinfrastruktur trägt.

Damit wird sichergestellt, dass von der definierten Schnittstelle aus die VBSH für das Gesamtsystem nur einen Ansprechpartner und Verantwortlichen hat. Allfällige Probleme zwischen E-Bussen und Ladeinfrastruktur liegen in der Verantwortung des Generalunternehmers.

Die Mitwirkungspflicht der VBSH wurde im Vertrag auf ein Minimum reduziert.

5.2.2 Abnahmekriterien und Vertragsstrafen

Um mögliche Projektrisiken für die VBSH zu minimieren, wurden im Vertrag verschiedene Mechanismen definiert.

Es sind objektive Abnahmekriterien zu klar definierten Meilensteinen (vgl. Kap. 7.4) des Projektes ausformuliert. Der Generalunternehmer steht so lange in der Pflicht zur Nachbesserung, bis die Abnahmekriterien erfüllt sind.

Im Vertrag wurden Leistungspönalen (Vertragsstrafen) vereinbart, welche zum Tragen kommen, wenn die Anforderungen nicht erfüllt werden. Die zentralen Leistungspönalen sind:

- Terminverzögerung Abnahme Vorserie: 1'000 Fr./Tag
- Terminverzögerung Lieferung Busse Rollout: 200 Fr./Tag und Bus
- Terminverzögerung Lieferung Ladeinfrastruktur Rollout: 1'000 Fr./Tag
- Energieverbrauch der Fahrzeuge: Pönalisiert bei Überschreiten des angegebenen Durchschnittsverbrauchs um mehr als 5%
- Nichteinhaltung der Verfügbarkeitsvorgaben der Busse und des Gesamtsystems sowie der maximalen Haltezeiten für die Schnellladung.

Bei Nichteinhaltung der zugesicherten Systemverfügbarkeit ist eine Konventionalstrafe bis 10% der Vergütung möglich. Bezüglich der zugesicherten Werte beim Energieverbrauch, der Passagierzahlen und über den gesamten Auftrag ist die Begrenzung bei 15% festgelegt.

5.2.3 Rückabwicklung

Als letzte Absicherung ist im Werkliefervertrag eine Rückabwicklungsklausel vorgesehen. Diese bezweckt, dass bei Lieferung einer funktionsuntüchtigen Lösung durch den Lieferanten, eine Rückabwicklung des Projektes möglich ist.

Die Rückabwicklungsklausel kann nicht leichtfertig beansprucht werden. Sie dient im Sinne einer Absicherung dazu, den möglichen Schaden, der durch ein nichtfunktionierendes Projekt entstehen könnte, zu begrenzen.

6. Lösungskonzept

6.1 Elektrobus

Irizar liefert ihre neusten Busse des Typs «ieTram» in den Ausführungen als Solobus (12 m) und Gelenkbus (18 m). Die Fahrzeuge bestechen durch ihr aussergewöhnliches Design, welches an ein Tram erinnert. Die Fahrgäste und die Bevölkerung sehen so, dass es sich um eine neue innovative Generation von Elektrobussen handelt. Das Fahrzeug gewann 2018 den Preis als «umweltfreundlichstes Fahrzeug» und war «Bus des Jahres» in Spanien.

Abbildung 12: Irizar ieTram (Gelenkbus) vor Werk in Spanien

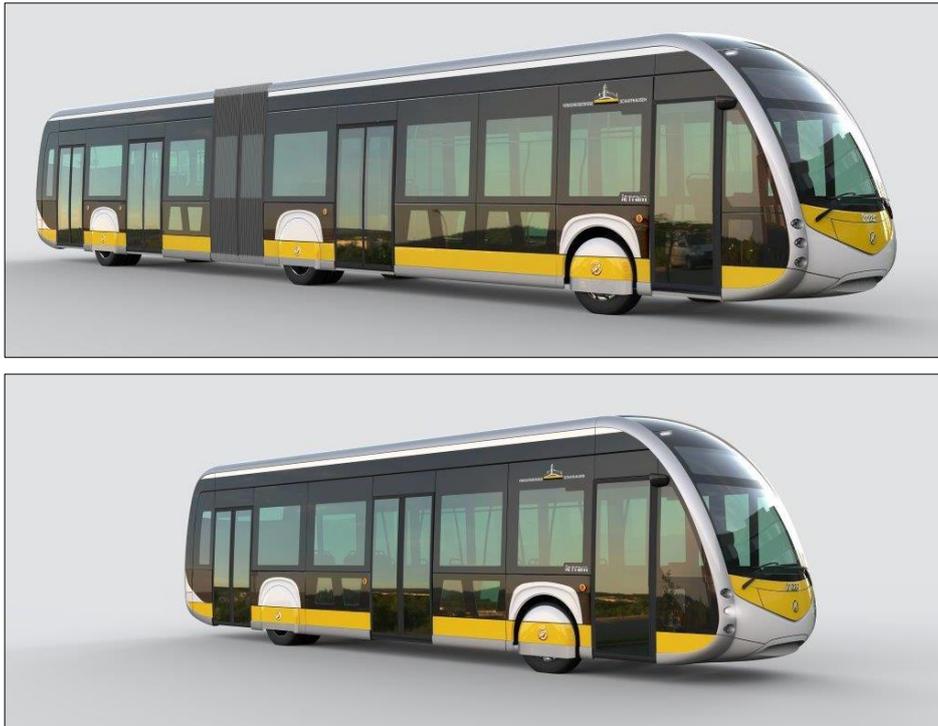


Im bestehenden Erscheinungsbild der VBSH könnten die Busse wie folgt gestaltet werden, wobei es eine Variante im klassischen Strassenbahnstil (Abbildung 13) und eine lichtdurchlässigere Variante mit Fenstern im Niederflurbereich (Abbildung 14) gibt.

Abbildung 13: Designstudie für Schaffhausen im Strassenbahnstil



Abbildung 14: Designstudie für Schaffhausen mit grossflächigen Fensterfronten



Das «Irizar ieTram» wurde speziell für die Anforderungen der Elektromobilität entwickelt. Mit dem Tram-Design wird ein Statement für innovative Antriebe gesetzt und gezeigt, dass es sich nicht um einen Bus mit konventionellem Antrieb handelt. Da es sich um eine Neuentwicklung handelt und diese auf die Anforderungen der Elektromobilität ausgerichtet wurde, haben sich folgende Besonderheiten ergeben:

- Dachkonstruktion speziell auf die Anforderungen von hohen Dachlasten ausgelegt
- Spezielle Stabilisatoren für ein optimales Fahrgefühl trotz höherer Dachlasten (Batterien und Technik sind auf dem Dach)
- Verstärkte Streben auf Grund der höheren Dachlasten
- Rückspiegelkameras anstatt klassischer Rückspiegel
- Teiltransparenter Faltenbalg
- Fenster bis zum Boden (optional, mehr natürliches Licht und tieferer Energieverbrauch für Beleuchtung)
- Heizung/Klima mit energieoptimierter Wärmepumpe

Der Fahrzeugunterbau ist aus stabilem Edelstahl konstruiert und der gesamte Aufbau aus leichtem Aluminium.

Aufgrund der grossen Fenster und dem teiltransparenten Faltenbalg besticht der Innenraum durch den grossen Anteil an natürlichem Licht.

Abbildung 15: Designstudie Innenraum



Die Fahrzeuge haben zwei Plätze für Kinderwagen und/oder Rollstühle, welche mit separaten Stopp Tastern bestückt sind. Die Sitz- und Haltestangenaufteilung wird so realisiert, dass sowohl Kinderwagen als auch Rollstühle ausreichend Manövrierraum haben. Zusätzlich ist Tür 2 mit einer Rampe ausgestattet, um den Ein- und Ausstiegsprozess zu erleichtern.

Die Sitze können von den VBSH nach ihren Vorgaben ausgestattet werden. Es sind Stoffsitze vorgesehen. Der Boden der Niederflrbusse ist mit einem rutschfesten Parkettimitat ausgestattet.

Bei den gezeigten Designstudien handelt es sich um Beispielbilder. Die exakte Ausstattung nach Schweizer Normen (Behindertengleichstellungsgesetz) wird im Rahmen der Bestellung spezifiziert.

Abbildung 16: Designstudie Innenraum



Der Bus wird standardmässig mit USB-Anschlüssen an allen Sitzen und WLAN ausgerüstet.

Für den Chauffeur-Arbeitsplatz wird ein Sitz der Marke ISRI eingebaut, welcher höchster ergonomischen Sitzkomfort bietet, über Armlehnen verfügt und separat gekühlt, beheizt und belüftet werden kann.

Der Bus verfügt über digitale Rückspiegel, welche auch bei Dunkelheit eine ausgezeichnete Sicht bieten, da die Kamera sich an die Umgebungslichtverhältnisse anpasst und dem Fahrer somit ein optimales Bild von der Fahrzeugumgebung gibt.

Abbildung 17: Chaffeur-Arbeitsplatz mit Armaturenbrett



Abbildung 18: Chaffeur-Arbeitsplatz



Das Fahrzeug wurde speziell darauf ausgerichtet, die mit dem Behindertengleichstellungsgesetz vorgeschriebenen 22 cm hohen Haltekanten (Zürich Board) anfahren zu können. Die Fahrzeugfront und bei Gelenkbussen der Faltenbalg touchieren dabei die Haltekante nicht (Fachbegriff: Überwischen).

6.2 Batterie und Ladesystem

Irizar verwendet Batteriezellen des Herstellers Toshiba der Technologie LTO (Lithiumtitanat-Akkumulator, Markenname «SCiB»), welche sich besonders gut für Schnellladungen eignen. Die Batteriezellen werden im Elektrobuswerk von Irizar zu Modulen und Batteriepaketen (Unit Battery Pack, UBP) mit integriertem Klimatisierungssystem zusammengefügt.

Abbildung 19: Batterie-Pack (UBP)



Die Batterie von Irizar weist eine sehr hohe Lebensdauer von 16 Jahren auf und entspricht den europäischen Sicherheitsstandards für E-Bus Traktionsbatterien. Damit wird sichergestellt, dass die Batterien für den öffentlichen Personennahverkehr und im Einklang mit allen Vorschriften und Sicherheitsstandards eingesetzt werden können. Im Rahmen des Einführungsprojektes werden die Werkstatt sowie die Feuerwehr im Umgang mit dem Batteriespeicher geschult.

Auf den Solobussen sind drei UBP mit einer Batteriekapazität von je 30 kWh (total 90 kWh) und auf den Gelenkautobussen fünf UBP (total 150 kWh) vorgesehen. Damit wird eine Reichweite von 50 bis 60 km erreicht. Es wird sichergestellt, dass der Bus, wenn nötig, auch ohne Nachademöglichkeit auf der anspruchsvollsten Linie (Linie 6) und bei widrigsten Bedingungen mindestens drei Halbumläufe fahren kann, bevor er eine Ladestelle anfahren muss. Das heisst, dass der Bus notfalls zweimal ohne Laden am Bahnhof vorbeifahren kann, bevor er zwingend eine Nachladung benötigt.

Die Batterien und die Ladeinfrastruktur sind auf die Schaffhauser Verhältnisse optimiert. Dazu wurden die Linienprofile, die Fahrgastzahlen, das Klima, der Fahrplan inkl. «Verspätungsteppich» und die Alterung der Batterie berücksichtigt. Der Lieferant garantiert die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Systems auch bei widrigen Umständen (Minustemperaturen, tiefe Personenbelegung im Bus, Batterie am Ende der Lebensdauer). Die Haltezeit muss dazu je nach Linie drei bis vier Minuten dauern, was in den normalen Betriebszeiten durch Fahrplanjustierungen möglich ist.

Die Ladung der Batterien erfolgt über ein Schnellladesystem am Bahnhof Schaffhausen bei einer Leistung von 600 kW. Dafür verbindet sich der auf dem Dach montierte Pantograph (Schunk) mit dem Kontakthut des Ladearmes.

Abbildung 20: ieTram bei der Schnellladung mit dem Pantograph am Ladearm (Standard-Design des Herstellers)



Ergänzend dazu werden die Busse im Depot der VBSH mit einer Leistung von 50 kW über Nacht geladen. Dieser Ladevorgang stellt einerseits sicher, dass sie frühmorgens temperiert und mit vollen Batterien aus dem Depot fahren können. Andererseits ist die langsamere Übernachtladung wichtig für die Ausbalancierung der Batteriezellen, was die Lebensdauer der Batterien positiv beeinflusst. Die Übernachtladung kann mit einer Steckerlösung oder über den Pantographen (höhere Investition, höhere Effizienz im Betrieb) erfolgen.

Die Depotladegeräte sind modular aufgebaut, was die Erhöhung der Ladeleistung auf 100 kW in der Zukunft ermöglicht. Dies ist sinnvoll, wenn in der Zukunft eine Erhöhung der Batteriekapazitäten möglich sein sollte.

Abbildung 21: Doppel-Übernachtlader mit Stecker am Bus



6.3 Leistungselektronik im Keller der Hauptpost

Um die Ladearme an der Bahnhofstrasse mit ausreichend und richtig konditionierter Energie zu versorgen, wird eine ausfallsichere und leistungsfähige Leistungselektronik benötigt. Um die Leitungsverluste möglichst gering zu halten, wurde mit der «Post Immobilien AG» ein Mietvertrag für die Räumlichkeiten im nahe gelegenen Keller der Hauptpost abgeschlossen. Für die Miete entstehen den VBSH jährliche Kosten von 42'000 Franken exkl. MwSt.

SH POWER baut eine 10 kV-Leitung vom Unterwerk Mühlenstrasse bis in den Keller der Hauptpost. Vom Unterwerk Mühlenstrasse bis zum Obertorturm wird dazu der bestehende, begehbare Energiestollen der unter der Grabenstrasse durchführt, benutzt.

Jeder Ladegleichrichter besitzt einen eigenen Transformator zur galvanischen Trennung der Systeme. Die Verteilung der Energie erfolgt über eine dreigeteilte Mittelspannungsschaltanlage, so dass im Revisions- oder Störfall maximal 1/3 der Ladegleichrichter betroffen wären. Aus Redundanzgründen wird ein zusätzlicher Revisionsanschluss aus der Trafostation im Personenbahnhof erstellt. Damit ist sichergestellt, dass bei Ausfall oder Revision des Hauptanschlusses die Ladegleichrichter mit eingeschränkter Kapazität weiter betrieben werden könnten.

Die für die Platzierung der Elektronik notwendigen Bauarbeiten in den Mieträumlichkeiten (Entfernen nicht tragender Wände) werden im Auftrag der VBSH vorgenommen.

Von den Ladegleichrichtern erfolgt die Verteilung mit Gleichspannungskabeln in Rohrblöcken an die Ladearme beidseitig der Bahnhofstrasse. Die Trassen werden vorgängig in der Mitte der Bahnhofstrasse verlegt. In diesem Zusammenhang werden auch Leitungen anderer Medien umgelegt, optimiert und gegebenenfalls erneuert.

6.4 Energiekonzept

Elektrisch betriebene Fahrzeuge machen ökologisch nur Sinn, wenn die Antriebsenergie weitgehend CO₂-frei produziert wird. Dazu stehen im Laufwasserkraftwerk der KWS AG in der Mühlenstrasse genügend Produktions- und Umspannkapazitäten zur Verfügung. SH POWER hat den VBSH zugesichert, die benötigte Energie mit regional produzierten Strom aus Wasserkraft decken zu können unter Einhaltung der geforderten Umweltstandards.

Durch die Direktleitung vom Unterwerk Mühlenstrasse zum Bahnhof ist netzseitig ein Engpass ausgeschlossen. Durch die Verwendung von Strom als Antriebsenergie wird die Abhängigkeit von fossilen, aussereuropäischen Energieträgern eliminiert.

VBSH und SH POWER sind zu 100% im Eigentum der Stadt Schaffhausen, so dass die Energiebeschaffung als Inhouse-Geschäft ohne Ausschreibung erfolgen kann.

SH POWER realisiert und koordiniert die Netzanschlüsse ab Unterwerk Mühlenstrasse bzw. ab Trafostation Personenbahnhof und begleitet das Projekt hinsichtlich der Energieverteilung innerhalb des Postgebäudes und von dort bis zu den Ladearmen in der Bahnhofstrasse.

7. Bahnhofstrasse

Die Bahnhofstrasse Schaffhausen ist der zentrale Knoten- und Umsteigepunkt für alle Fahrgäste. Dort kreuzen sich alle Buslinien (Ausnahme: Linie 9 und selbstfahrende Kleinbuslinie 12) und die Fahrzeuge halten fahrplanbedingt eine längere Zeit an. Aus Gründen der Kosteneffizienz bietet sich deshalb der Bahnhof als zentraler Standort der Schnellladestationen an.

Für die Aufwertung der Bahnhofstrasse wurde ein paralleles Projekt lanciert. Dieses sieht vor, den Halteperron auf der Seite Post zu verbreitern und die Passagierdächer durch neue zu ersetzen (Kap. 7.3).

Da die Einführung der Elektrobusse vor der Aufwertung der Bahnhofstrasse realisiert und die Abhängigkeit der Projekte reduziert werden soll, wird für die ersten Jahre im Rahmen einer Übergangslösung von der Montage von zwölf Ladearmen an der Bahnhofstrasse ausgegangen (Kap. 7.2).

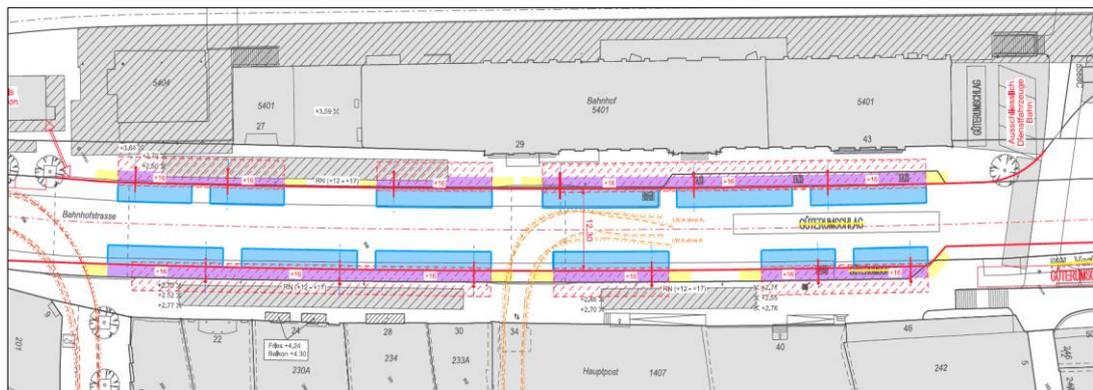
Unabhängig von der Elektrifizierung braucht es am Bahnhof Schaffhausen für die Ortsverkehrsbusse längere Haltekanten (Kap. 7.1).

7.1 Neues Haltestellenkonzept an der Bahnhofstrasse

Die Kapazitätsgrenze der bisher auf der Linie 5 eingesetzten Standardbusse wird in den Spitzenzeiten bereits heute erreicht. Zusätzlich wird die Linie 5 bis zum Schlossweiher in Herblingen verlängert, was einen weiteren Anstieg der Fahrgastzahlen zur Folge haben wird. Entsprechend werden am Bahnhof neu vier statt wie bisher drei Gelenkbushaltestellen und nur noch zwei statt wie bisher drei Standardbushaltestellen benötigt.

Die Busse werden sowohl in der Übergangslösung als auch im Aufwertungsprojekt wie in Abbildung 22 platziert. Auf Seite Hauptpost und auf Seite Bahnhof gibt es je zwei Blöcke. Ein Block für vier Gelenkbusse (18 m) und ein zweiter Block für zwei Solobusse (12 m).

Abbildung 22: Neues Haltestellenkonzept



Der erste Bus, welcher in die Bahnhofstrasse hineinfährt, platziert sich immer an der vordersten Ladestation des jeweiligen Blockes. Das heisst, dass die Haltepunkte linienunabhängig sind. Ein unabhängiges Einfahren innerhalb eines Blockes ist nicht möglich. Ein unabhängiges Ausfahren ist für alle Fahrzeuge immer möglich, da sie jeweils einen Abstand von drei Meter zu einander aufweisen.

Der Ladearm wird auf der rechten Seite des Busses, exakt über der Vorderachse positioniert. Die roten Striche auf dem Bild zeigen jeweils die Vorderachse der Fahrzeuge (Abbildung 22).

7.2 **Aufwärtskompatible Übergangslösung**

Für die Übergangslösung wird die Bahnhofstrasse im Vergleich zu heute nur in einzelnen Punkten angepasst, wie zum Beispiel die Verschiebung der Taxi-Halteplätze vor die Ticketeria, die Verlängerung der Haltekante für Busse und die Montage der Ladearme.

Die baulichen Anpassungen an den Haltekanten und die Verschiebung der Taxiplätze sind unabhängig vom Elektrobus-Projekt notwendig und der Investitionskredit dazu wird über den Budgetweg beantragt.

Die Ladearme, die Fundamente dazu sowie die Kabeltrassen sind hingegen Teil des Elektrobusprojektes. Die Position der Ladearme ist abgestimmt auf die zukünftige Position der Trägersockel der künftigen Bus-haltestellendächer, so dass möglichst keine zusätzlichen Tiefbauarbeiten notwendig sind.

Abbildung 23: Visualisierung der Übergangslösung mit Ladearmen



Die Erschliessung der Ladearme (Abbildung 24) erfolgt unterirdisch. In der Mitte der Bahnhofstrasse verläuft ein Rohrblock mit Zugschächten. Die Ladearme der Schnellladestationen werden immer vom in der Mitte der Strasse verlegten Rohrblock aus erschlossen. Dieser Rohrblock beginnt in Fahrtrichtung auf der linken Seite beim Obertorturm und endet im Untergeschoss der Hauptpost Schaffhausen, wo die Leistungselektronik in gemieteten Räumlichkeiten untergebracht wird.

Abbildung 24: Erschliessung der Ladearme



7.3 Paralleles Projekt Aufwertung Bahnhofstrasse

Parallel zur Elektrifizierung der Stadtbusflotte plant die Stadt die Aufwertung der Bahnhofstrasse. Der Grosse Stadtrat hat dazu im Dezember 2018 das neue Ziellayout genehmigt und einen Planungskredit bewilligt.

Die Kernpunkte des Aufwertungsprojektes sind folgende:

- Die bestehenden Passagierdächer der Busbahnhöfe werden durch neue ersetzt.
- Die bestehende Ladearme (Kontakthüte) der VBSH sollen in die neuen Busdächer integriert werden.
- Auf der Seite Altstadt wird das Trottoir breiter, d.h. die Haltekante der Busse der VBSH wird verschoben.
- Die bestehenden Halteplätze der Busse der VBSH bleiben im Vergleich zur Übergangslösung unverändert (mit Ausnahme der Trottoirverbreiterung).
- Die Haltekanten für die Busse werden gemäss Behindertengleichstellungsgesetz erhöht.

Abbildung 25: Beispielhafte Visualisierung des Projektes Aufwertung Bahnhofstrasse



7.4 Koordination der Bauarbeiten, zusätzliche Ladevorrichtungen

An der Bahnhofstrasse ist die Sanierung aller Werkleitungen nötig. Darin enthalten sind Gas, Wasser, Strom und die Kanalisation. Um die Beeinträchtigung des Betriebes möglichst gering zu halten, sollen diese Arbeiten gleichzeitig mit dem Bau der nötigen Infrastruktur für die E-Busse erfolgen.

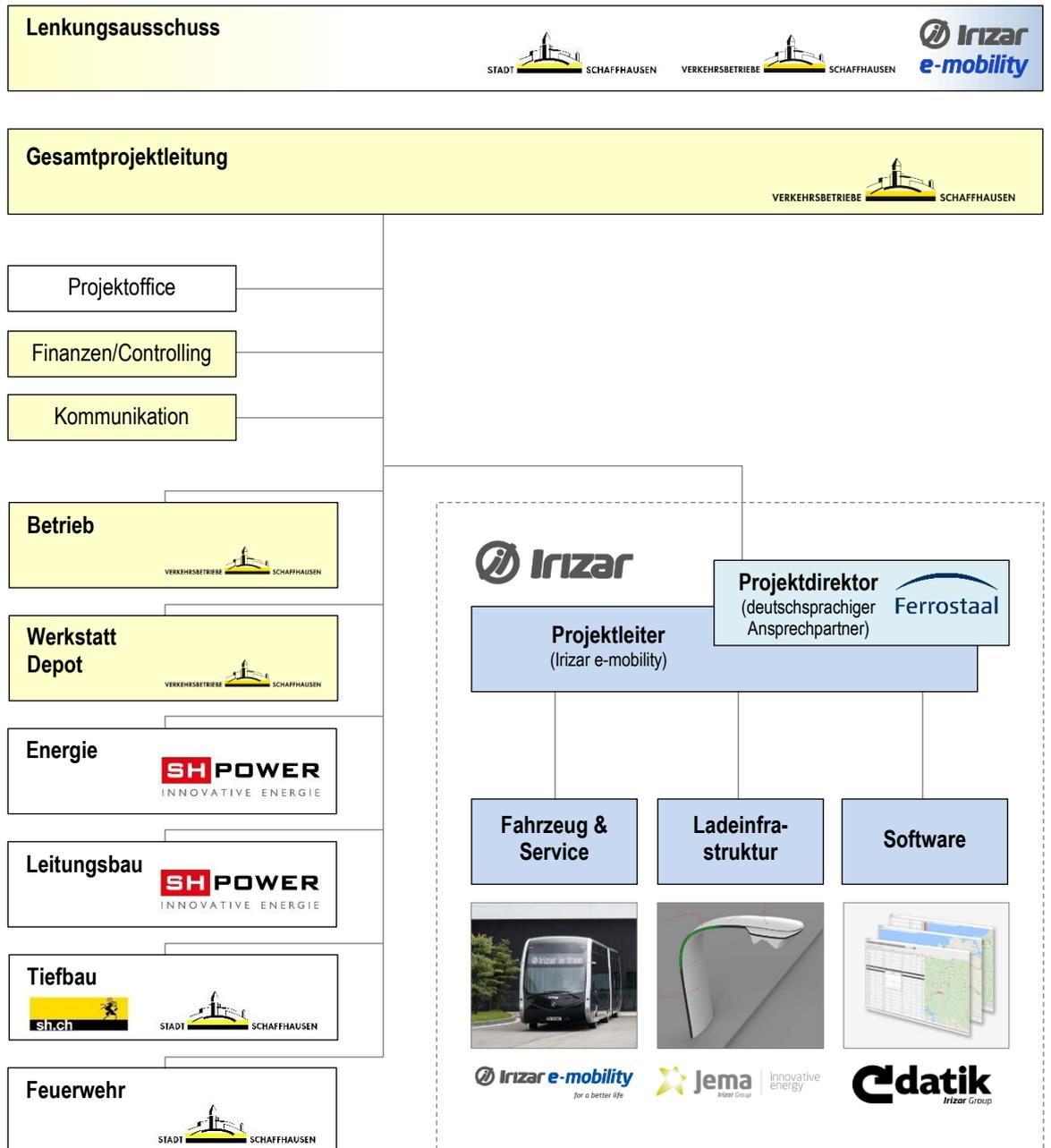
Für die Koordination der verschiedenen Bauarbeiten an der Bahnhofstrasse erfolgt eine intensive Abstimmung aller beteiligten Gewerke und deren Rahmenbedingungen.

Um die Arbeiten möglichst zügig vorantreiben zu können, werden zusätzliche Ladevorrichtungen in Bahnhofsnähe vorgesehen. Diese ermöglichen die Ladung der Busse an anderer Stelle und machen eine effizientere Etappierung möglich. Weiter erhöhen zusätzliche Ladevorrichtungen die Ausfallsicherheit.

8. Projektorganisation

Für die Abwicklung und Steuerung des Projektes ist eine referatsübergreifende Projektorganisation vorgesehen. Die Gesamtprojektleitung liegt bei den VBSH, sie koordiniert den Lieferanten und stellt die städtischen Beistellungen sicher. Seitens Lieferant Irizar wird ein Gesamtprojektleiter gestellt.

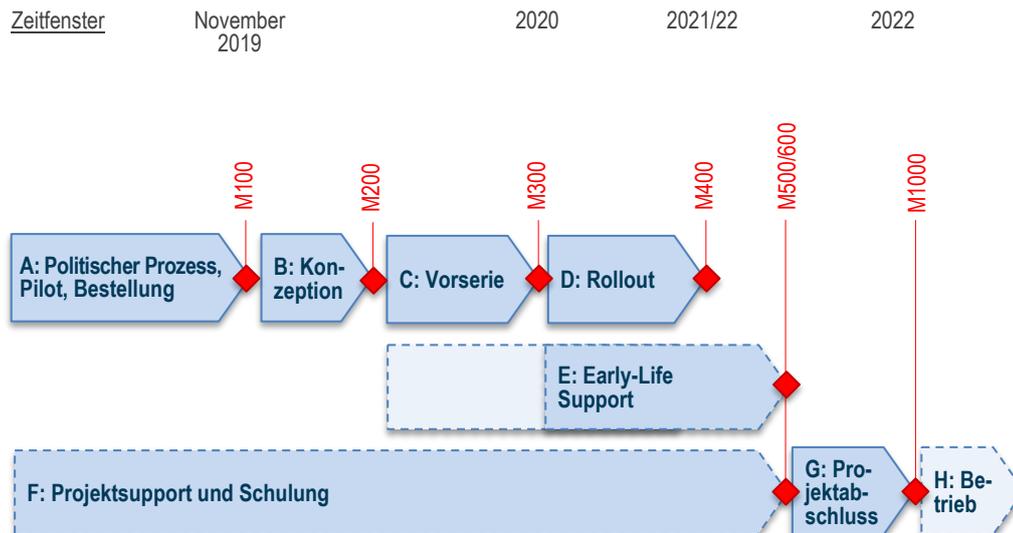
Abbildung 26: Projektorganisation mit beteiligten Partnern (vereinfacht)



9. Projektplan

Die Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem entspricht der Einführung eines auf die Stadt Schaffhausen spezifisch zugeschnittenen Systems. Mit dem Lieferanten wurde folgender Phasenplan mit Meilensteinen verbindlich festgelegt.

Abbildung 27: Übersicht Projektplan



Die Einführung von Elektrobussen erfordert bauliche Massnahmen an der Bahnhofstrasse und damit einen fortlaufenden und engen terminlichen Abgleich mit dem parallel geführten Projekt «Aufwertung Bahnhofstrasse» und der Sanierung der Werkleitungen (vgl. Kap. 7). Ziel ist, die Bauarbeiten möglichst in einem Schritt durchführen zu können und damit die Störungen des Betriebes und anderer Nutzungen möglichst gering zu halten.

Die Terminplanung ist mit der Umrüstung der Trolleybusse auf IMC-Technologie (Rückbau der Fahrleitungen), dem Projekt Aufwertung Bahnhofstrasse und der Sanierung der Werkleitungen abzustimmen.

9.1 Projektphasen

Der Phasenplan sieht folgende Phasen, Arbeitspakete und Tätigkeiten vor:

Tabelle 5: Projektphasen

Phase	Arbeitspaket	Wichtige Tätigkeiten
A	Politischer Prozess, Pilot und Bestellung <i>Während des politischen Prozesses findet in Schaffhausen die Präsentation des Fahrzeuges und ein Pilotbetrieb statt.</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Vorberatung in Spezialkommission des Grossen Stadtrates – Beratung und Beschluss im Grossen Stadtrat – Volksabstimmung
	Pilotbetrieb in Schaffhausen	<ul style="list-style-type: none"> – Planung Pilotbetrieb – Schulung Chauffeure – Durchführung Pilotbetrieb
	Bestellung	<ul style="list-style-type: none"> – Bestellvorbereitung – Bestellung
B	Konzeption und Planung <i>Die Konzeptions- und Planungsphase dient der Detaillierung der Planung.</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Detailplanung – Abnahme Detailplanung – Verfassen Testkonzept und Testfälle (Integrationstests und Systemtests) – Abnahme Testkonzept und Testfälle
C	Lieferung, Installation und Inbetriebnahme der Vorserie <i>Die Einführung und die Tests sind in zwei Etappen (Vorserie und Rollout) mit je zwei Systemtests vorgesehen. Damit sollen der Anpassungsaufwand und die Risiken minimiert werden. In der Etappe Vorserie werden mit zwei Bussen (je ein Solobus und ein Gelenkbus) die ersten zwei Systemtests durchgeführt:</i> 1. Systemtest I: Zwei Fahrzeuge mit Ladearm im Depot und zwei Übernachtslader 2. Systemtest II: Zwei Fahrzeuge mit zwei Schnellladern am Bahnhof	<ul style="list-style-type: none"> – Lieferung und Montage eines Ladearms im Depot Ebnet – Integrationstest Ladevorrichtung mit Abnahme
	Lieferung und Montage von zwei Übernachtsladern	<ul style="list-style-type: none"> – Lieferung und Montage von zwei Ladevorrichtungen im Depot Ebnet – Integrationstest Ladevorrichtungen mit Abnahme
	Lieferung von zwei Vorserienfahrzeugen (je 1 Solobus und 1 Gelenkbus)	<ul style="list-style-type: none"> – Vorprüfung erstes Fahrzeug im Werk durch VBSH – Behördliche Zulassung der E-Busse – Auslieferung von zwei E-Bussen – Fahrzeug-Abnahme durch die VBSH
	Systemtest I (mit den Vorserienfahrzeugen ab Ladestation Depot Ebnet)	<ul style="list-style-type: none"> – Systemtest mit Vorserienfahrzeugen ab Ladestation Depot Ebnet – Abnahme Systemtest I – Mängelbehebung
	Lieferung und Montage von zwei Ladearmen Bahnhofstrasse mit Leistungselektronik	<ul style="list-style-type: none"> – Lieferung und Montage von zwei Ladearmen Bahnhofstrasse und Leistungselektronik – Integrationstest Ladearme und Leistungselektronik – Mängelbehebung
	Systemtest II (mit den Vorserienfahrzeugen ab Ladestation Bahnhof)	<ul style="list-style-type: none"> – Systemtest mit Vorserienfahrzeugen ab Ladestation Bahnhof – Abnahme Systemtest II – Mängelbehebung – Freigabe für Produktivbetrieb der Vorserie
D	Lieferung, Installation und Inbetriebnahme Rollout <i>In der Etappe Rollout werden alle Ladearme am Bahnhof montiert und schrittweise alle verbleibenden 13 Fahrzeuge in Betrieb genommen. Folgende Systemtests werden durchgeführt:</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Auslieferung und Montage von 10 Ladearmen mit Leistungselektronik – Integrationstest Ladearme und Leistungselektronik mit Abnahme – Mängelbehebung
	Lieferung und Montage von 2x7 Übernachtsladern	<ul style="list-style-type: none"> – Auslieferung und Montage 2x7 Ladevorrichtungen Depot Ebnet – Integrationstest 2x7 Ladevorrichtungen Depot Ebnet mit Abnahme – Mängelbehebung der Anlage

	<p>3. <i>Systemtest III: Vorserien-Fahrzeuge an allen zwölf Ladearmen am Bahnhof</i></p> <p>4. <i>Systemtest IV: Mit allen 15 Fahrzeugen an allen Ladestationen (inkl. Lasttestes)</i></p>	<p>Systemtest III (mit den Vorserienfahrzeugen an den zwölf Ladestationen am Bahnhof und den 16 Ladevorrichtungen im Depot)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Systemtest mit Vorserienfahrzeugen an allen Ladestationen am Bahnhof und im Depot – Abnahme Systemtest III – Mängelbehebung der Anlage
		<p>Auslieferung 13 E-Busse Grundlos</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Behördliche Zulassung der E-Busse – Auslieferung von 13 E-Bussen – Fahrzeugabnahme durch die VBSH – Mängelbehebung
		<p>Systemtest IV (mit allen 15 Fahrzeugen aus dem Grundlos, zwölf Ladestationen am Bahnhof, 16 Ladevorrichtungen im Depot)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Systemtest mit allen Fahrzeugen des Grundloses und an allen Ladestationen – Abnahme Systemtest IV – Freigabe für Produktivbetrieb aller E-Busse Grundlos – Mängelbehebung
E	<p>Early Life Support <i>Von Beginn an der ersten Fahrzeugabnahme bis sechs Monate nach Abnahme des letzten Fahrzeuges des Grundloses wird vom Anbieter eine spezielle Unterstützung für Störungsbehebungen geleistet.</i></p>	<p>Early Life Support</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Early Life Support
F	<p>Projektsupport und Schulung <i>Während der ganzen Projektlaufzeit leistet der Anbieter Projektmanagement-Dienstleistungen. Zu dieser Phase gehören auch die Schulungen des Personals der VBSH.</i></p>	<p>Projektsupport</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Projektmanagement, Projektsupport
		<p>Schulungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Schulung Ladevorrichtung – Schulung Fahrlehrer und Chauffeure E-Bus (train the trainer) – Schulung Mechaniker
G	<p>Projektabschluss <i>In der Phase Projektabschluss werden die offenen Punkte erledigt und das Gesamtprojekt abgenommen.</i></p>	<p>Projektabschluss</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Erledigung offener Punkte – Lessons Learned Meeting – Abnahme Gesamtprojekt, Übergabe Betriebsverantwortung an VBSH – Abschlussfest
H	<p>Betrieb <i>Nach dem Early Life Support wird die Verantwortung für den Betrieb an die VBSH übergeben. Ab diesem Zeitpunkt leistet die Anbieterin Dienstleistungen im Rahmen des Wartungsvertrages.</i></p>	<p>Betrieb</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Betrieb (inkl. Wartung gemäss Wartungsvertrag)

9.2 Meilensteine

Tabelle 6: Meilensteine

Meilenstein		Kriterien für Meilensteinerreichung
M100	Politischer Prozess abgeschlossen, Bestellung unterzeichnet	<ul style="list-style-type: none"> – Volksabstimmung erfolgreich – Bestellung rechtsgültig unterzeichnet
M200	Abschluss Konzeption und Planung	<ul style="list-style-type: none"> – Detailplanung liegt vor und ist abgenommen – Testkonzept und Testfälle (für alle Integrationstests und die Systemtest I bis IV) liegen vor und sind abgenommen – Freigabe für Start Phase Vorserie
M300	Abschluss Vorserie	<ul style="list-style-type: none"> – 1 Ladearm Depot, 2 Ladearme Bahnhof, 2 Ladevorrichtungen für Übernachtladung (jeweils inkl. Leistungselektronik und Verkabelung) sowie zwei Vorserie-Busse geliefert und in Betrieb genommen. – Systemtest I und II erfolgreich abgeschlossen – Freigabe für Start Phase Rollout
M400	Abschluss Rollout	<ul style="list-style-type: none"> – Zusätzliche 10 Ladearme Bahnhof und 13 Ladevorrichtungen für Übernachtladung (jeweils inkl. Leistungselektronik und Verkabelung) geliefert sowie 13 zusätzliche Fahrzeuge in Betrieb genommen. – Systemtest III und IV erfolgreich abgeschlossen – Freigabe für Produktivbetrieb aller E-Busse Grundlos
M500	Ende Early Life Support	<ul style="list-style-type: none"> – Know-how-Transfer für eigenständigen Betrieb durch VBSH-Mitarbeitende abgeschlossen
M600	Abschluss Projektsupport und Schulung	<ul style="list-style-type: none"> – Fahrlehrer, Chauffeure und Mechaniker wurden geschult
M1000	Projektabschluss	<ul style="list-style-type: none"> – Alle offenen Pendenzen erledigt – Dokumentation übergeben – Erfolgreiche Abnahme Gesamtprojekt, Übergabe Betriebsverantwortung an VBSH abgeschlossen

Über die Projektänderung, was insbesondere auch Terminanpassungen für die Meilensteine betrifft, entscheidet der Lenkungsausschuss.

10. Rückfalllösung

Die VBSH haben parallel zur E-Bus-Ausschreibung auch eine Beschaffung für Dieselbusse durchgeführt. Die Evobus Schweiz AG hat den Zuschlag erhalten. Der Werkliefervertrag beinhaltet vier Busse im Grundlos für die Überlandbusse und eine Option über weitere insgesamt 65 Busse.

Die Option dient einerseits der Erneuerung der Regionalbusse in den folgenden Jahren und andererseits als Rückfallebene für die Stadtbusse. Letztere stellt sicher, dass die VBSH bei einem Scheitern des Elektrobuss-Projektes an der Urne verzögerungsfrei neue Busse bestellen kann.

Bei den Dieselbussen des Lieferanten Evobus Schweiz AG handelt es sich um Fahrzeuge der Marke «Mercedes Citaro» mit «Euro 6-Standard», welche bereits heute zuverlässig für die VBSH im Einsatz sind. Evobus (Schweiz) AG ist der Marktführer im Bereich der Dieselbusse in der Schweiz mit einem Marktanteil von über 41%.

Abbildung 28: Solobus Mercedes Citaro unterwegs für die VBSH



Die Basispreise für die Stadtversion (stadtoptimiert) betragen:

- Niederflurgelenkbus: 542'000 Franken exkl. MwSt.
- Standardniederflurbus: 415'000 Franken exkl. MwSt.

Für die Beschaffung von 15 Bussen (entspricht dem Grundlos) ist eine Investition über 7.2 Mio. Franken nötig. Die Wirtschaftlichkeitsvergleiche sind im Kap. 11.3 zusammengefasst.

11. Finanzen

11.1 Zusammenstellung Investitionskosten

Tabelle 7: Zusammenstellung der Investitionen

Alle Beträge in Mio. Franken
exkl. MwSt.

	Grundetappe 2020-22 (15 Busse, Ladeinfrastruktur Bhf & Depot)		Weitere Etappen bis Vollausbau geplant 2023 bis 2029 (Umstellung weitere 32 Busse)	
A Lieferungen und Leistungen des Generalunternehmers		21.9		32.5
1 Investitionen Busse (inkl. allen Einrichtungen)	7 Solobusse, 8 Gelenkbusse (inkl. fahrzeugbezogener Projektsupport)	13.3	11 Solobusse, 21 Gelenkbusse (inkl. fahrzeugbezogener Projektsupport)	30.0
2 Ladeinfrastruktur Bahnhof	12 Ladearme, Leistungselektronik, Verkabelung und Trasseführung, Lastenmanagement	5.1		0.0
3 Ladeinfrastruktur Depot	8x2 Übernachtlader, Ladearm vor Depot, Leistungselektronik, Trasseführung, Lastenmanagement	2.2	18x2 Übernachtlader	2.5
4 Dienstleistungen	Konzeption und Planung, Lieferung, Installation und Inbetriebnahme Vorserie; Lieferung, Installation und Inbetriebnahme Rollout; Early Life Support; Projektsupport und Schulung	0.6	(Für den weiteren schrittweisen Ausbau ist keine Projektorganisation mehr nötig)	0.0
5 Wartung und Service	Verlängerung 6 Monate nach Ablauf Early-Life Support	0.2		0.0
6 Monitoring Software	Monitoring von Bussen und Ladeinfrastruktur, vollintegriert in bestehende Leitstelle von Trapeze	0.6	(Lizenzen sind für ganze Fahrzeugflotte der VBSH)	0.0
B Bauliche Massnahmen		4.6		0.0
1 Trassebau und Fundamente Bahnhofstrasse	Schächte und Leerrohre	1.1		
2 Erschliessung Depot durch SH Power	Elektroenergetische Erschliessung Depot Ebnat 3 MVA	0.8		0.0
3 Erschliessung Hauptpost durch SH Power	Elektroenergetische Erschliessung Bahnhofstrasse 6 MVA	1.5		0.0
4 Umbau Keller Post für Ladeinfrastruktur	Baumeisterarbeiten, Lüftung, Brandschutzmassnahmen	0.5		0.0
5 Planung, Bauherrenunterstützung	Planung, Submissionen und Koordination der Gewerke	0.7		0.0
C Verschiedenes und Unvorhergesehenes		2.1		0.0
1 Punktuelle externe Projektunterstützung	Fachspezifische Unterstützung	0.3		0.0
2 Projektleitung	Interne, für das Projekt dedizierte Projektleitungsressourcen	0.3		0.0
3 Reserve und Unvorhergesehenes	Pilotbetrieb, Übergangslösung, Kapitalkosten, Unvorhergesehenes	1.5		0.0
D Investitionen brutto		28.7		32.5
Mitfinanzierung Agglomerationsprogramm	Bundesbeitrag (vgl. Kap. 11.2.1)	-5.1		
E Investitionen netto		23.6		32.5

Die baulichen Massnahmen für Haltestellen (Bahnhofstrasse) werden in der Verantwortung und mit der Finanzierung der Stadt umgesetzt. Die VBSH tragen nur die direkt mit der Elektrifizierung verbundenen Kosten (Ladearme).

Die Kredite für die Umsetzung des Projektes einschliesslich der Finanzierungskosten werden von der Verwaltungskommission der VBSH genehmigt.

11.2 Mitfinanzierung

Das Projekt E-Bus wird von Förderprogrammen mitfinanziert.

11.2.1 Agglomerationsprogramm

Im Rahmen des Agglomerationsprogrammes II wurde die Elektrifizierung der Linie 3 als Trolleybuslinie mit einem Investitionsvolumen von 10.95 Mio. Franken eingegeben. Die bestätigte Bundessubventionsquote für Projekte in diesem Agglomerationsprogramm beträgt 40% (5.1 Mio. Franken, Preisstand 2019). Der Kanton beteiligt sich nicht mehr an Projekten der Gemeinden.

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) bestätigte schriftlich, dass anstelle der Erweiterung des Trolleybusnetzes auch die Elektrifizierung mit E-Bussen mit Schnellladesystem unterstützt wird. Anrechenbar sind die Investitionen in die Elektroinstallationen und die notwendigen Anpassungen für das Busdepot.

11.2.2 Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation (Klick)

Die Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation «Klick» erfüllt im Auftrag der Mineralölgesellschaften deren gesetzliche Pflichten, einen Teil der CO₂-Emissionen zu kompensieren. Dazu werden Projekte in der Schweiz gefördert, die den Ausstoss von Treibhausgasen reduzieren. Das trägt aktiv zu einem nachhaltigen Klimaschutz bei.

Die Beitragshöhe ist abhängig von der Fahrleistung und der Technologie der abgelösten Busse. Bei einem Elektrobus kann mit der Förderung in der Höhe von ca. 60'000 Franken (Solobus) bis 80'000 Franken (Gelenkbus) über zehn Jahre gerechnet werden.

Die VBSH haben die für eine Teilnahme am Programm notwendige Anmeldung rechtzeitig eingereicht. Ein Vertragsentwurf liegt vor.

11.2.3 Leuchtturmprogramm des BFE

Das Bundesamt für Energie (BFE) fördert innovative Projekte. Die VBSH haben ein Gesuch zur Förderung im Rahmen des Leuchtturmprogrammes beim BFE eingereicht.

11.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Das Elektrobussystem (Busse und Ladeinfrastruktur) verursacht zwar deutlich höhere Anfangsinvestitionen. Dank tieferen Betriebskosten, einer längeren Lebensdauer und dank der Mitfinanzierung durch Dritte (vgl. Kap. 11.2) werden die höheren Investitionen nach elf Jahren wieder eingespielt.

In Abbildung 29 werden die kumulierten Kosten für die schrittweise Einführung der E-Busse jenen des Status Quo (Linie 1 mit Trolley IMC, andere Linien Diesel) gegenübergestellt.

Abbildung 29: «Break-Even»-Darstellung Investition in E-Bus-System

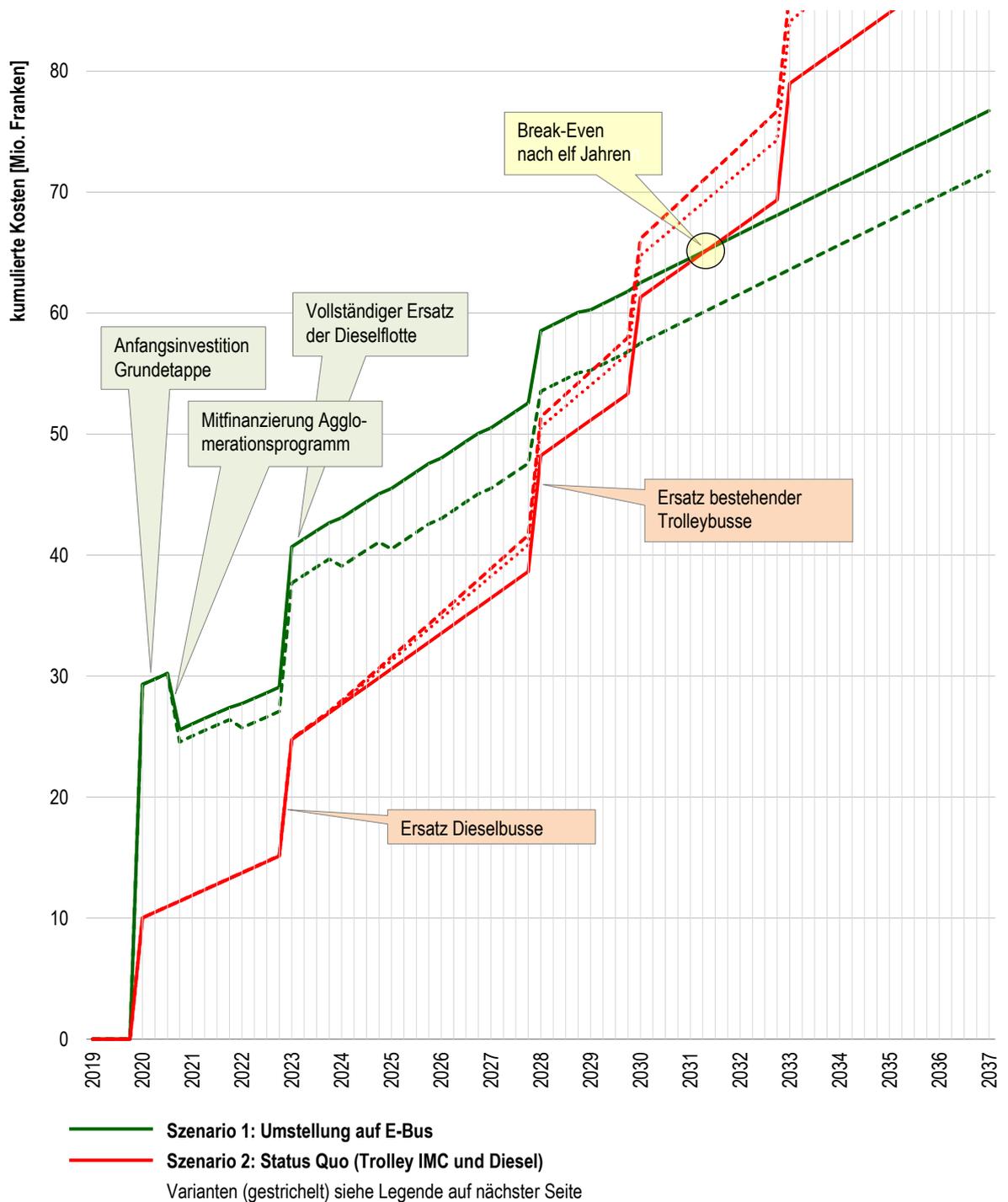


Tabelle 8: Legende zu Abbildung 29, Szenarien

Szenario 1: Umstellung auf E-Bus	Szenario 2: Status Quo
<p>Basis-Szenario 1a: —————</p> <ul style="list-style-type: none"> – bis 2023: Ersatz von 15 Dieselbussen durch E-Busse – 2024-2028: Vollständiger Ersatz der Dieselbusse mit E-Bussen – 2028: Ersatz Trolley IMC mit E-Bussen – Strompreis inkl. Netzzuschlag: 18.49 Rp./kWh (Wasserkraft Schaffhausen) – Stromverbrauch Busse gemäss Hersteller (pönalisiert) – Ersatz der Batterien nach 10 Betriebsjahren – Förderung durch Agglomerationsprogramm und Klick <p>Variantszenario 1b: - - - - -</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zusätzliche Förderung durch Leuchtturmprogramm des BFE (Schätzung) 	<p>Basis-Szenario 2a: —————</p> <ul style="list-style-type: none"> – Dieselbusse werden ersetzt durch Dieselbusse – Linie 1 wird umgerüstet auf Trolley IMC und 2028 mit neuen Swisstrolleys ersetzt – Dieselpreis: 1.536 Fr./l (inkl. Mineralölsteuer), konstant – Mineralölsteuerrückerstattung bleibt <p>Variantszenario 2b:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wie 2a aber mit Wegfall Mineralölsteuerrückerstattung ab 2023 <p>Variantszenario 2c: - - - - -</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wie 2b aber zusätzlich mit einer Preissteigerung Diesel +2% pro Jahr
<p>Bei allen Szenarien wurden folgende Vereinfachungen angenommen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zahlungsplan für Beschaffungen nicht berücksichtigt (Vereinfachung: Zahlung zum Beschaffungszeitpunkt) – Kapitalmehrkosten bei Szenario 1 gegenüber Szenario 2 bei Investition kapitalisiert hinzugefügt – Bei Szenario 2 wurde die nach 10 bis 20 Jahren notwendige Gesamtsanierung der Oberleitungen für den Trolleybus nicht berücksichtigt. 	

Das Szenario Umstellung der ganzen Stadtbussflotte auf leitungsgebundene Trolleybusse macht für die Stadt Schaffhausen – wo bisher nur die Linie 1 als Trolleybuslinie geführt wird – wirtschaftlich keinen Sinn, da der Neubau von Fahrleitungen mit hohen Investitionen und hohen Unterhaltskosten verbunden ist. Hinzu kommt das Risiko von Einsparungen.

12. Würdigung

Die Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem bietet folgende Chancen (↗):

- ↗ **Ausgezeichnete Umweltfreundlichkeit, saubere Luft in der Stadt**
 - Elektrobusse verbrauchen deutlich weniger Energie, stossen keine Schadstoffe aus und ermöglichen dank Strom aus erneuerbaren Quellen einen CO₂-neutralen Betrieb. Bei kompletter Umstellung der Stadtbusflotte werden die VBSH im Betrieb jährlich rund 3'000 Tonnen CO₂ einsparen können.
 - Elektrobusse stossen lokal keine Abgase aus. Dazu zählen neben Kohlendioxid (CO₂) auch Stickstoffoxide (NO_x). Weiter wird weniger Feinstaub ausgestossen als bei Bussen mit Verbrennungsmotoren; nur der Reifenabrieb verursacht noch Feinstaubpartikel.
- ↗ **Gute Wirtschaftlichkeit**
 - Die Investitionen in Elektrobusse und die dafür notwendige Ladeinfrastruktur sind zwar höher als bei Dieseln. Die hohe Anfangsinvestition wird aber über die ganze Lebensdauer dank tieferen Betriebskosten wieder eingespielt. Gemäss Beschaffungsplan der VBSH sind die Elektrobusse nach elf Jahren günstiger als Dieseln.
 - Für die Investitionen in die Infrastruktur von E-Bussen kann mit einer Mitfinanzierung im Rahmen des Agglomerationsprogrammes im Umfang von rund 5.1 Mio. Franken durch den Bund gerechnet werden. Neben dem Agglomerationsprogramm besteht die Chance, dass Schaffhausen auch beim Förderprogramm des Bundesamtes für Energie berücksichtigt wird.
 - Der Dieselpreis wird mit hoher Wahrscheinlichkeit in Zukunft weiter ansteigen und die heutige Rückerstattung der Mineralölsteuer durch den Bund (was einer Subvention der Diesel-Technologie gleichkommt) wird höchstwahrscheinlich in den nächsten Jahren schrittweise wegfallen. Hingegen wird erwartet, dass der Bund seinen Förderungsfokus auf den elektrisch betriebenen öffentlichen Verkehr legen wird. Vorstösse dazu sind im Bundesparlament überwiesen worden.
- ↗ **Hoher Fahrkomfort**
 - Elektrobusse der neusten Generation sind sehr leise und bei vielen Fahrgästen wegen der ruckelfreien Fahrt (keine Vibrationen wie beim Dieselmotor) beliebt.
- ↗ **Moderne Fahrzeuge mit aussergewöhnlichem Design**
 - Die Elektrobusse des Typs «ieTram» von Irizar e-mobility bestechen mit dem einzigartigen, strassenbahnähnlichen Design. Fahrgäste und Bevölkerung erkennen sofort, dass es sich um ein Fahrzeug der neusten Generation mit Elektroantrieb handelt.
 - Alle neuen Fahrzeuge verfügen standardmässig über WLAN und USB-Stecker an allen Sitzplätzen und erfüllen damit weitere Wünsche der Fahrgäste.
 - Die Niederflerbusse sind mit einem Parkettimitat ausgestattet, haben einen halbtransparenten Faltenbalg und bieten genügend Platz für Rollstühle und Kinderwagen.
- ↗ **Geringe Lärmemissionen in Quartieren**
 - E-Busse verursachen praktisch keine Fahrgeräusche und erhöhen damit die Lebensqualität in den Quartieren.
- ↗ **Keine Fahrleitungen**
 - Durch die E-Busse mit Schnellladesystem kann im Vergleich zu Trolleybussen auf Fahrleitungen verzichtet werden. Dies vereinfacht die Umsetzung und senkt die Kosten für Bau und Unterhalt.
 - Bei der künftigen Linienplanung besteht keine Gebundenheit an Fahrleitungen.

- ↗ **Optimale Skalierbarkeit**
 - Da sich die Ladestationen am Knotenpunkt Bahnhof Schaffhausen befinden, ist nach der Grundetappe (15 Busse) der geplante Vollausbau auf das ganze VBSH-Netz ohne grosse Infrastrukturkosten möglich.
- ↗ **Schaffhausen wird zum innovativen Technologiestandort im Verkehrsbereich**
 - Mit dem Einsatz von E-Bussen mit Schnellladesystem gehört Schaffhausen zu den Pionieren.
 - Der Anbieter Irizar «e-mobility» erwägt, in Schaffhausen einen Service- und Vertriebsstandort seines Unternehmens zu eröffnen. Dies stimmt auch mit der Strategie der Wirtschaftsförderung, Schaffhausen als Verkehrs-Cluster zu positionieren, überein.
- ↗ **Umgestaltung Bahnhofstrasse Schaffhausen**
 - Zusammen mit der Installation der neuen Ladestationen bietet sich die Erneuerung des Bushaltestellenbereichs in der Bahnhofstrasse an.

Die Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem ist mit folgenden Herausforderungen (↘) verbunden:

- ↘ **Neue Technologie mit Risiko von Kinderkrankheiten
Komplexes Projekt birgt Projektrisiken**

Diesem Risiko wurde grosse Beachtung geschenkt. Risikomindernd wirken sich folgende Punkte aus:

 - Es handelt sich zwar um eine relativ neue Technologie, sie ist allerdings in verschiedenen Städten bereits zuverlässig im Einsatz (vgl. Kap. 2.4).
 - Der Anbieter muss für den endgültigen Zuschlag einen erfolgreichen Testbetrieb in Schaffhausen durchführen. Dieser Testbetrieb ist gleichzeitig mit den politischen Beratungen geplant, so dass sich das Parlament und die Stimmbürgerinnen und Stimmbürger ein Bild machen können.
 - Die VBSH haben sich mit einem Werkliefervertrag sehr gut gegen Risiken abgesichert (vgl. Kap. 5.2). Der Lieferant übernimmt die Rolle als Generalunternehmer und trägt einen Grossteil der finanziellen Risiken.
 - Die VBSH und die Stadt setzen auf professionelles Projektmanagement. Der Projektplan (vgl. Kap. 9) sieht Zwischenmeilensteine vor (schrittweises Vorgehen), welche eine effektive Qualitätssicherung und ein angemessenes Risikomanagement ermöglichen.
- ↘ **Wirtschaftlichkeitsberechnungen basieren auf Annahmen**

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen basieren auf Annahmen der Preisentwicklung für Dieseltreibstoff und Strom. Die Preise für die Instandhaltung basieren auf Angaben der Lieferanten, wobei die Preisentwicklung bei den Ersatzteilen sehr von den Marktnachfragen und technologischen Entwicklungen abhängen. Beim Instandhaltungsaufwand fehlen aufgrund der neuen Technologie langjährige Erfahrungswerte, womit die Lieferantenangaben und -annahmen schwierig zu überprüfen sind. Treffen diese Basisannahmen nicht zu, kann sich die Wirtschaftlichkeit auch verschlechtern. Allerdings ist es auch möglich, dass sich die Annahmen als zu vorsichtig erweisen und sich der Förderungsfokus weg vom Diesel und hin zur Elektromobilität entwickelt, was sich in einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeitsberechnungen niederschlagen würde. Die getroffenen Annahmen werden als realistisch eingestuft.

- ↘ **Risiko: Auf falsche Technologie gesetzt, E-Busse setzen sich nicht durch**
 Naturgemäss birgt ein technologischer Strategieentscheid das Risiko, dass sich die Entwicklung unerwartet auf andere Technologien verschiebt und sich die Skaleneffekte nicht einstellen und bei einem späteren Technologiewechsel Umrüstkosten entstehen.
 - Der Trend zur Elektromobilität ist aktuell im ÖV noch viel ausgeprägter als im Privatverkehr. Der öffentliche Verkehr verfügt im Gegensatz zum Privatverkehr über planbare oder gar festgelegte Routen mit Fahrplänen, was das Nachladen an bestimmten Orten und zu bestimmten Zeiten ermöglicht.
 - Praktisch alle Lieferanten bieten neu Elektrobusse an.
- ↘ **Lebensdauer Batterie ungewiss**
 Grösstes technologisches Risiko bei E-Bussen ist die Lebensdauer der sehr teuren Batterie.
 - Der Lieferant garantiert die Lebensdauer der Batterie (16 Jahre) und den maximalen Leistungsverlust mit dem Alter der Batterie vertraglich.
- ↘ **Mindestladezeiten am Bahnhof bilden künftig eine zusätzliche Rahmenbedingung bei der Fahrplangestaltung**
 Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Systems erweist sich, dass der Bus durch die Ladezeiten keine zusätzlichen Standzeiten hat. Dies ist bei normalen Verkehrsverhältnissen (ohne Verspätungen) gegeben.
 - Für die Busse braucht es künftig weiterhin zwingend eine Bevorzugung bei Lichtsignalanlagen.
 - Falls es punktuell zusätzliche Ladestationen an einzelnen Endhaltestellen (z.B. Neuhausen SBB) braucht, kann dies über eine Optionsbestellung zur durchgeführten Beschaffung ermöglicht werden.
- ↘ **Geringe Reichweite des E-Busses**
 Der E-Bus hat im Vergleich zum Dieselbus eine geringere Reichweite.
 - Für das Liniennetz der VBSH ist die Reichweite ausreichend. Dazu gehören alle städtischen Linien inklusive den Nachtlinien. Einschränkungen bestehen bei längeren Extrafahrten (z.B. Bahnersatz).
- ↘ **Abhängigkeiten zu Bauarbeiten an der Bahnhofstrasse**
 Das E-Bus-Projekt weist Abhängigkeiten zu den notwendigen Bauarbeiten an der Bahnhofstrasse auf (Aufwertung Bahnhofstrasse, Sanierung Werkleitungen).
 - Die Projekte werden umfassend koordiniert und gemeinsam geplant.

Der Stadtrat, die Verwaltungskommission der VBSH und der Gemeinderat von Neuhausen am Rheinfall sind überzeugt, dass bei einer Gegenüberstellung der Chancen und Risiken die Vorteile deutlich überwiegen.

Schaffhausen ist für Elektrobusse mit Schnellladesystem speziell geeignet und es gilt, diese Chance zu packen. Elektrobusse sind eine gute Investition in den öffentlichen Verkehr und in die Lebensqualität der Stadt.

13. Depoterweiterung

Das Depot Ebnat ist heute für die Garagierung aller Busse der VBSH zu klein. Acht Busse müssen deshalb im nicht überdachten und/oder unbeheizten Bereich geparkt werden, was zu Mehraufwand (höhere Korrosion, Befreiung von Schnee, Sicherheit) führt.

Die bisherigen Investitionen in das Depot sind in der Betriebsbuchhaltung der VBSH per 2018 vollständig abgeschrieben worden.

Zudem macht die Elektrifizierung der städtischen Busflotte Installationen im Busdepot notwendig. Dazu gehören Ladevorrichtungen und die Umstellung der Werkstatt auf die neue Antriebsart. Da sich bei Elektrobusen die Mehrheit der zu wartenden Elemente auf dem Busdach befindet, werden Dacharbeitsplätze für eine effiziente Wartung benötigt.

Die Erweiterung des Depots soll deshalb zusammen mit der für die Elektrifizierung notwendigen Zusatzinstallationen vorgenommen werden.

13.1 Beschreibung Vorprojekt

Für die Depoterweiterung und -sanierung wurde ein ausführliches Vorprojekt mit einer Kostengenauigkeit von $\pm 15\%$ erstellt. Die Arbeiten lassen sich unterteilen in einen Sanierungsteil und einen Erweiterungsteil.

Tabelle 9: Sanierung und Erweiterung Depot Ebnat

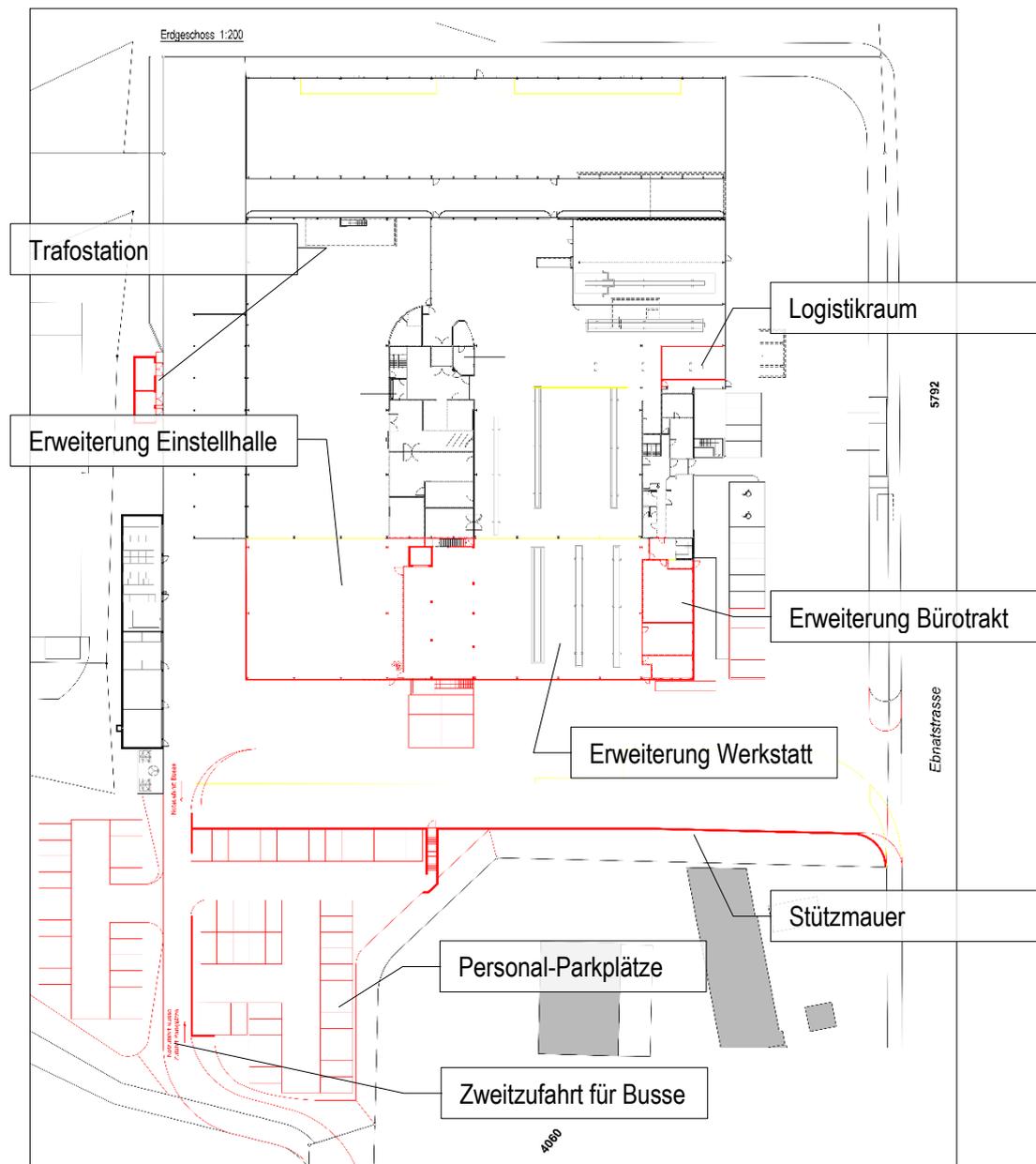
Sanierung	Erweiterung
<ul style="list-style-type: none"> – Ersatz Tore (bessere Isolation, lichtdurchlässig, schnellere Schliesszeit) – Vordach über den Toren (Unterstellung für Busse vor Einfahrt, Korrosionsschutz für Tore) – Einhausung Waschanlage – Wasseraufbereitung – Sektortrennung für Brandschutz – Separates Entsorgungsgebäude (Platzoptimierung, Sicherheit) – Abgeschirmte Lackiererei (Gesundheitsschutz, bessere Qualität) – Leanlift für Ersatzteile – zusätzliche Fluchtwege (Vorgabe Feuerpolizei) – Parkplätze für Velo und Motorrad 	<ul style="list-style-type: none"> – Erweiterung Halle mit Platz für Garagierung aller Busse – Aufbau von Dacharbeitsplätzen (Akkus, Klimaanlage und Leistungselektronik auf Busdach) – Erweiterung Bürogebäude mit einem Sitzungszimmer und einem Büro (unterhalb bestehendem Bürotrakt) – Abschliessbarer, von aussen separat zugänglicher Raum für Anlieferung/Logistik – Modernes Reifenlager – Lift für Reifenlager und Dacharbeitsplatz – Separates Gebäude für Elektroanlagen, Trafostation (auch für Trolley IMC benötigt) – Stützmauer zur optimalen Landnutzung – Personalparkplatz – Zusätzliche Zufahrtsrampe (notwendig für Ausfahrt während Bau und Vereinfachung Logistik) – Sprinkleranlage – Photovoltaikanlage auf Depotdach

Die notwendigen Kredite für die Sanierungsarbeiten wurden bzw. werden tranchenweise über das ordentliche Unterhaltsbudget der VBSH beantragt bzw. bewilligt. Diese Arbeiten werden zeitlich koordiniert mit der Depoterweiterung ausgeführt.

Der Ausbau des Depots hat erweiternden Charakter und wird deshalb über ein separates Darlehen der Stadt finanziert. Die Depoterweiterung ist Teil dieser Vorlage.

Nachfolgende Abbildungen illustrieren die Erweiterungen. In schwarzer Farbe ist der Bestand des Busdepots gezeichnet, in Rot die Erweiterungen.

Abbildung 30: Übersicht Depoterweiterung



Es wurde eine Altlastenabklärung durchgeführt und die Entsorgung des Aushubmaterials (Teilunterkellerung, Niveaueinpassung Vorplatz) in der Kostenkalkulation berücksichtigt.

Für die Fläche der Zweitzufahrt und der Personal-Parkplätze ist der Abschluss eines Pachtvertrages mit der Stadt vorgesehen.

Abbildung 31: Ansicht von vorne (Südostfassade, aus Sicht der Ebnatstrasse)

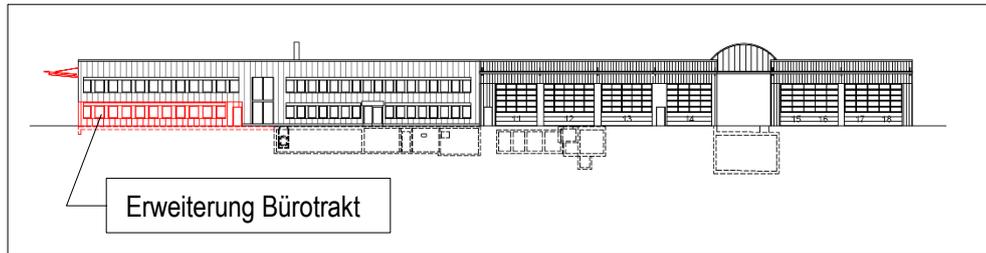


Abbildung 32: Ansicht vom neuen Personalparkplatz (Südwestfassade)

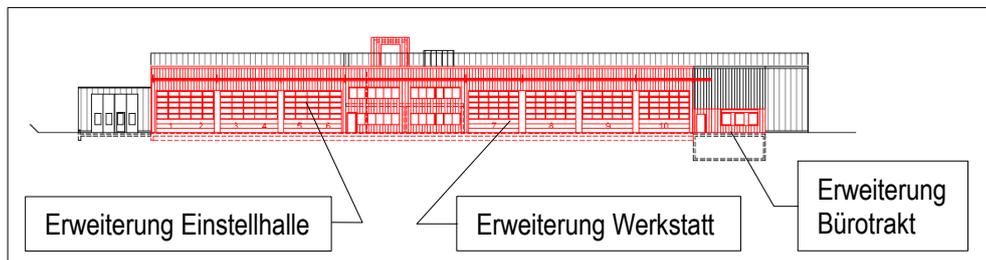


Abbildung 33: Ansicht von hinten (Nordwestfassade)

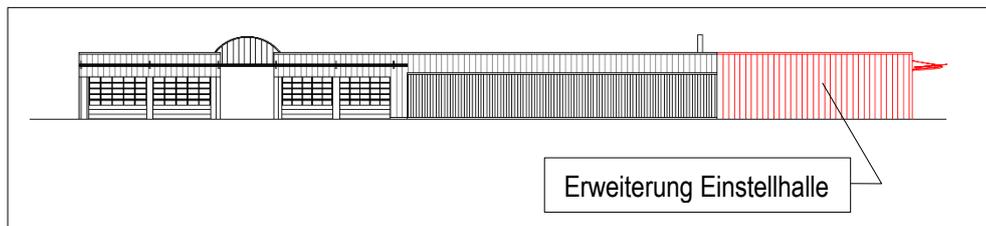


Abbildung 34: Querschnitt durch den Erweiterungsteil

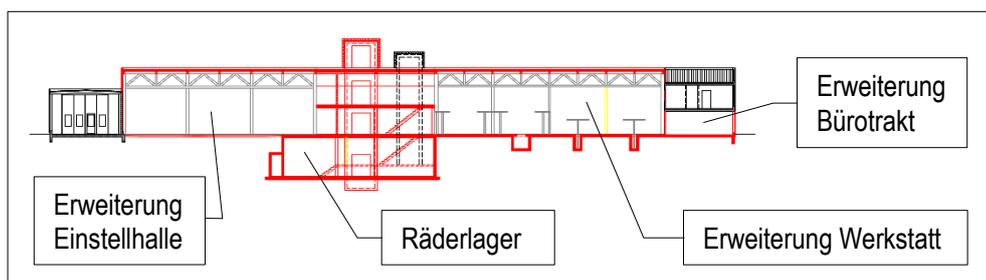
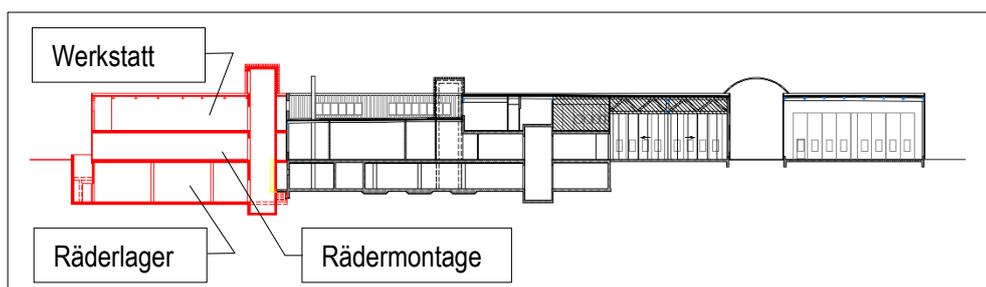


Abbildung 35: Längsschnitt



13.2 Investitionskosten

Für die Depoterweiterung zeigt das Vorprojekt folgende Kostenschätzung mit einer Genauigkeit von $\pm 15\%$ (Preisbasis: Zürcher Baukostenindex Stand 1. April 2017, 99.2 Punkte).

Tabelle 10: Investitionskosten Depoterweiterung

			Investition in 1'000 Franken exkl. MwSt.
0	Grundstück		19
	Altlasten		19
1	Vorbereitungsarbeiten		19
	Demontagen		19
2	Gebäude		3'925
21	Rohbau 1	Baumeisterarbeiten, Stahlbau	1'819
22	Rohbau 2	Aussenhülle Wand/Dach und Fenster	563
23	Elektroanlagen	Elektroinstallation und PV-Anlage	507
24	Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen	Erweiterung Lüftung	93
25	Sanitäranlagen	Dachwasser, Druckluft und Sprinkler	57
26	Transportanlagen	Lift Untergeschoss bis auf Dach	118
27	Ausbau 1	Gipser, Schreiner, Metallbauarbeiten	85
28	Ausbau 2	Bodenbeläge, Deckenbekleidungen, Maler	156
29	Honorare	Planung, Bauleitung und Fachplaner	527
3	Betriebseinrichtung		1'040
31	Transportanlagen, Lageranlagen	Hebeanlagen für Busse mit Grube und Hallenkran	431
32	Betriebseinrichtungen	Grubenheber, Dacharbeitsplätze und Räderlager	609
4	Umgebung		2'226
40	Terraingestaltung	Niveaueinpassung Vorplatz, Ersatz Werkleitungen	1'542
41	Roh- und Ausbauarbeiten	Stützmauer	656
42	Gartenanlagen	Einfriedungen	28
5	Baunebenkosten		655
51	Bewilligungen, Gebühren	Baubewilligung, Anschlussgebühren	81
52	Muster, Modelle, Dokumentation	Prüfungen, Vervielfältigungen	26
53	Versicherungen	Bauversicherungen	12
54	Bauherrenleistungen	Dienstleistungen Hochbauamt	130
55	Übrige Baunebenkosten	Bewachung Baustelle, Aufrichte	46
56	Rückstellungen und Reserven	Rückstellungen und Reserve	360
6	Ausstattung		46
61	Ausstattung	Garderoben und Sitzungszimmer	46
Total			7'930

13.3 Vorteile der Depoterweiterung

Die Sanierung und Erweiterung des Depots bringt folgende Vorteile:

- Alle Fahrzeuge (Ausbaustand Linie 5 mit Gelenkbussen) können garagiert werden. Dadurch bleiben die Fahrzeuge in den kalten Wintermonaten schneefrei und die Fahrzeuge sind temperiert (Schonung der Aggregate wie Motor, Türsystem usw.).
- Das Depot wird in Bezug auf den Energiebedarf optimiert durch die bessere Isolation der Tore mit zusätzlichen Fenstern und die Sektoraufteilung mit verschiedenem Wärmebedarf.
- Moderne, für Elektrobusse optimierte Dach- und Unterflurarbeitsplätze mit Hebeliften. Es kann auf drei Ebenen gleichzeitig an Fahrzeugen gearbeitet werden.
- Integration der Energieversorgung (Trafostation, Übernachtlader)
- Vereinfachung der Logistik durch zusätzliche Zu-/Ausfahrt
- Kostendeckende und umweltfreundliche Energieproduktion mit Photovoltaik-Anlage auf dem Dach
- Ausreichend Parkplätze für Belegschaft, Handwerker und Besucher inkl. Behindertenparkplatz
- Verbesserte Sicherheit dank Sprinkleranlage (Brandschutz) und vorschriftsgemäße Fluchtwege

14. Zuständigkeit

In der vom Grossen Stadtrat gutgeheissenen Strategie- und Planungskreditvorlage wurde angekündigt, den für die Einführung benötigten Investitionskredit der Volksabstimmung zu unterstellen. Damals wurde von den VBSH in der bisherigen Rechtsform (städtische Abteilung mit eigener Rechnung) ausgegangen.

Zwischenzeitlich wurden die VBSH im Zuge der Zusammenführung der städtischen und regionalen Verkehrsbetriebe per 1. Januar 2019 in eine selbständige, öffentlich-rechtliche Anstalt überführt. Neu entscheidet die Verwaltungskommission der VBSH über Investitionskredite und das Budget. Um die Mitsprache des Parlamentes zu gewährleisten, wurde in der Organisationsverordnung der VBSH festgehalten, dass neues Fremdkapital nur über die Stadt aufgenommen werden darf. Darlehensvergaben über 500'000 Franken liegen gemäss Stadtverfassung (Art. 27 Abs. 1 lit. e) in der alleinigen Kompetenz des Grossen Stadtrates. Über die zeitliche Staffelung der Darlehenstranchen entscheidet der Stadtrat.

Um eine angemessene Mitsprache über diesen strategisch wichtigen Entscheid zu gewährleisten und unter Würdigung der grossen Investitionssumme, beantragt der Stadtrat dem Grossen Stadtrat, den Beschluss für das Darlehen zwecks Beschaffung der Elektrobusse mit Infrastruktur (gemäss Stadtverfassung Art. 10 lit. f) freiwillig der Volksabstimmung zu unterstellen. Damit ist gewährleistet, dass auch das Stimmvolk über die Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem entscheiden kann.

Nach der Lieferung des Grundloses (15 Busse) ist die allfällig nötige Vergabe weiterer Darlehen für die schrittweise Umstellung der restlichen Busse (Stufe ③) über das Budget vorgesehen und möglich.

Das notwendige Darlehen für die Depoterweiterung wird dem Grossen Stadtrat in abschliessender Kompetenz beantragt.

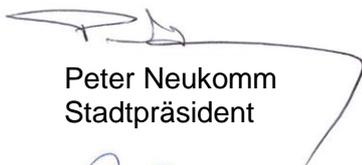
Gestützt auf vorstehende Ausführungen stellen wir Ihnen folgende

Anträge

1. Der Grosse Stadtrat nimmt Kenntnis von der Vorlage des Stadtrates vom 30. April 2019 betreffend «E-Bus: Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem».
2. Der Grosse Stadtrat bewilligt nach Art. 27 Abs. 1 lit. e Stadtverfassung ein Darlehen an die Verkehrsbetriebe Schaffhausen VBSh für die Nettoinvestition über 23.6 Mio. Franken zu Lasten Konto 3201.5440.00 (INV00233) zwecks Einführung von Elektrobussen mit Schnellladesystem (Grundetappe).
3. Der Grosse Stadtrat bewilligt nach Art. 27 Abs. 1 lit. e Stadtverfassung ein Darlehen an die Verkehrsbetriebe Schaffhausen VBSh für die Investition von 7.9 Mio. Franken zu Lasten Konto 3201.5440.00 (INV00234) zwecks Erweiterung des Busdepots im Ebnet.
4. Ziffer 2 dieses Beschlusses wird nach Art. 10 lit. f der Stadtverfassung freiwillig dem Referendum unterstellt.

Freundliche Grüsse

IM NAMEN DES STADTRATES



Peter Neukomm
Stadtpräsident



Sabine Spross
Stadtschreiberin