

## STADTRAT

Stadthaus  
Postfach 1000  
CH-8201 Schaffhausen  
T + 41 52 632 51 11  
F + 41 52 632 52 53  
[www.stadt-schaffhausen.ch](http://www.stadt-schaffhausen.ch)

### Stadtrat

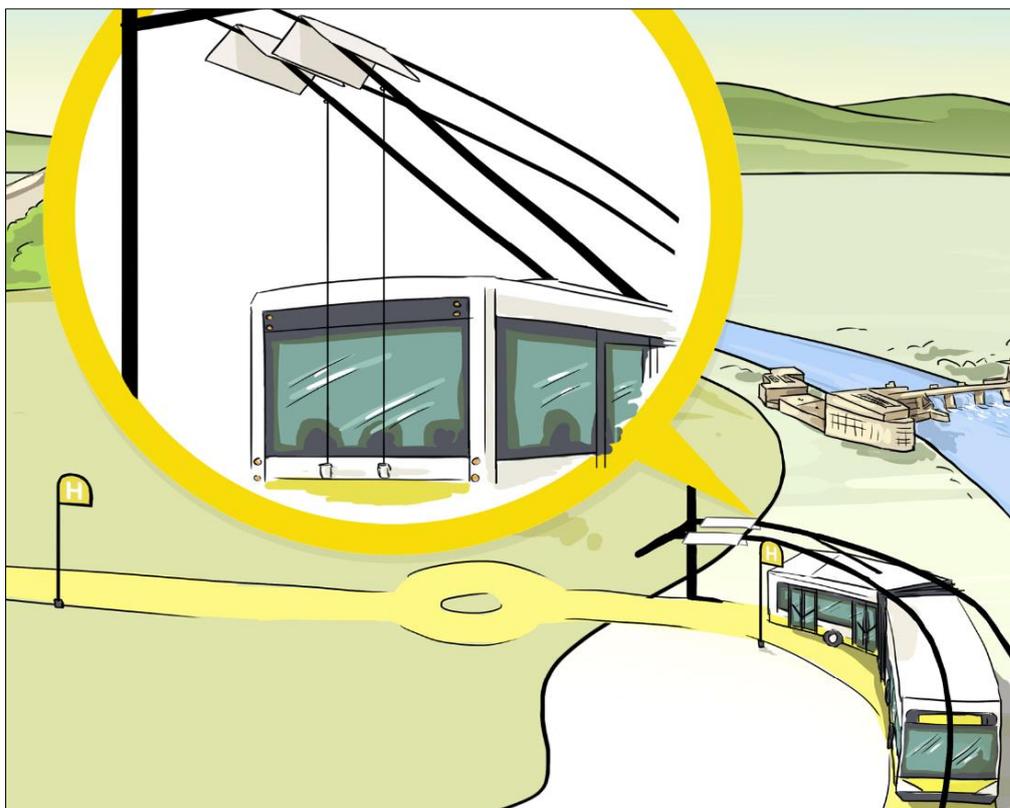
An den  
Grossen Stadtrat  
8200 Schaffhausen

Vorlage des Stadtrates vom 21. August 2018

### **E-Bus: Umrüstung Trolleybus auf IMC-Technologie**

Sehr geehrter Herr Präsident  
Sehr geehrte Damen und Herren

Der Stadtrat unterbreitet Ihnen eine Investitionskreditvorlage für die Umrüstung der Trolleybusse der VBSH auf IMC-Technologie. Dies ermöglicht den Abbau der Fahrleitungen auf einzelnen Streckenabschnitten.



## 1. Zusammenfassung

Im Rahmen der Traktions- und Elektrifizierungsstrategie der Verkehrsbetriebe Schaffhausen (VBSH) sollen die bestehenden Trolleybusse mit einer Traktionsbatterie auf die IMC-Technologie umgerüstet werden.

IMC steht für «In Motion Charging» und bedeutet, dass die Trolleybusse mit einer Traktionsbatterie aufgerüstet 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.

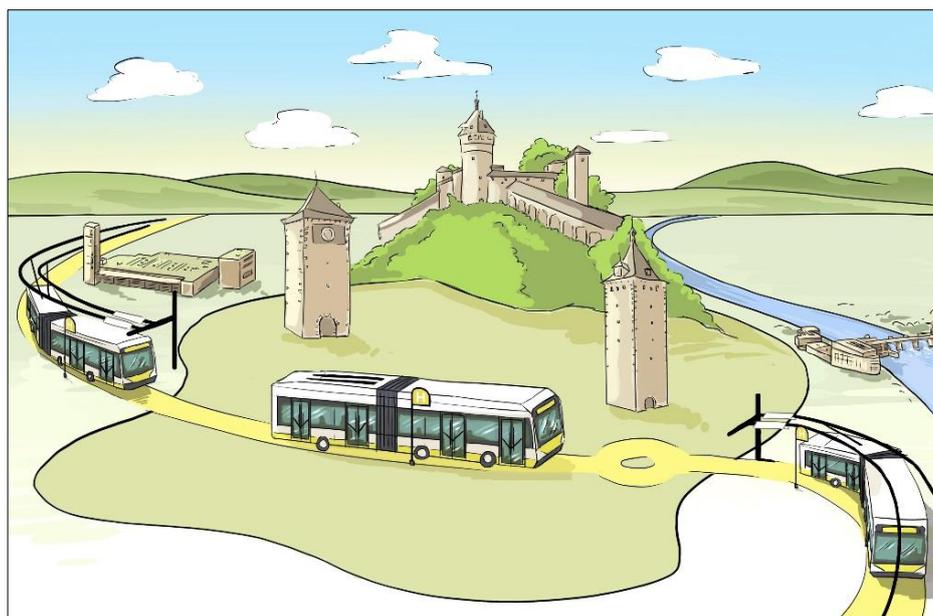
Die IMC-Technologie wurde im Frühling 2018 mit einem Leihbus der Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ) auf der Linie 1 erfolgreich getestet und hat sich auch in anderen Städten bewährt.

Der Umbau der bestehenden Trolleybusse wird exklusiv vom Schweizer Trolleyhersteller «Hess Carrosserie AG» in Bellach SO angeboten. Für den Umbau der sieben Trolleybusse beantragt der Stadtrat vom Grossen Stadtrat einen Kredit von 1'575'000 Franken. Dadurch, dass der Rückbau der Fahrleitungen streckenweise erfolgt, können Unterhaltskosten eingespart werden, wodurch die Investition bereits nach sieben Jahren wieder eingespielt werden kann.

Die Umrüstung soll im ersten Halbjahr 2019 stattfinden und der Rückbau der Fahrleitungen bis Ende 2020 abgeschlossen sein.

Der schrittweise Ersatz der Dieselsebusse durch E-Busse mit Schnellladesystem (OCC), welcher auch Teil der Elektrobusstrategie der VBSH ist, ist nicht Teil dieser Vorlage. Aktuell läuft das Ausschreibungsverfahren für die OCC-Busse. Eine Vorlage wird dem Grossen Stadtrat separat und voraussichtlich im vierten Quartal 2018 unterbreitet.

**Abbildung 1: Der Trolley IMC erlaubt die fahrleitungsfreie Fahrt im Stadtzentrum**



## Inhalt

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>4</b>
2.1	Übersicht Elektrifizierungsstrategie der VBSH .....	4
2.2	Funktionsweise IMC .....	4
2.3	Eprobtes System auch in anderen Städten .....	5
2.4	Testbetrieb IMC in Schaffhausen .....	6
2.5	Fahrleitungsfreie Zentralstrasse in Neuhausen .....	6
2.6	Fahrleitungsfreie Bahnhofstrasse Schaffhausen .....	6
<b>3.</b>	<b>Umsetzungskonzept IMC</b> .....	<b>7</b>
3.1	Angebot Hess .....	7
3.2	Abbau der Leitungen .....	8
3.3	Zeitplan .....	9
<b>4.</b>	<b>Finanzen</b> .....	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>Zuständigkeit</b> .....	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>Würdigung</b> .....	<b>11</b>
	<b>Anträge</b> .....	<b>12</b>

## 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 2: Auflistung der E-Bus-Strategie**



Während die bestehenden Dieselsebusse schrittweise auf E-Busse mit Schnellladesystem (OCC-Technologie, Phasen 2 und 3) umgerüstet werden sollen, ist für die sieben bestehenden Trolleybusse eine Umrüstung auf die IMC-Technologie vorgesehen (Phase 1).

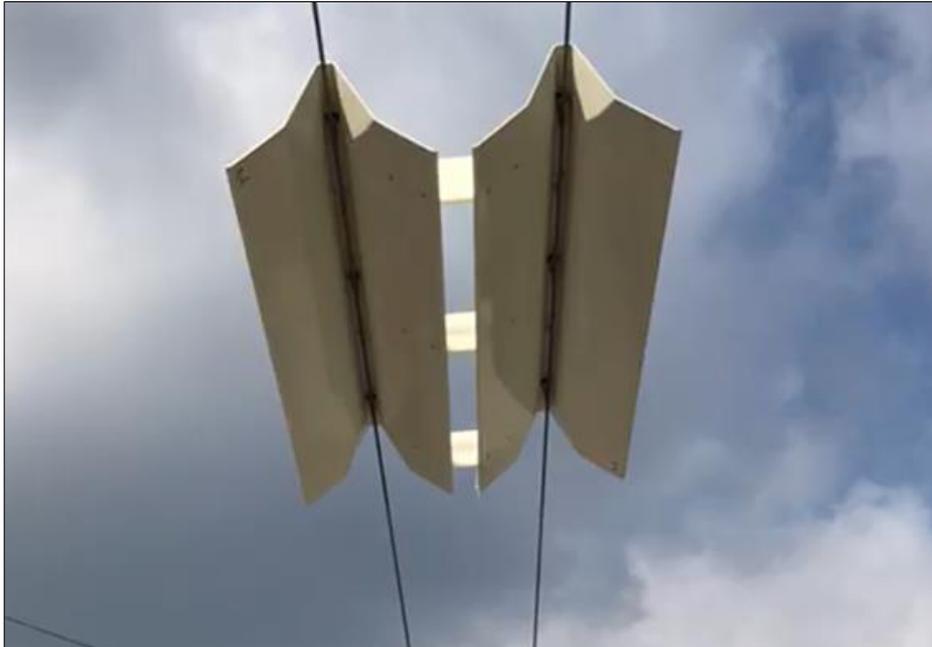
Für die E-Busse mit Schnellladesystem läuft zum Zeitpunkt der Verabschiedung dieser Vorlage das Submissionsverfahren. Der für die Phasen 2 und 3 notwendige Investitionskredit wird zu einem späteren Zeitpunkt mit einer gesonderten Vorlage beantragt.

### 2.2 Funktionsweise IMC

IMC steht für «In Motion Charging» und bedeutet, dass die Trolleybusse mit einer Traktionsbatterie aufgerüstet werden, welche an den bestehenden Oberleitungen während der Fahrt aufgeladen werden kann. Die Traktionsbatterie ermöglicht, bestimmte Streckenabschnitte ohne Fahrleitungen mit der Energie aus der Traktionsbatterie zu fahren (siehe Abbildung 1).

Das Auf- und Abdrahten erfolgt an den Haltestellen. Dazu werden sogenannte Einlauftrichter angebracht. Der Chauffeur kann das Auf- und Abdrahten automatisch vom Fahrersitz aus veranlassen.

**Abbildung 3: Einlauftrichter zum Auf- und Abdrahten**



Die IMC-Technologie hat den Vorteil, dass Streckenabschnitte fahrleitungsfrei gefahren werden können. Damit können Unterhaltskosten an den Fahrleitungen eingespart werden und Umleitungen werden einfacher realisierbar sein. Ein weiterer Vorteil ist die Aufwertung des Ortsbilds ohne die Oberleitungen.

Die herkömmlichen Trolleybusse enthalten im Heck ein Dieselnotfahrgerät, welches dem Chauffeur erlaubt, bei Umleitungen oder anderen Problemen, wo die Stromzufuhr über die Fahrleitung nicht funktioniert, eine gewisse Strecke autonom zu fahren. Das Dieselaggregat produziert dazu Strom, mit welchem der Elektromotor des Trolleys gespeist werden kann. Beim Umbau wird das Dieselaggregat mit der Traktionsbatterie ersetzt.

### 2.3 Erprobtes System auch in anderen Städten

Das IMC-System ist in folgenden Städten bereits heute erfolgreich im Einsatz:

- Verkehrsbetriebe Luzern (VBL)  
35 Doppelgelenkbusse ›lighTram‹ und ›Swisstrolley IMC‹  
(Produktiv-Betrieb seit 2016)
- Verkehrsbetriebe Zürich (VBZ)  
39 Doppelgelenkbusse ›lighTram‹ und ›Swisstrolley IMC‹  
(Produktiv-Betrieb seit 2013)
- Städtische Verkehrsbetriebe Bern (SVB), Bernmobil  
28 ›lighTram‹ und ›Swisstrolley IMC‹  
(Produktiv-Betrieb seit 2017)
- Verkehrsbetriebe Biel  
10 ›Swisstrolley IMC‹  
(Produktiv-Betrieb seit 2018)

## 2.4 Testbetrieb IMC in Schaffhausen

Die VBSH haben vom 16.03.2018 bis 27.03.2018 mit einem von den Verkehrsbetrieben Zürich (VBZ) ausgeliehenen Trolleybus IMC einen Test unter realen Bedingungen durchgeführt.

**Abbildung 4: Der Trolleybus IMC der VBZ war zum Test in Schaffhausen**



Die Tests verliefen erfolgreich und zeigten die grundsätzliche Funktionsweise der IMC-Technologie auf der Linie 1 der VBSH. Es wurden keine Störungen verzeichnet. Sowohl bei den Chauffeuren als auch bei den Fahrgästen stiess der Test auf eine grosse Akzeptanz.

Während des Tests wurden technische Messungen durchgeführt und für die Bestellung relevante Parameter (Kapazität und Leistung der Batterie) unter realen Bedingungen (Maximalbetrieb der Heizung) aufgenommen.

## 2.5 Fahrleitungsfreie Zentralstrasse in Neuhausen

Der Gemeinderat Neuhausen plant eine Aufwertung der Zentralstrasse mit dem Zeithorizont 2020 für die Fertigstellung und begrüsst die vorgängige Entfernung der Fahrleitungen zwischen den Haltestellen Scheidegg und Neuhausen Zentrum (Zieltermin: 2. Halbjahr 2019). Der Rückbau der Fahrleitungen auf dieser Strecke soll vor dem Baubeginn für die Aufwertung stattfinden, um die Bauarbeiten einfacher sowie sicherer gestalten zu können und letztlich auch Investitionskosten zu sparen.

## 2.6 Fahrleitungsfreie Bahnhofstrasse Schaffhausen

Der Stadtrat plant die Aufwertung der Bahnhofstrasse. Auch für dieses Bauprojekt ist es von Vorteil, wenn der Fahrleitungsrückbau vorgelagert erfolgen kann. Der Zeitplan dazu wird dem Grossen Stadtrat mit separater Vorlage vorgestellt.

Vorteile ergeben sich auch für die Aufwertung und Verkehrsoptimierung im Bereich Adlerunterführung und Schwabentor, wofür derzeit die Planungen laufen. Sowohl für die Aufwertung der Bahnhofstrasse als auch für die Verkehrsoptimierung besteht eine Mitfinanzierung durch das Agglomerationsprogramm I.

Zudem können auf dem gesamten Streckenabschnitt zwischen den Haltestellen Feuerwehrzentrum und Mühleter (beim Kraftwerk) Wartungskosten für die Fahrleitungen eingespart werden.

### 3. Umsetzungskonzept IMC

#### 3.1 Angebot Hess

Für die Umrüstung der Trolleybusse besteht nur ein Anbieter, der Lieferant der bisherigen Trolleybusse, die Schweizer Firma «Hess Carrosserie AG» in Bellach SO. Der Zuschlag (mit Vorbehalt der Zustimmung der zuständigen Gremien) wurde auf der Ausschreibungsplattform SIMAP und im Amtsblatt am 17. August 2018 publiziert.

Das Angebot beinhaltet:

- Lieferung und Montage von sieben Hess Energy-Pack-Akkus des Typs LTO mit einem Energieinhalt von 30 kWh
- DC/DC-Wandler für die Akkus
- Montage der Akkus
- Anpassung der Akkubelüftung im Heckraum (Erkenntnis aus dem Testbetrieb in Schaffhausen)
- Anpassung der Bordelektronik
- Transport der Busse nach Bellach (SO) und zurück nach Schaffhausen
- Garantie: acht Jahre
- Schulung der Werkstattmitarbeiter der VBSH

Die Investitionssumme beträgt 1'575'000 Franken.

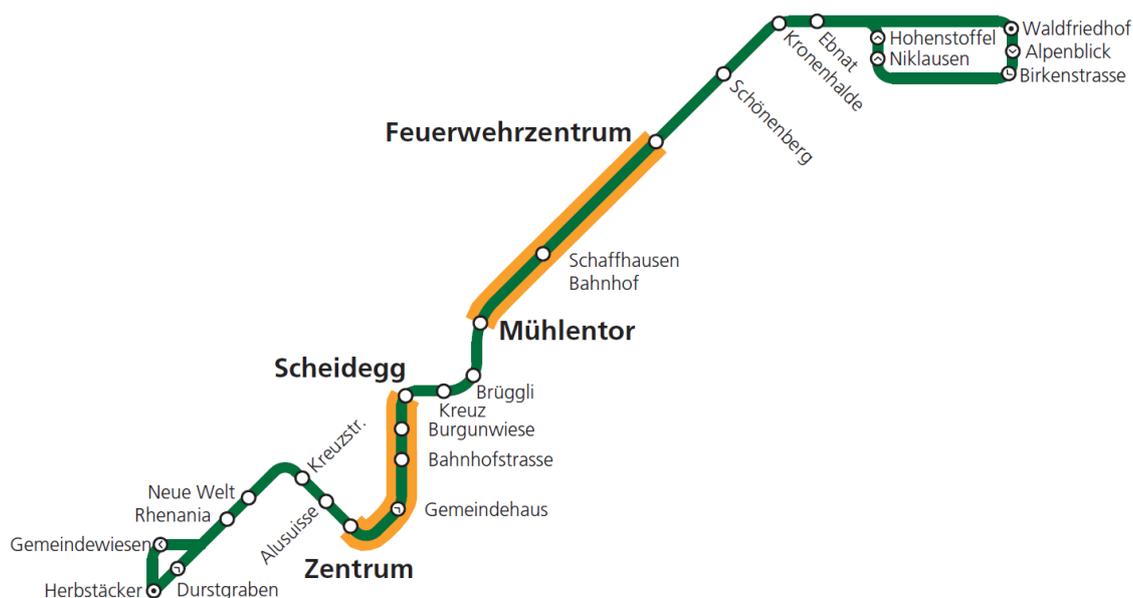
**Abbildung 5: Vergleich der bisherigen Technologie mit der IMC-Technologie**

	
Trolleybus bestehend	Trolleybus IMC mit Lithium LTO-Energie-Pack
Ausbau der bestehenden Dieselnottfahraggregate in aktuellen Trolleybussen	Einbau von Energie-Pack (Lithium-Batterie)

### 3.2 Abbau der Leitungen

Der IMC-Betrieb ermöglicht den streckenweisen Abbau von Fahrleitungen. Dies ist zwischen den Haltestellen Feuerwehrzentrum und Mühleitor (beim Kraftwerk) sowie in Neuhausen zwischen den Haltestellen Scheidegg und Neuhausen Zentrum geplant.

**Abbildung 6: Bei der orange markierten Strecke werden die Oberleitungen rückgebaut**



Die Planungen für den Rückbau wurden mit den zuständigen Gremien (Stadtpolizei Schaffhausen, Verwaltungspolizei Neuhausen, Verantwortliche für Beleuchtung bei SH Power und EKS) abgesprochen.

Der Rückbau der Fahrleitungen erfolgt schrittweise nach dem vollständigen Einbau der Traktionsbatterien in allen sieben Trolleybussen und erfolgreichem Betrieb in der Einführungsphase.

Der Rückbau der Leitungen wird wie folgt veranschlagt:

Strecke	Kosten Rückbau (einmalig)	Einsparung Unterhalt (für 8 Jahre)
Feuerwehrzentrum–Mühleitor	215'000 Fr.	570'000 Fr.
Scheidegg–Neuhausen Zentrum	160'000 Fr.	430'000 Fr.

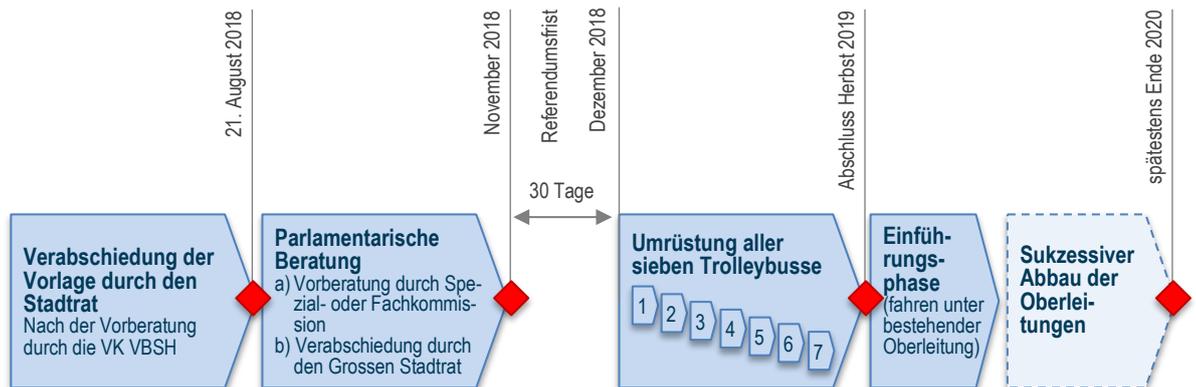
Der Vergleich der Investitions- und Rückbaukosten mit den Einsparungen für den Unterhalt zeigt, dass sich die Investition nach sieben Jahren lohnt (vgl. Kap. 4). Hinzu kommen Vereinfachungen bei Strassensanierungen und Umleitungen (z. B. bei Veranstaltungen).

Die Mittel für den Rückbau werden im Rahmen des Unterhalts über das ordentliche Budget der VBSH beantragt. Im Budget 2019 der VBSH sind die Kosten für den ersten Teil der Totalsanierung der Oberleitungen enthalten. Diese werden bei der Umstellung auf IMC für den Rückbau eingesetzt.

### 3.3 Zeitplan

Die Lieferfrist der IMC-Pakete beträgt maximal zehn Monate. Der Einbau erfolgt sequenziell. Nach dem vollständigen Einbau wird der Betrieb in der Einführungsphase unter realen Bedingungen geprüft, bevor der Rückbau der Oberleitungen beginnen kann.

**Abbildung 7: Zeitplan**

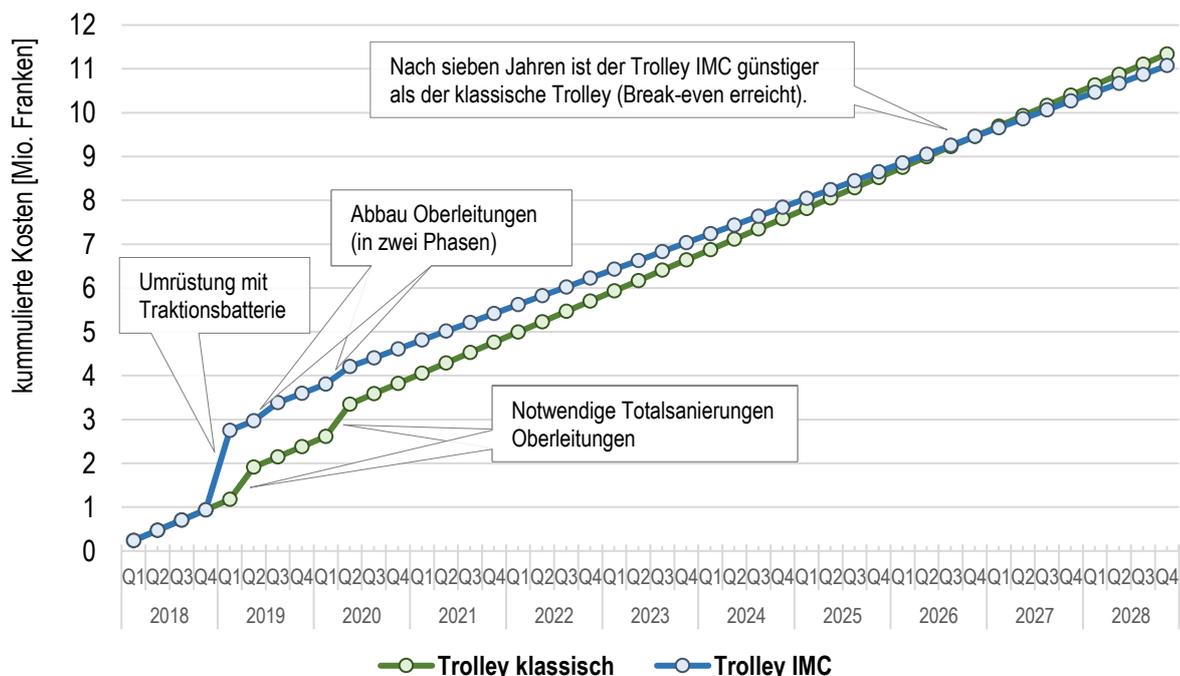


Der Abschluss des Fahrleitungsrückbaus ist spätestens Ende 2020 vorgesehen. Welche Abschnitte wann rückgebaut werden, wird in Abstimmung mit den einzelnen Bauprojekten entschieden (vgl. Kap. 2.5 und 2.6).

#### 4. Finanzen

Die Investitionen in die Traktionsbatterie und den Rückbau der Oberleitungen, der streckenweise erfolgt, werden wegen der tieferen Betriebs- und Unterhaltskosten innert sieben Jahren wieder eingespielt.

Abbildung 8: «Break-Even»-Darstellung Investition in Trolley IMC



Die Differenz der Betriebs- und Unterhaltskosten wurde mit rund 140'000 Franken pro Jahr vorsichtig eingesetzt und ergibt sich aus tieferen Unterhaltskosten für die Oberleitung, geringerem Strombezug (Rekuperation) und leicht tieferen Material- und Personalkosten.

Die Vorteile des IMC durch die flexibleren Einsatzmöglichkeiten (Veranstaltungen, Umleitungen bei Baustellen) können schwierig quantifiziert werden und wurden nicht berücksichtigt.

#### 5. Zuständigkeit

Für die Genehmigung des Investitionskredites von 1'575'000 Franken ist gemäss Stadtverfassung der Grosse Stadtrat zuständig. Der Beschluss unterliegt dem fakultativen Referendum.

Ab dem 1. Januar 2019 sind die VBSH eine selbstständige, öffentlich-rechtliche Anstalt. Ab diesem Zeitpunkt entscheidet der Grosse Stadtrat in abschliessender Kompetenz über Darlehen an die VBSH, welche für Investitionen notwendig sind.

## 6. Würdigung

Die Umrüstung der Trolleybusse auf IMC-Technologie bietet folgende Chancen (↗) und folgende Herausforderungen (↘):

- ↗ **gute Wirtschaftlichkeit: Break-even bereits nach sieben Jahren**
  - Tiefere Unterhaltskosten für Fahrleitungen, es bedarf eine Trafostation weniger
- ↗ **verbesserte Rekuperation**
  - Im Vergleich zum klassischen Trolleybus ist die Energierückspeisung bei Bergabfahrten und beim Bremsen immer möglich, und zwar ohne Abhängigkeit der Leitungsabschnitte und anderer Fahrzeuge auf dem gleichen Leitungsabschnitt.
- ↗ **verbesserte Ästhetik**
  - Durch den Einsatz von IMC-Bussen können die Oberleitungen streckenweise abgebaut werden, was zu einer Aufwertung des Ortsbildes führt.
- ↗ **flexiblerer Einsatz der Trolleybusflotte**
  - Durch die reduzierte Leitungsabhängigkeit können Trolleybusse flexibler eingesetzt und günstiger umgeleitet werden. Dies ist vor allem auch für die Bauphase der geplanten Aufwertung der Schaffhauser Bahnhofstrasse wichtig.
- ↗ **Dieselnotfahrt entfällt**
  - Die leitungslose Fahrt kann mit Normalgeschwindigkeit (Dieselnotfahrt max. 25 km/h) und ohne Lärmmissionen bewältigt werden.
- ↗ **kein Einfluss auf den Fahrplan**
  - Durch die Umrüstung sind keinerlei Anpassungen am Fahrplan nötig.
- ↘ **Lebensdauer Batterie ungewiss**
  - Der Lieferant bietet acht Jahre Garantie auf die Traktionsbatterie.
- ↘ **höheres Leergewicht des Busses**
  - Durch den Einbau der Traktionsbatterie steigt das Leergewicht des Trolleybusses um rund 500 kg, was zu einer leicht reduzierten Fahrgastkapazität (max. fünf Personen) führt. Dies hat in der Praxis aber keine Auswirkungen.

Der Stadtrat, der Gemeinderat Neuhausen am Rheinfall und die Verwaltungskommission der VBSH sind überzeugt, dass bei einer Gegenüberstellung der Chancen und Herausforderungen die Vorteile deutlich überwiegen, und empfehlen der Vorlage zuzustimmen.

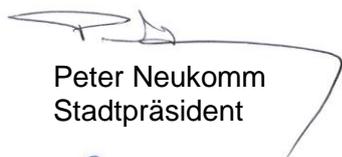
Gestützt auf vorstehende Ausführungen stellen wir Ihnen folgende

### Anträge

1. Der Grosse Stadtrat nimmt Kenntnis von der Vorlage des Stadtrates vom 21. August 2018 betreffend «E-Bus: Umrüstung Trolleybus auf IMC-Technologie».
2. Der Grosse Stadtrat bewilligt einen Investitionskredit (Verpflichtungskredit) über 1'575'000 Franken zu Lasten der Investitionsrechnung der VBSH für die Umrüstung der Trolleybusse auf IMC-Technologie.
3. Ziffer 2 dieses Beschlusses untersteht nach Art. 25 lit. e der Stadtverfassung dem fakultativen Referendum.
4. Für die Umsetzung ab 1. Januar 2019 bewilligt der Grosse Stadtrat ein Darlehen an die öffentlich-rechtliche Anstalt VBSH von 1'575'000 Franken.

Freundliche Grüsse

IM NAMEN DES STADTRATES



Peter Neukomm  
Stadtpräsident



Sabine Spross  
Stadtschreiberin