

# Électrification de la flotte de bus

Se préparer maintenant dans le trafic urbain et régional



Bruno Schwager, directeur

Verkehrsbetriebe Schaffhausen

**vb/sh**

# Situation initiale

## globale

- Réalisation des objectifs de protection climatique
- Progrès technologique et changement de valeurs
- Transformation des TP (de la compagnie de bus au «Mobility Service Provider»)
- Automatisation / numérisation

## locale

- Parc de véhicules  
Acquisition nécessaire pour 15 véhicules
- Infrastructure et géographie  
Centrale électrique / Système de ligne / Topographie
- Interfaces simples  
Toutes les compétences sont du ressort de la ville



Lignes de bus en forme de «8»

Le point de chargement est situé au point le plus bas

Infrastructure de charge centrale à la gare

# Renouvellement de la flotte

1

Adaptation  
des trolleybus  
à la technologie  
IMC



2019/20

2

Étape de base :  
**remplacement de 15  
bus diesel par des  
bus électriques**



2020/21

3

Extension complète:  
remplacement progressif  
de toute la flotte par des  
bus électriques



2024 à 2028



# Rénovation et développement de l'infrastructure

1

Adaptation  
de l'infrastructure  
à la gare et sur le  
réseau



2020/21

2

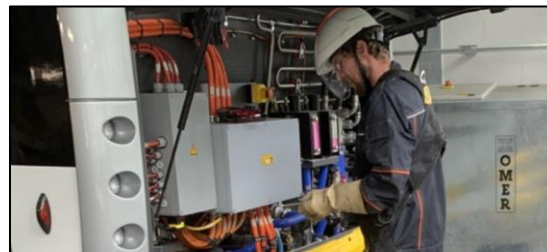
Rénovation  
et assainissement  
du dépôt de bus  
existant



2020/21

3

Adaptation de  
l'infrastructure du  
dépôt de bus à la  
technologie électrique



2020/21

# Concept de bus électrique: recharge rapide centralisée



# Un tiers de la flotte électrifié

- 13 bus électriques en service jusque décembre 2021
- Les deux derniers véhicules suivront d'ici l'été 2022
- **L'horaire actuel** peut être respecté
- **Pas de temps d'attente supplémentaire** dû au processus de chargement
- **Pas de véhicules supplémentaires** nécessaires
- **Pas de chauffeurs supplémentaires** nécessaires
- Kilométrage quotidien d'environ 350 km par véhicule
- Jusqu'à présent 650 000 km en service régulier

# Recharge en route et pendant la nuit

- Infrastructure de recharge entièrement développée depuis août 2021:
  - 12 chargeurs rapides à la gare pour la recharge pendant les arrêts prévus
  - Chargement quotidien de nuit au dépôt de bus
- Environ 8000 chargements rapides par mois
- Plus de 50 000 recharges réussies à ce jour sur les bras de chargement à la gare

# Infrastructure de recharge sur la route





# Infrastructure de recharge en sous-sol



# Infrastructure de recharge au dépôt





# Le siège en bois de Schaffhouse

- Les passagers se sont prononcés en faveur du bois (tissu, plastique ou bois)
- Première version glissante
- Propre développement avec HessCo: revêtement antidérapant, cuvette de siège, bois suisse ... et en plus moins cher!



# Contrôler – Tester – Mesurer – Évaluer

- Sécurité et vitesse de connexion lors du chargement:
  - Lors de la montée et de la descente de personnes
  - Avec et sans kneeling
  - Régler proprement les hayons de chargement et le pantographe (système Schunk)
  - Communication entre les chargeurs et les bus





# Compatibilité et interopérabilité

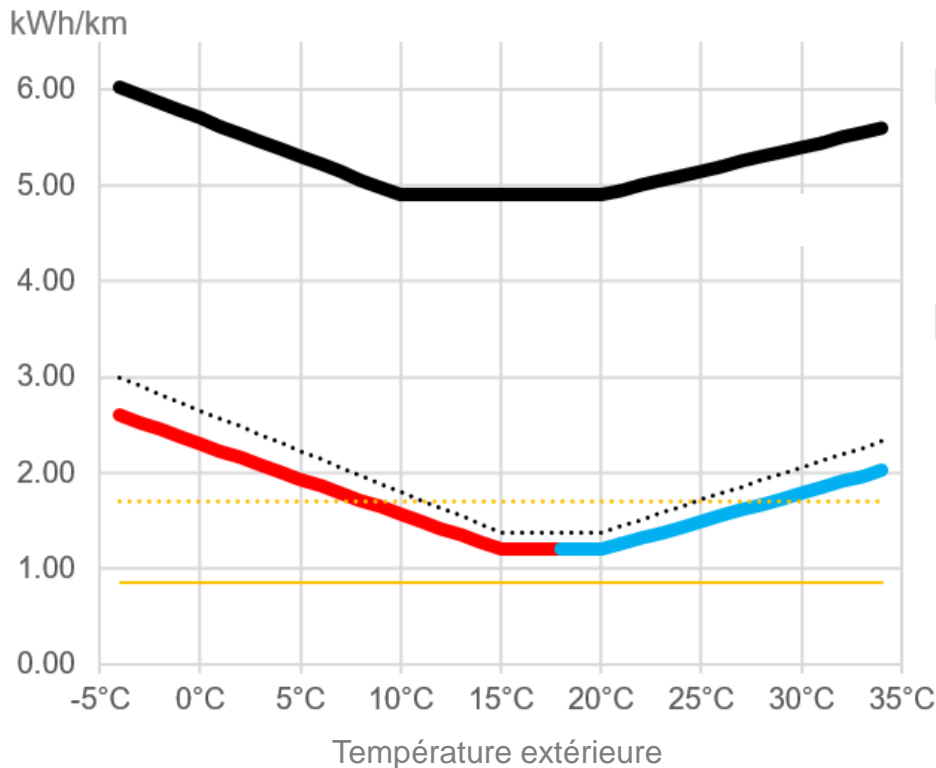
- DIN, ISO, VDV ...
- Irizar fonctionne sans problème avec ABB (pantographe/capot de chargement Schunk et chargeur de flexible)
- D'autres bus fonctionnent avec des appareils Jema
- Régler le bon protocole de communication et les bons paramètres



# Les bus sont aussi des ordinateurs roulants

- Beaucoup plus de logiciels et de commandes
  - Entraînement
  - Chauffage/refroidissement
  - Caméras/écrans
  - Capteurs/messages d'erreur
  - Intégration globale des systèmes dans le poste de conduite
- Utiliser systématiquement le système de monitoring en ligne dès le début (heures de service, km, consommation d'énergie, codes d'erreur...)
- Tenir impérativement compte des réactions du personnel de conduite (p. ex. commission des conducteurs)

# Charge - Récupération - Conduite - Climatisation



## Bus diesel:

— 5-6 kWh/km = 0.5-0.6 l/km  
Chaleur en hiver «gratuite»

## Bus électrique:

— total chauffage incl. (hiver)  
— total refroidissement incl. (été)  
..... Transmission  
— Transmission moins récupération 50%  
..... Consommation totale d'électricité  
(y compris les pertes de charge, de câble et de batterie)

# Formation du chauffeur

- Commission des chauffeurs pendant la phase de spécification
- Deux bus de présérie:
  - Possibilité d'expériences et de feedback
  - Une heure d'auto-école par personne AVANT le premier cours
- 200 personnes formées, peuvent conduire les bus
- Matériel d'information/de formation sur le öV-pad
- Workshop avec les questions les plus fréquentes et des conseils:
  - sur le véhicule lui-même
  - sur les sources d'erreur lors de l'utilisation et du fonctionnement
  - Formation complémentaire ½ journée par personne en avril/mai 2022



# Formation du chauffeur

La répartition du personnel de conduite ne tient pas compte du type d'entraînement:

- Dilemme jusqu'à une expérience de conduite suffisamment large:
  - Deux premiers véhicules: encadrement et répartition spéciaux possibles
  - Pour les autres bus en service: tous devraient être formés, mais la plupart n'ont pas encore d'expérience de conduite
- Une partie des chauffeurs préfèrent les bus diesel, mais s'accommodent des bus électriques
- Utiliser le dialogue et le feedback pour s'améliorer:
  - Sur les véhicules et les paramètres du système
  - Connaissance du système et des meilleures pratiques en général et dans des situations spécifiques

# Nous avons appris en particulier...

- Les bus électriques sont des bus, mais ils sont différents
- Il faut une infrastructure de recharge: dépôt de bus, cave de la poste, rue de la gare, bras de recharge, câblage...
- Les bus électriques sont aussi des ordinateurs
- Projets de construction nécessaires pour les bus électriques
  - entraînent l'application d'autres lois (LHand, protection de l'environnement, sécurité)
  - et suscitent d'autres intérêts individuels

# Nous avons appris en particulier...

- Le garage doit s'orienter vers les bus électriques
- Répercussions sur tous les autres domaines de travail, mais aussi soutien à 100% par tous les départements
- Un tel changement est donc toujours synonyme de *change management* et fait donc partie de la transformation de l'entreprise.
- Grande attention du public

# Nous avons appris en particulier...

- Recharge rapide pendant l'arrêt prévu suffit (arrêts 2-3 minutes, 2x par heure, 600/450 kW)
- Concept d'incidents (gestion des risques pour les bus électriques et l'infrastructure de recharge)
- Coopération avec les pompiers
- Collaboration entre le fournisseur et les partenaires locaux
- Infrastructure de recharge et bus d'une seule source = avantage



# Les prochaines étapes

- Acquérir de l'expérience et de la routine
- Planification de la flotte de bus urbains, remplacement des bus diesel:
  - 9 bus électriques supplémentaires de 2024 à 2026
  - 19 bus électriques supplémentaires de 2027 à 2029 (tous les bus diesel jusqu'en 2027/28, tous les 7 trolleybus en 2028/29).
  - des chargeurs/places de nuit, y compris le câblage, sont toujours nécessaires (aucune autre infrastructure n'est requise).
- Transports locaux entièrement électriques et neutres en CO<sub>2</sub> d'ici 2028
- Un transport régional sans fossile exigé par la politique

# Un projet devient réalité

- «Business as usual» maintenant aussi avec des bus électriques (1/3 de la flotte est électrique à batterie)
- Certaines retouches et améliorations nécessitent encore un peu de temps.
- Clôture du projet en juin 2022
- Le budget est respecté
- Le délai est (presque) respecté
- Tout a été réalisé – malgré le Covid-19

# Alles erreichen.

