

# Stratégie de bus électriques pour une entreprise de transport régionale

L'exemple des  
Verkehrsbetriebe Zürichsee und Oberland (VZO)

**Heinz Blatti**, chef technique  
Verkehrsbetriebe Zürichsee und Oberland VZO



**Peter de Haan**, chef des ressources,  
de l'énergie et du climat  
Professeur en mobilité du futur à l'EPFZ  
EBP Schweiz

# Points-clés de toute stratégie de bus électriques

- Fiabilité: *comme jusqu'ici*
- Confort: *comme jusqu'ici*
- Efficacité des coûts:
  - À long terme, les bus électrifiés sont neutres sur le plan des coûts
  - Les prochaines générations de bus électriques seront encore plus chères
  - La transition induit des coûts uniques
- Les ET ont besoin de **partenaires** pour le passage aux bus électriques

Bus électrique =

- chargement au dépôt (bus à batteries, charge la nuit au dépôt et éventuellement recharge la journée)
- *opportunity charging* (bus à batteries, charge la nuit au dépôt et la journée à certains arrêts)
- pile à combustible à hydrogène
- ... et des combinaisons entre ces formes

# Pourquoi une stratégie de bus électriques?

- Se préparer aux actions politiques
- «Activer» les partenaires (commanditaires, villes, entreprises électriques)
- Éviter de mauvais investissements: le «premier pas» doit être compatible avec l'électrification de l'ensemble de la flotte
- Profiter de manière optimale des cycles de renouvellement (bus, dépôts)
- Défis spécifiques aux ET régionales:
  - 1) engagements journaliers des bus sur un nombre élevé de km (>350 km)
  - 2) grandes distances vers les dépôts
  - 3) engagements des bus sur des lignes interconnectées
  - 4) temps d'attente près des gares
  - 5) qui possède et exploite l'infrastructure de chargement?

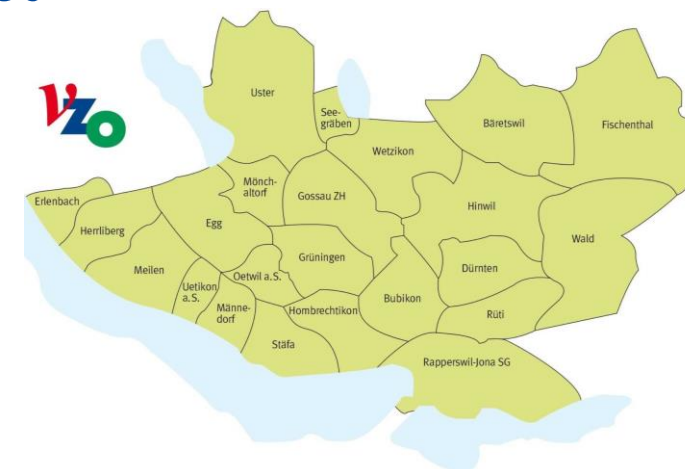
# ET urbaines vs régionales

## ET urbaines, typiquement:

- 1 ville-centre,  
1 fournisseur de courant de la ville,  
1 politique climatique et  
énergétique
- la majorité de la flotte de bus  
uniquement engagée sur le territoire  
de la ville
- lignes fortement fréquentées déjà  
électrifiées (tram ou trolleybus)

## ET régionales, exemple des VZO:

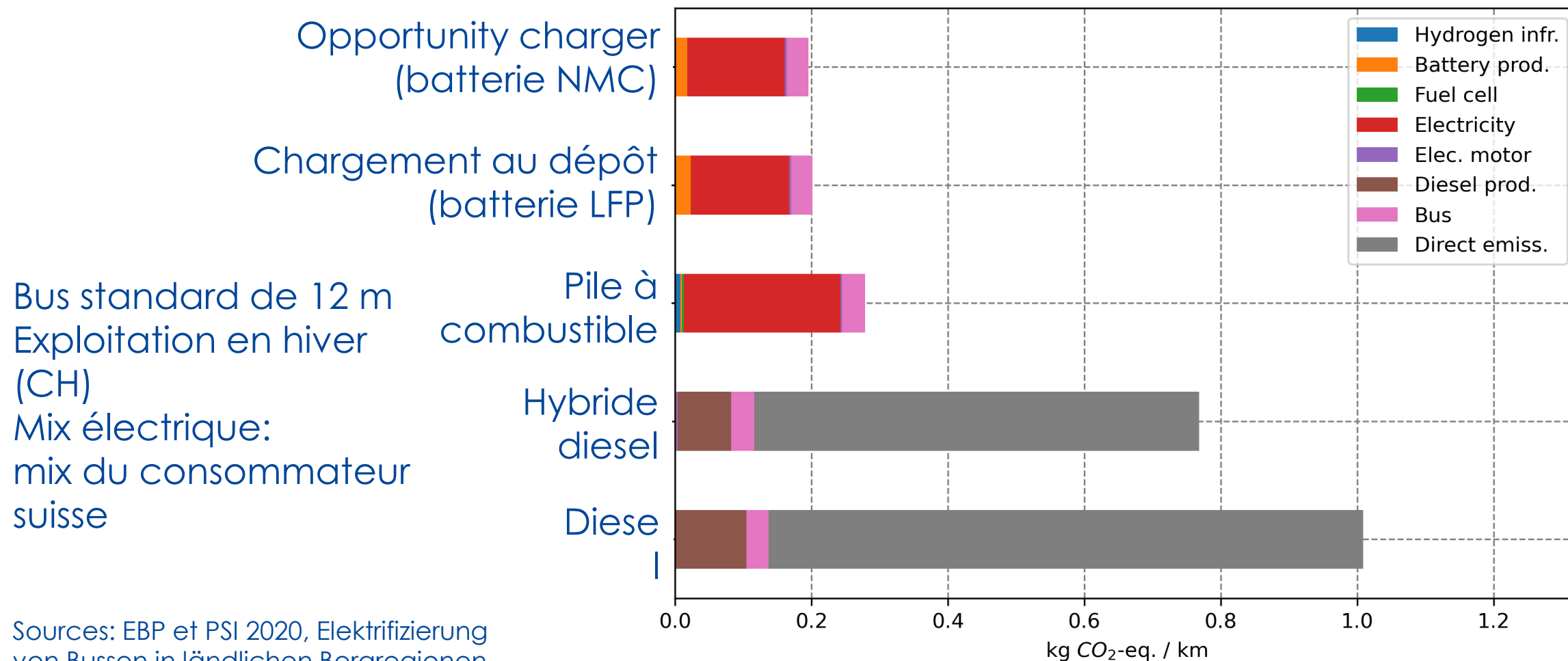
- 23 communes (4x «Cité de l'énergie  
Gold», 5x «Cité de l'énergie»)
- 9 villes >10 000 hab. (chiffres 2020)
- 14 fournisseurs de courant  
communaux + 1 cantonal (EKZ)
- 4 dépôts de bus
- 2 cantons  
(ZH et SG)
- horaire axé  
sur les RER



# Les quatre piliers de la stratégie de bus électriques

1. 100 % d'énergie renouvelable
2. Peu de CO<sub>2</sub>, y compris la fabrication et l'élimination de la batterie, de l'unité motrice et du véhicule
3. Efficacité énergétique: la mise à disposition de suffisamment d'énergie renouvelable sera le goulet d'étranglement. Pour l'hydrogène et les carburants synthétiques, il y a lieu d'estimer quel sera le prix de leur fabrication avec des énergies uniquement renouvelables
4. Fiabilité au même niveau élevé qu'aujourd'hui

# Bilan écologique: émissions de gaz à effet de serre sur l'entier du cycle de vie



Sources: EBP et PSI 2020, Elektrifizierung von Bussen in ländlichen Bergregionen (SETP P-196), fig.12

# Penser en flottes partielles ou groupes de lignes et non par ligne de bus!

- Abandon de l'«héritage du diesel» dans notre planification: le bus polyvalent utilisable en tout temps et autarcique appartient au passé
- «La solution doit être trouvée pour la ligne la plus difficile»: une stratégie de bus électriques doit identifier la technologie de chargement à même de décarboner la «ligne la plus difficile» (et non commencer par les plus faciles!)
- Une seule technologie de chargement devrait être utilisée pour une partie de la flotte d'une certaine taille ou pour un groupe de lignes pertinent

# Les quatre étapes de vue d'une stratégie de bus électriques

1. **Prévision de la flotte** (VZO: aujourd'hui 102 bus, d'ici 2035 probablement 130 bus, surtout articulés)
2. Pas de prise en compte des lignes de bus, mais **accent sur les tours des bus** (engagements des bus sur la journée)
3. Prévision: quelle **autonomie** sera **livrable en 2035**, pour les bus standard et les bus articulés?
4. Classification des tours de bus actuels:
  - D** = faisable uniquement avec chargement au dépôt (VZO: 20 %)
  - S** = Chargement en journée ou modification des tours (VZO: 60 %)
  - H\*** = plus de bus ou chargement rapide ou H<sub>2</sub> (VZO: 20 %)

\* surtout bus articulés >350 km/jour sans temps d'attente



# Stratégie de bus électriques:

## 2 approches possibles

- Approche N° 1 = «uniquement chargement au dépôt, si nécessaire engager davantage de bus»
- Approche N° 2 = modification des tours des bus: grand potentiel! Avec l'*opportunity charging*, tous les tours de bus pourraient être effectués en 2035 sans avoir besoin de plus de bus.

**Engagements journaliers actuels**      **Engagements journaliers *modifiés***

Elektrifizierung mit	heute	2035	2035
Depotlader (D)	19* von 91 Tageeseinsätzen	33 von 91 Tageeseinsätzen	33 von 91 Tageeseinsätzen
Streckenlader** (S)	53 von 91 Tageeseinsätzen	44 von 91 Tageeseinsätzen	58 von 91 Tageeseinsätzen
Heavy Duty (H)	19 von 91 Tageeseinsätzen	14 von 91 Tageeseinsätzen	0 von 91 Tageeseinsätzen

# Plusieurs solutions de chargement dans une flotte de bus?

«séparation» de la flotte de bus (les bus ne peuvent être employés que pour une partie des lignes et des tours):

p. ex. 50 % de chargement au dépôt, 50 % d'*opportunity charging*

1. Convient uniquement à de grandes flottes de bus
2. A des conséquences sur la planification des bus et du personnel, sur l'occupation des dépôts, etc.
3. Besoin légèrement plus élevé de véhicules de réserve
4. Pas de besoin supplémentaire de places et de surface dans les dépôts puisque le nombre de bus reste identique

# Cela commence aujourd'hui, pas demain

- Pour avoir une majorité de bus électriques en 2035:  
ne plus commander que des bus électriques dès 2023
- L'appel d'offres est actuellement en phase d'évaluation
- Le mandat doit être attribué à la mi-juin 2022

# Deux phases d'électrification des bus

## Phase 1

### **Début avec des bus à chargement au dépôt**

- Clarifier les possibilités d'encouragement avec le ZVV et le canton de SG
- Analyse de l'électrification des dépôts
- Définition des exigences et appel d'offres

## Phase 2

### **Actuellement, engagements journaliers difficilement électrifiables**

- Observation de l'évolution de la technologie
- Suivi des systèmes d'encouragement et de la stratégie globale
- Décider suffisamment tôt de l'*opportunity charging* ou davantage de bus là où cela est nécessaire

# La clé du succès se trouve chez nos partenaires

- Création de fonds d'encouragement
- Installation d'alimentations et de raccordements électriques aux dépôts, ce qui constitue un grand défi pour des ordres de grandeur de 4 MW (pas optimisé)

# Coordination de la stratégie avec les commanditaires

## **Canton de Zurich / Zürcher Verkehrsverbund (ZVV):**

Le ZVV a développé une stratégie de décarbonation après les VZO. La stratégie des VZO a dû être coordonnée avec celle du ZVV avant son approbation. Le signal du départ a été donné pour les achats de bus à partir de 2023.

## **Canton de St-Gall:**

Un concept a été soumis en mars 2022. Objectif: un lancement en 2024 à Rapperswil-Jona. L'approbation n'a pas encore été donnée.

# Merci pour votre attention!

## **Heinz Blatti**

Verkehrsbetriebe Zürichsee und  
Oberland

Chef technique

Tél.: +41 44 936 53 31

E-mail: [heinz.blatti@vzo.ch](mailto:heinz.blatti@vzo.ch)

## **Peter de Haan**

Ernst Basler Partner (EBP)

Chef des ressources, de l'énergie et  
du climat

Tél.: +41 44 395 11 14

E-mail: [peter.dehaan@ebp.ch](mailto:peter.dehaan@ebp.ch)