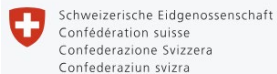


Projektpartner



Bundesamt für Energie BFE

ETH zürich

VBZ

Zürich Linie



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



Swiss eBus plus

avec ambition et efficacité vers l'avenir

10.06.26

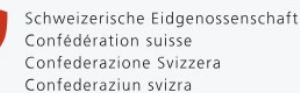
Jan Wunderlich / Responsable Technique & Développement/ Carrosserie HESS AG

Rétrospective

Projet eBus plus

- Collaboration entre la Confédération, les VBZ, des instituts de recherche renommés et HESS, constructeur de bus
- Soutenu par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) en tant que projet pilote et de démonstration : numéro de projet SI/502235
- Exposé de juin 2024: **Réduire la consommation d'énergie dans les services de ligne grâce à des solutions innovantes dans les concepts de véhicules**

Projektpartner



Bundesamt für Energie BFE

ETH zürich

Züri  Linie

Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



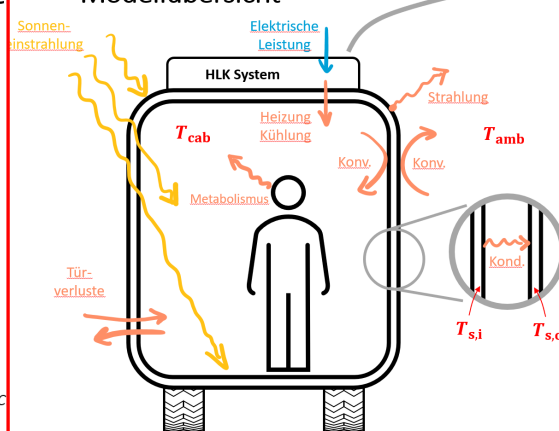
Ausgangslage aus Vorgängerprojekten

- Handlungsfeld I: Antrieb und Rekuperation
- Handlungsfeld II: Leichtbau
- Handlungsfeld III: HV-Regelungsoptimierung
- Handlungsfeld IV :Heizung / Klimatisierung
- Handlungsfeld V: Wagenkasten
- Handlungsfeld VI: Batterietechnologie
- ...

Vorhandene Potentiale

ETH zürich

Modellübersicht



Heizen:

Pressure **pumps**

- + Infrarot-panels

Zus.:  Türluftschleier

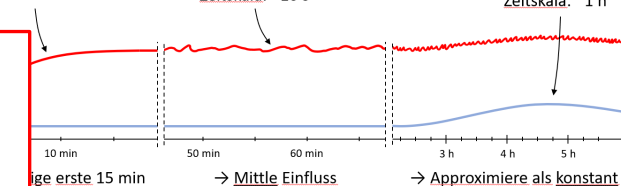


Vereinfachung durch Steady-State-Betrachtung

Zeitskala thermische
Dynamik: ~10 min

“Schnelle” Störungen:
(Türöffnungen, Fahrprofil, ...)
Zeitskala: ~10 s

“Langsame” Störungen:
(Umgebungstemperatur, Wetter)
Zeitskala: ≈ 1 h



Szenario
(Temperatur ...)

(temperature, ...)

Steady state

Berechnung

System Design

Energieverbrauch

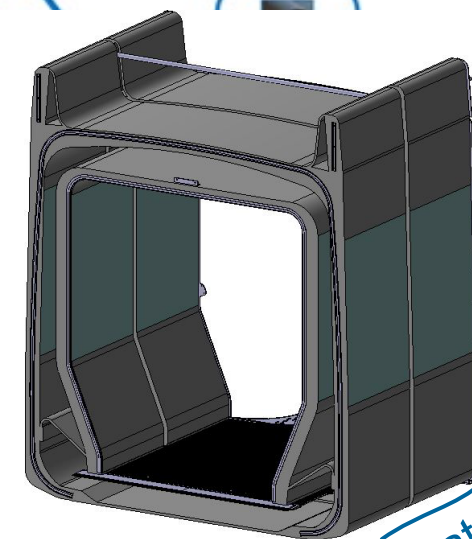
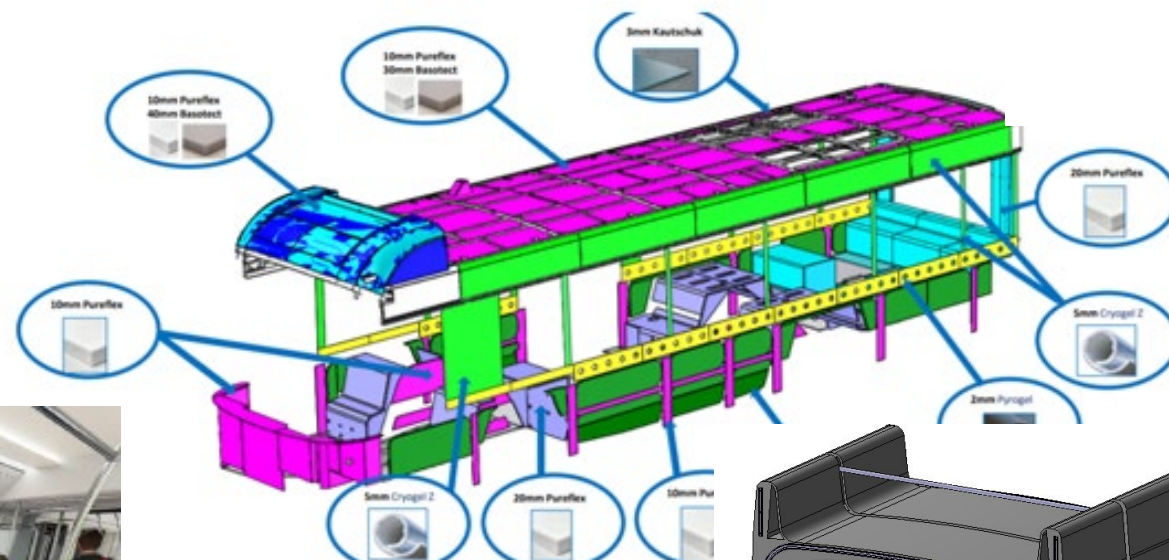
→ Thermischer Komfort

Anforderung:

«Nichtfossilen Verkehrsträgern im öffentlichen Verkehr auf Strassen zum Durchbruch verhelfen»...**durch anwendbare Technologie, Innovationen und Mut**

Ehlio Widmer | IDEC | ETH ZH

Quelques technologies de l'eBus plus...



patentiert

Rétrospective : approche et bases

Méthodologie :

- Calcul → Théorie & physique



- Simulation → Avec données météorologiques réelles et paramètres de fonctionnement



- Test en chambre climatique → En fonctionnement été/hiver, niveau système



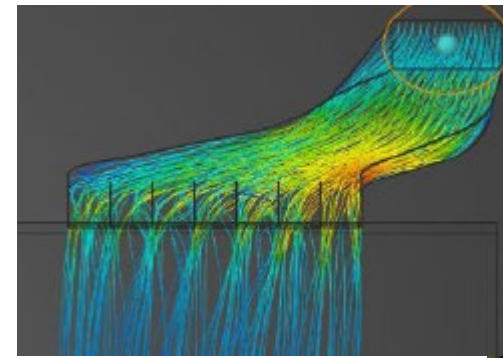
- Test en ligne → Kilométrage jusqu'à présent > 60 000 km, niveau véhicule

Base de comparaison :

Véhicule existant déjà optimisé → Isolation de carrosserie, double vitrage, matériaux composites...

Objectif:

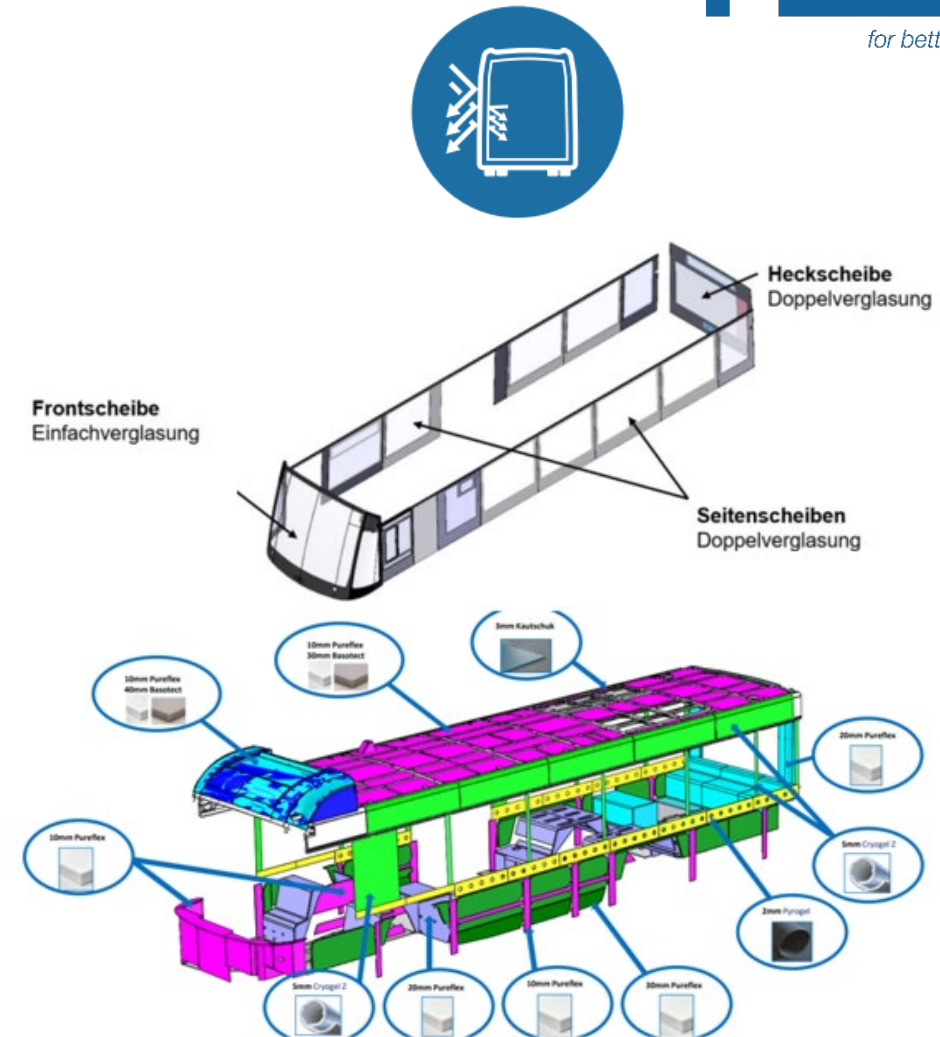
Pas d'optimisation exagérée à cause de faibles valeurs de référence → Qu'est-ce que cela aide en pratique ?



Isolation

Objectif du projet eBus plus / Projet OFEN

- Réduction de la consommation énergétique HVAC de -5 %



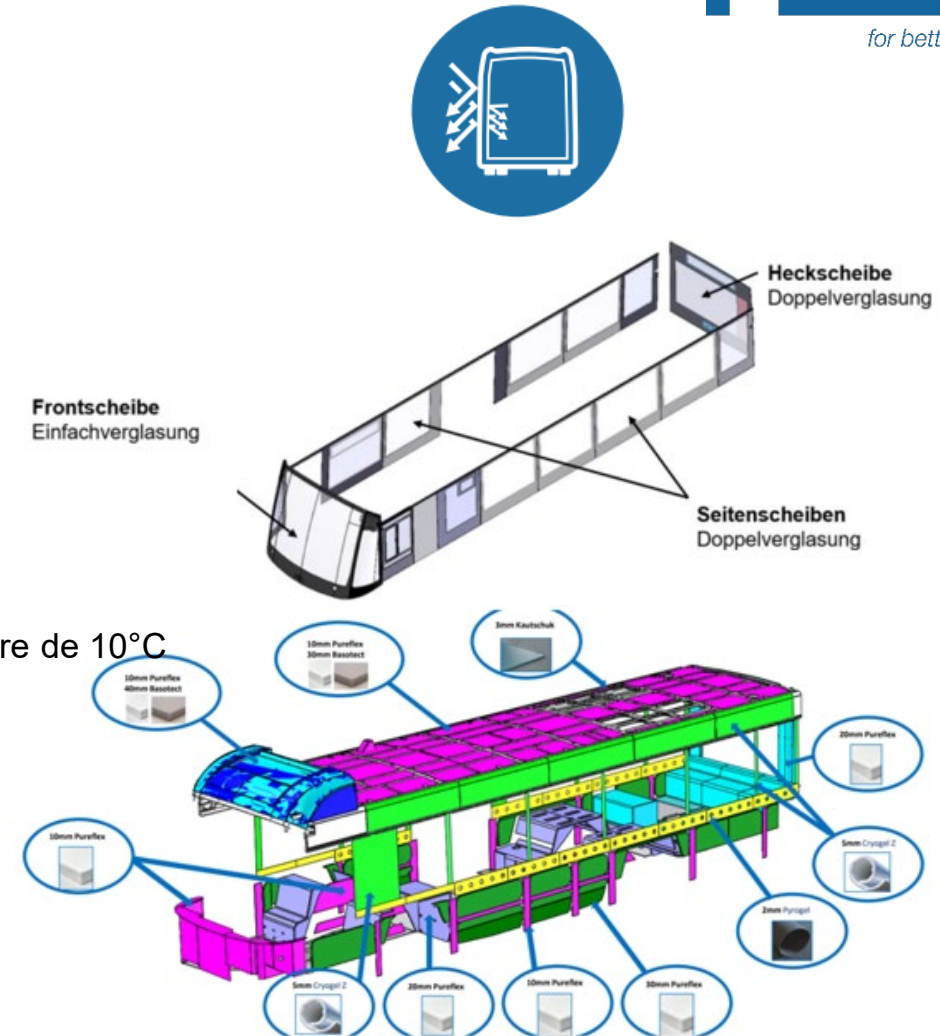
Isolation

Objectif du projet eBus plus / Projet OFEN

- Réduction de la consommation énergétique HVAC de -5 %

Résultat

- La valeur U a pu être encore améliorée d'environ 34 %.
 - Environ 1 kW de perte par transmission en moins par différence de température de 10°C
- >5MWh de puissance HVAC en moins par an (- 44%)





Isolation

Objectif du projet eBus plus / Projet OFEN

- Réduction de la consommation énergétique HVAC de -5 %

Résultat

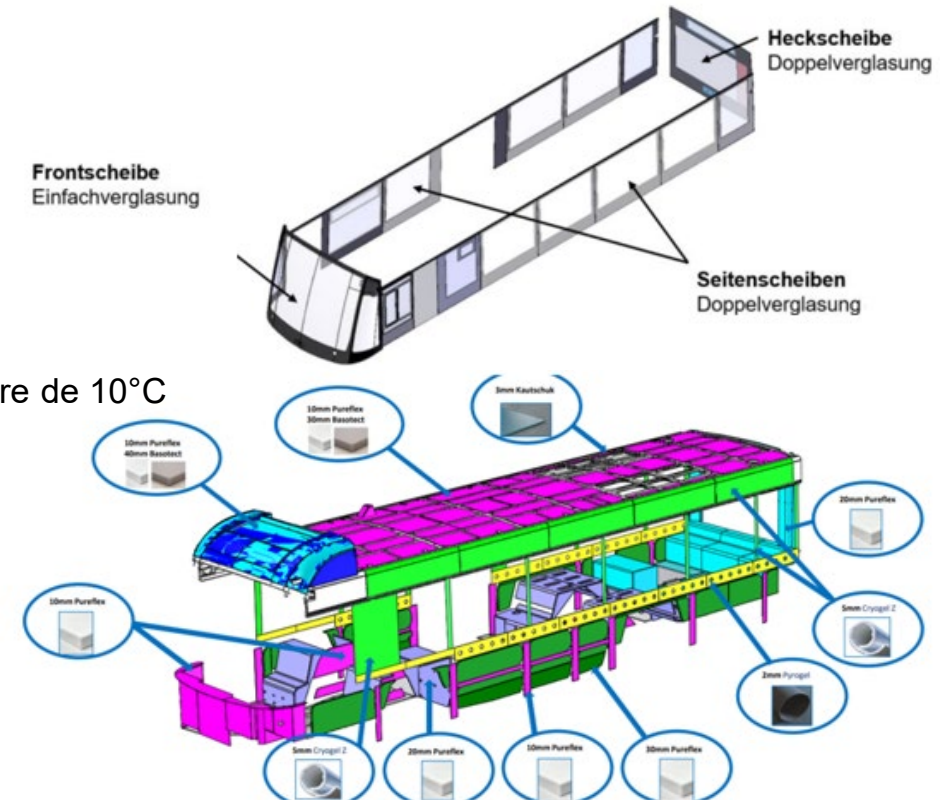
- La valeur U a pu être encore améliorée d'environ 34 %.
 - Environ 1 kW de perte par transmission en moins par différence de température de 10°C
- >5MWh de puissance HVAC en moins par an (- 44%)

Comparaison

Consommation énergétique de tout les 1420 E-Bus Suisse
(Trolley inclus)

2024: 374TJ* = 106.660MWh* = Ø ~75MWh/Bus par année

*Source : Chiffres énergétiques OFT des transports publics 2020-2024



→ Réduction de la consommation d'énergie de tous les e-bus en Suisse: environ 7 %



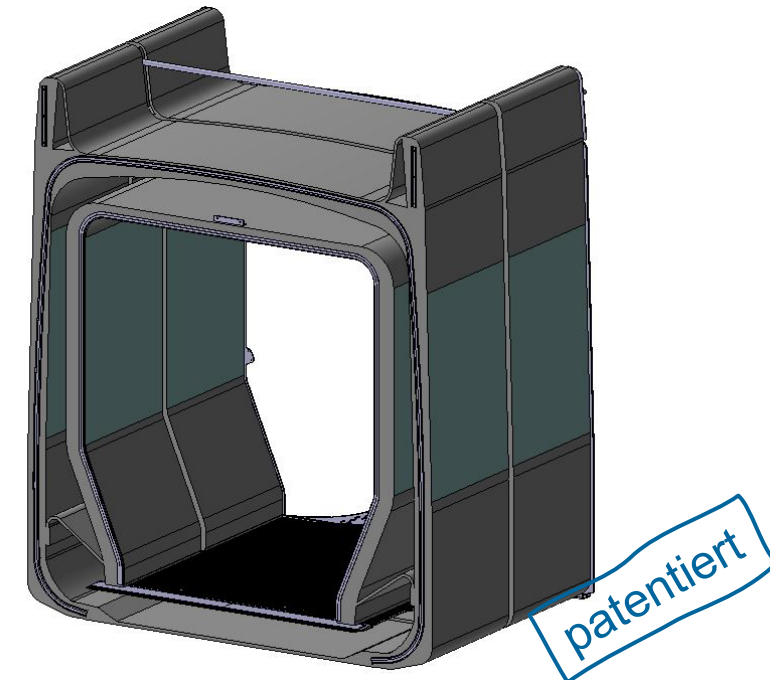
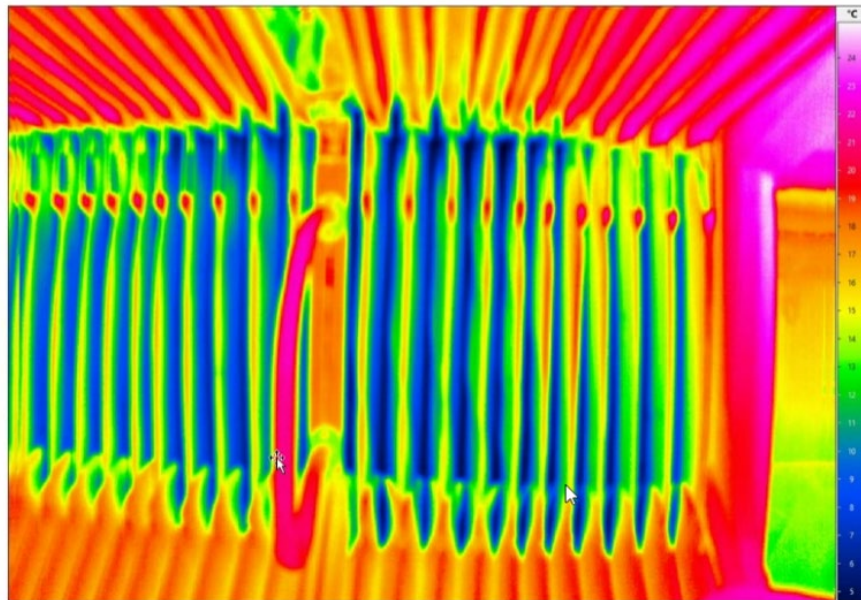
Soufflets innovants

Chambre climatique :

- Soufflets existants : Différence de température d'environ 17°C dans la plage monocouche
- Soufflets innovants : Différence de température d'environ 6°C dans la zone isolée

Impact sur l'ensemble du véhicule :

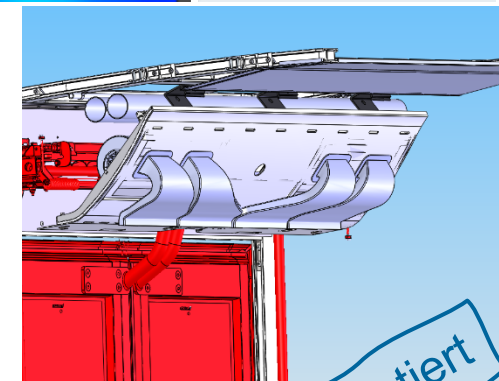
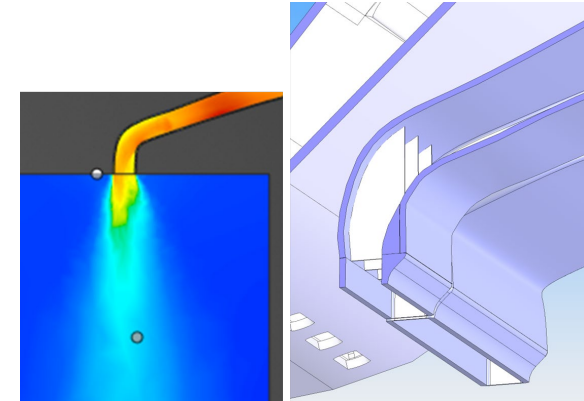
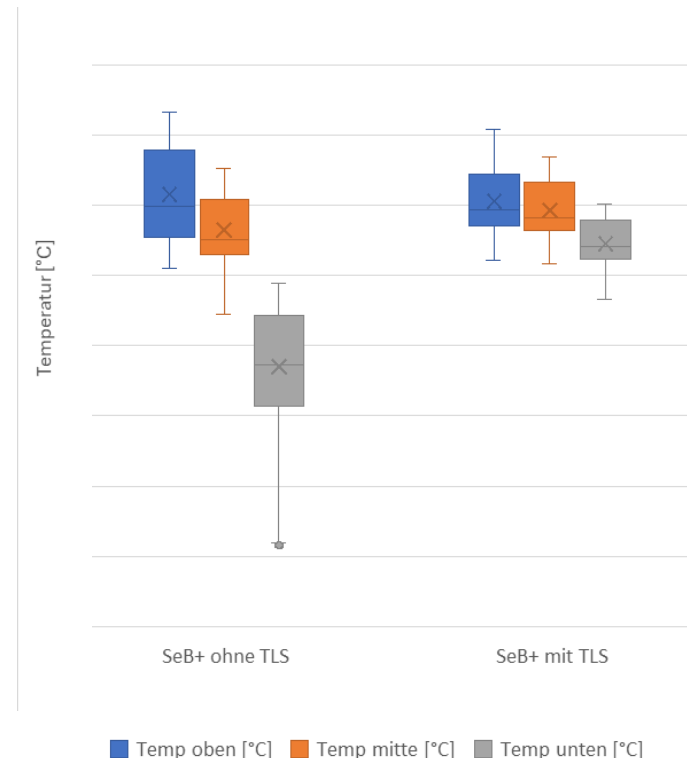
- Pertes de chaleur totales des bus simple articulés avec soufflets innovants diminuées d'environ 4,5 %
- Pertes de chaleur totales des bus double articulés avec soufflets innovants diminuées d'environ 6,6 %





Optimisation énergétique des portes et des zones d'entrée : voile d'air de porte

- La répartition thermique a diminué d'environ 75 % grâce au voile actif.
- Répartition uniforme des températures
- Meilleur rapport coût-bénéfice entre la consommation énergétique en kW et le gain de confort thermique pour les passagers
- Consommation énergétique plus faible pendant la période de chauffage grâce à l'ajustement de la valeur de consigne

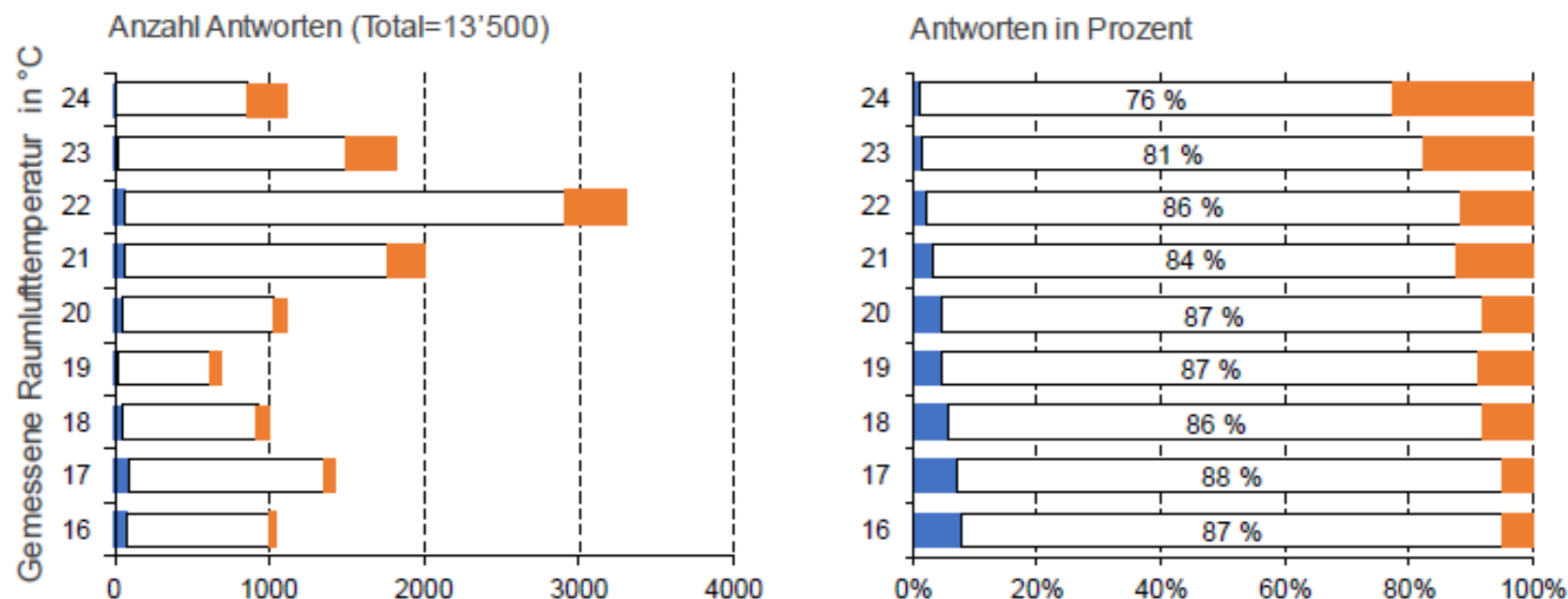
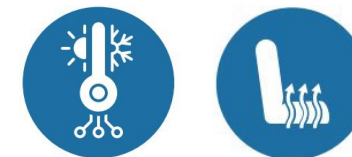


patentiert

**Réglage HVAC confort thermique... Quelle est
la température intérieure idéale ?**



...Quelle est la température intérieure idéale ?



Zufriedenheitswerte im **Regionalverkehr** je Raumlufttemperaturniveau (blau: «zu kalt», weiss: «angenehm», orange: «zu warm»)

Source :

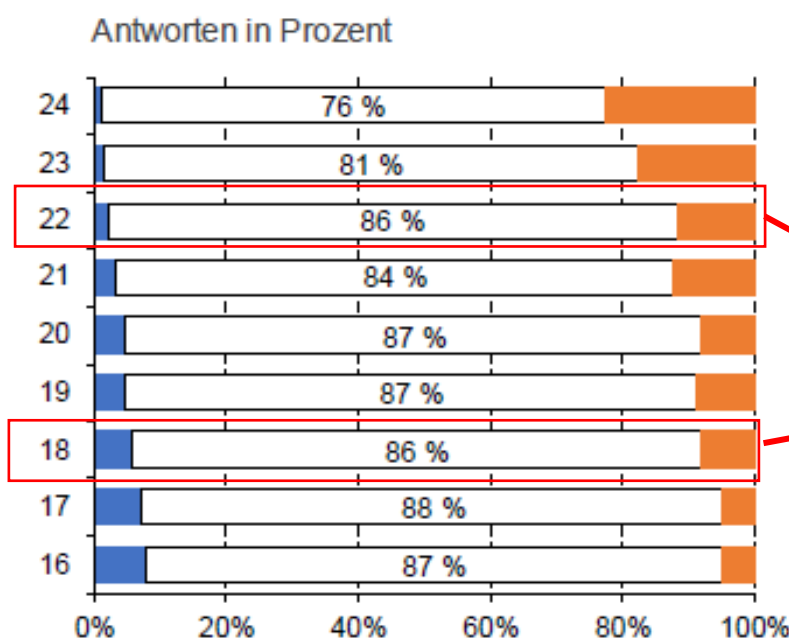
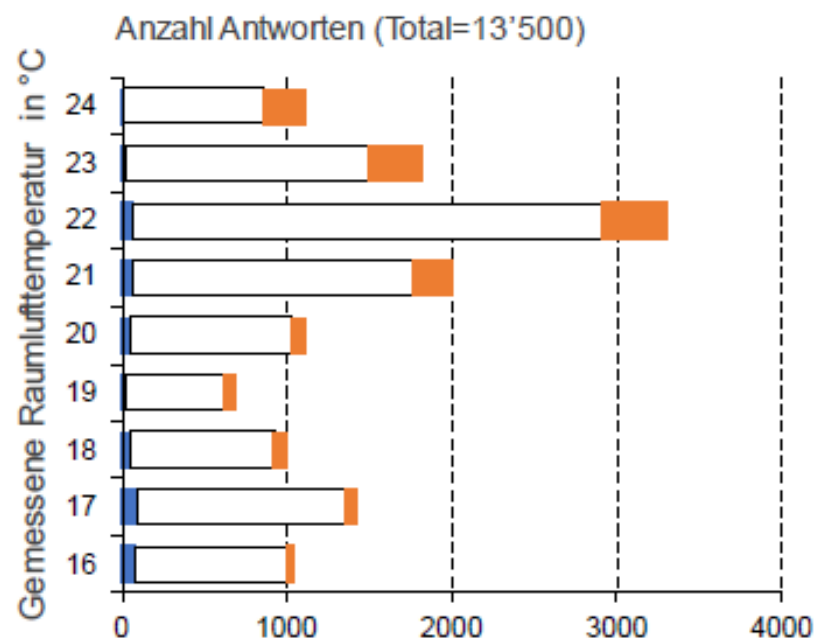
Enquêtes passagers sur le confort thermique dans les transports publics / p.7

Numéro de projet P-273 / Sept. 2023

Office fédéral des transports OFT

Programme de mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 dans les transports publics (ESöV 2050)

Température intérieure confortable selon les passagers :



22°C → 18°C
Satisfaction const.
+3 % trop froid
-3 % trop chaud

Zufriedenheitswerte im **Regionalverkehr** je Raumlufttemperaturniveau (blau: «zu kalt», weiss: «angenehm», orange: «zu warm»)

Source :

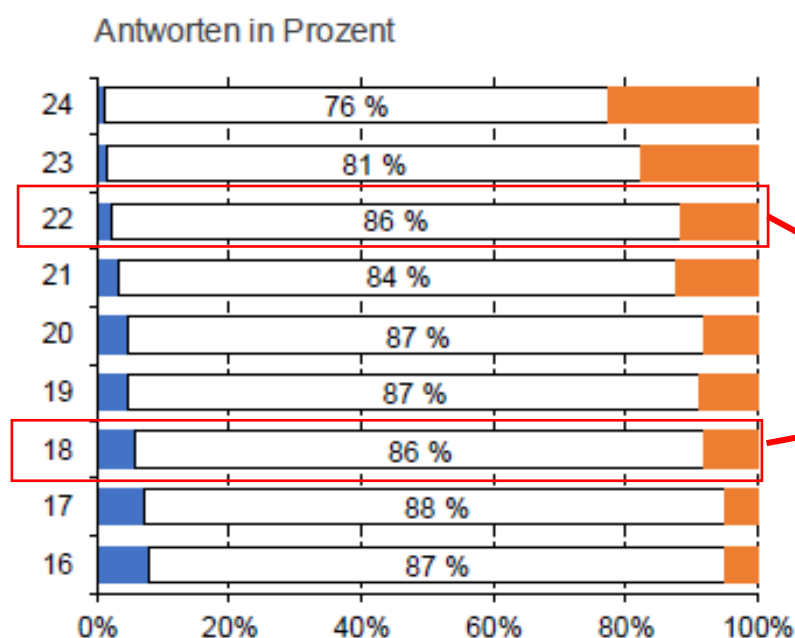
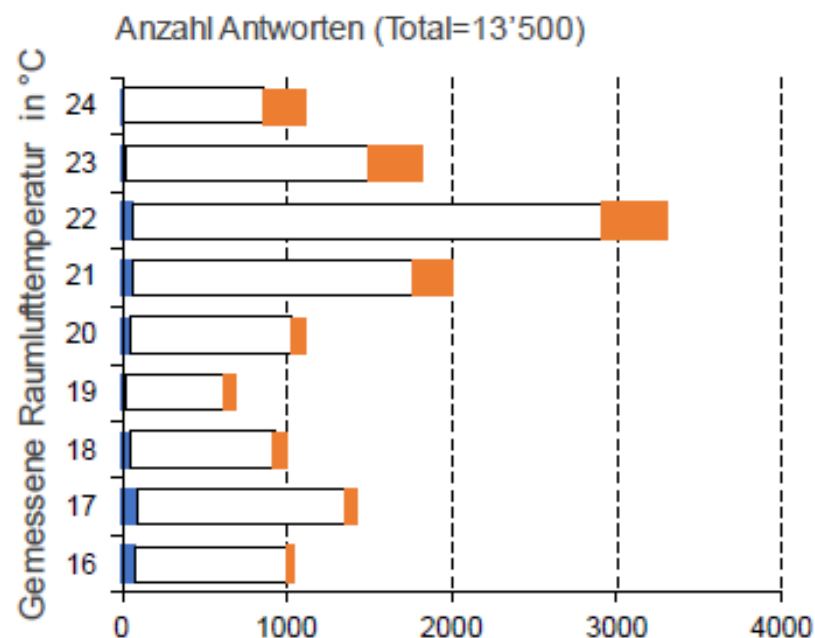
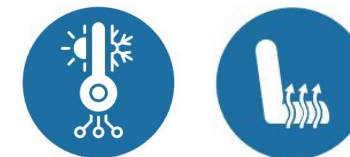
Enquêtes passagers sur le confort thermique dans les transports publics / p.7

Numéro de projet P-273 / Sept. 2023

Office fédéral des transports OFT

Programme de mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 dans les transports publics (ESöV 2050)

Potentiel de température intérieure confortable



22°C → 18°C
Satisfaction const.
+3 % trop froid
-3 % trop chaud

~ 4.000W

Puissance thermique de chauffage
pour un bus de 10m

Zufriedenheitswerte im Regionalverkehr je Raumlufttemperaturniveau (blau: «zu kalt», weiss: «annehm», orange: «zu warm»)

Source :

Enquêtes passagers sur le confort thermique dans les transports publics / p.7

Numéro de projet P-273 / Sept. 2023

Office fédéral des transports OFT

Programme de mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050 dans les transports publics (ESöV 2050)

Résultats



- ✓ Le chauffage auxiliaire fossile sont obsolètes.
- ✓ Même à -7°C en exploitation en ligne, la consommation d'énergie était inférieure de plus d'un tiers à celle du véhicule de comparaison e-bus. L'autonomie requise est toujours réalisable, et au même niveau que celle d'un bus diesel.



- ✓ Les optimisations de la carrosserie sont essentielles pour l'efficacité → Technologie pertinente et pouvant être installée ultérieurement sur les véhicules existants HESS LighTram.



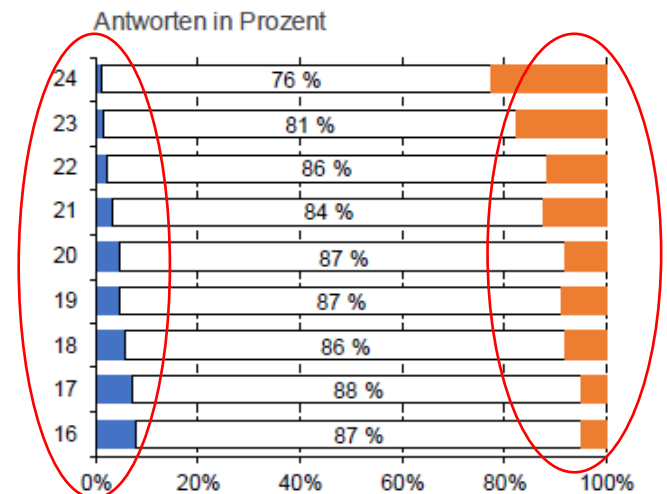
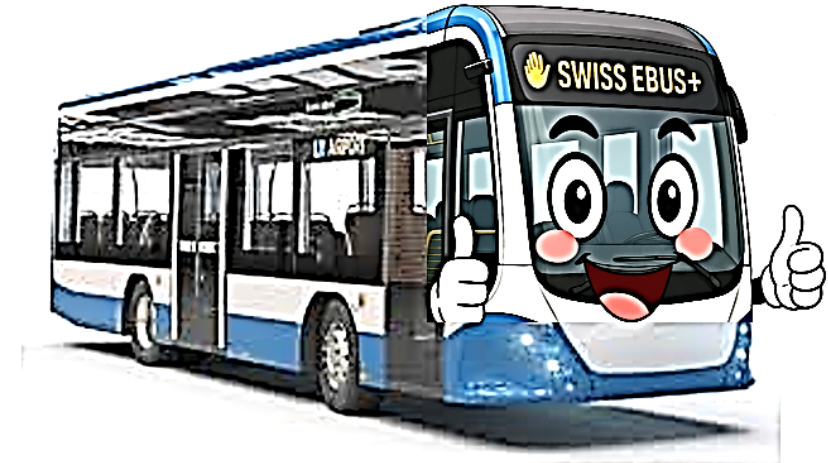
- ✓ Voiles d'air de porte – confort thermique grâce à une température plus homogène, un point de consigne plus faible est possible → Potentiel d'économie : environ 1-4 kW de puissance de chauffage grâce au point de consigne plus bas et à moins de sensation de « **trop chaud** »



- ✓ Chauffage des sièges – confort thermique avec une consommation d'énergie minimale → Potentiel d'économie : environ 1 kW de puissance de chauffage grâce à un point de consigne plus bas et à la sensation de « **trop froid** » réduite



- ✓ L'efficacité de la pompe à chaleur peut encore être améliorée par le « remplissage hivernal » – ceci ne coûte que quelques minutes et permet d'économiser de l'énergie de chauffage les jours d'hiver → Remplissage en été/hiver



Vielen Dank | Merci | Thank you

Jan Wunderlich

Leiter Technik & Entwicklung
Head of engineering

Carrosserie HESS AG

Bielstrasse 7 | CH-4512 Bellach

