



Kurzbeschreibung Projekte ESöV 2050 (Résumé FR / EN summary)

P-279 Variabler Sonnenschutz mit elektrochromem Glas im öV

Arbeitsfeld / Projektart	Fahrzeuge Forschungsprojekt	Voraussichtliche Projektdauer	11.2024 - 05.2026
Auftragnehmer / Projektleitung	Hochschule Luzern - Technik & Architektur Franz Sidler, franz.sidler@hslu.ch	Budget total / Anteil BAV	CHF 103'500 CHF 50'000

Ziele

- Übersicht über die verschiedenen Technologien von Gläsern, bei denen die Eigenschaft bezüglich Licht- und Energiedurchlässigkeit verändert werden kann.
- Beurteilung der Technologie elektrochromer Gläser betreffend Einsatz im Schienenverkehr betreffend Energieeinsparungen, Erschütterungen, Lebensdauer, Brand und Kosten.
- Berechnung der möglichen Energieeinsparungen eines Fahrzeugs.
- Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von elektrochromen Gläsern im Schienenfahrzeug.

Vorgehen / Module

AP1 Grundlagen

Eine Literaturrecherche zu verschiedenen Technologien bildet die Grundlage für die weiteren Arbeiten. Die Technologien steuerbarer Gläser werden kurz beschrieben und hinsichtlich ihres Einsatzes im Schienenfahrzeug nach verschiedenen Kriterien bewertet, wobei sie mit konventionellen Lösungen verglichen werden.

AP2 Energieeinsparungen und Komfort

Für die Berechnung des Einsparpotenzials der Heiz- und Kühlenergie wird ein bestehendes Simulationsmodell eines einzelnen Wagens (ICE oder Flirt) angepasst. Die Berechnungen werden mit den Klimadaten aus dem Mittelland (Station Kloten) und dem wärmeren Süden (Station Lugano) gemäss SIA 2028 über den Zeitraum von einem Jahr ausgeführt

AP3 Wirtschaftlichkeit

Die Betriebskosten eines einzelnen Wagens werden für eine Fahrzeugkomposition oder Flotte hochgerechnet. Diese Wirtschaftlichkeitsanalyse berücksichtigt Energiekosten, Unterhaltskosten und Investitionskosten sowohl für neue Fahrzeuge als auch für Refit-Szenarien. Die Einbau- und Unterhaltskosten einer konventionellen Lösung werden ebenfalls berücksichtigt.

AP4 Bericht

Die Ergebnisse werden in einem Schlussbericht dokumentiert.

Erwartete Resultate

Es werden die Grundlagen und Technologien von elektrochromen Gläsern sowie deren Anwendung in Schienenfahrzeugen beschrieben. Dabei werden verschiedene Technologien hinsichtlich Aufbau, Funktionsweise und Eignung für den Einsatz in Schienenfahrzeugen bewertet. Wichtige Kriterien wie Temperaturbereich, Erschütterungsbeständigkeit, Brandrisiko, Steuerungsaufwand und Kosten werden gemeinsam mit den Fahrzeugherstellern definiert.

Mittels thermischer Simulation werden an einem Fahrzeug (ICE oder Flirt) die Energieeinsparungen der Heiz- und Kühlenergie untersucht und es wird zwischen elektrochromen Gläsern und herkömmlichen Gläsern und Sonnenschutzsystemen verglichen. Der Energiebedarf wird für die beiden Klimastationen Kloten und Lugano ermittelt.

Es werden Angaben zu den Auswirkungen auf den Komfort (thermisch, optisch) gemacht. Die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit erfolgt auf Basis der Simulation mit IDA ICE und mittels Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes nach ISO 7730:2005. Der optische Komfort wird mittels Farbwiedergabeindex CRI der Gläser beurteilt.

Eine Kostenanalyse vergleicht den Einsatz von elektrochromem Glas in neuen und nachgerüsteten Fahrzeugen unter Berücksichtigung der Betriebs- und Investitionskosten.

Abschliessend werden die Simulationsergebnisse diskutiert und mit Erfahrungen aus dem Einsatz von elektrochromen Gläsern in Gebäuden und Fahrzeugen ergänzt. Technische Herausforderungen bei Einbau und Betrieb dieser Technologie werden ebenfalls thematisiert.



Kurzbeschreibung Projekte ESöV 2050 (Résumé FR / EN summary)

Résumé en français:

Objectifs

- Aperçu des différentes technologies de fenêtres dont les propriétés de transmission de la lumière et de l'énergie peuvent être modifiées.
 - Évaluation de la technologie des verres électrochromes en vue de leur utilisation dans le transport ferroviaire, en mettant l'accent sur les économies d'énergie ainsi que sur les vibrations, la durée de vie, les risques de feux et les coûts.
 - Calcul des économies d'énergie possibles au niveau d'un wagon.
Évaluation de la rentabilité des verres électrochromes dans le transport ferroviaire.
-

Procédure / Modules

Lot de travaux 1 Bases

Une recherche bibliographique sur différentes technologies constitue la base des travaux ultérieurs. Les technologies des verres régulables sont brièvement décrites et évaluées en fonction de leur utilisation dans les trains selon différents critères, en les comparant aux solutions conventionnelles.

Lot de travaux 2 Économies d'énergie et confort

Pour calculer le potentiel d'économie d'énergie de chauffage et de climatisation, un modèle de simulation existant d'une seule voiture (ICE ou Flirt) est adapté. Les calculs sont effectués avec les données climatiques du Mittelland (station de Kloten) et de la Suisse méridionale plus chaude (station de Lugano) selon SIA 2028 sur une période d'un an.

Lot de travaux 3 Rentabilité

Les coûts unitaires d'un wagon individuel sont extrapolés pour une composition de véhicules (train) ou pour une flotte de véhicules. L'analyse de rentabilité prend en compte les coûts énergétiques, les coûts d'entretien et les coûts d'investissement, tant pour les nouveaux véhicules que pour les scénarios de rénovation. Les informations sur les coûts d'installation et d'entretien de la solution conventionnelle sont également prises en compte.

Lot de travaux 4 Rapport

Les résultats seront documentés dans un rapport final.

Résultats attendus

Les principes et les technologies des verres électrochromes ainsi que leur application dans les véhicules ferroviaires seront décrits. Différentes technologies seront évaluées en termes de structure, de fonctionnement et d'adéquation à l'utilisation dans les trains. Des critères importants tels que la plage de température, la résistance aux vibrations, le risque d'incendie, la complexité de la régulation et les coûts sont définis en partenariat avec les constructeurs de véhicules.

Au moyen d'une simulation thermique, les économies d'énergie de chauffage et de refroidissement sont étudiées sur un véhicule précis (ICE ou Flirt) avec des verres électrochromes comparés à des verres et des systèmes de protection solaire traditionnels. Les besoins en énergie sont déterminés pour les deux stations météo de Kloten et de Lugano.

Des indications sur les effets sur le confort (thermique, optique) sont fournies. Le confort thermique est évalué sur la base de la simulation avec le programme IDA ICE et au moyen du calcul de l'indice PMV et de l'indice PPD selon la norme ISO 7730:2005. Le confort optique est évalué au moyen de l'indice de rendu des couleurs CRI des vitrages.

Une analyse des coûts compare l'utilisation de verre électrochrome dans des véhicules neufs et dans des véhicules rééquipés, en tenant compte des coûts d'exploitation et d'investissement.

Enfin, les résultats de la simulation sont discutés et complétés par l'expérience acquise lors de l'utilisation de verres électrochromes dans des bâtiments et des véhicules. Les défis techniques liés à l'installation et à l'exploitation de cette technologie seront également abordés.



Kurzbeschreibung Projekte ESöV 2050 (Résumé FR / EN summary)

English summary

Objectives

- To provide an overview of the various glass technologies that are able to modify the properties of light and energy transmission.
 - Assessment of the technology of electrochromic glass for suitability in rail transport with a focus on energy savings as well as vibrations, service life, fire and costs.
 - Calculation of the possible energy savings on a vehicle.
 - Assessment of the economic efficiency of electrochromic glass in rail vehicles.
-

Procedure / Modules

WP1 Basics

A literature review on various technologies forms the basis for further work. The technologies of controllable glass are briefly described and evaluated with regard to their use in trains according to various criteria, whereby they are compared with conventional solutions.

WP2 Energy savings and comfort

An existing simulation model of a single carriage (ICE or Flirt) will be adapted to calculate the potential savings in heating and cooling energy. The calculations will be carried out using climate data from the Central Plateau (Kloten station) and the warmer south (Lugano station) in accordance with SIA 2028 over a period of one year

WP3 Economic efficiency

The costs of an individual vehicle will be extrapolated for a vehicle composition or fleet. The economic efficiency analysis takes into account energy costs, maintenance costs and investment costs for both new vehicles and retrofit scenarios. Information on the installation and maintenance costs of the conventional solution is also taken into account.

WP4 Report

The results will be documented in a final report.

Expected results

The basics and technologies of electrochromic glasses and their application in rail vehicles are described. Various technologies will be evaluated in terms of structure, functionality and suitability for the use in trains. Important criteria such as temperature range, vibration resistance, fire risk, control effort and costs are defined together with the vehicle manufacturers.

Using thermal simulation, the energy savings of heating and cooling energy are analysed on a vehicle (ICE or Flirt) and compared with electrochromic glass in comparison to conventional glass and sun protection systems. The energy requirement is determined for the two climate stations Kloten and Lugano.

Information is provided on the effects on comfort (thermal, visual). Thermal comfort is assessed on the basis of the simulation with IDA ICE and by calculating the PMV and PPD indices in accordance with ISO 7730:2005. Visual comfort is assessed using the colour rendering index CRI of the glass.

A cost analysis compares the use of electrochromic glass in new and retrofitted vehicles, taking into account operating and investment costs.

Finally, the simulation results are discussed and supplemented with experience from the use of electrochromic glass in buildings and vehicles. Technical challenges in the installation and operation of this technology are also discussed..