



Projekte ESöV 2050: Kurzbeschreibung (D), Résumé (F), Summary (E)

P-055 Energieeffizienz von Heizung, Lüftung und Kühlung im öffentlichen Verkehr

Arbeitsfeld / Projektart	Energieeffizienz der Komforteinrichtungen im öffentlichen Verkehr (Schwerpunkt Schienenverkehr)/ Forschungsprojekt	Projektstatus / Dauer	laufend 01.04.2015 - 31.03.2017
Auftragnehmer / Projektleitung	Departement Physik der Universität Basel Projektleitung: Prof. Peter Oelhafen (em.) peter.oelhafen@unibas.ch	Budget total / Anteil BAV	533'500 289'680

Ziele

- Nach Verbrauchern aufgeschlüsselte Langzeitmessungen von Energieverbrauchsdaten der Traktion, Rekuperation, Heizung, Lüftung, Kühlung und Nebenverbraucher, sowie eine detaillierte Erfassung von Aussen- und Innenklimadaten bilden die Basis für die Ausarbeitung energetischer Massnahmen. Bisherige Messobjekte: Bahnwagen (3), Züge, (3), Swisstrolley (1).
- Ausarbeitung von energetischen Massnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs von Bestands- und Neufahrzeugen. Berechnung der Wirksamkeit von energetischen Massnahmen und deren Wirtschaftlichkeit.
- Ausarbeitung von Konzepten zur Verbesserung der Energieeffizienz von Bestands- und Neufahrzeugen. Beispiel: Verbesserung der thermischen Isolation von Fahrzeughüllen um den Heizenergieverbrauch (dem Hauptposten von Heizung, Lüftung und Kühlung) zu senken.

Vorgehen / Module (2 Beispiele)

1. Die Basis des Vorgehens bilden die erfassten Messwerte. Diese zeigen oft direkt welche Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz am effektivsten sind. Dabei können Massnahmen an Bestandsfahrzeugen manchmal relativ schnell umgesetzt werden und im Idealfall am Fahrzeug mit eingebauter Messeinrichtung direkt bezüglich der Energieeinsparung quantitativ untersucht werden. - Beispiel Nahverkehrszüge eines Transportunternehmens: Nachtabsenkung der Innentemperatur bei abgestellten Fahrzeugen nachts, zuerst implementiert an einem Fahrzeug mit Messeinrichtung. Der Erfolg dieser Messungen hat dazu geführt, dass die Massnahme bei 61 Nahverkehrszügen und 31 Reisezugswagen umgesetzt werden. Das Sparpotenzial der 61 Nahverkehrszüge liegt bei 100 GWh berechnet für eine *Zeitperiode von 25 Jahren*.

2. Beispiel der Berechnung der Energieeinsparung durch 4 Massnahmen bei einem Fahrzeug FLIRT (Nahverkehrszug von StadlerRail), abgeleitet aus unseren Verbrauchsmessungen: (1) Abschalten des Fahrzeugs nachts (oder auch tagsüber bei längeren Betriebspausen) falls das Aussenklima das zulässt, (2) CO₂ gesteuerte Lüftungsleistung, (3) thermisch besser isolierende Fenster, (4) Kühlaggregate unter bestimmten Bedingungen des Aussenklimas ausschalten (z.B. im Winter). Diese Massnahmen haben eine Einsparung von *jährlich* rund 100 MWh zur Folge (die Standardausführung der FLIRT Fahrzeuge verfügen über die 4 Massnahmen nicht. Bis August 2015 wurden weltweit 1120 FLIRT Fahrzeuge verkauft (Quelle: Wikipedia).

Erwartete Resultate

Erfreulicherweise ist das Thema Energieeffizienz in der Mobilität nicht mehr allein auf die Traktionsenergie ausgerichtet. Auch international wird mittlerweile den energetischen Massnahmen bei den Komforteinrichtungen und den Nebenverbrauchern vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt. Das hängt auch mit der Tendenz zusammen, dass der Energieverbrauch nicht mehr nach Trassenkilometern sondern zunehmend nach effektiv verbrauchter Energie abgerechnet wird (wie z.B. in Deutschland).



Alle Fahrzeuge: Stand 6. Mai 2016



Résumé français

L'objectif principal du présent projet est d'améliorer l'efficacité énergétique des systèmes CVC installés dans le matériel roulant existant, ainsi que de faciliter l'élaboration des mesures qui devront être appliquées à la prochaine génération de véhicules.

L'amélioration de l'efficacité énergétique sous-entend des connaissances détaillées sur l'ensemble des valeurs de consommation, rapportées précisément à chaque élément CVC. C'est la raison pour laquelle nous avons commencé en 2010 à enregistrer des mesures de consommation sur différents types de véhicules (wagons ou RER type automotrices) utilisés pour le service régulier. L'interprétation des données collectées se fait en se basant sur des grandeurs complémentaires, mesurées à l'extérieur et l'intérieur du train, comme par exemple l'humidité relative, la température et le rayonnement solaire. Toute une série de données GPS est également retenue, le taux de CO₂ ainsi que les concentrations en composés organiques volatils, relevées au niveau des compartiments.

Nos mesures effectuées sur du matériel roulant plus ancien (par exemple des trains RER type automotrices datant de la fin de années 90) ont révélé une consommation énergétique de chauffage très élevée. Les relevés ont démontré que la consommation peut être réduite de manière significative, de 30% sur l'année, en utilisant un mode de veille, c.-à-d. en réduisant la température intérieure à 9°C durant la nuit. La quantification de l'énergie ainsi économisée (en kWh et francs suisses) a encouragé la compagnie de transport à équiper près de 60 RER du mode de veille.

La portée de mesures d'économie d'énergie qui seraient appliquées à des véhicules encore plus anciens est limitée par des considérations d'ordre économique.

La nouvelle génération de trains devrait permettre d'utiliser ces nouvelles technologies issues de l'innovation et qui ont fait leurs preuves. Toutefois, l'intérêt des fabricants de matériel roulant pour l'intégration de ces nouveaux développements est limité. Le législateur devrait intervenir pour en faciliter la diffusion, de concert avec les chercheurs des hautes écoles et des groupes d'experts en la matière.

English summary

The main goal of the present project is primarily the improvement of the HVAC energy efficiency of existing railway vehicle fleets and the elaboration of energy related measures for future generations of vehicles.

Improvement of energy efficiency starts with the detailed knowledge of all relevant consumption figures broken down to the individual relevant HVAC components. Therefore, we started in 2010 to record energy consumption data in various railroad vehicles (coaches or city train multiple units) during regular passenger service. The interpretation of the HVAC energy consumption data is based on additional data on both indoor and outside climatic parameters such as temperature, relative humidity, solar radiation and additionally in the passenger compartments the levels of CO₂ and VOC (volatile organic compounds) as well as a set of GPS parameters.

Our measurements on *older vehicles* (e.g. city train multiple units fabricated in the late 1990) revealed a very high heating energy consumption that could be reduced markedly (as demonstrated by our measurements) implementing a sleeping mode i.e. reducing the indoor temperature during nighttime heating periods down to some 9°C which resulted in a heating energy of 30% over a year. The quantification of the energy saving (in kWh and Swiss francs) prompted the transport company to implement the sleeping mode in some 60 city trains. The range of energetic measures at older vehicles is limited by economic considerations.

Future train generations open the possibility to implement new technologies provided that the innovations have been tested and proved to be practicable solutions. However, the motivation to implement new developments for railway vehicles is only marginal at railway vehicle manufacturers. The initiative has to come from the legislator along with ideas from researchers at University Institutes and other think tanks.