

Der Heizkomfort wird während einer Winterfahrt geschätzt. Die damit verbundenen Energieverluste sind aber in Bahnwagen beachtlich.



Komfort in Zügen braucht Energie

Der thermische Komfort benötigt beim Bahnfahren zu viel Energie; die Effizienz kann deutlich gesteigert werden. Mit dem vor Kurzem gestarteten Forschungsprojekt «Effizienz von Heizung, Lüftung und Kühlung im öffentlichen Verkehr» sollen einerseits Daten ermittelt und andererseits Vorschläge für energieeffizientere Bahnwagen gemacht werden.

von Jürg Wellstein, Fachjournalist SFJ

Im angenehm warmen Zug durch eine verschneite Winterlandschaft fahren oder an einem heissen Sommertag klimatisiert unterwegs sein, stets wird für diesen Komfort Energie benötigt. Die Bedingungen für Fahrgäste des öffentlichen Verkehrs müssen heute jenen in der eigenen Wohnung entsprechen. Diesen Vergleich aufnehmend, transportiert die Eisenbahn somit aneinander gereihete Einfamilienhäuser mit 200 km/h durchs Land. Für Heizungs- und Klimatisierungsexperten werden hierbei die Herausforderungen offensichtlich. Messungen, Berechnungen und Simulationen der entsprechenden Parameter sind anspruchsvoller als beim einzelnen Gebäude.

Effizienzsieger mit Energieverlusten

Die Schienenlänge der Schweizer Bahnen umfasst ca. 5100 km. Darauf werden 19,2 Mia. Personenkilometer absolviert, was zu einem Effizienzwert von 3,8 Mio. Personenkilometer pro Kilometer Schiene führt. Bei dieser Betrachtung liegt die Eisenbahn um den Faktor 3 höher als der Individualverkehr auf der Strasse. Abschät-

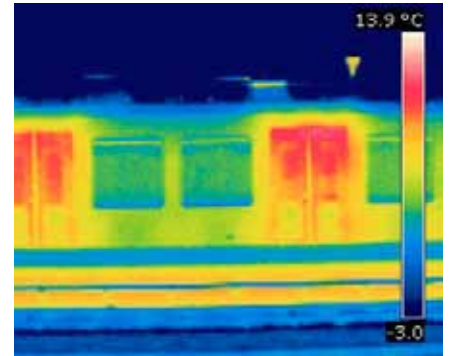
zungen und anschliessende Messkampagnen über ein Betriebsjahr haben bei einem Personenzug allerdings ergeben, dass auch bei Heizung, Lüftung und Kühlung (HLK) ein hohes Einsparpotenzial besteht. Gemessen am gesamten Stromverbrauch eines Zugs liegt der Anteil von HLK-Systemen bei 50 und mehr Prozent. Dies entspricht gemäss der Schweizer Elektrizitätsstatistik schätzungsweise 2 TWh. Neben der Antriebsenergie (Traktion) wird für das Raumklima in den Wagen zu viel Energie benötigt, was auf die schlecht gedämmte Fahrzeughülle und die suboptimale Konzeption der entsprechenden technischen Installationen zurückzuführen ist. Ausgehend von der Entwicklung neuartiger Glasbeschichtungen und deren Einsatz im Gebäudebereich, lagen für Dr. Peter Oelhafen, em. Professor am Physikinstitut der Universität Basel, die Chancen auch im öffentlichen Verkehr auf der Hand: „Die Kapazitäten der Bahnen werden laufend ausgebaut, die Züge länger, die Nutzung intensiver. Deshalb kann man den damit verbundenen Energieverbrauch für die Komfortansprüche nicht ausser Acht lassen. Ich habe mich dafür eingesetzt, eine

wissenschaftliche Untersuchung der heutigen Situation durchführen und mögliche Ideen zur Effizienzsteigerung formulieren zu können.“

Forschungsinstitute sind involviert

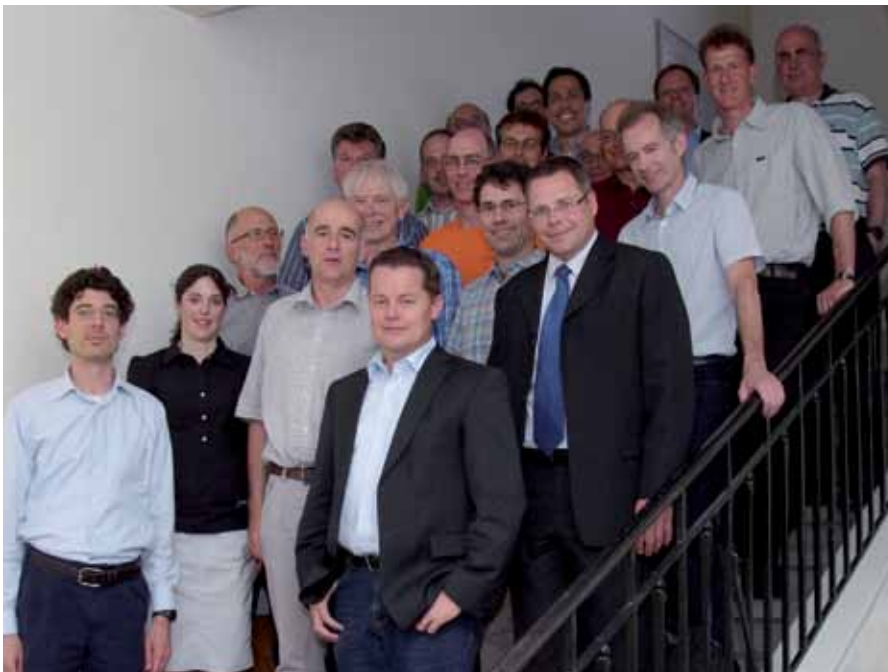
Im April 2012 wurde das breit abgestützte Forschungsprojekt „Effizienz von Heizung, Lüftung und Kühlung im öffentlichen Verkehr“ gestartet. Unterstützt von Swiss-electric Research und vom Bundesamt für Energie (BFE) werden Forschungsinstitute der ETH Lausanne (EPFL) und der Hochschule Luzern (HSLU) die Grundlagen erarbeiten und Lösungen entwickeln. Das auf Energiestudien und Messungen spezialisierte Zentrum für Integrierte Gebäudetechnik (ZIG) in Horw wird einige typische Schienenfahrzeuge digital nachbilden und eine thermische Simulation durchführen. Mit der Validierung dieser Computer-Modelle durch konkrete Messwerte wird man dann in der Lage sein, die verschiedenen Betriebszustände zu berechnen und daraus Optimierungsmassnahmen für die Wagengestaltung und die Energiesysteme vorschlagen können. Berücksichtigt werden bei der Modellgestaltung alle relevanten Parameter, wie Fahrzeughülle, HLK-Werte, Nutzungsarten, Klima- und Fahrdaten. Das Labor für Sonnenenergie und Gebäudephysik (LESO-PB) in Lausanne wird sich auf optische und thermische Eigenschaften der Fahrzeughülle konzentrieren. Das auf Beschichtungstechniken für Sonnenenergieanwendungen spezia-

lisierte Institut wird ebenso Möglichkeiten sowohl des Sonnenschutzes als auch der Sonnennutzung prüfen. Obwohl man das Schienenfahrzeug mit Simulationsinstrumenten, wie sie im Gebäudesektor benutzt werden, erfassen wird, ist dennoch festzuhalten, dass sich die übliche Metallstruktur nicht wie ein Gebäude verhält. Aufgrund der Leichtbautechnik fehlt bei Bahnwagen die Speichermasse für die Wärmeenergie, so dass ein rascher Ausgleich mit der Umgebungstemperatur auftritt. Gleichzeitig muss auch mit dem ungünstigen geometrischen Verhältnis von Oberfläche zu Volumen gerechnet werden, ein Parameter, der beim energieeffizienten Gebäude eine grosse Rolle spielt. Zusätzlich zu den grossen Oberflächen, die einen erheblichen Wärmefluss bewirken, sind auch konstruktive Wärmebrücken von grösserer Bedeutung. Diese gilt es in einem neuen Konzept zu minimieren. Den Fokus wird das LESO PB sowohl auf transparente als auch opake Komponenten der Fahrzeughülle richten – also auf Fensterflächen sowie Dach- und Wandteile. Unterstützt werden diese Arbeiten zur wärmetechnischen Verbesserung der Wagenhülle von der Empa in Dübendorf, die sich mit Fragen der Wärmedämmmaterialien befasst. Im Rahmen der eisenbahntechnischen Vorgaben werden alle Forschenden innovative Lösungen anstreben, die sich von den Fahrzeugbauern umsetzen lassen und den Bahnbetreibern eine Kostenreduktion im Fahrbetrieb über Jahre bieten werden.



Wärmebilder geben Auskunft über die grossen Unterschiede der Qualität thermischer Isolationen bei einem Bahnwagen.

Beim Start des Forschungsprojekts konnten alle involvierten Partner ihre Kompetenzen präsentieren und die kommenden Aktivitäten vorstellen.



Bahngesellschaften stellen Fahrzeuge zur Verfügung

Die im Forschungsprojekt involvierten Bahngesellschaften sind: Rhätische Bahnen (RhB), BLS AG und die Südostbahn (SOB). Diese Gesellschaften werden Fahrzeuge für weiterführende Messungen zur Verfügung stellen. Es stehen einerseits eine Triebwagenkombination, andererseits ein 2007 in Betrieb genommener Flirt-Zug im Einsatz. Bisherige Messwerte haben gezeigt, dass die Heizung rund 80% der HLK-Energie benötigt. Bedeutsam sind dabei auch Standzeiten, bei welchen möglicherweise ein Schlumberbetrieb der Anlagen gewählt wird, um beim nächsten Einsatz den Fahrgästen vorgewärmte Wagen zur Verfügung stellen zu können. Für die Bahngesellschaften werden die im Forschungsprojekt erarbeiteten Vorschläge wichtig sein, denn diese können bei Bestellungen ins Pflichtenheft einfließen. Somit lassen sich Effizienzmassnahmen bei der Erneuerung des Fahrzeugbestands zur Wirkung bringen. Als Industriepartner engagiert sich einerseits OPIT Solutions AG in Baden. Das Unternehmen befasst sich mit Fragen des Energiemanagements und integraler Massnahmen zur Effizienzsteige-

rung. Andererseits wird sich das international tätige Unternehmen FAIVELEY Transport mit seinen Kompetenzen im Bereich der Energie- und Komfort-Ausrüstungen einbringen. Und mit der Emkamatik GmbH in Wettingen, die sich seit Jahren mit bahntechnischen Effizienzmassnahmen befasst, ist eine Zusammenarbeit vorgesehen.

Die Arbeit hat begonnen

Das Projektziel ist klar: Es soll eine Energieeinsparung von mindestens 40 % bei HLK-Anlagen in Bahnwagen angestrebt werden. Mit den laufenden Messungen bei in Betrieb befindlichen Zügen wird inzwischen die Datenbasis erweitert, und mit den parallel dazu erfolgenden Berechnungen und Simulationen werden geeignete Wege für einen geringeren Energieverbrauch bei konstantem Komfort gesucht. „Bereits Ende dieses Jahres werden wir erste Ergebnisse sehen und noch präziser abschätzen können, welche Effizienzpotenziale hier nutzbar sind“, sagt Peter Oelhafen. „Lassen sich unsere ersten Annahmen bestätigen und Ideen für die Neugestaltung sichtbar machen, werden sicherlich auch andere Bahngesellschaften und Fahrzeugbauer aufmerksam.“

Kontakte

Dr. Peter Oelhafen
 Departement Physik
 Universität Basel
 peter.oelhafen@unibas.ch

- **Zentrum für Integrale Gebäudetechnik (ZIG)**
www.hslu.ch
- **Labor für Sonnenenergie und Gebäudephysik (LESO-PB)**
<http://leso.epfl.ch>
- **Empa, Labor für Bautechnologien, Dübendorf**
www.empa.ch
- **BFE-Energieforschung**
www.bfe.admin.ch/forschungsverkehr
- **Swisselectric Research**
www.swisselectric-research.ch



Dr. Peter Oelhafen: „Mit dem Ausbau der Bahn-Kapazitäten wird der Energieverlust durch das Heizen, Lüften, Klimatisieren an Bedeutung zunehmen.“



Mit einem neuen Forschungsprojekt sollen integrale Konzepte für die thermische Gestaltung der Bahnwagen und der elektrischen Installationen entwickelt werden.