



## Kurzbeschreibung Projekte ESöV 2050 (Résumé FR / EN summary)

P-227 Kondensation im Zusammenhang mit Wärmebrücken in Zugwänden

<b>Arbeitsfeld / Projektart</b>	Fahrzeuge Forschungsprojekt	<b>Voraussichtliche Projektdauer</b>	04.2021 – 08.2022
<b>Auftragnehmer / Projektleitung</b>	Institut für Elektrotechnik, Departement Technik & Architektur, Hochschule Luzern Dr. Felix Lüönd, <a href="mailto:felix.lueoend@hslu.ch">felix.lueoend@hslu.ch</a>	<b>Budget total / Anteil BAV</b>	55'800 55'800

### Ziele

Ziel des Projektes ist es, den Einfluss von Wärmebrücken und Luftspalten auf Menge und Verteilung von Kondensationsfeuchte in Zugwänden abzuschätzen. Dies umfasst folgende Punkte:

- Abschätzung des Einflusses von Wärmebrücken auf den maximalen Feuchtegehalt im Dämmmaterial einer Zugwand.
- Abschätzung des Einflusses von Luftspalten auf die Feuchte-Verteilung in der Zugwand.
- Abschätzung des Einflusses der Kondensationsfeuchte auf den Wärmeverlust einer inhomogenen Zugwand.
- Empfehlungen an Hersteller zur Vermeidung starker Kondensation in der Umgebung von Wärmebrücken.

### Vorgehen / Module

1. WP1: Erstellung eines physikalischen Modells mittels FEM-Software COMSOL zur Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransportes durch eine Zugwand, mit Berücksichtigung des Phasenüberganges in Luftspalten. Validierung des Modells anhand der Simulation eines homogenen Wandaufbaus
2. WP2: Anwendung des Modells zur Simulation einer inhomogenen Zugwand mit generischen, rotationssymmetrischen Wärmebrücken.
3. WP3: Anwendung des Modells zur Simulation von 3-dimensionalen Wandaufbauten, Analyse der Kondensationsfeuchte in der Umgebung typischer relevanter Bauteile.
4. WP4: Diskussion der Übertragbarkeit der Simulations-Resultate auf reale Wandaufbauten, Eruiern von Möglichkeiten zur experimentellen Validierung

### Erwartete Resultate

Simulationen mit vereinfachten, rotationssymmetrischen Wärmebrücken zeigen, dass Ecken und Kanten von metallischen Wärmebrücken lokal zu erhöhter Kondensatbildung führen, sowohl im Dämmmaterial selbst als auch in allfälligen Luftspalten. Der Einfluss von Wärmebrücken auf die Gesamtmenge an kondensierter Feuchtigkeit erweist sich dagegen als gering.

Simulationen von realen Bauteilen unter zu erwartenden klimatischen Bedingungen werden zeigen, bei welchen Wärmebrücken die Bildung von ablaufenden Tropfen aus der Dämmung bzw. aus Luftspalten zu erwarten ist. Daraus werden Empfehlungen für Hersteller zur Vermeidung von starker Kondensatbildung abgeleitet werden. Da sich starke Kondensatbildung als lokales Phänomen erweist, wird nicht erwartet, dass die Kondensationsfeuchte die thermischen Eigenschaften der Wärmebrücken stark beeinflusst.

Die Resultate werden in einem Bericht festgehalten und voraussichtlich zumindest teilweise in einer Fachzeitschrift publiziert.



## **Kurzbeschrieb Projekte ESöV 2050 (Résumé FR / EN summary)**

---

### **Résumé en français**

L'influence de ponts thermiques sur la condensation d'humidité à l'intérieur des parois de train est étudiée dans l'optique d'observer les effets indésirables comme l'accumulation d'humidité ou la détérioration de l'isolation thermique. Un modèle de simulation physique permettant de calculer le transport couplé de l'énergie thermique et de l'humidité est utilisé afin d'estimer la densité d'humidité dans les matériaux d'isolation à proximité de ponts thermiques ainsi que la quantité d'humidité qui se forme à la surface de ponts thermiques dans les couches d'air. Tandis que des simulations à base de géométries simplifiées indiquent en général des taux de condensation élevés au niveau des arêtes, l'application du modèle développé à des éléments de construction 3D permettra de déduire des recommandations concrètes adressées aux constructeurs afin d'éviter la condensation excessive dans les parois de train.

---

### **English summary**

We study the influence of thermal bridges on condensation of moisture within train walls with regard to adverse effects like accumulation of moisture or degradation of thermal insulation. A physical simulation model calculating hygrothermal transport is developed to estimate moisture densities in insulation materials around thermal bridges and the amount of moisture condensing on cold surfaces in adjacent air layers. Whereas simulations with simplified, axisymmetric geometries have generally indicated a locally enhanced condensation rate around edges, the developed model will be applied to 3D components to deduce recommendations for manufacturers aimed at avoiding excessive condensation of moisture in train walls.