



## Bauklimatik - Simulationen SBB-Pendelzugremise Basel

<b>Projektführung</b>	David Akeret	<b>Auftraggeber</b>	SBB AG Immobilien
<b>Projektbeteiligte</b>	Peter Büchel, Mike Schoch	<b>Architekt</b>	Studio PM GmbH
<b>Projektphase</b>	Betriebsoptimierung	<b>Fachplanung</b>	Tri Air AG
<b>Leistung</b>	Thermisch-energetische Gebäudesimulationen Numerische Strömungssimulation	<b>Standort</b>	SBB Serviceanlage Basel
		<b>Zeitraum</b>	2024

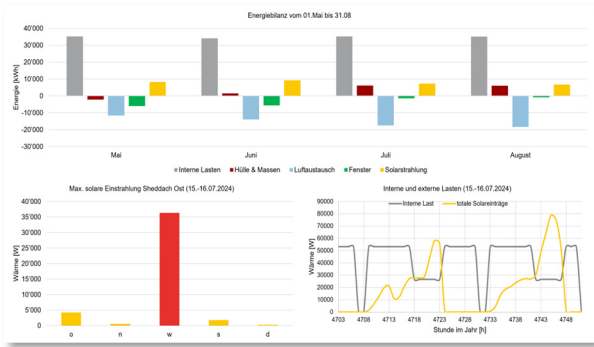
### BESCHREIBUNG

Die Pendelzugremise (PZR) ist Teil des Werkstattkomplexes, der 1990 erbaut und seither mehrfach erweitert wurde. Sie dient der Revision und dem Unterhalt von Zugkompositionen mit einer Länge bis zu 200 m. Das Gebäude wurde architektonisch von Herzog & de Meuron gestaltet und besitzt ortsbildprägende Bedeutung. Das Hauptproblem der Pendelzugremise (PZR) in Basel besteht in einer massiven sommerlichen Überhitzung der Halle. Im Sommer steigen die Raumlufttemperaturen auf über 45 °C, insbesondere im Bereich der Dacharbeitsbühne in rund 4 m Höhe. Dort staut sich die Wärme stark, was zu einer extremen thermischen Belastung für das Personal führt. Das Projekt zielt darauf ab, die Raumlufttemperatur auf der Dacharbeitsbühne auf maximal 28 °C zu reduzieren – unter technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Mit der thermischen Simulation wurden die Ursachen der Überhitzung identifiziert. Darauf basierend wurden verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Wärme entwickelt – sowohl passive Varianten wie der Einsatz von Dachventilatoren und Nachströmöffnungen über die Revisionstüren, als auch aktive Methoden, wie die Umluftkühlung. Ein zentraler Punkt war die Frage, wie sich die gekühlte Luft bei einer Umluftkühlung am effizientesten verteilen lässt. Dafür wurde in einer Strömungssimulation untersucht, wie sich unterschiedliche Systeme der Lufteinbringung (Ein- oder Dreirohrsystem) und verschiedene Auslassformen (Lochrohre, Diffusionsgitter, Weitwurfdüsen) auf die Luftströmung und Temperaturverteilung auswirken. Die Gesamtlösung kombiniert Umluftkühlgeräte in den Sheddächern mit einer temperaturgesteuerten Dachventilatoren und einer Luftverteilung über ein dreisträngiges Lochrohrsystem. Diese Kombination wurde gewählt, weil sie die Wärme direkt an der Quelle abführt, die aufgestaute Heissluft im Dachbereich effektiv entlüftet und gleichzeitig eine gleichmässige, zugfreie Luftverteilung im Arbeitsbereich ermöglicht. Damit kann die Raumtemperatur auf unter 28 °C gesenkt und ein deutlich angenehmeres Raumklima erreicht werden.

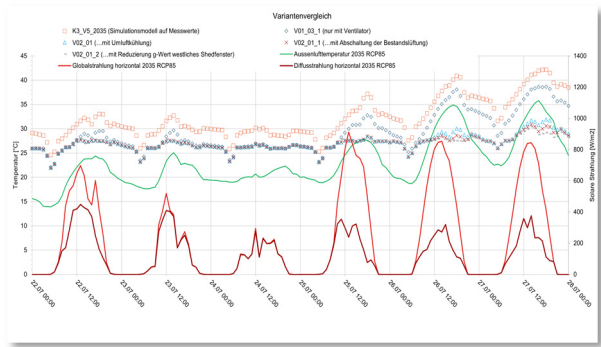
### MEHRWERT

- > Ursachenanalyse: Präzise Identifikation der Überhitzungsquellen
- > Bewertung von Varianten: Objektiver Vergleich verschiedener Lüftungs- und Kühlkonzepte
- > Optimierung: Ermittlung der effektivsten Kombination aus aktiver Kühlung, Luftführung und Durchlüftung
- > Nachvollziehbarkeit: Wissenschaftlich fundierte Grundlage für die Entscheidungsträger



**Ursachenanalyse**

Durch eine thermisch-energetische Simulation, die anhand von Messdaten kalibriert wurde, konnte die Ist-Situation abgebildet und analysiert werden. Die Ergebnisse zeigen auf, welche Faktoren den grössten Einfluss haben.



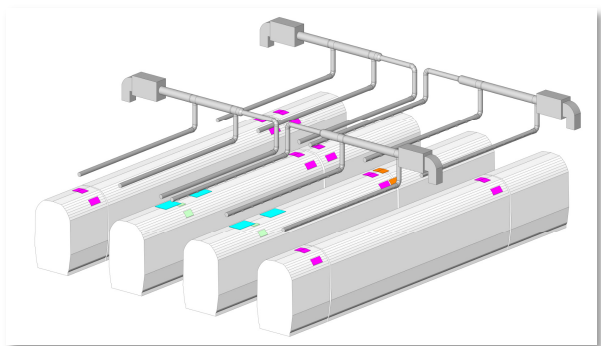
**Variantenvergleich**

Auf Basis der Ursachenanalyse wurden passive und aktive Massnahmenvarianten in einer thermisch-energetischen Jahressimulation geprüft und deren Einfluss auf das Raumklima in den Arbeitsbühnen untersucht.



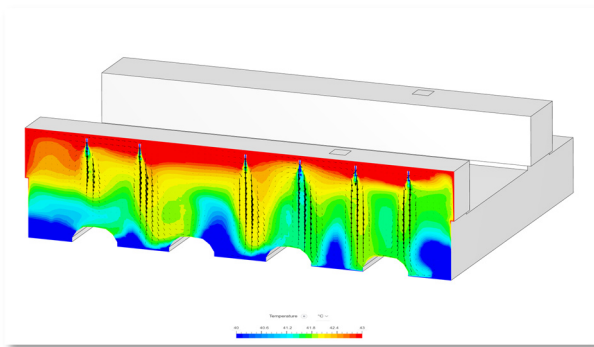
**Verständliche Darstellung der Resultate**

Die Auswertung zeigt für jede Variante die prozentuale Temperaturverbesserung, wodurch ein direkter und einfacher Vergleich der Wirksamkeit der einzelnen Massnahmen möglich ist. Allein durch passive Massnahmen kann die Temperatur nicht massgebend auf 28 °C gesenkt.



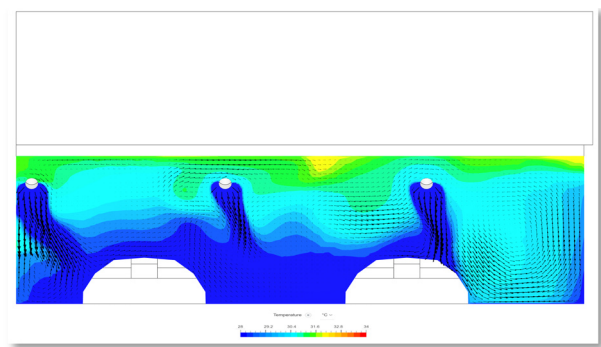
**Optimierung der Lufteinbringung durch Strömungssimulation**

In der Strömungssimulation wurden 8 Systemvarianten zur Lufteinbringung untersucht, um die effektivste Luftverteilung in der Halle zu bestimmen. Dabei wurden Weitwurdüsen, Diffusionsgitter und Lochrohre verglichen, jeweils in einer ein- oder dreisträngigen Anordnung.



**Numerische Strömungssimulation**

Mithilfe der numerischen Strömungssimulation wurden verschiedene Systeme sowie das Verhalten der bestehenden Lüftung analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass die vorhandene Anlage aufgrund ihrer Induktionswirkung warme Luft aus den Sheddächern in den Arbeitsbereich fördert. Daher wird sie künftig an warmen Tagen abgeschaltet.



**Nachweis thermischer Komfort**

Die beste Variante – ein Lochrohr in dreistufiger Ausführung – führt die kühle Luft zielgerichtet und mit geringer Durchmischung direkt in den Arbeitsbereich und schneidet damit besser ab als Weitwurdüsen oder Diffusionsgitter. Dank der niedrigen Luftgeschwindigkeit ist zudem Zugluft nahezu ausgeschlossen.