

## Energieplattform VoeV

### Energiesparen bei RhB-Fahrzeugen – Besetzungsabhängige Aussenluftregelung mit CO<sub>2</sub>-Sensor

#### Kurzbeschreibung

Für die Luftqualität sind Qualitätsmerkmale definiert, wie z.B. der Kohlenstoffdioxid-Gehalt, dessen Grenze für „gute Luft“ in Räumen bei 1500ppm liegt. Bis anhin galt die Empfehlung von Festwerten bei der Aussenluftmenge pro Person pro Stunde. Halten sich weniger als die maximale Personenzahl in einem Abteil auf, muss der Umluft auch weniger Aussenluft beigemischt werden. Diese muss dann auch nicht geheizt bzw. gekühlt werden, was Energie spart. Um dies zu steuern/regeln, verwendet man einen CO<sub>2</sub>-Sensor.

#### Aufbau

Die idealerweise mit Aussenluft-/Umluftklappen (zur Einstellung der Aussenluftmenge; sonst Einstellung via Zulüfterdrehzahlverstellung) ausgerüstete HLK-Anlage ist rechnergesteuert. Es muss ein CO<sub>2</sub>-Sensor nachgerüstet werden, die Software angepasst und die Luftmengenstufen eingestellt/gemessen werden.

#### Anwendung / Fahrzeuge

Erfahrungsträger für die CO<sub>2</sub>-Regelung bei der RhB sind die Allegra-Triebzüge (Änderung der Aussen-/Umluft-Klappenstellung) und die EW-IV-Wagen (keine Luftklappen, deshalb Änderung der Lüfterdrehzahl). Die 77 EW-II/III-Wagen erhalten derzeit eine weitere Variante. Auf den neuen Albulazügen läuft ein davon abgeleitetes, optimiertes und vereinfachtes Modell, das Vorlage für die weiteren Fahrzeugflotten ist.

#### Funktionen und Eigenschaften

Aussentemp [°C]	CO <sub>2</sub> -Schwellen [ppm]		
	< 1500	> 1500	> 1700
< -20	11 6.7 m <sup>3</sup> /P/h	11 6.7 m <sup>3</sup> /P/h	14* 10 m <sup>3</sup> /P/h
-20...+18 /+18...+35	11 / 21 6.7 m <sup>3</sup> /P/h	14* / 24* 10 m <sup>3</sup> /P/h	17* / 27* 15 m <sup>3</sup> /P/h
> +35	21 6.7 m <sup>3</sup> /P/h	24* 10 m <sup>3</sup> /P/h	24* 10 m <sup>3</sup> /P/h

Hysterese jeweils -200 ppm

\* Falls Innentemp. nicht haltbar,  
Reduktion der AL-Stufe

Quelle: RhB (Rexxon)

Eigenschaften des Modells:

- Kompakt, wenige Luftmengenstufen (je 3 im Heiz- und im Kühlbetrieb) ➤ kleiner Einstellaufwand
- Quasi aussentemperaturunabhängig ➤ Einfache Funktionalität, Zielgrösse (Besetzung) massgebend
- Gegenüber den Normen reduzierte, auf eine „normale“ Fahrgastbelegung passende Aussenlufttraten (damit das Erreichen der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte [bei hohem Besetzungsgrad] überhaupt möglich wird; auch abhängig von der minimal einstellbaren Aussenluft-Klappenstellung) ➤ optimaler Spareffekt

#### Energieeffizienzzahlen

Eine Abschätzung für die 15+5 Allegra-Triebzüge, die 6 neuen Albulazüge und die 93 Einheitswagen EW II, III und IV, ergibt bei einer durchschnittlichen Abteilstemperatur von 22°C und Energiekosten von 11 Rp/kWh insgesamt jährliche Ersparnisse von ca. 2'600 MWh oder ca. CHF 280'000, was dem Energiebedarf von ca. 340 typischen schweizer Einfamilienhäusern (7,5 MWh/a) entspricht. Das sind über 2% des RhB-Traktionsenergiebedarfes.

#### Investitionskosten / Amortisationszeit

Für die Amortisation kann (bei Entwicklungskosten von ca. CHF 45'000 und Umrüstkosten pro Wagen von ca. CHF 1'600, umgelegt auf ca. 80 Meterspur-Personenwagen mit bestehendem, modernem HLK-Rechner) mit durchschnittlich ca. 2 Jahren gerechnet werden.