

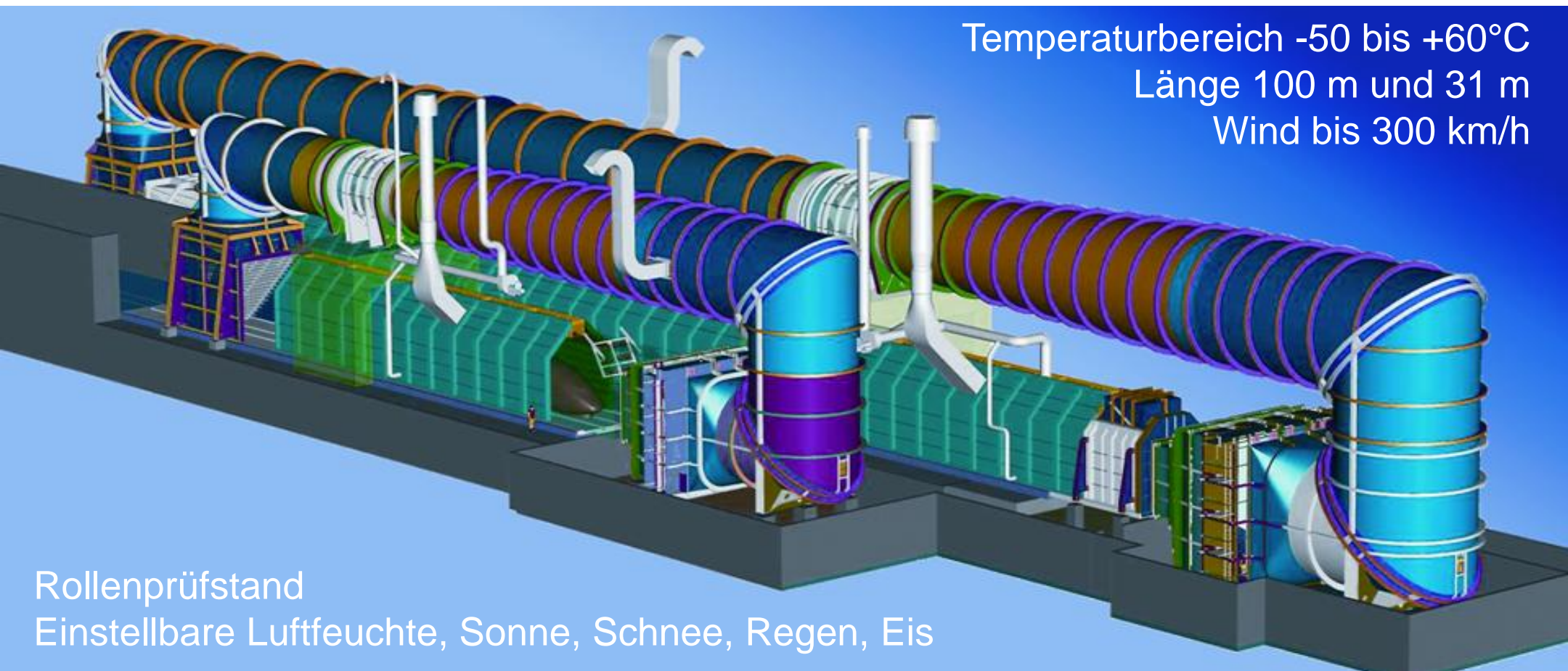
Energieverbrauchsanalyse und Energieeinsparungspotenziale bei der Klimatisierung von Schienenfahrzeugen



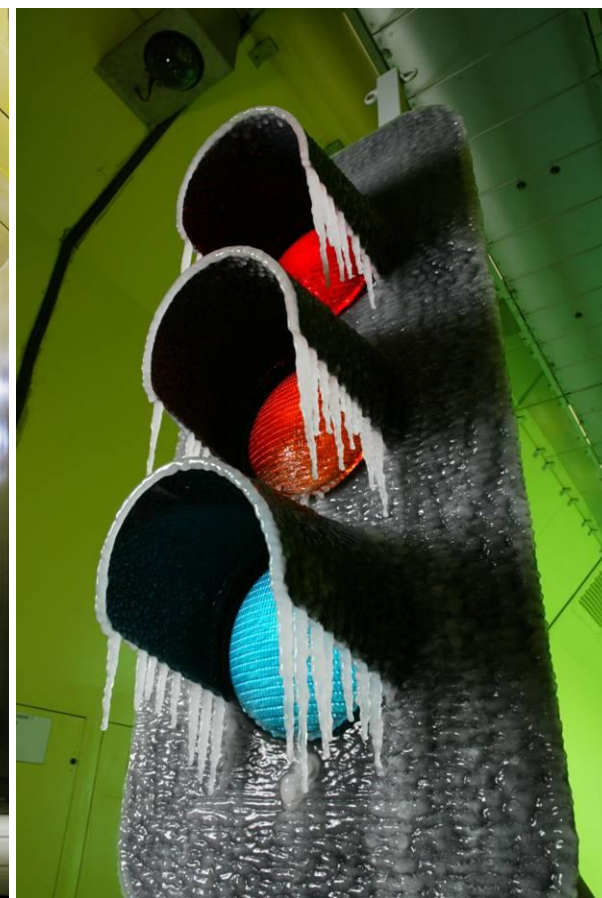
38. Tagung „Moderne Schienenfahrzeuge“
14.-17.9.2008, Graz

Manfred Kreitmayer
Gabriel Haller

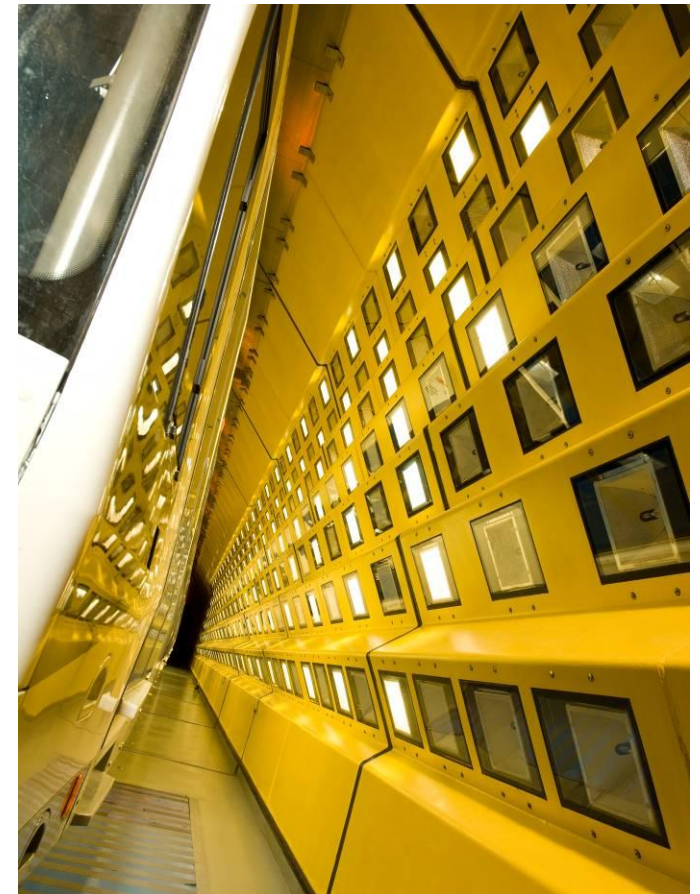
Klima-Wind-Kanal Wien



Rail Tec Arsenal – Klimatests



Rail Tec Arsenal – Klimatests



Rail Tec Arsenal – Klimatests



Rail Tec Arsenal – Services

Wir testen Schienenfahrzeuge bei jedem Wetter

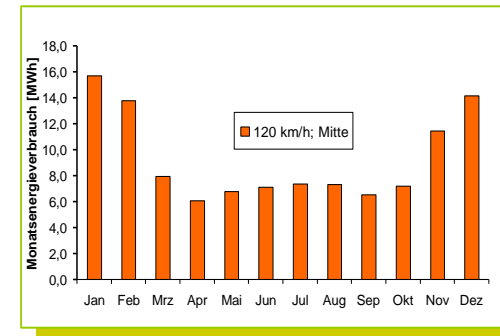
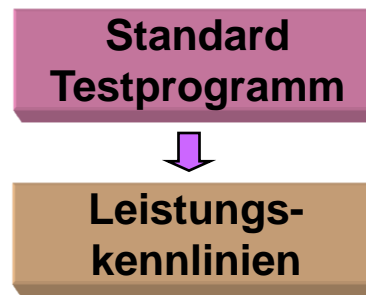
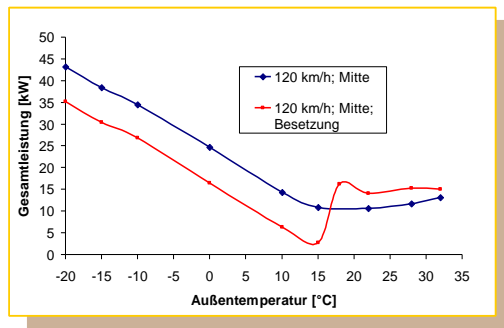
- ▶ Untersuchung des thermischen Fahrgastkomforts
- ▶ Funktionstests an kritischen Komponenten
- ▶ Aerodynamische Untersuchungen
- ▶ Energieverbrauchsanalyse



Rail Tec Arsenal – Kundennutzen

- ▶ **mehr Sicherheit**
durch geprüfte Funktionalität kritischer Komponenten
- ▶ **mehr Zuverlässigkeit**
durch nachgewiesene Beständigkeit bei jedem Wetter
- ▶ **mehr Behaglichkeit**
durch optimierte Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen
- ▶ **mehr Energieeffizienz**
durch Energieverbrauchsanalyse unter kontrollierten thermischen Bedingungen

Prinzipschema für Energieverbrauchsanalyse



Spezifische Parameter

Standard Parameter

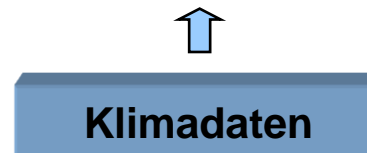
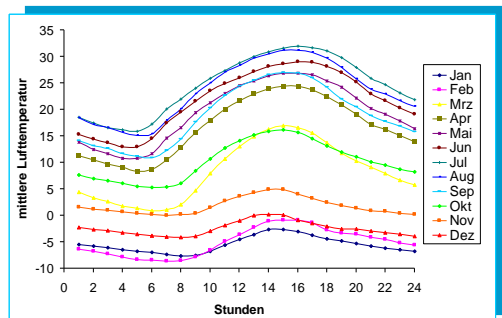


Berechnungsprogramm



Jährlicher Energieverbrauch

Energieeffizienz



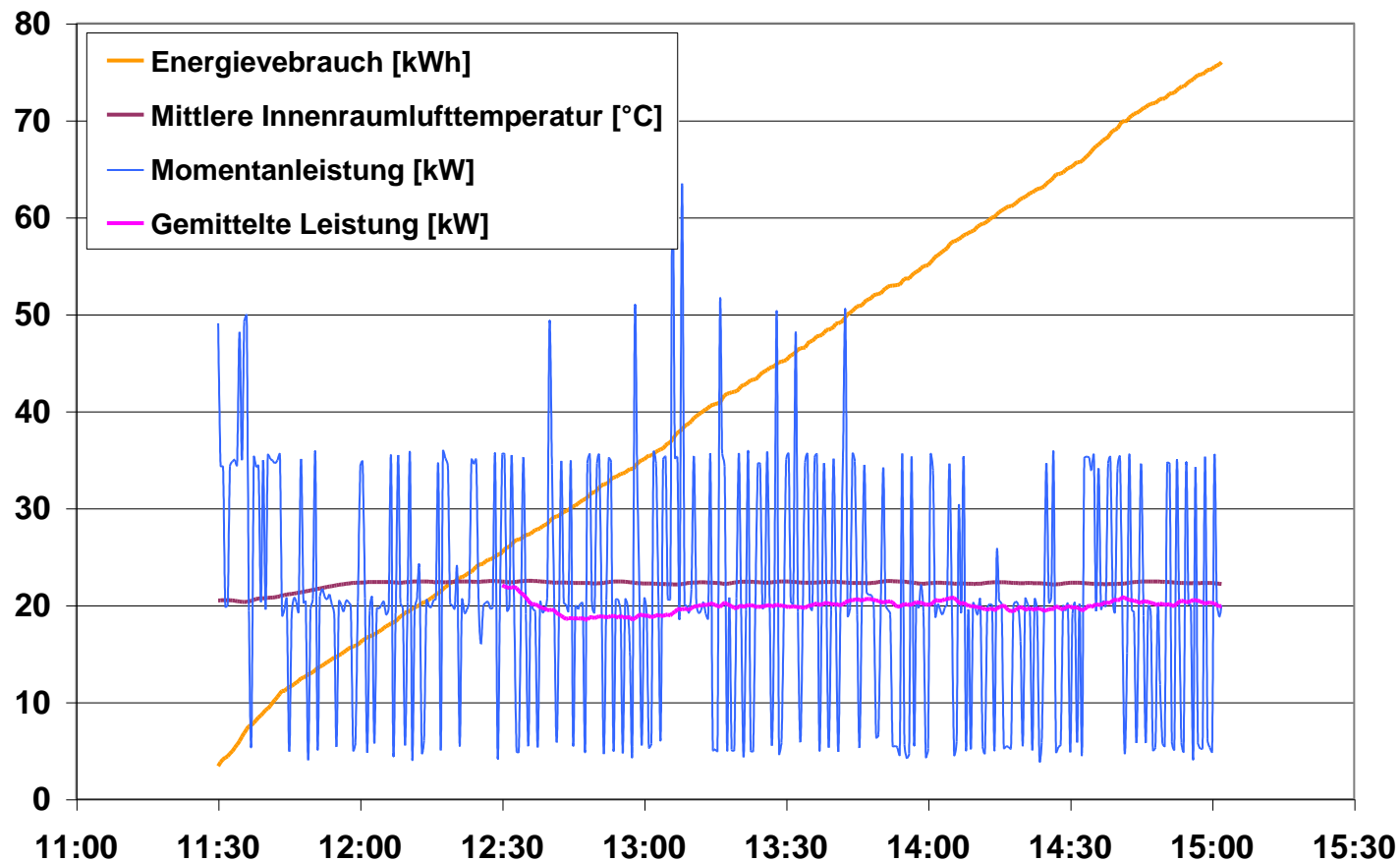
Optimierung
Einsparungspotential
LCC (Life Cycle Cost)
Energy Labelling

Standard Testprogramm

Besetzung [%]	Wind [km/h]	Sonne [W/m²]	Außentemperatur [°C]					
			-20	-10	0	+10	+22	+35
0	Min.	0	x	x	x	x	x	x
0	>120	0	x	x	x	x		x
						←		
100	>120	0	x	x	x	x		x
						→		
100	>120	700				x		x
						←		

x, x ... Konstante Bedingungen, Beharrungszustand → ... Instationäre Bedingungen (3 K/h)
 x Versuche in EN 13129 enthalten

Energieverbrauchsmessung an einem Doppelstock-Reisezugwagen



Einsparungspotentiale

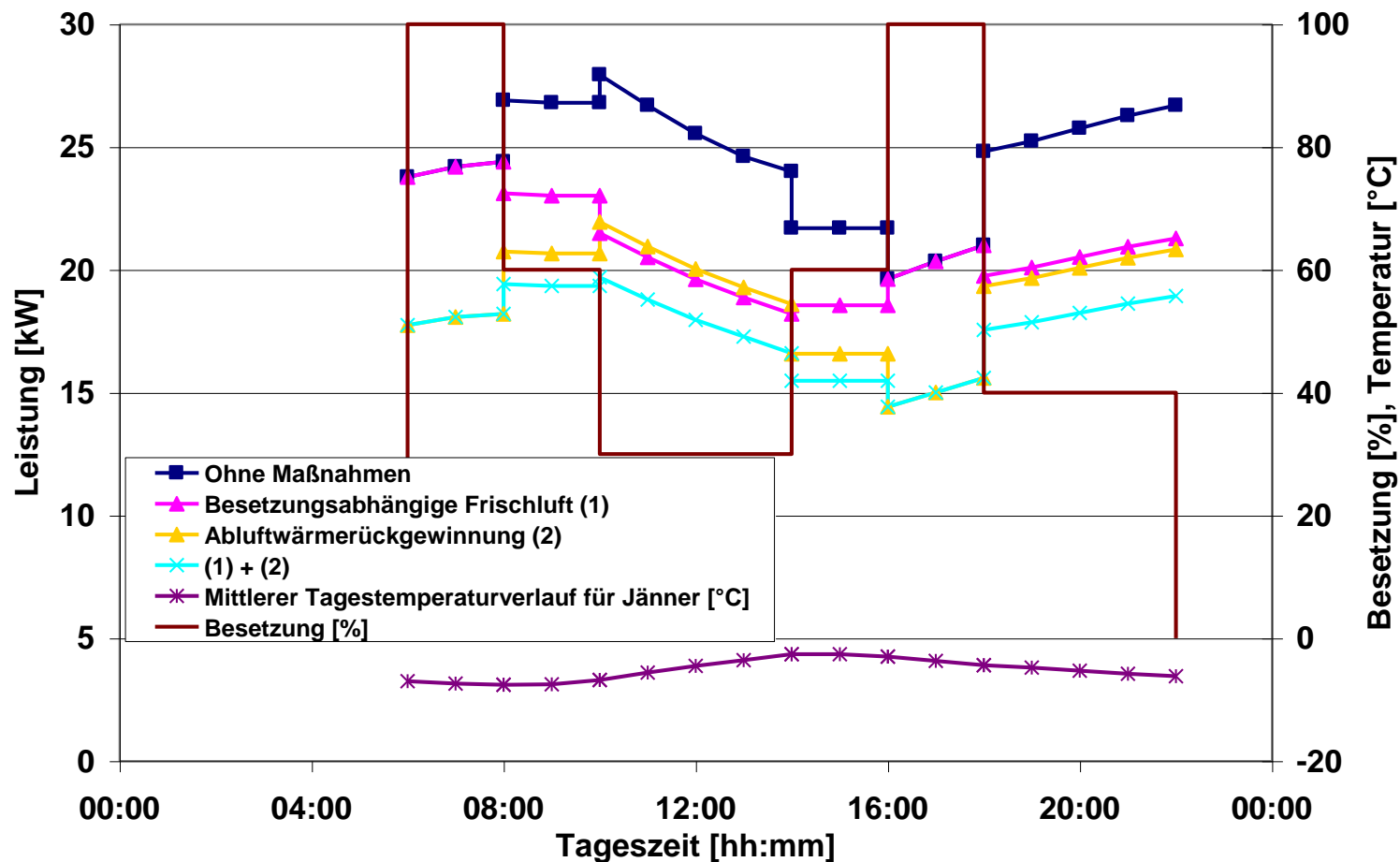
- ▶ Besetzungsabhängig geregelte Frischluftmenge
- ▶ Intelligente (optimierte) Klimaregelung
- ▶ Bedarfsbezogene Sollwertanpassung
- ▶ Optimierte Wärmedämmung des Wagenkastens und/oder Kanalsystems
- ▶ Aktiver Isolierung (z.B. Nutzung der Abluftwärme zum Erwärmen von Wagenkastenflächen)
- ▶ Abluftwärmerückgewinnung
- ▶ Lastabhängige Kälteanlage
- ▶ Wärmepumpe

Alle singulären Energieeinsparungsmaßnahmen sind immer auf ihre gesamtsystemischen Auswirkungen zu untersuchen!

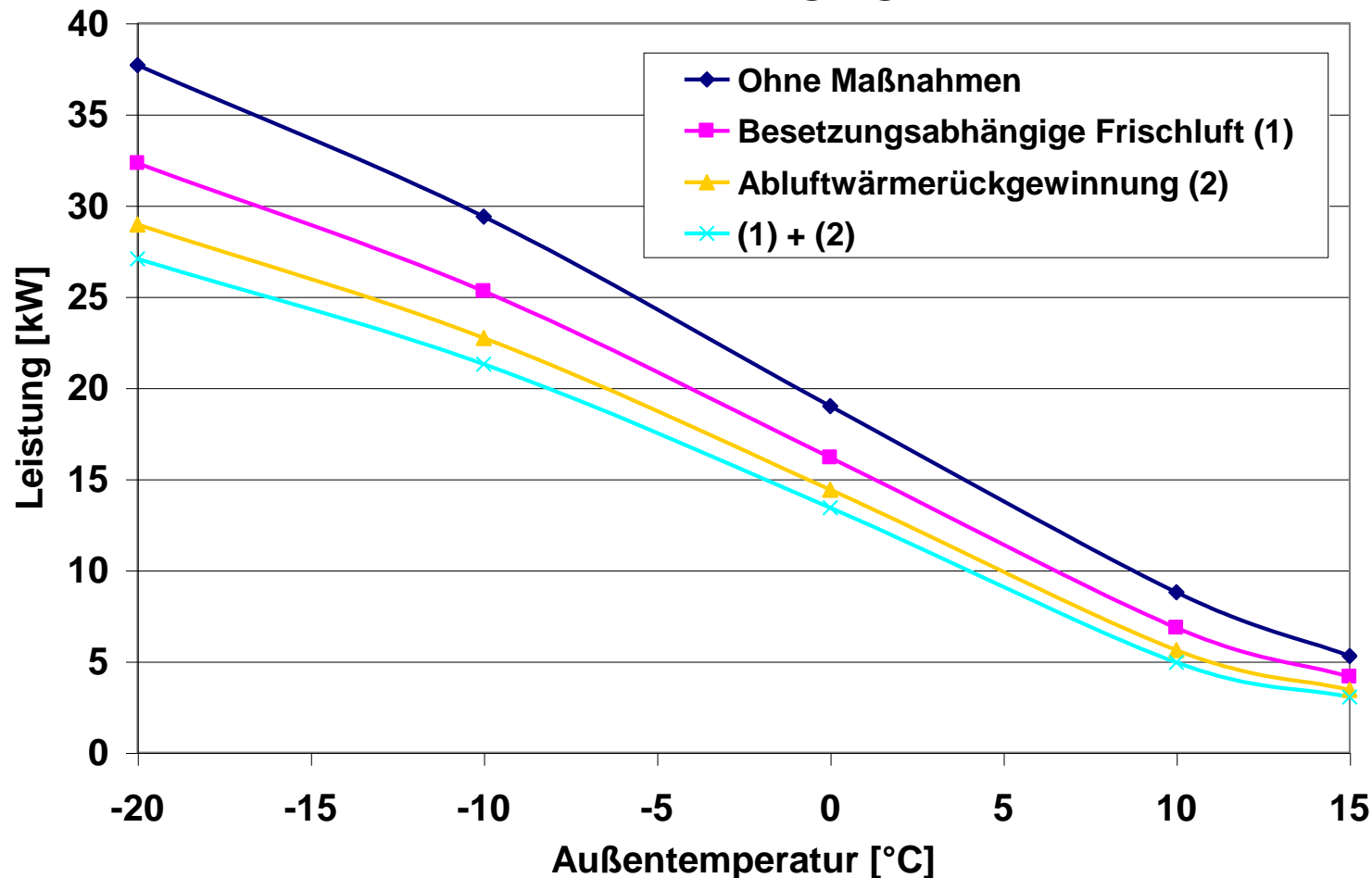
Beispiel

- ▶ Basis-Leistungskennlinien eines gemessenen Reisezugwagens
- ▶ Untersuchte Maßnahmen
 - Besetzungsabhängige Frischluftmenge
 - Abluftwärmerückgewinnung
- ▶ Annahmen
 - Besetzungseinfluss durch Wärmeabgabe der Passagier berücksichtigt
 - Tägliche Fahrzeugeinsatz 6:00 bis 22:00 Uhr
 - Fahrgastbelegung gemäß Besetzungsprofil zwischen 30% und 100%
Besetzung der Sitzplätze (Mittlerer Besetzungsgrad 56%)
 - Einsparungseffekte nur für den Heizbetrieb betrachtet

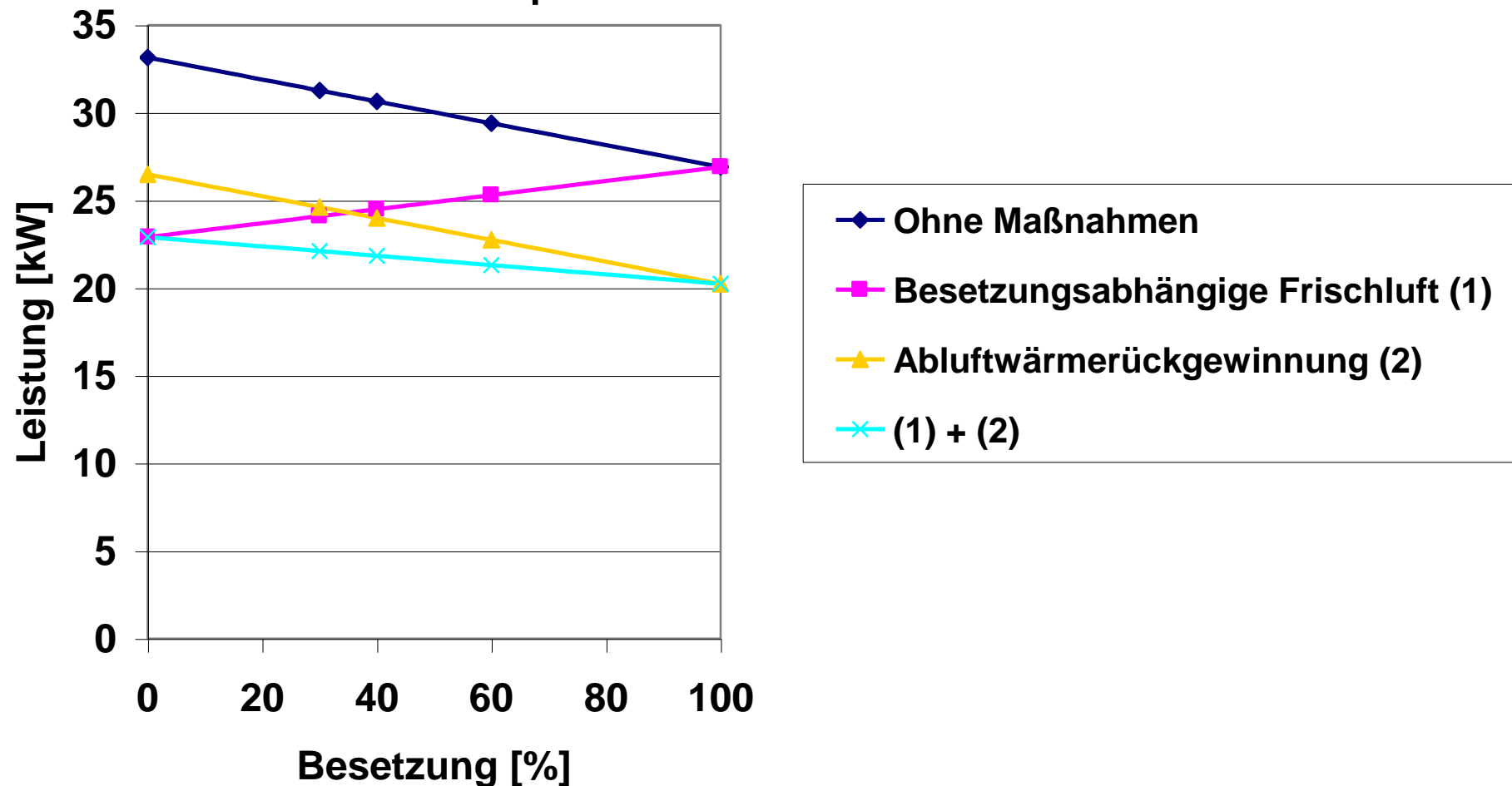
Ausgewertete Leistungen für mittleren Tagestemperaturverlauf im Januar



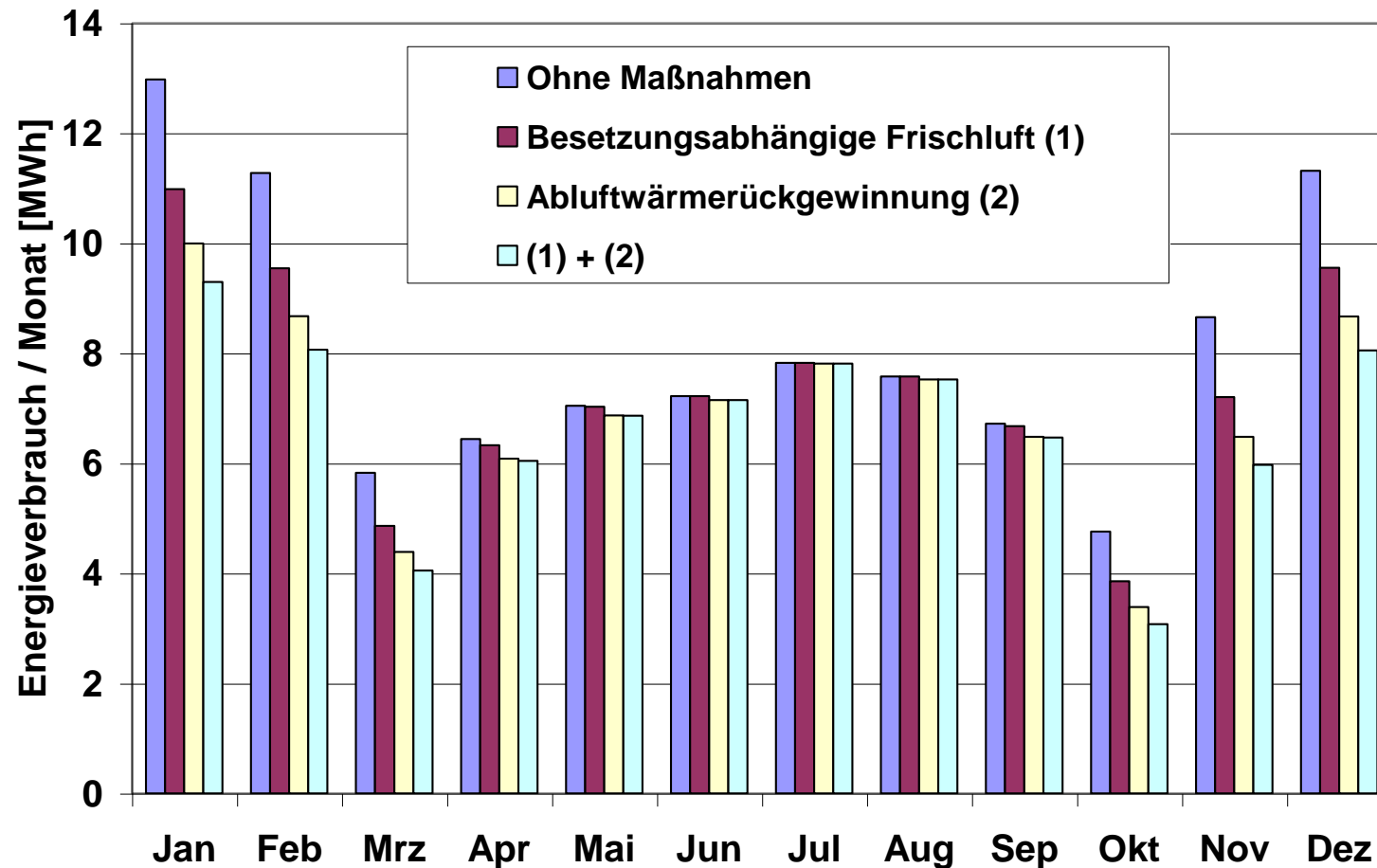
Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Außentemperatur bei einem Besetzungsgrad von 60%



Leistungsbedarf in Abhängigkeit vom Besetzungsgrad bei einer Außentemperatur von -10°C



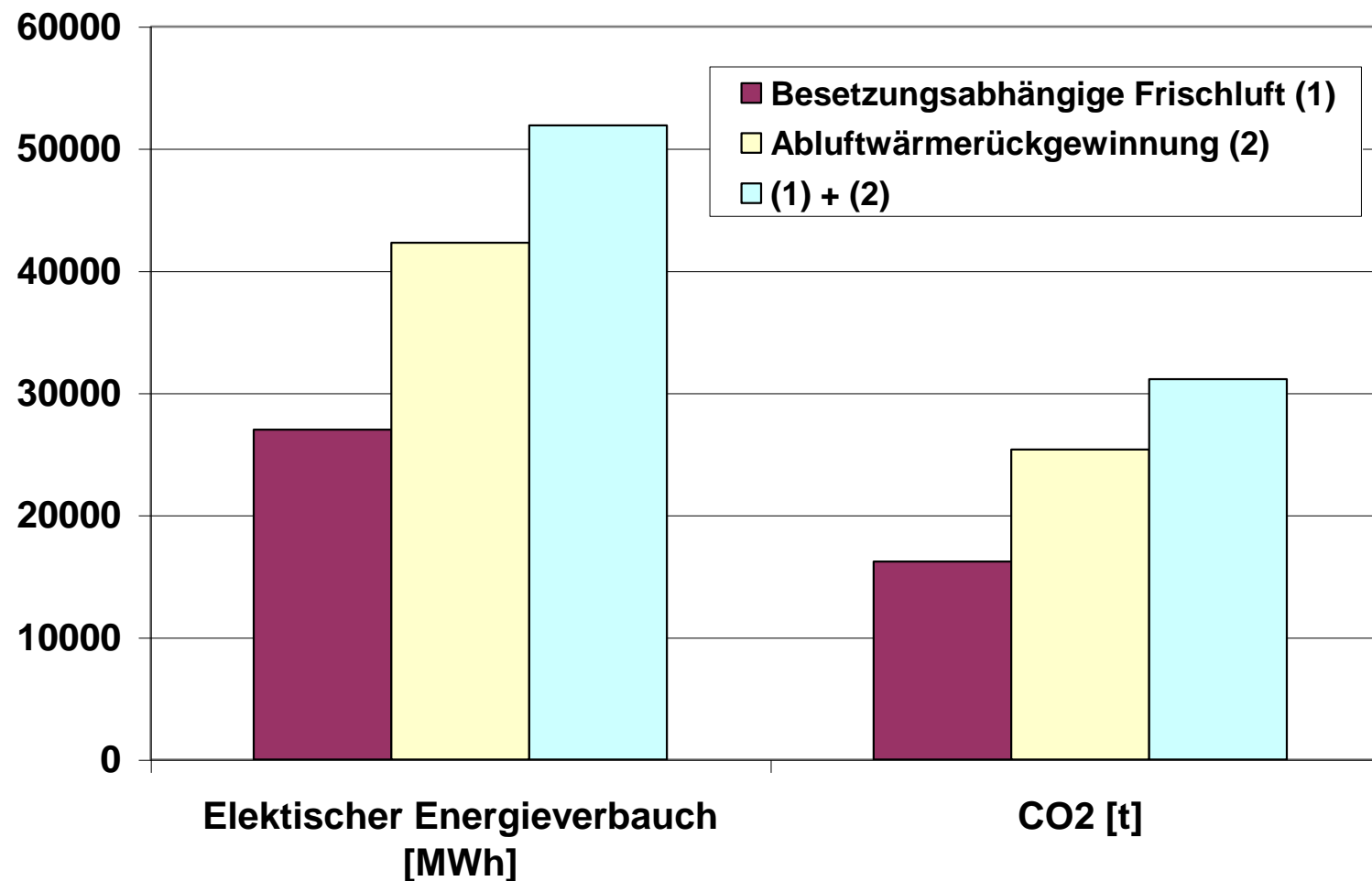
Gegenüberstellung der Monatsenergieverbräuche ohne und mit Optimierungsmaßnahmen



Jahresverbrauch und Einsparungseffekt der untersuchten Maßnahmen

Verbrauch	Beschreibung der Maßnahme	Einsparung
97,6 MWh	Ausgangszustand	-
88,6 MWh	Besetzungsabhängige Frischluftmenge (1)	8,8%
83,5 MWh	Abluftwärmerückgewinnung (2)	13,8%
80,4 MWh	(1) + (2)	16,9%

Jahreseinsparungspotential bei 3000 Fahrzeugen



Kostenreduktion für 3000 Fahrzeuge / Jahr

- ▶ 2,7 Mio Euro Kostenreduktion pro Jahr auf Grund der besetzungsabhängigen Frischluftregelung
- ▶ Geschätzte Kosten für Implementierung eines CO₂ Sensors: 1800 Euro / Fzg -> 5,4 Mio Euro für 3000 Fzg
- ▶ 2 Jahre Amortisationszeit
- ▶ 3,24% Reduktion der jährlichen CO₂ – Emissionszunahme im Transport Bereich in Österreich

Rail Tec Arsenal

Nachweis von Energieeinsparungspotentialen durch
Klimatests garantiert Energieeffizienz und LCC von
Schienenfahrzeugen

... Qualität bei jedem Wetter