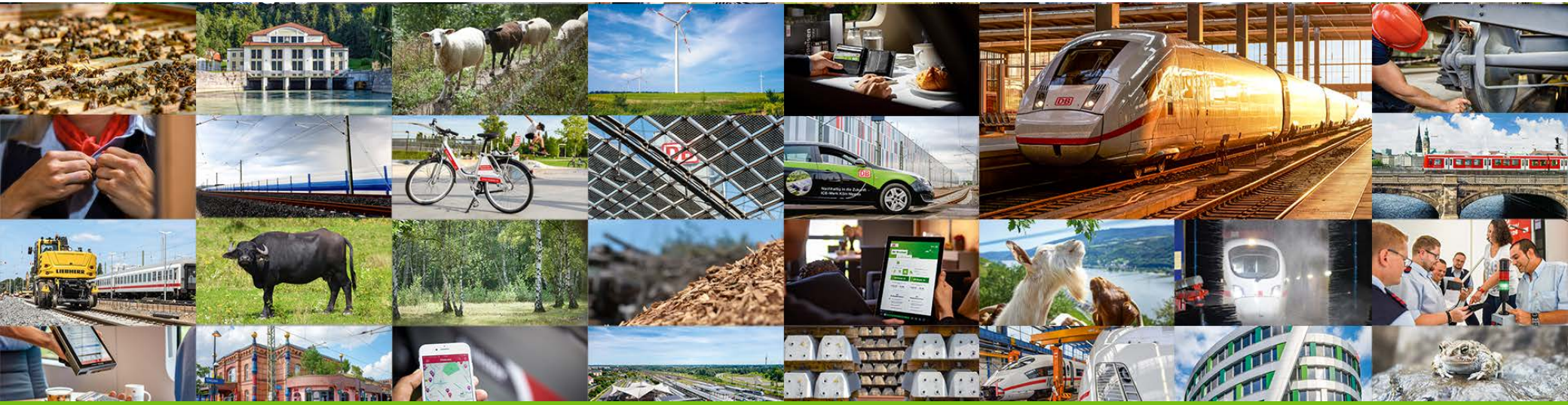


DIN-Praxisworkshop Anpassung von Normen an den Klimawandel - Impulsvortrag Gruppe 1 – Hitze: Betroffenheit des Transportsektors und Anpassung am Beispiel von Klimaanlagen in ICE-Zügen

Deutsche Bahn AG | Arno Seifert (TUF 1) | 19. März 2019

Das ist grün.
deutschebahn.com/gruen
Klima schützen.
Umwelt schonen.
Deutsche Bahn.

Agenda

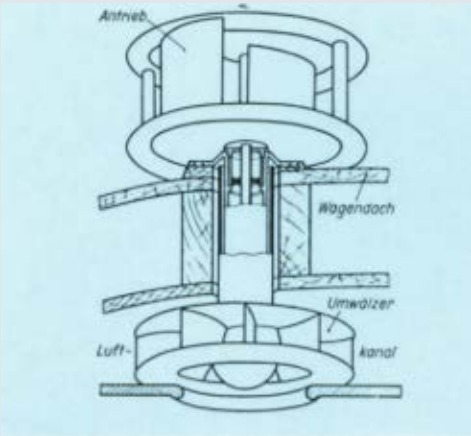
1. Exkurs Klima/Kälte in Schienenfahrzeugen
2. Klimaanlagen bei der DB
3. Alternative Kältemittel
4. Auslegung der Klimaanlage des ICE 4

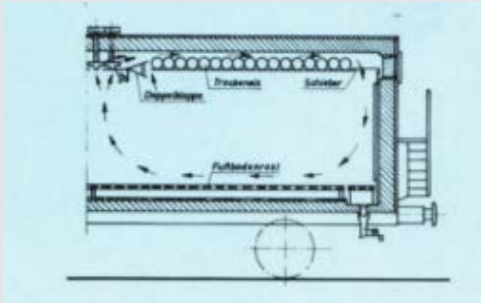
Am Anfang war schon einmal CO_2 …

… aber nicht Klimatisierung war das Thema, sondern die Kühlung leichtverderblicher Lebensmittel wie Fisch und Fleisch während des Bahntransportes.

Trockeneis (CO_2) wurde bevorzugt, da es bei Erwärmung unter Normaldruck direkt vom festen Zustand in den gasförmigen übergeht, ggü. Wassereis also keinen Feuchtigkeitseintrag in das Ladegut verursachte.

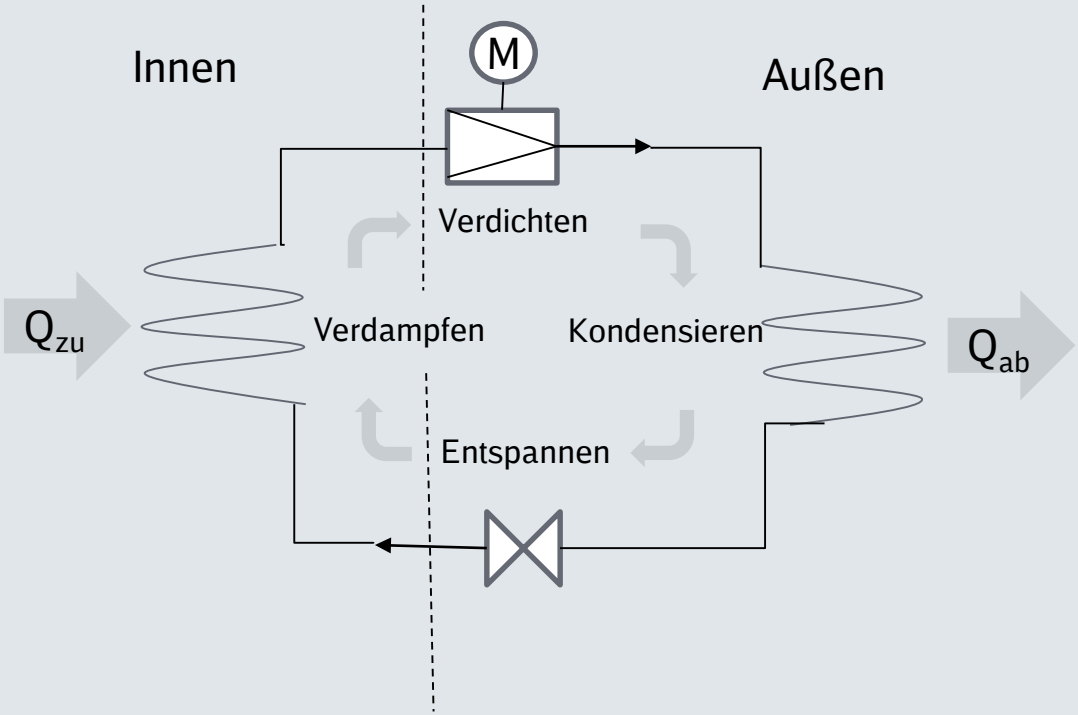
Der eigentliche Kältekreislauf war allerdings noch nach extern ausgelagert .





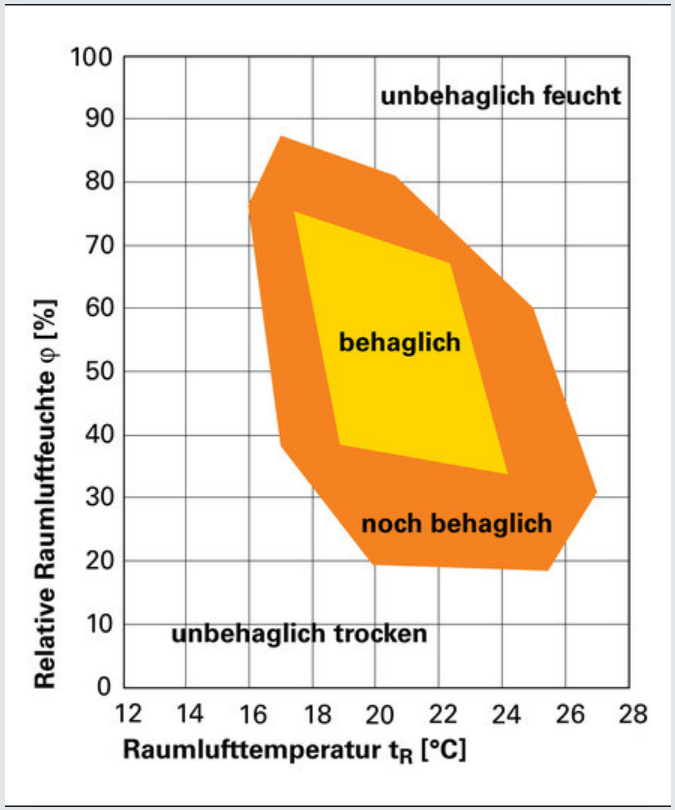
Quelle: DEUTSCHE BAHNFAHRZEUGE VON 1838 BIS HEUTE; Springer-Verlag

Herzstück einer Klimaanlage ist der Kältekreislauf mit dem für die Prozessparameter passenden Kältemittel



Die DIN EN 387-1 definiert ein Kältemittel als ein „Fluid, das zur Wärmeübertragung in einer Kälteanlage eingesetzt wird, und das bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme aufnimmt und bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abgibt, wobei üblicherweise Zustandsänderungen des Fluids erfolgen.“

Aber: Klimatisieren beinhaltet mehr als die Bereitstellung von Kälte



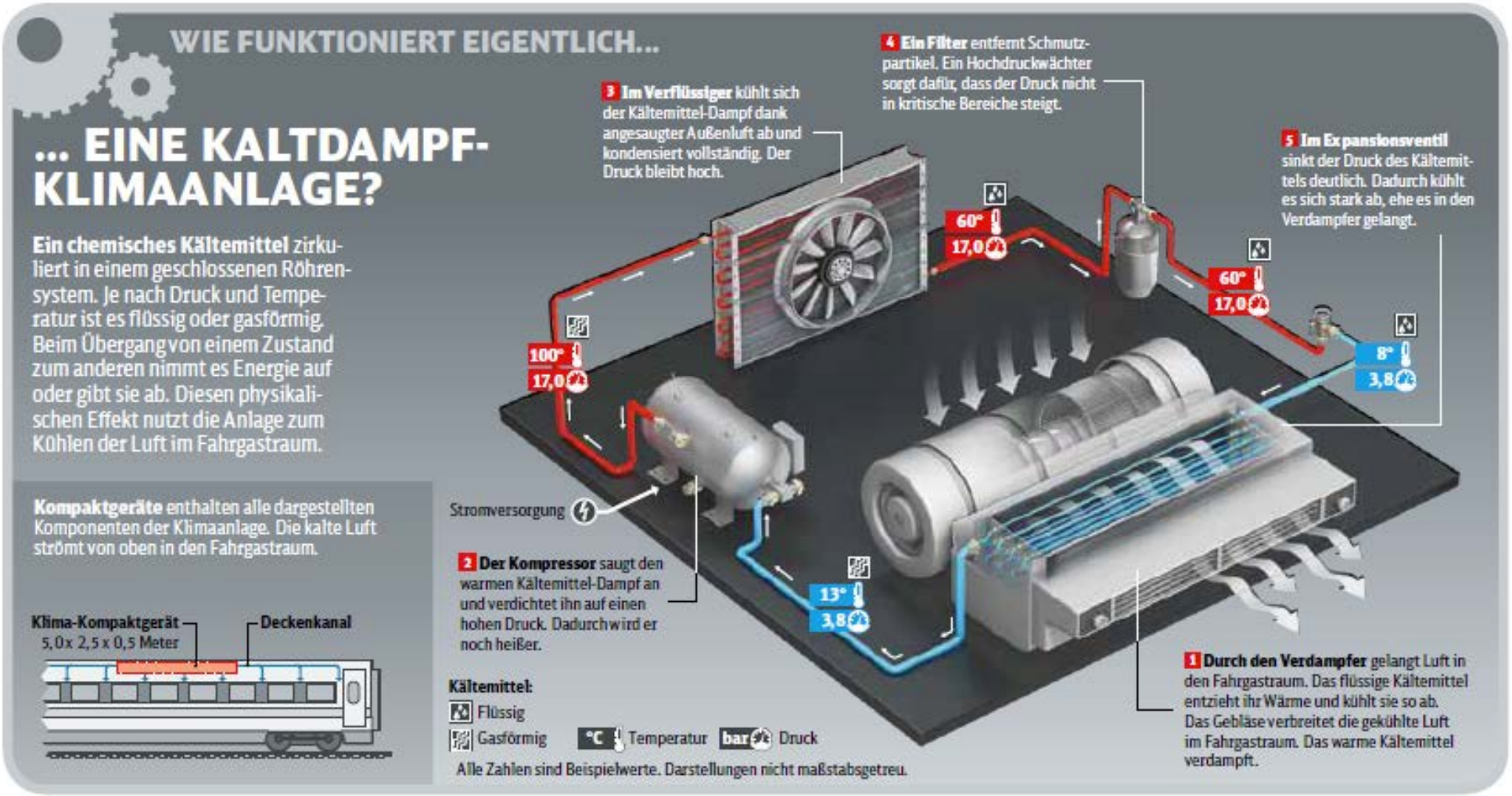
Ziel des Klimatisierens ist die Bereitstellung einer Behaglichkeit für den Reisenden hinsichtlich

- Raumlufttemperatur,
- Oberflächentemperatur (Wandtemperatur),
- Luftfeuchtigkeit,
- Luftgeschwindigkeit und
- Frischluftzufuhr

Zusätzlich dazu bestehen Anforderungen hinsichtlich Raumlufthygiene und Druckschwankungen

→ Klimatisierung von Schienenfahrzeugen verlangt komplexe technische Anlagen

Prinzipieller Aufbau und Funktion eines Klimagerätes mit einem konventionellen Kältemittel (Kaltdampf-Klimaanlage)



Klimaanlagen im Zeichen des Klimawandels: Segen, aber ggf. Fluch zugleich

Klimaanlagen in Schienenfahrzeugen

- sind einerseits bevorzugte und inzwischen auch mehr und mehr im Regionalverkehr eingesetzte technische Komponenten, um steigenden Außentemperaturen infolge Klimawandel besser begegnen zu können,

- können aber andererseits selbst zum Klimawandel beitragen oder diesen verstärken durch

  - einen höheren Energieverbrauch, sofern die für den Antrieb notwendige Energie fossil bereitgestellt wird, und

  - Leckagen von Kältemitteln mit einem GWP > 1

➡ Anpassungsstrategie muss daher in drei Richtungen gedacht werden:

1. Einsatz „natürlicher“, alternativer Kältemittel
2. „Dekarbonisierung“ des Antriebs
3. Anpassung der technischen Auslegung an sich ändernde Klimaparameter

Agenda

1. Exkurs Klima/Kälte in Schienenfahrzeugen
2. Klimaanlagen bei der DB
3. Alternative Kältemittel
4. Auslegung der Klimaanlagen des ICE 4

In Schienenfahrzeugen der DB AG sind aktuell rund 29.000 Klimaanlagen im Einsatz

Foto: Jochen Schmidt

	Anlagen für	
Geschäftsfeld	Fahrgastraum	Führerstand
Regionalverkehr	14.400	7.550
Fernverkehr	3.600	1.050
Güterverkehr	-	2.400

Foto: Volker Ermersleben

Die Anlagen für die Führerstände und rund 97 % der Anlagen für die Fahrgasträume werden mit dem HFKW R 134a (GWP 1430) betrieben.
Die Füllmenge beträgt bei den Führerständen 2…3 kg und bei den Fahrgasträumen durchschnittlich 15 kg/ Wagen. Der Jahresbedarf der gesamten Flotte liegt bei rund 20 t
In geringer Menge wird im Gastronomiebereich noch das HFKW R 404a (GWP 3922) verwendet.

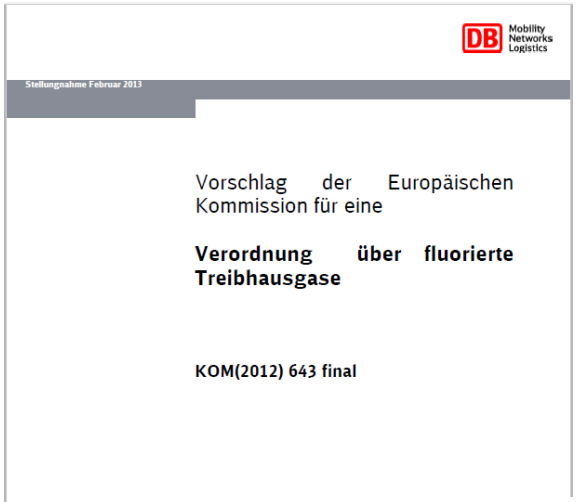
Foto: Pablo Castagnola

Agenda

1. Exkurs Klima/Kälte in Schienenfahrzeugen
2. Klimaanlagen bei der DB
3. Alternative Kältemittel
4. Auslegung der Klimaanlage des ICE 4

F-Gase-Verordnung in der Praxis: Positionsbeschreibung der DB AG von 2013 wird im Rückblick bestätigt

Positionspapier der DB AG 02/13


DB Mobility Networks Logistics

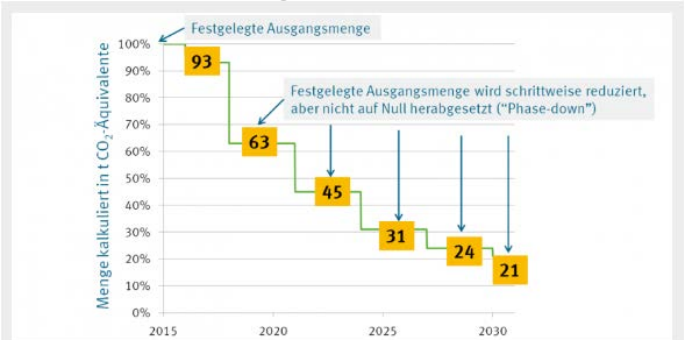
Stellungnahme Februar 2013

Vorschlag der Europäischen Kommission für eine

Verordnung über fluorierte Treibhausgase

KOM(2012) 643 final

HFKW-Ausstiegspfad nach Artikel 15



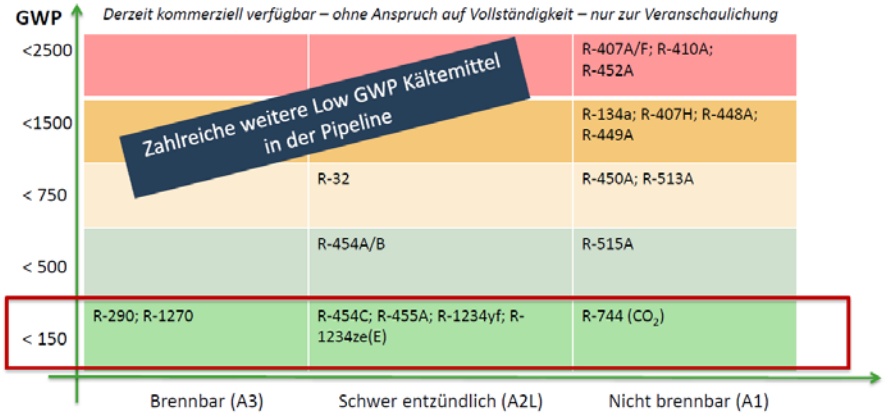
Höchstmenge (%) für das Inverkehrbringen teilfluorierter Kohlenwasserstoffe (HHFKW) Jahre 2015-2030

Quelle: Umweltbundesamt

- Entgegen der Aussage der Kommission in der Begründung der VO gibt es (noch immer) kein echtes Drop-In-Ersatz-kältemittel für den Einsatz in Schienen-fahrzeugen
- Umrüstkosten bei Bestandsfahrzeugen stehen in keinem angemessenem Verhältnis zu den von der Kommission bezifferten Grenzvermeidungskosten von 50 €/ t CO_2e
- Betrieb der Bestandsflotte der DB bedingt daher die Verfügbarkeit von jährlich ca. 20 t R 134a auch über 2030 hinaus

Besondere Herausforderung für den Fahrzeugbestand ist der Zielkonflikt Klimaschutz vs. Sicherheit bei Kältemitteln

Beispiel: Zielkonflikt GWP <> Brennbarkeit



- **Fast alle Alternativen mit GWP < 150 sind A2L oder A3 Kältemittel**
- **Insbesonders brennbare (A2L & A3), toxische und Hochdruck-Kältemittel eignen sich nicht für Retrofit und auch nicht für alle Anlagentypen**

Quelle: European Partnership for Energy and the Environment (EPEE), 2018

- Technisches Regelwerk fordert für den Einsatz in Schienenfahrzeugen nicht brennbare Kältemitteln (Klasse A1)
- Positionspapier der DB AG verwies frühzeitig auf Sicherheitsrisiken bezüglich Brandschutz beim Einsatz von Ersatz-Kältemitteln mit GWP kleiner 150 und forderte eine entprechende Risikoanalyse nach VO 352/2009/EU
- Minderungsdefizite im Bereich der Neuanlagen sind auch Folge sich widersprechender Standards und Normen

Aus Sicht der DB AG führt im Schienenverkehrssektor kein Weg an natürlichen Kältemitteln vorbei.

Derzeit angebotenene Drop-in-Kältemittel können allenfalls genutzt werden, um Zeit zu gewinnen

Echte Alternativen sind Luft (R729) und CO_2 (R744), im Gastronomiebereich ggf. noch Kohlenwasserstoffe

Die DB AG hat 2014 im Kontext zur F-Gase-Verordnung frühzeitig im Markt signalisiert, daß sie von der Industrie Entwicklungen hin zu natürlichen Kältemitteln erwartet und im Zeithorizont ab 2020 Neufahrzeuge mit derartigen Anlagen bestellen möchte.
Die bisherigen Reaktionen der Systemhäuser sind wenig befriedigend.
Ebenfalls unbefriedigend ist die noch immer vorherrschende Zurückhaltung der Aufgabenträger, durch entsprechende Auschreibungen Anreize zu setzen

Agenda

1. Exkurs Klima/Kälte in Schienenfahrzeugen
2. Klimaanlagen bei der DB
3. Alternative Kältemittel
4. Auslegung der Klimaanlage des ICE 4

Höhere Anforderungen zur Auslegung der Klimaanlagen des ICE 4 basieren auf Änderungen der Norm und unternehmerischen Entscheidungen

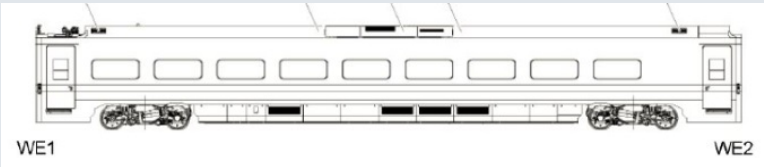
- **Normenlage:** Die **gültigen Normen** in der EU zur Klimatisierung von Schienenfahrzeugen berücksichtigen bereits steigende Anforderungen aufgrund häufigerer, erhöhter Außentemperaturen im Sommer
  - Die **Auslegungstemperatur** in den Komfortnormen wurde für Mitteleuropa **von 32 °C** (UIC553-1992) **auf 35 °C angehoben** (EN 13129-2000)

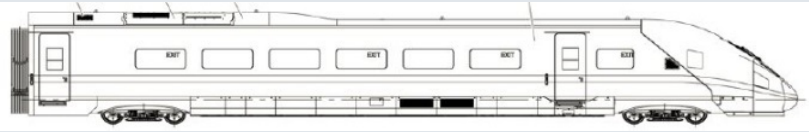
- **Auslegung:** Die Klimaanlagen des ICE 4 wurden für die Erfüllung der Anforderungen der Klimazone I nach EN13129 („Südeuropa“) ausgelegt, anstatt wie bisher üblich nach Klimazone II („Mitteleuropa)“
  - Dies bedeutet eine weitere Leistungsreserve durch die Berücksichtigung erhöhter Umgebungstemperaturen bis 40 °C statt 35 °C, bis zu denen im Fahrzeug die Komfortbedingungen eingehalten werden müssen.

- **Anlagenkonzept:** Durch das **zweikreisige Klimaanlagenkonzept** (Aufteilung der Kälteleistung und damit des Kältemittels auf zwei unabhängige Kältekreise) **halbiert** sich die **Leckage an Kältemittel**, die im Havariefall entweichen könnte. Zusätzlich wird so die weitere **Verfügbarkeit** der Klimatisierung bei Ausfall eines Kältekreises **gewährleistet**.

Klimatisierung des ICE 4 - Grundkonzept

- Fahrgastraum (FGR): EN 13129;
  Führerraum (FR) : EN 14813, Kategorie A
- Klimazone I für Sommer und II für Winter
- Funktionsfähigkeit -25°C ≤ T_a ≤ +45°C
- Je ein Dachklimakompaktgerät pro Wagen zur Belüftung, Kühlung und Heizung des Fahrgastraumes
- Je ein Schrankklimakompaktgerät pro Führerraum zur Belüftung, Kühlung und Heizung des Führerraumes
- Besetzungsabhängige Frischluftzufuhr im FGR
- Druckschutz: Passives System im FGR, aktive Druckschutzlüfter im FR





Darstellungen SAG und BT

Klimagerät Fahrgastraum Endwagen

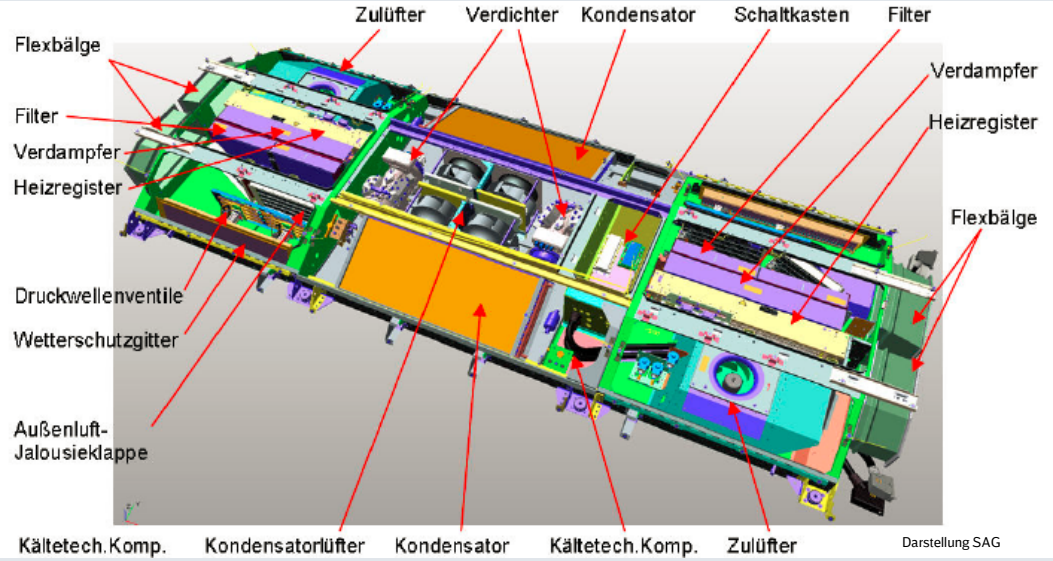
Klimagerät Fahrgastraum Mittelwagen

Klimagerät Führerraum

Fotos Christian David

Beispiel: Klimatisierung ICE 4
Klimagerät für Fahrgastraum Mittelwagen - Eckdaten

- Heizleistung: 46 kW
- Kälteleistung: 45 kW
  aufgeteilt auf 2 Kältekreise
- Kältemittel: R134a
  (Füllmenge 6,3 kg je Kältekreis)
- 2 Hubkolbenverdichter
- Länge/Breite/Höhe:
  5.360 mm/2.229mm/439 mm
- Gehäusematerial: Aluminium
- Gewicht: 1082 kg



Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit!