



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bundesnetzagentur

Eisenbahn-Bundesamt



VDV Die Verkehrs-
unternehmen

Leitfaden

zum Nachweis der Klimafunktionen des TESIP nach SIRF

Datum: 16.11.2021

Ersteller: Unterarbeitskeis Klimafunktionen SIRF vom APT

Änderungsindex:

Rev.	Datum (TT.MM.JJJJ)	Beschreibung der Änderung	Verfasst	Freigabe
01	21.7.2014	Freigabe der Version	Arbeitskreis APT	Lenkungskreis
02	16.11.2021	Redaktionelle Überarbeitung des Klima-Leitfadens	Unterarbeitskreis Klima- funktionen SIRF vom APT	Lenkungskreis

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	4
2	Wirksamkeit und Anwendungsbereich	4
3	Abkürzungen	4
4	Allgemeines	5
5	HH1 Gefährdung des Triebfahrzeugführers infolge mangelnder Luftqualität	5
5.1	Wortlaut der TSI'en	5
5.1.1	TSI LOC&PAS 2014 [2]	5
5.2	Nachweismethode.....	6
6	HH2 Gefährdung durch die Nichtabschaltung der Klimaanlage	6
6.1	Wortlaut der TSI'en	6
6.1.1	TSI LOC&PAS 2014[2]	7
6.2	Nachweismethode.....	7
7	HH3 Gefährdung der Fahrgäste oder des Personals infolge mangelnder Luftqualität	8
7.1	Wortlaut der TSI'en	8
7.1.1	TSI LOC&PAS 2014 [2]	8
7.2	Nachweismethode.....	9
8	HH4 Gefährdung der Fahrgäste oder des Personals infolge von Druckschwankungen	10
8.1	Wortlaut der TSI'en	10
8.1.1	TSI LOC&PAS 2014 [2]	10
8.1.2	TSI INF 2014 [7].....	11
8.2	Nachweismethode.....	12
9	Software	12
10	Hinweise zur Signifikanzbewertung bei Änderungen der Klimatechnischen Funktionen	12
11	Validierung nach SIRF	13
12	Zusammenfassung	13
13	Freigabevermerk	13
14	Quellen	13
15	Anhang	15

1 Einleitung und Motivation

Für die Zulassung von Schienenfahrzeugen sind Nachweise erforderlich hinsichtlich der

- Gewährleistung raumlufthygienischer Bedingungen und
- Sicherstellung von Funktionen im Bereich Luftführung,

die nicht in Verbindung stehen mit dem in den Europäischen Normen beschriebenen thermischen Komfort.

Die betroffenen Funktionen sind definiert in der TESIP Funktionsliste:

- **HH1:** „Hier wird nur die **Gefährdung des Triebfahrzeugführers infolge mangelnder Luftqualität** betrachtet. Andere Funktionen decken weitere daraus resultierende Gefährdungen ab, vgl. SIFA, ATP.“
- **HH2:** „Hier wird nur die **Gefährdung durch die Nichtabschaltung der Klimaanlage** und die dadurch resultierende Verteilung / Weiterleitung von Brandgasen betrachtet.“
- **HH3:** „Hier wird die **Gefährdung der Fahrgäste oder des Personals infolge mangelnder Luftqualität** betrachtet.“
- **HH4:** „Hier wird die **Gefährdung der Fahrgäste oder des Personals infolge von Druckschwankungen** betrachtet.“

Ziel dieses Leitfadens soll es daher sein, Empfehlungen zur Anwendung der SIRF [1] bezüglich der oben genannten Funktionen zu geben und beispielhaft die Nachweismethoden und Vorgehensweisen zu erläutern. Er kann im Zulassungsprozess angewendet werden.

Dieser Leitfaden sollte auch in Verbindung mit der TSI LOC&PAS 2014 [2], der TSI SRT 2014 [3] sowie dem „Verfahren für die Inbetriebnahmegenehmigung von Eisenbahnfahrzeugen nach der Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (EIGV) – Informationen für den Antragsteller“ [4] gelesen werden.

2 Wirksamkeit und Anwendungsbereich

Dieser Leitfaden konkretisiert die Nachweiserstellung zur Zulassung von Schienenfahrzeugen in Deutschland gemäß der im technischen Sicherheitsplan enthaltenen Funktionen HH1 bis HH4 der Sicherheitsrichtlinie Fahrzeuge. Der Leitfaden präzisiert die Anforderungen der Klimafunktionen in der SIRF in Bezug auf den Zulassungsprozess und die zugehörigen Nachweisverfahren.

3 Abkürzungen

SIRF	Sicherheitsrichtlinie Fahrzeuge
TESIP	Technischer Sicherheitsplan
SAS	Sicherheitsanforderungsstufe
SIL	Safety Integrity Level
TSI	Technische Spezifikationen für Interoperabilität
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
vtr	Zuggeschwindigkeit
Atu	Tunnelquerschnitt
SIFA	Sicherheitsfahrerschaltung
ATP	Automatic Train Protection
EIGV	Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung

4 Allgemeines

Im Zuge des Sicherheitsnachweises ist projektspezifisch zu prüfen, ob die Fahrzeugfunktionen inklusive deren allgemein festgelegten Gefährdungseinstufungen (Siehe TeSiP-Funktionsliste [5]) mit den projektspezifisch zu betrachtenden Fahrzeugfunktionen und den geplanten Betriebsbedingungen und Umgebungseinflüssen übereinstimmen.

Sofern Eisenbahnfahrzeugfunktionen zu ergänzen sind, ist deren Abstraktionsebene entsprechend dem generischen TeSiP vorzunehmen, siehe hierzu auch SIRF [1] Abschnitt 6.1.1, Absatz 2.

Die entstandene projektspezifische TeSiP Funktionsliste ist nach dem Muster aus Anhang A [5] zu dokumentieren. Dabei sind die zur allgemeinen Liste abweichenden Gefährdungseinstufungen zu kennzeichnen und die zugrundeliegenden Betriebsbedingungen darzulegen. Siehe hierzu auch SIRF [1] Abschnitt 6.1.1, Absatz 3.

Im Folgenden werden die Einstufungen der allgemeinen Funktionsliste betrachtet.

5 HH1 Gefährdung des Triebfahrzeugführers infolge mangelnder Luftqualität

5.1 Wortlaut der TSI'en

Nachfolgend wird der Wortlaut der behandelten TSI'en in kursiver Schrift wiedergegeben. Wichtige Anforderungen werden fett hervorgehoben.

5.1.1 TSI LOC&PAS 2014 [2]

4.2.9.1.7 Klimasteuerung und Luftqualität

(1) Die Luft im Führerraum muss so erneuert werden, dass die CO₂-Konzentration den in Abschnitt 4.2.5.8 dieser TSI definierten Werten entspricht.

4.2.5.8 Luftqualität im Innern

(1) Die Menge und die Qualität der verfügbaren Luft in den Fahrzeugbereichen, in denen sich Fahrgäste und/oder Personal aufhalten, müssen so ausgelegt sein, dass für die Gesundheit der Fahrgäste oder des Personals keine Gefahr entsteht, die über die Risiken aufgrund der Luftqualität außerhalb des Fahrzeugs hinausgeht. Dazu sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

Ein Lüftungssystem muss unter Betriebsbedingungen im Innern des Fahrzeugs eine akzeptable CO₂-Konzentration gewährleisten.

*(2) **Die CO₂-Konzentration darf unter allen normalen Betriebsbedingungen einen Wert von 5 000 ppm nicht überschreiten.** Eine Ausnahme bilden nur die beiden folgenden Fälle:*

- Bei einer Unterbrechung des Lüftungssystems aufgrund einer Unterbrechung der Hauptenergieversorgung oder eines Systemausfalls muss durch eine Notfallvorkehrung sichergestellt werden, dass die Bereiche, in denen sich Fahrgäste und Personal aufhalten, mit Außenluft versorgt werden. Wenn diese Notfallvorkehrung ein batteriebetriebenes Zwangslüftungssystem vorsieht, sind Messungen durchzuführen, um die Dauer zu definieren, während der die CO₂-Konzentration unter 10 000 ppm bleibt. Dabei ist von dem Lastzustand „Auslegungsmasse bei normaler Zuladung“ auszugehen. Das Verfahren zur Konformitätsbewertung wird in Abschnitt 6.2.3.12 beschrieben. Diese Dauer muss mindestens 30 Minuten betragen. Die Dauer ist in der in dieser TSI in Abschnitt 4.2.12 definierten technischen Dokumentation einzutragen.*

- Die genannte CO₂-Konzentration darf ferner überschritten werden, wenn die gesamte Frischluftzufuhr ausgeschaltet oder unterbunden wird oder wenn die Klimaanlage ausgeschaltet wird, um zu verhindern, dass Fahrgäste möglicherweise in der Umgebung vorhandenen Rauchgasen ausgesetzt werden, insbesondere in Tunneln und bei einem Brand wie in Abschnitt 4.2.10.4.2 beschrieben.

4.2.10.4.2. Rauchschutz

(1) Dieser Abschnitt gilt für alle Einheiten. Bei einem Brand ist die Ausbreitung von Rauch in Fahrgast- und/oder Personalbereichen auf ein Minimum zu begrenzen; dazu sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

(2) Damit kein Rauch von außen in die Einheit eindringt, muss die Möglichkeit bestehen, sämtliche Vorrichtungen oder Öffnungen zur Frischluftzufuhr abzustellen bzw. zu verschließen.

Die Erfüllung dieser Anforderung wird für das Teilsystem „Fahrzeuge“ für die einzelnen Einheiten nachgewiesen.

(3) Damit sich kein Rauch innerhalb eines Fahrzeugs ausbreiten kann, muss es möglich sein, die Belüftung und die Umluftschaltung auf Fahrzeugebene auszuschalten; diese Anforderung ist erfüllt, wenn die Belüftung ausgeschaltet werden kann.

(4) Diese Aktionen können manuell vom Zugpersonal oder durch Fernbedienung ausgelöst werden; die Auslösung kann wahlweise im Zug oder im jeweiligen Fahrzeug erfolgen.

(5) Bei Einheiten, die auf Strecken mit dem streckenseitigen ETCS (Europäisches System für Zugsteuerung und Zugsicherung) (einschließlich der in Anhang A Ziffer 7 der TSI ZZS beschriebenen Übertragung von Informationen über „Luftdichtheit“) ausgerüstet sind, muss diese fahrzeugseitige Steuerung der Einheit Informationen des ETCS bezüglich der Luftdichtheit empfangen können.

6.2.3.12. Luftqualität im Innern (Abschnitt 4.2.5.8 und Abschnitt 4.2.9.1.7)

Die Konformitätsbewertung der CO₂-Niveaus kann bei Annahme einer Außenluftqualität mit 400 ppm CO₂ und einer Emission von 32 Gramm CO₂ pro Fahrgast und Stunde durch die Berechnung der Frischluftvolumina ermittelt werden. Die zu berücksichtigende Anzahl der Fahrgäste wird von der Besetzung unter der Lastbedingung „Auslegungsmasse bei normaler Zuladung“ nach Abschnitt 4.2.2.10 dieser TSI abgeleitet.

5.2 Nachweismethode

Die Sicherheitsanforderung der Funktion HH1 beträgt SAS 0. Daher ist kein Nachweis gegenüber der Zulassungsstelle erforderlich.

Nach EN 14813-1 [12] wird die Lüftungsanlage mit einer Frischluftmenge ausgelegt, bei der die CO₂-Konzentration der Luft im Führerstand rechnerisch 5000 ppm nicht überschreitet. Für die Auslegung der Frischluftmenge nach EN 14813-1 [12] kann der Nachweis durch Messung nach EN14813-2 [13] erfolgen (siehe EN 14813-2 Anhang ZA).

6 HH2 Gefährdung durch die Nichtabschaltung der Klimaanlage

6.1 Wortlaut der TSI'en

Nachfolgend wird der Wortlaut der behandelten TSI'en in kursiver Schrift wiedergegeben. Wichtige Anforderungen werden fett hervorgehoben.

6.1.1 TSI LOC&PAS 2014[2]

4.2.10.4.2. Rauchschutz

(1) Dieser Abschnitt gilt für alle Einheiten. Bei einem Brand ist die Ausbreitung von Rauch in Fahrgast- und/oder Personalbereichen auf ein Minimum zu begrenzen; dazu sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

(2) Damit kein Rauch von außen in die Einheit eindringt, muss die **Möglichkeit bestehen, sämtliche Vorrichtungen oder Öffnungen zur Frischluftzufuhr abzustellen bzw. zu verschließen**. Die Erfüllung dieser Anforderung wird für das Teilsystem „Fahrzeuge“ für die einzelnen Einheiten nachgewiesen.

(3) Damit sich kein Rauch innerhalb eines Fahrzeugs ausbreiten kann, muss es **möglich sein, die Belüftung und die Umluftschaltung auf Fahrzeugebene auszuschalten**; diese Anforderung ist erfüllt, wenn die Belüftung ausgeschaltet werden kann.

(4) Diese Aktionen können manuell vom Zugpersonal oder durch Fernbedienung ausgelöst werden; die Auslösung kann wahlweise im Zug oder im jeweiligen Fahrzeug erfolgen.

(5) Bei Einheiten, die auf Strecken mit dem streckenseitigen ETCS (Europäisches System für Zugsteuerung und Zugsicherung) (einschließlich der in Anhang A Ziffer 7 der TSI ZZS beschriebenen Übertragung von Informationen über „Luftdichtheit“) ausgerüstet sind, muss diese fahrzeugseitige Steuerung der Einheit Informationen des ETCS bezüglich der Luftdichtheit empfangen können.

6.2 Nachweismethode

Die Sicherheitsanforderung der Funktion HH2 beträgt SAS 2. Die Erfüllung der erforderlichen Maßnahmen gegen systematische und zufällige Ausfälle ist nachzuweisen.

Voraussetzung ist ein erkannter Brandfall, der über die Funktion Branderkennung (K7 in TESIP Funktionsliste) mit SAS=2 sichergestellt wird.

Dieses Signal der Branderkennung muss z.B. über eine Einrichtung mit SAS≥2 die Spannungsversorgung der Komponenten für die Lüftung abschalten.

Für diesen Fall erforderlich: Nachweis SAS≥2 der Abschalteneinrichtung der Spannungsversorgung der Komponenten für Lüftung.

Folgend wird eine beispielhafte Nachweisführung dargestellt:

- Es wird ein Gefährdungsbaum erstellt (siehe Abbildung 19-24 in Anhang C [1])
- Aus dem Gefährdungsbaum ergeben sich Sicherheitsanforderungsstufen für Teilfunktionen.
- Die Teilfunktionen lassen sich in Handlungen des Betriebsbegleitpersonals, der Software und der Hardware aufteilen.
- Ist das System z.B. so gestaltet, dass sich für die Teilfunktionen der Software SAS = 0 ergibt, sind keine weiteren Nachweise für die Software gegenüber der Zulassungsstelle erforderlich.
- Sind Handlungen des Betriebsbegleitpersonals vorgesehen (hier SAS=1), müssen diese dann in eine Betreibervorschrift eingehen. Bei der DB AG gibt es entsprechende Betreibervorschriften (hier z.B.: Ril D123.0130A02 mit Zugbegleiter oder Ril D123.0130A02 ohne Zugbegleiter), auf die man sich direkt beziehen kann, wenn die notwendigen Handlungen dort bereits beschrieben sind. Dies muss in Abstimmung mit dem Betreiber geschehen. Für Neufahrzeuge hat ein Nachweis der Betreiberinformation gemäß SIRF Absatz 7.2 zu erfolgen.
- Die Hardware wird im Gefährdungsbaum bis zu SAS=2 belastet. Für diese Hardwarekomponenten (in diesem Fall in der Hauptsache Leitungen, Schalter und

Schütze) und ihr Zusammenspiel wird daher ein eigenes Nachweisdokument erstellt. In dem Nachweisdokument werden die bekannten technischen Eigenschaften der Hardwarekomponenten (unter anderem auch Ausfallraten gemäß EN 50129 [6]) aufgeführt und daraus auf die Eignung zum Einsatz für eine sicherheitsrelevante Funktion geschlossen.

7 HH3 Gefährdung der Fahrgäste oder des Personals infolge mangelnder Luftqualität

7.1 Wortlaut der TSI'en

Nachfolgend wird der Wortlaut der behandelten TSI'en in kursiver Schrift wiedergegeben. Wichtige Anforderungen werden fett hervorgehoben.

7.1.1 TSI LOC&PAS 2014 [2]

4.2.10.4.2. Rauchschutz

(1) *Dieser Abschnitt gilt für alle Einheiten. Bei einem Brand ist die Ausbreitung von Rauch in Fahrgast- und/oder Personalbereichen auf ein Minimum zu begrenzen; dazu sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:*

(2) *Damit kein Rauch von außen in die Einheit eindringt, muss die **Möglichkeit bestehen, sämtliche Vorrichtungen oder Öffnungen zur Frischluftzufuhr abzustellen bzw. zu verschließen**. Die Erfüllung dieser Anforderung wird für das Teilsystem „Fahrzeuge“ für die einzelnen Einheiten nachgewiesen.*

(3) *Damit sich kein Rauch innerhalb eines Fahrzeugs ausbreiten kann, muss es **möglich sein, die Belüftung und die Umluftschaltung auf Fahrzeugebene auszuschalten**; diese Anforderung ist erfüllt, wenn die Belüftung ausgeschaltet werden kann.*

(4) *Diese Aktionen können manuell vom Zugpersonal oder durch Fernbedienung ausgelöst werden; die Auslösung kann wahlweise im Zug oder im jeweiligen Fahrzeug erfolgen.*

(5) *Bei Einheiten, die auf Strecken mit dem streckenseitigen ETCS (Europäisches System für Zugsteuerung und Zugsicherung) (einschließlich der in Anhang A Ziffer 7 der TSI ZZS beschriebenen Übertragung von Informationen über „Luftdichtheit“) ausgerüstet sind, muss diese fahrzeugseitige Steuerung der Einheit Informationen des ETCS bezüglich der Luftdichtheit empfangen können.*

4.2.5.8 Luftqualität im Innern

(1) *Die Menge und die Qualität der verfügbaren Luft in den Fahrzeugbereichen, in denen sich Fahrgäste und/oder Personal aufhalten, müssen so ausgelegt sein, dass für die Gesundheit der Fahrgäste oder des Personals keine Gefahr entsteht, die über die Risiken aufgrund der Luftqualität außerhalb des Fahrzeugs hinausgeht. Dazu sind die folgenden Anforderungen zu erfüllen:*

Ein Lüftungssystem muss unter Betriebsbedingungen im Innern des Fahrzeugs eine akzeptable CO₂-Konzentration gewährleisten.

(2) ***Die CO₂-Konzentration darf unter allen normalen Betriebsbedingungen einen Wert von 5 000 ppm nicht überschreiten.** Eine Ausnahme bilden nur die beiden folgenden Fälle:*

- *Bei einer Unterbrechung des Lüftungssystems aufgrund einer Unterbrechung der Hauptenergieversorgung oder eines Systemausfalls muss durch eine Notfallvorkehrung sichergestellt werden, dass die Bereiche, in denen sich Fahrgäste und Personal aufhalten, mit Außenluft versorgt werden. Wenn diese Notfallvorkehrung ein batteriebetriebenes Zwangslüftungssystem vorsieht, sind Messungen durchzuführen, um die Dauer zu definieren, während der die CO₂-Konzentration unter 10 000 ppm bleibt. Dabei ist von dem Lastzustand „Auslegungsmasse bei normaler Zuladung“ auszugehen. Das Verfahren zur*

Konformitätsbewertung wird in Abschnitt 6.2.3.12 beschrieben. Diese Dauer muss mindestens 30 Minuten betragen. Die Dauer ist in der in dieser TSI in Abschnitt 4.2.12 definierten technischen Dokumentation einzutragen.

- *Die genannte CO₂-Konzentration darf ferner überschritten werden, wenn die gesamte Frischluftzufuhr ausgeschaltet oder unterbunden wird oder wenn die Klimaanlage ausgeschaltet wird, um zu verhindern, dass Fahrgäste möglicherweise in der Umgebung vorhandenen Rauchgasen ausgesetzt werden, insbesondere in Tunneln und bei einem Brand wie in Abschnitt 4.2.10.4.2 beschrieben.*

6.2.3.12. Luftqualität im Innern (Abschnitt 4.2.5.8 und Abschnitt 4.2.9.1.7)

Die Konformitätsbewertung der CO₂-Niveaus kann bei Annahme einer Außenluftqualität mit 400 ppm CO₂ und einer Emission von 32 Gramm CO₂ pro Fahrgast und Stunde durch die Berechnung der Frischluftvolumina ermittelt werden. Die zu berücksichtigende Anzahl der Fahrgäste wird von der Besetzung unter der Lastbedingung „Auslegungsmasse bei normaler Zuladung“ nach Abschnitt 4.2.2.10 dieser TSI abgeleitet.

7.2 Nachweismethode

Die Sicherheitsanforderung der Funktion HH3 beträgt SAS 1. Die Erfüllung der erforderlichen Maßnahmen gegen systematische und zufällige Ausfälle ist nachzuweisen.

Für eine Zulassung, die nicht nach TSI erfolgt, wird zum Nachweis dieser Funktion die Einhaltung der Grenzwerte nach TSI LOC&PAS 2014 [2]. Die folgenden Ausführungen sollen beispielhaft Möglichkeiten der Nachweisführung aufzeigen.

Klimaanlagen für Fahrgasträume sind im Allgemeinen gemäß EN13129-1 [11] und EN14750-1 [8] mit einer Frischluftmenge von mindestens 8m³/h/Person ausgelegt, was zu einer CO₂ Konzentration von deutlich unter 5000 ppm führt. Mithilfe einer Gefährdungsbaumanalyse kann (beispielsweise durch eine redundante Ausführung) der Nachweis erbracht werden, dass im Normalbetrieb diese Funktion mit einer SAS≥1 belastbar ist.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, eine Notfallfunktion vorzusehen, welche die SAS≥1 erfüllen kann (siehe exemplarische Gefährdungsbäume zu HH3 in Anhang C, Abbildung 19-24 [1]). Diese Vorkehrung kann technisch und/oder betrieblich getroffen werden. Im Fall einer technischen Vorkehrung wird für die betroffenen Hardwarekomponenten und ihr Zusammenspiel ein eigenes Nachweisdokument erstellt. In dem Nachweisdokument werden die bekannten technischen Eigenschaften der Hardwarekomponenten (unter anderem auch Ausfallraten gemäß EN 50129 [6]) aufgeführt und daraus auf die Eignung zum Einsatz für eine sicherheitsrelevante Funktion geschlossen. Der Schaltplan einer Musteranlage mit technischer Realisierung der Notlüftfunktion ist im Anhang 1 enthalten.

Nach TSI LOC&PAS 2014 [2] ist bei batteriebetriebenen Zwangslüftungssystemen nachzuweisen, dass die CO₂ Konzentration innerhalb von 30 Minuten unter 10.000 ppm bleibt.

Eine mögliche Nachweisführung besteht in der Messung des Frischluftvolumenstroms im Notfall. Für diese Methode ist auch die ausreichende Batteriekapazität nachzuweisen. Die Berechnung der notwendigen Frischluftvolumina erfolgt dabei mit den Angaben aus dem oben zitierten Abschnitt 6.2.3.12 Luftqualität im Innern (TSI LOC&PAS 2014).

Sind Handlungen des Betriebsbegleitpersonals vorgesehen, müssen diese dann in eine Betreibervorschrift eingehen. Dies muss in Abstimmung mit dem Betreiber geschehen. Für Neufahrzeuge hat ein Nachweis der Betreiberinformation gemäß SIRF Absatz 7.2 zu erfolgen.

8 HH4 Gefährdung der Fahrgäste oder des Personals infolge von Druckschwankungen

8.1 Wortlaut der TSI'en

Nachfolgend wird der Wortlaut der behandelten TSI'en in kursiver Schrift wiedergegeben. Wichtige Anforderungen werden fett hervorgehoben.

8.1.1 TSI LOC&PAS 2014 [2]

4.2.6.2.3. Maximale Druckschwankungen in Tunneln

(1) Einheiten mit einer vorgesehenen Höchstgeschwindigkeit von mindestens 200 km/h sind aerodynamisch so ausgelegt, dass bei einer vorgegebenen Kombination (Referenzfall) aus der Geschwindigkeit des Zuges und dem Tunnelquerschnitt bei einem einzeln fahrenden Zug in einer einfachen Tunnelröhre ohne Neigung (ohne Schächte usw.) ein geforderter Grenzwert für die charakteristische Druckschwankung eingehalten wird. Die betreffenden Anforderungen sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5

Anforderungen an einzeln fahrende Einheiten in einer horizontalen Tunnelröhre

	Referenzfall		Anforderungen für diesen Referenzfall		
	V_{tr}	A_{tu}	Δp_N	$\Delta p_N, \Delta p_{Tr}$	$\Delta p_N, \Delta p_{Tr}, \Delta p_T$
< 250 km/h	200 km/h	53,6 m ²	≤ 1 750 Pa	≤ 3 000 Pa	≤ 3 700 Pa
≥ 250 km/h	250 km/h	63,0 m ²	≤ 1 600 Pa	≤ 3 000 Pa	≤ 4 100 Pa

Dabei ist v_{tr} die Geschwindigkeit des Zuges und A_{tu} der Tunnelquerschnitt.

(2) Im Folgenden sind die Zugverbände genannt, die jeweils für unterschiedliche Arten von Fahrzeugen zu prüfen sind:

- *Bewertete Einheit in einem nicht trennbaren oder vordefinierten Zugverband: Die Bewertung erfolgt bei der maximalen Länge des Zugs (einschließlich Mehrfachtraktionen).*
- *Einheit, die für den Einsatz im freizügigen Fahrbetrieb (Zugverband in der Planungsphase nicht definiert) und bei Auslegung mit einem Führerraum bewertet wird: zwei beliebig zusammengestellte Zugverbände mit einer Länge von mindestens 150 m — jeweils eine Einheit am Anfang und am Ende der Zusammenstellung.*
- *Sonstige Einheiten (Reisezugwagen für den freizügigen Fahrbetrieb): Ein Zugverband mit einer Länge von mindestens 400 m.*

(3) Das Verfahren der Konformitätsbewertung einschließlich der oben genannten Definition von Parametern wird in dieser TSI in Abschnitt 6.2.3.15 beschrieben.

6.2.3.15. Maximale Druckschwankungen in Tunneln (Abschnitt 4.2.6.2.3)

(1) Die Konformität ist aufgrund umfassender Versuche nachzuweisen, die mindestens bei der Bezugsgeschwindigkeit in einem Tunnel mit einem Querschnitt durchgeführt werden, der dem im Referenzfall genannten Querschnitt möglichst nahe kommt. Die Übertragung auf die Referenzbedingung erfolgt mit einer validierten Simulationssoftware.

(2) Bei der Bewertung der Konformität vollständiger Züge oder Zugeinheiten wird von der maximalen Länge des jeweiligen Zugs oder der gekuppelten Zugeinheiten bis zu einer Länge von 400 m ausgegangen.

(3) Die Bewertung der Konformität von Lokomotiven oder von Steuerwagen erfolgt aufgrund von zwei beliebigen Zusammenstellungen mit einer Länge von mindestens 150 m. Bei einer Zusammenstellung muss sich eine Lokomotive oder ein Steuerwagen am Anfang (zur Prüfung von Δp_N) und bei der anderen eine Lokomotive oder ein Steuerwagen am Ende befinden (zur Prüfung von Δp_T). Δp_{Fr} wird auf 1 250 Pa (bei Zügen mit $v_{tr,max} < 250$ km/h) bzw. auf 1 400 Pa (bei Zügen mit $v_{tr,max} \geq 250$ km/h) eingestellt.

(4) Die Bewertung der Konformität von Reisezugwagen erfolgt an einem 400 m langen Zug. Δp_N wird auf 1 750 Pa und Δp_T auf 700 Pa (bei Zügen mit $v_{tr,max} < 250$ km/h) bzw. auf 1 600 Pa und 1 100 Pa (bei Zügen mit $v_{tr,max} \geq 250$ km/h) eingestellt.

(5) Zum Abstand x_p zwischen der Tunneleinfahrt und der Messposition sowie zu den Definitionen von Δp_{Fr} , Δp_N , Δp_T , zur Mindestlänge des Tunnels und zu weiteren Informationen über die Ableitung der charakteristischen Druckschwankung siehe in Anlage J-1 Ziffer 96 genannte Spezifikation.

(6) Die Druckschwankung aufgrund der Änderungen zwischen dem Punkt der Tunneleinfahrt und dem Punkt der Tunnelausfahrt wird bei der Bewertung nicht berücksichtigt.

8.1.2 TSI INF 2014 [7]

4.2.10.1. Maximale Druckschwankungen in Tunneln

(1) Die durch die Durchfahrt der Züge verursachten **Druckschwankungen in Tunneln und unterirdischen Bauwerken, die für das Befahren des betreffenden Tunnels mit Geschwindigkeiten ≥ 200 km/h vorgesehen sind, dürfen während der Zeit, die der Zug zum Durchfahren des Tunnels mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit benötigt, 10 kPa nicht überschreiten.**

(2) Die obige Anforderung muss bei allen Zügen erfüllt sein, die der TSI „Fahrzeuge - Lokomotiven und Personenwagen“ entsprechen.

6.2.4.12. Bewertung der maximalen Druckschwankungen in Tunneln

(1) Die Bewertung der maximalen Druckschwankungen in Tunneln (10-kPa-Kriterium) erfolgt anhand der Ergebnisse von numerischen Simulationen gemäß EN 14067-5:2006+A1:2010 Kapitel 4 und 6, die vom Infrastrukturbetreiber oder vom Auftraggeber auf der Grundlage aller zu erwartender Betriebsbedingungen mit den Zügen durchgeführt wurden, die der TSI „Fahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen“ entsprechen, und die für das Befahren des zu bewertenden Tunnels mit Geschwindigkeiten ≥ 200 km/h vorgesehen sind.

(2) Die zu verwendenden Eingangsgrößen müssen dem charakteristischen Referenzdruckbild der Züge gemäß der TSI „Fahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen“ entsprechen.

(3) Die (entlang des Zuges konstanten) Referenz-Querschnittflächen der zu berücksichtigenden interoperablen Züge betragen, unabhängig davon, ob es sich um Triebfahrzeuge oder nicht motorisierte Mittelwagen handelt:

- a) 12 m² für Fahrzeuge, die für die kinematischen Bezugslinien GC und DE3 ausgelegt sind,
- b) 11 m² für Fahrzeuge, die für die kinematischen Bezugslinien GA und GB ausgelegt sind,
- c) 10 m² für Fahrzeuge, die für die kinematische Bezugslinie G1 ausgelegt sind.

Die zu betrachtende Fahrzeugbegrenzungslinie ist anhand der nach Abschnitt 4.2.1 gewählten Begrenzungslinien festzulegen.

(4) Bei der Bewertung können etwaige Konstruktionsmerkmale, die zu einer Verringerung der Druckschwankungen führen, sowie die Länge des Tunnels berücksichtigt werden.

(5) Druckschwankungen aufgrund atmosphärischer oder geografischer Gegebenheiten können außer Acht gelassen werden.

8.2 Nachweismethode

Die Sicherheitsanforderung der Funktion HH4 beträgt SAS 0. Daher ist kein Nachweis gegenüber der Zulassungsstelle erforderlich.

Durch Einhaltung der Anforderungen an die maximalen Druckschwankungen in Tunneln gemäß TSI LOC&PAS 2014 [2] sind Gefährdungen auch ohne fahrzeugseitigen Druckschutz ausgeschlossen. Ein zusätzlicher Nachweis gegenüber der Zulassungsstelle ist nicht erforderlich.

9 Software

Die Klimasoftware ist kein integral nötiger Bestandteil zur Erfüllung der oben genannten Klimafunktionen.

Ist die Software für die oben aufgeführten Funktionen HH1 bis HH4 nicht mit $SAS \geq 1$ belastet, so kann sie als nicht sicherheitsrelevant eingestuft werden. In diesem Fall ist kein gesonderter Nachweis erforderlich.

10 Hinweise zur Signifikanzbewertung bei Änderungen der Klimatechnischen Funktionen

Hierfür sind die Regelungen der SIRF zu beachten insbesondere vgl. hierzu Abschnitt 2.3 in [1].

Die Bewertung der geänderten Klimatechnischen Funktionen ist hier für den gesamten Umfang der geänderten Funktionen mit ihren Schnittstellen zum Bestandssystem zu betrachten und nach SIRF zu bewerten.

Die Funktionen HH2 und HH3 sind hier aufgrund der $SAS > 0$ zu betrachten. Die Rückwirkungsfreiheit der Änderungen ist für alle geänderten Klimatechnischen Funktionen nachzuweisen.

Über die Signifikanz der Änderung entscheidet der Antragsteller gemäß den Kriterien in Art. 4 Abs 2 der Verordnung (EG) Nr. 352/2009 bzw. der Verordnung (EU) Nr. 402/2013 [9].

Das Formular zur Sicherheitsbewertung für Instandhaltungsmaßnahmen [10] kann für die Bewertung der Signifikanz herangezogen werden. Dieser Prozess ist zu do-

kumentieren und der Fahrzeugakte beizulegen. Hat die vorgeschlagene Änderung keine Auswirkungen auf die Sicherheit, kann auf die Anwendung des Risikomanagementverfahrens verzichtet werden. Bei Auswirkungen der Änderungen auf die Sicherheit sind auf der Grundlage einer Expertenbewertung weitere Kriterien zu berücksichtigen (siehe CSM-VO Art.4 [9] und SIRF [1]).

11 Validierung nach SIRF

Der Prozess der Sicherheitsbetrachtung der oben genannten Klimafunktionen gemäß SIRF [1] bedarf einer Bewertung durch Experten.

Das Expertenurteil (Safety-Manager nach SIRF Absatz 3) ist Grundlage für die Bewertung der Klimafunktionen im Rahmen der Inbetriebnahmegenehmigung wie auch für die Beurteilung der Signifikanz einer sicherheitsbetreffenden Änderung nach Art. 4 Abs. 2. Verordnung (EG) Nr.402/2013 [9].

Bei der Beurteilung ob eine Änderung die Sicherheit betrifft können fachkundige Personen mit Kenntnissen auf dem Gebiet der Klimatechnik wie auch der SIRF hinzugezogen werden. Diese können ebenso bei Änderungen, die Auswirkungen auf die Sicherheit haben, unterstützen.

Eine Liste, der für die oben aufgeführten Klimafunktionen anerkannten, fachkundigen Personen liegt beim Eisenbahn-Bundesamt vor.

12 Zusammenfassung

Die Anwendung des Leitfadens betrifft Konformitätsnachweise für Schienenfahrzeuge zu den Klimafunktionen definiert in der SIRF TESIP Liste und soll den Zulassungsprozess unterstützen.

13 Freigabevermerk

Der Unterarbeitskreis Klimafunktionen SIRF wurde durch den Lenkungskreis Fahrzeuge im April 2021 mit der Überarbeitung der Version des Leitfadens von 2014 beauftragt.

Der Leitfaden wurde durch den Arbeitskreis SIRF Klimafunktionen unter Beteiligung der Firmen/Verbände Siemens AG, Alstom Transport Deutschland GmbH, Faively Transport Leipzig GmbH & Co KG, Knorr-Bremse GmbH, Liebherr-Transportation Systems GmbH & Co KG, Konvekta AG, WILSON RAIL Engineering, DB Systemtechnik GmbH, VDV angepasst.

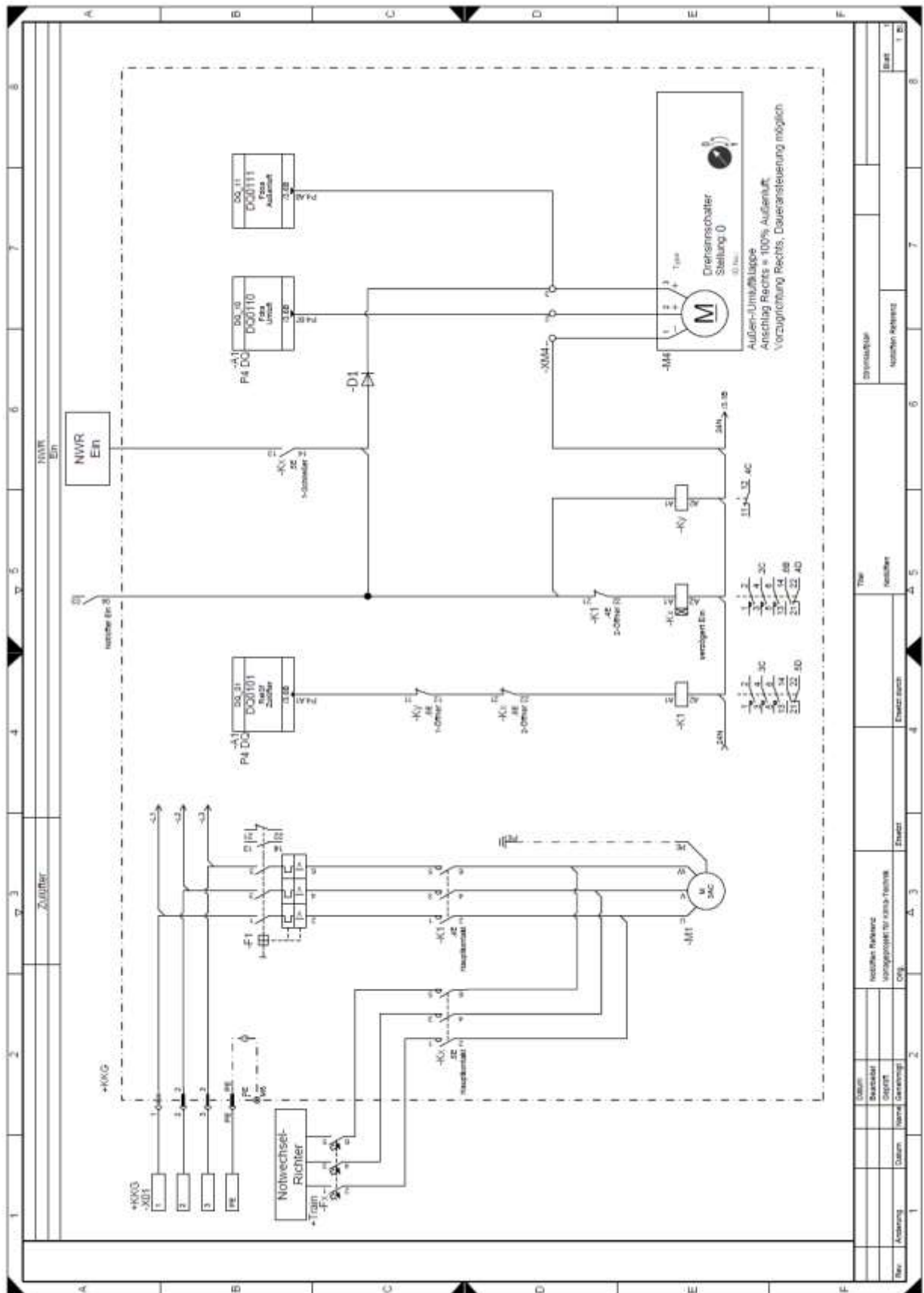
Die Freigabe des Leitfadens erfolgte durch den Lenkungskreis Fahrzeuge am 16.11.2021. Der Leitfaden ist als Anhang zur SIRF [1] auf der Homepage des Eisenbahn-Bundesamts veröffentlicht.

14 Quellen

- [1] Sicherheitsrichtlinie Fahrzeuge (SIRF) Rev 02, Dezember 2021, https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fahrzeuge/Fahrzeugtechnik/Funktionale_Sicherheit/31_SIRF_Sicherheitsregelung_Fahrzeuge.html
- [2] TSI CR LOC&PAS 2014, VERORDNUNG (EU) Nr. 1302/2014 DER KOMMISSION vom 18. November 2014 über eine technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge - Lokomotiven und Personenwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union

- [3] TSI SRT 2014, VERORDNUNG (EU) Nr. 1303/2014 DER KOMMISSION vom 18. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich der „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im Eisenbahnsystem der Europäischen Union
- [4] Verfahren für die Inbetriebnahmegenehmigung von Eisenbahnfahrzeugen nach der Eisenbahn-Inbetriebnahmegenehmigungsverordnung (EIGV) – Informationen für den Antragsteller, Oktober 2019;
https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fahrzeuge/Inbetriebnahme/EIGV/Antragsteller/Informationen_fuer_die_Antragsteller.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [5] TeSiP-Funktionsliste, Anlage A zu SIRF
https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fahrzeuge/Fahrzeugtechnik/Funktionale_Sicherheit/31_SIRF_Sicherheitsregelung_Fahrzeuge_Anlage_A_TESIP_pdf.html
- [6] EN 50129 Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik, Dezember 2003
- [7] TSI INF 2014, VERORDNUNG (EU) Nr. 1299/2014 DER KOMMISSION vom 18. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Infrastruktur“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union
- [8] EN 14750-1 Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des innerstädtischen und regionalen Nahverkehrs, Teil 1: Behaglichkeitsparameter, August 2006
- [9] Durchführungsverordnung (EU) Nr. 402/2013 der Kommission über eine gemeinsame Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken, April 2013
- [10] U-5-4-1-S Betriebliches und technisches Risikomanagement im System Bahn durchführen; Dokumentation zum Risikomanagement nach EN 50126 und Verordnung (EG) 352/2009, DB Dokument
- [11] EN 13129-1 Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des Fernverkehrs, Teil 1: Behaglichkeitsparameter, Januar 2003
- [12] EN 14813-1 Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Führerräumen, Teil 1: Behaglichkeitsparameter, Oktober 2006
- [13] EN 14813-2 Bahnanwendungen - Luftbehandlung in Führerräumen, Teil 2: Typprüfungen, Januar 2011

15 Anhang



Anhang 1: Schaltplan einer Musteranlage mit Notlüftungsfunktion