



DIN EN 45545-2 : 2016
Brandschutz in Schienenfahrzeugen –
Optische Rauchdichte und Rauchgas-
toxizität nach DIN EN ISO 5659-2

DIN EN 45545-2 : 2016
Fire protection on railway vehicles –
Smoke optical density and toxicity
according to DIN EN ISO 5659-2

Übersicht

Die DIN EN 45545-2 stellt an flächige Produkte (z.B. Wand- und Deckenverkleidungen, Bodenbeläge, Sitzschalen und -polster) spezifische Anforderungen hinsichtlich ihres Rauchdichte- und Rauchgastoxizitätspotenzials. Die Anforderungen richten sich nach dem Einsatzbereich des Produkts und nach der Gefährdungstufe (HL) des Schienenfahrzeugs.

Prüfmethode

Die optische Rauchdichte und die Rauchgastoxizität werden gemeinsam in der Prüfkammer nach DIN EN ISO 5659-2 bestimmt.

Die Prüfung erfolgt an horizontal ausgerichteten Prüfkörpern (Abb. 1). Ein oberhalb angeordneter Wärmestrahler beansprucht die Prüfkörper thermisch mit konstanter Bestrahlung. Diese beträgt nach DIN EN 45545-2 entweder 50 kWm^{-2} oder 25 kWm^{-2} und richtet sich nach dem Einsatzbereich des zu prüfenden Produktes. Bei der geringeren Strahlungsintensität ist ein zusätzlicher Zündbrenner zu verwenden.

Die freigesetzten Rauchgase werden über einen Zeitraum von 10 min in der Kammer (Abb. 2) gesammelt und die optische Rauchdichte kontinuierlich bestimmt. Die toxischen Rauchgasbestandteile werden mit FTIR-Spektroskopie ermittelt. Nach 4 min und 8 min Prüfdauer werden die vorhandenen Rauchgase in die Messzelle des FTIR-Spektrometers geleitet und ein Absorptionsspektrum erzeugt.

Overview

DIN EN 45545-2 sets out specific requirements relating to the potential smoke density and toxicity of products with large surface areas (e.g. wall and ceiling panels, floor coverings, seat shells and upholstery). These requirements are based on the area in which the product is to be used and the hazard level (HL) of the railway vehicle.

Test Method

The smoke optical density and toxicity are determined together in the smoke test chamber according to DIN EN ISO 5659-2.

Tests are performed on horizontal test specimens (Figure 1). A radiator cone positioned above the test specimens subjects them to constant thermal irradiation. In line with DIN EN 45545-2, this is either 50 kWm^{-2} or 25 kWm^{-2} depending on the area in which the product to be tested is to be used. An additional pilot burner should be used for the lower radiation intensity.

The released smoke is collected in the chamber over a period of 10 mins (Figure 2) and the smoke optical density is determined continuously. The toxic components are ascertained using FTIR spectroscopy. After a test duration of 4 and 8 mins, the smoke present is routed into the FTIR spectrometer's measuring cell and an absorption spectrum is generated.

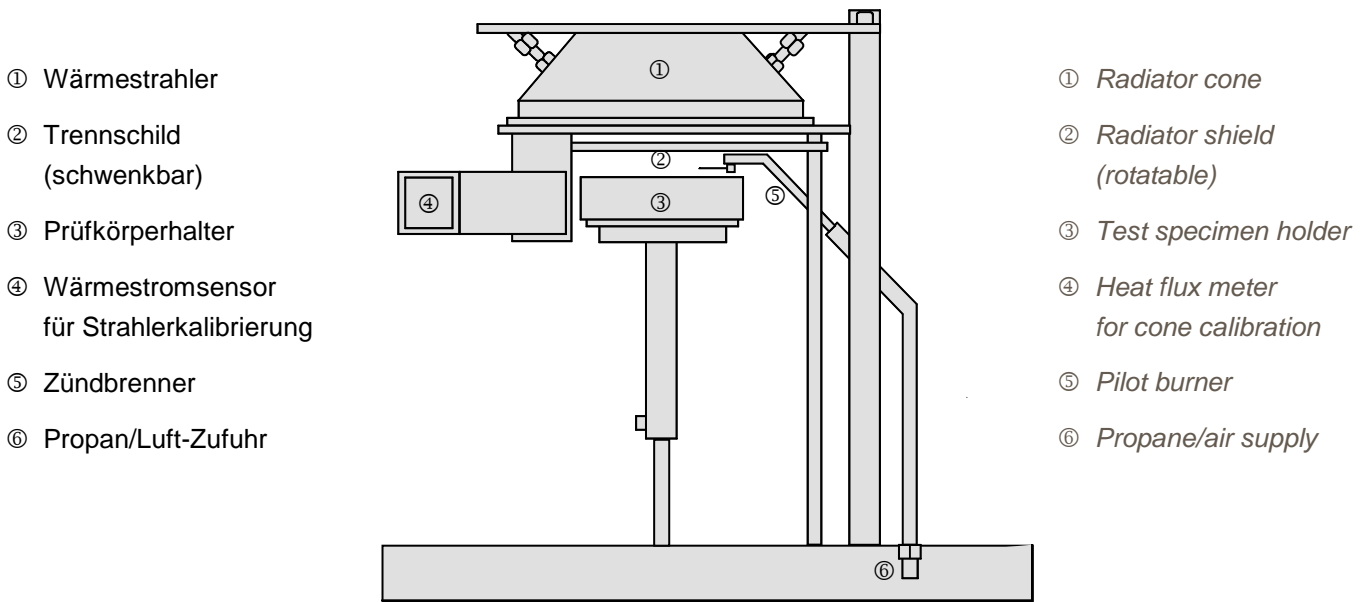


Abbildung 1: Zersetzungmodell nach DIN EN ISO 5659-2
 Figure 1: Decomposition apparatus according to DIN EN ISO 5659-2

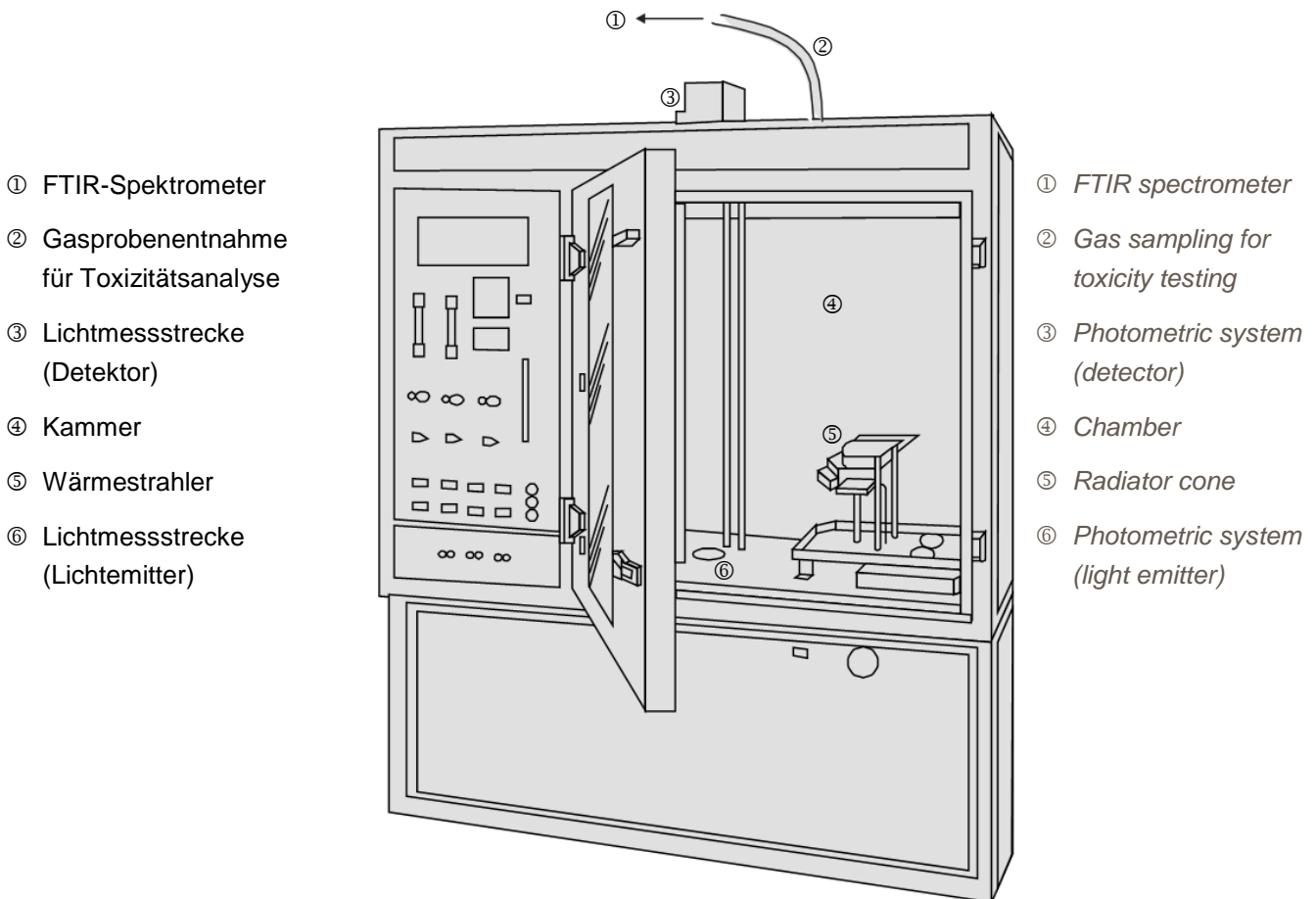


Abbildung 2: Prüfkammer nach DIN EN ISO 5659-2
 Figure 2: Test chamber according to DIN EN ISO 5659-2

Anzahl und Abmessungen der Prüfkörper

Für jedes Produkt werden sieben Prüfkörper mit den Maßen $75 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times d$ benötigt, um alle Eventualitäten der Prüfnorm abzudecken. Die Dicke d orientiert sich an der konkreten Anwendungssituation, darf jedoch nicht größer als 25 mm sein. Dickere Produkte werden an der nicht zu beanspruchenden Seite auf eine verbleibende Gesamtdicke von 25 mm zugeschnitten. Komposit-Produkte (Laminat, Polster, Anstriche, etc.) sind auch von der Rückseite zu prüfen, insofern diese im Einbauzustand potentiell einer Brandbeanspruchung ausgesetzt sein können.

Für die Produktbeurteilung werden die Mittelwerte aus drei Versuchen herangezogen. Falls einzelne Prüfergebnisse der Rauchgasdichte ohne ersichtlichen Grund um mehr als 50 % vom jeweiligen Mittelwert abweichen, sind drei weitere Prüfungen durchzuführen.

Auswertung und Beurteilung

Rauchdichte

Auf der Basis der gemessenen Lichttransmission wird die spezifische optische Dichte D_s des Produkts als Funktion der Prüfzeit t berechnet.

Für Produkte, die bei einer Bestrahlungsstärke von 50 kWm^{-2} (ohne Zündflamme) getestet werden, erfolgt die Beurteilung durch diese Parameter:

- **$D_s(4)$** : spezifische optische Dichte des Produkts zum Zeitpunkt $t = 4 \text{ min}$ und
- **VOF4**: modifiziertes Integral der spezifischen optischen Dichte über die ersten 4 min sowie
- **$D_s(\text{max})$** : Maximum der spezifischen optischen Dichte während der Prüfdauer von 10 min (nur bei Anforderungssatz R7).

Produkte, bei denen eine Bestrahlungsstärke von 25 kWm^{-2} (mit Zündflamme) anzuwenden ist, werden nur anhand der maximalen spezifischen Rauchdichte **$D_s(\text{max})$** beurteilt.

Number and Dimensions of Test Specimens

A total of seven test specimens measuring $75 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times t$ are required for each product to cover all eventualities of the standard. The thickness t is based on the specific application but must not exceed 25 mm. Thicker products must be cut to a total remaining thickness of 25 mm on the side that will be not be subjected to thermal irradiation. The reverse side of composite products (laminates, padding, coatings, etc.) must also be tested if these could potentially be exposed to fire when installed.

The average values from three tests are used to evaluate the product. If individual smoke density test results deviate from the relevant average value by more than 50 % without any obvious reason, three further tests must be performed.

Analysis and Evaluation

Smoke density

The product's specific optical density D_s is calculated as a function of the test time t based on the measured light transmission.

The following evaluation parameters are used for products tested with an irradiation intensity of 50 kWm^{-2} (without pilot flame):

- **$D_s(4)$** : product's specific optical density at the time $t = 4 \text{ mins}$ and
- **VOF4**: modified integral of specific optical density over the first 4 mins, as well as
- **$D_s(\text{max})$** : maximum specific optical density during the test period of 10 mins (for R7 requirement set only).

Products for which an irradiation intensity of 25 kWm^{-2} (with pilot flame) is to be used are only evaluated using the maximum specific smoke density **$D_s(\text{max})$** .

Rauchgastoxizität

Die nach 4 und 8 min Prüfdauer aus der Kammer entnommenen Gasproben werden bezüglich der folgenden acht akut inhalationstoxischen Rauchgas-komponenten quantitativ analysiert:

Smoke toxicity

The gas samples taken from the chamber after a test duration of 4 and 8 mins undergo a quantitative analysis for the following eight acutely inhalation toxic components:

Tabelle 1: Zu analysierende Rauchgaskomponenten und Referenzkonzentrationen
 Table 1: Gas components to be analyzed and reference concentrations

Rauchgaskomponente <i>Gas component</i>	Referenzkonzentration in mgm^{-3} <i>Reference concentration in mgm^{-3}</i>
Kohlendioxid <i>Carbon dioxide</i> CO_2	72000
Kohlenmonoxid <i>Carbon monoxide</i> CO	1380
Fluorwasserstoff <i>Hydrogen fluoride</i> HF	25
Chlorwasserstoff <i>Hydrogen chloride</i> HCl	75
Bromwasserstoff <i>Hydrogen bromide</i> HBr	99
Cyanwasserstoff <i>Hydrogen cyanide</i> HCN	55
Stickoxide <i>Nitrogen oxides</i> NO_x	38
Schwefeldioxid <i>Sulfur dioxide</i> SO_2	262

Die Rauchgastoxizität eines Produktes wird durch den **CIT-Wert** (*Conventional Index of Toxicity*) beurteilt:

$$CIT = 0,085 \cdot \sum_{i=1}^8 \frac{c_i}{C_i}$$

c_i Konzentration der i-ten Rauchgaskomponente in der Kammer nach 4 min bzw. 8 min Prüfdauer in mgm^{-3} .

C_i Referenzkonzentration der i-ten Rauchgas-komponente gemäß Tabelle 1 in mgm^{-3} .

Der CIT-Wert wird für beide Analysenzeitpunkte (4 min und 8 min, jeweils als Mittelwert aus drei Versuchen) bestimmt. Der höhere Wert ist maßgebend für die Produktbeurteilung.

In Tabelle 2 sind die Anforderungen der DIN EN 45545-2 an die Rauchdichte und die Rauchgastoxizität von gelisteten Produkten (außer Kabel und Produkte, die nur in geringen Massen verbaut werden) zusammengefasst.

A product's smoke toxicity is evaluated by means of its **CIT-value** (*Conventional Index of Toxicity*):

$$CIT = 0.085 \cdot \sum_{i=1}^8 \frac{c_i}{C_i}$$

c_i Concentration of i-th gas component in the chamber after 4 mins/8 mins in mgm^{-3} .

C_i Reference concentration of i-th gas component according to Table 1 in mgm^{-3} .

The CIT-value is determined for both analysis periods (4 mins and 8 mins, taking the average value from three tests in each case). The higher value determines the product evaluation.

Table 2 summarizes the DIN EN 45545-2 smoke density and toxicity requirements for listed products (excluding cables and products that are only installed on a small scale).

Tabelle 2: Anforderungen und Prüfverfahren
 Table 2: Requirements and test methods

Anforderungssatz Requirement set	Komponente (Beispiele) Component (examples)	Bestrahlung Irradiation in kWm ⁻²	Prüfverfahren Nr. Test method no.	Parameter Parameter	Gefährdungsstufe ¹ Hazard level ¹		
					HL1	HL2	HL3
R1; R2; R6; R11; R12	<ul style="list-style-type: none"> Oberflächen von Strukturen und Verkleidungen des Innenbereichs (Wände, Decken, Klappen, Türen, Fenster, Sonnenblenden, Führerpult, etc.) <i>Surfaces of structures and interior paneling (walls, ceilings, flaps, doors, windows, sunblind, driver's desk, etc.)</i> Gepäckablagen, Tische, Sitzschalen <i>Luggage racks, tables, seat shells</i> Schall- und Wärmedämmstoffe <i>Acoustic and thermal insulation</i> Lichtbogenresistente Isolierwerkstoffe <i>Arc resistant insulation materials</i> 	50	T10.01	D _s (4)	≤ 600	≤ 300	≤ 150
			T10.02	VOF ₄	≤ 1200	≤ 600	≤ 300
			T11.01	CIT _G	≤ 1,2	≤ 0,9	≤ 0,75
R3	<ul style="list-style-type: none"> Streifen (z.B. Abdeckstreifen an Wänden) <i>Strips (e.g. cover strips on walls)</i> 	50	T10.01	D _s (4)	–	≤ 480	≤ 240
			T10.02	VOF ₄	–	≤ 960	≤ 480
			T11.01	CIT _G	≤ 1,2	≤ 0,9	≤ 0,75
R4	<ul style="list-style-type: none"> Lichtdiffusoren <i>Light diffusers</i> 	50	T11.01	CIT _G	≤ 1,2	≤ 0,9	≤ 0,75
R5	<ul style="list-style-type: none"> Werkstoffe für Luftfilter <i>Materials for air filters</i> 	25	T10.03	D _s max.	≤ 300	≤ 250	≤ 200
			T11.02	CIT _G	≤ 1,2	≤ 0,9	≤ 0,75
R7; R17	<ul style="list-style-type: none"> Innere Oberflächen von Wagenübergängen <i>Interior surfaces of gangways</i> Luftkanäle in Lokomotiven <i>Air ducts on locomotives</i> Äußerer Wagenkasten (Wände, Unterbau) <i>External body shell (walls, under frame)</i> außen angeordnete Kanäle <i>Exterior ducts</i> Außenflächen von Behältern im Unterflurbereich <i>Outer surfaces of containers mounted in underframe</i> Drehgestell (Struktur und Teile) <i>Bogie (structure and parts)</i> 	50	T10.04	D _s max.	–	≤ 600	≤ 300
			T11.01	CIT _G	–	≤ 1,8	≤ 1,5
R8; R9	<ul style="list-style-type: none"> Außenflächen von dachseits montierten Behältern <i>Outer surfaces of containers mounted on roofs</i> Luftkissen für die pneumatische Federung <i>Air bags for pneumatic suspension</i> Antriebsbauteile, Reifen <i>Parts of the drive, tyres</i> Flexible Metall-/ Gummikomponenten <i>Flexible metal / rubber units</i> 	25	T10.03	D _s max.	–	≤ 600	≤ 300
			T11.02	CIT _G	–	≤ 1,8	≤ 1,5
R10	<ul style="list-style-type: none"> Fußboden (Verbund aus Belag und Trägermaterial) <i>Floor (composites from covering and substrate)</i> 	25	T10.03	D _s max.	≤ 600	≤ 300	≤ 150
			T11.02	CIT _G	≤ 1,2	≤ 0,9	≤ 0,75

Tabelle 2: Anforderungen und Prüfverfahren - Fortsetzung
 Table 2: Requirements and test methods - continuation

Anforderungssatz Requirement set	Komponente (Beispiele) Component (examples)	Bestrahlung Irradiation in kWm ⁻²	Prüfverfahren Nr. Test method no.	Parameter Parameter	Gefährdungsstufe ¹ Hazard level ¹		
					HL1	HL2	HL3
R20	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bettzeug für Liegen und Betten <i>Bedding items for couchettes and beds</i> 	25	T10.03	D _s max.	≤ 200	≤ 200	≤ 200
			T11.02	CIT _G	≤ 0,75	≤ 0,75	≤ 0,75
R21	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sitzpolsterungen, Armlehnen, Kopfstützen <i>Upholstery, arm-/ and head rests for seats</i> ▪ Matratzen <i>Mattresses</i> 	25	T10.03	D _s max.	≤ 300	≤ 300	≤ 200
			T11.02	CIT _G	≤ 1,2	≤ 0,9	≤ 0,75
R22	Innen: <i>Interior:</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dichtungen <i>Seals</i> ▪ Kanäle, Schläuche <i>Ducts, hoses</i> ▪ Transformatoren, Isolatoren, Schalter <i>Transformers, isolators, switches</i> 	25	T10.03	D _s max.	≤ 600	≤ 300	≤ 150
R23	Außen: <i>Exterior:</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dichtungen <i>Seals</i> ▪ Versorgungsleitungen, Kanäle <i>Supply lines, ducts</i> ▪ Überspannungsableiter, Isolatoren, Schalter, Unterbrecher, Transformatoren <i>Surge arresters, isolators, switches, main circuit breakers, transformers</i> 	25	T10.03	D _s max.	–	≤ 600	≤ 300

¹ Die Gefährdungsstufe (HL) ermittelt sich anhand der Betriebs- und Bauartklasse des Fahrzeuges

¹ The hazard levels (HL) are defined by the operation and design categories of the vehicle

Die CURRENTA Brandtechnologie ist ein durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS) nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die akkreditierten Prüfverfahren sind in der Anlage der Urkunde aufgeführt und umfassen nationale, europäische und internationale Brandprüfmethoden für den Verkehrssektor (Schiene, Straße, Luft, See) sowie den Bau-, Elektro- und Konsumgüterbereich.

CURRENTA's Fire Technology Department is a testing laboratory accredited to DIN EN ISO/IEC 17025 by the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS). The accredited test procedures are specified in the annex to the certificate and cover national, European and international fire test methods for the transportation sector (rail, road, air, sea) and for the construction, electrical and consumer goods industries.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14097-01-02

Für diese Prüfverfahren ist die CURRENTA Brandtechnologie berechtigt, das kombinierte MRA-Zeichen der DAkKS und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zu nutzen. Das multilaterale Abkommen „ILAC Mutual Recognition Arrangement (MRA)“ regelt die gegenseitige Anerkennung der Prüfleistungen akkreditierter Laboratorien in den ILAC-Mitgliedsstaaten (u. a. Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Kanada, Schweiz, USA). Damit wird national und international anerkannt, dass die CURRENTA Brandtechnologie die in der Akkreditierungsurkunde aufgeführten Prüfleistungen kompetent durchführen kann.

For these test procedures, CURRENTA's Fire Technology Department is entitled to use the combined MRA mark of the DAkKS and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). The ILAC Mutual Recognition Arrangement (MRA) regulates the mutual recognition of the testing services of accredited laboratories in the ILAC member states (e.g. Canada, France, Germany, Italy, Switzerland, United Kingdom, United States). The competence of CURRENTA's Fire Technology Department to perform the test procedures listed in the accreditation certificate is thus recognized nationally and internationally.

Durch die regelmäßige Teilnahme an Rundversuchen, organisiert z. B. von CERTIFER oder ISO, stellt die CURRENTA Brandtechnologie eine gleichbleibend hohe Qualität der Prüfergebnisse sicher.

CURRENTA's Fire Technology Department regularly participates in round robins, organized by CERTIFER or ISO, to ensure the constant high quality of the test results.

CURRENTA GmbH & Co. OHG
ANT – MA – Brandtechnologie
CHEMPARK, Gebäude B411
D-51368 Leverkusen

CURRENTA GmbH & Co. OHG
ANT – MA – Fire Technology
CHEMPARK, Building B411
D-51368 Leverkusen

E-Mail: brandtechnologie@currenta.de
Internet: www.brandversuche.de

E-mail: brandtechnologie@currenta.de
Internet: www.fire-testing.eu



Die Inhalte dieses Informationsblattes wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

Please note that we have compiled the provided in this brochure to the best of our knowledge. However, no warranty is given for the completeness or correctness of this information.