

**VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE**

Aufzugsanlagen
Be- und Entlüftungseinrichtungen sowie
Einrichtungen zur Rauchableitung von
Aufzugsanlagen und Aufzugsschächten

VDI 6211

Lift systems
Ventilation and smoke evacuation equipment for
lift systems and lift shafts

**Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English**

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

| Inhalt | Seite |
|--|--------------|
| Vorbemerkung | 3 |
| Einleitung | 3 |
| 1 Anwendungsbereich | 3 |
| 2 Normative Verweise | 4 |
| 3 Begriffe | 4 |
| 4 Formelzeichen und Abkürzungen | 5 |
| 5 Be- und Entlüftung der Aufzugsanlage | 6 |
| 5.1 Annahmen zum Ausfall eines Aufzugs mit Personeneinschluss | 6 |
| 5.2 Verordnungen, Richtlinien, Gesetze und Normen | 7 |
| 5.3 Anforderungen an die Lüftung der Aufzugsanlage | 10 |
| 5.4 Anforderungen bei Stromausfall oder Abschaltung | 10 |
| 5.5 Anforderungen an die Luftqualität | 10 |
| 5.6 Erhalt der Technik | 11 |
| 5.7 Gesundheitsschutz | 11 |
| 6 Rauchableitung | 20 |
| 6.1 Verordnungen, Richtlinien, Gesetze und Normen | 21 |
| 6.2 Rauchableitung aus dem Aufzugsschacht (natürlicher Rauchabzug) | 22 |
| 6.3 Technische Anforderungen | 23 |
| 7 Schnittstellen zu anderen Gewerken | 24 |
| 7.1 Gebäudeautomation | 24 |
| 7.2 Brandmeldeanlage – BMA | 25 |
| 7.3 Brandfallsteuerung | 26 |
| 7.4 Vorraumüberwachung von Aufzugsanlagen | 26 |
| 7.5 Druckbelüftungsanlagen/Differenz- drucksysteme/Rauchschutz- Druckanlagen – RDA | 27 |

| Contents | Page |
|---|-------------|
| Preliminary note | 3 |
| Introduction | 3 |
| 1 Scope | 3 |
| 2 Normative references | 4 |
| 3 Terms and definitions | 4 |
| 4 Symbols and abbreviations | 5 |
| 5 Ventilation of the lift system | 6 |
| 5.1 Assumptions regarding lift failure with passenger entrapment | 6 |
| 5.2 Ordinances, directives, laws, and standards | 7 |
| 5.3 Requirements for the ventilation of the lift system | 10 |
| 5.4 Requirements in the event of a power failure or shutdown | 10 |
| 5.5 Air quality requirements | 10 |
| 5.6 Sustaining functionality | 11 |
| 5.7 Health protection | 11 |
| 6 Smoke removal | 20 |
| 6.1 Ordinances, directives, laws, and standards | 21 |
| 6.2 Smoke removal from the lift shaft (natural smoke extraction) | 22 |
| 6.3 Technical requirements | 23 |
| 7 Interfaces to other trades | 24 |
| 7.1 Building automation | 24 |
| 7.2 Fire alarm system – BMA | 25 |
| 7.3 Fire recall system | 26 |
| 7.4 Anteroom monitoring of lift systems | 26 |
| 7.5 Pressurised ventilation systems/ differential pressure systems/smoke pressurisation systems – RDA | 27 |

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)
Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Aufzugstechnik

Frühere Ausgabe: 07/22 Entwurf, deutsch
Former edition: 07/22 Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at DIN Media GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2024

Normen-Download-DIN Media-VFA-Interlift e. V., KdNr. 6363432-Lj/Nr. 11205976001-2024-09-20 08:27

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

| Inhalt | Seite |
|---|-------|
| 8 Montage, Instandhaltung und Dokumentation | 27 |
| 8.1 Montage | 28 |
| 8.2 Instandhaltung (gemäß VDI 3810 Blatt 6) | 28 |
| 8.3 Montage-/Instandhaltungspersonal | 29 |
| 8.4 Dokumentation | 29 |
| 9 Erstmalige und wiederkehrende Prüfung | 30 |
| 9.1 Prüfungsablauf | 30 |
| 9.2 Prüffristen | 31 |
| 9.3 Prüfbescheinigung | 31 |
| Anhang A CO ₂ -Konzentration im Fahrkorb – Berechnungsbeispiele | 33 |
| Anhang B Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb im stationären Zustand | 37 |
| Anhang C Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb, instationärer Zustand | 39 |
| Schrifttum | 41 |

| Contents | Page |
|---|------|
| 8 Assembly, maintenance, and documentation | 27 |
| 8.1 Assembly | 28 |
| 8.2 Maintenance (in accordance with VDI 3810 Part 6) | 28 |
| 8.3 Assembly/maintenance personnel | 29 |
| 8.4 Documentation | 29 |
| 9 Initial and periodic inspection | 30 |
| 9.1 Examination procedure | 30 |
| 9.2 Inspection deadlines | 31 |
| 9.3 Inspection certificate | 31 |
| Annex A CO ₂ concentration in the lift car – Calculation examples | 33 |
| Annex B Substance balances – Lift car in stationary state | 37 |
| Annex C Substance balances – Lift car, transient state | 39 |
| Bibliography | 41 |

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/6211.

Einleitung

Höhere Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden und die dadurch resultierende zunehmende Dichtheit von Gebäuden führen dazu, dass die Thematik der Lüftung und Rauchableitung aus Schächten von Aufzugsanlagen eine Neubetrachtung erforderlich macht.

Präzisiert werden die Angaben für Aufzugsanlagen unter anderem in den jeweiligen Landesbauordnungen (LBO) der Länder. In der Vergangenheit wurden permanente Öffnungen aus Schächten ins Freie gefordert. Zielsetzung war die Lüftung und Ableitung von Rauchgasen ins Freie. Aus der Anpassung der nationalen Vorschriften resultieren Fragestellungen, die in dieser Richtlinie betrachtet werden sollen.

Zum Teil fehlende Vorgaben, speziell für die Lüftung von Aufzugsanlagen, erfordern die Erstellung dieser Richtlinie, die es allen Beteiligten möglich machen soll, Auslegungen zu der gesamten Thematik „Lüftung“ zu treffen, um dem Schutzziel der sicheren Verwendung der Aufzugsanlagen gerecht zu werden.

Die Berücksichtigung aller wichtigen Informationen für das Zusammenwirken der verschiedenen Systeme und damit eine funktionstüchtige und sichere Erstellung einer Aufzugsanlage ist das Ziel aller Beteiligten und dieser Richtlinie. Die Richtlinie gibt alle wichtigen Informationen, Hinweise und Empfehlungen für eine richtige Auslegung der notwendigen Rauchableitung sowie der Lüftung von Aufzugsschächten und der Lüftung von Fahrkörben.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie dient der Einhaltung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Further current information is available on the Internet at www.vdi.de/6211.

Introduction

Higher energy efficiency requirements for buildings and the resulting increase in building tightness mean that the issue of ventilation and smoke extraction from lift shafts needs to be reconsidered.

The specifications for lift systems are specified in the respective Regional adapted German model building codes (LBO), among other things. In the past, permanent openings from shafts to the outside were required. The aim was to ventilate and discharge flue gases to the outside. The adaptation of the national regulations has resulted in issues that are to be considered in this standard.

Partly missing specifications, especially for the ventilation of lift systems, require the creation of this standard, which should make it possible for all parties involved to make interpretations on the entire topic of “ventilation” in order to meet the protection goal of the safe use of lift systems.

The aim of this standard and of all parties involved is to take into account all the important information for the interaction of the various systems and thus the functional and safe construction of a lift installation. The standard provides all important information, instructions, and recommendations for the correct design of the necessary smoke extraction, ventilation of lift shafts, and ventilation of lift cars.

1 Scope

This standard serves to ensure compliance with the basic health and safety requirements of the German

aus dem Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) unter Berücksichtigung der sicheren Verwendung nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in Verbindung mit nationalem Baurecht bei Aufzugsanlagen. Sie betrachtet im Detail zeitweise verschlossene Be- und Entlüftungseinrichtungen und Einrichtungen zur Rauchableitung von Aufzugsanlagen (gemäß Aufzugsrichtlinie (Richtlinie 2014/33/EU) und Maschinenverordnung (9. ProdSV)) und Aufzugsschächten, die zu den aufzugsexternen Sicherheitseinrichtungen gehören können.

Anforderungen an Evakuierungs- und Feuerwehraufzugsanlagen im Evakuierungs- und Feuerwehriebetrieb sind gesondert zu betrachten und sind nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 4700 Blatt 1:2015-11 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die Begriffe nach VDI 4700 Blatt 1 und die folgenden Begriffe:

Aufzugsanlage (Aufzug)

Hebezeug, das zwischen festgelegten Ebenen mittels eines kraftbetriebenen Fahrkorbs verkehrt, der zur Personen- und/oder Güterbeförderung bestimmt ist [VDI 4700 Blatt 1, Aufzug]

Anmerkung 1: Zur Aufzugsanlage gehören Aufzugsschacht, Fahrkorb und gegebenenfalls Triebwerksraum und Rollenräume.

Anmerkung 2: Der Fahrkorb wird an starren Führungen entlang fortbewegt, die gegenüber der Horizontalen um mehr als 15° geneigt sind. Aufzugsanlagen, die nicht an starren Führungen entlang, aber nach einem räumlich vollständig festgelegten Fahrverlauf fortbewegt werden, fallen ebenfalls unter diesen Begriff.

Anmerkung 3: Aufzugsanlagen unterliegen der Aufzugsverordnung (12. ProdSV) oder der Maschinenverordnung (9. ProdSV) als Gewerbebetrieb und gleichzeitig im privaten Bereich der Bauordnung; sie müssen betriebs- und verkehrssicher sein. Sie unterliegen wiederkehrenden Überprüfungen durch zugelassene Überwachungsstellen.

Aufzugsschacht (Fahrschacht, Schacht)

Raum, in dem sich der Fahrkorb, das Gegengewicht oder das Ausgleichsgewicht bewegen und der üblicherweise durch den Boden der Schachtgrube, die Wände und die Schachtdecke begrenzt ist [DIN EN 81-20, 3.65]

Fahrkorb

Teil der Aufzugsanlage, der die Personen und/oder die Lasten aufnimmt [in Anlehnung an DIN EN 81-20, 3.6]

Product Safety Act (ProdSG), taking into account safe use in accordance with the German Ordinance on Industrial Safety and Health (BetrSichV) in conjunction with national building regulations for lift systems. It looks in detail at temporarily closed ventilation devices and equipment for smoke extraction in lift systems (in accordance with the Lifts Directive (Directive 2014/33/EU) and the Machinery Ordinance (9. ProdSV)) and lift shafts, which can be part of the lift-external safety devices.

Requirements for evacuation and fire service lift systems in evacuation and fire service mode are to be considered separately and are not covered by this standard.

2 Normative references

The following referenced document is indispensable for the application of this standard:

VDI 4700 Part 1:2015-11 Terminology of civil engineering and building services

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms according to VDI 4700 Part 1 and the following terms and definitions apply:

lift system (lift)

hoist travelling between fixed levels by means of a power-driven lift car intended for the transport of persons and/or goods [adapted from VDI 4700 Part 1, lift]

Note 1: The lift installation includes the lift shaft, lift car and, if applicable, the machine room and pulley room.

Note 2: The lift car travels along rigid guide rails that are inclined at an angle of more than 15° to the horizontal. Lifts that do not move along rigid guides, but which move along a completely defined track, are also covered by this term.

Note 3: Lifts are subject to the Lifts Ordinance (12. ProdSV) and the Machinery Ordinance (9. ProdSV) as trade regulations and at the same time to the building code in the private sector; they shall be safe to operate and safe for traffic. They are subject to periodic inspections by approved inspection bodies (ZÜS).

lift shaft

space in which the lift car, the counterweight or the balancing weight move and which is usually limited by the floor of the shaft pit, the walls, and the shaft ceiling [adapted from DIN EN 81-20, 3.65]

lift car

part of the lift system that accommodates persons and/or loads [adapted from DIN EN 81-20, 3.6]

Rauchableitung

Vorrichtung zum Ableiten und Abführen von Rauch und Wärme sowie zur Unterstützung von wirksamen Löscharbeiten der Feuerwehr

Anmerkung 1: Rauchableitungen können als natürliche Rauchabzüge (NRA) oder als maschinelle Rauchabzüge (MRA) ausgeführt werden.

Anmerkung 2: Bei Rauchableitung gibt es keine quantifizierten Vorgaben und Anforderungen an deren Wirksamkeit, vor allem hinsichtlich maximal zulässiger Rauchschichttemperatur und Rauchfreiheit. Dies steht im Gegensatz zu den Funktionen und Aufgaben einer qualifizierten Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA).

Anmerkung 3: Öffnungen und deren Abschlüsse in Aufzugsschächten stellen keine Rauchabzugsanlagen im bauordnungsrechtlich geforderten Sinn dar.

Anmerkung 4: Für Öffnungen zur Rauchableitung aus Aufzugsschächten wird in Fachkreisen häufig auch der Begriff „Schachtrauchung“ verwendet.

teilumwehrter Schacht

Aufzugsschacht, der nur teilweise von vollwandigen Wänden, Boden und Decke umschlossen ist

vollumwehrter Schacht

Aufzugsschacht, der von vollwandigen Wänden, Boden und Decke umschlossen ist und nur über notwendige Öffnungen verfügt

Anmerkung: Aufzugsanlagen, die besonders betrachtet werden müssen, sind z.B.:

- Aufzugsanlagen mit Schacht mit hohem Wärmeenergieeintrag, z.B. direkte Sonneneinstrahlung
- Aufzugsanlagen ohne Personentransport, z.B. Güter-/Kleingüteraufzugsanlagen, Unterfluraufzugsanlagen
- Aufzugsanlagen mit geringem Verhältnis von Schachtvolumen/Fahrkorbvolumen
- Aufzugsanlagen mit Rauchschutz-Druckanlage (RDA)

4 Formelzeichen und Abkürzungen

Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Formelzeichen verwendet:

| Formelzeichen | Bezeichnung | Einheit |
|-------------------|-------------------------------|---|
| c | Konzentration | mol/(mol Luft), ppm |
| c_i | Konzentration, Komponente i | (mol der Komponente i)/(mol Luft), ppm |
| N | Stoffmenge | mol |
| N_{Pers} | Anzahl Personen | – |

smoke extraction

device for discharging and dissipating smoke and heat and for supporting effective fire-fighting operations by the fire brigade

Note 1: Smoke outlets can be designed as natural smoke extractors (NRA) or mechanical smoke extractors (MRA).

Note 2: There are no quantified specifications and requirements for the effectiveness of smoke extraction systems, particularly with regard to the maximum permissible smoke layer temperature and smoke clearance. This is in contrast to the functions and tasks of a qualified smoke and heat control system (RWA).

Note 3: Openings and their closures in lift shafts do not constitute smoke extraction systems in the sense required by building regulations.

Note 4: The term “shaft smoke extraction” is often used in specialist circles for openings for smoke extraction from lift shafts.

partially enclosed shaft

lift shaft that is only partially enclosed by solid walls, floor, and ceiling

totally enclosed shaft

lift shaft enclosed by solid walls, floor, and ceiling with only necessary openings

Note: Lifts that should be given special consideration are, e.g.:

- lift systems with a shaft with high thermal energy input, e.g., direct solar irradiation
- lifts without passenger transport, e.g., goods/small goods lifts, underfloor lifts
- lift systems with a low ratio of shaft volume/lift car volume
- lifts with pressure differential type smoke control system (RDA)

4 Symbols and abbreviations

Symbols

The following symbols are used throughout this standard:

| Symbol | Designation | Unit |
|-------------------|------------------------------|---|
| c | concentration | mol/(mol of air), ppm |
| c_i | concentration, component i | (mol of component i)/(mol of air), ppm |
| N | amount of substance | mol |
| N_{Pers} | number of persons | – |

| Formelzeichen | Bezeichnung | Einheit |
|---------------|----------------------------------|-------------------|
| \dot{n}_i | Stoffmengenstrom, Komponente i | mol/s |
| p | Druck | Pa |
| R | allgemeine Gaskonstante | J/(mol·K) |
| T | Temperatur | K |
| t | Zeit | s |
| t_0 | Startzeit | s |
| V | Volumen | m ³ |
| V_B | Bilanzvolumen | m ³ |
| \dot{V}_i | Volumenstrom, Komponente i | m ³ /s |

| Symbol | Designation | Unit |
|-------------|---------------------------------------|-------------------|
| \dot{n}_i | flow rate of substance, component i | mol/s |
| p | pressure | Pa |
| R | general gas constant | J/(mol·K) |
| T | temperature | K |
| t | time | s |
| t_0 | start time | s |
| V | volume | m ³ |
| V_B | control volume for balancing | m ³ |
| \dot{V}_i | volume flow rate of component i | m ³ /s |

Abkürzungen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet:

- AFEX aufzugsexterne Sicherheitseinrichtungen
- BMA Brandmeldeanlage
- DVO Durchführungsverordnung
- EMV elektromagnetische Verträglichkeit
- GSA Gesundheitsschutz- und Sicherheitsanforderungen
- MAK maximale Arbeitsplatzkonzentration
- nZEB nearly zero-energy building
- RDA Rauchschutz-Druckanlagen
- RWA Rauch- und Wärmeabzugsanlage
- VOC flüchtige organische Komponenten
- ZÜS zugelassene Überwachungsstelle

Abbreviations

The following abbreviations are used throughout this standard:

- AFEX lift-external safety devices
- BMA fire alarm system
- DVO implementing ordinances
- EMC electromagnetic compatibility
- GSA health and safety requirements
- MAK maximum workplace concentration
- nZEB nearly zero-energy building
- RDA smoke-protection pressure system
- RWA smoke and heat extraction system
- VOC volatile organic components
- ZÜS approved inspection body

5 Be- und Entlüftung der Aufzugsanlage

Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Rechtsbereiche und deren Auslegung der bei der Planung der Gebäude beteiligten Kreise mit den immer aufwendiger werdenden Forderungen, z.B. durch energetische Anforderungen, ist so komplex geworden, dass es notwendig ist, Lösungsansätze aufzuzeigen. Diese soll es allen Beteiligten möglich machen, Entscheidungen und Auslegungen zu der gesamten Thematik „Be- und Entlüftung im Aufzugsschacht/Fahrkorb“ zu treffen, um dem Schutzziel der sicheren Verwendung der Aufzugsanlagen gerecht zu werden.

5 Ventilation of the lift system

The interplay of the different legal areas and their interpretation by the parties involved in the planning of buildings with the increasingly complex requirements, e.g. due to energy requirements, has become so complex that it is necessary to point out possible solutions. This should make it possible for all parties involved to make decisions and interpretations on the entire topic of “ventilation in the lift shaft/lift car” in order to meet the protection goal of safe use of the lift systems.

5.1 Annahmen zum Ausfall eines Aufzugs mit Personeneinschluss

Die häufigsten Ursachen für einen Personeneinschluss sind insbesondere elektrische und mechanische Fehler, die dazu führen können, dass der Fahrkorb außerhalb der Türentriegelungszonen zum Stillstand kommt. Dies können z.B. ein Strom-

5.1 Assumptions regarding lift failure with passenger entrapment

The most common causes of passenger entrapment are electrical and mechanical faults in particular, which can cause the lift car to come to a standstill outside the door unlocking zones. These can be, for example, a power failure, a control system error, or

ausfall, ein Steuerungsfehler oder ein Nothalt (z.B. Aufzugsanlage im Fang) sein. In diesen Fällen muss sichergestellt werden, dass die ausreichende Belüftung des Fahrkorbs gewährleistet ist.

5.2 Verordnungen, Richtlinien, Gesetze und Normen

5.2.1 Schutzziel

Die wesentlichen Gesundheitsschutz- und Sicherheitsanforderungen (GSA) werden in europäischen Richtlinien definiert. Diese werden bei Aufzugsanlagen über das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und deren Verordnungen in nationales Recht umgesetzt. Die weiterführende Definition der GSA erfolgt über die unter den EU-Richtlinien harmonisierten Normen.

5.2.2 Europa

Aufzugsanlagen können unter den Anforderungen der Maschinenrichtlinie und Aufzugsrichtlinie in Verkehr gebracht werden. Aufzugsanlagen mit einer Nenngeschwindigkeit bis 0,15 m/s fallen grundsätzlich unter den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie (z.B. Treppenlifte oder Plattformlifte).

Ziel beider Richtlinien ist sicherzustellen, dass die in Verkehr gebrachten Aufzugsanlagen und deren Sicherheitsbauteile die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen erfüllen.

Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Anforderungen in Bezug auf ausreichende Lüftung von Arbeits- oder Bedienplätzen sind Anhang I dieser Richtlinie zu entnehmen. Hier ist insbesondere der Punkt 1.1.7 des Anhangs I der Richtlinie zu erwähnen.

Aufzugsrichtlinie (2014/33/EU)

Im Sinne der Aufzugsrichtlinie sind Aufzugsanlagen so zu entwerfen und zu bauen, dass auch bei einem längeren Halt eine ausreichende Lüftung für die in der Aufzugsanlage befindlichen Personen gewährleistet ist, siehe Anhang I, Punkt 4.7. Die Aufzugsrichtlinie verweist in Punkt 1.1 ihres Anhangs I auf die wesentlichen Gesundheitsschutz- und Sicherheitsanforderungen gemäß Anhang I, Nummer 1.1.2, der Richtlinie 2006/42/EG. Diese gelten auf jeden Fall, auch wenn Punkte nicht explizit in der Aufzugsrichtlinie aufgeführt sind.

Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2010/31/EU in Verbindung mit EU 2018/844 ff.)

Aufzugsanlagen werden in der EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Richtlinie 2010/31/EU) nicht berücksichtigt. Anforderungen

an emergency stop (e.g. lift system in fall arrest). In these cases, it shall be ensured that the lift car is sufficiently ventilated.

5.2 Ordinances, directives, laws, and standards

5.2.1 Protection goals

The essential health and safety requirements (GSA) are defined in European standards. For lift systems, these are transposed into national law via the German Product Safety Act (ProdSG) and its ordinances. The GSA are further defined by the standards harmonised under the EU directives.

5.2.2 Europe

Lift systems can be placed on the market under the requirements of the Machinery Directive and the Lifts Directive. Lift systems with a nominal speed of up to 0,15 m/s generally fall under the scope of the Machinery Directive (e.g. stair lifts or platform lifts).

The aim of both directives is to ensure that lifts and their safety components placed on the market comply with the essential health and safety requirements for the design and construction of machinery.

Machinery Directive (Directive 2006/42/EC)

Requirements relating to adequate ventilation of workplaces or operator stations can be found in Annex I to this directive. Point 1.1.7 of Annex I to the directive is to be mentioned here in particular.

Lifts Directive (Directive 2014/33/EU)

In terms of the Lifts Directive, lifts shall be designed and constructed in such a way as to ensure adequate ventilation for persons in the lift, even during a prolonged stop, see Annex I, point 4.7. The Lifts Directive refers in point 1.1 of its Annex I to the essential health and safety requirements set out in Annex I, point 1.1.2 of Directive 2006/42/EC. These apply in any case, even if points are not explicitly listed in the Lifts Directive.

Directive on the energy performance of buildings (2010/31/EU in conjunction with EU 2018/844 ff.)

Lift systems are not included in the Energy Performance of Buildings Directive (Directive 2010/31/EU). Therefore, requirements for lift sys-

an Aufzugsanlagen sind aus dieser Richtlinie daher nicht ableitbar. Die Richtlinie wird in Deutschland unter anderem über das Gebäudeenergiegesetz (GEG) umgesetzt.

DIN EN 81-20

Hinweise zu technischen Ausführungen – losgelöst von den baulichen Anforderungen – gemäß DIN EN 81-20 werden als eine der Möglichkeiten zur Erfüllung der Anforderungen der Aufzugsrichtlinie gesehen. Die Anforderungen der DIN EN 81-20 zur Erreichung aller Schutzziele sind zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abzustimmen und zu dokumentieren. Entsprechende Aussagen, unter anderem mit Blick auf Umgebungsbedingungen und Lüftungsöffnungen, finden sich zunächst in den Abschnitten 0.4.2 ff. Weiterhin müssen gemäß Abschnitt 5.4.9 Lüftungsöffnungen im oberen und unteren Bereich des Fahrkorbs mit jeweils mindestens 1 % der Nutzfläche vorhanden sein. In Anhang E findet sich weiterhin: Der Fahrkorb sollte mit einer ausreichenden Anzahl an Lüftungsöffnungen versehen werden, um einen angemessenen Luftstrom für die höchste Anzahl zugelassener Nutzender sicherzustellen. Weiterhin sollte bei verlängertem Halten des Fahrkorbs (sowohl unter normalen als auch störungsbedingten Bedingungen) eine weitere ausreichende Be-/Entlüftung vorgesehen werden.

Anmerkung: DIN EN 81-20 definiert Anforderungen an die Be- und Entlüftung der Aufzugsanlage. Darüber hinaus finden sich weiterführende Anforderungen in anderen Normen der DIN-EN-81-Reihe.

5.2.3 Deutschland

Zwölfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Aufzugsverordnung – 12. ProdSV)

Die Verordnung setzt die Richtlinie 2014/33/EU in nationales Recht um. Die definierten Schutzziele sind identisch.

Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. ProdSV)

Die Verordnung setzt die Richtlinie 2006/42/EG in nationales Recht um. Die definierten Schutzziele sind identisch.

Gebäudeenergiegesetz (GEG, Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden)

Das Gesetz setzt die Richtlinie 2010/31/EU in nationales Recht um. Eine nationale Umsetzung der Richtlinie EU 2018/844 ist nicht erforderlich.

Anmerkung: Im GEG ist die DIN EN ISO 9972 mit Blick auf den Blower-Door-Test gefordert. Im nationalen Anhang der Norm wird definiert, dass die Öffnung zur Rauchableitung im Aufzugsschacht dem Zustand des späteren Betriebs des Ge-

tems cannot be derived from this directive. The directive is implemented in Germany, among other things, via the German Buildings Energy Act (Gebäudeenergiegesetz – GEG).

DIN EN 81-20

Notes on technical designs – separate from the structural requirements – in accordance with DIN EN 81-20 are seen as one of the options for fulfilling the requirements of the Lifts Directive. The requirements of DIN EN 81-20 for achieving all protection goals shall be agreed between the client and contractor and documented. Corresponding statements, including with regard to ambient conditions and ventilation openings, can initially be found in Sections 0.4.2 ff. Furthermore, Section 5.4.9 states that there shall be ventilation openings in the upper and lower areas of the lift car, each covering at least 1 % of the usable area. Annex E also states: The lift car should be equipped with a sufficient number of ventilation openings to ensure adequate air flow for the highest number of permitted users. Furthermore, additional adequate ventilation should be provided when the lift car is stopped for extended periods (both under normal and fault conditions).

Note: DIN EN 81-20 defines requirements for the ventilation of the lift system. In addition, further requirements can be found in other standards of the DIN EN 81 series.

5.2.3 Germany

Twelfth Ordinance to the Product Safety Act (Lifts Ordinance – 12. ProdSV)

The regulation transposes the Directive 2014/33/EU into national law. The defined safety objectives are identical.

Ninth Ordinance to the Product Safety Act (Machinery Ordinance – 9. ProdSV)

The regulation transposes the Directive 2006/42/EC into national law. The defined safety objectives are identical.

German Buildings Energy Act (GEG, Act on the Saving of Energy and the Use of Renewable Energies for Heating and Cooling in Buildings)

The act transposes EU Directive 2010/31/EU into national law. National implementation of Directive EU 2018/844 is not mandatory.

Note: In the GEG, DIN EN ISO 9972 is required with regard to the blower door test. The national annex to the standard defines that the opening for smoke discharge in the lift shaft shall correspond to the condition of the subsequent operation

bäudes entsprechen muss. Daraus folgt: Wenn keine verschließbare Klappe vorhanden ist, müssen der Aufzugsschacht, wie auch die Aufzugsschachttüren, für den Test im originalen Zustand verbleiben.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Die Verordnung definiert gesetzliche Forderungen für die Verwendung von Arbeitsmitteln, also auch Aufzugsanlagen. Ziel der Verordnung ist es, die Sicherheit und den Schutz der Gesundheit von Beschäftigten – in diesem Fall also auch den Benutzenden von Aufzugsanlagen – bei der Verwendung von Arbeitsmitteln zu gewährleisten. Anforderungen an die Be- und Entlüftung bei Aufzugsanlagen werden in den technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) beschrieben.

Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)

Diese Dokumente konkretisieren die BetrSichV. Bei deren Einhaltung geht der Gesetzgeber davon aus, dass die Forderungen der BetrSichV erfüllt wurden.

Die TRBS 1201 Teil 4 fordert, dass Systeme zur Schachtbelüftung an Aufzugsanlagen vor Inbetriebnahme oder vor Wiederinbetriebnahme nach einer Änderung von einer zugelassenen Überwachungsstelle geprüft werden. Die Details sind in der TRBS 1201 Teil 4, Anhang 2 (1.6) definiert.

Musterbauordnung (MBO)

Von der Bauministerkonferenz werden Mustervorschriften und Mustererlasse verabschiedet. Diese dienen als Grundlage für die Umsetzung in spezifisches Landesrecht, also hier den Landesbauordnungen. Die MBO hat somit keine unmittelbare Rechtswirkung. Jedes Bundesland entscheidet, in welchem Umfang die Landesregelung dem Muster folgt, es muss jedoch den Rahmen der MBO einhalten.

Gemäß Musterbauordnung (§ 39 Abs. 3, MBO) gilt:

- a) Aufzugsschächte müssen zu lüften sein und eine Öffnung zur Rauchableitung mit einem freien Querschnitt von wenigstens 2,5 % der Aufzugsschachtgrundfläche, mindestens jedoch 0,10 m² haben.
- b) Diese Öffnung darf einen Abschluss haben, der im Brandfall selbsttätig öffnet und von mindestens einer geeigneten Stelle aus bedient werden kann.
- c) Die Lage der Rauchaustrittsöffnungen muss so gewählt werden, dass der Rauchaustritt durch Windeinfluss nicht beeinträchtigt wird.

Anmerkung: Die in den einzelnen Landesbauordnungen enthaltenen Anforderungen zur Lüftung und Rauchableitung des Aufzugsschachts wurden in der Vergangenheit durch dauerhaft angebrachte Öffnungen (Permanentöffnungen) erfüllt.

of the building. It follows that if there is no closable flap, the lift shaft, as well as the lift shaft doors, shall remain in their original condition for the test.

German Ordinance on Industrial Safety and Health (BetrSichV)

The ordinance defines legal requirements for the use of work equipment, including lifts. The aim of the ordinance is to ensure the safety and health protection of employees – in this case also the users of lift systems – when using work equipment. Requirements for ventilation in lift systems are described in the Technical Regulations for Operational Safety (TRBS).

Technical Regulations for Operational Safety (TRBS)

These documents concretise the BetrSichV. If they are complied with, the legislator assumes that the requirements of the BetrSichV have been met.

TRBS 1201 Part 4 requires that systems for shaft ventilation on lift installations be tested by an approved inspection body (ZÜS) before commissioning or before recommissioning after a modification. The details are defined in TRBS 1201 Part 4, Annex 2 (1.6).

German Model Building Code (MBO)

The Conference of Building Ministers adopts model regulations and model decrees. These serve as the basis for implementation in specific federal state law, in this case the LBO. The MBO therefore has no direct legal effect. Each federal state decides to what extent the state regulation follows the model, but it shall comply with the framework of the MBO.

According to the MBO (§ 39 Para. 3 MBO) the following is required to apply:

- a) Lift shafts shall be adequately ventilated and have an opening for smoke extraction with a free cross-section of at least 2,5 % of the lift shaft base area, but at least 0,10 m².
- b) This opening may have a closure that opens automatically in the event of fire and can be activated from at least one suitable location.
- c) The position of the smoke outlet openings shall be selected in such a way that the smoke outlet is not impaired by the influence of wind.

Note: In the past, the requirements for ventilation and smoke extraction of the lift shaft contained in the individual LBOs were fulfilled by permanently installed openings (permanent openings).

Landesbauordnungen (LBO)

Die Landesbauordnungen sind die föderalen Umsetzungen der Musterbauordnung, die das Baurecht verbindlich regeln. Die Landesbauordnungen der jeweiligen Bundesländer werden durch bauordnungsrechtliche Anforderungen, (z.B. Durchführungsverordnungen (DVO-BauGB), Ausführungsverordnungen (LBOAVO), Bauprüfdienst (BPD), Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) usw.) ergänzt.

5.3 Anforderungen an die Lüftung der Aufzugsanlage

Mit der Konformitätserklärung und der damit verbundenen CE-Kennzeichnung des Aufzugs erklärt der Hersteller die Schutzziele auf Basis der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Maschinen- oder Aufzugsrichtlinie für erfüllt. Dies bedeutet, dass auch die Anforderungen an die Be- und Entlüftung der Aufzugsanlage planerisch erfasst und umgesetzt sein müssen.

5.4 Anforderungen bei Stromausfall oder Abschaltung

Sofern die automatisch betätigte Lüftungsöffnung Teil des Be- und Entlüftungskonzepts des Aufzugsschachts oder Fahrkorbs ist, muss sichergestellt sein, dass beim Wegfall der Energieversorgung die Lüftungsöffnung sicher in den offenen Zustand überführt wird.

Die Lüftungsanlage darf nur ausgeschaltet werden, wenn der Aufzugsschachtabschluss offen ist. Kann dies nicht gewährleistet werden, sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

Auch bei einem längeren Stillstand der Aufzugsanlage muss zu jeder Zeit die Be- und Entlüftung des Aufzugsschachts sichergestellt werden – und zwar ausfallsicher (fail-safe).

5.5 Anforderungen an die Luftqualität

Atemluftqualität bezeichnet die Eigenschaften der im Atembereich zur Verfügung stehenden Luft bezüglich der Inhaltsstoffe und der physikalischen Parameter.

Bei Planung, Bau und Betrieb von Aufzugsanlagen ist darauf zu achten, dass die Luftqualität nicht zu einer Beeinträchtigung von Personen oder zu Schäden an Aufzugstechnik oder Bauwerk führt. Hierfür sind Anforderungen an die Luftqualität und damit verbundene physikalische oder chemische Bewertungsgrößen einzuhalten.

In diesem Zusammenhang findet sich in DIN EN 81-20, Anhang E folgender Auszug: „(...), welche Lüftung für die Aufzugsanlage als Teil des Gebäudes vorgesehen werden muss, sollte der

Regional adapted German model building code (LBO)

The LBO is the federal implementation of the MBO and governs building law in a binding manner. The LBO of the respective federal state is supplemented by building code requirements (e.g., implementation regulations (DVO-BauGB, LBOAVO), building inspection service (BPD), model administrative regulation for technical building regulations (MVV-TB), etc.).

5.3 Requirements for the ventilation of the lift system

With the declaration of conformity and the associated CE marking of the lift, the manufacturer declares that the safety objectives based on the fundamental health and safety requirements of the Machinery Directive or Lifts Directive have been met. This means that the requirements for the ventilation of the lift system shall also be included in the planning and implemented.

5.4 Requirements in the event of a power failure or shutdown

If the automatically operated ventilation opening is part of the ventilation concept of the lift shaft or lift car, it shall be ensured that the ventilation opening is safely transferred to the open state if the power supply is interrupted.

The ventilation system may only be switched off if the lift shaft closure is open. If this cannot be guaranteed, suitable measures shall be taken.

Even if the lift system is at a standstill for a longer period of time, ventilation of the lift shaft has to be ensured at all times – fail-safe.

5.5 Air quality requirements

Breathing air quality designates the properties of the air available in the breathing zone with regard to the ingredients and physical parameters.

When planning, constructing, and operating lift systems, care shall be taken to ensure that the air quality does not lead to impairment of persons or damage to lift technology or the building. To this end, air quality requirements and the associated physical or chemical assessment parameters shall be complied with.

In this context, the following extract can be found in DIN EN 81-20, Annex E: “(...) which ventilation shall be provided for the lift installation as part of the building, the installer of the lift should pro-

Montagebetrieb des Aufzugs die erforderlichen Angaben zur Verfügung stellen, die die Durchführung der entsprechenden Berechnungen und eine angemessene Konstruktion des Gebäudes ermöglichen“.

5.6 Erhalt der Technik

Als Bewertung für die Einhaltung von Grenzwerten zur dauerhaften Sicherstellung der Funktionalität der Aufzugstechnik sind folgende Kenngrößen zu berücksichtigen:

- Lufttemperatur

Nach DIN EN 81-20 müssen die Raumtemperaturen im Aufzugsschacht und an den Aufstellungsorten für Triebwerk und Steuerung zwischen +5 °C und +40 °C gehalten werden. Dies gilt nach VDI 2050 Blatt 1 auch für Technikzentralen.

- relative Luftfeuchte

Da sich im Aufzugsschacht keine Feuchtequellen befinden, folgt die relative Luftfeuchte (r. F.) in der Regel den Umgebungsbedingungen oder Außenbedingungen. Für den Triebwerksraum oder Aufzugsschacht (gegebenenfalls mit Schaltanlagen) sollte in Anlehnung an VDI 2050 Blatt 5 eine relative Feuchte über 24 h von maximal 50 % eingehalten werden (40 % bei maximal 35 °C).

Wichtiger Hinweis 1

Die benannten Kenngrößen, die Einhaltung der dazugehörigen festgelegten Grenzwerte und die daraus resultierenden Risiken und Gefährdungen sind anlagen- und nutzungsbezogen zwischen Betreiber und Hersteller abzustimmen.

Wichtiger Hinweis 2

Zur Vermeidung des Eintrags von Feuchtigkeit und Verschmutzungen im Aufzugsschacht (Mauerwerk, technische Einrichtung usw.) sind die üblichen baulichen Schutzmaßnahmen (Bewitterungsschutz, Vogelschutz) am Aufzugsschachtabschluss zu treffen.

5.7 Gesundheitsschutz

Als Bewertung für die Einhaltung von Grenzwerten des Gesundheitsschutzes sollten insbesondere folgende Kenngrößen beachtet werden:

- Lufttemperatur (siehe Abschnitt 5.7.1)
- Stoffkonzentrationen (z.B. CO₂, VOC, Schadstoffe, wie Asbest, siehe Abschnitt 5.7.2)

5.7.1 Lufttemperatur

Die Temperatur in der Aufzugsanlage muss so beschaffen sein, dass Nutzende nicht zu Schaden kommen. Temperaturgrenzen werden im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung anlagen- und nut-

vide die necessary information to enable the appropriate calculations to be performed and the building to be designed appropriately”.

5.6 Sustaining functionality

The following parameters are to be taken into account when assessing compliance with limit values to ensure the long-term functionality of the lift technology:

- air temperature

According to DIN EN 81-20, the room temperatures in the lift shaft and at the installation locations for the drive unit and control unit shall be kept between +5 °C and +40 °C. According to VDI 2050 Part 1, this also applies to technical control centres.

- relative humidity

As there are no sources of moisture in the lift shaft, the relative humidity (RH) follows, as a rule, the ambient or outdoor conditions. For the machine room or lift shaft (if necessary, with switchgear), a maximum relative humidity of 50 % should be maintained over 24 h (40 % at maximum 35 °C), adapted from VDI 2050 Part 5.

Important remark 1

The specified parameters, the compliance with the associated specified threshold values and the resulting risks and hazards shall be agreed between the operator and the manufacturer for each installation and use.

Important remark 2

To prevent moisture and dirt from entering the lift shaft (brickwork, technical equipment, etc.), the usual structural protective measures (weather protection, bird protection) shall be taken at the end of the lift shaft.

5.7 Health protection

As an assessment for compliance with health protection threshold values, the following parameters should be considered in particular:

- air temperature (see Section 5.7.1)
- substance concentrations (e.g., CO₂, VOC, pollutants such as asbestos, see Section 5.7.2)

5.7.1 Air temperature

The temperature in the lift system shall be such that users are not harmed. Temperature limits are determined for each installation and use as part of the risk assessment and measures are defined to ensure

zungsbezogen ermittelt und Maßnahmen zu ihrer Einhaltung definiert.

Bei einem längeren Aufenthalt, z.B. für Wartungs- und Reparaturarbeiten oder bei Personeneinschluss, ist bei Einhaltung einer Raumlufthtemperatur zwischen 5 °C bis 35 °C im Regelfall keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten.

Wichtiger Hinweis

Aufzugsanlagen, die über einen vollumwehrten Schacht verfügen, dessen Umwehrgang ganz oder teilweise aus Glas besteht und die Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, ist besondere Beachtung zu schenken. Die durch das Sonnenlicht eingetragene Energie führt aufgrund des Glashauseseffekts selbst bei niedrigen Außentemperaturen zu teilweise erheblichen Aufheizungen. In kurzer Zeit können Temperaturen erreicht werden, die eine gesundheitliche Gefahr darstellen. Eine ausreichende Be- und Entlüftung des Schachts ist hier sicherzustellen, wobei die durch Lüftung abgeführte Wärmeenergie größer oder gleich der eingetragenen Sonnenenergie sein sollte. **Sollten sich die Grenzwerte nicht einhalten lassen (zu intensive Sonneneinstrahlung, Auslegung der Lüftung o.Ä.), so muss die Anlage ein sicheres Verlassen ermöglichen. Bis zur Herstellung eines sicheren Zustands darf eine weitere Nutzung nicht möglich sein.**

Mögliche Maßnahmen zur Begrenzung der Temperatur können sein:

- a) **Minimierung des Energieeintrags** in Aufzugsanlagen mit voll- oder teilumwehrten Schächten aus Glas oder sonstigen transparenten Materialien, die einen nennenswerten Energiedurchlass zulassen, beispielsweise durch Sonnenschutzverglasungen, durch Beschattungssysteme oder durch sonstige bauliche Maßnahmen
- b) **natürliche Lüftung** (freie Lüftung), die über Druckdifferenzen durch Wind und/oder Temperaturunterschiede zwischen Zuluft und Abluft hervorgerufen wird

Der dadurch entstehende Volumenstrom ist unter anderem abhängig von der Aufzugsschachthöhe, den Strömungswiderständen im Aufzugsschacht sowie der wirksamen Fläche der Zuluft- und Abluftöffnungen. Um eine natürliche Abströmung sicherstellen zu können, ist eine ausreichende Zuluft zu gewährleisten.

In Bezug auf die Effektivität der Lüftung im Fahrkorb sind im Wesentlichen die Größen der wirksamen Öffnungsflächen im Bodenbereich und im Deckenbereich des Fahrkorbs maßgeblich. Die Berechnung ist möglich, wenn auch aufwendig. Zu beachten ist, dass das Druckpo-

compliance.

In the event of a prolonged stay, e.g., for servicing and repair work or when people are trapped, no adverse health effects are generally to be expected if a room air temperature of between 5 °C and 35 °C is maintained.

Important remark

Particular attention shall be paid to lift systems that have a fully enclosed shaft with a glass enclosure in whole or in part and that are exposed to solar irradiation. Due to the glass house effect, the energy introduced by sunlight can lead to considerable heating even at low outside temperatures. Temperatures that pose a health risk can be reached in a short time. Sufficient ventilation of the shaft shall be ensured here, whereby the heat energy discharged by ventilation should be greater or equal to the solar energy input. **Should it not be possible to comply with the threshold values (too intense solar irradiation, ventilation design, etc.), the installation shall allow a safe exit. No further use is permitted until a safe condition has been established.**

Possible measures to limit the temperature can be:

- a) **minimisation of energy input** in lift systems with totally or partially enclosed shafts made of glass or other transparent materials that allow a significant amount of energy to pass through, for example through solar control glazing, shading systems, or other structural measures
- b) **natural ventilation** (free ventilation), which is caused by pressure differences due to wind and/or temperature differences between supply air and exhaust air

The resulting volume flow depends, among other things, on the lift shaft height, the flow resistance in the lift shaft and the effective area of the supply air and exhaust air openings. In order to ensure a natural outflow, sufficient supply air is to be guaranteed.

With regard to the effectiveness of the ventilation in the lift car, the sizes of the effective opening areas in the floor area and in the ceiling area of the lift car are essentially decisive. The calculation is possible, albeit complex. It should be noted that the pressure potential as a “drive”

tenzial als „Antrieb“ konstant bleiben muss und nicht von wechselnden äußeren und inneren Bedingungen beeinflusst werden darf.

- c) **maschinelle Lüftung** mittels Ventilatoren zur gezielten Versorgung mit Außenluft oder Zuluft mit ausreichender Luftqualität und zur Abführung von belasteter Raumluft

Gegebenenfalls sind auch noch weitere maschinelle Komponenten, wie Luftleitungen und Luftdurchlässe, notwendig. Eine Kombination von maschinellen und nicht maschinellen Komponenten ist ebenfalls möglich (sogenannte „Hybridanlagen“).

Wichtiger Hinweis

Bei Ausfall der Stromversorgung muss sichergestellt sein, dass die maschinelle Lüftung des Fahrkorbs für weitere zwei Stunden funktionsfähig bleibt. Mögliche weitere baurechtliche Anforderungen bleiben hiervon unberührt.

Anmerkung: Die erhöhte Sicherheitsstufe von zwei Stunden resultiert aus praktischen Erfahrungen der Branche.

- d) **raumluftechnische Anlage** (RLT-Anlage) in Aufzugsanlagen, bei denen durch sonstige Maßnahmen (Minimierung des Energieeintrags, freie Lüftung, maschinelle Lüftung usw.) die Begrenzung der Temperatur nicht mehr sichergestellt werden kann

Es handelt sich hierbei entweder um maschinelle Lüftungsanlagen mit der thermodynamischen Luftbehandlungsfunktion „Kühlen“ oder um klassische Raumlufkühlanlagen, z.B. Split-Klimaanlagen.

Gegebenenfalls sind in Aufzugsanlagen mit voll- oder teilumwehrten Schächten aus Glas oder aus nicht ausreichend wärmeisolierten Materialien maschinelle Lüftungsanlagen mit der thermodynamischen Luftbehandlungsfunktion „Heizen“ oder dezentrale Warmlufterhitzer einzusetzen. Diese Maßnahme könnte möglich sein, um sicherzustellen, dass bei niedrigen Außentemperaturen im Winter bei Personeneinschluss keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen aufgrund der Temperatur zu erwarten sind.

5.7.2 Stoffkonzentrationen

Die Stoffkonzentrationen in der Luft in der Aufzugsanlage müssen so beschaffen sein, dass Nutzende nicht zu Schaden kommen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sind andernfalls anlagen- und nutzungsbezogene Schutzmaßnahmen zu definieren.

Mögliche Maßnahmen zur Begrenzung der Schadstoffkonzentrationen können sein:

shall remain constant and not be influenced by changing external and internal conditions.

- c) **mechanical ventilation** using fans for the targeted supply of outside air or supply air with sufficient air quality and for the removal of polluted indoor air

Additional mechanical components, such as air ducts and air diffusers, may also be required. A combination of mechanical and non-mechanical components is also possible (so-called “hybrid systems”).

Important remark

In the event of malfunction of the power supply, it shall be ensured that the mechanical ventilation of the lift car remains functional for a further two hours. Possible further requirements under building law remain unaffected.

Note: The increased security level of two hours is the result of practical experience in the industry.

- d) **air-condition systems** in lift installations where other measures (minimisation of energy input, free ventilation, mechanical ventilation, etc.) can no longer ensure the limitation of the temperature

These are either mechanical ventilation systems with the thermodynamic air treatment function “cooling” or classic room air cooling systems, e.g., split air conditioning systems.

If necessary, mechanical ventilation systems with the thermodynamic air treatment function “heating” or decentralised hot air heaters should be used in lift systems with fully or partially enclosed shafts made of glass or insufficiently thermally insulated materials. This measure could be possible to ensure that at low outside temperatures in winter no health impairments due to the temperature are to be expected when people are trapped.

5.7.2 Substance concentrations

The concentrations of substances in the air in the lift system shall be such that users are not harmed. Otherwise, installation- and user-related protective measures have to be defined as part of the risk assessment.

Possible measures to limit the concentrations of pollutants can be:

- a) natürliche Lüftung (siehe Erläuterung in Abschnitt 5.7.1)
- b) maschinelle Lüftung (siehe Erläuterung in Abschnitt 5.7.1)

5.7.2.1 Kohlendioxid-Konzentration

Über die Atmung wird insbesondere Kohlenstoffdioxid abgegeben. Der Grenzwert, der nicht überschritten werden sollte, beträgt 5000 ppm (parts per million). Ab einem Wert von 5000 ppm besteht die Gefahr, dass gesundheitliche Einschränkungen auftreten.

Bei einem längeren Aufenthalt, z.B. für Wartungs- und Reparaturarbeiten oder bei Personeneinschluss, ist bei CO₂-Konzentrationen unterhalb von 5000 ppm (z.B. MAK-Wert nach Deutscher Forschungsgesellschaft (DFG), TRGS 900) im Regelfall keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten.

Beispielhaft wird eine Berechnung der CO₂-Konzentration über die Zeit abgebildet. Mit anderen Schadstoffquellen (VOC, Ausdünstungen) ist objektbezogen in gleicher Weise der Volumenstrom zu bestimmen, der den Grenzwert nach MAK einhält (siehe Tabelle 1).

Anmerkung 1: Die benannten Kenngrößen, die Einhaltung der dazugehörigen festgelegten Grenzwerte und die daraus resultierenden Risiken und Gefährdungen sind anlagen- und nutzungsbezogen zwischen Betreiber und Hersteller abzustimmen.

Bezüglich der zugeführten Luftqualität (CO₂-Konzentration) ist die Quelle der Luftzufuhr maßgeblich. Zu berücksichtigen ist, dass die CO₂-Konzentration der zugeführten Luft abhängig von ihrer Quelle unterschiedlich ist.

Anmerkung 2: In DIN EN 16798-3 findet man Informationen der Außenluftqualitätskategorien.

Anmerkung 3: In ASR A3.6 findet man Vorgaben für Kennwerte der CO₂-Konzentration in der Raumluft.

Tabelle 1. CO₂-Konzentration in der Raumluft

| CO ₂ -Konzentration in ml/m ³ bzw. ppm | Maßnahmen |
|--|--|
| < 1000 | keine weiteren Maßnahmen (sofern durch die Raumnutzung kein Konzentrationsanstieg über 1000 ppm zu erwarten ist) |
| 1000 bis 2000 | <ul style="list-style-type: none"> • Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern. • Lüftungsplan aufstellen (z.B. Verantwortlichkeiten festlegen). • Lüftungsmaßnahme (z.B. Außenluftvolumenstrom oder Luftwechsel erhöhen) |

- a) natural ventilation (see explanation in Section 5.7.1)
- b) mechanical ventilation (see explanation in Section 5.7.1)

5.7.2.1 Carbon dioxide concentration

Carbon dioxide in particular is released through breathing. The threshold value that should not be exceeded is 5000 ppm (parts per million). Above a value of 5000 ppm, there is a risk of health limitations occurring.

In the case of prolonged exposure, e.g. for servicing and repair work or when people are trapped, CO₂ concentrations below 5000 ppm (e.g. MAK value according to the German Research Foundation (DFG), TRGS 900) are generally not expected to cause any adverse health effects.

Calculation of the CO₂ concentration over time is shown as an example. When other pollutant sources (VOC, vapours) occur, the volume flow that complies with the MAK threshold value shall be determined in the same way for each case (see Table 1).

Note 1: The specified parameters, the compliance with the associated specified threshold values and the resulting risks and hazards shall be agreed between the operator and the manufacturer for each installation and use.

With regard to the air quality supplied (CO₂ concentration), the source of the air supply is decisive. It should be noted that the CO₂ concentration of the supplied air varies depending on its source.

Note 2: DIN EN 16798-3 contains information on the outdoor air quality categories.

Note 3: ASR A3.6 contains specifications for characteristic values of the CO₂ concentration in the room air.

Table 1. CO₂ concentration in the room air

| CO ₂ concentration in ml/m ³ or ppm | Measures |
|---|---|
| < 1000 | no further measures (as long as no increase in concentration above 1000 ppm is to be expected due to room utilisation) |
| 1000 to 2000 | <ul style="list-style-type: none"> • Check and improve ventilation behaviour. • Draw up a ventilation plan (e.g. define responsibilities). • ventilation measure (e.g. increase outside air volume flow or air exchange) |

Tabelle 1. CO₂-Konzentration in der Raumluft (Fortsetzung)

| CO ₂ -Konzentration in ml/m ³ bzw. ppm | Maßnahmen |
|--|---|
| > 2000 | weitergehende Maßnahmen erforderlich (z. B. verstärkte Lüftung, Reduzierung der Personenzahl im Raum) |

Die Lüftungsmaßnahme der Aufzugsanlage sollte darin bestehen, dass die CO₂-Konzentration im Fahrkorb, insbesondere bei Personeneinschluss, 3000 ppm nicht überschreitet.

Anmerkung 4: Die erhöhte Sicherheitsstufe von 3000 ppm resultiert aus einer praktischen Messreihe und soll möglichen stressbedingten Belastungen entgegenwirken.

5.7.2.2 Konzentration luftgetragener Keime und anderer Mikroorganismen

Bei der Planung einer Aufzugsanlage, insbesondere in Neubauten nach dem Niedrigstenergiegebäude-Standard (nZEB – nearly zero-energy building), ist auf ausreichende Be- und Entlüftung des Aufzugsschachts zu achten, da es in diesen Gebäuden keinen stetigen Luftaustausch über Permanentöffnungen oder über Gebäudefugen mehr gibt. Hier geht es um die Vermeidung von Schimmelpilzbefall, verursacht durch Raumluftfeuchte im Zusammenhang mit unzureichender Lüftung.

Kritisch zu betrachten hinsichtlich der Anfälligkeit von Mikroorganismen sind auch die Ecken von Außenwänden und alle sonstigen Außenwandanschlüsse. Zu berücksichtigen sind mögliche Einträge von Pilzsporen, z.B. durch Anhaftungen an Schuhen, Bekleidung oder Haaren, und deren Weiterverbreitung über den Fahrkorb in den Aufzugsschacht. Insbesondere unter ungünstigen Randbedingungen (hohe Luftfeuchtigkeit, hohe Temperaturen und kein ausreichender Luftaustausch) kann ein Schacht ein idealer Nährboden für Schimmelpilze sein.

Anmerkung: Die benannten Kenngrößen, die Einhaltung der gegebenenfalls dazugehörigen festgelegten Grenzwerte und die daraus resultierenden Risiken und Gefährdungen sind anlagen- und nutzungsbezogen zwischen Betreiber und Hersteller abzustimmen.

Zur Vermeidung des Eintrags von Feuchtigkeit und Verschmutzungen im Aufzugsschacht (Mauerwerk, technische Einrichtung usw.) sind die üblichen baulichen Schutzmaßnahmen (Bewitterungsschutz, Vogelschutz) am Aufzugsschachtabschluss zu treffen.

Weiterhin sind Einträge von organischen Stoffen (z.B. in der Gastronomie) in den Aufzugsschacht als besonders kritisch zu betrachten und deshalb zu vermeiden. Diesbezügliche Ablagerungen sind im Zuge der Instandhaltung zu kontrollieren und zu entfernen.

Table 1. CO₂ concentration in the room air (continued)

| CO ₂ concentration in ml/m ³ or ppm | Measures |
|---|---|
| > 2000 | further measures required (e.g. increased ventilation, reduction in the number of people in the room) |

An appropriate measure is to ventilate the lift system in such a way that the CO₂ concentration in the lift car does not exceed 3000 ppm, especially when people are trapped.

Note 4: The increased safety level of 3000 ppm results from a practical series of measurements and is intended to counteract possible stress-related exposure.

5.7.2.2 Concentration of airborne germs and other microorganisms

When planning a lift system, especially in new buildings according to the nearly zero-energy building standard (nZEB), care shall be taken to ensure sufficient ventilation of the lift shaft, as there is no longer a constant exchange of air via permanent openings or building joints in these buildings. The aim here is to prevent mould infestation caused by indoor air humidity in connection with inadequate ventilation.

The corners of external walls and all other external wall connections shall also be viewed critically with regard to susceptibility to microorganisms. Possible entry of fungal spores, e.g. through adherence to shoes, clothing, or hair, and their further spread via the lift car into the lift shaft shall be taken into account. Particularly under unfavourable conditions (high humidity, high temperatures, and insufficient air exchange), a shaft can be an ideal breeding ground for mould.

Note: The specified parameters, the compliance with any associated threshold values, and the resulting risks and hazards shall be agreed between the operator and the manufacturer for each installation and use.

To prevent moisture and dirt from entering into the lift shaft (masonry, technical equipment, etc.), the usual structural protective measures (weather protection, bird protection) shall be taken at the end of the lift shaft.

Furthermore, the entry of organic substances (e.g. in the catering trade) into the lift shaft should be considered particularly critical and should therefore be avoided. Deposits of this kind shall be checked and be removed during maintenance.

5.7.3 CO₂-Konzentrationen in Fahrkörben

Im Zuge der Betrachtung von CO₂-Konzentrationen in Aufzugsanlagen nimmt der Fahrkorb eine besondere Stellung ein. Dieser Tatsache soll in den nachfolgenden Betrachtungen Rechnung getragen werden. Die den Abschätzungen zugrunde liegenden Vereinfachungen, z.B. die Vernachlässigung von räumlichen CO₂-Konzentrationsunterschieden, Vernachlässigung der Temperaturerhöhung durch im Fahrkorb befindliche Personen und deren Aktivitätsgrade sowie eine konstante CO₂-Konzentration der Zuluft, sind im einzelnen Anwendungsfall kritisch zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen.

5.7.3.1 Beispielrechnung zur Abschätzung des minimal erforderlichen Luftvolumenstroms im Fahrkorb

Die ausführliche Berechnung sowie die zugrunde gelegten Randbedingungen sind detailliert in Anhang A aufgeführt und müssen in Abhängigkeit von den örtlichen Begebenheiten objektspezifisch angepasst werden.

Anmerkung 1: Risiken und Gefährdungen sind anlagen- und nutzungsbezogen zwischen Betreiber und Hersteller abzustimmen.

Für die Beispielrechnung wird eine Personenaufzugsanlage mit einem typischen Fahrkorb (maximal acht Personen oder 630 kg zulässig) betrachtet. Die Fahrkorbabmessungen betragen: Breite: 1,1 m; Länge: 1,4 m; Höhe: 2,2 m, woraus sich das Volumen des Fahrkorbs von $V_{\text{Fahrkorb}} = 3,388 \text{ m}^3$ errechnet. Mit der maximal zulässigen Personenzahl kann das Luftvolumen (= Bilanzvolumen) im Fahrkorb abgeschätzt werden zu:

$$V_B = V_{\text{Fahrkorb}} - V_{\text{Pers}} \approx 2,758 \text{ m}^3 \text{ (Anhang A)}$$

Betrachtet wird die CO₂-Bilanz der Luft im Fahrkorb gemäß Bild 1 für die beiden maximalen CO₂-Konzentrationen $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 5000 \text{ ppm}$ und $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 3000 \text{ ppm}$ sowie eine CO₂-Konzentration der nachströmenden Zuluft von $c_{\text{CO}_2, \text{zu}} = 1000 \text{ ppm}$.

Für die Abschätzung einer mittleren CO₂-Emission pro Person wird angenommen, dass sechs Personen keine körperliche Aktivität und zwei Personen eine leichte Aktivität ausüben. Für diese Aktivitätsgrade lassen sich die mittleren CO₂-Emissionen aus DIN EN ISO 8996 entnehmen und eine gemittelte CO₂-Emission pro Person (siehe Anhang A) abschätzen zu:

$$\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}} = 20 \ell_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers})$$

5.7.3 CO₂ concentrations in lift cars

When considering CO₂ concentrations in lift systems, the lift car plays a special role. This fact will be taken into account in the following considerations. The simplifications on which the estimates are based, e.g. neglecting spatial CO₂ concentration differences, neglecting the temperature increase caused by persons in the lift car and their activity levels, and a constant CO₂ concentration of the supply air, shall be critically examined in each individual application and be adjusted, if necessary.

5.7.3.1 Example calculation to estimate the minimum required air volume flow in the lift car

The detailed calculation and the underlying boundary conditions are listed in detail in Annex A and shall be adapted to the specific property depending on the local conditions.

Note 1: Risks and hazards shall be agreed between the operator and the manufacturer for each installation and use.

For the example calculation, a lift system with a typical lift car (maximum eight persons or 630 kg permitted) is considered. The lift car dimensions are: width: 1,1 m; length: 1,4 m; height: 2,2 m, from which the volume of the lift car is calculated as $V_{\text{Fahrkorb}} = 3,388 \text{ m}^3$. With the maximum permissible number of persons, the air volume (= control volume for balancing) in the lift car can be estimated as:

$$V_B = V_{\text{Fahrkorb}} - V_{\text{Pers}} \approx 2,758 \text{ m}^3 \text{ (Annex A)}$$

The CO₂ balance of the air in the lift car is analysed according to Figure 1 for the two maximum CO₂ concentrations $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 5000 \text{ ppm}$ and $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 3000 \text{ ppm}$ as well as a CO₂ concentration of the incoming supply air of $c_{\text{CO}_2, \text{zu}} = 1000 \text{ ppm}$.

For the estimation of average CO₂ emissions per person, it is assumed that six persons do not engage in any physical activity and two persons engage in light activity. For these activity levels, the average CO₂ emissions can be taken from DIN EN ISO 8996 and an average CO₂ emission per person (see Annex A) can be estimated:

$$\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}} = 20 \ell_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers})$$

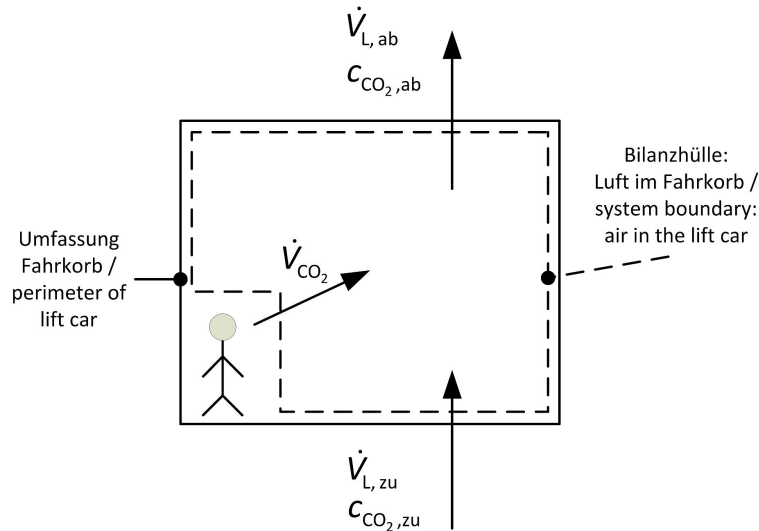


Bild 1. Prinzipskizze Person im Fahrkorb

Figure 1. Principle sketch of a person in a lift car

Mit dieser mittleren CO₂-Emission pro Person und acht Personen im Fahrkorb ergibt sich der erforderliche Luftvolumenstrom im Regelbetrieb für eine Maximalkonzentration von $c_{CO_2,max} = 5000$ ppm (siehe Anhang A/Anhang B) zu:

$$\dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} = 40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Für eine Maximalkonzentration von $c_{CO_2,max} = 3000$ ppm ergibt sich:

$$\dot{V}_{L,zu,3000\text{ ppm}} = 80 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Mit diesen Luftvolumenströmen ergeben sich die zeitlichen Verläufe der CO₂-Konzentration im Fahrkorb bei Regelbetrieb gemäß Bild 2 (siehe Anhang A/Anhang C).

Bild 2 zeigt die beispielhafte Entwicklung der CO₂-Konzentration im Fahrkorb, die sich im regulären Aufzugsbetrieb über einen Zeitraum von 60 Minuten einstellt, wenn sich acht Personen im Fahrkorb befinden. Unter den vorab genannten Randbedingungen (Personen sind nicht einer Stresssituation ausgesetzt) erreicht die maximale CO₂-Konzentration im Fahrkorb nach etwa 10 min bzw. 25 min ihren Grenzwert von 3000 ppm bzw. 5000 ppm, abhängig von der Luftzufuhr in den Fahrkorb. Diese Betrachtung ist theoretischer Natur, da im normalen Aufzugsbetrieb die Aufzugstüren regelmäßig öffnen und Frischluft auch in den angefahrenen Haltestellen in den Fahrkorb gelangt.

With this average CO₂ emission per person and eight persons in the lift car, the required air volume flow rate in normal operation for a maximum concentration of $c_{CO_2,max} = 5000$ ppm results in (see Annex A/Annex B):

$$\dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} = 40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

The result for a maximum concentration of $c_{CO_2,max} = 3000$ ppm is:

$$\dot{V}_{L,zu,3000\text{ ppm}} = 80 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

These volume flowrates of air result in the time curves of the CO₂ concentration in the lift car during normal operation as shown in Figure 2 (see Annex A/Annex C).

Figure 2 shows the exemplary development of the CO₂ concentration in the lift car over a period of 60 minutes during regular lift operation when eight persons are in the lift car. Under the aforementioned boundary conditions (persons are not exposed to a stress situation), the maximum CO₂ concentration in the lift car reaches its threshold value of 3000 ppm or 5000 ppm after about 10 min or 25 min, depending on the air supply into the lift car. This is a theoretical consideration, as the lift doors open periodically during normal lift operation and fresh air also enters the lift car during the stops.

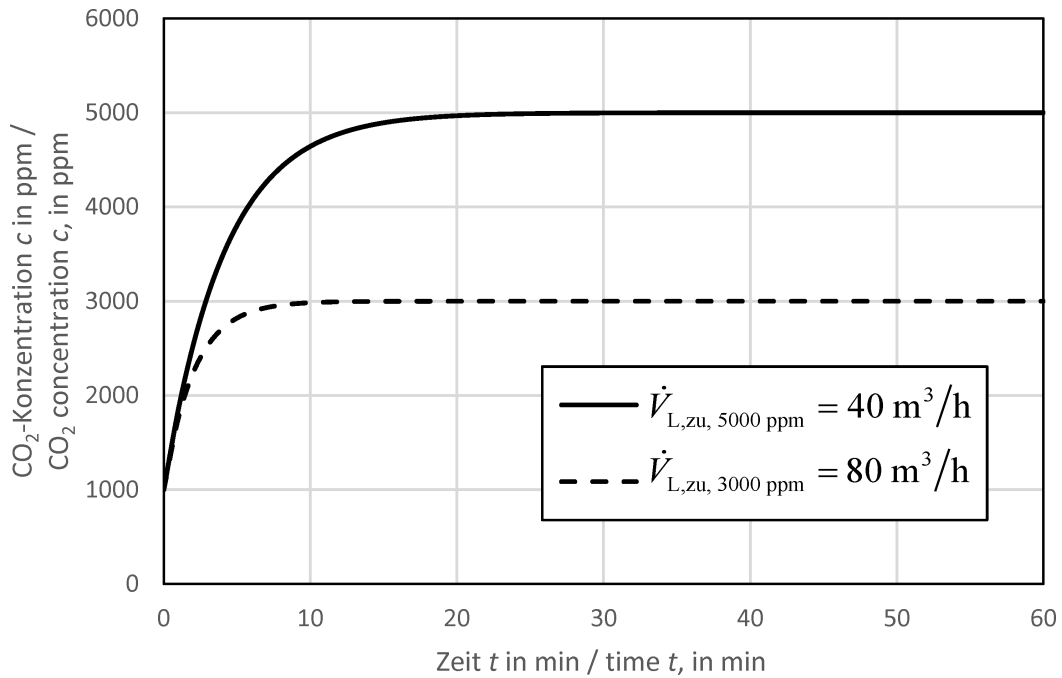


Bild 2. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Regelbetrieb (vereinfachte Abschätzung)

Figure 2. CO₂ concentration in the lift car in normal operation (simplified estimate)

Anmerkung 2: Die zuvor aufgeführten Abschätzungen lassen sich bei Bedarf auf Luftwechselraten β umrechnen nach $\beta = \dot{V}_{L,zu}/V_B$, mit $\dot{V}_{L,zu}$ als dem erforderlichen Luftvolumenstrom und V_B als dem Bilanzvolumen der Luft im Fahrkorb. DIN EN 81-20 legt auf Basis der vorhandenen Fahrkorbfläche die zulässige Anzahl der Personen im Fahrkorb fest. Lasten- und z.B. Autoaufzugsanlagen sind separat zu betrachten.

Note: The above estimates can be converted to air exchange rates β according to $\beta = \dot{V}_{L,zu}/V_B$, with $\dot{V}_{L,zu}$ as the required air volume flow and V_B as the balance volume of air in the lift car. DIN EN 81-20 specifies the permissible number of persons in the lift car based on the available lift car area. Goods lifts and, for example, car lifts are to be considered separately.

5.7.3.2 Beispielrechnung zur Ermittlung des erforderlichen Luftvolumenstroms für den Fall des Personeneinschlusses im Fahrkorb

5.7.3.2 Example calculation to determine the required air volume flow rate in case of persons being trapped in the lift car

Die Einflussnahme einer stressbedingten Erhöhung der Atemfrequenz sowie der erhöhten CO₂-Konzentration auf den Metabolismus kann grob abgeschätzt werden. Betrachtet wird wiederum der im vorherigen Beispiel aufgeführte Fahrkorb mit der maximal zulässigen Anzahl von acht Personen.

The influence of a stress-induced increase in the breathing rate and the increased CO₂ concentration on the metabolism can be roughly estimated. Again, the lift car shown in the previous example with the maximum permissible number of eight persons is considered.

Für die Abschätzung der CO₂-Emission der Personen für den Fall des Personeneinschlusses im Fahrkorb wird nun angenommen, dass eine Person keine, zwei Personen eine leichte und fünf Personen eine stressbedingte Aktivität ausüben. Mit diesen Aktivitätsgraden und den Zahlenwerten gemäß DIN EN ISO 8996 lässt sich eine gemittelte CO₂-Emission pro Person abschätzen zu (siehe Anhang A):

In order to estimate the CO₂ emissions of the persons in the event of persons being trapped in the lift car, it is now assumed that one person has no activity, two persons have light activity, and five persons have stress-related activity. With these activity levels and the numerical values according to DIN EN ISO 8996, it is possible to estimate an average CO₂ emission per person (see Annex A):

$$\dot{V}_{CO_2, Pers} = 30 \ell_{CO_2} / (h \cdot Pers)$$

$$\dot{V}_{CO_2, Pers} = 30 \ell_{CO_2} / (h \cdot Pers)$$

Daraus ergeben sich die Volumenströme der Zuluft zur Einhaltung der maximalen CO₂-Konzentrationen (Anhang A/Anhang B) zu:

This results in the volume flow rates for the supply air to comply with the maximum CO₂ concentrations (Annex A/Annex B) to:

$$\dot{V}_{L,zu,5000 ppm} = 60 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\dot{V}_{L,zu,5000 ppm} = 60 \text{ m}^3 / \text{h}$$

und

$$\dot{V}_{L,zu,3000\text{ ppm}} = 120\text{ m}^3/\text{h}$$

Die daraus resultierenden zeitlichen Verläufe der CO₂-Konzentration für den Fall des Personeneinschlusses im Fahrkorb zeigt Bild 3 (siehe Anhang A/Anhang C).

Bild 3 zeigt die beispielhafte Entwicklung der CO₂-Konzentration im Fahrkorb, die sich im Fall des Personeneinschlusses über einen Zeitraum von 60 Minuten einstellt. Unter den vorab genannten Randbedingungen (Personen sind einer Stresssituation ausgesetzt) erreicht die maximale CO₂-Konzentration im Fahrkorb nach etwa 5 min bzw. 15 min ihren Grenzwert von 3000 ppm bzw. 5000 ppm, abhängig von der Luftzufuhr in den Fahrkorb.

5.7.3.3 Erkenntnisse aus den Beispielrechnungen

Zunächst ist es notwendig, darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse der Berechnungen als Anhaltswerte dienen.

Aus der Gegenüberstellung der beiden Berechnungen lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

- Beim Personeneinschluss muss mit einem deutlich erhöhten CO₂-Ausstoß der Personen in einer Größenordnung von 50 % und mehr gerechnet werden.
- Die zulässigen Grenzwerte werden in deutlich kürzerer Zeit erreicht.

and

$$\dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} = 60\text{ m}^3/\text{h}$$

Figure 3 (see Annex A/Annex C) depicts the resulting time curves of the CO₂ concentration in the case of people being trapped in the lift car.

Figure 3 depicts the exemplary development of the CO₂ concentration in the lift car over a period of 60 minutes when people are trapped. Under the aforementioned boundary conditions (persons are exposed to a stress situation), the maximum CO₂ concentration in the lift car reaches its threshold value of 3000 ppm or 5000 ppm after about 5 min or 15 min, depending on the air supply into the lift car.

5.7.3.3 Findings from the sample calculations

First of all, it is necessary to point out that the results of the calculations are indicative.

The following conclusions can be drawn from the comparison of the two calculations:

- When persons are entrapped, a significant increase in CO₂ emissions of the order of 50 % or more should be expected.
- The permissible threshold values are reached in a significantly shorter time.

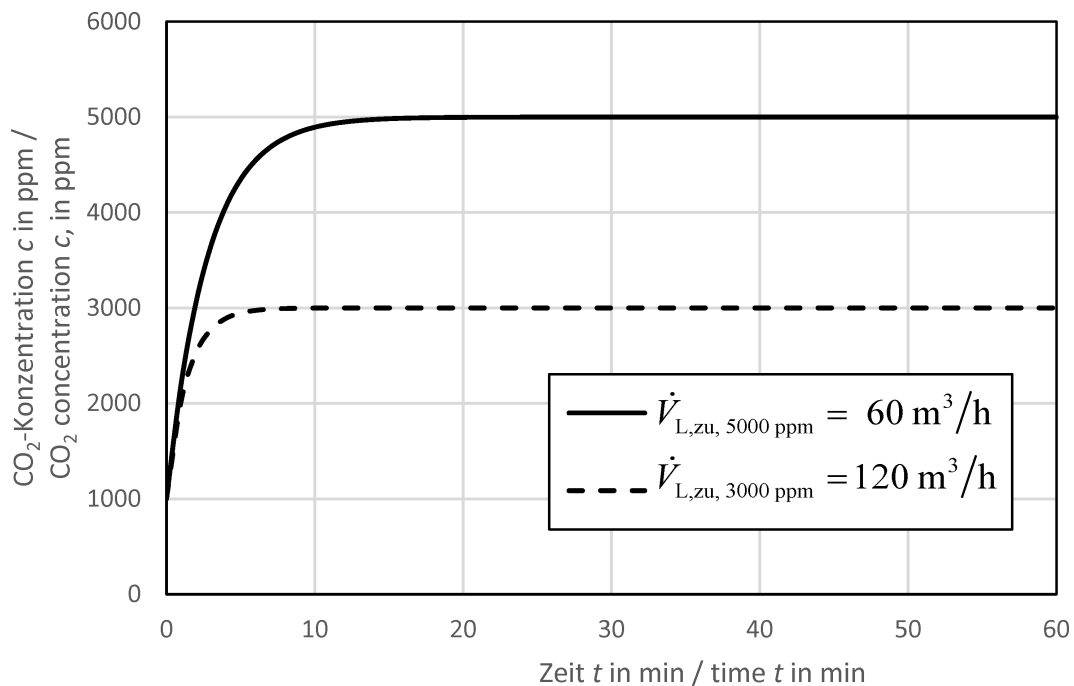


Bild 3. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Betriebsfall des Einschlusses unter Berücksichtigung von Stress (vereinfachte Abschätzung)

Figure 3. CO₂ concentration in the lift car in the entrapment operating case, taking stress into account (simplified estimate)

5.7.3.4 Schlussfolgerungen

In Konsequenz zu den Erkenntnissen muss die CO₂-Konzentration im Fahrkorb gering gehalten werden. Mögliche Maßnahmen zur Begrenzung der CO₂-Konzentration können sein:

a) maschinelle Lüftung

Mittels eines Ventilators in Verbindung mit ausreichend bemessenen Zu- und Abluftöffnungen oder mehreren Ventilatoren für Zu- und Abluft kann ein ausreichender Volumenstrom im Fahrkorb generiert werden. Die Energie für die Versorgung des Ventilators ist für mindestens zwei Stunden sicherzustellen.

Anmerkung 1: Im Zuge der Abstimmung gemäß DIN EN 81-20 (0.4.2) ist z.B. auch die notwendige Energieversorgung in den unterschiedlichen Betriebszuständen des Aufzugs zu berücksichtigen.

Anmerkung 2: Mit einer entsprechend ausgelegten Netzersatzversorgung wäre bei einem Stromausfall auch eine Weiterfahrt in die nächste Haltestelle möglich.

b) natürliche Lüftung (freie Lüftung)

Sie wird in der Regel die aufgezeigten Anforderungen nicht erfüllen; sollte dennoch eine natürliche Lüftung zum Einsatz kommen, so ist die Wirksamkeit anhand der oben angegebenen Berechnungen nachzuweisen.

Anmerkung: Im Zuge der Abstimmung der beteiligten Kreise gemäß DIN EN 81-20 (0.4.2) ist unter Berücksichtigung der Erkenntnisse dieser Richtlinie und gemäß einer Risikobeurteilung zu prüfen, ob über die geforderte Lüftung gemäß DIN EN 81-20 (5.4.9) hinaus zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind, um eine ausreichende Belüftung des Fahrkorbs in den unterschiedlichen Betriebszuständen zu gewährleisten.

6 Rauchableitung

Durch eine Rauchableitung im Aufzugsschacht soll ermöglicht werden, dass Rauchgase, die außerhalb des Aufzugsschachts entstehen und über die funktionsbedingten Spalten der Aufzugsschachttüren in diesen eindringen könnten, nicht direkt in andere Geschosse übertragen werden können. Dies gilt es insbesondere zu vermeiden, wenn der Aufzugsschacht verschiedene Geschosse und Brandabschnitte eines Gebäudes miteinander verbindet. Rauchgase sind das Gemisch aus Luft und Verbrennungsprodukten.

Zur erfolgreichen Umsetzung des Schutzziels der sicheren Verwendung von Aufzugsanlagen ist ein Konzept zur Rauchableitung aus dem Aufzugsschacht unabdingbar. Die Forderungen und Lösungsansätze sollen nachfolgend aufgezeigt werden.

Anmerkung: Vorhandene und eingetragene Brandlasten in den Aufzugsschacht werden in dieser Richtlinie nicht berücksichtigt.

5.7.3.4 Conclusion

As a consequence of the findings, the CO₂ concentration in the lift car has to be kept low. Possible measures for limiting the CO₂ concentration could be:

a) mechanical ventilation

A sufficient volume flow rate can be generated in the lift car by means of a fan in connection with sufficiently dimensioned supply and exhaust air openings or several fans for supply and exhaust air. The energy for supplying the fan is to be ensured for at least two hours.

Note: In the course of the coordination according to DIN EN 81-20 (0.4.2), e.g., the necessary energy supply in the different operating states of the lift is also to be considered.

Note 2: With an appropriately designed backup power supply, it would also be possible to proceed to the next stop in the event of a power failure.

b) natural ventilation (free ventilation)

It will, as a rule, not fulfil the requirements shown; should natural ventilation nevertheless be used, its effectiveness shall be proven using the calculations given above.

Note: In the course of the coordination of the parties involved in accordance with DIN EN 81-20 (0.4.2), it shall be examined, taking into account the findings of this standard and in accordance with a risk assessment, whether additional measures are required to ensure sufficient ventilation of the lift car in the different operating conditions over and above the required ventilation in accordance with DIN EN 81-20 (5.4.9).

6 Smoke removal

Smoke extraction in the lift shaft is intended to prevent flue gases that arise outside the lift shaft and could penetrate into it via the functional gaps in the lift shaft doors from being transferred directly to other floors. This shall be avoided in particular if the lift shaft connects different floors and fire compartments of a building. Flue gases are a mixture of air and combustion products.

A concept for smoke extraction from the lift shaft is indispensable to successfully implement the protection goal of safe use of lift systems. The requirements and possible solutions are outlined below.

Note: Existing and inflowing fire loads in the lift shaft are not considered in this standard.

6.1 Verordnungen, Richtlinien, Gesetze und Normen

6.1.1 Schutzziel

Es soll vermieden werden, dass über einen Aufzugsschacht Brandgase und Brandrauch, die außerhalb des Aufzugsschachts entstehen, über die funktionsbedingte Spalte der Aufzugsschachttüren in andere Geschosse übertragen werden können, insbesondere, wenn der Aufzugsschacht verschiedene Geschosse und Brandabschnitte eines Gebäudes miteinander verbindet.

6.1.2 Europa

Aufzugsrichtlinie (2014/33/EU)

Ziel dieser Richtlinie ist es sicherzustellen, dass auf dem Markt befindliche Aufzugsanlagen und Sicherheitsbauteile für Aufzugsanlagen die Anforderungen für ein hohes Niveau in Bezug auf Gesundheitsschutz und Sicherheit (GSA) erfüllen.

Im Sinne der Aufzugsrichtlinie sind Aufzugsanlagen so zu entwerfen und zu bauen, dass auch bei einem längeren Halt eine ausreichende Lüftung für die Insassen gewährleistet ist, siehe Anhang I, 4.7. Des Weiteren ist bei einer Risikobetrachtung der Anhang 1 der Maschinenrichtlinie zu beachten.

Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Die Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen sind aufgrund identischer Schutzziele sinngemäß deckungsgleich mit der Aufzugsrichtlinie.

Bauproduktenverordnung (EU 305/2011)

Die Bauproduktenverordnung dient der Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten.

Bauprodukte benötigen einen Nachweis für ihre Verwendbarkeit. Ohne einen solchen Nachweis dürfen Bauprodukte und Bauarten nicht eingesetzt werden.

Grundsätzlich gilt die Bauproduktenverordnung nicht für Aufzugsanlagen gemäß Richtlinie 2014/33/EU und Richtlinie 2006/42/EG sowie Komponenten der Gebäudeschnittstelle. Allerdings gibt es Ausnahmen, wie die Komponenten zur Rauchableitung aus Aufzugsschächten.

DIN EN 81-20

Hinweise zu technischen Ausführungen – losgelöst von den baulichen Anforderungen gemäß DIN EN 81-20 – werden als eine der Möglichkeiten zur Erfüllung der Anforderungen der Aufzugsrichtlinie gesehen. Die Anforderungen der DIN EN 81-20 zur Erreichung aller Schutzziele sind zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abzustimmen und zu dokumentieren. Brand- oder Rauchererkennungssysteme, z.B. punktförmige Rauchmelder (DIN EN 54-7),

6.1 Ordinances, directives, laws, and standards

6.1.1 Protection goal

The aim is to prevent fire gases and smoke generated outside the lift shaft from being transferred to other floors via the functional gaps in the lift shaft doors, especially if the lift shaft connects different floors and fire compartments of a building.

6.1.2 Europe

Lifts Directive (2014/33/EU)

The aim of this directive is to ensure that lifts and safety components for lifts on the market meet the requirements for a high level of health and safety (GSA).

In accordance with the Lifts Directive, lift systems shall be designed and constructed in such a way that sufficient ventilation is ensured for the passengers even during a prolonged stop, see Annex I, 4.7. Furthermore, Annex 1 of the Machinery Directive shall be observed when considering the risk.

Machinery Directive (2006/42/EC)

The health and safety requirements are congruent with the Lifts Directive due to identical safety objectives.

Construction Products Regulation (EU 305/2011)

The Construction Products Regulation serves to define harmonised conditions for the marketing of construction products.

Construction products require evidence of their usability. Without such evidence, the use of construction products and types of construction is not permitted.

In general, the Construction Products Regulation does not apply to lift systems in accordance with Directive 2014/33/EU and Directive 2006/42/EC or to building interface components. However, there are exceptions, such as components for smoke extraction from lift shafts.

DIN EN 81-20

Notes on technical designs – separate from the structural requirements in accordance with DIN EN 81-20 – are seen as one of the options for fulfilling the requirements of the Lifts Directive. The requirements of DIN EN 81-20 for achieving all safety objectives shall be agreed between the client and contractor and documented. Fire or smoke detection systems, e.g., point-type smoke detectors (DIN EN 54-7), linear detectors (DIN EN 54-12),

linienförmige Melder (DIN EN 54-12) und Ansaugrauchmelder (DIN EN 54-20), sind gemäß Abschnitt 5.2.1.2.1 keine aufzugfremden Einrichtungen. Weiterführende Aussagen, unter anderem mit Blick auf Umgebungsbedingungen, sind den Abschnitten 0.4.2 ff. und Anhang E.3 zu entnehmen.

Anmerkung: Darüber hinaus finden sich weiterführende Anforderungen in anderen Normen der DIN-EN-81-Reihe.

6.1.3 Deutschland

Eine Öffnung zur Rauchableitung aus dem Aufzugsschacht ist eine Sicherheitseinrichtung für den Brandfall, die je nach Beschaffenheit des Aufzugsschachts oder entsprechend der Nutzung einer Immobilie eingesetzt wird. Sie ermöglicht das Abströmen von eingedrungenen Rauchgasen aus dem Aufzugsschacht.

Wann und in welcher Größe Öffnungen zur Rauchableitung vorhanden sein müssen, ist den länderspezifischen Bau- und Baudurchführungsvorschriften zu entnehmen.

Anmerkung: Auch die Anforderungen an die dazu notwendigen Produkte müssen unter Berücksichtigung föderaler Regelungen und Vorgaben betrachtet werden.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Die Forderungen der Verordnung sind unter Abschnitt 5.2.3 aufgezeigt.

Musterbauordnung (MBO)

Die Forderungen der Musterbauordnung sind unter Abschnitt 5.2.3 aufgezeigt.

Landesbauordnungen (LBO)

Die Forderungen der Bauordnungen sind unter Abschnitt 5.2.3 aufgezeigt.

Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV-TB)

Die Forderungen finden sich z.B. in Abschnitt A 2.1.13 oder in Anhang 4 unter Abschnitt 5.3 der Verwaltungsvorschrift.

Baugenehmigung, Brandschutzkonzept, Abstimmung der beteiligten Kreise

Ist für das Gebäude, in dem ein Aufzugsschacht mit einer Öffnung zur Rauchableitung ausgerüstet wird, ein Brandschutznachweis/Brandschutzkonzept im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens zu erstellen, ist zu prüfen, ob diese Rauchableitung in diesem Verfahren mitbewertet werden muss.

6.2 Rauchableitung aus dem Aufzugsschacht (natürlicher Rauchabzug)

Im Aufzugsschacht vorhandene Rauchgase sollen über eine Öffnung aufgrund sich einstellender thermodynamischer Temperatur-/Druckverhältnisse ins

and aspirating smoke detectors (DIN EN 54-20), are not non-lift equipment according to Section 5.2.1.2.1. Further information, including with regard to ambient conditions, can be found in Sections 0.4.2 ff. and Annex E.3.

Note: In addition, further requirements can be found in other standards of the DIN EN 81 series.

6.1.3 Germany

An opening to allow smoke to escape from the lift shaft is a safety device to be used in the event of a fire. The mode of application depends on the nature of the lift shaft or the use of a property. The opening allows smoke gases that have penetrated the lift shaft to escape.

The state-specific building and implementation regulations state when and in what size openings for smoke extraction shall be provided.

Note: The requirements for the necessary products shall also be considered in the light of federal regulations and specifications.

German Ordinance on Industrial Safety and Health (BetrSichV)

The requirements of the ordinance are listed in Section 5.2.3.

German Model Building Code (MBO)

The requirements of the model building regulations are shown in Section 5.2.3.

Regional adapted German model building code (LBO)

The requirements of the LBO regulations are shown in Section 5.2.3.

Model Administrative Provisions – Technical Building Rules (MVV-TB)

The requirements can be found, for example, in Section A 2.1.13 or in Annex 4 under Section 5.3 of this regulation.

Building permit, fire protection concept, coordination of the parties involved

If a fire protection certificate/fire protection concept is to be prepared as part of the building permit procedure for the building in which a lift shaft is equipped with an opening for smoke extraction, it shall be checked whether this smoke extraction system shall also be assessed in this procedure.

6.2 Smoke removal from the lift shaft (natural smoke extraction)

Flue gases present in the lift shaft shall be removed to the outside through an opening – due to the thermodynamic temperature/pressure conditions –

Freie befördert werden, um ein Überströmen in andere Geschosse und Brandabschnitte über die Spalten der Aufzugsschachttüren zu vermeiden. Diese erforderliche Öffnung muss im Brandfall permanent offen sein.

Soll die erforderliche Öffnung temporär verschlossen werden, um z.B. unerwünschte witterungsabhängige Einflüsse über den Aufzugsschacht zu unterbinden, müssen sich diese Verschlüsse im Brandfall selbsttätig öffnen und bis zum Rücksetzen in der geöffneten Position funktionssicher verbleiben.

Beim Auftreten von Rauch im Aufzugsschacht müssen sich die Verschlüsse automatisch öffnen.

Die gewählte technische Anlage muss in der Lage sein, die Anforderung an die Rauchableitung jederzeit sicherzustellen. Die Funktionalität der Anlage muss deshalb auch bei widrigen äußeren Witterungsbedingungen (Wind, Regen, Schneefall, Temperatur usw.) gewährleistet werden und sichergestellt sein.

Für diese Anlagen – bestehend aus Verschluss mit Öffnungsmechanismus sowie rauchabhängiger Auslöse- und Steuerungseinrichtung – müssen ausschließlich Komponenten und Bauprodukte verwendet werden, die nach nationalen Prüfanforderungen und harmonisierten Normen für den Markt zugelassen und für den Verwendungszweck geeignet sind.

Anmerkung: In der Praxis werden für die Verschlüsse geprüfte und CE-gekennzeichnete Bauprodukte auf Basis der Norm DIN EN 12101-2 eingesetzt.

Diese Bauprodukte sind entsprechend der Einbaulage, der erforderlichen Temperaturbeständigkeit, der erforderlichen geometrischen Öffnungsfläche und des Standorts hinsichtlich des Funktionserhalts und der Einwirkungen von Wind, Regen, Schnee usw. sowie den Umgebungstemperaturen auszuwählen und zu verwenden.

6.3 Technische Anforderungen

Beim Ausfall der Stromversorgung muss sichergestellt sein, dass das Verschlusselement sicher in den offenen Zustand gebracht werden kann, z.B. mit Systemkomponenten nach dem sogenannten „Fail-Safe-Prinzip“.

Kann dies nicht sichergestellt werden, dann ist eine Sicherheitsnotstromversorgung zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit notwendig. Außerdem sind die bauordnungsrechtlichen Vorgaben und Anforderungen hinsichtlich der brandschutztechnischen Anforderungen an die Leitungsverlegung zu berücksichtigen.

in order to prevent overflow to other floors and fire compartments via the gaps in the lift shaft doors. This required opening shall be permanently open in the event of fire.

If the required opening is to be temporarily closed, e.g. to prevent undesirable weather-related influences via the lift shaft, this closure shall open automatically in the event of fire and keep its functional safety in the open position until reset.

In the event of smoke in the lift shaft, the closure shall open automatically.

The selected technical system shall be able to ensure the smoke extraction requirement at all times. The functionality of the installation shall therefore be guaranteed and ensured even under adverse external weather conditions (wind, rain, snowfall, temperature, etc.).

These installations – consisting of a closure with an opening mechanism and a smoke-dependent release and control device – have to be composed only of components and construction products that are approved for the market in accordance with national test requirements and harmonised standards and are suitable for the intended use.

Note: In practice, tested and CE-marked construction products based on DIN EN 12101-2 are used for the closures.

These building products shall be selected and used in accordance with the location, the installation position, the required temperature resistance, and the required geometrical area of the opening so that the functional safety is always sustained and the effects of wind, rain, snow, etc. as well as the ambient temperatures are coped with.

6.3 Technical requirements

In the event of a power supply failure, it shall be ensured that the closing element can be safely brought into the open state, e.g. with system components according to the so-called “fail-safe principle”.

If this cannot be ensured, then a safety emergency power supply is to be provided to maintain functionality. In addition, the building code specifications and requirements regarding the fire protection requirements for cable routing shall be taken into account.

Es muss permanent die physikalische Position des Verschlusselements überwacht werden (geschlossen oder geöffnet). Bei einer Fehlermeldung, dass das Verschlusselement nicht betriebsbereit und geschlossen sei, muss eine weitere Nutzung der Aufzugsanlage grundsätzlich aus Sicherheitsgründen unterbunden werden.

6.3.1 Leitungsüberwachung

Ergänzend ist sicherzustellen, dass eine Überwachung auf Unterbrechung und/oder Kurzschluss der Leitungen zwischen Auslösestellen (z.B. Druckknopfmelder) und/oder Branderkennungselementen (z.B. BMA) gewährleistet ist. Bei einer Unterbrechung und/oder einem Kurzschluss muss sichergestellt sein, dass das Verschlusselement öffnet.

Anmerkung: Ein Auswahlssystem zur Auswahl des Übertragungswegs findet sich in VDI 6010 Blatt 2.

6.3.2 Brandfallsteuerung

Im Brandfall wird neben der Auslösung der Rauchableitung durch die im Aufzugsschacht eingebrachten Branderkennungselemente (z.B. Rauchmelder) mittels eines Alarmkontakts eine Fahrt des Fahrkorbs in die Bestimmungshaltestelle aktiviert. Auch durch die Betätigung des Druckknopfmelders (z.B. RWA-Bedienstelle) wird solch eine Fahrt durchgeführt.

Die weiterführenden Forderungen aus Normen und Richtlinien sind in Abschnitt 7.3 aufgezeigt.

Anmerkung: Diese Fahrt wird umgangssprachlich als „Evakuierungsfahrt“ bezeichnet.

7 Schnittstellen zu anderen Gewerken

Be- und Entlüftungseinrichtungen und Einrichtungen zur Rauchableitung aus Aufzugsschächten müssen bei Bedarf mit Schnittstellen zu weiteren Einrichtungen der technischen Gebäudeausrüstung (z.B. Gebäudeleittechnik/raumlufttechnische Anlagen) ausgestattet sein. Betrachtet werden hier z.B. die Schnittstelle zu einer Brandmeldeanlage (BMA) und zu einer eventuell vorhandenen Druckbelüftungsanlage (z.B. Feuerwehraufzug). Im Fall eines Brands oder einer Rauchentwicklung im Gebäude müssen Be- und Entlüftungseinrichtungen oder Einrichtungen zur Rauchableitung einen festgelegten Betriebszustand einnehmen.

7.1 Gebäudeautomation

Die Gebäudeautomation ist ein wesentlicher Bestandteil des technischen Facilitymanagements und hat das Ziel, Energie- und Betriebskosten zu senken, Funktionsabläufe zu automatisieren sowie Bedienung und Überwachung der technischen Anlagen zu vereinfachen. Es ist wichtig, nicht nur die Aufzugsanlagen, sondern auch die dazugehörige

The physical position of the closure element shall be permanently monitored (closed or open). In case of an alarm that the closing element is not ready for operation and is closed, further use of the lift system shall be prevented for safety reasons.

6.3.1 Line monitoring

In addition, it shall be ensured that the lines between trigger points (e.g. push-button detectors) and/or fire detection elements (e.g. fire alarm system) are monitored for interruptions and/or short circuits. In the event of an interruption and/or short circuit, it shall be ensured that the closing element opens.

Note: A selection system for choosing the transmission path can be found in VDI 6010 Part 2.

6.3.2 Fire recall system

In the event of a fire, the smoke extraction system is triggered by the fire detection elements installed in the lift shaft (e.g., smoke detectors) and an alarm contact activates the lift car to proceed to the designated stop. Such a journey is also performed by actuating the push-button detector (e.g., RWA control panel).

The additional requirements from standards and directives are listed in Section 7.3.

Note: This journey is colloquially referred to as an “evacuation journey”.

7 Interfaces to other trades

Ventilation systems or equipment for smoke extraction from lift shafts shall be equipped with interfaces to other technical building equipment (e.g., building management systems/air-handling systems), if required. This includes, for example, the interface to a fire alarm system (BMA) and to a possibly existing pressurised ventilation system (e.g., fire service lift). In the event of a fire or smoke development in the building, ventilation systems or equipment for smoke extraction shall assume a defined operating state.

7.1 Building automation

Building automation is an essential component of technical facility management and has the aim of reducing energy and operating costs, automating functional processes, and simplifying the operation and monitoring of technical installations. It is important to integrate not only the lift systems, but also the associated smoke extraction from the lift

Rauchableitung aus dem Aufzugsschacht und gegebenenfalls weitere Anlagen entsprechend dem gewählten Standard in die Gebäudeautomation mithilfe geeigneter Schnittstellen und Funktionen zu integrieren. Die zukunftsorientierte und ganzheitliche Vernetzung der technischen Anlagen in Gebäuden ist zunehmend mitentscheidend über den nachhaltigen Wert von Gebäuden.

7.2 Brandmeldeanlage – BMA

Baurechtliche Vorschriften, Richtlinien und Normen, z.B. DIN VDE 0833 oder DIN 14675 für Brandmeldeanlagen, können in einem Gebäude die ganzheitliche Überwachung aller Räume fordern. In Abhängigkeit von den Anforderungen aus dem Brandmelde- und Alarmierungskonzept fällt auch die Überwachung des Aufzugsschachts in den Überwachungsumfang der BMA. Dies ist insbesondere bei BMA der Kategorie 1 und 2 nach DIN 14675-1 der Fall.

Bereits vorhandene Brandmelder (z.B. Ansaugrauchmelder) können auch für die Aufzugsschachtüberwachung genutzt werden, indem sie die Rauchableitung im Brandfall über Eingangs-/Ausgangsgeräte (sogenannte „Koppler“) ansteuern. Die Anforderungen an die Eingangs-/Ausgangsgeräte sowie die Überwachung der Übertragungswege können aus VDI 6010 Blatt 2 abgeleitet werden.

Öffnungen zur Rauchableitung in Aufzugsschächten sind so konzipiert, dass sie im Fall von Rauch im Aufzugsschacht die geforderte Öffnung im Aufzugsschachtkopf freigeben. Bei einem Netzausfall fahren diese automatisierten Öffnungen spätestens nach 60 s vollständig in den geöffneten Zustand.

Die BMA muss nach der dafür vorhandenen Marktzulassung errichtet und betrieben werden. Diese Zulassung schließt jedoch nicht eine externe Steuerung (z.B. automatisch betätigte Öffnung zur Rauchableitung) ein. Die Projektierung und Festlegung erfolgt nach DIN VDE 0833 oder DIN 14675.

In den Aufzugsschacht eingebrachte Anlagen zur Rauchererkennung dürfen nicht zu einer Beeinträchtigung des Aufzugsbetriebs führen. Komponenten der Rauchererkennung und deren Schnittstellen zur Aufzugsanlage (mechanisch oder elektrisch) müssen zwischen den Herstellern/Errichtern abgestimmt werden.

Wichtiger Hinweis

Die Anforderungen der Norm DIN EN 81-20 zur Erreichung aller Schutzziele sind zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abzustimmen und zu dokumentieren. Eine enge Abstimmung mit dem Errichter der

shaft and, if necessary, other systems in accordance with the selected standard into the building automation system with the help of suitable interfaces and functions. The future-orientated and holistic networking of technical installations in buildings is increasingly becoming a decisive factor in the sustainable value of buildings.

7.2 Fire alarm system – BMA

Building regulations, standards, and directives, e.g., DIN VDE 0833 or DIN 14675 for fire alarm systems, may require the comprehensive monitoring of all rooms in a building. Depending on the requirements of the fire alarm signal and alarm concept, monitoring of the lift shaft is also included in the scope of the BMA control. This is particularly the case with BMA of category 1 and 2 in accordance with DIN 14675-1.

Existing fire alarm signals (e.g. aspirating smoke detectors) can also be used for lift shaft monitoring by controlling the smoke removal in the event of a fire via input/output devices (so-called “couplers”). The requirements for the input/output devices and the monitoring of the transmission paths can be derived from VDI 6010 Part 2.

Openings for smoke extraction in lift shafts are designed in such a way that they unblock the required opening in the lift shaft head in the event of smoke in the lift shaft. In the event of a power failure, these automated openings move fully into the open position after 60 s at the latest.

The BMA shall be installed and operated in accordance with the market approval available for it. However, this approval does not include an external control system (e.g., automatically actuated opening for smoke evacuation). Project planning and specification are carried out in accordance with VDE 0833 or DIN 14675.

Smoke detection systems installed in the lift shaft shall not impair lift operation. Smoke detection components and their interfaces to the lift system (mechanical or electrical) shall be coordinated between the manufacturers/installers.

Important remark

The requirements of DIN EN 81-20 for achieving all protection goals shall be agreed between the client and the contractor and documented. Close coordination with the installer of the fire alarm system is es-

Brandmeldeanlage ist hier unumgänglich. Insbesondere ist die Umsetzung des genehmigten Brandschutzkonzepts sowie des darin enthaltenen sicherheitstechnischen Steuerungskonzepts zu beachten. Aus dem sicherheitstechnischen Steuerungskonzept wird im Projektverlauf die Brandfallsteuermatrix entwickelt, siehe hierzu VDI 6010 Blatt 1.

7.3 Brandfallsteuerung

Wenn das Brandschutzkonzept/der Brandschutznachweis des Gebäudes oder andere vertragliche Anforderungen es vorsehen, leitet die Aufzugsteuerung nach einer Brandfallmeldung eine Fahrt in die Bestimmungshaltestelle (Evakuierungshaltestelle) ein.

Mit der Brandfallsteuerung einer Aufzugsanlage soll verhindert werden, dass bei einem festgestellten Brand in einem Gebäude die Aufzugsanlage weiterhin als Beförderungsmittel genutzt werden kann.

Während DIN EN 81-73 das Verhalten von Aufzugsanlagen im Brandfall beschreibt, wird in VDI 6017 die Brandfallsteuerung von Aufzugsanlagen näher beschrieben.

7.4 Vorraumüberwachung von Aufzugsanlagen

Sollte der Vorraum der Aufzugsanlage nicht durch eine Brandmeldeanlage überwacht werden, muss sichergestellt werden, dass im Fahrkorb befindliche Personen diesen sicher verlassen können. Diese Forderung gilt für alle Brandabschnitte.

Brandmelder (z.B. Rauchmelder; DIN EN 54-7) müssen in diesem Fall in jedem Aufzugsvorraum oder vor jedem Aufzugszugang in jedem Rauchabschnitt montiert werden. Sobald in einem der überwachten Vorräume Rauch detektiert wird, wird die Aufzugsanlage automatisch über die Brandfallsteuerung in die Evakuierungshaltestelle gefahren. Diese Funktion entspricht der „erweiterten statischen Brandfallsteuerung“ gemäß VDI 6017. Ergänzend zu den Rauchmeldern sollte eine manuelle Evakuierung über eine manuelle Rücksendeinrichtung (DIN EN 81-73) möglich sein. Das System muss zur Ansteuerung der Aufzugsanlage über eine Sicherheitsstromversorgung (DIN EN 54-4) verfügen. Die Planung und Projektierung erfolgt gemäß DIN VDE 0833-2.

Wichtiger Hinweis

Vorrangig ist das objektspezifische Brandschutzkonzept zu beachten. Anforderungen können aufgrund von regionalen Gegebenheiten variieren.

sential here. In particular, the implementation of the approved fire protection concept and the safety control concept contained therein is to be observed. The fire control matrix is developed from the safety control concept during the course of the project, see VDI 6010 Part 1.

7.3 Fire recall system

If the fire protection concept/fire protection certificate of the building or other contractual requirements provide for it, the lift controller initiates a journey to the designated landing (evacuation landing) after a fire alarm.

The fire protection control system of a lift system is designed to prevent the lift system from continuing to be used as a means of transport if a fire is detected in a building.

While DIN EN 81-73 describes the behaviour of lift systems in the event of a fire, VDI 6017 describes the fire recall system of lifts in more detail.

7.4 Anteroom monitoring of lift systems

Should the anteroom of the lift system not be monitored by a BMA, it shall be ensured that persons in the lift car can leave it safely. This requirement applies to all fire compartments.

In this case, fire alarm signals (e.g., smoke detectors; DIN EN 54-7) shall be installed in each anteroom or in front of each lift entrance in each smoke zone. As soon as smoke is detected in one of the monitored anterooms, the lift system is automatically moved to the evacuation stop via the recall system. This function corresponds to the “extended static recall system” in accordance with VDI 6017. In addition to the smoke detectors, manual evacuation via a manual return device should be possible (DIN EN 81-73). The system shall have a safety power supply system (DIN EN 54-4) to control the lift system. Planning and project management are carried out in accordance with DIN VDE 0833-2.

Important remark

Priority shall be given to the property-specific fire protection concept. Requirements may vary due to regional conditions.

7.5 Druckbelüftungsanlagen/Differenzdrucksysteme/Rauchschutz-Druckanlagen – RDA

Druckbelüftungsanlagen – auch bezeichnet als Rauchschutz-Druckanlagen (RDA) – dienen im Brandfall dazu, ein Eindringen von Rauchgasen über die Aufzugsschachttüren in den Aufzugsschacht zu vermeiden. Bei Feuerwehraufzugsanlagen wird durch Druckbelüftungsanlagen das Eindringen von Rauch in die Aufzugsschächte und die dazugehörigen Vorräume in den Geschossen verhindert, dadurch ist im Brandfall ein Aufzugsbetrieb möglich.

Druckbelüftungsanlagen müssen im Brandfall selbsttätig ausgelöst werden. Die selbsttätige Auslösung hat über die Kenngröße „Rauch“ zu erfolgen.

Bei Auslösung einer Druckbelüftungsanlage ist für deren Funktionsfähigkeit und Wirksamkeit sicherzustellen, dass alle für die natürliche Be- und Entlüftung vorhandenen Öffnungen im Aufzugsschacht unverzüglich und automatisch geschlossen werden.

Sollte es zur Temperaturbegrenzung in Aufzugsschächten von Aufzugsanlagen eine maschinelle Lüftung oder eine RLT-Anlage geben, so sind diese Anlagen ebenfalls unverzüglich und automatisch abzuschalten.

Wichtiger Hinweis

Es muss sichergestellt werden, dass die Verschlussklappen von Öffnungen für die natürliche Lüftung auch bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung ausreichend lang mit Strom versorgt werden und funktionsfähig bleiben. Dies gilt auch als erfüllt bei Anschluss an die Sicherheitsstromversorgung der Druckbelüftungsanlage.

8 Montage, Instandhaltung und Dokumentation

Montage und Instandhaltung von Lüftungssystemen und/oder Einrichtungen zur Rauchableitung müssen durch ein Unternehmen mit fachlich nachgewiesener Qualifikation erfolgen. Hierbei müssen die Vorgaben des Herstellers erfüllt werden. Bei Arbeiten an Aufzugsanlagen und in Bezug stehenden Komponenten müssen technische und rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Diese finden sich unter anderem in

- europäischen und nationalen gesetzlichen Regelungen,
- harmonisierten Normen, Richtlinien und Regeln,
- Montageanleitungen des Herstellers.

Im Rahmen von Montage- und Instandhaltungsarbeiten müssen nachfolgende Anforderungen berücksichtigt werden:

7.5 Pressurised ventilation systems/differential pressure systems/smoke pressurisation systems – RDA

In the event of a fire, pressurised ventilation systems, also called smoke pressurisation systems (RDA), serve to prevent smoke gases from entering the lift shaft through the lift shaft doors. In firefighter lift systems, RDA prevent smoke from entering into the lift shafts and the associated anterooms on the floors, which means that the lift can be operated in the event of a fire.

RDA shall be triggered automatically in the case of fire. The automatic triggering has to take place via the parameter “smoke”.

When an RDA is triggered, it shall be ensured that all openings in the lift shaft for natural ventilation are closed immediately and automatically to ensure that the RDA functions properly and effectively.

Should there be mechanical ventilation or an air-conditioning system to limit the temperature in lift shafts of lift installations, these installations shall also be switched off immediately and automatically.

Important remark

It shall be ensured that the closing flaps of openings for natural ventilation are supplied with power for a sufficiently long time and remain functional even if the general power supply fails. This is also considered to be fulfilled when the RDA is connected to the safety power supply system

8 Assembly, maintenance, and documentation

The installation and maintenance of ventilation systems and/or smoke extraction equipment shall be carried out by a company with proven professional qualifications. The manufacturer’s specifications are to be fulfilled. When working on lift systems and related components, technical and legal framework conditions have to be taken into account. These can be found, among other things, in

- European and national legal regulations,
- harmonised standards, directives, and rules,
- assembly instructions from the manufacturer.

The following requirements shall be taken into account during installation and maintenance work:

- DGUV-Information 209-053
- DGUV-Information 309-011

Anmerkung: Aufzugsfremde Unternehmen sind gemäß DGUV-Information 309-011 Unternehmen, die nicht direkt an den Aufzugskomponenten tätig sind, sondern in deren Wirkbereichen, oder die diese zur Erledigung ihrer Arbeiten benutzen.

8.1 Montage

Die Montage versteht sich als Prozess, der die folgenden einzelnen Teilschritte beinhaltet:

- Erstellen
- Ändern
- Modernisieren

8.2 Instandhaltung (gemäß VDI 3810 Blatt 6)

Die Instandhaltung versteht sich als Prozess, der die folgenden einzelnen Teilschritte beinhaltet:

- Wartung
- Inspektion
- Instandsetzung
- Verbesserung

Instandhaltung implementiert die Umsetzung möglicher und erforderlicher technischer und administrativer Maßnahmen zum Erhalt oder zur Wiederherstellung eines funktionsfähigen und sicheren Zustands. Festgestellte Mängel sind unverzüglich zu beheben (§ 4 ArbStättV).

Um die Sicherheit von Personen und die Verfügbarkeit der Aufzugsanlage zu gewährleisten, ist eine qualifizierte und bedarfsgerechte Instandhaltung erforderlich.

Verantwortlich für die Instandhaltung ist, wer die tatsächliche oder rechtliche Möglichkeit hat, die notwendigen Entscheidungen im Hinblick auf die Sicherheit der Anlage zu treffen. Auf die Eigentumsverhältnisse kommt es dabei nicht an.

8.2.1 Wartung

Die Wartung von Lüftungssystemen und/oder Einrichtungen zur Rauchableitung und deren Komponenten erfolgt entsprechend der gesetzlichen Regelungen und Herstellervorgaben.

Anmerkung: Raumlufttechnische Anlagen (RLT) werden in diesem Abschnitt nicht berücksichtigt.

8.2.2 Instandsetzung von Branderkennungselementen

In DIN 14675-1 sowie in DIN 14677-1 werden für Brandmelder Festlegungen getroffen, um auch während des Betriebs die Schutzzieleerfüllung zu gewährleisten.

Hierzu ist ein regelmäßiger Austausch von Meldern, insbesondere Meldern mit optischer Messkammer

- DGUV Information 209-053
- DGUV Information 309-011

Note: According to DGUV-Information 309-011, non-lift companies are companies that do not work directly on the lift components, but in their working areas, or that use them to carry out their work.

8.1 Assembly

Assembly is to be understood as a process that includes the following individual sub-steps:

- creating
- changing
- modernising

8.2 Maintenance (in accordance with VDI 3810 Part 6)

Maintenance is to be understood as a process that includes the following individual sub-steps:

- servicing
- inspection
- repair
- improvement

Maintenance is to implement the possible and necessary technical and administrative measures to maintain or restore a functional and safe condition. Any defects identified shall be rectified immediately (§ 4 ArbStättV).

Qualified and needs-based maintenance is required to ensure the safety of persons and the availability of the lift system.

The person who has the actual or legal power to make the necessary decisions with regard to the safety of the installation is responsible for maintenance. The ownership structure is irrelevant.

8.2.1 Servicing

The servicing of ventilation systems and/or smoke extraction equipment and their components is carried out in accordance with statutory rules and manufacturer specifications.

Note: Air-conditioning systems are not included in this section.

8.2.2 Repair of fire detection elements

DIN 14675-1 and DIN 14677-1 contain specifications for fire alarm signals to ensure that the protection target is also met during operation.

This requires a periodic replacement of detectors, especially detectors with an optical measuring

notwendig, dessen Häufigkeit von verschiedenen Kriterien abhängig ist. Diese Kriterien sind in DIN 14675-1 und DIN 14677-1 näher spezifiziert. In der Regel liegen die Tauschzyklen bei:

- **alle acht Jahre**
für Brandmelder mit Verschmutzungskompensation oder automatischer Kalibriereinrichtung
- **alle fünf Jahre**
für Brandmelder ohne Verschmutzungskompensation oder automatische Kalibriereinrichtung

8.3 Montage-/Instandhaltungspersonal

Das Montage-/Instandhaltungspersonal muss über die zur Durchführung der Arbeiten erforderliche Fachkunde verfügen und befugt sein, Bereiche mit beschränktem Zugang (z.B. Aufzugschacht, Triebwerksraum, Rollenräume) zu betreten. Durch das Betreten dieser Bereiche ergibt sich eine hohe mechanische und elektrische Gefährdung, die nur akzeptabel ist, wenn das Montage-/Instandhaltungspersonal

- a) im Umgang mit der jeweiligen Aufzugsanlage fachkundig,
- b) mit dem Sicherheitskonzept der Aufzugsanlage vertraut und
- c) in der Lage ist, vor Montagebeginn die Funktionsfähigkeit von relevanten Sicherheitseinrichtungen der Aufzugsanlage zu prüfen und zu bewerten.

Anmerkung: Weitere Informationen zur Qualifizierung von Personal findet sich in VDI 2168.

Sicherheitshinweis

Vor Montage-/Instandhaltungsbeginn hat sich das Montage-/Instandhaltungspersonal zu vergewissern, dass die relevanten Sicherheitseinrichtungen der Aufzugsanlage funktionsfähig sind. Hierzu gehören insbesondere Nothalt-Schalter, Inspektionssteuern, Inspektionsendschalter, absturzsichernde (Klapp-)Geländer sowie Sicherheitsdispositive zur Schutzraumabsicherung. Dem Montage-/Instandhaltungspersonal müssen Informationen hinsichtlich örtlicher Randbedingungen (z.B. Nutzung, Umgebungsbedingungen) zur Verfügung stehen.

Im Zuge von Arbeiten an Aufzugsanlagen muss auch ausreichende Be- und Entlüftung für das eingesetzte Montage- und Instandhaltungspersonal unter Berücksichtigung der Anforderungen § 3 BetrSichV sichergestellt werden.

8.4 Dokumentation

Auf Basis der nationalen Umsetzung der Anforderungen korrespondierender EU-Richtlinien (z.B. EMV-, Niederspannungs-, Maschinenrichtlinie,

chamber, the frequency of which depends on various criteria. These criteria are specified in more detail in DIN 14675-1 and DIN 14677-1. As a rule, the replacement cycles are enclosed:

- **every eight years**
for fire alarm signals with contamination compensation or automatic calibration device
- **every five years**
for fire alarm signals without contamination compensation or automatic calibration device

8.3 Assembly/maintenance personnel

The installation/maintenance personnel shall have the requisite qualification to perform the work and be authorised to enter areas with restricted access (e.g., lift shaft, machine room, roller rooms). Entering these areas results in a high mechanical and electrical hazard, which is only acceptable if the installation/maintenance personnel

- a) are competent in handling the respective lift system,
- b) are familiar with the safety concept of the lift system and
- c) are able to check and evaluate the functionality of relevant safety devices of the lift system before starting the installation.

Note: Further information on the qualification of personnel can be found in VDI 2168.

Safety note

Before starting installation/maintenance, the installation/maintenance personnel have to make sure that the relevant safety devices of the lift system are functional. In particular, this includes emergency stop switches, inspection controls, inspection limit switches, fall-protection (folding) railings, and safety devices for safeguarding the protected area. Installation/maintenance personnel shall have access to information regarding local conditions (e.g. utilisation, environmental conditions).

When working on lift systems, sufficient ventilation shall also be ensured for the installation and maintenance personnel, taking into account the requirements of § 3 BetrSichV.

8.4 Documentation

Based on the national implementation of the requirements of corresponding EU standards (e.g., EMC Directive, Low Voltage Directive, Machinery

Richtlinien 2014/30/EU, 2014/35/EU bzw. 2006/42/EG) müssen z.B. nachfolgende technische Dokumentationen zum Verbleib an der Anlage bereitgestellt werden:

- Betriebs-/Bedienungsanleitung
- Produktzulassungen/Konformitätserklärungen
- Installationsprotokoll
- Prüfbescheinigung

9 Erstmalige und wiederkehrende Prüfung

Zeitweilig verschlossene Be- und Entlüftungseinrichtungen und Einrichtungen zur Rauchableitung von Aufzugsanlagen und Aufzugsschächten, wie in dieser Richtlinie beschrieben, sind aufzugsexterne Sicherheitseinrichtungen (AFEX). Sie werden in der BetrSichV in Anhang 2, Abschnitt 2, Punkt 1 ff. behandelt. Die Prüfungsgrundlagen von § 15 BetrSichV („Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen“) und § 16 BetrSichV („Wiederkehrende Prüfung“) müssen daher für diese Systeme angewandt werden. In diesem Zusammenhang müssen auch die Forderungen der TRBS 1201 Teil 4 berücksichtigt werden.

Der Arbeitgeber oder der Betreiber müssen die mit der Prüfung beauftragte zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) über aufzugsexterne Sicherheitseinrichtungen der Aufzugsanlage (z.B. aus brandschutztechnischen Anforderungen oder aus Genehmigungen und Brandschutzkonzepten) informieren.

Anmerkung: Die ZÜS kann Prüfungen und Aussagen von Dienstleistern wie Herstellern, Errichtern sowie Instandhaltungsunternehmen berücksichtigen, wobei deren abschließende Bewertung der ZÜS obliegt.

9.1 Prüfungsablauf

Zeitweilig verschlossene Be- und Entlüftungseinrichtungen und Einrichtungen zur Rauchableitung von Aufzugsanlagen und Aufzugsschächten werden in der Regel nicht vom bauaufsichtlich anerkannten Sachverständigen geprüft. Bei der Bewertung sind sowohl die Herstellerangaben, Angaben des Betreibers und Umgebungsbedingungen (z.B. im Bereich einer Druckbelüftungsanlage) der Aufzugsanlage zu berücksichtigen. Prüfberichte und Funktionsbestätigungen vom Dienstleister – wie oben beschrieben – können durch die ZÜS-Sachverständigen angefordert und berücksichtigt werden.

Prüfungen durch Fachpersonen, z.B. baurechtlich anerkannte Sachverständige, können gefordert werden, wenn Anforderungen an Aufzugsanlagen

Directive, Directives 2014/30/EU, 2014/35/EU, 2006/42/EG, respectively), the following technical documentation, for example, shall be provided to remain with the installation:

- operating/user manual
- product approvals/declarations of conformity
- installation protocol
- test certificate

9 Initial and periodic inspection

Temporarily closed ventilation devices and equipment for smoke extraction from lift systems and lift shafts, as described in this standard, are lift-external safety devices (AFEX). They are dealt with in Annex 2, Section 2, Point 1 ff. of the BetrSichV. The inspection principles of § 15 BetrSichV (“Inspection before initial operation and before recommissioning after modifications requiring inspection”) and § 16 (“Periodic inspection”) shall therefore be applied to these systems. In this context, the requirements of TRBS 1201 Part 4 have to be taken into account as well.

The employer or operator have to inform the ZÜS commissioned with the inspection about AFEX (e.g., from fire protection requirements or from approvals and fire protection concepts) in the lift system.

Note: The ZÜS may follow testing and statements from service providers such as manufacturers, installers, and maintenance contractors, whereby the ZÜS is responsible for their final assessment.

9.1 Examination procedure

Temporarily closed ventilation systems and equipment for smoke extraction from lift systems and lift shafts are not, as a rule, inspected by a testing expert recognised by the building authorities. The assessment shall take into account the manufacturer’s specifications, the operator’s specifications, and the environmental conditions (e.g., in the area of a pressurised ventilation system) of the lift system. Test reports and functional confirmations from the service provider – as described above – may be requested and taken into account by the ZÜS experts.

Testing by specialists, e.g., testing experts recognised under building law, may be required if there are requirements for lift systems from the follow-

aus z.B. folgenden Unterlagen oder Rechtsgebieten bestehen:

- Baugenehmigung
- Brandschutzkonzept
- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

Anmerkung: Aufzugsanlagen fallen nicht unter das BImSchG. Brandschutztechnische Anforderungen an Aufzugsanlagen und die aufzugsexternen Sicherheitseinrichtungen können in der BImSchG-Genehmigung stehen, z.B. bei Industriebauten.

9.2 Prüffristen

Auf Basis des § 16 BetrSichV müssen Systeme zur Be- und Entlüftung sowie Einrichtungen zur Rauchableitung von Aufzugsanlagen und Aufzugsschächten jährlich geprüft werden.

Gemäß der TRBS 1201 müssen Prüffristen so festgelegt werden, dass im Zeitraum zwischen zwei Prüfungen diese Systeme sicher verwendet werden können. Kriterien für die Festlegung von Prüffristen sind insbesondere:

- Einsatzbedingungen (Art der Benutzung/Beanspruchung, Häufigkeit und Dauer der Benutzung usw.), unter denen die Einrichtung verwendet wird
- Herstellerhinweise, die in der Betriebsanleitung enthalten sind
- Schädigungsmechanismen und Erfahrungen mit einem eventuellen Ausfallverhalten dieser Systeme
- Unfallgeschehen oder Häufung von Mängeln an vergleichbaren Einrichtungen

9.3 Prüfbescheinigung

Um eine Nachweisführung zu erleichtern, empfiehlt es sich, im Zuge von wiederkehrenden Prüfungen eine Prüfbescheinigung in Form eines Aufklebers anzubringen. Dies erfolgt bevorzugt durch das Wartungsunternehmen auf einer Komponente der Einrichtung zur Rauchableitung im Aufzugsschacht oder Triebwerksraum.

Der Prüfbescheinigungsaufkleber sollte über die folgenden Inhalte verfügen.

Aufzugsexterne Sicherheitseinrichtung Aufzugsschacht

- Bestätigung der Funktionsprüfung:
 - Die Be- und Entlüftungseinrichtung und die Einrichtung zur Rauchableitung wurden wiederkehrend geprüft. Die Anlagenfunktion ist gegeben.
 - Die Einrichtung zur Rauchableitung besteht aus zugelassenen Komponenten.

ing documents or areas of law, for example:

- building permit
- fire protection concept
- German Immission Control Act (BImSchG)

Note: Lift systems are not subject to the BImSchG. Fire protection requirements for lift systems and AFEX may be included in the BImSchG permit, e.g., for industrial buildings.

9.2 Inspection deadlines

Based on § 16 BetrSichV, systems for ventilation and extraction as well as equipment for smoke extraction in lift systems and lift shafts are to be tested annually.

According to TRBS 1201, testing intervals shall be set in such a way that these systems can be used safely in the period between two tests. Criteria for the definition of test intervals are in particular:

- conditions of use (type of use/stress, frequency and duration of use, etc.) under which the equipment is used
- manufacturer's instructions contained in the operating instructions
- damage mechanisms and experience with the possible failure behaviour of these systems
- accident occurrence or accumulation of defects in comparable equipment

9.3 Inspection certificate

In order to facilitate verification, it is recommended to attach an inspection certificate in the form of a sticker in the course of periodic inspections. This is preferably done by the maintenance company on a component of a smoke removal device in the lift shaft or machine room.

The inspection certificate sticker should have the following contents.

Lift-external safety device lift shaft

- Confirmation of the functional test:
 - The ventilation system and the smoke extraction equipment were inspected periodically. The system function is given.
 - The smoke extraction equipment consists of approved components.

- Es ist zu überprüfen, dass die gesetzlich geforderten freien Querschnitte erreicht werden.
- Funktionstest der verbauten Komponenten:
 - Steuerungseinrichtung
 - Branderkennungselement
 - Druckknopfmelder
 - Verschlusselement
 - Lüftungsfunktionalität
- Nachweise/Bestätigung:
 - Geprüft am:
 - Nächste Prüfung:
 - Fachperson/Prüfperson: Name in Druckbuchstaben
 - Fachperson/Prüfperson: Unterschrift

Anmerkung: Weitere detailliertere Anforderungen zur Dokumentation mit Blick auf Prüfung gemäß BetrSichV sind der jeweils aktuellen TRBS 1201 Teil 4 zu entnehmen.

- It is to be verified that the legally required free cross-sections are achieved.
- Function test of the installed components:
 - control unit
 - fire detection element
 - push-button detector
 - closing element
 - ventilation functionality
- Evidence/confirmation:
 - Inspected on:
 - Next inspection:
 - Qualified expert/examiner: name in printed letters
 - Qualified expert/examiner: signature

Note: Further detailed requirements for documentation with regard to testing in accordance with BetrSichV can be found in the current TRBS 1201 Part 4.

Anhang A CO₂-Konzentration im Fahrkorb – Berechnungsbeispiele

Randbedingungen

- maximale CO₂-Konzentration im Fahrkorb:
 $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 5000 \text{ ppm}$ oder 3000 ppm
- CO₂-Konzentration der nachströmenden Zuluft:
 $c_{\text{CO}_2, \text{zu}} = 1000 \text{ ppm}$
Keine Außenluftqualität; Zuluft wird dem Fahrkorb aus dem Aufzugsschacht und diesem wiederum über angrenzende Vorräume mit hygienisch unbedenklicher CO₂-Konzentration zugeführt.
- Der Fahrkorb steht, die Lüftung ist aktiv.
- Aufzug: maximal acht Personen oder 630 kg zulässig
- Fahrkorbabmessungen:
Breite: 1,1 m; Länge: 1,4 m; Höhe: 2,2 m
 $V_{\text{Fahrkorb}} = 3,388 \text{ m}^3$
- Luftvolumen (= Bilanzvolumen) im Fahrkorb im Fall maximal zulässiger Personenzahl $N_{\text{Pers}} = 8$ und Maximalbelastung 630 kg sowie der Annahme der Dichte eines menschlichen Körpers von $\rho \approx 1000 \text{ kg/m}^3$:
 $V_{\text{B}} = V_{\text{Fahrkorb}} - V_{\text{Pers}}$
 $= 3,388 \text{ m}^3 - 630 \text{ kg} / (1000 \text{ kg/m}^3) = 2,758 \text{ m}^3$
- Die Temperaturerhöhung durch Personen im Fahrkorb wird für die Abschätzung vernachlässigt.

Abschätzung der CO₂-Emissionen von Personen im Fahrkorb für den Regelbetrieb des Aufzugs

- Annahmen zur körperlichen Aktivität der acht Personen im Fahrkorb (Zahlenwerte gemäß DIN EN ISO 8996)
 - sechs Personen, keine körperliche Aktivität: (Aktivitätsgrad 1,0 met):
etwa $16,0 \text{ l}_{\text{CO}_2}/(\text{h} \cdot \text{Pers.})$
 - zwei Personen, z.B. leichte Aktivität (Aktivitätsgrad: 1,6 met):
etwa $25,0 \text{ l}_{\text{CO}_2}/(\text{h} \cdot \text{Pers.})$
 - Mittelwert der CO₂-Emission pro Person:
etwa $18,25 \text{ l}_{\text{CO}_2}/(\text{h} \cdot \text{Pers.})$

Für die weitere Abschätzung wird der Zahlenwert einer mittleren CO₂-Emission pro Person von

$$\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}} = 20 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers})$$

zugrunde gelegt.

Annex A CO₂ concentration in the lift car – Calculation examples

Boundary conditions

- maximum CO₂ concentration in the lift car:
 $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 5000 \text{ ppm}$ or 3000 ppm
- CO₂ concentration of the incoming supply air:
 $c_{\text{CO}_2, \text{zu}} = 1000 \text{ ppm}$
No outside air quality; supply air is fed to the lift car from the lift shaft and this in turn is fed via adjacent anterooms with a hygienically safe CO₂ concentration.
- The lift car is not in motion, the ventilation is active.
- lift: maximum eight persons or 630 kg permitted
- car dimensions:
width: 1,1 m; length: 1,4 m; height: 2,2 m
 $V_{\text{Fahrkorb}} = 3,388 \text{ m}^3$
- air volume (= control volume for balancing) in the lift car in the case of maximum permissible number of persons $N_{\text{Pers}} = 8$ and maximum load 630 kg as well as the assumption of the density of a human body of $\rho \approx 1000 \text{ kg/m}^3$:
 $V_{\text{B}} = V_{\text{Fahrkorb}} - V_{\text{Pers}}$
 $= 3,388 \text{ m}^3 - 630 \text{ kg} / (1000 \text{ kg/m}^3) = 2,758 \text{ m}^3$
- The temperature increase due to persons in the lift car is neglected for the estimation.

Estimation of CO₂ emissions from persons in the lift car for regular operation of the lift

- Assumptions regarding the physical activity of the eight persons in the lift car (numerical values according to DIN EN ISO 8996):
 - six persons, no physical activity: (activity level 1,0 met):
about $16,0 \text{ l}_{\text{CO}_2}/(\text{h} \cdot \text{pers.})$
 - two persons, e.g. light activity (activity level: 1,6 met):
about $25,0 \text{ l}_{\text{CO}_2}/(\text{h} \cdot \text{pers.})$
 - average value of CO₂ emissions per person:
about $18,25 \text{ l}_{\text{CO}_2}/(\text{h} \cdot \text{pers.})$

For further estimation, the numerical value of an average CO₂ emission per person of

$$\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}} = 20 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers})$$

is taken as a basis.

Erforderlicher Luftvolumenstrom bei vorgegebener CO₂-Maximalkonzentration im Fahrkorb

Für den stationären Endzustand gilt (siehe Anhang B):

$$\dot{V}_{L,zu} = \frac{\dot{V}_{CO_2,gesamt}}{(c_{CO_2,ab} - c_{CO_2,zu})}$$

Dabei ist

$c_{CO_2,ab}$ CO₂-Konzentration der Abluft
= CO₂-Konzentration im Fahrkorb

$c_{CO_2,zu}$ CO₂-Konzentration der Zuluft

$\dot{V}_{CO_2,Pers}$ CO₂-Volumenstrom, der der Luft im Fahrkorb pro Person mit der Atemluft zugeführt wird

$\dot{V}_{L,zu}$ Luftvolumenstrom, der dem Fahrkorb zugeführt wird (freie/maschinelle Lüftung)

Mit N_{Pers} als der Anzahl der Personen im Fahrkorb errechnet sich der erforderliche Luftvolumenstrom zur Einhaltung der Maximalkonzentration im Fahrkorb aus:

$$\dot{V}_{L,zu,erf} = \frac{N_{Pers} \cdot \dot{V}_{CO_2,Pers}}{[(c_{CO_2,max} / ppm) - (c_{CO_2,zu} / ppm)] \cdot 10^{-6}}$$

Damit ergibt sich für eine Maximalkonzentration von $c_{CO_2,max} = 5000$ ppm der dem Fahrkorb mindestens zuzuführende Luftvolumenstrom zu:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} &= \frac{8 \text{ Pers} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{Pers})}{[(5000 \text{ ppm} / \text{ppm}) - (1000 \text{ ppm} / \text{ppm})] \cdot 10^{-6}} \\ &= 40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

Für eine Maximalkonzentration von $c_{CO_2,max} = 3000$ ppm ergibt sich ein Luftvolumenstrom von:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{L,zu,3000\text{ ppm}} &= \frac{8 \text{ Pers} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{Pers})}{[(3000 \text{ ppm} / \text{ppm}) - (1000 \text{ ppm} / \text{ppm})] \cdot 10^{-6}} \\ &= 80 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

Zeitabhängige CO₂-Konzentration im Fahrkorb

Die zeitabhängige CO₂-Konzentration errechnet sich aus der instationären Materiemengenbilanz gemäß Anhang C und den eingangs aufgeführten Randbedingungen aus:

$$c_{CO_2}(t) = c_{CO_2,zu} + \frac{\dot{V}_{CO_2,gesamt}}{\dot{V}_{L,zu}} \left[1 - \exp\left(-\frac{\dot{V}_{L,zu}}{V_B}(t - t_0)\right) \right]$$

Required volume flow rate of air for a specified maximum concentration of CO₂ in the lift car

The following applies to the steady-state final state (see Annex B):

$$\dot{V}_{L,zu} = \frac{\dot{V}_{CO_2,gesamt}}{(c_{CO_2,ab} - c_{CO_2,zu})}$$

where

$c_{CO_2,ab}$ CO₂ concentration of the exhaust air
= CO₂ concentration in the lift car

$c_{CO_2,zu}$ CO₂ concentration of the supply air

$\dot{V}_{CO_2,Pers}$ volume flow rate of CO₂ that is supplied to the air in the lift car per person with the breathing air

$\dot{V}_{L,zu}$ air volume flow rate that is supplied to the lift car (free/mechanical ventilation)

With N_{Pers} , as the number of persons in the lift car, the required air volume flow rate to maintain the maximum concentration in the lift car is calculated from:

$$\dot{V}_{L,zu,erf} = \frac{N_{Pers} \cdot \dot{V}_{CO_2,Pers}}{[(c_{CO_2,max} / ppm) - (c_{CO_2,zu} / ppm)] \cdot 10^{-6}}$$

Therefore, for a maximum concentration of $c_{CO_2,max} = 5000$ ppm, this results in the minimum volume flow rate of air to be supplied to the lift car:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} &= \frac{8 \text{ Pers} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{Pers})}{[(5000 \text{ ppm} / \text{ppm}) - (1000 \text{ ppm} / \text{ppm})] \cdot 10^{-6}} \\ &= 40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

For a maximum concentration of $c_{CO_2,max} = 3000$ ppm this results in a volume flow rate of air:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{L,zu,3000\text{ ppm}} &= \frac{8 \text{ Pers} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{Pers})}{[(3000 \text{ ppm} / \text{ppm}) - (1000 \text{ ppm} / \text{ppm})] \cdot 10^{-6}} \\ &= 80 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

Time-dependent CO₂ concentration in the lift car

The time-dependent CO₂ concentration is calculated from the transient material quantity balance according to Annex C and the boundary conditions listed at the beginning:

$$c_{CO_2}(t) = c_{CO_2,zu} + \frac{\dot{V}_{CO_2,gesamt}}{\dot{V}_{L,zu}} \left[1 - \exp\left(-\frac{\dot{V}_{L,zu}}{V_B}(t - t_0)\right) \right]$$

Dabei ist

- t Zeit
 t_0 Beginn der Betrachtung
 V_B Luftvolumen in der Bilanzhülle (Luft im Fahrkorb)

Für die betrachtete Maximalkonzentration von $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 5000$ ppm im Fahrkorb und dem dazu erforderlichen Luftvolumenstrom von $\dot{V}_{\text{L}, \text{zu}, 5000 \text{ppm}} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ ergibt sich die zeitabhängige CO_2 -Konzentration aus der Zahlenwertgleichung:

$$\begin{aligned} \left(\frac{c_{\text{CO}_2}(t)}{\text{ppm}} \right) &= \left(\frac{c_{\text{CO}_2, \text{zu}}}{\text{ppm}} \right) + \frac{N_{\text{Pers}} \dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}}}{\dot{V}_{\text{L}, \text{zu}, 5000}} \left[1 - \exp \left(- \frac{\dot{V}_{\text{L}, \text{zu}, 5000}}{V_B} (t - t_0) \right) \right] \cdot 10^6 \\ &= \left(\frac{1000}{\text{ppm}} \right) + \frac{8 \cdot \text{Pers} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{Pers})}{40 \text{ m}^3 / \text{h}} \left[1 - \exp \left(- \frac{40 \text{ m}^3 / \text{h}}{2,758 \text{ m}^3} (t - t_0) \cdot \frac{\text{h}}{60 \text{ min}} \right) \right] \cdot 10^6 \end{aligned}$$

mit t als der Zeit in Minuten.

Mit einer äquivalenten Zahlenwertgleichung für die Maximalkonzentration von $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 3000$ ppm und dem dazugehörigen Luftvolumenstrom von

$$\dot{V}_{\text{L}, \text{zu}, 3000 \text{ppm}} = 80 \text{ m}^3 / \text{h}$$

erhält man die in Bild A1 gezeigten Verläufe der CO_2 -Konzentration im Fahrkorb im Regelbetrieb.

Abschätzung der CO_2 -Emissionen von Personen im Fahrkorb für den Fall des Personeneinschlusses im Fahrkorb

Die Einflussnahme einer stressbedingten Erhöhung der Atemfrequenz sowie der erhöhten CO_2 -Konzentration auf den Metabolismus kann daher wie folgt grob abgeschätzt werden:

- Annahmen zur körperlichen Aktivität der acht Personen im Fahrkorb (Zahlenwerte gemäß DIN EN ISO 8996)
 - eine Person, keine körperliche Aktivität (Aktivitätsgrad: 1,0 met): etwa $16,0 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers.})$
 - zwei Personen, z.B. leichte Aktivität (Aktivitätsgrad: 1,6 met): etwa $25,0 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers.})$
 - fünf Personen mit stressbedingter Aktivität (Aktivitätsgrad: 2 met): etwa $32,0 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers.})$
 - Mittelwert der CO_2 -Emission pro Person: etwa $28,3 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers.})$

Für die weitere Abschätzung wird der Zahlenwert einer mittleren CO_2 -Emission pro Person von

$$\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}} = 30 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers})$$

zugrunde gelegt.

where

- t time
 t_0 start of the observation
 V_B air volume in the balance envelope (air in the lift car)

For the considered maximum concentration of $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 5000$ ppm in the lift car and the required volume flow rate of air of $\dot{V}_{\text{L}, \text{zu}, 5000 \text{ppm}} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$, the time-dependent CO_2 concentration results from the numerical value equation:

with t as the time in minutes.

With an equivalent numerical value equation for the maximum concentration of $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 3000$ ppm and the corresponding volume flow rate of air:

$$\dot{V}_{\text{L}, \text{zu}, 3000 \text{ppm}} = 80 \text{ m}^3 / \text{h}$$

the CO_2 concentration curves shown in Figure A1 are obtained in the lift car during normal operation.

Estimation of CO_2 emissions from persons in the lift car in case of persons being trapped in the lift car

The influence of a stress-induced increase in respiratory rate and the increased CO_2 concentration on metabolism can therefore be roughly estimated as follows:

- assumptions regarding the physical activity of the eight persons in the lift car (numerical values according to DIN EN ISO 8996):
 - one person, no physical activity (activity level: 1,0 met): about $16,0 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{pers.})$
 - two persons, e.g. light activity (activity level: 1,6 met): about $25,0 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{pers.})$
 - five persons with stress-related activity (activity level: 2 met): about $32,0 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{pers.})$
 - average value of CO_2 emissions per person: about $28,3 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{pers.})$

For the further estimation, the numerical value of an average CO_2 emission per person of

$$\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}} = 30 \text{ l}_{\text{CO}_2} / (\text{h} \cdot \text{Pers})$$

is taken as a basis.

Analog zur vorherigen Beispielrechnung ergeben sich aus dem erhöhten CO₂-Ausstoß der Personen im Fahrkorb

$$\dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} = 60\text{ m}^3/\text{h}$$

und

$$\dot{V}_{L,zu,3000\text{ ppm}} = 120\text{ m}^3/\text{h}$$

Hieraus erhält man die in Bild A2 gezeigten Verläufe der CO₂-Konzentration für den Fall des Personeneinschlusses im Fahrkorb.

Analogous to the previous example calculation, the increased CO₂ emissions of the persons in the lift car result in

$$\dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} = 60\text{ m}^3/\text{h}$$

and

$$\dot{V}_{L,zu,3000\text{ ppm}} = 120\text{ m}^3/\text{h}$$

This results in the CO₂ concentration curves shown in Figure A2 for the case of people trapped in the lift car.

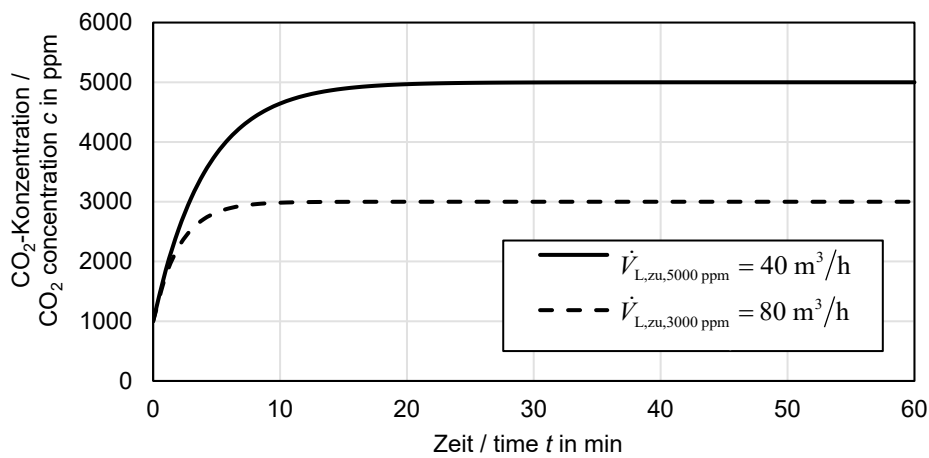


Bild A1. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Regelbetrieb

Figure A1. CO₂ concentration in the lift car in normal operation

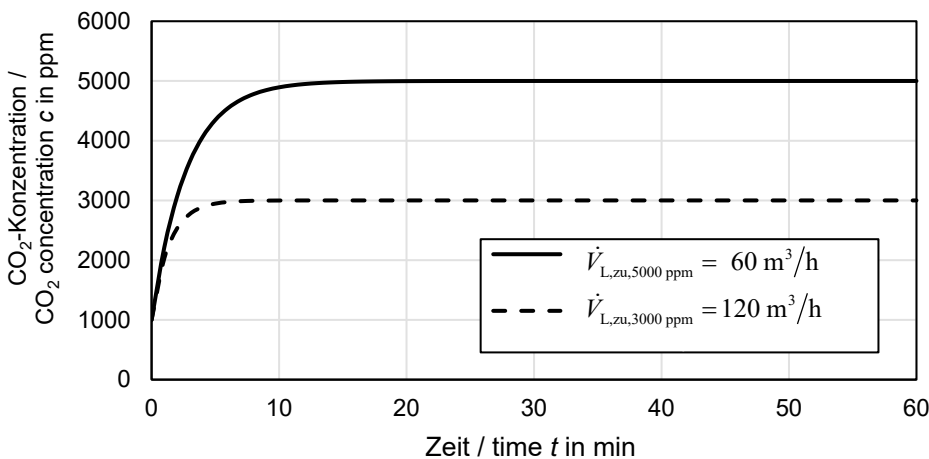


Bild A2. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Betriebsfall des Einschlusses unter Berücksichtigung von Stress

Figure A2. CO₂ concentration in the lift car in the entrapment operating case, taking stress into account

Anhang B Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb im stationären Zustand

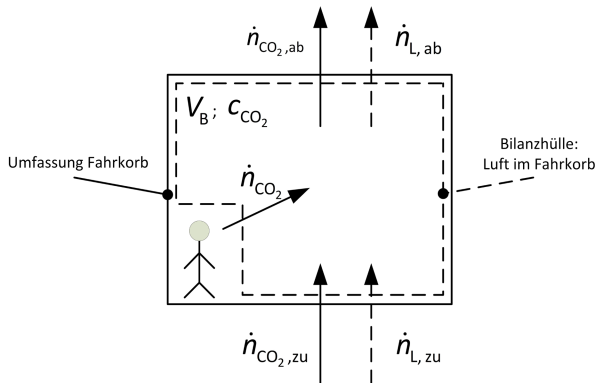


Bild B1. Prinzipskizze zur Bilanz „Person im Fahrkorb“, stationärer Endzustand

Für einen Fahrkorb gemäß Bild B1 gilt die Massenerhaltung für alle Komponenten [1; 2], äquivalent formuliert als Stoffmengenbilanzen \dot{n} im stationären Zustand:

- Luft:

$$\dot{n}_{L,zu} = \dot{n}_{L,ab} = \dot{n}_L = \text{const} \quad (\text{B1})$$

- CO₂:

$$\dot{n}_{CO_2,zu} + \dot{n}_{CO_2} = \dot{n}_{CO_2,ab} \quad (\text{B2})$$

wobei \dot{n}_{CO_2} den Stoffmengenstrom an CO₂ bezeichnet, der dem Bilanzraum pro Person zugeführt wird.

Division von Gleichung (B2) durch Gleichung (B1) liefert:

$$\frac{\dot{n}_{CO_2,zu}}{\dot{n}_L} + \frac{\dot{n}_{CO_2}}{\dot{n}_L} = \frac{\dot{n}_{CO_2,ab}}{\dot{n}_L} \quad (\text{B3})$$

Mit dem Konzentrationsmaß

$$c_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_L} = \frac{\dot{n}_{CO_2}}{\dot{n}_L} \quad (\text{B4})$$

erhält man aus Gleichung (B3):

$$\dot{n}_L = \frac{\dot{n}_{CO_2}}{c_{CO_2,ab} - c_{CO_2,zu}} \quad (\text{B5})$$

Legt man für Luft und CO₂ das Stoffmodell idealer Gase zugrunde (LU1, B/S1)

$$\dot{n} = \frac{p\dot{V}}{RT} \quad (\text{B6})$$

mit

- p Druck
- \dot{V} Volumenstrom
- T thermodynamische Temperatur
- R allgemeine Gaskonstante

Annex B Substance balances – Lift car in stationary state

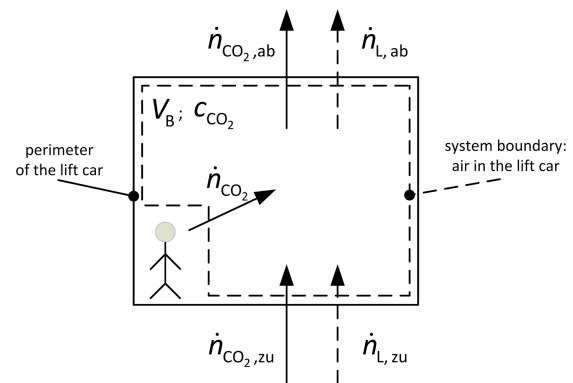


Figure B1. Principle sketch of the “Person in lift car” balance, stationary end state

For a lift car as depicted in Figure B1, the conservation of mass applies to all components [1; 2], equivalently formulated as balances of the components air and CO₂, \dot{n} , in the steady state:

- air:

$$\dot{n}_{L,zu} = \dot{n}_{L,ab} = \dot{n}_L = \text{const} \quad (\text{B1})$$

- CO₂:

$$\dot{n}_{CO_2,zu} + \dot{n}_{CO_2} = \dot{n}_{CO_2,ab} \quad (\text{B2})$$

where \dot{n}_{CO_2} designates the substance flow rate of CO₂ that is added to the control volume of balance per person.

Division of Equation (B2) by Equation (B1) provides:

$$\frac{\dot{n}_{CO_2,zu}}{\dot{n}_L} + \frac{\dot{n}_{CO_2}}{\dot{n}_L} = \frac{\dot{n}_{CO_2,ab}}{\dot{n}_L} \quad (\text{B3})$$

With the concentration measure

$$c_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_L} = \frac{\dot{n}_{CO_2}}{\dot{n}_L} \quad (\text{B4})$$

from Equation (B3) is obtained:

$$\dot{n}_L = \frac{\dot{n}_{CO_2}}{c_{CO_2,ab} - c_{CO_2,zu}} \quad (\text{B5})$$

If the material model of ideal gases is used for air and CO₂ (LU1, B/S1)

$$\dot{n} = \frac{p\dot{V}}{RT} \quad (\text{B6})$$

with

- p pressure
- \dot{V} volume flow rate
- T thermodynamic temperature
- R general gas constant

so erhält man unter den vereinfachenden Randbedingungen

$$\begin{aligned} T_{zu} = T_{ab} = T = \text{const} \\ p_{zu} = p_{ab} = p = \text{const} \end{aligned} \quad (\text{B7})$$

aus Gleichung (B5) und Gleichung (B6):

$$\dot{V}_L = \frac{\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{gesamt}}}{c_{\text{CO}_2, \text{ab}} - c_{\text{CO}_2, \text{zu}}} \quad (\text{B8})$$

Mit der Anzahl der Personen N_{Pers} ergibt sich für den erforderlichen Luftvolumenstrom $\dot{V}_{L, \text{zu, erf}}$ zur Einhaltung der maximalen Konzentration von CO_2 im Fahrkorb bei bekannter CO_2 -Konzentration der Zuluft (jeweils in der Einheit ppm) für den stationären Endzustand:

$$\dot{V}_{L, \text{zu, erf}} = \frac{N_{\text{Pers}} \cdot \dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}}}{\left[\left(c_{\text{CO}_2, \text{max}} / \text{ppm} \right) - \left(c_{\text{CO}_2, \text{zu}} / \text{ppm} \right) \right]} \cdot 10^{-6} \quad (\text{B9})$$

and the simplifying boundary conditions:

$$\begin{aligned} T_{zu} = T_{ab} = T = \text{const} \\ p_{zu} = p_{ab} = p = \text{const} \end{aligned} \quad (\text{B7})$$

from Equation (B5) and Equation (B6) the following equation is obtained:

$$\dot{V}_L = \frac{\dot{V}_{\text{CO}_2, \text{gesamt}}}{c_{\text{CO}_2, \text{ab}} - c_{\text{CO}_2, \text{zu}}} \quad (\text{B8})$$

With the number of persons N_{Pers} , the required volume flow rate of air $\dot{V}_{L, \text{zu, erf}}$ for maintaining the maximum concentration of CO_2 in the lift car with a known CO_2 concentration of the supply air (in each case in the unit ppm) for the stationary state is obtained:

$$\dot{V}_{L, \text{zu, erf}} = \frac{N_{\text{Pers}} \cdot \dot{V}_{\text{CO}_2, \text{Pers}}}{\left[\left(c_{\text{CO}_2, \text{max}} / \text{ppm} \right) - \left(c_{\text{CO}_2, \text{zu}} / \text{ppm} \right) \right]} \cdot 10^{-6} \quad (\text{B9})$$

Anhang C Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb, instationärer Zustand

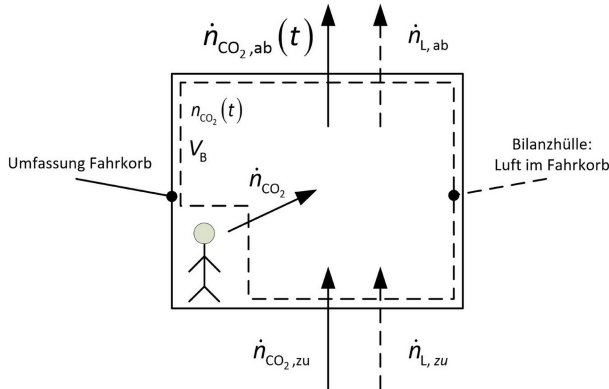


Bild C1. Prinzipskizze zur Bilanz „Person im Fahrkorb“, instationärer Zustand

Für ein Bilanzvolumen gemäß Bild C1 lautet die Massenbilanz [1; 2] von CO₂, äquivalent formuliert als Stoffmengenbilanz in Abhängigkeit von der Zeit t :

$$\frac{dn_{CO_2}(t)}{dt} = \dot{n}_{CO_2} + \dot{n}_{CO_2,zu} - \dot{n}_{CO_2,ab}(t) \quad (C1)$$

Die Umformulierung auf die Konzentrationen liefert ($\dot{n}_L = \text{const.}$)

$$\frac{n_B dc_{CO_2}(t)}{dt} = \dot{n}_{CO_2} + \dot{n}_L c_{CO_2,zu} - \dot{n}_L c_{CO_2,ab}(t) \quad (C2)$$

Unter der Annahme einer idealen Durchmischung des Luftvolumens im Fahrkorb, also der Vernachlässigung von Konzentrationsunterschieden im Fahrkorb, gilt für ein differenzielles Zeitintervall dt :

$$c_{CO_2,ab}(t) = c_{CO_2}(t) \quad (C3)$$

Mittels Stoffmodell idealer Gase (Gleichung (B6)) und den vereinfachenden Randbedingungen (Gleichung (B7)) erhält man für die CO₂-Konzentration im Fahrkorb die inhomogene Differenzialgleichung erster Ordnung:

$$\frac{dc_{CO_2}(t)}{dt} + \frac{\dot{V}_L}{V_B} c_{CO_2}(t) = \frac{\dot{V}_{CO_2}}{V_B} + \frac{\dot{V}_L}{V_B} c_{CO_2,zu} \quad (C4)$$

mit V_B als dem Bilanzvolumen.

Die Lösung der Differenzialgleichung, siehe auch VDI 6040 Blatt 2,

$$c_{CO_2}(t) = c_{CO_2,zu} + \frac{\dot{V}_{CO_2,gesamt}}{\dot{V}_L} \left[1 - \exp\left(-\frac{\dot{V}_L}{V_B}(t-t_0)\right) \right] \quad (C5)$$

liefert die zeitabhängige CO₂-Konzentration im Fahrkorb mit t_0 als der Zeit zu Betrachtungsbeginn. Hierbei ist wie zuvor vorausgesetzt, dass sich die CO₂-Konzentration der Zuluft im Betrachtungszeitraum nicht ändert. Für die Berücksichtigung einer

Annex C Substance balances – Lift car, transient state

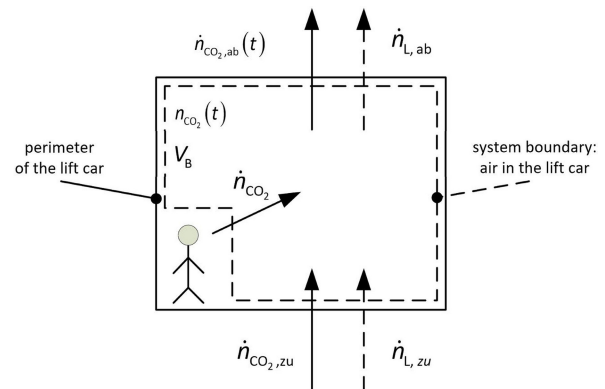


Figure C1. Principle sketch of the “person in lift car” balance, transient state

For a control volume for balancing according to Figure C1, the mass balance [1; 2] of CO₂, formulated as a balance of the substance equivalently, depending on time t :

$$\frac{dn_{CO_2}(t)}{dt} = \dot{n}_{CO_2} + \dot{n}_{CO_2,zu} - \dot{n}_{CO_2,ab}(t) \quad (C1)$$

The reformulation to concentrations yields ($\dot{n}_L = \text{const.}$):

$$\frac{n_B dc_{CO_2}(t)}{dt} = \dot{n}_{CO_2} + \dot{n}_L c_{CO_2,zu} - \dot{n}_L c_{CO_2,ab}(t) \quad (C2)$$

Assuming ideal mixing of the air in the control volume inside the lift car, i.e. neglecting concentration differences in the lift car, the following applies for a differential time interval dt :

$$c_{CO_2,ab}(t) = c_{CO_2}(t) \quad (C3)$$

Using the material model of ideal gases (Equation (B6)) and the simplifying boundary conditions (Equation (B7)), the first-order inhomogeneous differential equation is obtained for the CO₂ concentration in the lift car:

$$\frac{dc_{CO_2}(t)}{dt} + \frac{\dot{V}_L}{V_B} c_{CO_2}(t) = \frac{\dot{V}_{CO_2}}{V_B} + \frac{\dot{V}_L}{V_B} c_{CO_2,zu} \quad (C4)$$

with V_B as the control volume for balancing.

The solution of the differential equation, see also VDI 6040 Part 2,

$$c_{CO_2}(t) = c_{CO_2,zu} + \frac{\dot{V}_{CO_2,gesamt}}{\dot{V}_L} \left[1 - \exp\left(-\frac{\dot{V}_L}{V_B}(t-t_0)\right) \right] \quad (C5)$$

provides the time-dependent CO₂ concentration in the lift car with t_0 as being the time at the start of the observation period. As before, it is assumed that the CO₂ concentration of the supply air does not change during the observation period. For the

ebenfalls zeitabhängigen CO₂-Konzentration der Zuluft wird auf VDI 6040 Blatt 2 verwiesen.

Gleichung (C5) enthält die Grenzfälle:

- für $t = t_0$ folgt die Anfangskonzentration:

$$c_{\text{CO}_2}(t_0) = c_{\text{CO}_2,\text{zu}}$$

- für $t \rightarrow \infty$ folgt der stationäre Endzustand (siehe Anhang B, Gleichung (B8)):

$$c_{\text{CO}_2}(t \rightarrow \infty) = c_{\text{CO}_2,\text{zu}} + \frac{\dot{V}_{\text{CO}_2,\text{gesamt}}}{\dot{V}_L} = c_{\text{CO}_2,\text{ab}}$$

Mit der Anzahl der Personen N_{Pers} ergibt sich für die CO₂-Konzentration im Fahrkorb (in der Einheit ppm):

consideration of a time-dependent CO₂ concentration of the supply air, reference is made to VDI 6040 Part 2.

Equation (C5) includes the limiting cases:

- for $t = t_0$ the initial concentration follows:

$$c_{\text{CO}_2}(t_0) = c_{\text{CO}_2,\text{zu}}$$

- for $t \rightarrow \infty$ the steady-state final state results (see Annex B, Equation (B8)):

$$c_{\text{CO}_2}(t \rightarrow \infty) = c_{\text{CO}_2,\text{zu}} + \frac{\dot{V}_{\text{CO}_2,\text{gesamt}}}{\dot{V}_L} = c_{\text{CO}_2,\text{ab}}$$

With the number of persons N_{Pers} for the CO₂ concentration in the lift car results (in the unit ppm) in:

$$\left(\frac{c_{\text{CO}_2}(t)}{\text{ppm}} \right) = \left(\frac{c_{\text{CO}_2,\text{zu}}}{\text{ppm}} \right) + \frac{N_{\text{Pers}} \dot{V}_{\text{CO}_2,\text{Pers}}}{\dot{V}_L} \left[1 - \exp \left(- \frac{\dot{V}_L}{V_{L,B}} (t - t_0) \right) \right] \cdot 10^6$$

Schrifttum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften / Acts, ordinances, administrative regulations

Richtlinie **2006/42/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC) ABi EU, 2006, Nr. L 157, S. 24–86

Richtlinie **2010/31/EU** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings) ABi EU, 2010, Nr. L 153, S. 13–35

Richtlinie **2014/30/EU** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (Directive 2014/30/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility) ABi EU, 2014, Nr. L 96, S. 79–106

Richtlinie **2014/33/EU** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Aufzüge und Sicherheitsbauteile für Aufzüge (Directive 2014/33/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to lifts and safety components for lifts) ABi EU, 2014, Nr. L 96, S. 251–308

Richtlinie **2014/35/EU** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt (Directive 2014/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of electrical equipment designed for use within certain voltage limits) ABi EU, 2014, Nr. L 96, S. 357–374

Richtlinie **(EU) 2018/844** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz (Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency) ABi EU, 2018, Nr. L 156, S. 75–91

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – **ArbStättV**) vom 12. August 2004 (Workplace Ordinance of 12 August 2004) BGBl I, 2004, Nr. 44, S. 2179–2189

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – **BetrSichV**) vom 03. Februar 2015 (BGBl I, 2015, Nr. 4, S. 49–96)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – **BImSchG**) vom 17. Mai 2013 (Federal Immission Control Act (BImSchG) in the version published on 17 May 2013) BGBl I, 2013, Nr. 25, S. 1274–1311

Verordnung zur Durchführung des Baugesetzbuchs (**DVO-BauGB**) vom 05. Juni 2018 (GVBl BE, 2018, Nr. 15, S. 407–411)

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – **GEG**) vom 08. August 2020 (BGBl I, 2020, Nr. 37, S. 1728–1794)

Landesbauordnungen (**LBO**) der Bundesländer

Allgemeine Ausführungsverordnung zur Landesbauordnung (**LBOAVO**) vom 05. Februar 2010 (GBl BW, 2010, Nr. 2, S. 24–33)

Musterbauordnung (**MBO**) vom September 2022

Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (**MVV TB**) vom 17. Januar 2022

Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz – **ProdSG**) vom 27. Juli 2021 (BGBl I, 2021, Nr. 49, S. 3146–3175)

Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – **9. ProdSV**) vom 12. Mai 1993 (BGBl I, 1993, Nr. 22, S. 704–707)

Zwölfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Aufzugsverordnung – **12. ProdSV**) vom 06. April 2016 (BGBl I, 2016, Nr. 15, S. 605–613)

Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates (ABi EU, 2011, Nr. L 88, S. 5–43)

Technische Regeln / Technical rules

Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)
<https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/ASR/ASR>
(abgerufen am / accessed on 16.08.2024)

ASR A3.6 Technische Regeln für Arbeitsstätten – Lüftung vom 30. Januar 2012 (GMBI, 2012, Nr. 6, S. 92-97)

DIN 14675 Brandmeldeanlagen (Fire detection and fire alarm systems). Berlin: DIN Media

DIN 14677-1 Instandhaltung von elektrisch gesteuerten Feststellanlagen für Feuerschutz- und Rauchschutzabschlüsse sowie für elektrisch gesteuerte Feststellanlagen für Feuerschutzabschlüsse im Zuge von bahngeländeten Förderanlagen; Teil 1: Instandhaltungsmaßnahmen (Maintenance of electrically controlled hold-open systems for fire and smoke door assemblies as well as for electrically controlled hold-open systems for fire barriers in the course of ground-bound conveying systems; Part 1: Maintenance measures). Berlin: DIN Media

DGUV Grundsatz 309-011:2017-01 Qualifizierung und Beauftragung von Beschäftigten aufzugsfremder Unternehmen für Arbeiten an Aufzugsanlagen. Berlin: DGUV

DGUV Information 209-053:2017-02 Tätigkeiten an Aufzugsanlagen. Berlin: DGUV

DIN EN 54-4:1997-12 Brandmeldeanlagen; Teil 4: Energieversorgungseinrichtungen; Deutsche Fassung EN 54-4:1997 (Fire detection and fire alarm systems; Part 4: Power supply equipment; German version EN 54-4:1997). Berlin: DIN Media

DIN EN 54-7:2018-10 Brandmeldeanlagen; Teil 7: Rauchmelder; Punktförmige Rauchmelder nach dem Streulicht-, Durchlicht- oder Ionisationsprinzip; Deutsche Fassung EN 54-7:2018 (Fire detection and fire alarm systems; Part 7: Smoke detectors; Point smoke detectors that operate using scattered

light, transmitted light or ionization; German version EN 54-7:2018). Berlin: DIN Media

DIN EN 54-12:2015-10 Brandmeldeanlagen; Teil 12: Rauchmelder; Linienförmiger Melder nach dem Durchlichtprinzip; Deutsche Fassung EN 54-12:2015 (Fire detection and fire alarm systems; Part 12: Smoke detectors; Line detectors using an optical beam; German version EN 54-12:2015). Berlin: DIN Media

DIN EN 54-20:2009-02 Brandmeldeanlagen; Teil 20: Ansaugrauchmelder; Deutsche Fassung EN 54-20:2006+AC:2008 (Fire detection and fire alarm systems; Part 20: Aspirating smoke detectors; German version EN 54-20:2006+AC:2008). Berlin: DIN Media

DIN EN 81-20:2020-06 Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen; Aufzüge für den Personen- und Gütertransport; Teil 20: Personen- und Lastenaufzüge; Deutsche Fassung EN 81-20:2020 (Safety rules for the construction and installation of lifts; Lifts for the transport of persons and goods; Part 20: Passenger and goods passenger lifts; German version EN 81-20:2020). Berlin: DIN Media

DIN EN 81-73:2020-11 Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen; Besondere Anwendungen für Personen- und Lastenaufzüge; Teil 73: Verhalten von Aufzügen im Brandfall; Deutsche Fassung EN 81-73:2020 (Safety rules for the construction and installation of lifts; Particular applications for passenger and goods passenger lifts; Part 73: Behaviour of lifts in the event of fire; German version EN 81-73:2020). Berlin: DIN Media

DIN EN 12101-2:2017-08 Rauch- und Wärmefreihaltung; Teil 2: Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte; Deutsche Fassung EN 12101-2:2017 (Smoke and heat control systems; Part 2: Natural smoke and heat exhaust ventilators; German version EN 12101-2:2017). Berlin: DIN Media

DIN EN 16798-3:2022-12 (Entwurf) Energetische Bewertung von Gebäuden; Lüftung von Gebäuden; Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden; Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlssysteme (Module M5-1, M5-4); Deutsche und Englische Fassung prEN 16798-3:2022 (Energy performance of buildings; Ventilation for buildings; Part 3: For non-residential buildings; Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (Modules M5-1, M5-4); German and English version prEN 16798-3:2022). Berlin: DIN Media

DIN EN 16798-3:2017-11 Energetische Bewertung von Gebäuden; Lüftung von Gebäuden; Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden; Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlssysteme (Module M5-1, M5-4); Deutsche Fassung EN 16798-3:2017 (Energy performance of buildings; Ventilation for buildings; Part 3: For non-residential buildings; Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (Modules M5-1, M5-4); German version EN 16798-3:2017). Berlin: DIN Media

DIN EN ISO 8996:2022-10 Ergonomie der thermischen Umgebung; Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes (ISO 8996:2021); Deutsche Fassung EN ISO 8996:2021 (Ergonomics of the thermal environment; Determination of metabolic rate (ISO 8996:2021); German version EN ISO 8996:2021). Berlin: DIN Media

DIN EN ISO 9972:2018-12 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden; Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden; Differenzdruckverfahren (ISO 9972:2015); Deutsche Fassung EN ISO 9972:2015 (Thermal performance of buildings; Determination of air permeability of buildings; Fan pressurization method (ISO 9972:2015); German version EN ISO 9972:2015). Berlin: DIN Media

DIN VDE 0833*VDE 0833 Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall (Alarm systems for fire, intrusion and hold up). Berlin: DIN Media

Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) (https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBS/TRBS.html__nnn=true (abgerufen am / accessed on 16.08.2024)

TRBS 1201:2019-03 Technische Regeln für Betriebssicherheit; Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen. Berlin: DIN Media

TRBS 1201 Teil 4:2019-03 Technische Regeln für Betriebssicherheit; Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen; Prüfung von Aufzugsanlagen. Berlin: DIN Media

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) (<https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/TRGS> (zuletzt abgerufen / last access 16.08.2024)

TRGS 900:2006-01 Arbeitsplatzgrenzwerte. Berlin: DIN Media

VDI 1000:2021-02 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Standardisation Work; Principles and procedures). Berlin: DIN Media

VDI 2050 Blatt 1:2013-11 Anforderungen an Technikzentralen; Technische Grundlagen für Planung und Ausführung (Requirements for technical equipment rooms; Technical bases for planning and execution). Berlin: DIN Media

VDI 2050 Blatt 5:2018-11 Anforderungen an Technikzentralen; Elektrotechnik (Requirements for technical equipment rooms; Electrical engineering). Berlin: DIN Media

VDI 2168:2007-04 Aufzüge; Qualifizierung von Personal (Lifts; Personnel qualification). Berlin: DIN Media

VDI 3810 Blatt 6:2022-01 Betreiben und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen; Aufzüge (Operating and maintenance of buildings and building installations; Lifts). Berlin: DIN Media

VDI 4700 Blatt 1:2015-11 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services). Berlin: DIN Media

VDI 6017:2015-08 Aufzüge; Steuerung für den Brandfall (Lifts; Fire recall systems). Berlin: DIN Media

VDI 6010 Blatt 1:2019-01 Sicherheitstechnische Anlagen und Einrichtungen für Gebäude; Systemübergreifende Kommunikationsdarstellungen (Technical safety installations for buildings; System-overlapping description of communication). Berlin: DIN Media

VDI 6010 Blatt 2:2022-10 Sicherheitstechnische Anlagen und Einrichtungen für Gebäude; Schnittstellen in Brandfallsteuerungen (Safety installations and equipment for buildings; Interfaces in fire protection control systems). Berlin: DIN Media

VDI 6040 Blatt 2:2015-09 Raumlufttechnik; Schulen; Ausführungshinweise (VDI-Lüftungsregeln, VDI-Schulbaurichtlinien) (Air-conditioning; Schools; Practical guidance (VDI Ventilation Code of Practice, VDI Code of Practice for School Buildings)). Berlin: DIN Media

Literatur / Literature

- [1] Thermodynamik – Die Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlungen. 7. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2008
- [2] *Baehr, H.-D.; Stephan, K.*: Wärme- und Stoffübertragung. 10. Auflage. Berlin: Springer Verlag, 2019