

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

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

VDI 6211
Entwurf

Lifts – Ventilation and smoke evacuation equipment for lifts and lift shafts

Einsprüche bis 2022-10-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal <http://www.vdi.de/6211>
- in Papierform an
VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik
Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweise	2
3 Begriffe	2
4 Formelzeichen und Abkürzungen	4
5 Be- und Entlüftung der Aufzugsanlage	4
5.1 Annahmen zum Ausfall eines Aufzugs mit Personeneinschluss	4
5.2 Verordnungen, Richtlinien, Gesetze und Normen	4
5.3 Anforderungen an die Lüftung der Aufzugsanlage	6
5.4 Anforderungen bei Stromausfall oder Abschaltung	6
5.5 Anforderungen an die Luftqualität	6
5.6 Erhalt der Technik	6
5.7 Gesundheitsschutz	7
6 Rauchableitung	11
6.1 Verordnungen, Richtlinien, Gesetze und Normen	11
6.2 Rauchableitung aus dem Aufzugsschacht (natürlicher Rauchabzug)	12
6.3 Technische Anforderungen	13

Inhalt	Seite
7 Schnittstellen zu anderen Gewerken	13
7.1 Gebäudeautomation	13
7.2 Flächendeckende Brandmeldeanlage – BMA	14
7.3 Brandfallsteuerung	14
7.4 Vorraumüberwachung von Aufzugsanlagen	14
7.5 Druckbelüftungsanlagen/ Differenzdrucksysteme/Rauchschutz-Druckanlagen – RDA	14
8 Montage, Instandhaltung und Dokumentation	15
8.1 Montage	15
8.2 Instandhaltung	15
8.3 Montage-/Instandhaltungspersonal	15
8.4 Dokumentation	16
9 Erstmalige und wiederkehrende Prüfung	16
9.1 Prüfungsablauf	16
9.2 Prüffristen	16
9.3 Prüfbescheinigung	17
Anhang A CO ₂ -Konzentration im Fahrkorb – Berechnungsbeispiele	18
Anhang B Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb im stationären Zustand	21
Anhang C Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb, instationärer Zustand	22
Schrifttum	23

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

VDI-Handbuch Aufzugstechnik

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.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dr.-Ing. *Tobias Brendel*, Hannover

Ing. *Roland Gratzl*, Kleve

Dipl.-Ing. *Manfred Hass*, Kiel

Dipl.-Ing. *Manfred Kock*, Glinde (stellvertretender Vorsitzender)

Dipl.-Ing. (FH) *Jan König*, Hamburg (Vorsitzender)

Dipl.-Ing. *Thomas Lipphardt*, Hannover

Dipl.-Ing. (FH) *Johann Prokscha*, Duisburg

Matthias Schernikau, Möhnsen

Jens Westphal, Ahrensburg

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 der Länder. In der Vergangenheit wurden teilweise 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 aus dem Produktsicherheitsgesetz unter Berücksichtigung der sicheren Verwendung nach der Betriebssicherheitsverordnung in Verbindung mit nationalem Baurecht bei Aufzugsanlagen. Sie betrachtet im Detail zeitweise verschlossene Be- und Entlüftungseinrichtungen und Einrichtungen zur Rauchableitung von Aufzugsanlagen und Aufzugsschächten, welche zu den aufzugsexternen Sicherheitseinrichtungen gehören können.

Anforderungen an Feuerwehraufzugsanlagen im Feuerwehrbetrieb 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 [in Anlehnung an VDI 4700 Blatt 1]

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

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 bzw. der Maschinenverordnung als Gewerberecht 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]

Anmerkung: Damit der Aufzugsschacht auch im Sinne des Bauordnungsrechts als solcher gilt, müssen die Umschließungsflächen eine Feuerwiderstandsklasse aufweisen.

Fahrkorb

Teil der Aufzugsanlage, der die Personen und/oder die Lasten aufnimmt
[in Anlehnung an 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 Rauchfreihaltung. 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 Systeme zur Rauchableitung aus Aufzugsschächten wird in Fachkreisen häufig auch der Begriff „Schachentrauchung“ 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 1: Zur Typisierung von Schächten siehe Tabelle 1.

Anmerkung 2: 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/Fahrkorvvolumen
- Feuerwehraufzugsanlagen mit Druckschutzanlagen

Tabelle 1. Typisierung von Schächten

Typ	Beschreibung
Typ 1	Schacht mit Anforderung an Feuerwiderstand (vollumwehrt) Anmerkung: Hierzu zählen Schächte in Hochhäusern und brandabschnittübergreifende Schächte. Eigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> • vollumwehrter Schacht, dessen Öffnungen für Schacht-, Zugangs-, Not- sowie Wartungstüren nicht alle in denselben baulichen Brandabschnitt münden • Eine Be- und Entlüftung sowie eine Rauchableitung ist erforderlich, siehe MBO §39 (3). • Schachtwände weisen Feuerwiderstandsklasse auf, siehe MBO §39 (2).
Typ 2	Schacht ohne Anforderung an Feuerwiderstand (vollumwehrt) Eigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> • vollumwehrter Schacht, dessen Öffnungen für Schacht-, Zugangs-, Not- sowie Wartungstüren alle in denselben baulichen Brandabschnitt münden • Eine Rauchableitung wird durch die MBO nicht gefordert. • Eine ausreichende Be- und Entlüftung von Schacht und Fahrkorb ist erforderlich. • Schachtwände müssen keine Feuerwiderstandsklasse aufweisen.
Typ 3	Schacht ohne Anforderung an Feuerwiderstand (teilumwehrt) Eigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> • teilumwehrter Schacht, dessen Öffnungen für Schacht-, Zugangs-, Not- sowie Wartungstüren alle in denselben baulichen Brandabschnitt münden • Eine Rauchableitung wird durch die MBO nicht gefordert. • Eine ausreichende Be- und Entlüftung von Schacht und Fahrkorb ist erforderlich. • Schachtwände müssen keine Feuerwiderstandsklasse aufweisen.

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	–
\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

Abkürzungen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet:

AFEX	aufzugsexterne Sicherheitseinrichtungen
BMA	Brandmeldeanlage
DVO	Durchführungsverordnungen
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 (Volatile Organic Components)
ZÜS	Zugelassene Überwachungsstelle

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.

5.1 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 Stromausfall, 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 (2010/31/EU) nicht berücksichtigt. Anforderungen an Aufzugsanlagen sind aus dieser Richtlinie daher nicht ableitbar. Die Richtlinie wird in Deutschland unter anderem über das Gebäudeenergiegesetz (GEG) umgesetzt.

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 0.4.2ff. Weiterhin müssen gemäß Abschnitt 5.4.9 Lüftungsöffnungen im oberen und unteren Bereich des Fahrkorbs mit jeweils mindestens 1 % der Nutzfläche vorhanden sein. Im 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: Die DIN EN 81-20 definiert Anforderungen an die Be- und Entlüftung der Aufzugsanlage. Darüber hinaus finden sich weiterführende Anforderungen in anderen Normen der EN-81-Reihe.

5.2.3 Deutschland

Zwölfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Aufzugsverordnung – 12. ProdSV)

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

Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung – 9. ProdSV)

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

Anmerkung: Im Gebäudeenergiegesetz 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 Gebäudes entsprechen muss. Daraus folgt, dass, wenn keine verschließbare Klappe vorhanden ist, der Aufzugsschacht, wie auch die Aufzugsschachttüren, für den Test im originalen Zustand verbleiben müssen.

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 im 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) müssen:

- a) Aufzugsschächte zu lüften sein und eine Öffnung zur Rauchableitung mit einem freien Querschnitt von mindestens 2,5 von Hundert 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.

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. sogenannte 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- bzw. 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 automatische Rauchableitung/Lüftungsöffnung Teil des Be- und Entlüftungskonzepts des Aufzugsschachts bzw. Fahrkorbs ist, muss sichergestellt sein, dass bei Wegfall der Stromversorgung die Rauchableitungs-/Lüftungsöffnung sicher in den offenen Zustand überführt wird.

Die Rauchableitungs-/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 – 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 der DIN EN 81-20 im Anhang E folgender Auszug: „(...), welche Lüftung für die Aufzugsanlage als Teil des Gebäudes vorgesehen werden muss, sollte der 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 Aufstellungsstellen 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 bzw. Außenbedingungen. Für den Triebwerksraum bzw. 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 max. 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 nutzungsbezogen 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, welche über einen vollumwehrten Schacht verfügen, dessen Umweh- rung ganz oder teilweise aus Glas besteht, und welche 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, welche eine gesundheitliche Gefahr darstellen. Eine ausreichende Be- und Entlüftung des Schachts ist hier sicherzustellen, wobei die durch Lüftung abgeführte Wärmeenergie \geq 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, welche einen nennenswerten Energiedurchlass zulassen, zum Beispiel durch Sonnenschutzverglasungen, durch Beschattungssysteme oder durch sonstige bauliche Maßnahmen

- b) **natürliche Lüftung** (freie Lüftung), welche 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 Druckpotenzial 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 Raumlufth

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.

- d) **raumlufthtechnische Anlage** (RLT-Anlage) in Aufzugsanlagen, bei welchen 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 Raumlufthkühlanlagen, 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.

Wichtiger Hinweis

Für eine bedarfsbezogene Durchströmung des Aufzugsfahrkorbs ist ein Ventilator im Fahrkorbdach notwendig. Zu beachten ist, dass nicht nur ein definierter Volumenstrom gewährleistet werden muss, sondern auch ausreichende Nachströmungsöffnung(en) im Bodenbereich sichergestellt sein muss/müssen.

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:

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

5.7.2.1 CO₂ – 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 2).

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 2. 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)
> 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.

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 Aufzugschachts 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.

5.7.3 CO₂-Konzentrationen in Fahrkören

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 (max. 8 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 (vgl. Anhang A) abschätzen zu:

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

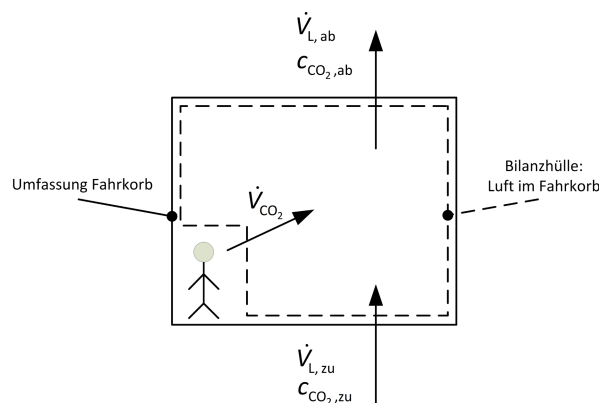


Bild 1. Prinzipskizze Person im Fahrkorb

Mit dieser mittleren CO₂-Emission pro Person und acht Personen im Fahrkorb ergibt sich der erforderliche Luftvolumenstrom im Regelbetrieb für eine Maximalkonzentration von $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 5000 \text{ ppm}$ zu (vgl. Anhang A/Anhang B) zu:

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

und für eine Maximalkonzentration von $c_{\text{CO}_2, \text{max}} = 3000 \text{ ppm}$ zu:

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

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

Bild 2 zeigt die beispielhafte Entwicklung der CO₂-Konzentration im Fahrkorb, die sich im regulären Aufzugsbetrieb über einen Zeitraum von sechzig Minuten einstellt, wenn sich Personen im Fahrkorb befinden. Unter den vorab genannten Randbedingungen (Personen sind nicht einer Stresssituation ausgesetzt) erreicht die maximale CO₂-Konzentration im Fahrkorb nach ca. 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.

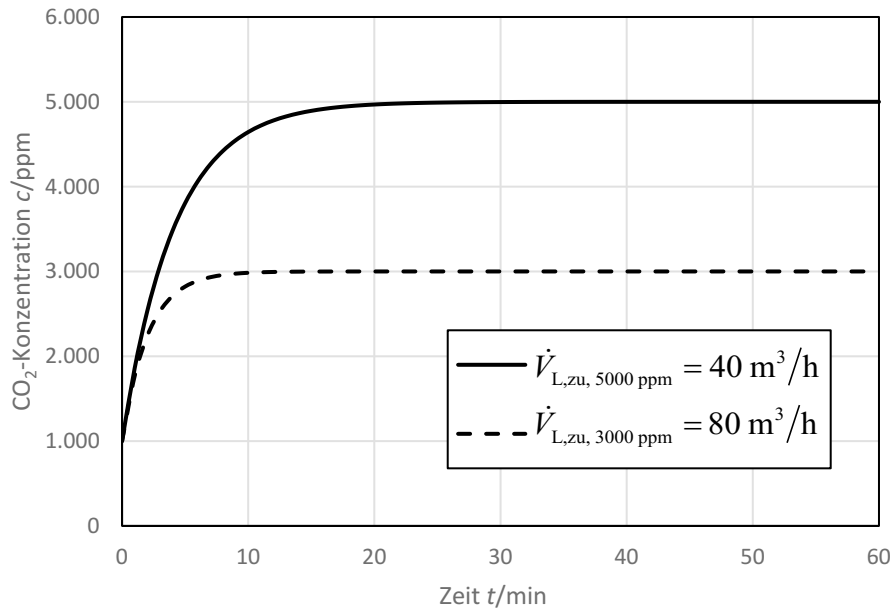


Bild 2. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Regelbetrieb (vereinfachte Abschätzung)

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.

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

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.

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 (vgl. Anhang A):

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

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

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

und

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

Die daraus resultierenden zeitlichen Verläufe der CO₂-Konzentration für den Fall des Personeneinschlusses im Fahrkorb zeigt Bild 3 (vgl. 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 sechzig Minuten einstellt. Unter den vorab genannten Randbedingungen (Personen sind einer Stresssituation ausgesetzt) erreicht die maximale CO₂-Konzentration im Fahrkorb nach ca. 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.

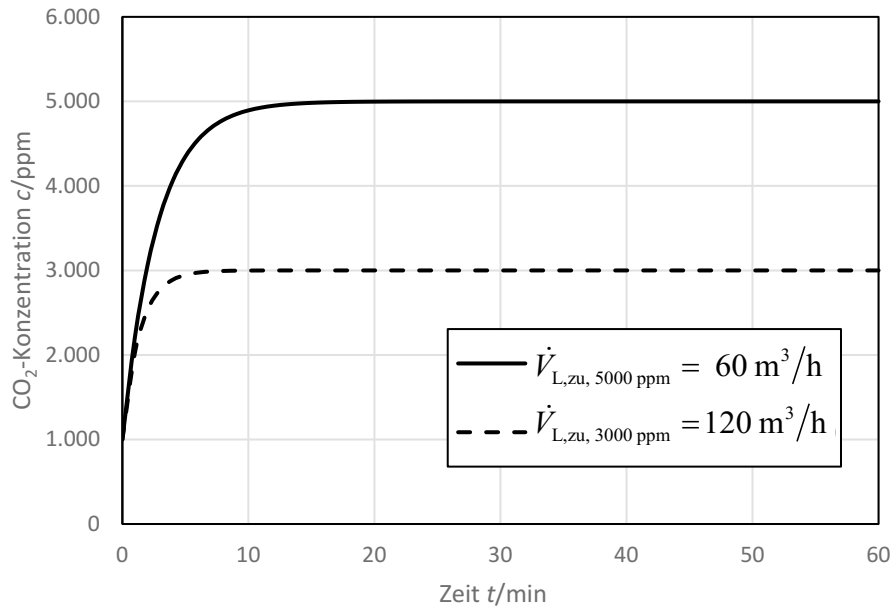


Bild 3. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Betriebsfall des Einschusses unter Berücksichtigung von Stress (vereinfachte Abschätzung)

5.7.3.4 Schlussfolgerungen

In Konsequenz zu den Erkenntnissen muss die CO₂-Konzentration im Fahrkorb geringgehalten 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 eine Stunde sicherzustellen.

Anmerkung 1: Im Zuge der Abstimmung gemäß 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 Evakuierungsfahrt in die nächste Haltestelle möglich.

b) natürliche Lüftung (freie Lüftung)

Werden 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 EN 81-20 (0.4.2) ist unter Berücksichtigung der Erkenntnisse dieser Richtlinie und gemäß einer Risikobeurteilung zu prüfen, ob über die geforderte Lüftung ge-

mäß 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.

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; besonders

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 zur 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 2014/33/EU und 2006/42/EG sowie Komponenten der Gebäudeschnittstelle. Allerdings gibt es Ausnahmen, wie die Komponenten zur Rauchableitung aus Aufzugsschächten.

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

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

6.1.3 Deutschland

Ein System zur Rauchableitung aus dem Aufzugsschacht ist eine Sicherheitseinrichtung für den Brandfall, die je nach Beschaffenheit des Aufzugsschachts beziehungsweise nach Nutzung einer Immobilie eingesetzt wird. Sie gewährleistet das Entweichen 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 unter Abschnitt 5.3 der Verwaltungsvorschrift.

Baugenehmigung, Brandschutzkonzept, Abstimmung der beteiligten Kreise

Ist für das Gebäude, in dem ein Aufzugsschacht mit einer Rauchableitungs-/Lüftungsanlage ausgerüstet wird, ein Brandschutznachweis/Brandschutzkonzept im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens zu erstellen, ist zu prüfen, ob eine Rauchableitungsanlage in diesem Verfahren mit bewertet 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 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 Witterungsab-

hängige Einflüsse über den Aufzugsschacht zu unterbinden, müssen sich diese Verschlüsse im Brandfall selbsttätig öffnen und bis zum Rücksetzen in der geöffneten Position funktions sicher verbleiben.

Bei 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 geregelte 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 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 unter anderem von Wind, Regen und Schnee sowie den Umgebungstemperaturen auszuwählen und zu verwenden.

6.3 Technische Anforderungen

Bei 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.

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.

6.3.2 Evakuierungsfahrt/Brandfallsteuerung

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

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

7 Schnittstellen zu anderen Gewerken

Be- und Entlüftungseinrichtungen bzw. Einrichtungen zur Rauchableitung aus Aufzugsschächten müssen bei Bedarf mit Schnittstellen zu weiteren Einrichtungen der technischen Gebäudeausrüstung (z. B. Gebäudeleittechnik/raumluftechnische 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 bzw. einer Rauchentwicklung im Gebäude müssen Be- und Entlüftungseinrichtungen bzw. 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 bzw. Überwachung der technischen Anlagen zu vereinfachen. Es ist wichtig, nicht nur die Aufzugsanlagen, sondern auch die dazugehörige 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 Flächendeckende Brandmeldeanlage – BMA

Baurechtliche Vorschriften, Richtlinien und Normen, z. B. VDE 0833 bzw. DIN 14675 für Brandmeldeanlagen, können in einem Gebäude die ganzheitliche Überwachung aller Räume fordern. Zu einer flächendeckenden Überwachung des Gebäudes gehört auch der Aufzugsschacht.

Ist bauseitig eine Brandmeldeanlage (BMA) vorhanden, kann diese auch zur Aufzugsschachtüberwachung genutzt werden, z. B. durch ein Rauchsaugsystem. Im Alarmfall kann die Rauchableitung über einen potenzialfreien Kontakt aktiviert werden. Herkömmliche Systeme 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 Systeme spätestens nach 60 s vollständig in den geöffneten Zustand und schalten sich ab.

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

Bei einer Brandmeldeanlage muss auch bei einem Netzausfall die Detektion von Rauch sichergestellt werden. Somit muss die Rauchdetektion (z. B. Rauchsaugsystem) über eine Akkupufferung bis zu 72 h mit einer für die jeweilige BMA zugelassenen Notstromversorgung aufrechterhalten werden. Zusätzlich muss der Alarm- und Störungskontakt direkt aus dem Brandmelder zur BMA geleitet werden, und auch ein Reset der BMA muss möglich sein.

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

Wichtiger Hinweis

Die Anforderungen der DIN EN 81-20 zur Erreichung aller Schutzziele sind zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abzustimmen und zu dokumentieren. Eine enge Abstimmung mit dem Errichter der Brandmeldeanlage ist hier unumgänglich. Insbesondere ist die Umsetzung des Brandschutzkonzeptes/der Brandfallmatrix zu beachten.

7.3 Brandfallsteuerung

Wenn das Brandschutzkonzept/der Brandschutznachweis des Gebäudes oder andere vertragliche Anforderungen es vorsehen, leitet die Aufzugsteuerung nach einer Brandfallmeldung eine Evakuierungsfahrt 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 Vorräumüberwachung von Aufzugsanlagen

Sollte der Vorräum 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 (Rauchmelder; DIN EN 54-7) müssen in diesem Fall in jedem Aufzugsvorräum bzw. 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 automatischen Rauchmeldern sollte eine manuelle Evakuierung über einen Druckknopfmelder 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.

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 Lüftungs- und/oder Rauchableitungssystemen 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:

- 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 (ArbStättV, § 4).

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 Lüftungs- und Rauchableitungsanlagen und deren Komponenten erfolgt entsprechend der gesetzlichen Regelungen und Herstellervorgaben. Das Wartungsintervall sollte einmal pro Jahr nicht überschreiten, soweit nicht vonseiten des Herstellers oder dessen Produktzulassungen weiter geregelt.

8.2.2 Wartung und Instandhaltung von Brandmeldern

DIN 14675 – Brandmeldeanlagen

Gemäß DIN 14675 sind Brandmelder nach Herstellerangaben regelmäßig auszutauschen bzw. einer Werkprüfung und Instandsetzung zu unterziehen. Hierzu müssen Komponenten oder komplette Geräte gemäß Herstellervorgabe, wie punktförmige Rauchmelder (DIN EN 54-7), linienförmige Melder (DIN EN 54-12), Ansaugrauchmelder (DIN EN 54-20) oder andere zugelassene Brandmelder, wiederkehrend getauscht werden:

- **alle acht Jahre**
Brandmelder mit Verschmutzungskompensation oder automatischer Kalibriereinrichtung
- **alle fünf Jahre**
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, Rollenträume) zu betreten. Durch das Betreten dieser Bereiche ergibt sich eine hohe mechanische und elektrische Gefährdung, welche 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 Not-Halt-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 gemäß Betriebsicherheitsverordnung (§ 3 „Gefährdungsbeurteilung“) sichergestellt werden.

8.4 Dokumentation

Auf Basis der nationalen Umsetzung der Anforderungen korrespondierender EU-Richtlinien (z. B. EMV-, Niederspannungs-, Maschinenrichtlinie) müssen z. B. nachfolgende technische Dokumentationen zum Verbleib an der Anlage bereitgestellt werden:

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

9 Erstmalige und wiederkehrende Prüfung

Zeitweise 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 im Anhang 2 behandelt. Die Prüfungsgrundlagen der BetrSichV § 15 („Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen“) und § 16 („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 respektive der Betreiber muss die mit der Prüfung beauftragte Zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) über aufzugsexterne Sicherheitseinrichtungen der Aufzugsanlage (z. B. aus brandschutztechnischen Anforderungen bzw. aus Genehmigungen und Brandschutzkonzepten) informieren.

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

9.1 Prüfungsablauf

Zeitweise 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 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 der BetrSichV § 16 („Wiederkehrende Prüfung“) müssen Systeme zur Be- und Entlüftung sowie 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 des Systems zur Rauchableitung im Aufzugsschacht oder Triebwerksraum.

Der Prüfbescheinigungsaufkleber sollte über folgende Inhalte verfügen:

Aufzugsexterne Sicherheitseinrichtung Aufzugsschacht

- Bestätigung der Funktionsprüfung:

- Die Be- und Entlüftungseinrichtung und die Einrichtung zur Rauchableitung wurden wiederkehrend geprüft. Die Anlagenfunktion ist gegeben.
- Das System besteht aus zugelassenen Komponenten.
- Der nach der LBO erforderliche Rauchableitungsquerschnitt von 2,5 % der Grundfläche, mindestens jedoch 0,1 m², wird im Alarmfall erreicht.
- Funktionstest der verbauten Komponenten:
 - Steuerungseinrichtung
 - Branderkennungselement
 - Druckknopfmelder
 - Verschlusselement
 - Lüftungsfunktionalität
- Nachweise/Bestätigung:
 - Geprüft am:
 - Nächste Prüfung:
 - Fachperson/Prüfperson Name 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.

Anhang A CO₂-Konzentration im Fahrkorb – Berechnungsbeispiele

Randbedingungen

- max. CO₂-Konzentration im Fahrkorb:
 $c_{CO_2,max} = 5000 \text{ ppm}/3000 \text{ ppm}$
- CO₂-Konzentration der nachströmenden Zuluft:
 $c_{CO_2,zu} = 1000 \text{ ppm}$
Keine Außenluftqualität. Zuluft wird dem Fahrkorb aus dem Aufzugsschacht und diesem wiederum über angrenzende Vorräume mit hygienisch unbedenklicher CO₂-Konzentration zugeführt.
- Fahrkorb steht, Lüftung aktiv.
- Aufzug: max. 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 $\rho \approx 1000 \text{ kg/m}^3$
 $V_B = V_{\text{Fahrkorb}} - V_{\text{Pers}} = 3,388 \text{ m}^3 - 630 \text{ kg}/(1000 \text{ kg/m}^3) = 2,758 \text{ m}^3$
- 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):
ca. 16,0 $\ell_{CO_2}/(h \cdot \text{Pers.})$
 - zwei Personen, z. B. leichte Aktivität (Aktivitätsgrad: 1,6 met):
ca. 25,0 $\ell_{CO_2}/(h \cdot \text{Pers.})$
 - Mittelwert der CO₂-Emission pro Person:
ca. 18,25 $\ell_{CO_2}/(h \cdot \text{Pers.})$

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

$$\dot{V}_{CO_2,Pers} = 20 \ell_{CO_2}/(h \cdot \text{Pers})$$

zugrunde gelegt.

Erforderlicher Luftvolumenstrom bei vorgegebener Maximalkonzentration CO₂ im Fahrkorb

Für den stationären Endzustand gilt (vgl. 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
- $\dot{V}_{CO_2,Pers}$ Volumenstrom CO₂, 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:

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

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

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

und für eine Maximalkonzentration von $c_{CO_2,max} = 3000 \text{ ppm}$ ein Luftvolumenstrom von:

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

Zeitabhängige CO₂-Konzentration im Fahrkorb

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

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

Dabei ist

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

Für die betrachtete Maximalkonzentration von $c_{CO_2,max} = 5000$ ppm im Fahrkorb und dem dazu erforderlichen Luftvolumenstrom von $\dot{V}_{L,zu,5000\text{ ppm}} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$

ergibt sich die zeitabhängige CO_2 -Konzentration aus der Zahlenwertgleichung:

$$\begin{aligned} \left(\frac{c_{CO_2}(t)}{\text{ppm}} \right) &= \left(\frac{c_{CO_2,zu}}{\text{ppm}} \right) + \frac{N_{\text{Pers}} \dot{V}_{CO_2,\text{Pers}}}{\dot{V}_{L,zu,5000}} \left[1 - \exp \left(- \frac{\dot{V}_{L,zu,5000}}{V_B} (t - t_0) \right) \right] \cdot 10^6 \\ &= \left(\frac{1000}{\text{ppm}} \right) + \frac{8 \cdot \text{Pers} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{Pers})}{40 \text{ m}^3 / \text{h}} \left[1 - \exp \left(- \frac{40 \text{ m}^3 / \text{h}}{2,758 \text{ m}^3} (t - t_0) \cdot \frac{\text{h}}{60 \text{ min}} \right) \right] \cdot 10^6 \end{aligned}$$

mit t als der Zeit in Minuten.

Mit einer äquivalenten Zahlenwertgleichung für die Maximalkonzentration von $c_{CO_2,max} = 3000$ ppm und dem dazugehörigen Luftvolumenstrom von

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

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):
ca. $16,0 \text{ l}_{CO_2}/(\text{h} \cdot \text{Pers.})$

- zwei Personen, z. B. leichte Aktivität (Aktivitätsgrad: 1,6 met):
ca. $25,0 \text{ l}_{CO_2}/(\text{h} \cdot \text{Pers.})$
- fünf Personen mit stressbedingter Aktivität (Aktivitätsgrad: 2 met):
ca. $32,0 \text{ l}_{CO_2}/(\text{h} \cdot \text{Pers.})$
- Mittelwert der CO_2 -Emission pro Person:
ca. $28,3 \text{ l}_{CO_2}/(\text{h} \cdot \text{Pers.})$

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

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

zugrunde gelegt.

Analog zur vorherigen Beispielrechnung ergeben sich aus dem erhöhten CO_2 -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 CO_2 -Konzentration für den Fall des Personeneinschlusses im Fahrkorb.

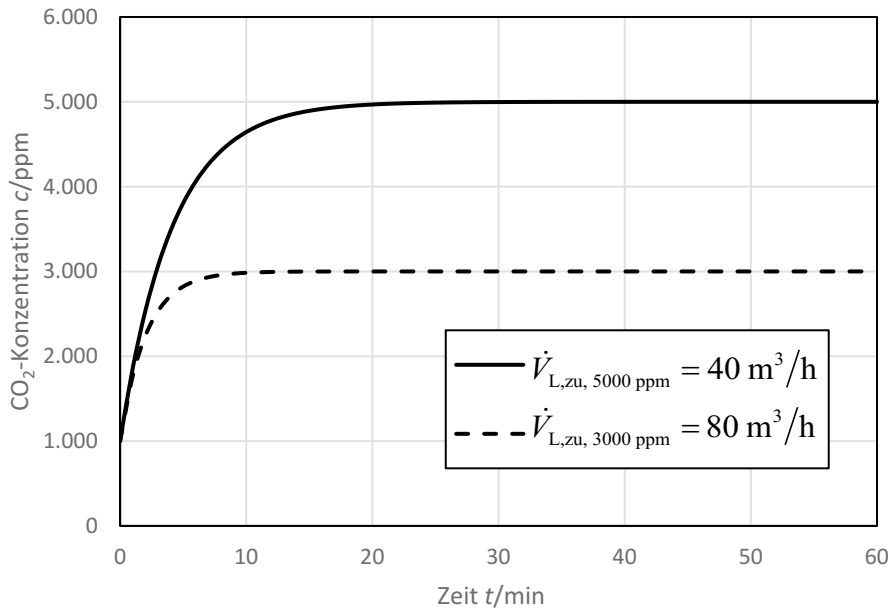


Bild A1. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Regelbetrieb

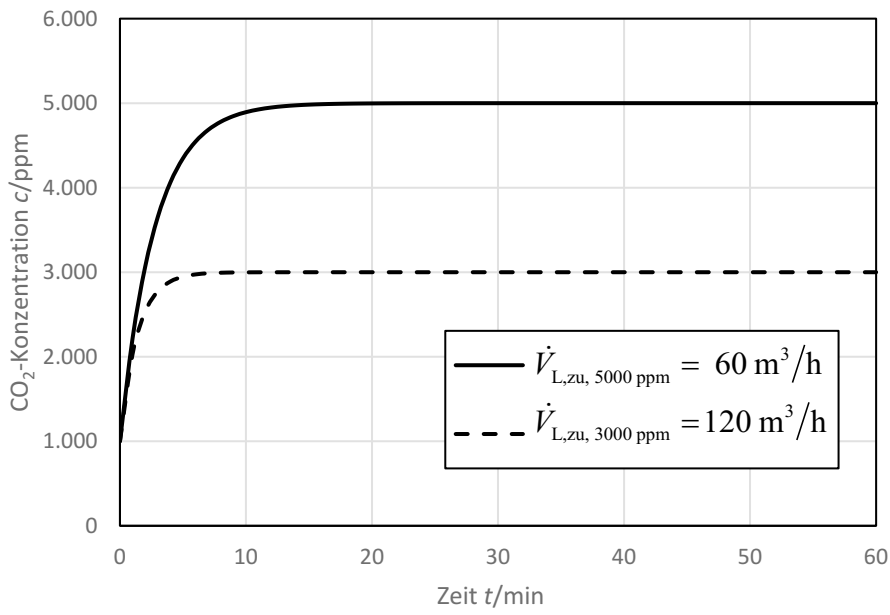


Bild A2. CO₂-Konzentration im Fahrkorb im Betriebsfall des Einschusses unter Berücksichtigung von Stress

Anhang B Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb im stationären Zustand

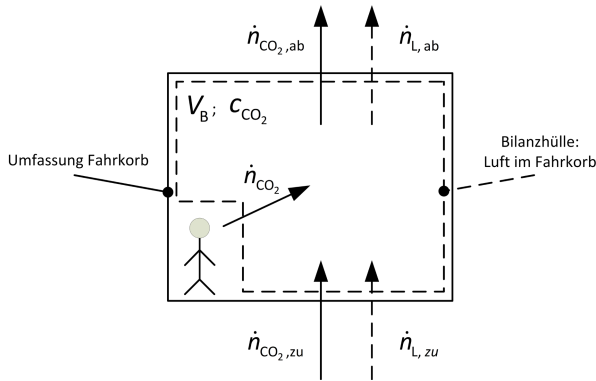


Bild B1. Prinzipskizze zur Bilanz „Person im Fahrkorb“, stationärer Endzustand

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

- Luft:

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

- CO₂:

$$\dot{n}_{CO_2,zu} + \dot{n}_{CO_2} = \dot{n}_{CO_2,ab} \tag{B2}$$

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:

$$\frac{\dot{n}_{CO_2,zu}}{\dot{n}_L} + \frac{\dot{n}_{CO_2}}{\dot{n}_L} = \frac{\dot{n}_{CO_2,ab}}{\dot{n}_L} \tag{B3}$$

Mit dem Konzentrationsmaß

$$c_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_L} = \frac{\dot{n}_{CO_2}}{\dot{n}_L} \tag{B4}$$

erhält man aus Gleichung (B3):

$$\dot{n}_L = \frac{\dot{n}_{CO_2}}{c_{CO_2,ab} - c_{CO_2,zu}} \tag{B5}$$

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

$$\dot{n} = \frac{p\dot{V}}{RT} \tag{B6}$$

mit

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

so erhält man unter den vereinfachenden Randbedingungen:

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

aus Gleichung (B5) und Gleichung (B6):

$$\dot{V}_L = \frac{\dot{V}_{CO_2,gesamt}}{c_{CO_2,ab} - c_{CO_2,zu}} \tag{B8}$$

Mit der Anzahl der Personen N_{Pers} ergibt sich für den erforderlichen Luftvolumenstrom $\dot{V}_{L,zu,erf}$ zur Einhaltung der maximalen Konzentration von CO₂ im Fahrkorb bei bekannter CO₂-Konzentration der Zu- und Abluft (jeweils in der Einheit ppm) für den stationären Endzustand:

$$\dot{V}_{L,zu,erf} = \frac{N_{Pers} \cdot \dot{V}_{CO_2,Pers}}{\left[(c_{CO_2,max} / \text{ppm}) - (c_{CO_2,zu} / \text{ppm}) \right] \cdot 10^{-6}} \tag{B9}$$

Anhang C Stoffmengenbilanzen – Fahrkorb, instationärer Zustand

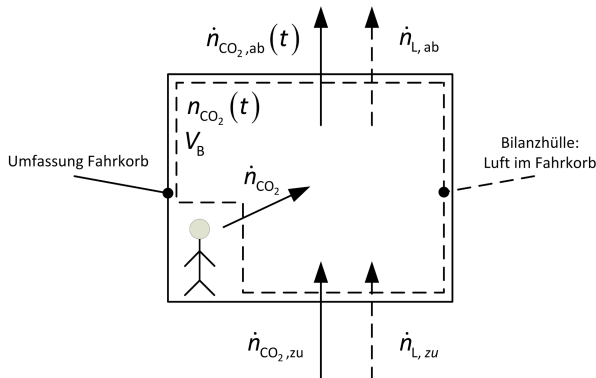


Bild C1. Prinzipskizze zur Bilanz „Person im Fahrkorb“, instationärer Zustand

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

$$\frac{dn_{\text{CO}_2}(t)}{dt} = \dot{n}_{\text{CO}_2} + \dot{n}_{\text{CO}_2,\text{zu}} - \dot{n}_{\text{CO}_2,\text{ab}}(t) \quad (\text{C1})$$

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

$$\frac{n_B dc_{\text{CO}_2}(t)}{dt} = \dot{n}_{\text{CO}_2} + \dot{n}_L c_{\text{CO}_2,\text{zu}} - \dot{n}_L c_{\text{CO}_2,\text{ab}}(t) \quad (\text{C2})$$

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

$$c_{\text{CO}_2,\text{ab}}(t) = c_{\text{CO}_2}(t) \quad (\text{C3})$$

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

$$\frac{dc_{\text{CO}_2}(t)}{dt} + \frac{\dot{V}_L}{V_B} c_{\text{CO}_2}(t) = \frac{\dot{V}_{\text{CO}_2}}{V_B} + \frac{\dot{V}_L}{V_B} c_{\text{CO}_2,\text{zu}} \quad (\text{C4})$$

mit V_B als dem Bilanzvolumen.

Die Lösung der Differenzialgleichung, vgl. auch VDI 6040 Blatt 2:

$$c_{\text{CO}_2}(t) = c_{\text{CO}_2,\text{zu}} + \frac{\dot{V}_{\text{CO}_2,\text{gesamt}}}{\dot{V}_L} \left[1 - \exp\left(-\frac{\dot{V}_L}{V_B}(t-t_0)\right) \right] \quad (\text{C5})$$

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 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 (vgl. 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):

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

Schrifttum

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften

Richtlinie **2006/42/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (ABl 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 (ABl 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 (ABl 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 (ABl 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 (ABl 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 (ABl EU, 2018, Nr. L 156, S. 75–91)

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – **ArbStättV**) vom 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 (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 2019

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)

Technische Regeln

Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)

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: Beuth Verlag

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: Beuth Verlag

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: Beuth Verlag

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: Beuth Verlag

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: Beuth Verlag

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: Beuth Verlag

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: Beuth Verlag

DIN 14675-1:2020-01 Brandmeldeanlagen; Teil 1: Aufbau und Betrieb (Fire detection and fire alarm systems; Part 1: Design and operation). Berlin: Beuth Verlag

DIN 14675-2: 2020-01 Brandmeldeanlagen; Teil 2: Anforderungen an die Fachfirma (Fire detection and fire alarm systems; Part 2: Requirements to the specialised company). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 16798-3:2017-11 Energetische Bewertung von Gebäuden; Lüftung von Gebäuden; Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden; Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme (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: Beuth Verlag

DIN EN ISO 8996:2020-11 Ergonomie der thermischen Umgebung; Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes (ISO/DIS 8996:2020); Deutsche und Englische Fassung prEN

ISO 8996:2020 (Ergonomics of the thermal environment; Determination of metabolic rate (ISO/DIS 8996:2020); German and English version prEN ISO 8996:2020). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 8996:2005-01 Ergonomie der thermischen Umgebung; Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes (ISO 8996:2004); Deutsche Fassung EN ISO 8996:2004 (Ergonomics of the thermal environment; Determination of metabolic rate (ISO 8996:2004); German version EN ISO 8996:2004). Berlin: Beuth Verlag

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: Beuth Verlag

DIN VDE 0833-2*VDE 0833-2:2022-06 Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall; Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen (Alarm systems for fire, intrusion and hold up; Part 2: Requirements for fire alarm systems). Berlin: Beuth Verlag

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

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

Technische Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)
(https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBS/TRBS.html__nnn=true
(abgerufen am 05.05.2022)

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

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

Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

TRGS 900:2006-01 Arbeitsplatzgrenzwerte. Berlin: Beuth Verlag

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

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: Beuth Verlag

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

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

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

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

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

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: Beuth Verlag

Literatur

- [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