

09.09.2022

# Brandschutznachweis 21B0856-G1

zum Bauvorhaben

„Neubau einer Wartungseinrichtung  
in Butzbach – Werkstatt mit Be-  
triebsgebäude“

Dieses Schriftstück umfasst 78 Seiten und vier Anlagen. Es darf nur ungekürzt vervielfältigt werden.  
Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf in jedem Einzelfall der schriftlichen Genehmigung.  
Die Ergebnisse dürfen nicht auf andere Bauwerke übertragen werden.

Auftraggeber

**ARGE Butzbach**  
**c/o IBL GmbH**  
Niels-Bohr-Str. 8  
39106 Magdeburg

Entwurfsverfasser

**IBL GmbH - Ingenieurbüro Lambrecht**  
Niels-Bohr-Str. 8  
39106 Magdeburg

Auftragnehmer

**hhpberlin**  
Ingenieure für Brandschutz GmbH  
Otto-Ostrowski-Str. 5  
10249 Berlin  
T +49 [30] 89 59 55-0  
F +49 [30] 89 59 55-9101

Bearbeiter

Christian Flache, M.Sc.  
Tim Obermeier, M.Eng.  
Dr.-Ing. Karen Paliga  
Fabian Schenk, M.Sc.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anlass und Aufgabenstellung .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Angaben zu den Gebäuden .....</b>	<b>8</b>
2.1	Lage und Abmessungen der Gebäude .....	8
2.2	Bauart der Gebäude .....	8
2.3	Nutzung der Gebäude.....	9
2.4	Bauordnungsrechtliche Einstufung.....	9
2.5	Schutzziele und Risikobetrachtung.....	10
<b>3</b>	<b>Beurteilungsgrundlagen .....</b>	<b>11</b>
3.1	Rechtliche Grundlagen.....	11
3.1.1	Gesetze und Verordnungen .....	11
3.1.2	Vorschriften und Richtlinien .....	11
3.1.3	Weitere rechtliche Grundlagen .....	12
3.2	Planungsunterlagen .....	13
3.3	Termine.....	14
<b>4</b>	<b>Äußere Erschließung .....</b>	<b>15</b>
4.1	Besondere Zugänglichkeit für die Feuerwehr (Areal) .....	15
4.2	Feuerwehrezufahrten und -umfahrungen.....	15
4.3	Bewegungsflächen für Fahrzeuge der Feuerwehr.....	16
4.4	Aufstellflächen für die Feuerwehr.....	17
4.5	Feuerwehrezugänge Gebäude.....	17
4.6	Einsatzwert der Feuerwehr .....	17
4.7	Löschwasserversorgung.....	17
4.8	Löschwasserrückhaltung .....	18
<b>5</b>	<b>Rettungskonzept .....</b>	<b>22</b>
5.1	Erläuterungen zum Rettungskonzept.....	22
5.2	Allgemeine Anforderungen .....	22
5.3	Bewertung der Rettungswege .....	24
5.3.1	Werkhallen, einschließlich Drehgestelllager .....	24
5.3.2	Betriebsgebäude.....	26
5.4	Rettung von Personen mit motorischen bzw. sensorischen Einschränkungen .....	27
5.5	Kennzeichnung der Rettungswege.....	27

5.6	Rettungswege im Freien .....	27
<b>6</b>	<b>Bauliche Brandschutzmaßnahmen.....</b>	<b>28</b>
6.1	Tragende und aussteifende Bauteile .....	28
6.1.1	Allgemeine Anforderungen .....	28
6.1.2	Ausgangssituation .....	29
6.1.3	Globalnachweis .....	30
6.1.3.1	Vorgehensweise .....	30
6.1.3.2	Ermittlung des Umrechnungsfaktors $c$ .....	31
6.1.3.3	Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors $w$ .....	31
6.1.3.4	Berechnung der äquivalenten Branddauer $t_a$ .....	33
6.1.3.5	Ermittlung der Sicherheitsbeiwerte $\gamma$ .....	34
6.1.3.6	Ermittlung des Zusatzbeiwertes $\alpha_L$ .....	35
6.1.3.7	Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der Bauteile .....	35
6.1.4	Einbauten .....	37
6.1.5	Ebenen/Ebenennachweis.....	38
6.1.5.1	Vorgehensweise .....	38
6.1.5.2	Ebene 2 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 1 .....	39
6.1.5.3	Werkhalle sowie Ebene 1 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 1 .....	41
6.1.5.4	Ebene 2 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 2 .....	43
6.1.5.5	Werkhalle sowie Ebene 1 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 2 .....	45
6.1.5.6	Drehgestelllager im Brandbekämpfungsabschnitt 2.....	47
6.1.6	Teilflächennachweis .....	48
6.2	Bauprodukte und Bauarten .....	50
6.3	Brandbekämpfungsabschnitte und Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten .....	50
6.3.1	Allgemeine Anforderungen .....	50
6.3.2	Gebäudeabschlusswände .....	51
6.3.3	Innere Brandwände .....	52
6.3.4	Nachweis der Größe der Brandbekämpfungsabschnitte .....	52
6.4	Außenwände .....	54
6.5	Trennwände .....	55
6.6	Rauchabschnitte.....	56
6.7	Decken .....	56
6.8	Dächer .....	57
6.8.1	Bedachungen.....	57
6.8.2	Dach zwischen den Brandbekämpfungsabschnitten .....	58
6.9	Treppen und Treppenräume .....	59
6.9.1	Treppen.....	59
6.9.1.1	.....	59
6.9.2	Treppenräume .....	59

6.11	Notwendige Flure .....	61
6.12	Ausbau .....	62
6.12.1	Wand- und Deckenbekleidungen, Unterdecken, Dämmstoffe, Bodenbeläge .....	62
6.12.2	Systemböden .....	63
6.12.3	Feststellanlagen für Brand- und Rauchschutztüren .....	63
6.13	Technische Gebäudeausrüstung .....	63
6.13.1	Blockheizkraftwerk .....	63
6.13.2	Lastenaufzug .....	63
6.13.3	Leitungsanlagen, Lüftungsanlagen, Installationsschächte und -kanäle .....	64
6.13.4	Blitzschutz .....	64
<b>7</b>	<b>Anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen .....</b>	<b>65</b>
7.1	Grundsatz .....	65
7.2	Brandmeldeanlage .....	65
7.2.1	Ausführung und Schutzzumfang .....	65
7.2.2	Branddetektion .....	65
7.2.3	Brandmelderzentrale/Feuerwehrlaufpunkt .....	66
7.2.4	Brandmeldeanlagenkonzept .....	66
7.3	Internalarm .....	67
7.4	Selbsttätige Feuerlöschanlagen .....	67
7.5	Anlagen für die Feuerwehr .....	68
7.5.1	Wandhydranten .....	68
7.5.2	Gebäudefunkanlage .....	68
7.6	Feuerlöscher .....	68
7.7	Brandfallsteuerung für Aufzüge .....	68
7.8	Rauchableitung .....	68
7.8.1	Allgemeine Anforderungen nach /MIndBauRL/ .....	68
7.8.2	Allgemeine Anforderungen nach /HBO/ .....	70
7.8.3	Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 1 .....	70
7.8.4	Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 2 .....	71
7.8.5	Drehgestelllager .....	72
7.8.6	Betriebsgebäude .....	73
7.8.7	Treppenträume .....	73
7.8.8	Fahrschacht Lastenaufzug .....	73
7.8.9	Shuttle-Regal-Lager .....	73
7.9	Sicherheitsbeleuchtung .....	73
7.10	Sicherheitsstromversorgung .....	74
7.11	Funktionserhalt elektrischer Anlagen .....	74
<b>8</b>	<b>Organisatorische Brandschutzmaßnahmen .....</b>	<b>75</b>

8.1	Brandschutzordnung .....	75
8.2	Flucht- und Rettungspläne .....	75
8.3	Feuerwehrpläne .....	75
8.4	Verantwortliche Personen für den Brandschutz .....	75
8.5	Prüffristen .....	76
<b>9</b>	<b>Liste der Erleichterungen .....</b>	<b>77</b>
<b>10</b>	<b>Schlussbetrachtung.....</b>	<b>78</b>

Anlage 1 Visualisierter Brandschutznachweis (V-BSN)

Der Visualisierte Brandschutznachweis besteht aus folgenden Plänen

Darstellung	Datum
Grundriss Ebene 0	03.08.2022
Grundriss Ebene 1	03.08.2022
Grundriss Ebene 2	03.08.2022
Grundriss Drehgestelllager	03.08.2022
Grundriss Dachaufsicht	03.08.2022

Anlage 2 Aufstellung der Brandlasten in der Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 1, einschließlich der zugehörigen Fläche im Betriebsgebäude

Anlage 3 Aufstellung der Brandlasten im Drehgestelllager

Anlage 4 Aufstellung der Brandlasten in der Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 2, einschließlich der zugehörigen Fläche im Betriebsgebäude

# 1 Anlass und Aufgabenstellung

Wir wurden von der ARGE Butzbach c/o IBL GmbH gemäß dem Vertrag vom 27.04.2022 mit der Erarbeitung eines Brandschutznachweises für das Bauvorhaben „Neubau einer Wartungseinrichtung in Butzbach – Werkstatt mit Betriebsgebäude“ beauftragt.

Die Erarbeitung des Nachweises erfolgt unter Beachtung der derzeit geltenden gesetzlichen Bestimmungen des Brandschutzes im Land Hessen und der Regeln der Technik, welche den Brandschutz betreffen. Der Brandschutznachweis ist im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens als bautechnischer Nachweis zu erstellen.

Der Brandschutznachweis stellt einen bautechnischen Nachweis dar. Über die Zulässigkeit von Abweichungen und Erleichterungen kann nur die genehmigende Behörde für Brandschutz entscheiden.

Der Brandschutznachweis beinhaltet grundsätzlich:

- eine Risikoanalyse unter Beachtung des Schutzziels,
- die äußere Erschließung für die Feuerwehr, wie die Zugänglichkeit, Flächen für die Feuerwehr, die Löschwasserversorgung etc.,
- das Rettungskonzept,
- die bautechnischen Brandschutzmaßnahmen, wie die Festlegung der Brand- bzw. Rauchabschnitte, des Feuerwiderstandes der Bauteile und der Baustoffklassen,
- die anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen, wie Festlegungen des Ausstattungsgrades mit Rauch- bzw. Wärmeabzugsanlagen, Anlagen für die Feuerwehr und zur Selbsthilfe etc. und
- die organisatorischen Brandschutzmaßnahmen, wie das Erfordernis der Erstellung von Feuerwehrplänen, von Flucht- und Rettungsplänen sowie einer Brandschutzordnung sowie die Notwendigkeit zum Stellen von Selbsthilfekräften.

Die Aussagen im vorliegenden Brandschutznachweis beruhen auf den geführten Abstimmungen mit den Architekten und Fachplanern sowie auf der vorgelegten Architektenplanung.

Im Brandschutznachweis werden die bauordnungsrechtlichen Mindestanforderungen benannt.

Andere Bereiche des öffentlichen Rechts, beispielsweise das Baunebenrecht in Form des Arbeitsstättenrechts und des Gewerberechts, sowie versicherungstechnische Anforderungen werden nicht berücksichtigt. Wir empfehlen der Bauherrin, die Genehmigungen zu derartigen Belangen ggf. von den anderen Behörden bzw. die Zustimmung des Versicherers zum Brandschutznachweis einzuholen. Weiterhin sind Bewertungen zum Explosionsschutz nicht Bestandteil des Nachweises.

Sofern aufgrund des Baunebenrechts, technischer Regeln etc. weitergehende Anforderungen gestellt werden, so sind diese durch den jeweiligen Fachplaner zu benennen.



Dem hier vorliegenden Textteil wird ein Visualisierter Brandschutznachweis (V-BSN, Grundrisse) beigefügt. Die Visualisierung dient der Erläuterung des Textteiles und spiegelt die Anforderungen des baulichen Brandschutzes und den Verlauf des Rettungsweges wider. Sie darf nicht vom Textteil losgelöst betrachtet werden. Die brandschutztechnischen Anforderungen an die tragenden Bauteile und an Baustoffe sowie anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen werden zugunsten der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.



## 2 Angaben zu den Gebäuden

### 2.1 Lage und Abmessungen der Gebäude

Die Werkhalle mit Betriebsgebäude weist eine Länge von insgesamt 198 m und eine Breite von 81,60 m auf. Die Werkhalle hat insgesamt eine Grundfläche von ca. 16.650 m<sup>2</sup>. Das Betriebsgebäude weist drei Geschosse bzw. Ebenen mit einer Fläche von jeweils ca. 1.325 m<sup>2</sup> auf. Auf Höhe der Ebene 0 ist weiterhin ein Lager mit einer Fläche von ca. 2.793 m<sup>2</sup> angeordnet.

Das Werkstattgebäude besteht aus insgesamt vier Hallenschiffen HS 1 bis HS 4.

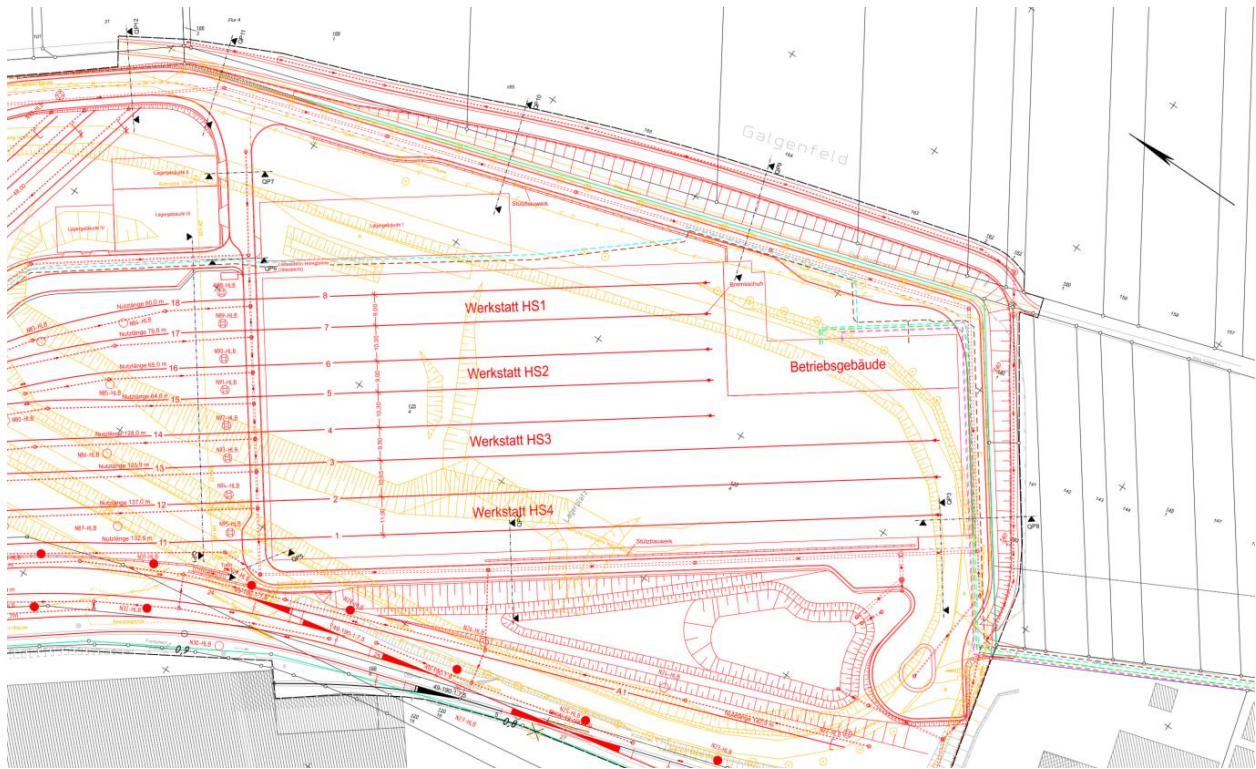


Abbildung 1      Übersichtsplan

### 2.2 Bauart der Gebäude

Die tragenden Bauteile des Gebäudekomplexes werden nach /Projektbeschreibung/ massiv in Stahlbeton errichtet. Die Außenwand wird als Sandwich-Element mit nichtbrennbarer Dämmung errichtet. Das Dach wird als Industriedach-Warmdach-Konstruktion, bestehend aus Trapezblech, Dampfsperre, nichtbrennbarer Dämmung und Dachabdichtung erstellt.

Die Fassadenkonstruktion ist entsprechend der /Projektbeschreibung/ aus Sandwich-Wandelementen mit Mineralwollfüllung geplant.



Die Fenster werden mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung hergestellt. Die Lichtbänder im Dach der Werkhallen werden aus Polycarbonat (Dicke 2 cm) errichtet.

## 2.3 Nutzung der Gebäude

Die Werkhalle stellt eine neue Wartungseinrichtung für Schienenfahrzeuge dar. Die Wartungseinrichtung soll Anlagen für die betriebsnahe und schwere Instandhaltung von elektrischen und brennkraftgetriebenen Triebfahrzeugen aufweisen.

Es führen insgesamt 8 Gleise in die Halle. Der Anschluss der Wartungseinrichtung soll an das frühere Streckengleis Butzbach Nord – Pohl Göns der HLB Basis AG in Butzbach Nord erfolgen.

Der Hallengrundriss ist funktional in mehrere Arbeitsbereiche – betriebsnahe und schwere Instandsetzung, Werkstätten, Büro-, Aufenthalts- und Sanitärbereiche sowie Lager- und Logistikflächen – geteilt (/Projektbeschreibung/). In den Hallenschiffen Achse C-E/1-23 befinden sich die Gleise 5-8 der betriebsnahen Instandsetzung. Die schwere und Teile betriebsnahe Instandsetzung werden auf den Gleisen 1-4 in den Hallenschiffen Achse A-C/1-34 durchgeführt.

Im Betriebsgebäude sind Büro- und Lagerräume sowie Umkleidebereiche und Technikräume angeordnet. Im Geschoss Ebene 0 sind die haustechnischen Betriebsräume für Elektro, Daten (Server), Druckluft, HLS einschl. BHKW, Sicherheitsbeleuchtung (SiBe) und die BMZ untergebracht. Auf der Ebene 1 befinden sich Teilereinigung, Shuttle-Regallager mit Werkzeugausgabe, WC-Aufbereitung, Reinigung Großkomponenten sowie den Lastenaufzug für Materialtransporte. Die Ebene 2 des Betriebsgebäudes beherbergt klassische Büro- und Verwaltungsräume mit den zugehörigen Sozial- und Sanitäranlagen. Unter anderem befinden sich hier drei Schulungsräume, die über Mobiltrennwände variabel miteinander verbunden werden können.

## 2.4 Bauordnungsrechtliche Einstufung

Die bauordnungsrechtliche Einstufung erfolgt als Industriegebäude (Werkhalle) mit angelagertem Büro- und Verwaltungsbereich.

Für die brandschutztechnische Bewertung wird die Bauordnung des Landes Hessen /HBO/ sowie der dazu erlassenen Vorschriften, einschließlich der /MIndBauRL/ zugrunde gelegt.

Das Gebäude wird nach Angabe des Entwurfsverfassers nach § 2 (4) /HBO/ in die Gebäudeklasse 5 eingestuft.

Aus bauordnungsrechtlicher Sicht ist das Gebäude ein Sonderbau, da der Tatbestand nach § 2 (9) /HBO/ Nr. 3 „Gebäude mit mehr als 1.600 m<sup>2</sup> Grundfläche des Geschosses mit der größten Ausdehnung, ausgenommen Wohngebäude“ der Hessischen Bauordnung /HBO/ erfüllt ist.

Der Gebäudekomplex wird aufgrund der Nutzung entsprechend den Anforderungen aus der /MIndBauRL/ beurteilt. Die Bewertung erfolgt nach Abschnitt 7 der /MIndBauRL/. Das Gebäude wird mit einer automatischen Brandmeldeanlage ausgestattet, so dass es nach Abschnitt 3.12 /MIndBauRL/ in die Sicherheitskategorie K2 eingestuft wird.

In der Werkhalle sind Arbeitsgruben vorhanden, diese sollen als Teil des Erdgeschosses behandelt werden. Gemäß Abschnitt 5.4.2 /MIndBauRL/ dürfen Fußböden von oberirdischen Geschossen auch mehr als 1 m unter der Geländeoberfläche liegen, wenn diese Bereiche ausschließlich betriebstechnische Einrichtungen mit einer Größe in Summe nicht mehr als 25 % der Grundfläche des Geschosses betragen. Die Arbeitsgruben liegen im Vergleich zur Geländeoberfläche bis zu 2,40 m tief und dienen nicht betriebstechnischen Einrichtungen, sondern stellen Arbeitsplätze dar.

*Erleichterung 1*      *Lage der Arbeitsgruben von mehr als 1 m unter der Geländeoberfläche (1,70 m bis 2,05 m unter der Geländeoberfläche), Bewertung als Teil des oberirdischen Geschosses; Abweichung von Abschnitt 5.4.2 /MIndBauRL/.*

*Begründung*            *Die Arbeitsgruben stellen aufgrund ihrer offenen Lage zum Erdgeschoss und geringen Größe keine Geschosse im eigentlichen Sinne dar (Abschnitt 3.7 /MIndBauRL/). Weiterhin werden die Arbeitsgruben lediglich von ortskundigem Personal begangen. Die Arbeitsgruben können jeweils über mehrere Treppen verlassen werden. Für ihre Rettungswege werden die Regeln für Einbauten gemäß Abschnitt 5.6.9 /MIndBauRL/ angewendet.*

## 2.5 Schutzziele und Risikobetrachtung

Anlagen sind gemäß § 14 (1) /HBO/ so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

In den Gebäuden halten sich während der allgemeinen Nutzungszeiten im Bereich der Werkhalle sowie im Büro- und Verwaltungsbereich sowie in den Nebengebäuden ortskundige, wache Mitarbeiter (ca. 100 Personen) auf.

Ein überdurchschnittliches Risiko an kognitiv oder in der Mobilität eingeschränkter Personen ist nicht zu erwarten. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Personen durch die Unterstützung weiterer Personen innerhalb des Gebäudes selbstständig retten können.

Ein erhöhtes Personenrisiko besteht durch die Verletzungsgefahr an stromführenden Oberleitungen, die explizit (Arbeitsschutz) betrachtet werden müssen.

Das allgemeine Brandentstehungsrisiko der Werkhalle wird als ein für Industriegebäude durchschnittliches Risiko angesehen. Dieses durchschnittliche Risiko beinhaltet insbesondere feuergefährliche Tätigkeiten wie Trennschleifen, Schweißen etc.

Aufgrund des Vorhandenseins von stromführenden Oberleitungen im Bereich der Werkhalle sind aus brandschutztechnischer Sicht besondere Überwachungs- und Abschaltmaßnahmen erforderlich, um die Brandentstehung und darauffolgende Ausbreitung durch elektrische Lichtbögen und Funkenschlag zu minimieren.

Sachschuttrisiken über das bauordnungsrechtliche Maß hinaus werden nicht betrachtet.

## 3 Beurteilungsgrundlagen

### 3.1 Rechtliche Grundlagen

Auf der Basis der Ziffer 2 ergeben sich folgende rechtliche Grundlagen, die für die Erarbeitung dieses Dokumentes zugrunde gelegt werden.

#### 3.1.1 Gesetze und Verordnungen

Kurzbezeichnung	Titel	Ausgabe
/HBO/	Hessische Bauordnung (HBO)	28.05.2018 zul. geändert: 03.06.2020
/TPrüfV/	Verordnung über die Prüfung technischer Anlagen und Einrichtungen in Gebäuden (Technische Prüfverordnung - TPrüfV)	Dezember 2020

#### 3.1.2 Vorschriften und Richtlinien

Kurzbezeichnung	Titel	Ausgabe
/H-VVTB/	Hessische Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (Umsetzung der MVVTB 2020/1)	08.12.2021
/MIndBauRL/	Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (MIndBauRL); Anhang HE13	Mai 2019
/M-FLFW/	Muster-Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr Anhang HE 1 der /H-VVTB/	Februar 2007 zul. geändert: Oktober 2009
/MLAR/	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagenrichtlinie – MLAR); Anhang HE 3 der /H-VVTB/	Februar 2015 zul. geändert: 05.04.2016
/M-LÜAR/	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LÜAR); Anhang HE 6 der /H-VVTB/	September 2005 zul. geändert: 11.12.2015



Kurzbezeichnung	Titel	Ausgabe
/EltBauVO/	Muster einer Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVO); Anhang HE 5 der /H-VVTB/	Januar 2009
/FeuV/	Verordnung über Feuerungsanlagen und Brennstofflagerung (Feuerungsverordnung - FeuV)	15.10.2020
/MSysBöR/	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden (MSysBöR); Anhang HE 4 der /H-VVTB/	September 2005

Für die o. g. Technischen Baubestimmungen sind zusätzlich die in der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen für das Land Hessen (/H-VVTB/) genannten Anlagen (insbesondere Anlage 4) zu beachten.

Für die Anhänge ist z.T. die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen anzuwenden.

### 3.1.3 Weitere rechtliche Grundlagen

Kurzbezeichnung	Titel	Ausgabe
/AwSV/	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	18.04.2017, geändert: 19.06.2020
/DIN EN 1991-1-2_NA/	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter Eurocode1: Einwirkungen auf Tragwerke–Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke	September 2015
/DIN 4102-12/	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen; Anforderungen und Prüfungen	November 1998
/DIN 14675/	Brandmeldeanlagen – Teil 1: Aufbau und Betrieb	April 2018
/DIN 14462/	Löschwassereinrichtungen – Planung, Einbau, Betrieb und Instandhaltung von Wandhydrantenanlagen sowie Anlagen mit Über- und Unterflurhydranten	September 2012
/DIN 18230-1/	Baulicher Brandschutz im Industriebau, Teil 1: Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer	September 2010

Kurzbezeichnung	Titel	Ausgabe
/DIN 18230-3/	Baulicher Brandschutz im Industriebau, Teil 3: Rechenwerte	August 2002
/DIN VDE 0833-2/	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall – Teil 2: Festlegung für Brandmeldeanlagen	Oktober 2017
/LÖRÜRL/	Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe	August 1992

## 3.2 Planungsunterlagen

Für die Bearbeitung standen folgende Planungsunterlagen zur Verfügung.

Darstellung	Zeichnungsnummer	Maßstab	Datum
Grundriss Ebene 1	GP_A_G_001	1 : 200	23.05.2022
Grundriss Ebene 2	GP_A_G_002	1 : 200	23.05.2022
Grundriss Ebene -1 Drehgestelllager	GP_A_G_003	1 : 200	15.07.2022
Grundriss Ebene 0 Be- triebsgebäude	GP_A_G_006	1 : 200	15.07.2022
Dachaufsicht	GP_A_G_004	1 : 200	11.05.2022
Grundriss Lagerebene	GP_A_G_010	1:200	15.07.2022
Schnitte	GP_A_S_001 bis 010	1 : 100	22.06.2022
Ansichten	GP_A_A_001	1 : 200	22.06.2022
Straßenlageplan	GP_IG_L_0003	1 : 500	28.04.2022

Des Weiteren standen folgende Unterlagen zur Verfügung.



Kurzbezeichnung	Titel	Datum
/Projektbeschreibung/	Projektbeschreibung zum Neubau einer Schienenfahrzeugwerkstatt mit Verwaltungsräumlichkeiten und Nebenwerkstätten	2021
/Praxis-Kommentar/	Wiese, Mayr: Praxis-Kommentar – Brandschutz im Industriebau, Auszug aus dem Brandschutzatlas	2016
/TAB/	Technische Ausführungsbestimmungen (TAB) für Brandmeldeanlagen mit Anschluss an die Brandmeldeempfangszentrale der Zentralen Leitstelle des Wetteraukreises	Januar 2020
/Beilicke/	Bautechnischer Brandschutz – Brandlastberechnung, BBV Beilicke Brandschutz Verlag	2010
/Brandkurven/	Paul Frey: Brandschutzplanung mit ingenieurwissenschaftlichen Methoden. Basellandschaftliche Gebäude Versicherung (BGV)	-
/Bemessungsbrände DB/	Anwenderhinweise zur Berechnung der Bauteilbelastung unter Ansatz der Bemessungsbrände der DB Station & Service AG. Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig	2012

### 3.3 Termine

Folgender Abstimmungstermin fand zum Bauvorhaben statt. Die Ergebnisse wurden protokolliert und sind in dem vorliegenden Brandschutznachweis mit eingeflossen.

Kurzbezeichnung	Titel	Datum
/2022-05-17_BD/	Abstimmungsgespräch mit der Brandschutzdienststelle des Wetteraukreises	17.05.2022

## 4 Äußere Erschließung

### 4.1 Besondere Zugänglichkeit für die Feuerwehr (Areal)

Es ist ein gewaltfreier Zugang des Geländes und der mit Brandmeldern überwachten Gebäude für die Feuerwehr zu gewährleisten. Gemäß /DIN 14675/ ist hierzu ein Feuerwehrschlüsseldepot (FSD) anzuordnen.

Der Feuerwehrranlaufpunkt wird gemäß /TAB/ im Wetteraukreis als Feuerwehrrichtungsstelle (FIZ) bezeichnet. Die FIZ befindet sich im Betriebsgebäude und ist über eine Außentür zum Hof erreichbar. Der Weg bis vom Feuerwehrschlüsseldepot bis zur Feuerwehrrichtungsstelle ist durch gelbe Rundumkennleuchten dauerhaft und gut erkennbar zu kennzeichnen, siehe Abstimmung /2022-05-17\_BD/.

### 4.2 Feuerwehrzufahrten und -umfahrten

Gebäude dürfen gemäß § 4 (1) /HBO/ nur errichtet werden, wenn gesichert ist, dass ab Beginn ihrer Nutzung das Grundstück in für die Zufahrt und den Einsatz von Feuerlösch- und Rettungsgeräten ausreichender Breite an einer befahrbaren öffentlichen Verkehrsfläche liegt oder eine befahrbare, öffentlich-rechtlich gesicherte Zufahrt in ausreichender Breite zu einer solchen Verkehrsfläche hat.

Von öffentlichen Verkehrsflächen ist entsprechend § 5 (1) /HBO/ insbesondere für die Feuerwehr ein geradliniger Zu- oder Durchgang zu rückwärtigen Gebäuden zu schaffen. Bei Gebäuden, die ganz oder mit Teilen mehr als 50 m von einer öffentlichen Verkehrsfläche entfernt sind, sind Zufahrten oder Durchfahrten zu den vor und hinter den Gebäuden gelegenen Grundstücksteilen und Bewegungsflächen herzustellen, wenn sie aus Gründen des Feuerwehreinsatzes erforderlich sind.

Zu- und Durchfahrten müssen gemäß § 5 (2) /HBO/ für Feuerwehrfahrzeuge ausreichend befestigt und tragfähig sein; sie sind als solche zu kennzeichnen und ständig freizuhalten. Die Kennzeichnung von Zufahrten muss von der öffentlichen Verkehrsfläche aus sichtbar sein.

Freistehende sowie aneinandergebaute Industriebauten mit einer Grundfläche von insgesamt mehr als 5.000 m<sup>2</sup> müssen entsprechend Abschnitt 5.2.2 /MIndBauRL/ eine für Feuerwehrfahrzeuge befahrbare Umfahrt haben.

Die lichte Breite der Zufahrten muss nach Nr. 2 /M-FLFW/ mindestens 3 m betragen.

Die erforderlichen Flächen für die Feuerwehr sind nach den Vorgaben der /M-FLFW/ zu planen. Weiterhin sind die Flächen für die Feuerwehr gemäß /H-VVTB/ und Abschnitt 5.2.3 /MIndBauRL/ dauerhaft freizuhalten und zu kennzeichnen.

Das Gebäude weist eine Grundfläche von mehr als 5.000 m<sup>2</sup> auf, so dass eine Umfahrt vorgesehen ist. Die Zufahrt der Feuerwehr erfolgt in Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle (/2022-05-23\_BD/) von Seiten der Hauptzufahrt mit der amtlichen Adresse der Liegenschaft, hier von Norden.



Abbildung 2 Lage der Zufahrt und der Bewegungsflächen (grün) sowie Löschwassertank (blau)

### 4.3 Bewegungsflächen für Fahrzeuge der Feuerwehr

Bewegungsflächen müssen gemäß § 5 (2) /HBO/ für Feuerwehrfahrzeuge ausreichend befestigt und tragfähig sein; sie sind als solche zu kennzeichnen und ständig freizuhalten. Bewegungsflächen müssen gemäß /M-FLFW/ für jedes Fahrzeug mindestens 7 m x 12 m groß sein. Zufahrten sind keine Bewegungsflächen. Vor und hinter Bewegungsflächen an weiterführenden Zufahrten sind mindestens 4 m lange Übergangsbereiche anzuordnen.

Aufgrund der Gebäudegröße sind Bewegungsflächen in Abstimmung mit der Feuerwehr vorzusehen. In der Nähe der Bewegungsflächen sind Löschwasserentnahmestellen anzuordnen.

Aufgrund der Gleise können an der Stirnseite der Halle keine Bewegungsflächen angeordnet werden. Es werden drei Bewegungsflächen in Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle vorgesehen, siehe Abbildung 2. Damit wird eine Zugänglichkeit für jede Ebene des Gebäudes sichergestellt.



## 4.4 Aufstellflächen für die Feuerwehr

Die Rettungswege der Gebäude werden baulich sichergestellt, daher werden keine Aufstellflächen für Hubrettungsgeräte oder Leitern der Feuerwehr benötigt.

## 4.5 Feuerwehrzugänge Gebäude

Jeder Brandbekämpfungsabschnitt muss entsprechend 5.2.1 /MIndBauRL/ mit mindestens einer Seite an einer Außenwand liegen und von dort für die Feuerwehr zugänglich sein. Gemäß der Planung haben beide Brandbekämpfungsabschnitte Zugänge, die für die Feuerwehr nutzbar sind.

Es ist ein gewaltfreier Zugang zum Gebäude für die Feuerwehr zu gewährleisten. Gemäß /DIN 14675/ ist ein Feuerwehrschrüsseldepot anzuordnen. Das Feuerwehrschrüsseldepot wird am Tor der Feuerwehrzufahrt zum Gelände angeordnet, siehe Ziffer 4.2.

## 4.6 Einsatzwert der Feuerwehr

Das Grundstück befindet sich im Zuständigkeitsbereich der Freiwilligen Feuerwehr Butzbach.

Diese Freiwillige Feuerwehr besitzt grundsätzlich die nötigen Mittel um wirksame Löscharbeiten sowie die Fremdrettung für das zu bewertende Gebäude vorzutragen. Die Rettung über Leitern der Feuerwehr ist in der vorliegenden Planung grundsätzlich nicht erforderlich, die Rettungswege werden baulich sichergestellt.

## 4.7 Löschwasserversorgung

Für Industriebauten ist entsprechend 5.1 /MIndBauRL/ der Löschwasserbedarf im Benehmen mit der Brandschutzdienststelle unter Berücksichtigung der Flächen der Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte sowie der Brandlasten festzulegen. Hierbei ist auszugehen von einem Löschwasserbedarf über einen Zeitraum von zwei Stunden

- von mindestens 96 m<sup>3</sup>/h bei Abschnittsflächen bis zu 2.500 m<sup>2</sup> und
- von mindestens 192 m<sup>3</sup>/h bei Abschnittsflächen von mehr als 4.000 m<sup>2</sup>.

Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Aufgrund der Größe der Brandbekämpfungsabschnitt von mehr als 4.000 m<sup>2</sup> ist ein Löschwasserbedarf von 192 m<sup>3</sup>/h über 2 Stunden bereitzustellen.

Es wird ein 400 m<sup>3</sup>-Tank mit Pumpsystem fürs gesamte Gelände vorgesehen. Dieser wird an der Feuerwehrzufahrt auf der Ostseite angeordnet, siehe Abbildung 2.

An den Bewegungsflächen sind Löschwasserentnahmestellen vorzusehen. Diese werden über ein Ringleitungsnetz erschlossen, das über ein Pumpensystem gespeist wird. Es sind die Regelungen in der /He-VVTB/ Anhang 14 (Ziffer 10.4.3 nichtselbsttätige Löschanlagen) mit Verweis auf /DIN 14462/ zu beachten.

Das Pumpensystem ist wie eine Druckerhöhungsanlage zu betrachten und mit Sicherheitsstrom zu versorgen.

## 4.8 Löschwasserrückhaltung

Anlagen müssen so geplant, errichtet und betrieben werden, dass die bei Brandereignissen austretenden wassergefährdenden Stoffe, Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie die entstehenden Verbrennungsprodukte mit wassergefährdenden Eigenschaften nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zurückgehalten werden (§ 20 /AwSV/). Dies gilt nicht für Anlagen, bei denen eine Brandentstehung nicht zu erwarten ist, und für Heizölverbraucheranlagen.

In Abstimmung mit der genehmigenden Behörde (hier: Untere Wasserbehörde Wetteraukreis) ist die /LÖRÜRL/ anzuwenden.

Die Richtlinie gilt für bauliche Anlagen, in oder auf denen wassergefährdende Stoffe

- der Wassergefährdungsklasse WGK 1 mit mehr als 100 t je Lagerabschnitt oder
- der Wassergefährdungsklasse WGK 2 mit mehr als 10 t je Lagerabschnitt oder
- der Wassergefährdungsklasse WGK 3 mit mehr als 1 t je Lagerabschnitt

gelagert werden. Werden wassergefährdende Stoffe unterschiedlicher Wassergefährdungsklasse zusammengelagert, so gilt für die Feststellung, ob die bauliche Anlage dem Geltungsbereich unterliegt,

- 1 t WGK 3-Stoff als 10 t WGK 2-Stoff (1 t WGK 3-Stoff als 100 t WGK 1-Stoff) und
- 1 t WGK 2-Stoff als 10 t WGK 1-Stoff.

Die auf eine Wassergefährdungsklasse umgerechneten Mengen sind zu addieren.

In den nachfolgenden Tabellen werden auf die Stoffe auf die Wassergefährdungsklasse WGK 1 umgerechnet.

Vom Bauherrn wurde ein Gefahrstoffkataster für die gesamte Werkhalle einschließlich Betriebsgebäude übergeben, das hinsichtlich der Wassergefährdungsklassen entsprechend dem oben genannten Vorgehen ausgewertet wurde. Die Gefahrstoffe werden in 4 unterschiedlichen untereinander brandschutztechnisch abgetrennten Lagerabschnitten gelagert:

- Werkhalle Brandbekämpfungsabschnitt 1
- Gefahrstofflager im Brandbekämpfungsabschnitt 1
- Werkhalle Brandbekämpfungsabschnitt 2
- Gefahrstofflager im Brandbekämpfungsabschnitt 2



Folgende Stoffe werden in diesen Lagerabschnitten gelagert:

*Tabelle 1 Liste der gelagerten Stoffe in der gesamten Werkhalle einschließlich Betriebsgebäude*

Stoff	Produktbeispiel	Verpackungseinheit	Anzahl
<b>Werkhalle Brandbekämpfungsabschnitt 1</b>			
Alt-Öl (Füllstand 50%)		Fassware 75 l	16
Diesel (Füllstand 50%)		Fassware 75 l	16
Kühlmittel (Füllstand 50%)		Fassware 75 l	16
<b>Gefahrstofflager 1 und 2</b>			
Getriebeöl für ET	MOBIL SYNTHETIC GEAR OIL 75W-90	Fassware 200 L	5,1
Silikagel	Silika Gel KC-Trockenperlen orange-Chameleon	Hobbock 25 kg	2,6
Kühlerfrostschutz für ET	CoolelfSupra-37	Fassware 200 L	5,1
Motoröl für VT	Aral MegaTurboral LA 10W-40	Fassware 200 L	11,7
Automatikgetriebeöl für VT	Shell Spirax S6 ATF ZM	Fassware 200 L	11,7
Kühlerfrostschutz für VT	Kühlerschutz D-48 Extra	Fassware 200 L	11,7
Getriebeöl für VT	Castrol Syntrans AT 75W-90	Fassware 200 L	11,7
Schmierfett	Locolub Eco	Hobbock 45 kg	11,2
Scheibenfrostschutzmittel	Klarblick 20°C 200L	Fassware 200 L	11,2
Zitronensäure	Zitronensäure Jungbunzlauer	Sackware 50 kg	11,2
Ölbindemittel	Ölbindemittel Würth	Sackware 10 kg	5,6
Bremsenreiniger	Bremsenreiniger Würth	Fassware 60 ltr.	4,0
Entkalker	Entkalker Rapid	Fassware 30 ltr.	10,0
<b>Werkhalle Brandbekämpfungsabschnitt 2</b>			
Alt-Öl (Füllstand 50%)		Fassware 75 l	20
Diesel (Füllstand 50%)		Fassware 75 l	20
Kühlmittel (Füllstand 50%)		Fassware 75 l	20

Daraus ergeben sich die in Tabelle 2 aufgeführten Mengen hinsichtlich der Wassergefährdungsklassen. Dabei stellt der Wert in der letzten Spalte, die auf die Wassergefährdungsklasse 1 umgerechnete Menge dar. Diese darf 100.000 kg nicht überschreiten. Die Wassergefährdungsklasse für Alt-Diesel wurde entsprechend des handelsüblichen Diesels angesetzt, da dieser nur gering in den Tanks verschmutzt. Für das



Kühlmitte wurde sicherheitshalber eine höhere Wassergefährdungsklasse als das ursprüngliche Kühlmittel angesetzt.

*Tabelle 2 Auswertung der Gefahrstoffe hinsichtlich der Wassergefährdungsklasse*

Stoff	Menge [l oder kg]	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Gesamtgewicht [kg]	WGK	Faktor	Wert [kg]
<b>Werkhalle Brandbekämpfungsabschnitt 1</b>						
Alt-Öl	600	0,9	540	3	100	54.000
Diesel (zur Wiederverwendung)	600	0,85	504	2	10	5.040
Kühlmittel (zur Wiederverwendung)	600	1,1	660	1	1	660
<b>Summe</b>						<b>59.700</b>
<b>Gefahrstofflager 1 und 2</b>						
Getriebeöl für ET	1.029	860	885	2	10	8.846
Silikagel	64	-	64	1	1	64
Kühlerfrostschutz für ET	1.029	1000	1029	1	1	1.029
Motoröl für VT	2.333	1000	2333	2	10	23.333
Automatikgetriebeöl für VT	2.333	860	2007	2	10	20.067
Kühlerfrostschutz für VT	2.333	1122	2618	1	1	2.618
Getriebeöl für VT	2.333	1000	2333	2	10	23.333
Schmierfett	505	-	505	1	1	505
Scheibenfrostschutzmittel	2.244	890	1997	1	1	1.997
Zitronensäure	561	-	561	1	1	561
Ölbindemittel	56	-	56	1	1	56
Bremsenreiniger	240	714	171	2	10	1.714
Entkalker	300	1102	331	1	1	331
<b>Summe</b>						<b>84.453</b>
<b>Werkhalle Brandbekämpfungsabschnitt 2</b>						
Alt-Öl	750	0,9	675	3	100	67.500
Diesel (zur Wiederverwendung)	750	0,85	630	2	10	6.300



Stoff	Menge [l oder kg]	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Gesamtgewicht [kg]	WGK	Faktor	Wert [kg]
Kühlmittel (zur Wiederverwendung)	750	1,1	825	1	1	825
<b>Summe</b>						<b>74.625</b>

Die Mengen in den jeweiligen Lagerabschnitten beträgt weniger als die maximal erlaubten 100 t, so dass keine Maßnahmen hinsichtlich Löschwasserrückhaltung vorzusehen sind.

## 5 Rettungskonzept

### 5.1 Erläuterungen zum Rettungskonzept

Das nachfolgend beschriebene Rettungskonzept zeigt den Verlauf der Wege, die im Rettungsfall den Personen zur Verfügung stehen (Maßnahmen der Selbstrettung) bzw. über die die Personen im Brandfall gerettet werden (Fremdrettung). Die Rettungswege umfassen alle Wege bis zum Erreichen des öffentlichen Straßenlandes. Die nachfolgende Beschreibung ergänzt gleichzeitig Ziffer 2 „Angaben zu den Gebäuden“.

Der Rettungswegverlauf wird grundsätzlich unterschieden in

- die horizontalen Rettungswege und
- die vertikalen Rettungswege.

Gleichzeitig sind die Rettungswege auch Angriffswege für die Feuerwehr zur Durchführung der Fremdrettung und des Löschangriffes.

Im Rettungskonzept werden die Anforderungen zu Breiten, Längen und ggf. Höhen von Rettungswegen zusammengestellt. Darüber hinaus werden Anforderungen an die Ausgangstüren, die sich im Speziellen aus dem Rettungskonzept und der Nutzung ergeben, beschrieben. Bauliche Anforderungen, wie beispielsweise der Feuerwiderstand von Bauteilen oder die Anforderungen an die Baustoffe, werden unter Ziffer 6 „Bauliche Brandschutzmaßnahmen“ genannt.

### 5.2 Allgemeine Anforderungen

Für Nutzungseinheiten mit mindestens einem Aufenthaltsraum wie selbstständige Betriebsstätten müssen nach § 36 (1) /HBO/ in jedem Geschoss mit Aufenthaltsräumen mindestens zwei voneinander unabhängige Rettungswege ins Freie vorhanden sein; beide Rettungswege dürfen jedoch innerhalb des Geschosses über denselben notwendigen Flur führen. Ein zweiter Rettungsweg ist für Nutzungseinheiten, die zu ebener Erde liegen, nicht erforderlich, wenn im Brandfall die Rettung über einen direkten Ausgang ins Freie möglich ist und wenn keine Bedenken wegen der Personenrettung bestehen.

Für Nutzungseinheiten nach § 36 (1) /HBO/, die nicht zu ebener Erde liegen, muss der erste Rettungsweg nach § 36 (2) /HBO/ über eine notwendige Treppe führen. Der zweite Rettungsweg kann eine weitere notwendige Treppe oder eine mit Rettungsgeräten der Feuerwehr erreichbare Stelle der Nutzungseinheit sein.

Die nutzbare Breite der Treppenläufe und Treppenabsätze notwendiger Treppen muss nach § 37 (5) /HBO/ für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen.

Zu den Rettungswegen in Industriebauten gehören nach Abschnitt 5.6.1 /MIndBauRL/ insbesondere die Hauptgänge in den Produktions- und Lagerräumen, die Ausgänge aus diesen Räumen, die notwendigen Flure, die notwendigen Treppen und die Ausgänge ins Freie.

Für Industriebauten mit einer Grundfläche von mehr als 1.600 m<sup>2</sup> müssen entsprechend Abschnitt 5.6.2 /MIndBauRL/ in jedem Geschoss mindestens zwei möglichst entgegengesetzt liegende bauliche



Rettungswege vorhanden sein. Dies gilt für Ebenen oder Einbauten mit einer Grundfläche von jeweils mehr als 200 m<sup>2</sup> entsprechend. Für tiefer liegende Bereiche unter der Geländeoberfläche gemäß Abschnitt 5.4.2 Satz 2 /MIndBauRL/ reichen notwendige Treppen ohne notwendigen Treppenraum zu den übrigen Bereichen des Geschosses. Im Übrigen gelten für diese Bereiche die Regelungen für die Rettungswege von Einbauten entsprechend. Jeder Raum mit einer Grundfläche von mehr als 200 m<sup>2</sup> muss mindestens zwei Ausgänge haben.

Einer der Rettungswege nach Abschnitt 5.6.2 /MIndBauRL/ darf entsprechend Abschnitt 5.6.3 /MIndBauRL/ zu anderen Brandbekämpfungsabschnitten oder über eine Außentreppe, über offene Gänge und/oder über begehbare Dächer auf das Grundstück führen, wenn diese im Brandfall ausreichend lang standsicher sind und die Benutzer durch Feuer und Rauch nicht gefährdet werden können. Bei Ebenen darf der zweite Rettungsweg auch über eine notwendige Treppe ohne notwendigen Treppenraum in eine unmittelbar darunterliegende Ebene oder ein unmittelbar darunterliegendes Geschoss führen, sofern diese Ebene oder dieses Geschoss Ausgänge in mindestens zwei sichere Bereiche hat.

Die Rettungswege aus im Produktions- oder Lagerraum eingestellten Räumen dürfen nach Abschnitt 5.6.3 /MIndBauRL/ über den gleichen Produktions- oder Lagerraum führen. In diesem Fall sind die Räume oder Raumgruppen mit Aufenthaltsräumen offen auszuführen. Alternativ können sie durch Wände mit ausreichender Sichtverbindung abgetrennt werden. Bei geschlossenen Räumen mit mehr als 20 m<sup>2</sup> Grundfläche ist zusätzlich sicherzustellen, dass die dort anwesenden Personen im Brandfall rechtzeitig in geeigneter Weise gewarnt werden.

Von jeder Stelle eines Produktions- oder Lagerraumes soll nach Abschnitt 5.6.4 /MIndBauRL/ mindestens ein Hauptgang nach höchstens 15 m Lauflänge erreichbar sein. Hauptgänge müssen mindestens 2 m breit sein; sie sollen geradlinig auf kurzem Wege zu Ausgängen ins Freie, zu notwendigen Treppenräumen, zu Außentritten, zu Treppen von Ebenen und Einbauten, zu offenen Gängen auf das Grundstück, zu anderen Brandbekämpfungsabschnitten führen. Diese anderen Brandbekämpfungsabschnitte müssen Ausgänge unmittelbar ins Freie oder zu notwendigen Treppenräumen mit einem sicheren Ausgang ins Freie haben.

Von jeder Stelle eines oberirdischen Produktions- oder Lagerraumes muss nach Abschnitt 5.6.5 /MIndBauRL/ bei Vorhandensein einer Alarmierungseinrichtung für die Nutzer (Internalarm) mindestens ein Ausgang ins Freie, ein Zugang zu einem notwendigen Treppenraum, zu einer Außentreppe, zu einem offenen Gang oder ein anderer Brandbekämpfungsabschnitt

- bei einer mittleren lichten Höhe von bis zu 5 m in höchstens 50 m Entfernung,
- bei einer mittleren lichten Höhe von mindestens 10 m in höchstens 70 m Entfernung erreichbar sein.

Bei mittleren lichten Höhen zwischen 5 m und 10 m darf zur Ermittlung der zulässigen Entfernung zwischen den vorstehenden Werten interpoliert werden. Da die mittleren lichten Höhe in den Werkhallen mehr als 10 m betragen und eine Alarmierungseinrichtung geplant ist, sind hier Rettungsweglängen bis 70 m Entfernung (Luftlinie) bzw. 105 m (Lauflinie) zulässig.

Die Auslösung von Alarmierungseinrichtungen muss bei Auslösen einer automatischen Brandmeldeanlage erfolgen.

Liegt ein Ausgang ins Freie unter einem Vordach, beginnt das Freie erst am Rande des Vordachs. Unter mindestens zweiseitig offenen Vordächern ist eine zusätzliche Entfernung in der Tiefe des Vordachs,

jedoch maximal 15 m, zulässig. Dies gilt nicht, wenn der Bereich unter dem Vordach einen eigenen Brandabschnitt oder Brandbekämpfungsabschnitt bildet.

Die mittlere lichte Höhe einer Ebene ergibt sich als nach Flächenanteilen gewichtetes Mittel der lichten Höhe bis zur nächsten Decke oder dem Dach. Bei der Ermittlung der mittleren lichten Höhe nach Abschnitt 5.6.5 bleiben Einbauten sowie Ebenen mit einer maximalen Grundfläche nach Tabelle 1 (vgl. Abschnitt 5.5 /MIndBauRL/) unberücksichtigt. Für Einbauten sowie Ebenen mit einer maximalen Grundfläche nach Tabelle 1 (ebd.) ist die mittlere lichte Höhe die der Ebene oder des Geschosses, über deren/dessen Fußboden sie angeordnet sind. (vgl. Abschnitt 5.6.7 /MIndBauRL/)

Die Entfernung nach Abschnitt 5.6.5 /MIndBauRL/ wird in der Luftlinie, jedoch nicht durch Bauteile gemessen. Die tatsächliche Lauflänge darf jedoch nicht mehr als das 1,5-fache der jeweiligen Entfernung betragen. Liegt eine Stelle des Produktions- oder Lagerraumes nicht auf der Höhe des Ausgangs oder Zugangs nach Abschnitt 5.6.5 /MIndBauRL/, so ist von der zulässigen Lauflänge das Doppelte der Höhendifferenz abzuziehen. Bei der Ermittlung der Entfernung nach Abschnitt 5.6.5 /MIndBauRL/ bleibt diese Höhendifferenz unberücksichtigt (vgl. Abschnitt 5.6.8 /MIndBauRL/).

Bei Einbauten und Ebenen mit einer maximalen Grundfläche nach Tabelle 1 (vgl. Abschnitt 5.5 /MIndBauRL/) dürfen die Rettungswege nach Abschnitt 5.6.9 /MIndBauRL/ über notwendige Treppen ohne notwendigen Treppenraum geführt werden, wenn sie in eine unmittelbar darunterliegende Ebene oder ein unmittelbar darunterliegendes Geschoss führen, sofern diese Ebene oder dieses Geschoss Ausgänge in mindestens zwei sichere Bereiche hat und ein Ausgang in Entfernung nach 5.6.5 /MIndBauRL/ erreicht wird.

Die Lauflänge auf dem Einbau oder der Ebene bis zu einer Treppe darf in diesen Fällen bei Vorhandensein einer Alarmierungseinrichtung für die Nutzer, deren Auslösung über eine automatische Brandmeldeanlage erfolgt, höchstens 35 m betragen.

## 5.3 Bewertung der Rettungswege

### 5.3.1 Werkhallen, einschließlich Drehgestelllager

Für die Werkhallen stehen diverse bauliche Rettungswege zur Verfügung. Beide Hallenteile besitzen Ausgänge ins Freie und Ausgänge in den jeweils anderen Brandbekämpfungsabschnitt. Zusätzlich ist in jedem Brandabschnitt jeweils ein notwendiger Treppenraum zu erreichen.

Da die mittleren lichten Höhen in den Werkhallen mehr als 10 m betragen und eine Alarmierungseinrichtung geplant ist, sind hier Rettungsweglängen bis 70 m Entfernung zulässig. Da die Rettungswege in der Werkhalle nicht über das Betriebsgebäude führen, werden für die Höhen nur die Flächen der Hallen selbst bewertet. Definitionsgemäß bleiben bei der Ermittlung der mittleren lichten Höhe nach Abschnitt 5.6.7 /MIndBauRL/ Einbauten mit einer maximalen Grundfläche nach Tabelle 1 unberücksichtigt. Da die Flächen der Dacharbeitsbühnen als rauchdurchlässige Gitterrostböden ausgeführt werden, ist auch für die größeren Flächen darunter keine Einschränkung der lichten Höhe zu unterstellen. Der Laufweg darf, entsprechend Abschnitt 5.6.8 /MIndBauRL/ dem 1,5-fachen, hier 105 m betragen. Mit einer maximalen Entfernung von ca. 64 m wird diese Forderung erfüllt (siehe Anlage 1).





Die größten Rettungsweglängen in den Hallen weisen die Dacharbeitsbühnen auf. Die Höhendifferenz bei den Laufwegen von den Einbauten inklusive der durchquerten Gruben beträgt hier bis zu ca. 10 m. Dort sind Laufwege bis zu

$$105 \text{ m} - 2 \times 10 \text{ m} = 85 \text{ m zulässig.}$$

Dies ist mit den im Laufweg gemessenen maximalen Rettungsweglängen von den Dacharbeitsbühnen zwischen den Gleisen 6 und 7 von ca. 69,5 m gegeben.

In den Werkhallen sind Arbeitsgruben, Dacharbeitsbühnen und eingestellte Räume geplant. Ein Teil der eingestellten Räume befindet sich auf Einbauten. Der Laufweg auf den Einbauten oder in den Gruben bis zu einer Treppe beträgt maximal ca. 32 m, die Anforderung von maximal 35 m wird damit erfüllt.. Von Dacharbeitsbühnen wird in längstens ca. 24 m eine Treppe oder Steigleiter erreicht.

*Erleichterung 2 Erschließung von Einbauten über eine Kombination von Treppen und Steigleitern; Abweichung von Abschnitt 5.6.9 /MindBauRL/.*

*Begründung Die Dacharbeitsbühnen werden jeweils über zwei Treppen erschlossen. Die Treppen befinden sich an ihren Enden. Über die Länge der Dacharbeitsbühnen werden anstelle von notwendigen Treppen ohne notwendigen Treppenraum Steigleitern angeordnet. Innerhalb der 35 m nach Abschnitt 5.6.9 /MindBauRL/ ist so jeweils eine Treppe oder eine Steigleiter erreichbar.*

*Hiergegen bestehen aus brandschutztechnischer Sicht keine Bedenken, da*

- *die Steigleitern, analog zu den Regeln für Treppen, aus nichtbrennbaren Baustoffen ausgeführt werden,*
- *weiterhin zwei notwendige Treppen in entgegengesetzten Richtungen zur Verfügung stehen,*
- *die Wege auf den Dacharbeitsbühnen durch die Anordnung von je zwei Steigleitern auf maximal ca. 24 m verkürzt werden und*
- *aufgrund der geplanten Alarmierungseinrichtung eine frühzeitige Räumung erfolgen kann.*

Zusätzlich wird an Gleis 4 eine kurze Dacharbeitsbühne geplant. Diese ist nur über notwendige Treppen erschlossen. Diese sind jedoch innerhalb von weniger als 35 m zu erreichen.

Jene eingestellten Räume, die Aufenthaltsräume darstellen, benötigen eine ausreichende Sichtverbindung zur Werkhalle. Diese Räume weisen Fenster zu den Werkhallen auf, die Anforderung wird damit erfüllt. Bei eingestellten Räumen mit mehr als 20 m<sup>2</sup> Grundfläche ist zudem eine Warnung sicherzustellen, was mit der geplanten Alarmierungseinrichtung gegeben ist.

Das Drehgestelllager stellt gemäß Angabe der Entwurfsverfasser ein oberirdisches Geschoss dar. Die Möglichkeit, hier aufgrund der mittleren lichten Höhe im Drehgestelllager größere Rettungsweglängen

anzusetzen, entfällt, da die lichte Höhe von 5,50 m durch die Unterkanten der darüberliegenden Arbeitsgruben eingeschränkt wird. Entsprechend ist eine Entfernung von 50 m in Luftlinie erlaubt. Der Laufweg darf das 1,5-fache (hier: 75 m) betragen.

Das Drehgestelllager besitzt drei Ausgänge direkt ins Freie. Die maximale Entfernung in Luftlinie von ca. 47,50 m unterschreitet 50 m. In Lauflinie sind dort Entfernungen abzüglich der doppelt gewichteten Höhendifferenz (im ungünstigen Fall vom Einbau über die höhere Treppe) bis zu

$$75 \text{ m} - 2 \times 5,50 \text{ m} = 64 \text{ m}$$

zulässig. Mit einer Rettungsweglänge vom Einbau bis zu dieser Treppe von ca. 55,50 m werden die Vorgaben damit eingehalten.

Das geplante Hauptgangsystem in den Werkhallen und im Drehgestelllager stellt sicher, dass jeweils binnen 15 m ein Hauptgang erreicht werden kann. Die Hauptgänge werden im Wesentlichen mit einer Breite von 2 m vorgesehen.

*Erleichterung 3*      *Unterschreiten der erforderlichen Breite der Hauptgänge um bis zu 1 m; Abweichung von Abschnitt 5.6.4 /MIndBauRL/.*

*Begründung*      *Auf Einbauten und Ebenen und an lokalen Engstellen werden Hauptgänge in einer Breite von 1 m geplant. Da*

- *hier nur eine geringe Personenzahl vorhanden ist,*
- *die vorhandenen Mitarbeiter mit ortskundig sind und*
- *auf Einbauten und Ebenen kein Gabelstaplerverkehr stattfindet, so dass die Breite der Hauptgänge nicht durch Fahrzeuge eingeschränkt wird, bestehen hiergegen aus brandschutztechnischer Sicht keine Bedenken.*

## 5.3.2 Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude verfügt über ein eigenes bauliches Rettungswegsystem. Dieses ist grundsätzlich von den Werkhallen unabhängig.

Für das Betriebsgebäude fordert Abschnitt 5.6.9 /MIndBauRL/ bei der vorliegenden Einstufung als Ebene eine maximale Weglänge von 35 m.

Aus allen drei Geschossen wird spätestens in einer Entfernung von 35 m das Freie, ein notwendiger Treppenraum oder ein anderer Brandbekämpfungsabschnitt erreicht (siehe Anlage 1). Die mit 35 m größte Entfernung besitzt das „Büro Extern 2“ in Ebene 1. Die Rettungsweglängen werden damit eingehalten.

In der Ebene 0 im Betriebsgebäude führt der Rettungsweg der Aufenthaltsräume Lagerleitung, Verwaltung und Gebäudemanagement über die Räume „Zwischenlager/Sperrlager“ und „Shuttleregal/Lager“. Der zweite Rettungsweg aus diesen Räumen führt als Notausstieg über die Fenster ins Freie.

Die notwendigen Flure im Betriebsgebäude stellen gleichzeitig Hauptgänge dar.

Da die Aufenthaltsräume im Betriebsgebäude Rettungswege unabhängig der Werkhallen über notwendige Flure und notwendige Treppenträume besitzen, werden diese ohne notwendige Sichtverbindungen geplant.

## 5.4 Rettung von Personen mit motorischen bzw. sensorischen Einschränkungen

Im Gebäude ist insgesamt nicht mit einer erhöhten Anzahl von Personen mit motorischen bzw. sensorischen Einschränkungen zu rechnen. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Menschen unter Hilfestellung weiterer Personen aus dem Gebäude selbst ins Freie retten können. Die Unterstützung der Selbstrettung eingeschränkter Personen ist in der Brandschutzordnung unter Ziffer 8.1 niederzuschreiben.

## 5.5 Kennzeichnung der Rettungswege

Die Rettungswege sind aufgrund der bauordnungsrechtlichen Einstufung des Gebäudes als Industriebau schutzzielorientiert durch Hinweisschilder nach dem aktuellen technischen Regelwerk zu kennzeichnen. Die Hinweisschilder sind so anzuordnen, dass die Rettungswege ins Freie von den Nutzern des Gebäudes sicher aufgefunden werden können. Sie müssen gut sichtbar sein. Die Kennzeichnung der Rettungswege muss aufgrund der Hallengröße be- oder hinterleuchtet ausgeführt sein.

Es wird darauf hingewiesen, dass sich aus arbeitsschutzrechtlichen Regelungen diesbezüglich höhere Anforderungen ergeben können. Die arbeitsschutzrechtlichen Belange sind durch den Bauherrn/Betreiber mit der zuständigen Stelle abzustimmen.

## 5.6 Rettungswege im Freien

Im Rahmen der Planung ist sicherzustellen, dass die Personen aus dem Gebäude über Ausgänge ins Freie und daraufhin über befestigte Wege bis zur öffentlichen Verkehrsfläche gelangen können. Die Wege bis zur öffentlichen Verkehrsfläche sind zur sicheren Benutzung ständig, auch bei besonderen Wetterlagen (Schnee etc.) sicher benutzbar zu halten. Sie sind mit einer allgemeinen Beleuchtung (ohne Sicherheitsstromversorgung) während der allgemeinen Betriebszeiten zu beleuchten.

Da die Rettungswege im Freien auf der Südwest-Seite der Werkhalle direkt vor der Halle entlang geführt werden, werden hier zwei Fluchrichtungen ermöglicht. Neben dem ebenerdigen Verlassen der Fläche in nordwestlicher Richtung, ist im Südosten zusätzlich ein Verlassen über eine Freitreppe möglich.

Die Gebäude sind von Straßenverkehrsflächen umgeben. Diese sind über die Erschließungsstraße an das öffentliche Straßenland angebunden.

Schutzzielorientiert müssen die Wege im Freien bis zum allgemeinen Straßenland bzw. Grundstücksgrenze über eine allgemeine Beleuchtung (ohne Sicherheitsstromversorgung) zur minimal Orientierung verfügen.

## 6 Bauliche Brandschutzmaßnahmen

### 6.1 Tragende und aussteifende Bauteile

#### 6.1.1 Allgemeine Anforderungen

Die Bemessung der Werkhalle mit dem Betriebsgebäude erfolgt nach Abschnitt 7 /MIndBauRL/ (Anforderungen an Baustoffe und Bauteile sowie an die Größe der Brandbekämpfungsabschnitte unter Verwendung des Rechenverfahrens nach /DIN 18230-1/).

Die brandschutztechnische Bemessung von tragenden Bauteilen beruht nach /DIN 18230-1/ auf dem Nachweis einer ausreichenden Feuerwiderstandsdauer. Hierfür wird die äquivalente Branddauer und die rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer ermittelt. Der Nachweis gilt für Industriebauten als erbracht, wenn die vorhandene Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile gleich oder größer ist als die erforderliche Feuerwiderstandsdauer.

Bei der Nachweisführung gemäß /DIN 18230-1/ muss ein **Globalnachweis** (Bezug der Brandlast auf die gesamte Brandbekämpfungsabschnittsfläche) geführt werden. Im zweiten Schritt werden für die einzelnen Ebenen jeweils Nachweise geführt (Ebenennachweise, siehe Ziffer 6.1.5). Im letzten Schritt wird überprüft, ob ein **Teilflächennachweis** für Teilbereiche innerhalb der Halle erforderlich ist, siehe Ziffer 6.1.6.

Innerhalb der Brandbekämpfungsabschnitte werden in Abstimmung mit dem Auftraggeber einige Bereiche durch feuerbeständige Wände und Decken abgetrennt, in welchen von einer erhöhten Brandbelastung auszugehen ist (z. B. Lagerbereiche, Werkstätten etc.), siehe Anlage 1. Gemäß /DIN 18230-1/ bleiben Brandlasten innerhalb dieser abgetrennten Bereiche unberücksichtigt. Die Grundflächen der abgetrennten Bereiche zählen nach /MIndBauRL/ jedoch zur Fläche des Brandbekämpfungsabschnitts. Es ist darauf zu achten, dass die hier verwendeten feuerbeständigen Geschossdecken von feuerbeständigen Tragwerken unterstützt werden.

Die den Brandbekämpfungsabschnitten 1 und 2 obergeschossig zugeordneten Büro, Sozial- und Lagerbereiche in den Achsen C-E/23-34 werden als Ebenen bewertet. Gleiches gilt für das Drehgestelllager im Brandbekämpfungsabschnitt 2. Die Bewertung der in der Halle geplanten Einbauten und Ebenen erfolgt in Ziffer 6.1.4 sowie 6.1.5.

Zur Führung des Globalnachweises wird das Rechenverfahren nach /DIN 18230-1/ angewendet:

Ermittlung der rechnerischen Brandbelastung:

$$q_R = \frac{\sum(M_i \cdot H_{ui} \cdot m_i \cdot \psi_i)}{A_B}$$

mit  $M_i$  Masse des einzelnen ungeschützten oder geschützten Stoffes [kg]

$H_{ui}$  Heizwert des einzelnen Stoffes [kWh/kg]

$m_i$  Abbrandfaktor des einzelnen Stoffes [-]



$\psi_i$	Kombinationsbeiwert [-]
$A_B$	Fläche des Brandbekämpfungsabschnitts [m <sup>2</sup> ]

Äquivalente Branddauer:

$$t_{\ddot{a}} = \frac{q_R}{c \cdot w}$$

mit  $c$  Umrechnungsfaktor [min · m<sup>2</sup>/kWh]

$w$  Wärmeabzugsfaktor [-]

Erforderliche Feuerwiderstandsdauer:

$$\text{erf}_{t_F} = \frac{t_{\ddot{a}}}{\gamma \cdot \alpha_L}$$

mit  $\gamma$  Sicherheitsbeiwert [-]

$\alpha$  Zusatzbeiwert [-]

Sowohl im Brandbekämpfungsabschnitt 1 als auch im Brandbekämpfungsabschnitt 2 wird eine vollflächige automatische Brandmeldeanlage errichtet, die in Ziffer 7.2 konkretisiert wird. Die Brandbekämpfungsabschnitte werden dementsprechend in die Sicherheitskategorie K2 (Brandbekämpfungsabschnitte mit automatischer Brandmeldeanlage) nach Abschnitt 3.12 /MIndBauRL/ eingestuft.

## 6.1.2 Ausgangssituation

Das Gebäude wird in zwei Brandbekämpfungsabschnitte (BBA 1 und BBA 2) durch eine Wand, die Brandbekämpfungsabschnitte trennt, unterteilt. Diese Brandbekämpfungsabschnitte werden mit brandschutztechnisch bemessenen Ebenen ausgebildet. Das Drehgestelllager und die Ebene 0 des Betriebsgebäudes sind nach Angabe des Entwurfsverfassers keine unterirdischen Geschosse (Kellergeschosse).

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Einstufung der jeweiligen Bereiche nach /MIndBauRL/.

*Tabelle 3 Brandbekämpfungsabschnitte zur Bewertung nach Abschnitt 7 /MIndBauRL/*

Brandbekämpfungsabschnitt	Bereich	Flächen [m <sup>2</sup> ]	Einstufung	Mittlere Höhe [m]
BBA 1	Werkstatthalle mit Betriebsgebäude Ebene 1	5.755	Ebene	12,0
	Betriebsgebäude Ebene 0	589	Ebene	4,70
	Dacharbeitsbühne	2.828	Einbau < 15 kWh/m <sup>2</sup>	
	Betriebsgebäude Ebene 2	519	Ebene	3,61



Brandbekämpfungsabschnitt	Bereich	Flächen [m <sup>2</sup> ]	Einstufung	Mittlere Höhe [m]
<b>Summe ohne Einbauten</b>		<b>6.863</b>		
BBA 2	Werkstatthalle mit Betriebsgebäude Ebene 1	9.179	Ebene	12,0
	Betriebsgebäude Ebene 0	573	Ebene	4,70
	Dacharbeitsbühne	250	Einbau	
	Kleinteile-Lager	136	Einbau	
	Sozialräume	331	Einbau	
	Betriebsgebäude Ebene 2	521	Ebene	3,61
	Drehgestelllager	2.793	Ebene	5,50
	Lagerfläche im Drehgestelllager	564	Einbau	
<b>Summe ohne Einbauten</b>		<b>13.066</b>		

## 6.1.3 Globalnachweis

### 6.1.3.1 Vorgehensweise

Der Nachweis der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile wird rückwärts geführt, indem die geplante Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden Bauteile bzw. die zulässige bewertete Fläche des Brandbekämpfungsabschnitts als maßgebender begrenzender Faktor verwendet wird, um die maximal mögliche äquivalente Branddauer zu ermitteln. Aus der maximal möglichen äquivalenten Branddauer wird dann die maximal zulässige Brandlast ermittelt. Diese wird dann mit der vorhandenen Brandlast verglichen. Wenn die zulässige Brandlast größer als die geplante Brandlast ist, ist der Nachweis hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit des Tragwerks sowie der Brandbekämpfungsabschnittsgröße erfüllt.

Zunächst wird der Globalnachweis geführt, in dem alle Flächen der Geschosse und Ebenen des Brandbekämpfungsabschnitts betrachtet werden. Die Brandlasten umfassen alle brennbaren Stoffe auf diesen Flächen einschließlich der Einbauten. Danach wird für die einzelnen Ebenen ein Ebenennachweis geführt.

Zur Ermittlung der vorhandenen flächenbezogenen Brandlast  $q_f$  wird die in der gesamten Produktionshalle vorhandene und ungeschützt vorliegende Grenzbrandlast auf die Fläche des Brandbekämpfungsabschnitts

$A_B$  bezogen. Die im Rahmen der Berechnung angesetzte Brandlast wurde uns durch den Auftraggeber übermittelt.

## 6.1.3.2 Ermittlung des Umrechnungsfaktors $c$

Mit dem Umrechnungsfaktor  $c$  wird der Einfluss des Wärmeabflusses durch die Umfassungsbauteile (Wände, Verglasungen, Dach) auf die Temperaturentwicklung im Brandbekämpfungsabschnitt berücksichtigt.

Für den Brandbekämpfungsabschnitt sind Umfassungsbauteile mit einem geringen Wärmeabfluss geplant (u. a. gedämmte Sandwichpaneele), so dass ohne weiteren Nachweis  $c = 0,25 \text{ min m}^2/\text{kWh}$  angenommen wird. Dies entspricht den Vorgaben der /DIN 18230-1/ für Umfassungsbauteile mit einem geringen Wärmeabfluss und ist konservativ hinsichtlich des Wärmeabflusses zu bewerten.

## 6.1.3.3 Ermittlung des Wärmeabzugsfaktors $w$

Mit dem Wärmeabzugsfaktor  $w$  wird berücksichtigt, in welchem Anteil im Brandfall die entstehende Wärme durch wirksame Öffnungsflächen in den Wänden und im Dach abfließen kann.

Bei Führung des globalen Nachweises wird ein Abbrand der gesamten Brandlasten im Brandbekämpfungsabschnitt unter Berücksichtigung aller Öffnungen ins Freie unterstellt. Die anzusetzende Grundfläche ist damit für den Brandbekämpfungsabschnitt 1 die Fläche  $A_{B,BBA 1} = 6.863 \text{ m}^2$  und für den Brandbekämpfungsabschnitt 2 die Fläche  $A_{B,BBA 2} = 13.066 \text{ m}^2$ .

Folgende Flächen dürfen nach /DIN 18230-1/ zu 100 % als Wärmeabzugsfläche angerechnet werden:

- Ständig offene Flächen
- RWA-Geräte
- Von außen ohne Gewaltanwendung zu öffnende Flächen
- Verglasungen mit Kunststoffen mit einer Schmelztemperatur  $< 300^\circ\text{C}$  im Dachbereich und in der oberen Hälfte des Außenwandbereichs bei  $t_a \geq 30$  Minuten
- Verglasungen, die bei Brandeinwirkung zerstört werden. Bei  $t_a \geq 30$  Minuten dürfen Einfach-Fensterglas und Zweischeiben-Isolierglas angerechnet werden

Als Wärmeabzugsöffnung gilt die lichte Öffnung. Vereinfacht darf nach Abschnitt 8.2 der /DIN 18230-1/ 85 % der Fläche, die sich aus den Rohbaumaßen ergibt, angerechnet werden. Die Tabelle 4 zeigt die horizontalen Öffnungsflächen, die Tabelle 5 die vertikalen Öffnungsflächen. Die Lichtbänder im Dach der Werkhallen werden aus Polycarbonat (Dicke 2 cm) errichtet und können daher angerechnet werden. Die Fenster bestehen aus Zweischeiben-Isolierglas.

Tabelle 4 Horizontale Öffnungsflächen

Brandbekämpfungsabschnitt	Öffnung	Horizontale Öffnungen $A_h$
BBA 1	Lichtbänder im Dach mit einer Breite von 5 m	1.200 m <sup>2</sup>



Brandbekämpfungsabschnitt	Öffnung	Horizontale Öffnungen $A_h$
BBA 2	Lichtbänder im Dach mit einer Breite von 5 m	1.800 m <sup>2</sup>

*Tabelle 5 Vertikale Öffnungsflächen (Rohbaumaße)*

	Vertikale Öffnungen $A_v$	Höhe Unterkante [m]
<b>BBA 1</b>		
Fenster Außenwände (Achse E)	4 x 3,00 m x 5,85 m = 66,69 m <sup>2</sup>	0
Ausgangstüren (Achse E)	3 x 1,01 m x 2,26 m = 6,85 m <sup>2</sup>	
Ausgangstüren (Achse 1)	2 x 1,01 m x 2,26 m = 4,56 m <sup>2</sup>	
	Gesamt BBA 1 = 78,1 m <sup>2</sup>	
<b>BBA 2</b>		
Fenster Außenwände (Achse A)	6 x 3,0 m x 5,85 = 105,30 m <sup>2</sup>	0
Ausgangstüren (Achse A)	5 x 1,01 m x 2,26 m = 11,41 m <sup>2</sup>	
Ausgangstüren (Achse 1)	2 x 1,01 m x 2,26 m = 4,56 m <sup>2</sup>	
	Gesamt BBA 2 = 121,27 m <sup>2</sup>	

Als horizontale Öffnungsfläche wird entsprechend Tabelle 4 angesetzt:

$$A_{h,BBA\ 1} = 0,85 \cdot 1.200 = 1.020 \text{ m}^2$$

$$A_{h,BBA\ 2} = 0,85 \cdot 1.800 = 1.530 \text{ m}^2$$

Die auf die Gesamtgrundfläche bezogene horizontale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{h,BBA\ 1} = A_h / A_B = 1.020 / 6.863 = 0,149$$

$$a_{h,BBA\ 2} = A_h / A_B = 1.530 / 13.066 = 0,117$$

Als vertikale Öffnungsfläche werden die Türen und Fenster nach Tabelle 5 angesetzt:

$$A_{v,BBA\ 1} = 0,85 \cdot 78,1 = 66,38 \text{ m}^2$$

$$A_{v,BBA\ 2} = 0,85 \cdot 121,27 = 103,00 \text{ m}^2$$

Die auf die Gesamtgrundfläche bezogene vertikale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{v,BBA\ 1} = A_v / A_B = 66,38 / 6.863 = 0,01 < 0,025$$





$$a_{v,BBA 2} = A_v / A_B = 103,00 / 13.066 = 0,008 < 0,025$$

Der Faktor zur Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Öffnungsflächen wird mit der folgenden Formel ermittelt:

$$w_O = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$$

$$w_{O,BBA 1} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - 0,025)^4}{1,6 + 24 \cdot 0,149} = 0,74$$

$$w_{O,BBA 2} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - 0,025)^4}{1,6 + 24 \cdot 0,117} = 0,87$$

mit

$$\beta_w = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot a_v - 64 \cdot a_v^2) \geq 16 \quad \text{mit } a_{v,\min} > 0,25$$

$$\beta_{w,BBA 1 \text{ und } 2} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot 0,025 - 64 \cdot 0,025^2) = 24,2$$

Der Faktor  $\alpha_w$  dient der Berücksichtigung der mittleren Höhe (h) des maßgebenden Bemessungsabschnitts. Die maßgebende Höhe zur Bestimmung von  $\alpha_w$  entspricht der mittleren Höhe zwischen Oberkante Fußboden und Dachunterseite des Brandbekämpfungsabschnittes.

Somit beträgt die mittlere Höhe als flächengewichtetes Mittel:

$$h_{BBA 1} = (A_{\text{Werkstatthalle}} \cdot h_{\text{Werkstatthalle}} + A_{\text{Ebene 1}} \cdot h_{\text{Ebene 1}} + A_{\text{Ebene 2}} \cdot h_{\text{Ebene 2}}) / A_{\text{gesamt}}$$

$$h_{BBA 1} = (5.755 \cdot 12 + 589 \cdot 4,7 + 519 \cdot 3,61) / 6.863 = 10,75 \text{ m}$$

$$h_{BBA 2} = (A_{\text{Werkstatthalle}} \cdot h_{\text{Werkstatthalle}} + A_{\text{Ebene 1}} \cdot h_{\text{Ebene 1}} + A_{\text{Ebene 2}} \cdot h_{\text{Ebene 2}} + A_{\text{Ebene DGL}} \cdot h_{\text{Ebene DGL}}) / A_{\text{gesamt}}$$

$$h_{BBA 2} = (9.179 \cdot 12 + 573 \cdot 4,70 + 521 \cdot 3,61 + 2.793 \cdot 5,55) / 13.066 = 9,97 \text{ m}$$

Der Faktor  $\alpha_w$  ergibt sich damit zu:

$$\alpha_w = \left( \frac{6,0}{h} \right)^{0,3}$$

$$\alpha_{w,BBA 1} = 0,84$$

$$\alpha_{w,BBA 2} = 0,86$$

Wärmeabzugsfaktor w:

$$w_{BBA 1} = w_0 \cdot \alpha_w = 0,74 \cdot 0,84 = 0,62 \geq 0,5$$

$$w_{BBA 2} = w_0 \cdot \alpha_w = 0,87 \cdot 0,86 = 0,75 \geq 0,5$$

## 6.1.3.4 Berechnung der äquivalenten Branddauer $t_{\ddot{a}}$

Die äquivalente Branddauer nach /DIN 18230-1/ lässt sich gemäß der folgenden Formel ermitteln:

$$t_{\ddot{a}} = q_r \cdot c \cdot w$$

Gemäß Ziffer 6.3 und Ziffer 6.1.3.7 ist aufgrund der vorgesehenen Feuerwiderstandsfähigkeit des Tragwerks bzw. der Fläche der Brandbekämpfungsabschnitte eine äquivalente Branddauer von 40 Minuten einzuhalten.

$$\max t_{\ddot{a},BBA\ 1} = 40 \text{ Minuten} = \max q_{R,BBA\ 1} \cdot 0,25 \cdot 0,62$$

Daraus ergibt sich die maximal zulässige Brandlast zu:

$$\Rightarrow \max q_{R,BBA\ 1} = 250 \text{ kWh/m}^2$$

$$\max t_{\ddot{a},BBA\ 2} = 40 \text{ Minuten} = \max q_{R,BBA\ 2} \cdot 0,25 \cdot 0,75$$

$$\Rightarrow \max q_{R,BBA\ 2} = 210 \text{ kWh/m}^2$$

Die nachfolgende Tabelle zeigt die ermittelte Brandlast, eine genaue Aufstellung ist in der Anlage 2 bis 4 vorhanden. Die Heizwerte für die Brandlasten werden entsprechend der /DIN 18230-3/ und nach /Beilicke/ angesetzt. Für die allgemeine Stromversorgung wird im Drehgestelllager eine Brandlast von 5 kWh/m<sup>2</sup> und in den Werkhallen aufgrund der Oberleitungen und weiteren Stromversorgung 15 kWh/m<sup>2</sup> angesetzt. Der Heizwert der Wagen wird nach /Bemessungsbrände DB/ ermittelt. Dabei wird der Bemessungsbrand eines Reiszug- und Doppelstockwagen bzw. Fahrzeuge anderer Betreiber verwendet, indem der Flächeninhalt unterhalb der Wärmefreisetzungskurve ermittelt wird.

Damit ergeben sich folgende Brandlasten (Tabelle 6).

*Tabelle 6 Brandlasten für den Globalnachweis*

	BBA 1 (einschl. Ebene 2)	BBA 2 (einschl. Drehgestelllager und Ebene 2)
rechnerische Brandlast [kWh]	551.167 + 49.292 = 600.459	1.210.465 + 142.616 + 34.711 = 1.387.797
zzgl. 10 % Sicherheit [kWh]	660.050	1.526.577
Flächen [m <sup>2</sup> ]	6.863	13.066
Bemessungsbrandlast [kWh/m <sup>2</sup> ]	96,2	116,8

Der Grenzwert der maximal zulässigen Brandlast wird eingehalten.

## 6.1.3.5 Ermittlung der Sicherheitsbeiwerte $\gamma$

Bei der Berechnung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer  $t_f$  werden entsprechend den Sicherheitsanforderungen an die Bauteile drei Brandsicherheitsklassen (SK<sub>b</sub> 1 bis SK<sub>b</sub> 3) unterschieden. Für den



Brandbekämpfungsabschnitt ergeben sich folgende Werte für die zugehörigen Sicherheitsbeiwerte  $\gamma$  (SK<sub>b</sub> 3, SK<sub>b</sub> 2 und SK<sub>b</sub> 1).

#### Brandbekämpfungsabschnitt 1:

- $\gamma = 1,39$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 3, mit Ebenen, Fläche 6.863 m<sup>2</sup>),
- $\gamma = 1,04$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 2, ohne Ebenen, Fläche 6.863 m<sup>2</sup>),
- $\gamma = 0,64$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 1, ohne Ebenen, Fläche 6.863 m<sup>2</sup>).

#### Brandbekämpfungsabschnitt 2:

- $\gamma = 1,48$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 3, mit Ebenen, Fläche 13.066 m<sup>2</sup>),
- $\gamma = 1,13$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 2, ohne Ebenen, Fläche 13.066 m<sup>2</sup>),
- $\gamma = 0,73$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 1, ohne Ebenen, Fläche 13.066 m<sup>2</sup>).

### 6.1.3.6 Ermittlung des Zusatzbeiwertes $\alpha_L$

Der Zusatzbeiwert  $\alpha_L$  berücksichtigt die brandschutztechnische Infrastruktur, wie etwa eine anerkannte Werkfeuerwehr und automatische Brandmelde- und Löschanlagen. Die Ermittlung erfolgt anhand /DIN 18230-1/ Absatz 10.1, Tabelle 3.

Im betrachteten Brandbekämpfungsabschnitt ist eine automatische Brandmeldeanlage mit Aufschaltung zur zuständigen Feuerwehr vorhanden. Der Zusatzbeiwert  $\alpha_L$  ergibt sich damit zu 0,9.

### 6.1.3.7 Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der Bauteile

Auf Grundlage der ermittelten Werte ergeben sich die folgenden erforderlichen Feuerwiderstandsdauern für die Bauteile der verschiedenen Brandsicherheitsklassen:

#### Brandbekämpfungsabschnitt 1

- erf  $t_f$  (SK<sub>b</sub> 3) =  $t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L = 40 \cdot 1,39 \cdot 0,9 = 48,7$  min → hochfeuerhemmend,
- erf  $t_f$  (SK<sub>b</sub> 2) =  $t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L = 40 \cdot 1,04 \cdot 0,9 = 36,4$  min → hochfeuerhemmend,
- erf  $t_f$  (SK<sub>b</sub> 1) =  $t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L = 40 \cdot 0,64 \cdot 0,9 = 22,4$  min → feuerhemmend.

#### Brandbekämpfungsabschnitt 2

- erf  $t_f$  (SK<sub>b</sub> 3) =  $t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L = 40 \cdot 1,48 \cdot 0,9 = 52,4$  min → hochfeuerhemmend,
- erf  $t_f$  (SK<sub>b</sub> 2) =  $t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L = 40 \cdot 1,13 \cdot 0,9 = 40,0$  min → hochfeuerhemmend,
- erf  $t_f$  (SK<sub>b</sub> 1) =  $t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L = 40 \cdot 0,73 \cdot 0,9 = 25,9$  min → feuerhemmend.



Die /MIndBauRL/ stellt unter Abschnitt 7.2 an die Bauteile der Tragkonstruktion entsprechend ihrer brandschutztechnischen Bedeutung für die Tragwirkung unterschiedlich hohe Anforderungen. Je nach Bedeutung der Bauteile müssen diese die Anforderungen der jeweiligen Brandsicherheitsklasse erfüllen. (Hinweis: Es können sich andere Anforderungen seitens des Sachversicherers ergeben, dies ist vom Bauherrn abzuklären).

Die Brandsicherheitsklasse **SK<sub>b</sub> 3** gilt für tragende und aussteifende Bauteile, deren Versagen zum Einsturz der tragenden Konstruktion (Tragwerk, Gesamtkonstruktion) oder der Konstruktion des Brandbekämpfungsabschnitts führen kann. Im vorliegenden Fall werden die Bauteile der Haupttragkonstruktion, d. h. unter anderem die innenliegenden Stützen der außenliegenden Fachwerkbinder sowie aussteifende Außenwände der SK<sub>b</sub> 3 zugeordnet.

Wände, die Brandbekämpfungsabschnitte abtrennen, sind als Brandwand auszuführen. In den betrachteten Brandbekämpfungsabschnitten werden alle Decken, die Brandbekämpfungsabschnitte trennen, feuerbeständig ausgeführt, auch wenn dies die Anforderungen an SK<sub>b</sub> 3-Bauteile übersteigt.

Tragende und aussteifende Bauteile, deren Versagen nicht zum Einsturz der tragenden Konstruktion (Tragwerk, Gesamtkonstruktion) oder der Konstruktion des Brandbekämpfungsabschnitts führen kann, wie nicht aussteifende Decken, werden in die Brandsicherheitsklasse **SK<sub>b</sub> 2** eingeordnet. Bauteile des Dachtragwerkes, deren Versagen zum Einsturz der übrigen Dachkonstruktion des Brandbekämpfungsabschnitts führen kann, einschließlich ihrer Unterstützungen werden ebenfalls in die Brandsicherheitsklasse **SK<sub>b</sub> 2** eingeordnet; dies gilt nicht für Bauteile des Dachtragwerkes, wenn ihr Versagen zum Einsturz der tragenden Konstruktion oder der Konstruktion des Brandbekämpfungsabschnitts führt (SK<sub>b</sub> 3).

An einzelne Bauteile des Dachtragwerkes werden, sofern ihr Versagen nicht zum Einsturz der übrigen Dachkonstruktion führen kann, geringe Anforderungen gemäß der **SK<sub>b</sub> 1** gestellt. Bauteile des Dachtragwerkes, deren Versagen nicht zum Einsturz der übrigen Dachkonstruktion des Brandbekämpfungsabschnitts führt, werden keiner Brandsicherheitsklasse zugeordnet, sofern das Dach zur Brandbekämpfung nicht begangen werden muss (vgl. Abschnitt 7.2.4 /MIndBauRL/).

An die Feuerwiderstandsfähigkeit der Dachkonstruktion werden Anforderungen gestellt, weil im Industriebau üblicherweise große Flächen vorliegen können und der Einsturz der Dachkonstruktion ein zu berücksichtigendes Risiko darstellen kann. Bei diesen großen Dachflächen kann auch ein Feuerwehreinsatz von der Dachfläche vorgetragen werden. Daher werden an untergeordnete Bauteile brandschutztechnische Anforderungen durch Einstufung in die Brandsicherheitsklasse SK<sub>b</sub>1 gestellt. Wenn von einem derartigen Feuerwehreinsatz im Benehmen mit der zuständigen Brandschutzdienststelle nicht ausgegangen werden muss, brauchen keine Anforderungen an diese Bauteile gestellt zu werden (/Praxis-Kommentar/).

*Erleichterung 4*      *Ausführung des Dachtragwerkes (SK<sub>b</sub>1) ohne Feuerwiderstand, deren Versagen nicht zum Einsturz der übrigen Dachkonstruktion führt; Abweichung von Abschnitt 7.2.3 /MIndBauRL/*

*Begründung*            *In Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle wird auf eine Feuerwiderstandsfähigkeit der Dachkonstruktion verzichtet, da zu erwarten ist, dass die Einsatzkräfte bei einem Einsatz auf der Dachfläche einen entsprechend großen Abstand zur Gefahrenstelle einhalten und die entfernteren Bauteile nicht der vollen Brandbeanspruchung im Brandfall ausgesetzt sind.*

Tabelle 7      Erforderliche Feuerwiderstandsklasse

Bezeichnung der Teilfläche	Klassifizierung (SK <sub>b</sub> 3)	Klassifizierung (SK <sub>b</sub> 2)	Klassifizierung (SK <sub>b</sub> 1)	Dachtragwerk (wie SK <sub>b</sub> 1), wenn das Dach zur Brandbekämpfung nicht begangen werden muss
Werkhalle	hochfeuerhemmend	hochfeuerhemmend	feuerhemmend	nichtbrennbar
Drehgestelllager	hochfeuerhemmend	hochfeuerhemmend	feuerhemmend	nichtbrennbar
Betriebsgebäude	feuerbeständig und aus nicht-brennbaren Baustoffen	hochfeuerhemmend	feuerhemmend	nichtbrennbar
Dacharbeitsbühnen sowie weitere Einbauten			nichtbrennbar	

Das Tragwerk wird aus Stahlbeton errichtet, der Nachweis erfolgt durch den Tragwerksplaner. Die geplanten Feuerwiderstandsdauern des Tragwerks erfüllen die Anforderungen.

Die Größe des Brandbekämpfungsabschnitts wird unter Ziffer 6.3 bewertet.

## 6.1.4 Einbauten

Einbauten umfassen nach Abschnitt 3.9 /MIndBauRL/ einzelne auf gleicher Höhe liegende begehbare Bauteile oberhalb des Fußbodens von Geschossen und Ebenen. Einbauten sind brandschutztechnisch nicht bemessen. Die Grundfläche von Einbauten ist die Fläche zwischen ihren Umfassungswänden bzw. den freien Rändern.

Aufgrund der Einstufung der Brandbekämpfungsabschnitte 1 und 2 in die Sicherheitskategorie K2 (mit automatischer Brandmeldeanlage) sind nach Abschnitt 5.5 /MIndBauRL/ Einbauten mit einer Grundfläche von maximal 600 m<sup>2</sup> zulässig. Einbauten nach Tabelle 1, Abschnitt 5.5 /MIndBauRL/ dürfen mehrfach nebeneinander angeordnet werden, wenn sie durch brandlastfreie Zonen von mindestens 5 m Breite (Freistreifen) getrennt sind.

In Summe dürfen die Flächen der Einbauten jeweils nicht mehr als 25 % der Grundfläche des Geschosses bzw. der Ebene betragen. Die Grundfläche (Fläche zwischen den Umfassungsbauteilen) der Ebene 1 des Brandbekämpfungsabschnittes 1 beträgt ca. 5.755 m<sup>2</sup>, wovon 25 % eine Grundfläche von 1.437 m<sup>2</sup> entsprechen. Der Brandbekämpfungsabschnitt 2 (Ebene 1) erstreckt sich über eine Grundfläche von 9.179 m<sup>2</sup>, wodurch die Grundfläche des Einbaus eine Grundfläche von 2.295 m<sup>2</sup> nicht überschreiten darf.

Einbauten dürfen nicht übereinander angeordnet werden. Sie sind so anzuordnen, dass die Feuerwehr geeignete Löschmaßnahmen von einem sicheren Standort aus vortragen kann.

Für den Fall geringer Brandbelastungen von bis zu  $15 \text{ kWh/m}^2$  auf Einbauten in Brandbekämpfungsabschnitten, wie z. B. bei Wartungs- und Montageflächen oder Verkehrswegen, bestehen gemäß Abschnitt 7.7.2 /MIndBauRL/ keine Einschränkungen hinsichtlich deren Grundfläche und Anordnung. Die Dacharbeitsstände für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten innerhalb der Werkstatt im Brandbekämpfungsabschnitt 1 weisen Brandlasten von weniger als  $15 \text{ kWh/m}^2$  auf, da sich hier keine geplanten Brandlasten befinden. Es werden lediglich die Werkzeugwagen für die durchzuführenden Arbeiten auf die Dacharbeitsbühne platziert. Weiterhin werden die Dacharbeitsbühnen von keinen ortsfremden Personen bzw. Besucher begangen, so dass keine Einschränkungen hinsichtlich deren Grundfläche und Anordnung bestehen (/Praxis-Kommentar/).

Im Brandbekämpfungsabschnitt 2 werden im Bereich der Achsen B-C/13-21 Sozialräume angeordnet, die als Einbauten bewertet werden. Der Einbau wird oberhalb der Räume mit erhöhter Brandgefahr „Komponentenwerkstatt“ und „Elektro Werkstatt“ (feuerbeständige Decken und Wände) in Ebene 1 errichtet. Die Grundfläche beträgt ca.  $331 \text{ m}^2$ . Weiterhin werden im Brandbekämpfungsabschnitt 2 Dacharbeitsbühnen ( $250 \text{ m}^2$ ) sowie ein Kleinteile-Lager ( $136 \text{ m}^2$ ) als Einbau angeordnet. Die Grundfläche der Einbauten übersteigt das zulässige Maß von  $600 \text{ m}^2$  bzw. in Summe  $2.295 \text{ m}^2$  nicht. Die Feuerwehr kann den Löschangriff aus der ebenerdigen Werkstatt im Brandbekämpfungsabschnitt 2 von drei Seiten vortragen. Die Decke oberhalb des Einbaus der Sozialräume darf nicht zur Lagerung oder sonstigen Nutzungen verwendet werden.

Im Drehgestelllager wird in der Mitte ein offener Regaleinbau vorgesehen, der eine Fläche von  $564 \text{ m}^2$  aufweist und damit weniger als  $600 \text{ m}^2$  (Tabelle 1 der /MIndBauRL/) bzw. weniger als 25% der Grundfläche ( $2.793 \cdot 0,25 = 698 \text{ m}^2$ ) aufweist. Der Löschangriff ist aufgrund der mittleren Lage von beiden Seiten zugänglich. Die maximale Lagerfläche auf der Lagerebene wird durch den Entwurfsverfasser mit  $300 \text{ m}^2$  festgelegt.

## 6.1.5 Ebenen/Ebenennachweis

### 6.1.5.1 Vorgehensweise

Eine Ebene umfasst nach Abschnitt 3.8 /MIndBauRL/ alle auf gleicher Höhe liegenden Räume oder Raumteile in einem Brandbekämpfungsabschnitt zwischen den Außenwänden oder den Wänden zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten. Ebenen sind durch Decken getrennt, deren Standsicherheit brandschutztechnisch bemessen sein muss. Die Decken haben Öffnungen, nicht klassifizierte Abschlüsse oder Abschottungen. Bei der Ermittlung der Grundfläche der jeweiligen Ebene werden die Flächen von Öffnungen und nicht klassifizierte Abschlüsse oder Abschottungen nicht angerechnet.

Bei Brandbekämpfungsabschnitten mit mehreren Ebenen ist nach /DIN 18230-1/ zusätzlich zum globalen Nachweis für jede Ebene die äquivalente Branddauer  $t_{a,ei}$  für die Bauteilbemessung zu bestimmen.

Aufgrund dieser Tatsache ist für die Ebene 2 des Betriebsgebäudes sowie der Werkhalle einschließlich der Ebene 1 des Betriebsgebäudes in den Brandbekämpfungsabschnitten 1 und 2 ein Ebenennachweis nach Anhang B /DIN 18230-1/ durchzuführen. Weiterhin ist ein Ebenennachweis für das Drehgestelllager



durchzuführen. Für die Ebene 0 des Betriebsgebäudes wird auf den Nachweis verzichtet, da die Räume untereinander feuerbeständig abgetrennt sind.

Bei Brandbekämpfungsabschnitten mit mehreren Ebenen ist der Wärmeabzugsfaktor  $w_{E,i}$  für jede Ebene zu ermitteln. Als maßgebende Höhe zur Bestimmung des Faktors  $\alpha_w$  ist die flächengewichtete mittlere Höhe der Ebene anzusetzen. Für die oberste Ebene ist der Abstand zwischen dem Fußboden der jeweiligen Ebene und der Unterkante der Dachdecke anzusetzen.

## 6.1.5.2 Ebene 2 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 1

Die Ebene 2 des Betriebsgebäudes umfasst hier im Wesentlichen Büro- und Pausenräume sowie Erschließungszonen und WCs. Als Wärmeabzüge können hier die Fenster und die RWAs angesetzt werden. Als Wärmeabzugsöffnung gilt die lichte Öffnung. Vereinfacht werden hier 85 % der Fläche, die sich aus den Rohbaumaßen ergibt, angerechnet. Die Fläche der Ebene beträgt  $519 \text{ m}^2$ . Für die WCs wird auf der sicheren Seite liegend  $100 \text{ kWh/m}^2$  angesetzt.

Aufgrund der Nutzung als Büroräume wird die Brandlast pauschal mit der 90 %-Quantile mit  $162 \text{ kWh/m}^2$  entsprechend /DIN EN 1991-1-2\_NA/ angesetzt.

Die Fenster werden zweifachverglast ausgeführt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die vertikalen Öffnungsflächen in der Fassade der Ebene 2 des Betriebsgebäudes.

*Tabelle 8 Vertikale Öffnungsflächen (Rohbaumaße) in der Ebene 2 des Betriebsgebäudes*

	Vertikale Öffnungen $A_v$	Höhe Unterkante [m]
Fenster an der Außenwand (Achsen D + 24/25)	2 x 4,40 m x 1,60 m = 14,08 m <sup>2</sup>	0,60
	3 x 4,40 m x 0,80 m = 10,56 m <sup>2</sup>	1,40
	Gesamt = 24,64 m <sup>2</sup>	
Türen (Achsen D + 24/25)	1 x 2,20 m x 2,49 m = 5,48 m <sup>2</sup>	
	1 x 1,635 m x 2,49 m = 4,07 m <sup>2</sup>	
	Gesamt = 9,55 m <sup>2</sup>	

Es werden in dem Flur zwei Rauch- und Wärmeabzüge angeordnet, die bezogene horizontale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{h,E} = A_{h,E} / A_B = 3 / 519 = 0,006$$

Die auf die Gesamtgrundfläche bezogene vertikale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{v,E} = A_{v,E} / A_B = (34,19 \cdot 0,85) / 519 = 0,056 > 0,025$$

Der Faktor zur Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Öffnungsflächen wird mit der folgenden Formel ermittelt:



$$w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot a_v - 64 \cdot a_v^2) \geq 16$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot 0,056 - 64 \cdot 0,056^2) = 27,2$$

mit  $w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - 0,056)^4}{1,6 + 27,2 \cdot 0,006} = 1,73$

Der Faktor  $\alpha_w$  dient der Berücksichtigung der mittleren Höhe (h) des maßgebenden Bemessungsabschnitts.

$$\alpha_w = \left( \frac{6,0}{h} \right)^{0,3}$$

mit h = 3,61 m

$$\alpha_{w,E} = 1,16$$

Wärmeabzugsfaktor  $w_{E,2.0G}$ :

$$w_E = w_0 \cdot \alpha_w \geq 0,5$$

$$w_E = 1,73 \cdot 1,16 = 2,0$$

Der Umrechnungsfaktor wird weiterhin folgendermaßen angesetzt:

$$c = 0,25$$

Die Brandlast beträgt für die Büros und den Schulungsraum (ohne abgetrennte Nutzungseinheit)

$$q_{R,E} = (278 \text{ m}^2 \cdot 162 \text{ kWh/m}^2 + 42 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ kWh/m}^2) / 519 \text{ m}^2 = 94,9 \text{ kWh/m}^2$$

$$t_{\ddot{a}} = q_{R,E} \cdot c \cdot w_E$$

$$t_{\ddot{a}} = 94,9 \cdot 0,25 \cdot 2,0 = 47,4 \text{ min}$$

mit  $\alpha_L = 0,9$

$$\text{erf } t_f = t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

	$\gamma$	erf $t_f$	erf. Feuerwiderstandsfähigkeit	vorh. Feuerwiderstandsfähigkeit
SK <sub>b3</sub>	1,25	53,4	hochfeuerhemmend	feuerbeständig
SK <sub>b2</sub>	0,90	38,4	hochfeuerhemmend	hochfeuerhemmend
SK <sub>b1</sub>	0,50	21,3	feuerhemmend	feuerhemmend





Das Tragwerk wird aus Stahlbeton hergestellt, der Nachweis erfolgt durch den Tragwerksplaner, die Anforderung wird damit erfüllt.

## 6.1.5.3 Werkhalle sowie Ebene 1 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 1

Die Ebene 1 des Betriebsgebäudes umfasst Lager- und Technikbereiche, die weitestgehend brandschutztechnisch abgetrennt sind, siehe Anlage 1. Weiterhin ist ein Büro sowie WCs vorhanden.

Folgende Wärmeabzugsöffnungen können angesetzt werden.

*Tabelle 9 Horizontale Öffnungsflächen*

Öffnung	Horizontale Öffnungen $A_h$
Lichtbänder im Dach mit einer Breite von 5 m	1.200 m <sup>2</sup>

*Tabelle 10 Vertikale Öffnungsflächen (Rohbaumaße)*

	Vertikale Öffnungen $A_v$	Höhe Unterkante [m]
5 Ausgangstüren, davon	2 x 1,01 m x 2,26 m = 4,56 m <sup>2</sup>	
2 x in Achse 0-1	3 x 1,01 m x 2,26 m = 6,85 m <sup>2</sup>	
3 x in Achse E	Gesamt = 11,41 m <sup>2</sup>	
4 Fensterelemente (Achse E)	4 x 3,0 m x 5,85 m = 70,2 m <sup>2</sup>	0

Die Fläche der Ebene beträgt 5.755 m<sup>2</sup>.

Die bezogene horizontale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{h,E} = A_{h,E} / A_B = (1.800 \cdot 0,85) / 5.755 = 0,177$$

Die auf die Gesamtgrundfläche bezogene vertikale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{v,E} = A_{v,E} / A_B = 9,69 / 5.755 = 0,01 < 0,025$$

Der Faktor zur Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Öffnungsflächen wird mit der folgenden Formel ermittelt:

$$w_{O,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot a_v - 64 \cdot a_v^2) \geq 16 \quad \text{mit } a_{v,\min} = 0,25$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot 0,025 - 64 \cdot 0,025^2) = 24,2$$

mit  $w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - 0,025)^4}{1,6 + 24,2 \cdot 0,177} = 0,657$

Der Faktor  $\alpha_w$  dient der Berücksichtigung der mittleren Höhe (h) des maßgebenden Bemessungsabschnitts.

$$\alpha_w = \left( \frac{6,0}{h} \right)^{0,3}$$

Mit der mittleren Höhe von  $h = 12 \text{ m}$

$$\alpha_{w,E} = 0,81$$

Wärmeabzugsfaktor  $w_E$ :

$$w_E = w_0 \cdot \alpha_w \geq 0,5$$

$$w_E = 0,657 \cdot 0,81 = 0,53$$

Der Umrechnungsfaktor wird weiterhin mit  $c = 0,25$  angesetzt.

$$\max t_{\bar{a},E} = 40 \text{ Minuten} = \max q_R \cdot 0,25 \cdot 0,53$$

$$\Rightarrow \max q_R = 300 \text{ kWh/m}^2$$

Maßgebend ist somit die maximal zulässige Brandlast aus dem Globalnachweis:

$$\Rightarrow \max q_R = 250 \text{ kWh/m}^2$$

Die Brandlast beträgt 551.167 kWh, mit einer Sicherheit von 10 % = 606.283 kWh auf einer Fläche der Ebene von 5.755 m<sup>2</sup>. Die Brandbelastung beträgt somit 105 kWh/m<sup>2</sup> (siehe Anlage 2 sowie Ziffer 6.1.3.4), der Nachweis ist damit erfüllt.

Die erforderliche Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile ergibt sich aus der äquivalenten Branddauer:

$$\text{mit } \alpha_L = 0,9$$

$$\text{erf } t_F = t_{\bar{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

	$\gamma$	erf $t_F$	Feuerwiderstandsfähigkeit Werkhalle	Feuerwiderstandsfähigkeit Betriebsgebäude
SK <sub>b</sub> 3	1,37	49,3	hochfeuerhemmend	feuerbeständig
SK <sub>b</sub> 2	1,02	36,7	hochfeuerhemmend	hochfeuerhemmend
SK <sub>b</sub> 1	0,62	22,3	feuerhemmend	feuerhemmend



## 6.1.5.4 Ebene 2 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 2

In der Ebene 2 des Betriebsgebäudes sind Büro- und Besprechungsräume angeordnet. Die Wärmeabzugsöffnungen bilden die Fenster sowie die beiden RWAs im Dach.

Als Wärmeabzugsöffnung gilt die lichte Öffnung. Vereinfacht werden hier 85 % der Fläche, die sich aus den Rohbaumaßen ergibt, angerechnet. Die Fläche der Ebene beträgt 573 m<sup>2</sup>.

Die Fenster werden zweifachverglast ausgeführt.

*Tabelle 11 Horizontale Öffnungsflächen in der Ebene 2 des Betriebsgebäudes*

Öffnung	Horizontale Öffnungen A <sub>h</sub>
2 RWA im Dach	3 m <sup>2</sup>

*Tabelle 12 Vertikale Öffnungsflächen (Rohbaumaße) in der Ebene 2 des Betriebsgebäudes*

	Vertikale Öffnungen A <sub>v</sub>	Höhe Unterkante [m]
Fenster an der Außenwand (Achsen D + 33)	4 x 4,40 m x 1,60 m = 28,16 m <sup>2</sup>	0,60
	1 x 2,20 m x 1,60 m = 3,52 m <sup>2</sup>	0,60
	1 x 2,20 m x 0,80 m = 1,76 m <sup>2</sup>	1,40
	Gesamt = 33,44 m <sup>2</sup>	
Tür (Achse 33)	1 x 1,635 m x 2,49 m = 4,07 m <sup>2</sup>	

Die bezogene horizontale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{h,E} = A_{h,E} / A_B = 3 / 573 = 0,005$$

Als vertikale Öffnungsfläche werden Fenster sowie Türen angesetzt:

$$A_{v,E} = 0,85 \cdot 37,51 = 31,8 \text{ m}^2$$

Die auf die Gesamtgrundfläche bezogene vertikale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{v,E} = A_{v,E} / A_B = 31,8 / 573 = 0,056 > 0,025$$

Der Faktor zur Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Öffnungsflächen wird mit der folgenden Formel ermittelt:

$$w_{O,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot a_v - 64 \cdot a_v^2) \geq 16$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot 0,056 - 64 \cdot 0,056^2) = 27,12$$

$$w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - 0,056)^4}{1,6 + 27,12 \cdot 0,005} = 1,75$$

Der Faktor  $\alpha_w$  dient der Berücksichtigung der mittleren Höhe (h) des maßgebenden Bemessungsabschnitts.

$$\alpha_w = \left( \frac{6,0}{h} \right)^{0,3}$$

mit  $h = 3,61 \text{ m}$

$$\alpha_{w,E} = 1,16$$

Wärmeabzugsfaktor  $w_{E,2.0G}$ :

$$w_E = w_0 \cdot \alpha_w \geq 0,5$$

$$w_E = 1,75 \cdot 1,16 = 2,03$$

Der Umrechnungsfaktor wird weiterhin folgendermaßen angesetzt:

$$c = 0,25$$

Die Brandlast beträgt für die Fläche auf der Grundlage der Brandlasten für Büro und WC:

$$q_{R,E} = (214 \text{ m}^2 \cdot 162 \text{ kWh/m}^2) / 573 \text{ m}^2 = 60,5 \text{ kWh/m}^2$$

$$t_{\ddot{a}} = q_{R,E} \cdot c \cdot w_E$$

$$t_{\ddot{a}} = 60,5 \cdot 0,25 \cdot 2,03 = 31 \text{ min}$$

mit  $\alpha_L = 0,9$

$$\text{erf } t_f = t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

	$\gamma$	erf $t_f$	erf. Feuerwiderstandsfähigkeit	vorh. Feuerwiderstandsfähigkeit
SK <sub>b3</sub>	1,25	34,9	hochfeuerhemmend	feuerbeständig
SK <sub>b2</sub>	0,90	25,1	feuerhemmend	hochfeuerhemmend
SK <sub>b1</sub>	0,50	14	feuerhemmend	feuerhemmend

Das Tragwerk wird aus Stahlbeton hergestellt, der Nachweis erfolgt durch den Tragwerksplaner, die Anforderungen werden somit erfüllt.



## 6.1.5.5 Werkhalle sowie Ebene 1 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 2

Die Ebene 1 des Betriebsgebäudes umfasst Lagerräume sowie Büros und Umkleide mit Sanitärbereich. Folgende Wärmeabzugsflächen sind vorhanden.

**Tabelle 13** Horizontale Öffnungsflächen

Öffnung	Horizontale Öffnungen $A_h$
Lichtbänder im Dach mit einer Breite von 5 m	1.200 m <sup>2</sup>

**Tabelle 14** Vertikale Öffnungsflächen (Rohbaumaße)

	Vertikale Öffnungen $A_v$	Höhe Unterkante [m]
6 Ausgangstüren (Achsen A und 1)	12 m <sup>2</sup>	
6 Fensterelemente (Achse A)	6 x 3,0 m x 5,85 m = 105,3 m <sup>2</sup>	0
4 Fensterelemente (Achse 34)	4 x 4,64 m x 5,85 m = 108,6 m <sup>2</sup>	0

Die Fläche der Ebene beträgt 9.179 m<sup>2</sup>.

Die bezogene horizontale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{h,E} = A_{h,E} / A_B = (1.200 \cdot 0,85) / 9.179 = 0,167$$

Die auf die Gesamtgrundfläche bezogene vertikale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{v,E} = A_{v,E} / A_B = ((12 + 105,3 + 108,6) \cdot 0,85) / 9.179 = 0,021 < 0,025$$

Der Faktor zur Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Öffnungsflächen wird mit der folgenden Formel ermittelt:

$$w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot a_v - 64 \cdot a_v^2) \geq 16 \quad \text{mit } a_{v,\min} = 0,025$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot 0,025 - 64 \cdot 0,025^2) = 24,2$$

$$\text{mit } w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - 0,025)^4}{1,6 + 24 \cdot 0,167} = 0,686$$

Der Faktor  $\alpha_w$  dient der Berücksichtigung der mittleren Höhe (h) des maßgebenden Bemessungsabschnitts.



$$\alpha_w = \left( \frac{6,0}{h} \right)^{0,3}$$

mit der mittleren Höhe  $h = 12 \text{ m}$

$$\alpha_{w,E} = 0,81$$

Wärmeabzugsfaktor  $w_E$ :

$$w_E = w_0 \cdot \alpha_w \geq 0,5$$

$$w_E = 0,686 \cdot 0,81 = 0,56$$

Der Umrechnungsfaktor wird weiterhin folgendermaßen angesetzt:

$$c = 0,25$$

$$\max t_{\ddot{a},E} = 40 \text{ Minuten} = \max q_R \cdot 0,25 \cdot 0,56$$

$$\Rightarrow \max q_R = 285 \text{ kWh/m}^2$$

Maßgebend ist somit die maximale Brandlast aus dem Globalnachweis:

$$\Rightarrow \max q_R = 210 \text{ kWh/m}^2$$

Die Brandlast beträgt 1.210.465 kWh, mit einer Sicherheit von 10 % 1.331.511 kWh auf einer Fläche der Ebene von 9.179 m<sup>2</sup>. Die Brandbelastung beträgt somit 145 kWh/m<sup>2</sup> (siehe Anlage 4 sowie Ziffer 6.1.3.4), der Nachweis ist damit erfüllt.

Die erforderliche Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile ergibt sich aus der äquivalenten Branddauer:

$$\text{mit } \alpha_L = 0,9$$

$$\text{erf } t_F = t_{\ddot{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

	$\gamma$	erf $t_F$	Feuerwiderstandsfähigkeit Werkhalle	Feuerwiderstandsfähigkeit Betriebsgebäude
SK <sub>b</sub> 3	1,43	51,5	hochfeuerhemmend	feuerbeständig
SK <sub>b</sub> 2	1,08	38,9	hochfeuerhemmend	hochfeuerhemmend
SK <sub>b</sub> 1	0,68	24,5	feuerhemmend	feuerhemmend



## 6.1.5.6 Drehgestelllager im Brandbekämpfungsabschnitt 2

Im Drehgestelllager werden die Drehgestelle auf dem Boden gelagert. Darüber wird ein Einbau auf einer Fläche von 564 m<sup>2</sup> angeordnet, auf dem im Wesentlichen die gleichen Güter wie im Schwerlastregal gelagert wird. Die maximale Lagerfläche auf dem Einbau wird mit 300 m<sup>2</sup> angegeben.

Weiterhin ist ein LKW anzusetzen, der sich ca. 2 Stunden am Tag im Drehgestelllager zum Abladen befindet.

Tabelle 15 Vertikale Öffnungsflächen (Rohbaumaße)

	Vertikale Öffnungen $A_v$
3 Ausgangstüren in den Achsen A und 34	2 x 1,01 m <sup>2</sup> x 2,26 m <sup>2</sup> = 4,56 m <sup>2</sup>
	1 x 1,01 m <sup>2</sup> x 2,26 m <sup>2</sup> = 2,28 m <sup>2</sup>
	Gesamt = 6,85 m <sup>2</sup>

Die Fläche der Ebene beträgt 2.793 m<sup>2</sup>.

Die bezogene horizontale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{h,E} = A_{h,E} / A_B = 0$$

Bei geringen oder fehlenden horizontalen Wärmeabzugsflächen ( $a_h \leq 0,005$ ) und vertikalen Wärmeabzugsflächen überwiegend in der unteren Raumhälfte darf als  $A_v$  nur die Fläche der vertikalen Öffnungen in der oberen Hälfte der Außenwände angesetzt werden. Somit steht nur eine Ausgangstür als Wärmeabzug zur Verfügung.

Die auf die Gesamtgrundfläche bezogene vertikale Öffnungsfläche errechnet sich zu:

$$a_{v,E} = A_{v,E} / A_B = 0,85 \cdot 2,28 / 2.793 \sim 0,0 < 0,025$$

Der Faktor zur Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Öffnungsflächen wird mit der folgenden Formel ermittelt:

$$w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - a_v)^4}{1,6 + \beta_w \cdot a_h} \geq 0,5$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot a_v - 64 \cdot a_v^2) \geq 16 \quad \text{mit } a_{v,\min} = 0,025$$

$$\beta_{w,E} = 20,0 \cdot (1 + 10 \cdot 0,025 - 64 \cdot 0,025^2) = 24,2$$

mit  $w_{0,E} = \frac{1,0 + 145,0 \cdot (0,40 - 0,025)^4}{1,6 + 24,2 \cdot 0} = 2,42$

Der Faktor  $\alpha_w$  dient der Berücksichtigung der mittleren Höhe (h) des maßgebenden Bemessungsabschnitts.

$$\alpha_w = \left( \frac{6,0}{h} \right)^{0,3}$$



mit  $h = 5,55 \text{ m}$

$$\alpha_{w,E} = 1,02$$

Wärmeabzugsfaktor  $w_E$ :

$$w_E = w_0 \cdot \alpha_w \geq 0,5$$

$$w_E = 2,42 \cdot 1,02 = 2,47$$

Der Umrechnungsfaktor wird weiterhin folgendermaßen angesetzt:

$$c = 0,25$$

Die vorhandene Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile beträgt 60 Minuten (hochfeuerhemmend).

$$\max t_F = 60 \text{ Minuten} = \text{erf } t_{\bar{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

$$\text{mit } \alpha_L = 0,9$$

$$\gamma = 1,26 \quad (\text{für SK}_b3)$$

$$\text{erf } t_{\bar{a},E} = 60 / (1,26 \cdot 0,9) = 52,6 \text{ min}$$

$$\text{erf } t_{\bar{a},E} = 52,6 \text{ Minuten} = \max q_R \cdot 0,25 \cdot 2,47$$

$$\Leftrightarrow \max q_R = 85 \text{ kWh/m}^2$$

Die Brandlast beträgt 142.616 kWh (siehe Anlage 3), mit einer Sicherheit von 10% 156.878 kWh. Mit einer Fläche von 2.793 m<sup>2</sup> ist eine Brandbelastung von 56,2 kWh/m<sup>2</sup> vorhanden, der Nachweis ist damit erfüllt.

## 6.1.6 Teilflächennachweis

Ein Teilflächennachweis muss entweder bei ungleichmäßig verteilter Brandbelastung oder bei ungleichmäßig verteilten horizontalen Wärmeabzugsöffnungen geführt werden.

Gemäß Ziffer 5.4.1 /DIN 18230-1/ muss ein Teilflächennachweis bei ungleichmäßig verteilter Brandbelastung geführt werden, wenn die Brandlastdichte der Teilfläche  $q_{R,T}$  das 1,6-fache der globalen Brandlastdichte  $q_R$  überschreitet.

### Brandbekämpfungsabschnitt 2

Im Brandbekämpfungsabschnitt 2 ist in Achse C/32-34 auf einer Fläche von ca. 100 m<sup>2</sup> ein Palettenlager sowie direkt angrenzend eine Lagerfläche auf dem Einbau mit 135 m<sup>2</sup> angeordnet. Die Regalfläche beträgt im Palettenlager ca. 144 m<sup>2</sup> und auf der Lagerfläche auf dem Einbau ca. 50 m<sup>2</sup> so dass die Brandlast in diesem Bereich

$$q_{R,T} = 53.742 \text{ kWh} / 229 \text{ m}^2$$

$$= 235 \text{ kWh/m}^2 < 336 \text{ kWh/m}^2 = 1,6 \cdot 210 \text{ kWh/m}^2 = 1,6 \cdot q_R$$

beträgt. Somit ist ein Teilflächennachweis nicht zu führen.



## Drehgestelllager

Im Drehgestelllager ist ein Lagereinbau von 564 m<sup>2</sup> angeordnet, auf dem ca. 300 m<sup>2</sup> verteilt als Lagerfläche genutzt werden. Die reine Lagerfläche hat eine Brandlast von ca. 291 kWh/m<sup>2</sup>. Für den Einbau wird ein Teilflächennachweis mit einer Brandlast von

$$q_{R,T} = (300 \text{ m}^2 \cdot 291 \text{ kWh/m}^2) / 564 \text{ m}^2 = 155 \text{ kWh/m}^2$$

Der Wärmeabzugsfaktor für die Teilfläche  $w_T$  wird nach Gleichung C.1 des Anhangs C /DIN 18230-1/ ermittelt, da die Teilfläche Öffnungsflächen von mindestens 25 % der Teilfläche in offener Verbindung mit dem Brandbekämpfungsabschnitt steht.

$$w_T = (0,45 + A_T / A_G) \cdot w \leq w$$

Dabei ist  $A_G$  die Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnitts.

$$w_T = (0,45 + 564 / 2.793) \cdot 0,75 = 0,49$$

Für den Teilabschnitt sind aufgrund der vollständig offenen Anbindung an die restliche Halle im Mittel Umfassungsbauteile mit einem normalen Wärmeabfluss vorhanden, sodass ohne weiteren Nachweis  $c = 0,2 \text{ min} \cdot \text{m}^2 / \text{kWh}$  angenommen wird.

Somit ergibt sich unter Berücksichtigung der bisher ermittelten Werte die äquivalente Branddauer zu:

$$t_{\bar{a}} = q_{R,T} \cdot c \cdot w$$

$$t_{\bar{a}} = 155 \cdot 0,2 \cdot 0,49 = 15,2 \text{ min}$$

mit  $\gamma = 1,26$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 3, mit Ebenen, Fläche 2.793 m<sup>2</sup>),

$$\Leftrightarrow \text{erf } t_F = t_{\bar{a}} \cdot \gamma \cdot \alpha_L = 15,2 \cdot 1,26 \cdot 0,9 = 17,2 \text{ min} \quad \rightarrow \text{feuerhemmend}$$

Das Tragwerk wird hochfeuerhemmender Bauweise errichtet (siehe Ziffer 6.1.3.7), der Teilflächennachweis für das Drehgestelllager ist damit erfüllt.

Weiterhin befindet sich ein zum Entladen ein LKW in dem Drehgestelllager, der auf einer Fläche von 100 m<sup>2</sup> eine Brandlast von

$$q_{R,T} = 17.575 / 100 \text{ m}^2 = 176 \text{ kWh/m}^2 > 136 \text{ kWh/m}^2 = 1,6 \cdot 85 \text{ kWh/m}^2 = 1,6 \cdot q_R$$

beträgt.

Der Wärmeabzugsfaktor für die Teilfläche  $w_T$  wird nach Gleichung C.1 des Anhangs C /DIN 18230-1/ ermittelt, da die Teilfläche Öffnungsflächen von mindestens 25 % der Teilfläche in offener Verbindung mit dem Brandbekämpfungsabschnitt steht.

$$w_T = (0,45 + A_T / A_G) \cdot w \leq w$$

Dabei ist  $A_G$  die Grundfläche des Brandbekämpfungsabschnitts.

$$w_T = (0,45 + 100 / 2.793) \cdot 0,75 = 0,36$$



Für den Teilabschnitt sind aufgrund der vollständig offenen Anbindung an die restliche Halle im Mittel Umfassungsbauteile mit einem normalen Wärmeabfluss vorhanden, sodass ohne weiteren Nachweis  $c = 0,2 \text{ min} \cdot \text{m}^2 / \text{kWh}$  angenommen wird.

Somit ergibt sich unter Berücksichtigung der bisher ermittelten Werte die äquivalente Branddauer zu:

$$t_{\text{ä}} = q_{r,T} \cdot c \cdot w$$

$$t_{\text{ä}} = 176 \cdot 0,2 \cdot 0,36 = 12,7 \text{ min}$$

mit  $\gamma = 1,26$  (/DIN 18230-1/; Tabelle 2, SK<sub>b</sub> 3, mit Ebenen, Fläche 2.793m<sup>2</sup>),

$$\Rightarrow \text{erf } t_{\text{f}} = t_{\text{ä}} \cdot \gamma \cdot \alpha_{\text{L}} = 12,7 \cdot 1,26 \cdot 0,9 = 15 \text{ min} \quad \rightarrow \text{feuerhemmend}$$

Das Tragwerk wird hochfeuerhemmender Bauweise errichtet (siehe Ziffer 6.1.3.7), der Teilflächennachweis für das Drehgestelllager ist damit erfüllt.

## 6.2 Bauprodukte und Bauarten

Bezüglich der Bauprodukte und Bauarten sind die §§ 17 - 29 /HBO/ zu beachten. Für die Definition der bauordnungsrechtlichen Anforderungen an Feuerwiderstand und Baustoffqualitäten gilt die /H-VVTB/ einschließlich der Anhänge (insbesondere Anhang 4).

## 6.3 Brandbekämpfungsabschnitte und Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten

### 6.3.1 Allgemeine Anforderungen

Brandwände müssen nach § 33 (1) /HBO/ als raumabschließende Bauteile zum Abschluss von Gebäuden (Gebäudeabschlusswand) oder zur Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte (innere Brandwand) ausreichend lang die Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Brandabschnitte verhindern.

Brandwände müssen nach § 33 (3) /HBO/ auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig sein und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

Brandwände müssen entsprechend § 33 (4) /HBO/ bis zur Bedachung durchgehen und in allen Geschossen übereinander angeordnet sein. Abweichend davon dürfen anstelle innerer Brandwände Wände geschossweise versetzt angeordnet werden, wenn

- die Wände im Übrigen unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständig sind,
- die Decken, soweit sie in Verbindung mit diesen Wänden stehen, feuerbeständig, aus nichtbrennbaren Baustoffen sind und keine Öffnungen haben,
- die Bauteile, die diese Wände und Decken unterstützen, feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen sind,



- die Außenwände in der Breite des Versatzes in dem Geschoss oberhalb oder unterhalb des Versatzes feuerbeständig sind und
- Öffnungen in den Außenwänden im Bereich des Versatzes so angeordnet oder andere Vorkehrungen so getroffen sind, dass eine Brandübertragung in andere Brandabschnitte nicht zu befürchten ist.

Wände zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten sind nach Abschnitt 5.10.2 /MIndBauRL/ mindestens 0,50 m über Dach zu führen; darüber dürfen brennbare Teile nicht hinweggeführt werden. Bauteile mit brennbaren Baustoffen dürfen in diese Wände nur so weit eingreifen, dass der verbleibende Wandquerschnitt die erforderliche Feuerwiderstandsklasse aufweist. Dies gilt für Leitungen, Leitungsschlitze und Schornsteine entsprechend.

Im Bereich der Außenwände ist nach Abschnitt 5.10.3 /MIndBauRL/ durch geeignete Maßnahmen eine Brandübertragung auf andere Brandbekämpfungsabschnitte zu behindern.

Geeignete Maßnahmen sind z. B.:

- ein mindestens 0,50 m vor der Außenwand vorstehender Teil der Wand, die Brandbekämpfungsabschnitte trennt, der einschließlich seiner Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht,
- ein im Bereich der Wand, die Brandbekämpfungsabschnitte trennt, angeordneter Außenwandabschnitt mit einer Breite von mindestens 1 m, der einschließlich seiner Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht.

Sofern die Außenwandbekleidung aus brennbaren Baustoffen durchlaufend angeordnet wird, gilt als geeignete Maßnahme eine auf beiden Seiten der Wand, die Brandbekämpfungsabschnitte trennt, auf einer Länge von jeweils 1 m angeordnete Wand in der Feuerwiderstandsklasse der trennenden Wand.

Öffnungen in inneren Brandwänden sind nach Abschnitt 5.10.5 /MIndBauRL/ zulässig, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind und wenn sie feuerbeständige, dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben. Öffnungen in Wänden zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten sind nach Tabelle 6 /MIndBauRL/ zu verschließen.

Die Abschlüsse, die aus betrieblichen Gründen offenzuhalten sind, müssen mit Feststellanlagen versehen werden, die bei Raucheinwirkung ein selbsttätiges Schließen bewirken.

Lichtdurchlässige Teilflächen müssen als Brandschutzverglasungen mindestens die Feuerwiderstandsfähigkeit wie die angrenzenden Wände haben und sich auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränken.

## 6.3.2 Gebäudeabschlusswände

Brandwände sind erforderlich als Gebäudeabschlusswand, wenn diese Abschlusswände an oder mit einem Abstand von weniger als 2,50 m gegenüber der Grundstücksgrenze errichtet werden, es sei denn, dass ein Abstand von mindestens 5 m zu bestehenden oder nach den baurechtlichen Vorschriften zulässigen künftigen Gebäuden öffentlich-rechtlich gesichert ist.

Entsprechend des Übersichtsplans (siehe Abbildung 1) ist ein Abstand von mehr als 2,50 m zur Grundstücksgrenze, sowie mehr als 5 m zu benachbarten Gebäuden vorhanden. Gebäudeabschlusswände sind daher nicht erforderlich.

### 6.3.3 Innere Brandwände

Die Werkhalle einschließlich des Betriebsgebäudes wird in zwei Brandbekämpfungsabschnitte unterteilt. Der Brandbekämpfungsabschnitt 1 (BBA 1) umfasst sowohl die Werkstatt in den Achsen C-E/1-23 sowie das Betriebsgebäude in den Achsen C-E/23-27.

Der Brandbekämpfungsabschnitt 2 (BBA 2) besteht aus der Werkstatt in den Achsen A-C/1-34 sowie das Betriebsgebäude in den Achsen C-D/27-34 (vgl. Tabelle 3).

Die Brandbekämpfungsabschnitte werden untereinander mit vertikalen Brandwänden (aus nichtbrennbaren Baustoffen, unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung feuerbeständige Wände) und feuerbeständigen Decken (horizontal) getrennt.

Der Verlauf der Wand, die die Brandbekämpfungsabschnitte trennt (Brandwand) ist in den Achsen C/1-27 und darauffolgend in den Achsen C-D/27 geplant. Aufgrund des Versprungs der Führung der Brandbekämpfungsabschnittstrennung in der Ebene 1 (Räume WC Aufbereitung und Reinigung Großkomponenten) werden der Brandbekämpfungsabschnitt 2 zugeordnet, siehe Anlage 1. Die Decken und Böden der Räume (Decke zwischen Ebene 0 und 1) der Räume „WC Aufbereitung“ und „Reinigung Großkomponenten“ im Bereich des Betriebsgebäudes, einschließlich ihrer Aussteifungen, sind feuerbeständig und öffnungslos auszuführen.

Öffnungen in diesen Wänden sind mindestens feuerbeständig, dicht- und selbstschließend auszubilden. Im Bereich des notwendigen Flures des Betriebsgebäudes sind die Öffnungen feuerbeständig, rauchdicht und selbstschließend auszubilden, dies ist so geplant, siehe Anlage 1.

### 6.3.4 Nachweis der Größe der Brandbekämpfungsabschnitte

Die Brandbekämpfungsabschnittsflächen werden nach Abschnitt 7 /MIndBauRL/ bewertet.

Die zulässige Größe von Brandbekämpfungsabschnittsflächen ergibt sich nach Abschnitt 7.4 /MIndBauRL/ in Abhängigkeit der Sicherheitskategorie und der äquivalenten Branddauer  $t_3$  aus der zulässigen Summe der bewerteten Grundflächen der einzelnen Geschosse und Ebenen.

Hierzu sind die Grundflächen der einzelnen Geschosse und Ebenen mit den Faktoren  $F_H$  und  $F_A$  zu bewerten. Dabei bewertet der Faktor  $F_H$  die Höhe der Grundfläche über dem Bezugsniveau gemäß Tabelle 3 /MIndBauRL/. Als Bezugsniveau ist dabei die Geländeoberfläche an dem Gebäudezugang anzusetzen, von dem aus die Feuerwehr die Brandbekämpfung durchführt.

Der Faktor  $F_A$  berücksichtigt die Gefahr der vertikalen Brandausbreitung gemäß Tabelle 4 /MIndBauRL/ in Abhängigkeit der Ausführung von Öffnungen in den Grundflächen der Ebenen.

Für den Faktor  $F_H$  werden bis auf die Ebene 2 alle Ebenen mit einem Abstand zum Bezugsniveau von 0 m bewertet, da jeweils auf gleicher Höhe Bewegungsflächen und Zugänge für die Feuerwehr angeordnet sind.

Die Betriebsgebäude-Ebenen auf +3,98 m haben jeweils Wände zur Halle ohne qualifizierte Abschlüsse. Da diese mehr als 10 % der Ebenengrundfläche ausmachen, ist jeweils der Faktor  $F_H = 1,7$  anzusetzen.

Für das Drehgestelllager (Ebene -6,60 m) wird  $F_H = 0,7$  angenommen, da der Öffnungsverschluss der Ebene mit geschlossenen Flächen aus nichtbrennbaren Bauteilen <10 % verschlossen wird.

## Brandbekämpfungsabschnitt 1

Für den Brandbekämpfungsabschnitt 1 sind folgende Flächen zu bewerten:

$A_{BBA1} = 5.755 \text{ m}^2$	(Grundfläche Werkhalle mit Betriebsgebäude Ebene 1)
$A_{Ebenen} = 589 \text{ m}^2$	Betriebsgebäude Ebene -5,40 m
$A_{Ebenen} = 519 \text{ m}^2$	Betriebsgebäude Ebene +3,98 m (9,38 m über Zugangsebene)

Hier ergibt sich die Summe der bewerteten Grundflächen der einzelnen Grundflächen und Ebenen zu:

$$\begin{aligned}
 A_{Bew} &= A_G \cdot F_{H1} \cdot F_{A1} + \sum A_{Ei} \cdot F_{Hi} \cdot F_{Ai} \\
 &= 5.755 \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 589 \cdot 1,00 \cdot 0,7 + 519 \cdot 1,19 \cdot 1,7 \\
 &= 5.755 + 412 + 1050 = 7.217 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Aus Ziffer 6.1.3.4 wird hier die äquivalente Branddauer  $t_{\bar{a}}$  von 40 Minuten berücksichtigt.

Aus Tabelle 5 ergibt sich eine zulässige Summe der bewerteten Grundflächen der Geschosse und Ebenen für  $t_{\bar{a}} = 40$  Minuten:

$$\text{zul } A_{Bew} = 15.000 \text{ m}^2 > 7.217 \text{ m}^2 = \text{vorh } A_{Bew} \quad \checkmark$$

Die tatsächliche Grundfläche jedes einzelnen Geschosses oder jeder einzelnen Ebene darf 75 % des Wertes zur  $A_{Bew}$  nicht überschreiten:

$$0,75 \cdot 15.000 \text{ m} = 11.250 \text{ m}^2 > 5.755 \text{ m}^2 = \text{max. vorh } A \quad \checkmark$$

## Brandbekämpfungsabschnitt 2

Für den Brandbekämpfungsabschnitt 2 sind folgende Flächen zu bewerten:

$A_{BBA2} = 9.179 \text{ m}^2$	(Grundfläche Werkhalle mit Betriebsgebäude Ebene 1)
$A_{Ebenen} = 2.793 \text{ m}^2$	DGL Ebene -6,60 m
$A_{Ebenen} = 573 \text{ m}^2$	Betriebsgebäude Ebene -5,40 m
$A_{Ebenen} = 521 \text{ m}^2$	Betriebsgebäude Ebene +3,98 m (9,38 m über Zugangsebene)

Die Summe der bewerteten Grundflächen der einzelnen Geschosse und Ebenen ergibt sich zu:

$$\begin{aligned}
 A_{Bew} &= A_G \cdot F_{H1} \cdot F_{A1} + \sum A_{Ei} \cdot F_{Hi} \cdot F_{Ai} \\
 &= 9.179 \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 2.793 \cdot 1,00 \cdot 0,7 + 573 \cdot 1,00 \cdot 0,4 + 521 \cdot 1,19 \cdot 1,7 \\
 &= 9.179 + 1955 + 229 + 1054 = 12.417 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



Aus Ziffer 6.1.3.4 wird hier die äquivalente Branddauer  $t_{\ddot{a}}$  von 40 Minuten berücksichtigt.

Aus Tabelle 5 ergibt sich eine zulässige Summe der bewerteten Grundflächen der Geschosse und Ebenen für  $t_{\ddot{a}} = 40$  Minuten:

$$\text{zul } A_{\text{Bew}} = 15.000 \text{ m}^2 > 12.417 \text{ m}^2 = \text{vorh } A_{\text{Bew}} \quad \checkmark$$

Die tatsächliche Grundfläche jedes einzelnen Geschosses oder jeder einzelnen Ebene darf 75 % des Wertes zur  $A_{\text{Bew}}$  nicht überschreiten:

$$0,75 \cdot 15.000 \text{ m} = 11.250 \text{ m}^2 > 9.179 \text{ m}^2 = \text{max. vorh } A \quad \checkmark$$

## 6.4 Außenwände

An tragende Außenwände werden die gleichen Anforderungen gestellt, wie an tragende und aussteifende Bauteile nach Ziffer 6.1.

Außenwände und Außenwandteile wie Brüstungen und Schürzen sind nach § 31 (1) /HBO/ so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.

Nichttragende Außenwände und nichttragende Teile tragender Außenwände müssen nach § 31 (2) /HBO/ aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Sie sind aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn sie als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sind. Dies gilt nicht für Türen und Fenster, Fugendichtungen und brennbare Dämmstoffe in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen der Außenwandkonstruktionen.

Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen gemäß § 31 (3) /HBO/ einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein, diese dürfen nicht brennend abfallen oder abtropfen.

Nichttragende Außenwände, Oberflächen von Außenwänden und Außenwandbekleidungen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen sind nach Abschnitt 5.12.1 /MIndBauRL/ so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen begrenzt ist. Dies gilt als erfüllt, wenn sie den Anforderungen des § 31 (2)-(4) /HBO/ entsprechen.

Um im Brandfall eine Übertragung von Feuer ins Gebäude, entlang der Außenwände oder über eine Brandwand hinweg in den benachbarten Abschnitt hinreichend lang zu verhindern, ist nach Abschnitt 5.12.3 /MIndBauRL/ die Lagerung brennbarer Stoffe, z. B. Paletten, Verpackungsmaterial, Abfälle und Abfallbehälter, an Außenwänden und deren Öffnungen, etwa auf Rampen oder unter Vordächern, nur zulässig, wenn folgende Mindestabstände eingehalten werden:

- 6 m, wenn die Außenwand aus mindestens schwerentflammbaren Baustoffen besteht (Bereich der Sandwichpaneelle),
- 3 m, wenn die Außenwand aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht.

Darüber hinaus ist die Lagerung brennbarer Stoffe vor Außenwänden ohne Abstand zulässig, wenn die Außenwand einschließlich ihrer Öffnungsverschlüsse mindestens feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen ausgebildet ist oder die bewertete Lagerfläche vor den Außenwänden von Industriebauten im

Verfahren nach Abschnitt 7.4 7MIndBauRL/ mit Bemessung der Bauteile von der zulässigen bewerteten Brandbekämpfungsabschnittsfläche oder abgezogen wird.

Die Außenwände des Betriebsgebäudes werden aus nichtbrennbaren Baustoffen (hier: Sandwichelemente mit Mineralwolle) hergestellt. Es ist ein Mindestabstand von 3 m von der Lagerung zur Außenwand und deren Öffnungen zu halten. Es ist ein Lager auf der Westseite der Werkhalle geplant, dieses weist einen Abstand ca. 5 m auf. Da die Außenwand aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht, werden die Anforderungen eingehalten.

## 6.5 Trennwände

Trennwände sind § 32 (2) /HBO/ zwischen Nutzungseinheiten sowie zwischen Nutzungseinheiten und anders genutzten Räumen, ausgenommen notwendigen Fluren erforderlich.

Trennwände sind § 32 (3) /HBO/ zwischen Nutzungseinheiten sowie zwischen Aufenthaltsräumen und anders genutzten Räumen müssen in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerbeständig sein.

Die Trennwände nach § 32 (2) /HBO/ sind bis zur Rohdecke, im Dachraum bis unter die Dachhaut zu führen. Werden in Dachräumen Trennwände nur bis zur Rohdecke geführt, ist diese Decke nach § 32 (4) /HBO/ als raumabschließendes Bauteil einschließlich der sie tragenden und aussteifenden Bauteile feuerhemmend herzustellen.

Öffnungen in Trennwänden sind nach § 32 (5) /HBO/ nur zulässig, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind; sie müssen feuerhemmende, dicht und selbstschließende Abschlüsse haben.

Innerhalb der Brandbekämpfungsabschnitte werden in Abstimmung mit dem Auftraggeber Bereiche durch feuerbeständige Wände und Decken abgetrennt, in welchen von einer erhöhten Brandbelastung auszugehen ist (z. B. Lagerbereiche, Werkstätten etc.), siehe Anlage 1.

Die Trennwände der Gefahrstofflager sind in Anlehnung an die /LöRüRL/ zusätzlich zur feuerbeständigen Ausführung aus nichtbrennbaren Baustoffen herzustellen. Diese werden aus Stahlbeton errichtet, die Anforderungen werden damit erfüllt.

Im Brandbekämpfungsabschnitt 2 werden in den Ebenen 1 und 2 jeweils eine Büronutzungseinheit (in Ebene 1 ca. 136 m<sup>2</sup> und in Ebene 2 ca. 183 m<sup>2</sup>) ausgebildet. Diese Nutzungseinheiten werden gegenüber den angrenzenden Räumen/Werkstatt durch raumabschließende feuerbeständige Wände abgetrennt. Öffnungen in diesen Wänden werden, mit Ausnahme zum notwendigen Flur, mindestens feuerhemmend und selbstschließend ausgebildet.

Im Bereich der Ebene 2 wird zur Abtrennung der beschriebenen Nutzungseinheit gegenüber der Werkstatt im Brandbekämpfungsabschnitt 2 ein feuerhemmendes Fenster (F 30) eingebaut.

Im Brandbekämpfungsabschnitt 1 werden alle Räume im Bereich der Ebene 0 des Betriebsgebäudes untereinander durch feuerbeständige Trennwände abgetrennt.

In der Ebene 1 werden im Betriebsgebäude die Räume Gefahrstofflager 2, Lageristen, Werkzeugausgabe, Shuttle-Regal/Lager sowie Server und Elektro untereinander sowie gegenüber der Werkstatt durch

feuerbeständige Trennwände unterteilt (siehe V-BSN in Anlage 1). Öffnungen zwischen diesen Räumen und der Werkstatt sowie des Knorr-Lagers 1 werden feuerhemmend und selbstschließend geplant.

Sowohl der Server- als auch der Elektroraum werden in der Ebene 2 des Betriebsgebäudes untereinander sowie gegenüber der angrenzenden Nutzung feuerbeständig abgetrennt.

In dem Brandbekämpfungsabschnitt 1 befindet sich im Betriebsgebäude ein Shuttle-Regal, das sich über die beiden Ebenen 0 und 1 erstreckt. Dieses wird durch feuerbeständige Wände mit feuerhemmenden und selbstschließenden Abschlüssen abgetrennt. Die Regale befinden sich auf einer Fläche von 2 x 15 m<sup>2</sup> bzw. 12 m<sup>2</sup> und haben eine Höhe von maximal 8,75 m. Hier werden Werkzeuge und Ersatzteile gelagert, Batterien werden in einem gesonderten Raum in der Ebene 0 gelagert.

Innerhalb der Werkstatt im Brandbekämpfungsabschnitt 2 werden sowohl die Komponentenwerkstatt schwere und betriebsnahe Instandhaltung und integrierten Schweißraum sowie die Elektro Werkstatt mit feuerbeständigen Wänden und feuerhemmenden und selbstschließenden Abschlüssen abgetrennt.

Im Bereich der Ebene 0 des Betriebsgebäudes im Brandbekämpfungsabschnitt 2 werden die Räume BMZ, der HA/HLS einschl. BHKW + Kessel, Sibel, Medieneinführung, sowie der Maschinenraum Lastenaufzug mit feuerbeständigen Wänden abgetrennt. Die Öffnung des „Maschinenraum Lastenaufzug“ wird gegenüber des Zwischenlagers feuerhemmend, dicht- und selbstschließend ausgebildet. Die Medieneinführung wird gegenüber dem Raum „Sibel“ mit einem selbstschließenden feuerbeständigen Schachtwandabschluss mit vierseitig umlaufenden Dichtungen versehen, der entsprechend des Verwendbarkeitsnachweises für den Einbau in Schachtwänden zugelassen ist (siehe Anlage 1). Das Zwischenlager/Sperrlager in der Ebene 0 wird gegenüber der Werkstatt im Brandbekämpfungsabschnitt 2 durch eine feuerbeständige Trennwand abgetrennt.

In der Ebene 1 wird das Gefahrstofflager 1 gegenüber der Werkstatt im Brandbekämpfungsabschnitt 2 feuerbeständig mit feuerhemmendem und selbstschließenden Abschluss ausgeführt.

## 6.6 Rauchabschnitte

Die beiden Werkhallen bilden jeweils einen Rauchabschnitt. Weiterhin wird die Rauchableitung für das Betriebsgebäude mit den einzelnen Räumen als Rauchabschnitte betrachtet. Ebenso bildet das Drehgestelllager einen eigenen Rauchabschnitt, da die Öffnung zwischen der Werkhalle und dem Drehgestelllager während des Betriebs in der Regel mit einem nichtbrennbaren Abschluss abgetrennt ist.

## 6.7 Decken

Entsprechend des Ebenennachweises nach Ziffer 6.1.5 sind die tragenden und aussteifenden Bauteile des Betriebsgebäudes (Brandbekämpfungsabschnitte 1 und 2) feuerbeständig herzustellen. Dies gilt insbesondere auch für die Decken, die Ebenen trennen.

Entsprechend der Ziffer 6.1.5 wird das Drehgestelllager in den Achsen A-C/23-34 als Ebene bewertet. Die tragenden und aussteifenden Bauteile sowie die Decke oberhalb des Drehgestellagers ist als tragendes





und aussteifendes Bauteil entsprechend des geführten Ebenennachweises hochfeuerhemmend herzustellen.

Die Werkstatt in den Brandbekämpfungsabschnitten wird insgesamt erdgeschossig, ohne Geschossdecken ausgeführt, wodurch keine Anforderungen bestehen.

## 6.8 Dächer

### 6.8.1 Bedachungen

Bedachungen müssen entsprechend § 35 (1) /HBO/ gegen eine Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme ausreichend lang widerstandsfähig sein (harte Bedachung).

Dachüberstände, Dachgesimse und Dachaufbauten, lichtdurchlässige Bedachungen, Dachflächenfester, Lichtkuppeln, Oberlichte und Solaranlagen sind nach § 35 (5) /HBO/ so anzuordnen und herzustellen, dass Feuer nicht auf andere Gebäudeteile oder Nachbargrundstücke übertragen werden kann. Von Brandwänden und von Wänden, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, müssen Dachflächenfenster, Oberlichte, Lichtkuppeln und Öffnungen in der Bedachung mindestens 1,25 m entfernt sein, wenn diese Wände nicht mindestens 0,30 m über Dach geführt sind. Dies gilt gleichermaßen für Solaranlagen, Dachgauben und ähnliche Dachaufbauten aus brennbaren Baustoffen, wenn sie nicht durch diese Wände gegen Brandübertragung geschützt sind.

Die Anforderungen nach § 35 (1) /HBO/ gelten nach § 35 (3) /HBO/ nicht für:

- lichtdurchlässige Bedachungen aus nichtbrennbaren Baustoffen; brennbare Fugendichtungen und brennbare Dämmstoffe in nichtbrennbaren Profilen sind zulässig,
- Eingangsüberdachungen und Vordächer aus nichtbrennbaren Baustoffen,

Lichtdurchlässige Teilflächen aus brennbaren Baustoffen in Bedachungen nach § 35 (1) /HBO/ sind nach § 35 (1) /HBO/ zulässig, wenn eine Brandentstehung bei einer Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen werden.

Zusammenhängende Dachflächen von mehr als 2.500 m<sup>2</sup> sind nach Abschnitt 5.13.1 /MIndBauRL/ so auszubilden, dass eine Brandweiterleitung innerhalb eines Brandbekämpfungsabschnitts über das Dach behindert wird. Dies gilt im Sinne dieser Richtlinie z. B. als erfüllt bei Dächern

- nach DIN 18234-1/DIN 18234-2 (Verzeichnis von Dächern),
- mit tragender Dachschaale aus mineralischen Baustoffen (z. B. Stahl- und Porenbeton) oder
- aus geschlossenen Stahltrapezprofilen mit einer Mindestblechdicke von 0,75 mm und harter Bedachung aus nicht bituminöser Dampfsperre, nichtbrennbaren Dämmstoffen und Kunststoff-Dachbahnen.

Im Bereich von Dachdurchdringungen ist bei Dächern nach Abschnitt 5.13.1 /MIndBauRL/ durch konstruktive Maßnahmen eine Brandweiterleitung bei einer Einwirkung eines Entstehungsbrandes von unten zu behindern. Dies gilt z. B. als erfüllt bei Dächern nach DIN 18234-1 und -2, wenn die Durchdringungen nach

DIN 18234-3/DIN 18234-4 (Verzeichnis von Durchdringungen) ausgebildet werden (vgl. Abschnitt 5.13.2 /MIndBauRL/).

Die Anforderung nach § 35 (1) /HBO/ (harte Bedachung) gilt nach Abschnitt 5.13.4 /MIndBauRL/ nicht für erforderliche Rauch- und Wärmeabzugsflächen.

Aufgrund der zusammenhängenden Dachflächen der Brandbekämpfungsabschnitte 1 und 2 der Werkhalle von mehr als 2.500 m<sup>2</sup> sind die Maßgaben nach Abschnitt 5.13.1 /MIndBauRL/ umzusetzen. Weiterhin ist eine harte Bedachung vorzusehen. Im Bereich von Dachdurchdringungen sind die Maßgaben des Abschnittes 5.13.2 /MIndBauRL/ zu erfüllen.

Die Bedachung wird als harte Bedachung aus geschlossenen Stahltrapezprofilen mit einer Mindestblechdicke von 0,75 mm und harter Bedachung aus nicht bituminöser Dampfsperre, nichtbrennbaren Dämmstoffen und Kunststoff-Dachbahnen ausgebildet.

Auf dem Dach des Betriebsgebäudes soll eine Photovoltaik-Anlage errichtet werden. Entsprechend der Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle /2022-05-17\_BD/ wird ein Betreten des Daches für die Feuerwehr ermöglicht. Der Zugang erfolgt über den notwendigen Treppenraum 2 im Betriebsgebäude sowie über Leitern und Überstiege an den Brandwänden.

Auf Anregung der Brandschutzdienststelle sollen die Gleichspannungsleitungen möglichst kurz ausgeführt werden, um unnötige Gefährdungen für den Einsatz der Feuerwehr zu minimieren. Weiterhin ist eine Fernauslösung für die Freischaltung der Wechselrichter am FIZ (siehe Ziffer 7.2.3) zu installieren.

## 6.8.2 Dach zwischen den Brandbekämpfungsabschnitten

Zur Verhinderung der Brandausbreitung aus dem Brandbekämpfungsabschnitt 1 über Eck in den Brandbekämpfungsabschnitt 2 (aufgehende Fassade im Eckbereich) ist das Dach oberhalb der Ebene 2 des Betriebsgebäudes in den Achsen C-D/26-27, ab der Ecke in den Achsen C/27 im Bereich von mindestens 5 m entlang der Wand, die die Brandbekämpfungsabschnitte trennt, öffnungslos und feuerbeständig auszubilden. Alternativ kann die aufgehende Fassade in den Achsen C/27-28 in einem Bereich von mindestens 5 m feuerbeständig bis einschließlich der Höhe der Dachhaut ausgeführt werden.

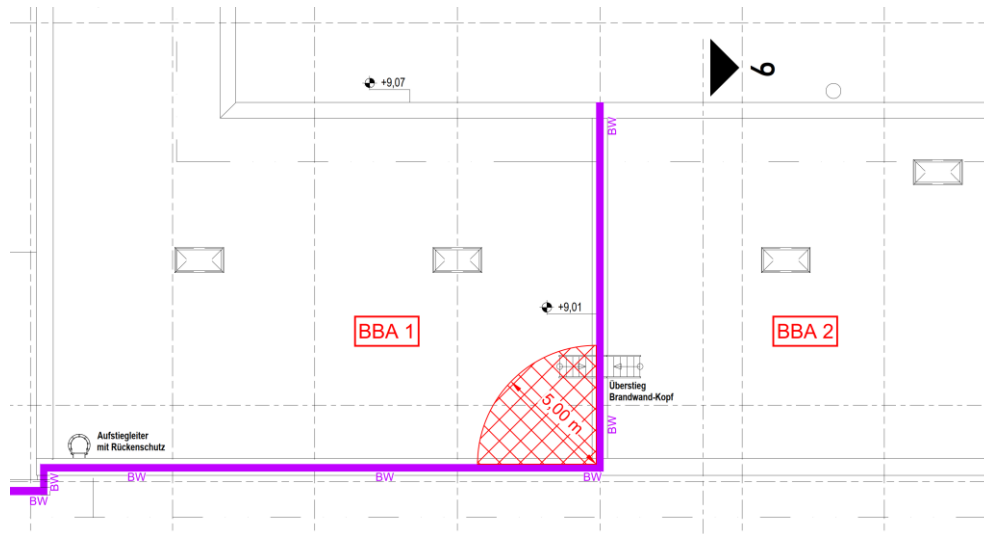


Abbildung 3 Dach zwischen den Brandbekämpfungsabschnitten (rot: feuerbeständiges Dach)

## 6.9 Treppen und Treppenräume

### 6.9.1 Treppen

Die nutzbare Breite der Treppenläufe und Treppenabsätze notwendiger Treppen muss § 37 (5) /HBO/ nach für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen.

Treppen müssen einen festen und griffsicheren Handlauf haben. Für Treppen sind Handläufe auf beiden Seiten und Zwischenhandläufe vorzusehen, soweit die Verkehrssicherheit oder Barrierefreiheit dies erfordert (vgl. § 37 (6) /HBO/)

Notwendige Treppen müssen nach Abschnitt 5.6.10 /MindBauRL/ aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

In den Brandbekämpfungsabschnitten 1 und 2 sind notwendige Treppen innerhalb der Werkstatt aus nichtbrennbaren Baustoffen herzustellen (siehe Anlage 1).

Sowohl die tragenden Teile der notwendigen Treppe im notwendigen Treppenraum 1 als auch die der notwendigen Treppe im notwendigen Treppenraum 2 sind aus nichtbrennbaren Baustoffen auszubilden. Die Treppen sind mit mindestens einem Handlauf auszustatten. Es wird darauf hingewiesen, dass sich aus arbeitsschutzrechtlichen Regelungen diesbezüglich höhere Anforderungen ergeben können. Die arbeitsschutzrechtlichen Belange sind durch den Bauherrn/Betreiber mit der zuständigen Stelle abzustimmen.

### 6.9.2 Treppenräume

Jede notwendige Treppe muss zur Sicherstellung der Rettungswege aus den Geschossen ins Freie in einem eigenen, durchgehenden Treppenraum liegen (notwendiger Treppenraum). Notwendige Treppenräume müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung der notwendigen Treppen im Brandfall ausreichend lang möglich ist. Notwendige Treppen sind ohne eigenen Treppenraum zulässig als Außentreppe,



wenn ihre Nutzung ausreichend sicher ist und im Brandfall nicht gefährdet werden kann (vgl. § 38 (1) /HBO/).

Jeder notwendige Treppenraum muss entsprechend § 38 (3) /HBO/ einen unmittelbaren Ausgang ins Freie haben.

Die Wände notwendiger Treppenträume müssen nach § 38 (4) /HBO/ als raumabschließende Bauteile in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 die Bauart von Brandwänden haben. Dies ist nicht erforderlich für Außenwände von Treppenträumen, die aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und durch andere an diese Außenwände anschließende Gebäudeteile im Brandfall nicht gefährdet werden können. Der obere Abschluss notwendiger Treppenträume muss als raumabschließendes Bauteil die Feuerwiderstandsfähigkeit der Decken des Gebäudes haben; dies gilt nicht, wenn der obere Abschluss das Dach ist und die Treppenraumwände bis unter die Dachhaut reichen.

In notwendigen Treppenträumen müssen Öffnungen zu Werkstätten, Läden, Lager- und ähnlichen Räumen sowie zu sonstigen Räumen und Nutzungseinheiten mit einer Fläche von mehr als 200 m<sup>2</sup> Grundfläche, ausgenommen Wohnungen, mindestens feuerhemmende, rauchdichte und selbstschließende Abschlüsse, zu notwendigen Fluren rauchdichte und selbstschließende Abschlüsse sowie zu sonstigen Räumen und Nutzungseinheiten mindestens dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben. Öffnungen zu Treppenträumen dürfen nicht breiter als 2,50 m sein. Die Feuer- und Rauchschutzabschlüsse dürfen lichtdurchlässige Seitenteile und Oberlichte enthalten, wenn der Abschluss insgesamt nicht breiter als 2,50 m ist (vgl. § 38 (6) /HBO/).

Für tiefer liegende Bereiche unter der Geländeoberfläche reichen nach Abschnitt 5.6.2 /MIndBauRL/ notwendige Treppen ohne notwendigen Treppenraum zu den übrigen Bereichen des Geschosses.

Wände notwendiger Treppenträume müssen nach Abschnitt 5.6.10 /MIndBauRL/ den Anforderungen nach § 38 /HBO/ für die Gebäudeklasse 5 entsprechen.

Die notwendigen Treppen von den Einbauten innerhalb der Werkstatt in den Brandbekämpfungsabschnitten 1 und 2 dürfen entsprechend Abschnitt 5.6.9 /MIndBauRL/ als Rettungsweg auch ohne notwendigen Treppenraum in eine unmittelbar darunterliegende Ebene oder ein unmittelbar darunterliegendes Geschoss führen, sofern diese Ebene oder dieses Geschoss Ausgänge in mindestens zwei sichere Bereiche hat (vgl. Ziffer 5.3.1).

Die Wände der notwendigen Treppenträume 1 und 2 sind als raumabschließendes Bauteil in Bauart von Brandwänden zu errichten. Die Wände werden aus Stahlbeton errichtet (vgl. /Projektbeschreibung/), der Nachweis erfolgt durch den Tragwerksplaner.

Zur Minimierung der Gefährdung des Treppenraumes 2 wird die Außenwand des Treppenraums in Bauart Brandwand bis an die Gebäudeaußenwand geführt (Achse 25, siehe Anlage 1).

In der Ebene 0 des Betriebsgebäudes ist die Öffnung des notwendigen Treppenraumes 1 zum Flur 1 feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend auszubilden.

Die Öffnung des notwendigen Treppenraumes 2 in der Ebene 1 ist gegenüber der Werkstatt feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend auszubilden.

Vor dem Treppenraum 1 wird außenseitig ein Schornstein vorgesehen, dieser wird aus nichtbrennbaren Baustoffen errichtet. Hier werden die Abgase vom Blockheizkraftwerk und den drei Gaskesseln abgeleitet. Aufgrund der Ausführung des Schornsteins aus nichtbrennbaren Baustoffen (massiv) sowie der Abschaltung des Blockheizkraftwerks bei Stromausfall und dem Anordnen eines Nottasters bestehen hier gegen keine Bedenken.

Weiterhin ist ein Aufzug vor dem Treppenraum 1 angeordnet, dieser wird brandschutztechnisch dem Treppenraum zugeordnet. Um einen Brandüberschlag aus der Nutzung zu behindern, wird die Treppenraumwand (Bauart Brandwand) um die Ecke geführt, so dass bei einer Flammenausbreitung von 120° aus dem Fenster der Nutzung der Aufzug nicht betroffen ist.

Die Abschlüsse der notwendigen Treppenräume 1 und 2 in der Ebene 2 sind auf Anforderung der Brandschutzdienststelle gegenüber dem notwendigen Flur feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend zu errichten. Gleiches gilt für die Öffnung des notwendigen Treppenraumes 1 in Ebene 1 gegenüber dem notwendigen Flur.

Die Außenwand an der Außentreppe auf der Süd-West-Seite des Gebäudes in Achse A/24 aus dem Drehgestelllager muss zum Schutz der Personen feuerbeständig ausgeführt werden. Die feuerbeständige Wand ist 2 m über den Treppenlauf hinaus zu führen. Die Außenwand an der Außentreppe in Achse A/31 kann ohne weitere Anforderungen ausgeführt werden, da der Gang in zwei Richtungen verlassen werden kann.

Die Treppen im Drehgestelllager werden ohne einen notwendigen Treppenraum ausgeführt.

*Erleichterung 5*      *Ausführung der notwendigen Treppen im Drehgestelllager ohne notwendigen Treppenraum; Abweichung von § 38 (1) /HBO/.*

*Begründung*      *Aus brandschutztechnischer Sicht bestehen gegen die Abweichung keine Bedenken, da:*

- *das Drehgestelllager im Überwachungsumfang der automatischen Brandmeldeanlage liegt, sodass bei einer Brandentstehung die im Drehgestelllager befindlichen ortskundigen Personen zeitnah zur Flucht animiert,*
- *die notwendigen Treppen nur eine sehr geringe Ausdehnung innerhalb des Drehgestelllagers aufweisen und direkt ins Freie führen.*

## 6.11 Notwendige Flure

Notwendige Flure sind innerhalb von Nutzungseinheiten, die einer Büro- oder Verwaltungsnutzung dienen, mit nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> Grundfläche nicht erforderlich. Das gilt auch für Teile größerer Nutzungseinheiten, wenn diese Teile nicht größer als 400 m<sup>2</sup> sind, Trennwände nach § 32 (2) Nr. 1 /HBO/ haben und jeder Teil unabhängig von anderen Teilen Rettungswege nach § 36 (1) /HBO/ hat (vgl. § 39 (1) /HBO/).

Notwendige Flure müssen nach § 39 (2) /HBO/ so breit sein, dass sie für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen.

Notwendige Flure sind nach § 39 (3) /HBO/ durch nichtabschließbare, rauchdichte und selbstschließende Abschlüsse in Rauchabschnitte zu unterteilen. Die Rauchabschnitte sollen nicht länger als 30 m sein. Die Abschlüsse sind bis an die Rohdecke zu führen; sie dürfen bis an die Unterdecke der Flure geführt werden, wenn die Unterdecke feuerhemmend ist.

Die Wände notwendiger Flure müssen entsprechend § 39 (4) /HBO/ als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sein. Die Wände sind bis an die Rohdecke zu führen. Sie dürfen bis an die Unterdecke der Flure geführt werden, wenn die Unterdecke feuerhemmend und ein vergleichbarer Raumabschluss sichergestellt ist. Türen in diesen Wänden müssen dicht schließen.

Innerhalb der Werkhalle in den Brandbekämpfungsabschnitten 1 und 2 werden keine notwendigen Flure vorgesehen.

Innerhalb der Ebene 0 im Brandbekämpfungsabschnitt 1 sind entsprechend Ziffer 5.3.2 keine Aufenthaltsräume vorhanden, wodurch der Raum „Flur 2“ nicht als notwendiger Flur ausgebildet werden muss, da es sich hier nicht um Aufenthaltsräume handelt. Gleiches gilt für den Raum „Flur 1“ in der Ebene 0 des Brandbekämpfungsabschnittes 2. Die hier vorhandenen Aufenthaltsräume (Lageristen und Verwaltung, Lagerleitung und Gebäudemanagement) haben einen von dem Flur 1 unabhängigen Rettungsweg, wodurch dieser nicht als notwendiger Flur ausgebildet werden muss. Sowohl der Flur 1, als auch der Flur 2 werden gegenüber den angrenzenden Nutzungen zur Abtrennung der Brandlasten raumabschließend feuerbeständig mit feuerhemmenden, dicht- und selbstschließenden Abschlüssen abgetrennt.

In der Ebene 1 sowie der Ebene 2 des Betriebsgebäudes werden sowohl der Flur 1 in Brandbekämpfungsabschnitt 1 als auch der Flur 2 im Brandbekämpfungsabschnitt 2 als notwendiger Flur mit raumabschließenden feuerhemmenden Wänden ausgebildet. Die Türen der an den notwendigen Fluren angelagerten Räume werden dicht- und selbstschließend ausgebildet. Zur Abtrennung der Nutzungseinheiten in den Achsen C-D/31 (Ebene 1 und 2 im BBA 2) wird je eine dicht- und selbstschließende Tür gegenüber dem notwendigen Flur vorgesehen.

Aufgrund der Ausdehnung der notwendigen Flure >30 m werden diese durch mindestens rauchdichte und selbstschließende Abschlüsse unterteilt. Die Türen werden im Bereich der Achse 27 (Wand zur Trennung von Brandbekämpfungsabschnitten) angeordnet. Aufgrund dieser Tatsache wird der erforderliche Feuer-schutzabschluss als feuerbeständige, rauchdichte und selbstschließende Tür ausgebildet.

## 6.12 Ausbau

### 6.12.1 Wand- und Deckenbekleidungen, Unterdecken, Dämmstoffe, Bodenbeläge

In notwendigen Treppenräumen müssen nach § 38 (5) /HBO/

- Bekleidungen, Putze, Dämmstoffe, Unterdecken und Einbauten aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen,
- Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben,

- Bodenbeläge, ausgenommen Gleitschutzprofile, aus mindestens schwerentflammenden Baustoffen bestehen.

In notwendigen Fluren müssen nach § 39 (6) /HBO/:

- Bekleidungen, Putze, Unterdecken und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen und
- Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben.

Die genannten Anforderungen sind umzusetzen.

## 6.12.2 Systemböden

Werden im Gebäude Systemböden ausgeführt, sind diese entsprechend den Anforderungen der /SysBöR/ auszubilden.

## 6.12.3 Feststellanlagen für Brand- und Rauchschutztüren

Sollen nutzungsbedingt Türen, die aus Gründen des Brandschutzes selbstschließend sein müssen, betriebsbedingt offen gehalten werden, so sind bauaufsichtlich zugelassene Feststellanlagen zu verwenden. Feststellanlagen müssen auch von Hand ausgelöst werden können, ohne dass die Funktionsbereitschaft der Auslöseeinrichtung beeinträchtigt wird.

# 6.13 Technische Gebäudeausrüstung

## 6.13.1 Blockheizkraftwerk

In der Ebene 0 des Betriebsgebäudes ist ein Blockheizkraftwerk mit mehr als 100 kW geplant. Dieser ist gemäß § 5 (1) /FeuV/ in einem Aufstellraum aufzustellen, der nicht anderweitig genutzt wird (ausgenommen zur Aufstellung von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken und ortsfesten Verbrennungsmotoren sowie für zugehörige Installationen und zur Lagerung von Brennstoffen), gegenüber anderen Räumen keine Öffnungen hat (ausgenommen Öffnungen für dicht- und selbstschließende Türen) sowie gelüftet werden kann. Dies ist so geplant, siehe Anlage 1.

Brenner und Brennstofffördereinrichtungen der Feuerstätten für flüssige oder gasförmige Brennstoffe mit einer Gesamtnennleistung von mehr als 100 kW müssen gemäß § 5 (3) /FeuV/ durch einen außerhalb des Aufstellraumes angeordneten Schalter (Notschalter) jederzeit abgeschaltet werden können. Neben dem Notschalter muss ein Schild mit der Aufschrift „Notschalter-Feuerung“ vorhanden sein.

## 6.13.2 Lastenaufzug

In Achse C/33-34 ist ein Lastenaufzug angeordnet, der das Drehgestelllager mit der Ebene 1 (Werkhalle) verbindet.

Aufgrund der Abtrennung der Brandlasten des Drehgestellagers und des Betriebsgebäudes wird am Lastenaufzug eine feuerbeständige Wand angeordnet. Hierbei handelt es sich nicht um einen Aufzugsschacht im Sinne des § 42 /HBO/.

Der Lastenaufzug hat keine besonderen Aufgaben für die Rettung bzw. den Löschangriff im Brandfall. Er darf im Brandfall nicht benutzt werden, wofür eine entsprechende Kennzeichnung an dem Aufzug und im Fahrkorb vorzusehen ist. Eine Brandfallsteuerung des Aufzugs ist nicht erforderlich.

### 6.13.3 Leitungsanlagen, Lüftungsanlagen, Installations-schächte und -kanäle

Für die Leitungs- und Lüftungsanlagen sind die Anforderungen der /MLAR/ bzw. /M-LÜAR/ zu beachten.

Wand- und Deckendurchbrüche sind in Wand- bzw. Deckenqualität wieder zu verschließen. Werden Medienleitungen durch Wände bzw. Decken mit Brandschutzanforderungen (Brandwände, Trennwände, Flurwände, Schachtwände o. Ä.) geführt, so sind die Durchbrüche gemäß den Anforderungen der vorgenannten Richtlinien auszuführen. Dabei sind grundsätzlich Schotts in der Feuerwiderstandsklasse des jeweiligen durchdrungenen Bauteils auszuführen.

### 6.13.4 Blitzschutz

Anlagen, bei denen nach Lage, Bauart oder Nutzung Blitzschlag leicht eintreten oder zu schweren Folgen führen kann, sind nach § 49 /HBO/ mit dauernd wirksamen Blitzschutzanlagen zu versehen.

Die Notwendigkeit einer Blitzschutzanlage ist durch den entsprechenden Fachplaner festzustellen.



# 7 Anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen

## 7.1 Grundsatz

Die nachfolgend genannten anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen sind grundsätzlich gemäß den Anforderungen des aktuellen technischen Regelwerks zu planen und gemäß /TPrüfV/ durch einen jeweiligen technischen Sachverständigen abzunehmen. Abweichungen vom technischen Regelwerk sind aus brandschutztechnischer Sicht möglich, wenn diese zwischen dem TGA-Fachplaner und dem abnehmenden technischen Sachverständigen abgestimmt sind und im Rahmen der Abnahme weiterhin die Betriebssicherheit und Wirksamkeit der jeweiligen sicherheitstechnischen Anlage entsprechend den in diesem Brandschutznachweis genannten Schutzziele bestätigt werden können.

## 7.2 Brandmeldeanlage

### 7.2.1 Ausführung und Schutzzumfang

Durch die bauordnungsrechtliche Einstufung der Werkhalle mit Betriebsgebäude in die Sicherheitskategorie K2 nach Abschnitt 3.12 /MIndBauRL/ ist eine automatische Brandmeldeanlage für das Gebäude erforderlich.

Es dürfen nach Abschnitt 5.9 /MIndBauRL/ nur flächendeckende Brandmeldeanlagen mit automatischen Brandmeldern berücksichtigt werden, die mit technischen Maßnahmen zur Vermeidung von Falschalarmen ausgeführt und betrieben werden (automatische Brandmeldeanlagen). Brandmeldungen sind unmittelbar zur zuständigen Feuerwehralarmierungsstelle zu übertragen.

Die anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten und umzusetzen. Die Brandmeldeanlage ist nach dem technischen Regelwerk, insbesondere /DIN 14675/, /DIN EN 54/ und /DIN VDE 0833/ auszubilden.

Als Schutzzumfang ist ein Vollschutz (Kategorie 1 nach /DIN 14675/) vorzusehen.

Weiterhin sind die Technischen Anschlussbedingungen (/TAB/) für den Anschluss an die Brandmeldeempfangszentrale der Zentralen Leitstelle des Wetteraukreises zu beachten. Dies gilt insbesondere auch für die Ausstattung der Brandmelderzentrale/Feuerwehralarmierungsstelle. Der Feuerwehralarmierungsstelle wird gemäß /TAB/ als Feuerwehralarmierungszentrale (FIZ) im Wetteraukreis bezeichnet.

### 7.2.2 Branddetektion

Es ist eine geeignete Brandmeldeanlage mit automatischen Brandmeldern zu installieren, welche die Brandkenngroße Rauch detektiert. Bei der Auswahl der Meldertypen ist auf die Besonderheiten der jeweiligen Nutzung einzugehen. In Bereichen, in denen keine automatischen Brandmelder (Brandkenngroße Rauch) installiert werden können, ist eine gleichwertige technische Lösung mit gleichem Schutzniveau vorzusehen.

Es sind an allen Zugängen zu Treppenträumen, an den Brandabschnitts- bzw. Brandbekämpfungsabschnittstrennungen sowie an den Ausgängen ins Freie nichtautomatische Brandmelder (Handfeuermelder) vorzusehen. Zusätzliche Handfeuermelder sollen innerhalb der Hallenflächen (z. B. an zentralen Punkten) angeordnet werden.

## 7.2.3 Brandmelderzentrale/Feuerwehrranlaufpunkt

Der Feuerwehrranlaufpunkt wird gemäß /TAB/ als Feuerwehrranlaufpunkt (FIZ) im Wetteraukreis bezeichnet.

Um der Feuerwehr eine schnelle Information und Orientierung über das Brandereignis zu ermöglichen, sind die für die Feuerwehr wichtigen Informations- und Bedienungseinrichtungen in einem gesonderten Raum oder Bereich vorzusehen. Dieser wird als Brandmelderzentrale (BMZ) oder auch Feuerwehrranlaufpunkt (FIZ) bezeichnet. Die Lage der Brandmelderzentrale bzw. der Feuerwehrranlaufpunkt sowie der Weg im Gebäude dorthin ist mit Hinweisschildern nach /DIN 4066/ zu kennzeichnen.

An der Feuerwehrranlaufpunkt sind die Anzeige- und Bedienelemente für die Feuerwehr (insbesondere Hauptmelder, Feuerwehrranlaufpunkttafel (FAT), Feuerwehrranlaufpunkt (FBF)) sowie die Melderlaufkarten und Feuerwehrranlaufpläne vorzuhalten.

Der Fernalarm dient der Alarmierung der zuständigen Feuerwehr. Die für die automatische Brandweitermeldung notwendige Alarmübertragungseinrichtung (ÜE) ist auf die Empfangseinrichtung der örtlichen Feuerwehr aufzuschalten.

Der Standort der Brandmelderzentrale (BMZ bzw. FIZ) befindet sich im Betriebsgebäude und ist über eine Außentür vom Hof aus direkt für die Feuerwehr erreichbar. Der Weg vom FSD bis zur FIZ ist mit Rundumkennleuchten (/2022-05-17\_BD/) zu kennzeichnen.

Weiterhin ist eine Fernauslösung für die Freischaltung der Wechselrichter der Photovoltaikanlage am FIZ vorzusehen.

## 7.2.4 Brandmeldeanlagenkonzept

Im Rahmen der Planung ist ein Brandmeldeanlagenkonzept durch den entsprechenden Fachplaner der Brandmeldeanlage zu erstellen.

Um sicherzustellen, dass die sicherheitsrelevanten Anlagen im Brandfall ihre Funktion erfüllen, muss deren Zusammenwirken gewährleistet werden. Hierzu ist es erforderlich die gegenseitigen Abhängigkeiten, ausgehend von der Brandmeldung, zu planen. Die sind z. B.

- Auslösen der Alarmierungsanlage (Internalarm),
- Weiterleitung der Brandmeldung zur Leitstelle der Feuerwehr (ÜE),
- Ansteuerung der Rundumkennleuchten/Blitzleuchten FSD und Weg bis zum Zugang der FIZ,
- Ansteuerung des Feuerwehrranlaufpunktdepots

Zusätzliche Verknüpfungen können sich im Rahmen der weiteren Planung ergeben.



Die am Feuerwehrbedienfeld (FBF) abschaltbaren bzw. automatisch auslösenden Brandfallsteuerungen sind gemäß /TAB/ in einer dauerhaften Liste auf dem FBF oder in der Nähe sichtbar darzustellen.

## 7.3 Internalarm

Es ist geplant, die Alarmierungseinrichtungen über die jeweilige automatische Brandmeldeanlage auszulösen. Die Alarmierung muss erfolgen, sofern ein nichtautomatischer Brandmelder (Handfeuermelder) oder ein automatischer Brandmelder ausgelöst wird.

Die Alarmierungseinrichtung muss keine elektroakustische Anlage (für Sprachdurchsagen) darstellen. Es genügt ein Signal (DIN-Ton) über akustische Signalgeber. Das Alarmsignal muss in allen Bereichen des Gebäudes deutlich wahrgenommen werden können. Bereiche mit erhöhtem Lärmpegel, in denen mit dauerhaftem bzw. zeitweisen Tragen von Gehörschutz gerechnet werden muss, müssen zusätzlich zur akustischen Alarmierung eine optische Alarmierung erhalten. Die optischen Notsignalgeber sind gut sichtbar zu kennzeichnen.

Die Alarmierungseinrichtung ist gemäß den anerkannten Regeln der Technik zu planen, zu installieren und zu betreiben.

## 7.4 Selbsttätige Feuerlöschanlagen

Auf Grundlage der bauordnungsrechtlichen Einstufung der Werkhalle mit Betriebsgebäude in die Sicherheitskategorie K2 nach Abschnitt 3.12 /MIndBauRL/ ist eine selbsttätige Feuerlöschanlage für das Gebäude grundsätzlich nicht erforderlich.

In Lagergebäuden und Gebäuden mit Lagerbereichen müssen nach Abschnitt 6.4.2 /MIndBauRL/ bei Lagerguthöhen (Oberkante Lagergut) von mehr als 7,50 m selbsttätige Feuerlöschanlagen angeordnet werden.

In dem Brandbekämpfungsabschnitt 1 befindet sich im Betriebsgebäude ein sogenanntes „Shuttle-Regal“, das sich über die beiden Ebenen 0 und 1 erstreckt. Die Regale befinden sich auf einer Fläche von 2 x 15 m<sup>2</sup> bzw. 12 m<sup>2</sup> und haben eine Höhe von maximal 8,75 m (Lagerguthöhe). Hier werden Werkzeuge und Ersatzteile gelagert. Batterien werden in einem gesonderten Raum in der Ebene 0 gelagert.

*Erleichterung 6*      *Verzicht auf eine selbsttätige Feuerlöschanlage bei einer Lagerguthöhe von ca. 8,75 m; Abweichung von Abschnitt 6.4.2 /MIndBauRL/.*

*Begründung*      *Aufgrund der brandschutztechnischen Abtrennung des kleinflächigen Lagers und unter Berücksichtigung der günstigen Erreichbarkeit für die Feuerwehr in der Ebene 0 direkt vom Freien aus mit davorliegender Bewegungsfläche sowie der Zugänglichkeit über die Werkhalle in Ebene 1 bestehen gegen dem Verzicht der selbsttätigen Feuerlöschanlage keine Bedenken. Zusätzlich werden zur Unterstützung des Löschangriffs zwei Rauchableitungsöffnungen im oberen Drittel der beiden Ebenen (Ebene 1) vorgesehen. Diese weisen eine Öffnungsfläche von jeweils ca. 0,5 m<sup>2</sup> auf. Die Öffnung der Rauchableitungsöffnungen erfolgt automatisch. Zusätzlich ist eine Handauslösung durch eine Bedienstelle im angrenzenden „Flur*

2" (Ebene 0) sowie in der FIZ vorgesehen. Als Zuluft dient die Außentür zum Hof (Ebene 0), diese ist händisch zu öffnen.

## 7.5 Anlagen für die Feuerwehr

### 7.5.1 Wandhydranten

Abhängig von der Art oder Nutzung des Betriebes müssen nach Abschnitt 5.14.1 /MIndBauRL/ in Räumen, die einzeln eine Grundfläche von mehr als 1.600 m<sup>2</sup> haben, Wandhydranten für die Feuerwehr (Typ F) in ausreichender Zahl vorhanden sowie gut sichtbar und leicht zugänglich angeordnet sein.

Das Erfordernis einer Wandhydrantenanlage ist in der weiteren Planung zu berücksichtigen.

*Hinweis: Die Wandhydranten sind aus brandschutzkonzeptioneller Sicht für den Selbsthilfzweck der anwesenden Personen ungeeignet, da diese i.d.R. hinsichtlich der Anwendung dieser Einrichtungen nicht geschult sind. Für den Selbsthilfzweck sollten daher lediglich die Feuerlöscher (Ziffer 7.6) angesetzt werden.*

### 7.5.2 Gebädefunkanlage

Aus bauordnungsrechtlicher Sicht lässt sich kein Erfordernis einer Gebädefunkanlage ableiten.

## 7.6 Feuerlöscher

In Abhängigkeit der Art oder Nutzung des Betriebes müssen nach Abschnitt 5.14.1 /MIndBauRL/ in Industriebauten geeignete Feuerlöscher in ausreichender Anzahl sowie gut sichtbar und leicht zugänglich angeordnet sein. Dies ist so geplant.

## 7.7 Brandfallsteuerung für Aufzüge

Aus bauordnungsrechtlicher Sicht lässt sich kein Erfordernis einer Brandfallsteuerung ableiten.

## 7.8 Rauchableitung

### 7.8.1 Allgemeine Anforderungen nach /MIndBauRL/

Produktions-, Lagerräume und Ebenen mit jeweils mehr als 200 m<sup>2</sup> Grundfläche müssen nach Abschnitt 5.7 /MIndBauRL/ zur Unterstützung der Brandbekämpfung entrauchbar werden können.

Die Anforderung ist entsprechend Abschnitt 5.7.1 /MIndBauRL/ aus Produktions- und Lagerräumen ohne Ebenen insbesondere erfüllt, wenn



- diese Räume Rauchabzugsanlagen haben, bei denen je höchstens 400 m<sup>2</sup> der Grundfläche mindestens ein Rauchabzugsgerät im Dach oder im oberen Raumdrittel angeordnet wird,
- die aerodynamisch wirksame Fläche dieser Rauchabzugsgeräte insgesamt mindestens 1,5 m<sup>2</sup> je 400 m<sup>2</sup> Grundfläche beträgt,
- je höchstens 1.600 m<sup>2</sup> Grundfläche mindestens eine Auslösegruppe für die Rauchabzugsgeräte gebildet wird sowie
- Zuluftflächen im unteren Raumdrittel von insgesamt mindestens 12 m<sup>2</sup> freiem Querschnitt vorhanden sind.

Die Anforderung ist nach Abschnitt 5.7.3 /MIndBauRL/ insbesondere auch erfüllt, wenn maschinelle Rauchabzugsanlagen vorhanden sind, bei denen je höchstens 400 m<sup>2</sup> der Grundfläche der Räume mindestens ein Rauchabzugsgerät oder eine Absaugstelle mit einem Luftvolumenstrom von 10.000 m<sup>3</sup>/h im oberen Raumdrittel angeordnet werden. Bei Räumen mit mehr als 1.600 m<sup>2</sup> Grundfläche genügt

- zu dem Luftvolumenstrom von 40.000 m<sup>3</sup>/h für die Grundfläche von 1.600 m<sup>2</sup> ein zusätzlicher Luftvolumenstrom von 5.000 m<sup>3</sup>/h je angefangene weitere 400 m<sup>2</sup> Grundfläche; der sich ergebende Gesamtvolumenstrom je Raum ist gleichmäßig auf die nach Satz 1 anzuordnenden Absaugstellen oder Rauchabzugsgeräte zu verteilen, oder
- ein Luftvolumenstrom von mindestens 40.000 m<sup>3</sup>/h je Raum, wenn sichergestellt ist, dass dieser Luftvolumenstrom im Bereich der Brandstelle auf einer Grundfläche von höchstens 1.600 m<sup>2</sup> von den nach Satz 1 anzuordnenden Absaugstellen oder Rauchabzugsgeräte gleichmäßig gefördert werden kann.

Die Zuluftflächen müssen im unteren Raumdrittel in solcher Größe und so angeordnet werden, dass eine maximale Strömungsgeschwindigkeit von 3 m/s nicht überschritten wird.

Anstelle von Öffnungen zur Rauchableitung ist die Rauchableitung nach Abschnitt 5.7.4.1 /MIndBauRL/ über Schächte mit strömungstechnisch äquivalenten Querschnitten zulässig, wenn die Wände der Schächte raumabschließend und so feuerwiderstandsfähig wie die durchdrungenen Bauteile, mindestens jedoch feuerhemmend sowie aus nichtbrennbaren Baustoffen sind.

Fenster, Türen und mit Abschlüssen versehene Öffnungen zur Rauchableitung müssen nach Abschnitt 5.7.4.2 /MIndBauRL/ Vorrichtungen zum Öffnen haben, die von jederzeit zugänglichen Stellen aus leicht von Hand bedient werden können; sie können an einer jederzeit zugänglichen Stelle zusammengeführt werden. Geschlossene Öffnungen, die als Zuluftflächen dienen, müssen leicht geöffnet werden können. Dies gilt z. B. als erfüllt für Toranlagen, die in der Nähe einer Zugangstür liegen und auch bei Stromausfall, z. B. über Kettenzug, geöffnet werden können.

Rauchabzugsanlagen müssen nach Abschnitt 5.7.4.3 /MIndBauRL/ automatisch auslösen und von Hand von einer jederzeit zugänglichen Stelle ausgelöst werden können. Geschlossene Öffnungen, die als Zuluftflächen dienen, müssen bei natürlichen Rauchabzugsanlagen leicht geöffnet werden können; Nr. 5.7.4.2 Satz 3 /MIndBauRL/ gilt entsprechend. Bei maschinellen Rauchabzugsanlagen muss die Zuluftführung durch automatische Ansteuerung spätestens gleichzeitig mit Inbetriebnahme der Anlage erfolgen.

Manuelle Bedienungs- und Auslösestellen sind nach Abschnitt 5.7.4.4 /MIndBauRL/ mit einem Hinweisschild mit der Bezeichnung „RAUCHABZUG“ und der Angabe des jeweiligen Raumes zu versehen. An den

Stellen muss die Betriebsstellung der jeweiligen Anlage, der Fenster, Türen oder des Abschlusses erkennbar sein.

Maschinelle Rauchabzugsanlagen sind entsprechend nach Abschnitt 5.7.4.5 /MIndBauRL/ für eine Betriebszeit von 30 Minuten bei einer Rauchgastemperatur von 600°C auszulegen. Die Auslegung kann mit einer Rauchgastemperatur von 300°C erfolgen, wenn der ermittelte Luftvolumenstrom mindestens 40.000 m<sup>3</sup>/h je Raum beträgt. Maschinelle Lüftungsanlagen können als maschinelle Rauchabzugsanlagen betrieben werden, wenn sie die an diese gestellten Anforderungen erfüllen.

## 7.8.2 Allgemeine Anforderungen nach /HBO/

Notwendige Treppenträume müssen belüftet und zur Unterstützung wirksamer Löscharbeiten entraucht werden können. Sie müssen in jedem oberirdischen Geschoss unmittelbar ins Freie führende Fenster mit einem freien Querschnitt von mindestens 0,50 m<sup>2</sup> haben, die geöffnet werden können, und an der obersten Stelle eine Öffnung zur Rauchableitung haben. Öffnungen zur Rauchableitung müssen in jedem Treppenraum einen freien Querschnitt von mindestens 1 m<sup>2</sup> und Vorrichtungen zum Öffnen ihrer Abschlüsse haben, die vom Erdgeschoss sowie vom obersten Treppenabsatz aus bedient werden können.

Jedes Kellergeschoss ohne Fenster muss gemäß § 40 (4) /HBO/ mindestens eine Öffnung ins Freie haben, um eine Rauchableitung zu ermöglichen.

Fahrschächte müssen nach § 42 (4) /HBO/ zu lüften sein und eine Öffnung zur Rauchableitung mit einem freien Querschnitt von mindestens 2,5 % der Fahrschachtgrundfläche, mindestens jedoch 0,1 m<sup>2</sup> haben. Diese Öffnung darf einen Abschluss haben, der im Brandfall selbsttätig öffnet und von mindestens einer geeigneten Stelle aus bedient werden kann. Die Lage der Rauchaustrittsöffnungen muss so gewählt werden, dass der Rauchaustritt durch Windeinfluss nicht beeinträchtigt wird.

## 7.8.3 Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 1

Als Grundfläche für die Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 1 wird eine Grundfläche von ca. 5.320 m<sup>2</sup> einschließlich der innenliegenden kleinflächigen Räume (bspw. „Teilereinigung 1+2“) angesetzt. Der Raum „Gefahrstofflager 2“ sowie die Räume des Betriebsgebäudes besitzen offenbare Fenster und nicht in die für die Rauchableitung maßgebende Grundfläche einbezogen (vgl. V-BSN).

Gemäß /MIndBauRL/ sind für die Grundfläche von 5.320 m<sup>2</sup> rechnerisch insgesamt 14 Rauchabzugsanlagen mit jeweils 1,5 m<sup>2</sup> aerodynamisch wirksamer Fläche. Die Anlagen sind je 400 m<sup>2</sup> gleichmäßig zu verteilen.

Die Anlagen sind in Auslösegruppen von maximal 1.600 m<sup>2</sup> Grundfläche zu organisieren. Die Auslösestellen sind im Bereich der Ausgänge in das Freie sowie in Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle zusätzlich auch in der Feuerwehreinformativszentrale anzuordnen.

Für die Sicherstellung der Zuluft stehen grundsätzlich die Schiebefalttüre (Einfahrtstore) zur Verfügung. Im Bereich dieser Tore befinden sich Türöffnungen/Gebäudezugänge. Die Öffnungsfläche muss mindestens 12 m<sup>2</sup> groß sein und sich im unteren Raumdrittel befinden. Die Zuluftflächen müssen sich jederzeit auf dem Boden stehend per Hand öffnen lassen. Dies kann z. B. durch einen Kettenzug etc. sichergestellt werden. Die Tore werden mit Kettenzügen ausgestattet, die Anforderung wird damit erfüllt.

**Tabelle 16**      *Geplante Rauchableitungsflächen*

Typ	Anzahl	A <sub>aero</sub> [m <sup>2</sup> ] geplant	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Rauchabzugsanlagen, Lichtband Achse C-D (geometrisch: 2,50 m * 2,04 m <sup>2</sup> )	7	3,72	26,04
Rauchabzugsanlagen, Lichtband Achse D-E (geometrisch: 2,50 m * 2,04 m <sup>2</sup> )	7	3,72	26,04
Summe =			52,08 m <sup>2</sup>

**Tabelle 17**      *Geplante Zuluftflächen*

Typ	Anzahl	Länge / Höhe [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Schiebefalttüre (Gleise 5-8)	4	6,50	4,50	117 m <sup>2</sup>
Summe =				117 m <sup>2</sup>

Innerhalb der Werkhalle liegende Räume können über Türen und darauffolgend über die Rauchableitungsmaßnahmen der Werkhallen entraucht werden.

## 7.8.4      **Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 2**

Als Grundfläche für die Werkhalle im Brandbekämpfungsabschnitt 2 wird eine Grundfläche von ca. 8.750 m<sup>2</sup> einschließlich der innenliegenden kleinflächigen Räume (einschließlich abgetrennter Lagerräume und „Gefahrstofflager 1“) angesetzt. Der Lastenaufzug erhält eine eigene Öffnung zur Rauchableitung und wird nicht in die für die Rauchableitung maßgebende Grundfläche einbezogen, (vgl. V-BSN).

Gemäß /MIndBauRL/ sind für die Grundfläche von 8.750 m<sup>2</sup> rechnerisch insgesamt 22 Rauchabzugsanlagen mit jeweils 1,5 m<sup>2</sup> aerodynamisch wirksamer Fläche. Die Anlagen sind je 400 m<sup>2</sup> gleichmäßig zu verteilen.

Die Anlagen sind in Auslösegruppen von maximal 1.600 m<sup>2</sup> Grundfläche zu organisieren. Die Auslösestellen sind im Bereich der Ausgänge in das Freie sowie in Abstimmung mit der Brandschutzdienststelle zusätzlich auch in der Feuerwehrinformationszentrale anzuordnen.

Für die Sicherstellung der Zuluft stehen grundsätzlich die Schiebefalttüre (Einfahrtstore) zur Verfügung. Im Bereich dieser Tore befinden sich Türöffnungen/Gebäudezugänge. Die Öffnungsfläche muss mindestens 12 m<sup>2</sup> groß sein und sich im unteren Raumdrittel befinden. Die Zuluftflächen müssen sich jederzeit auf dem Boden stehend per Hand öffnen lassen. Dies kann z. B. durch einen Kettenzug etc. sichergestellt werden. Die Tore werden mit Kettenzügen ausgestattet, die Anforderung wird damit erfüllt.



**Tabelle 18**      *Geplante Rauchableitungsflächen*

Typ	Anzahl	A <sub>aero</sub> [m <sup>2</sup> ] geplant	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Rauchabzugsanlagen, Lichtband Achse A-B (geometrisch: 2,50 m * 2,04 m <sup>2</sup> )	11	3,72	40,92
Rauchabzugsanlagen, Lichtband Achse B-C (geometrisch: 2,50 m * 2,04 m <sup>2</sup> )	11	3,72	40,92
Summe =			81,84 m <sup>2</sup>

**Tabelle 19**      *Geplante Zuluftflächen*

Typ	Anzahl	Länge / Höhe [m]	Breite [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Schiebefalttüre (Gleise 1-4)	4	6,50	4,50	117
Summe =				117 m <sup>2</sup>

Innerhalb der Werkhalle liegende Räume können über Türen und darauffolgend über die Rauchableitungsmaßnahmen der Werkhallen entraucht werden.

## 7.8.5 Drehgestelllager

Das Drehgestelllager wird maschinell entraucht. Es weist eine Grundfläche von 2.793 m<sup>2</sup> auf.

Der erforderliche Luftvolumenstrom beträgt

$$40.000 \text{ m}^3/\text{h} + 5000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot (1.193 \text{ m}^2/400 \text{ m}^2) = 55.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der sich ergebende Gesamtvolumenstrom ist gleichmäßig auf die anzuordnenden Absaugstellen oder Rauchabzugsgeräte zu verteilen.

Die Zuluftflächen müssen im unteren Raumdrittel in solcher Größe und so angeordnet werden, dass eine maximale Strömungsgeschwindigkeit von 3 m/s nicht überschritten wird.

Die Auslösung der Zu- und Abluft hat nach /2022-05-23\_BD/ automatisch zu erfolgen.

Es muss zusätzlich eine manuelle Auslösung in der FIZ ermöglicht werden. Die Auslegung der Anlage erfolgt durch den entsprechenden Fachplaner.



## 7.8.6 Betriebsgebäude

In der Ebene 2 des Betriebsgebäudes werden 2 natürliche Rauchabzugsanlagen je Brandbekämpfungsabschnitt innerhalb der notwendigen Flure angeordnet.

Die außenliegenden Räume werden über die öffnenbare Fenster entraucht.

Räume ohne eigene Festeröffnungen, die innerhalb der Büro- und Verwaltungseinheiten liegen können über angrenzende Räume mit Lage an der Außenwand über die dort vorhandene Fenster und Türen mit entraucht werden.

## 7.8.7 Treppenträume

Die Treppenträume weisen öffnenbare Fenster mit einem Querschnitt von mehr als  $0,50 \text{ m}^2$  auf. Weiterhin wird im Dach eine Öffnung zur Rauchableitung mit einer geometrischen Öffnungsfläche von ca.  $2 \text{ m}^2$  ( $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ ; Lichtkuppel) geplant.

Öffnungen zur Rauchableitung müssen vom Erdgeschoss sowie vom obersten Treppenabsatz aus bedient werden können. Dies ist so geplant.

## 7.8.8 Fahrstuhl Lastenaufzug

Bei dem Lastenaufzug handelt es sich um keinen Fahrstuhl im bauordnungsrechtlichen Sinne. Um eine Rauchableitung zu ermöglichen, wird eine Öffnung in Anlehnung an Fahrstühle angeordnet. Die Öffnung zur Rauchableitung muss einen freien Querschnitt von mindestens 2,5 % der Fahrstuhlgroßfläche, mindestens jedoch  $0,1 \text{ m}^2$  haben. Der Lastenaufzug hat eine Grundfläche von ca.  $50 \text{ m}^2$ , so dass eine Öffnung zur Rauchableitung mindestens  $1,25 \text{ m}^2$  aufweisen muss. Es wird im Dach eine Öffnung zur Rauchableitung mit einer geometrischen Öffnungsfläche von ca.  $2 \text{ m}^2$  ( $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ ; Lichtkuppel) geplant. Die Anforderungen werden damit erfüllt.

## 7.8.9 Shuttle-Regal-Lager

Gemäß Abstimmung /2022-05-17\_BD/ ist für das Shuttle-Regal-Lager eine Öffnung zur Rauchableitung vorzusehen. Diese ist in jeder Ebene im oberen Drittel mit einer Öffnungsfläche von je mindestens  $0,5 \text{ m}^2$  zu planen.

Zur Unterstützung des Löschangriffs werden zwei Rauchableitungsöffnungen im oberen Drittel der beiden Ebenen (Ebene 1) vorgesehen. Diese weisen eine Öffnungsfläche von jeweils ca.  $0,5 \text{ m}^2$  auf. Die Öffnung der Rauchableitungsöffnungen erfolgt automatisch. Zusätzlich ist eine Handauslösung durch eine Bedienstation im angrenzenden „Flur 2“ (Ebene 0) sowie in der FIZ vorgesehen. Als Zuluft dient die Außentür zum Hof (Ebene 0), diese ist händisch zu öffnen. (Vgl. Erleichterung 6)

## 7.9 Sicherheitsbeleuchtung

Aus bauordnungsrechtlicher Sicht lässt sich kein Erfordernis einer Sicherheitsbeleuchtung ableiten.

## 7.10 Sicherheitsstromversorgung

Für sicherheitsrelevante Anlagen muss, sofern sie elektrisch betrieben werden, eine Sicherheitsstromversorgungsanlage vorhanden sein.

Für folgende Einrichtungen im Gebäude ist grundsätzlich eine Sicherheitsstromversorgung erforderlich:

- die Brandmeldeanlage, einschließlich aller Komponenten,
- Alarmierungsanlage,
- Druckerhöhungsanlagen, Pumpensysteme und Steuereinrichtungen zur Löschwasserversorgung und für die Wandhydranten,
- das Öffnen natürlicher Rauchabzugsanlagen sofern sie nicht bei einer Störung der Stromversorgung bestimmungsgemäß automatisch öffnen bzw. aufgrund ihrer Wirkungsweise (z. B. pneumatisches System) unabhängig von der Stromversorgung funktionsfähig sind,
- mechanische Rauchableitung, hier wird ein Netzersatzaggregat vorgesehen,
- Schließeinrichtungen für Feuer- und Rauchschutzabschlüsse, sofern sie nicht bei einer Störung der Stromversorgung bestimmungsgemäß automatisch öffnen bzw. schließen,
- Be-/Hinterleuchtung von Rettungszeichen.

Die Sicherheitsstromversorgung, die bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung den Betrieb der sicherheitstechnischen Gebäudeausrüstung übernimmt, ist nach den allgemeinen Regeln der Technik auszuführen. Zulässige Netzersatzanlagen können Batteriesysteme oder Ersatzstromaggregate sein.

## 7.11 Funktionserhalt elektrischer Anlagen

Elektrische Leitungsanlagen für Anlagen, die der Sicherheit dienen, müssen gemäß /MLAR/ so verlegt werden, dass die einzelnen Anlagen bei äußerer Brandeinwirkung für einen ausreichenden Zeitraum funktionsfähig bleiben. Die Anforderungen der /MLAR/ sind zu beachten. Die Abhängungen der Funktionserhaltskabel sind nach /DIN 4102-12/ vorzunehmen.

## 8 Organisatorische Brandschutzmaßnahmen

### 8.1 Brandschutzordnung

Der Betreiber eines Industriebaus hat nach Abschnitt 5.14.4 /MIndBauRL/ im Einvernehmen mit der Brandschutzdienststelle in Abhängigkeit von der Art oder Nutzung des Betriebes, stets jedoch bei Industriebauten mit einer Summe der Grundflächen der Geschosse aller Brandabschnitte bzw. aller Brandbekämpfungsabschnittsflächen von insgesamt mehr als 2.000 m<sup>2</sup>, eine Brandschutzordnung aufzustellen.

Es ist eine Brandschutzordnung (Teile A-C) für den Industriebau im Einvernehmen mit der Brandschutzdienststelle aufzustellen.

Hier drin ist unter anderem die Unterstützung der Selbstrettung eingeschränkter Personen festzuhalten.

### 8.2 Flucht- und Rettungspläne

Aus bauordnungsrechtlicher Sicht besteht keine Notwendigkeit zur Erstellung von Flucht- und Rettungswegplänen. Es wird darauf hingewiesen, dass sich aus Gründen des Arbeitsschutzes weitere Anforderungen ergeben können.

### 8.3 Feuerwehrpläne

Im Einvernehmen mit der Brandschutzdienststelle sind entsprechend Abschnitt 5.14.2 /MIndBauRL/ für Industriebauten mit einer Summe der Grundflächen der Geschosse aller Brandabschnitte bzw. aller Brandbekämpfungsabschnittsflächen von insgesamt mehr als 2.000 m<sup>2</sup> Feuerwehrpläne anzufertigen und fortzuschreiben. In den Feuerwehrplänen ist die Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Bauteile darzustellen. Die Feuerwehrpläne sind der Feuerwehr zur Verfügung zu stellen.

Für den Industriebau sind entsprechend der vorgenannten Anforderungen Feuerwehrpläne zu erstellen und der zuständigen Feuerwehr auszuhändigen.

Aufgrund der Größe des Betriebsgeländes ist für den Einsatz der Feuerwehr mindestens ein Feuerwehr-Übersichtsplan nach anerkannten Regeln der Technik zu erstellen.

Dieser Plan ist der Feuerwehr zur Verfügung zu stellen und an der im Zufahrtsbereich geplanten Feuerwehr-Informationszentrale in Papierform zu hinterlegen.

### 8.4 Verantwortliche Personen für den Brandschutz

Der Betreiber eines Industriebaus mit einer Summe der Grundflächen der Geschosse aller Brandabschnitte bzw. aller Brandbekämpfungsabschnittsflächen von insgesamt mehr als 5.000 m<sup>2</sup> hat gemäß Abschnitt 5.14.3 /MIndBauRL/ einen geeigneten Brandschutzbeauftragten zu bestellen.

Der Brandschutzbeauftragte hat die Aufgabe, die Einhaltung des genehmigten Brandschutzkonzeptes und der sich daraus ergebenden betrieblichen Brandschutzanforderungen zu überwachen und dem Betreiber festgestellte Mängel zu melden. Die Aufgaben des Brandschutzbeauftragten sind im Einzelnen schriftlich festzulegen.

Der Name des Brandschutzbeauftragten und jeder Wechsel sind der Brandschutzdienststelle auf Verlangen mitzuteilen.

Die Betriebsangehörigen sind bei Beginn des Arbeitsverhältnisses und danach in Abständen von höchstens zwei Jahren gemäß Abschnitt 5.14.5 /MIndBauRL/ über die Lage und die Bedienung der Feuerlöschgeräte, der Brandmelde- und Feuerlöscheinrichtungen sowie über die Brandschutzordnung zu belehren.

## 8.5 Prüffristen

Die sicherheitsrelevanten Anlagen im gesamten Gebäude sind vor Inbetriebnahme durch einen Sachverständigen nach /TPrüfV/ hinsichtlich ihrer Funktionssicherheit zu prüfen und zu bestätigen. In den jeweils erforderlichen Zeitabständen sind die Anlagen erneut wiederkehrend auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen.

## Liste der Erleichterungen

Nachfolgende Erleichterungen wurden im vorliegenden Dokument aufgeführt und begründet:

<i>Erleichterung 1</i>	<i>Lage der Arbeitsgruben von mehr als 1 m unter der Geländeoberfläche (1,70 m bis 2,05 m unter der Geländeoberfläche), Bewertung als Teil des oberirdischen Geschosses; Abweichung von Abschnitt 5.4.2 /MIndBauRL/.....</i>	<i>10</i>
<i>Erleichterung 2</i>	<i>Erschließung von Einbauten über eine Kombination von Treppen und Steigleitern; Abweichung von Abschnitt 5.6.9 /MIndBauRL/.....</i>	<i>25</i>
<i>Erleichterung 3</i>	<i>Unterschreiten der erforderlichen Breite der Hauptgänge um bis zu 1 m; Abweichung von Abschnitt 5.6.4 /MIndBauRL/.....</i>	<i>26</i>
<i>Erleichterung 4</i>	<i>Ausführung des Dachtragwerks (SK<sub>b</sub>1) ohne Feuerwiderstand, deren Versagen nicht zum Einsturz der übrigen Dachkonstruktion führt; Abweichung von Abschnitt 7.2.3 /MIndBauRL/.....</i>	<i>36</i>
<i>Erleichterung 5</i>	<i>Ausführung der notwendigen Treppen im Drehgestelllager ohne notwendigen Treppenraum; Abweichung von § 38 (1) /HBO/.....</i>	<i>61</i>
<i>Erleichterung 6</i>	<i>Verzicht auf eine selbsttätige Feuerlöschanlage bei einer Lagerguthöhe von ca. 8,75 m; Abweichung von Abschnitt 6.4.2 /MIndBauRL/.....</i>	<i>67</i>

## 10 Schlussbetrachtung

Der vorliegende Brandschutznachweis bewertet das geplante Bauvorhaben „Neubau einer Wartungseinrichtung in Butzbach – Werkstatt mit Betriebsgebäude“ unter Zugrundelegung der unter Ziffer 3 aufgeführten rechtlichen Grundlagen. Es werden sowohl bauliche, anlagentechnische als auch organisatorische Maßnahmen und Anforderungen beschrieben.

Die Abweichungen vom Bauordnungsrecht sind benannt und im Text begründet. Unter Berücksichtigung der anlagentechnischen Ausstattung des Gebäudes, der baulichen Gegebenheiten sowie der in diesem Dokument genannten Maßnahmen bestehen gegen die Genehmigung des Bauvorhabens aus brandschutztechnischer Sicht keine Bedenken.

Braunschweig, 09.09.2022

Qualitätssicherung



Dr.-Ing. Karen Paliga

Sachverständige für vorbeugenden Brandschutz

Dokumentersteller



Tim Obermeier, M.Eng.

Sachverständiger für vorbeugenden Brandschutz

Dokumentersteller



Christian Flache, M.Sc.

Projektmitarbeiter für vorbeugenden Brandschutz

Dokumentersteller



Fabian Schenk, M.Sc.

Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz

Auftraggeber

ARGE Butzbach

Entwurfsverfasser

IBL GmbH