

HANDBUCH

INTRALOGISTISCHE SYSTEME FÜR STÜCKGUT

Teil IV: **Gebäude und Infrastruktur für intralogistische Systeme**

Untertitel IV.1: **Anforderungen an Logistikimmobilien**

Gesamtübersicht	
Teil I	Gestaltungsmöglichkeiten zur Optimierung des Aufbaus und der Abläufe innerhalb des Systems
Teil II	Lagertechnische Einrichtungen Untertitel II.1: Ladeinheit, Ladehilfsmittel, Untertitel II.2: Lagerarten, Lagertechniken Untertitel II.3: Fördertechnik Untertitel II.4: Technische Einrichtungen für Kommissioniersysteme sowie WE / WA, Versand
Teil III	Lagerverwaltung, Datenerfassung, Datenverarbeitung
Teil IV	Gebäude und Infrastruktur für intralogistische Systeme Untertitel IV.1: Anforderungen an die Gebäude Untertitel IV.2: Realisierungsmöglichkeiten der Anforderung an die Gebäude
Teil V	Technische Gebäudeausrüstung

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ANFORDERUNGEN AN LOGISTIKGEBÄUDE UND AUSSENBEREICH	5
1.1	Allgemeine Anforderungen	5
1.1.1	Anforderungen aus Sicht des Investors	5
1.1.2	Anforderungen aus Sicht der Nutzer	6
1.1.3	Anforderungen an den Standort	6
1.1.4	Anforderungen an die Planung	7
1.2	Spezielle Anforderungen durch die Funktionsbereiche	8
2.	Anforderungen an Außenbereich mit Betriebshof	9
2.1	Anforderungen an den Außenbereich	9
2.1.1	Flächen für die Feuerwehr	9
2.1.1.1	Zugänge	9
2.1.1.2	Feuerwehrezufahrten	9
2.1.1.3	Aufstellflächen	9
2.1.1.4	Bewegungsflächen	10
2.2	Anforderungen an den Betriebshof	10
2.2.1	Verkehrsführung für LKW auf dem Betriebshof	10
2.2.2	Verladestellplätze für Nutzfahrzeuge	12
2.2.2.1	Flurverladung	13
2.2.2.2	Rampenverladung	13
2.2.2.3	Seitenverladung	13
2.2.2.4	Heckverladung	14
2.2.2.5	Sägezahnaufstellung	15
2.3	Laderampen	16
2.3.1	Mobile Rampen	16
2.3.2	Stationäre Rampen	17
2.3.2.1	Außen liegende Laderampen:	17
2.3.2.2	Innen liegende Laderampen	18
2.3.2.3	Vorgebaute Laderampen in Verbindung mit Schleusen	18
2.3.2.4	Stationäre Laderampen ohne Überladebrücken	19
2.3.2.5	Stationäre Laderampen mit Überladebrücken	20
2.3.3	Komponenten der stationären Verladerampe	21
2.3.3.1	Überladebrücken	21
2.3.3.2	Torabdichtung	22
2.3.3.3	Verladetore	23
2.3.3.4	Anfahrpuffer	23
2.3.3.5	Sicherheitssysteme und Systeme zur Andockunterstützung	24
2.3.3.6	Steuerungssystem	24
2.3.4	Verladebereich mit semi- bzw. vollautomatischer Be- und Entladung	24
3.	Anforderung an das Logistikgebäude	25
3.1	Anforderungen an Verkehrs- sowie an Flucht- und Rettungswege	25

3.1.1	Definition „Verkehrswege“, und „Flucht- und Rettungswege“	25
3.1.2	Anforderungen an Verkehrswege	26
3.1.2.1	Verkehrswege für Fußgängerverkehr	27
3.1.2.2	Verkehrswege für Fahrzeuge mit und ohne Fußgängerverkehr	27
3.1.2.3	Anforderungen an Verkehrswege in Schmalganglagern	30
3.1.3	Anforderungen an die Fluchtwege	30
3.1.4	Anforderungen an Rettungswege	31
3.1.5	Sonderlösungen für Flucht- und Rettungswege	32
3.2	Anforderung an Wareneingang / Warenausgang, Nebenfunktionsräume	33
3.2.1	Gebäudeform / Gebäudegeometrie in Abhängigkeit vom WE / WA	33
3.2.2	Eigenarten bei Cross Docking- Systemen	34
3.3	Anforderungen an Lager- und Kommissionierbereiche	35
3.4	Anforderungen an Sonderbereiche	36
3.4.1	Anforderungen an Batterie-Ladeanlagen	36
3.4.1.1	Einzelladeplätze (Ladestellen)	37
3.4.1.2	Batterieladerraum / Batterieladestation	37
3.4.2	Anforderungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen für den Eigenverbrauch	38
3.4.2.1	Stationäre Eigenverbrauchstankstellen für Dieselmotorkraftstoff	39
3.4.2.2	Gasfüllanlagen	40
3.5	Bereiche für Nebenfunktionen	42
3.5.1	Büro- und Verwaltungstrakt	42
3.5.2	Räumlichkeiten für energetische und brandschutztechnische Anlagen	42
3.5.2.1	Räumlichkeiten für energetische Anlagen	42
3.5.2.2	Räumlichkeiten und Flächen für brandschutztechnische Ausrüstungen / Anlagen	42
4.	Brandschutz im Überblick	43
4.1	Brandschutz und seine Teilbereiche	43
4.2	Brandschutzkonzept	44
4.3	Regelwerke zum Brandschutz	46
4.3.1	Überblick über die Regelwerke	46
4.3.2	Gültigkeit der Regelwerke für Sonderbauten / Hochregallager	46
4.4	Baulicher Brandschutz	47
4.4.1	Abstandsflächen, Abstände	48
4.4.2	Brandabschnitt	49
4.4.2.1	Brandabschnitt- und Komplextrennung	49
4.4.2.2	Anforderungen an Brandwände und Komplextrennwände	50
4.4.2.3	Brandabschnittsflächen	50
4.4.2.4	Versicherungstechnische Aspekte	52
4.4.3	Feuerschutzabschlüsse	53
4.4.3.1	Türen und Tore in Brandwänden	53
4.4.3.2	Feuerschutzabschlüsse für bahngelagerte Fördertechnik	53
4.4.4	Löschwasserrückhaltung	55

4.4.5	Baulicher Brandschutz für personenbediente HRL	57
4.4.5.1	Rettungswege	57
4.4.5.2	Rettungswegkennzeichnung	57
4.4.5.3	Sicherheitsbeleuchtung	58
5.	Nachhaltiges Bauen und energetische Anforderungen	59
5.1	Nachhaltiges Bauen	59
5.1.1	Lebenszyklus-Betrachtung	59
5.1.2	Ökologische Nachhaltigkeit	59
5.1.3	Ökonomische Nachhaltigkeit	60
5.1.4	<u>S</u> oziale und kulturelle Nachhaltigkeit	61
5.2	Anforderungen der EnEV	62
5.3	Maßnahmen im Sinne der Nachhaltigkeit und der EnEV	63
6.	QUELLENNACHWEIS zu Teil IV.1	65
6.1	Tabellenverzeichnis	65
6.2	Abbildungsverzeichnis	65
6.3	Literaturverzeichnis	66
6.3.1	Gesetze, Normen, Richtlinien, Empfehlungen, usw.	66
6.3.2	Literatur, Firmenbroschüren, Internetveröffentlichungen	67

1. ANFORDERUNGEN AN LOGISTIKGEBÄUDE UND AUSSENBEREICH

1.1 Allgemeine Anforderungen

In den letzten 20 Jahren haben sich die Prozesse der innerbetrieblichen Logistik verändert. Damit haben sich auch die Anforderungen an Logistikimmobilien verändert. Ursachen hierfür sind u. a.:

- | | |
|--|---|
| ▪ Globalisierung der Märkte | Produkte / Produktgruppen werden in den Ländern hergestellt, wo es jeweils am wirtschaftlichsten ist. |
| ▪ Verändertes Kundenverhalten | Die Kunden fordern mehr Individualität, d. h. mehr Artikel in kleinen Mengen bei kürzeren Lieferzeiten. |
| ▪ Auslagerung von Produktion und Logistik | Während früher die Hauptaufgabe der Spediteure darin bestand, Produkte von A nach B zu transportieren, bieten jetzt Logistikdienstleister darüber hinaus Leistungen aus dem Bereich der innerbetrieblichen Logistik an, bis hin zu Leistungen, die der Produktion zuzuordnen sind, wie z.B. Montagetätigkeiten. Das Angebot geht bis zum Fulfillment. |
| ▪ Dynamik der Märkte | Während früher relativ große Logistikzentren mit sehr hohem Automatisierungsgrad gefragt waren, wird jetzt mehr Flexibilität gefordert hinsichtlich der Technik und der Flächenanpassung. |
| ▪ Fremdfinanzierung der Logistikimmobilie | Logistikimmobilien werden zunehmend von Investoren errichtet, mit dem Ziel, diese zu vermieten. Die nutzerspezifische Anforderungen sind zum Zeitpunkt der Planung nicht bekannt (siehe unten). |
| ▪ Staatliche Mittel in den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur sind rückgängig. | Da wenig neue Logistikknoten entstehen werden, ist die Flexibilität im Hinblick auf Erweiterbarkeit am Standort wichtig. |

1.1.1 Anforderungen aus Sicht des Investors

Die Hauptanforderungen an eine Logistikimmobilie sind zunächst aus der Sicht des Investors zu betrachten. Als Investoren treten z.B. auf:

- Eigennutzer
- Entwickler, die im Vorfeld der Planung Mieter für das zu planende Objekt suchen
- Investoren für spekulative Immobilien

Die unterschiedlichen Investoren setzen sehr unterschiedliche Schwerpunkte bei ihren Anforderungen.

- Für den Eigennutzer steht die individuelle Nutzbarkeit im Vordergrund. Aber auch für Eigennutzer kann bei langfristiger Planung die Planung einer Folgenutzung von Interesse sein.
- Der Entwickler muss die Forderungen seines Mieters berücksichtigen, muss aber –insbesondere bei kurzen Vertragslaufzeiten – die Nachvermietbarkeit berücksichtigen (ca. 80% der Mietverträge haben eine Vertragslaufzeit von maximal 5 Jahren).
- Für den Investor in spekulative Objekte ist grundsätzlich die Vermietbarkeit vorrangig.

Die Anforderungen an eine Logistikimmobilie einschließlich der darin befindlichen Lagertechnik (insbesondere aber die Anforderungen an die Materialflüsse) können sich daher innerhalb der Lebensdauer der Immobilie mehrfach ändern. Aus Sicht eines Investors sind damit von Interesse:

- die Lage des Logistikobjektes und
- die Gruppe der potenziellen Nutzer.

1.1.2 Anforderungen aus Sicht der Nutzer

Die potentiellen Nutzer können entsprechend ihrer Anforderungen an Logistikimmobilien unterteilt werden in

- Dienstleister (Transport, Verkehr und Lagerhaltung)

Die Anforderungen von Dienstleistern beziehen sich meist auf Umschlaghallen mit

- relativ geringen Raumhöhen
- relativ großer Hallenbreite bei relativ geringer Hallentiefe
- viele Tore
- Dienstleister treten meist mit Wünschen nach relativ kurzen Mietzeiten auf.

- Produktion / Industrie

Merkmale der Logistikimmobilien für die Produktion / Industrie sind insbesondere

- Lagerhallen mit ggf. unterschiedlichen Höhen für unterschiedliche Güter
- relativ wenigen Toren

- Handel

Logistikimmobilien für Distribution in der bisherigen Art erfordern

- große Lagevolumina
- große Flächen für Kommissionierung und Auftragszusammenstellung
- relativ viele Tore

Mit zunehmendem Trend zum Onlinehandel und Multi-Channel-Handel

(z.B. ursprünglich reiner stationärer Handel erweitert die Vertriebswege um zusätzlichen Online-Shop bzw. ursprünglich reiner Online-Händler betreibt zusätzliche Ladenlokale)

verändern sich auch die Anforderungen des Handels an die Logistik-Immobilie. Immer mehr Händler lösen sich von der Zentralstandort-Strategie und rücken mit Ihren Lagern in die Nähe der Kunden, um diese schnellstmöglich beliefern zu können.

- Die Nachfrage nach riesigen Logistik-Immobilien ist rückläufig,
- Die Nachfrage nach kleineren Flächen für Cross-Docking-Systeme am Rand von Ballungszentren und nach kleinteiligen innerstädtischen Verteilzentren steigt.
- Die Flächenknappheit in Innenstädten führt zu mehrgeschossigen Logistik-Immobilien mit kleinen flexiblen Einheiten.

1.1.3 Anforderungen an den Standort

Die wesentliche Anforderung an eine Logistikimmobile bezieht sich zunächst auf den Standort. Die Lösung dieser Anforderung ist Aufgabe der Standortplanung. Aufgrund der unterschiedlichen Interessen wird diese als gegeben vorausgesetzt. Im Wesentlichen kann unterschieden werden:

- Sehr große Zentrallager / Distributionszentren, die so zentral angesiedelt sind, dass alle Verteillager, bzw. Großkunden zwischen Nord und Süd sowie Ost und West schnell und kostengünstig beliefert werden können.
- Großflächige Logistik-Immobilien, in der Nähe von Ballungsgebieten mit guter Verkehrsanbindung. Sie werden insbesondere für Verteilzentren genutzt, bzw. bei guter Skalierbarkeit auch für kleinere Einheiten.
- Kleine innerstädtische Einheiten zur Versorgung der „letzten Meile“.

1.1.4 Anforderungen an die Planung

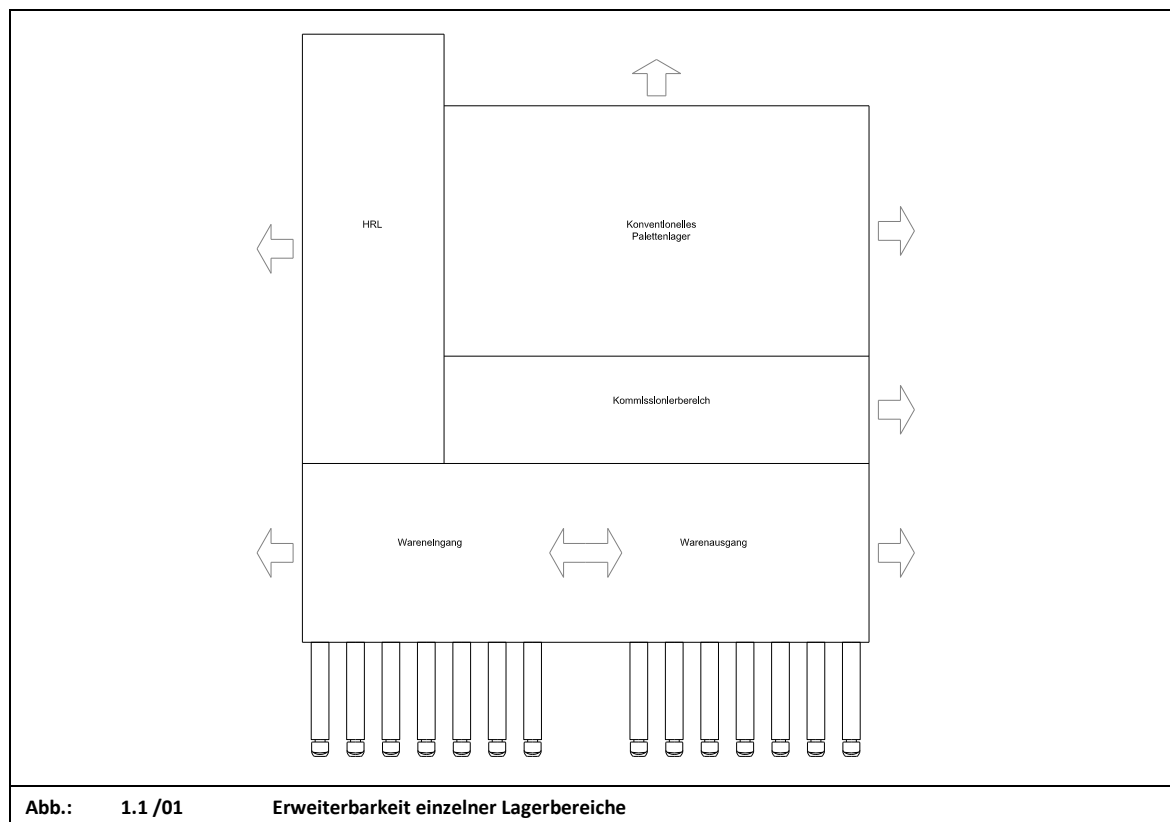
Die Planung intralogistischer Systeme stand bislang unter der Devise

„Wenn möglich, sollten die Lagerart und die Lagertechnik den Lagerbau bestimmen und der Lagerbau keine Abweichung von der optimalen Lagerart bewirken. Ein Lager ist daher von innen nach außen zu planen, nicht von außen nach innen“ [GUD2].

Die wirtschaftliche Funktionalität ist für den Nutzer vorrangig. Da sich aber in der schnelllebigen Zeit die Anforderungen an die Logistik relativ schnell verändern können, sollte auch der Eigennutzer bereits bei der Erstellung der Planungsvorgaben mögliche Veränderungen berücksichtigen. Die daraus resultierende geforderte Flexibilität an die Lagertechnik und an die Immobilie kann nur durch eine interdisziplinäre Planung erfolgen, um zu einem Optimum über die Gesamtlebensdauer zu führen.

Grundanforderungen an die Baukonstruktion (ausgenommen Hochregallager und Speziallager, wie z. B. Kühlhäuser) sind i. d. R.:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ größtmögliche Stützenweite und Achsabstände im Rahmen der Wirtschaftlichkeit | <p>Große stützenfreie Flächen bieten hohe Flexibilität bei veränderter Nutzung</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Große lichte Hallenhöhen (>10 m werden empfohlen) | <p>Wirtschaftliche Höhe bei konventionellen Lagern mit Paletten- / Behälterregalen</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausreichende statische Festigkeit des Hallenbodens | <p>Sie muss bei üblichen Gewichten der Lagereinheiten die volle Nutzung der Hallenhöhe gewährleisten</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oberflächengüte des Hallenbodens | <p>Sie muss den Einsatz aller gängigen Flurförderzeuge ermöglichen bis hin zum Einsatz von Schmalgangstaplern.</p> |



Insbesondere bei Planungen, bei denen der Nutzer noch nicht feststeht, bzw. variieren kann, ist zu berücksichtigen:

- Erweiterbarkeit und Teilbarkeit der Flächen.
Das bietet Flexibilität für mögliche Umnutzung bzw. für Umbauten. Durch die Teilbarkeit kann die vorhandene Fläche an mehrere Nutzer vermietet bzw. verkauft werden.
- Möglichst viele Rampen (min. eine Überladebrücke pro 1.000 m² Halle)
- Mindestens ein Tor ebenerdig im WE / WA (z.B. für Retouren oder Selbstabholer)
- Möglichst viel Freiheit für ungehinderte Installation der technischen Gebäudeausrüstung
- niedrige Konstruktionshöhe in der Dachkonstruktion
- Brandschutzeinrichtungen, wie z.B. Sprinkleranlagen

Ein weiteres Kriterium, das in der nächsten Zeit zu einem wichtigen Thema für den gesamten Logistiksektor wird, ist die Nachhaltigkeit, d. h. die „Grüne Logistik“. Bezogen auf den Teilbereich „Intralogistik“ bedeutet dies, dass bei der Planung der Logistikimmobilie die Kriterien für nachhaltiges Bauen berücksichtigt werden. Leitlinien hierfür sind die Zertifizierungskriterien entsprechender Organisationen, wie z.B. der DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen).

1.2 Spezielle Anforderungen durch die Funktionsbereiche

Gemäß den Anforderungen an den Bau eines Logistikgebäudes mit seinen Außenbereichen kann die Bauanlage grob in folgende Bereiche eingeteilt werden:

- Außenbereich mit Betriebshof, einschließlich Bereitstellfläche für Verladezone
- Rampenbereich für LKW (in relativ seltenen Fällen auch für Schienenverkehr)
- Wareneingang / Warenausgang
- Logistikhalle im eigentlichen Sinn für Lager- und Kommissionierbereich sowie ergänzender Tätigkeiten (Montage usw.)
- Büro- und Verwaltungstrakt, einschließlich Sanitär- und Sozialbereichen
- Räume für Betriebstechnik (z.B. Elektro, Heizung Wasser, Sprinkler, sonstiges)

2. ANFORDERUNGEN AN AUßENBEREICH MIT BETRIEBSHOF

2.1 Anforderungen an den Außenbereich

Der Außenbereich erfordert einen großen Anteil an der gesamten zur Verfügung stehenden Grundstücksfläche, der nicht für die eigentliche Logistikhalle genutzt werden kann. Dazu gehören z.B. Flächen für

- Betriebshof
- Mitarbeiter- und Besucherparkplätze (Anzahl siehe jeweilige Landesbauordnung, z.B. [SVO1])
- Brandschutztechnische Abstandsflächen (siehe unten)
- Sonstige Brandschutztechnische Erfordernisse, wie z.B.
 - Feuerwehruzufahrten / Anleiterflächen u. s. w.
 - Löschteich, Löschwasserrückhaltung usw.
- Außenflächen für sonstige Erfordernisse

2.1.1 Flächen für die Feuerwehr

Die Anforderungen an Grundstücksflächen für die Feuerwehr sind in DIN 14090 [DIN 30] geregelt. In der Norm wird unterschieden nach

- Zugänge
- Feuerwehruzufahrten
- Aufstellflächen
- Bewegungsflächen

2.1.1.1 Zugänge

Damit rückwärtige Gebäudeteile mit Rettungs- und Löschgeräten erreicht werden können, sind diese rückwärtigen Gebäudeteile mit der öffentlichen Verkehrsfläche über Zugänge zu verbinden. Die Zugänge müssen geradlinig, ebenerdig und mindestens 1,25 m breit sein. Davon ausgenommen sind Türöffnungen und andere geringfügige Einengungen. Hier genügt eine lichte Breite von 1m. Durchgänge müssen an jeder Stelle mindestens eine lichte Höhe von 2 m haben.

2.1.1.2 Feuerwehruzufahrten

Feuerwehruzufahrten sind befestigte Flächen für Feuerwehrfahrzeuge zum Erreichen der Aufstell- und Bewegungsflächen. Sie stehen mit der öffentlichen Verkehrsfläche direkt in Verbindung.

- Feuerwehruzufahrten können überbaut sein. Die lichte Höhe einer Durchfahrt muss an jeder Stelle mindestens 3,5 m betragen.
- Steigungen oder Gefälle in Feuerwehruzufahrten dürfen 10 % nicht überschreiten.
- Geradlinig geführte Zufahrten müssen eine Breite von mindestens 3 m haben; bzw. 3,5 m wenn die Zufahrt beidseitig auf eine Länge von mehr als 12 m durch Wände, Pfeiler o. ä. begrenzt ist.
- Bei nicht geradlinig geführten Feuerwehruzufahrten ist die Zufahrtbreite vom Kurvenradius abhängig. Die Breite kann bei engen Kurven bis zu 5 m betragen, wobei ein Außendurchmesser von 21 m nicht unterschritten werden darf. Die Verbreiterung der Zufahrt muss 11 m vor der Kurve beginnen.

2.1.1.3 Aufstellflächen

Aufstellflächen sind nicht überbaute befestigte Flächen für den Einsatz von Hubrettungsfahrzeugen. Sie sind so anzuordnen, dass alle zum Retten von Personen notwendigen Fenster vom Hub-Rettungssatz erreicht werden können.

Aufstellflächen stehen mit der öffentlichen Verkehrsfläche direkt oder über Feuerwehruzufahrten in Verbindung.

2.1.1.4 Bewegungsflächen

Bewegungsflächen können gleichzeitig Aufstellflächen sein. Die befestigten Flächen dienen dem Aufstellen von Feuerwehrfahrzeugen, der Entnahme und Bereitstellung von Geräten und der Entwicklung von Rettungs- und Löscheinsätzen. Die Bewegungsfläche muss mit der öffentlichen Verkehrsfläche direkt oder über Feuerwehrwehruzufahrten nach mindestens 2 Seiten in Verbindung stehen (keine Sackgasse).

Die Bewegungsfläche ist so zu bemessen, dass für jedes nach Alarmplan vorzusehende Fahrzeug eine Fläche von mindestens 7 m x 12 m zur Verfügung steht.

2.2 Anforderungen an den Betriebshof

Der wesentliche Teil des Außenbereichs eines Logistikzentrums ist der Betriebshof. Dazu gehören insbesondere

- Güterumschlagsbereich bei Straßentransport
 - die Zu- und Abfahrten für LKWs, sowie ggf. die Umfahrten und Wendemöglichkeiten
 - die Verlade-Stellplätze für die Nutzfahrzeuge (LKW, Kleintransporter, Wechselbrücken, Container)
- Güterumschlagsbereich bei Schienentransport
- Sonstige erforderliche Flächen, wie z.B.
 - die LKW-Warteplätze
 - Abstellflächen für Wechselbrücken, Container usw.
 - Flächen für Müllcontainer, Kartonagenpressen und sonstige betriebsbedingten Funktionen im Außenbereich.

2.2.1 Verkehrsführung für LKW auf dem Betriebshof

Betriebshöfe sollten so konzipiert sein, dass ein Rückwärtsfahren der LKWs soweit wie möglich vermieden wird. Rückwärtsfahren von LKWs hat sich als ein Gefährdungsschwerpunkt herauskristallisiert [AWE 1].

Wichtig ist, dass die Fahrzeuge um die Halle herum fahren können [AWE 1]. Wird der Anstellplatz verpasst, können die LKW-Fahrer ohne Rückwärtsfahren zum gewünschten Tor kommen.

Zufahrten

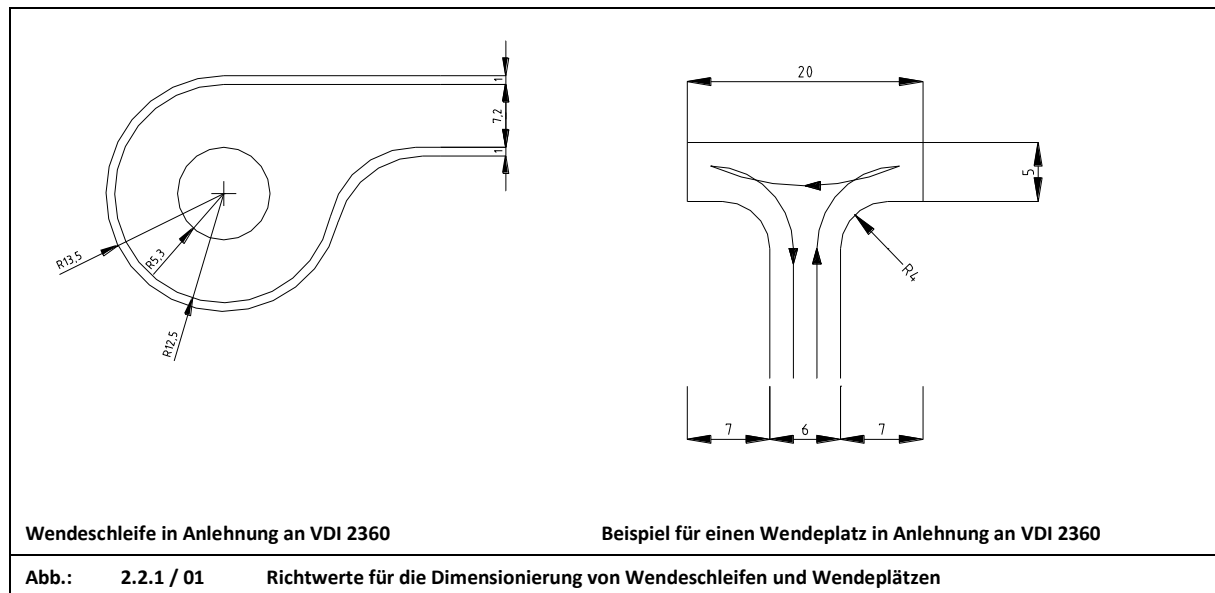
Nach VDI 2360 [VDI 2] sollen auch Werkstraßen im Normalfall im Gegenverkehr befahrbar sein. Der Fußgängerbereich sollte grundsätzlich vom Fahrverkehr getrennt sein.

Bei einer verminderten Geschwindigkeit auf <40 km/h gelten für die Fahrbahnen folgende Mindestbreiten:

	Mindestbreite
▪ 2 Fahrbahnen für Gegenverkehr	6,30 m
▪ 3-spuriger Verkehr (2 Fahrspuren, 1 Standspur)	9,00 m
▪ Feuerwehruzufahrt (ggf. nur durch Rasensteine befestigt)	4,00 m

Wendeschleifen und Wendepplätze

Wendeschleifen und Wendepplätze dienen dazu, die Fahrtrichtung auf eng begrenztem Raum umzukehren.



- Wendeschleifen erlauben die Umkehr ohne rückwärts manövrieren zu müssen.
- Wendepätze sollten nur dort angeordnet werden, wo Wendeschleifen aus Platzgründen nicht eingerichtet werden können.

LKW-Warteplätze

Für das Warten bis ein Verladebereich frei und zugeordnet wird, sind auf den Betriebshöfen der Logistikzentren in der Regel Stellflächen für LKW erforderlich. Die Wartezone sollte möglichst an die Rampenzufahrt angrenzen, ohne an- und abfahrende Fahrzeuge zu behindern.

Die LKW-Warteplätze können als Reihenparkplätze angelegt werden, oder als Parallelparkplätze.

- Bei Reihenparkplätzen stehen die LKW hintereinander auf einer parallel zur Fahrspur verlaufenden Parkspur.

Mindestbreite von Fahr- und Parkspur	
Fahrspur	3,50 m
Parkspur	3,00 m

Diese Parkart ist dann zweckmäßig, wenn die LKW in der Reihenfolge abgewickelt werden, in der sie einfahren (first in, first out).

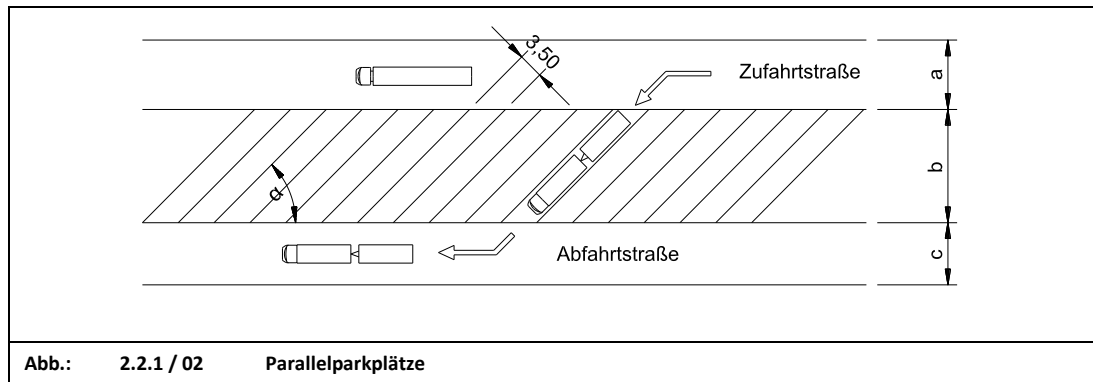
Die Stellplatzlängen sind nicht fest vorgegeben. Bei variierenden LKW-Längen ergeben sich die Stellplatzlängen aus den tatsächlichen LKW-Längen zuzüglich einem Abstandsmaß zum davor stehenden LKW.

Die Stellplätze haben eine gemeinsame Zu- und Abfahrt.

Ein weiterer Vorteil der Reihenparkplätze ist, dass das Rückwärts-Rangieren nicht erforderlich ist.

- Bei Parallelparkplätzen stehen die LKW auf nebeneinander angeordneten Parkflächen.
 - Für die Zu- und Abfahrt sind zwei durch die Stellplätze getrennte Fahrspuren erforderlich.
 - Die Parkflächen sind schräg zu diesen Zu- und Abfahrten angeordnet. Der Winkel zwischen Stellfläche und Zu- und Abfahrt sollte im Bereich von 45° und 60° angelegt werden.

Der durchschnittliche Flächenbedarf je LKW-Stellfläche ist größer als bei Reihenparkplätzen. Der Flächenbedarf ist abhängig vom Abstellwinkel und der Länge der Fahrzeuge.



Abstellwinkel (α)	Fahrbahnbreite [m]		Abstellfläche (b)	Gesamt- breite [m]
	Zufahrt (a)	Ausfahrt (c)		
30°	6,50	6,00	12,00	24,50
45°	9,50	8,50	15,50	33,50
60°	13,00	11,50	18,50	43,00

Tab.: 2.2.1 / 01 Flächenbedarf für Parallelparkplätze bei unterschiedlichem Abstellwinkel (in Anlehnung an VDI 2360)

In einer anderen Literaturstelle [FWH 1], die sich nur auf einen Anstellwinkel von 45 ° bezieht, jedoch die unterschiedlichen Längen der Fahrzeuge berücksichtigt, werden folgende Maße angegeben:

Fahrzeugtyp (max. Fahrzeuglänge)	Fahrbahnbreite [m]		Abstellfläche (b)	Gesamt- breite [m]
	Zufahrt (a)	Ausfahrt (c)		
LKW (bis 12 m)	5,75	5,75	11,25	22,75
Sattelzug (bis 16,5 m)	6,50	6,50	15,50	28,50
Lastzug (bis 18,75 m)	6,50	6,50	18,00	31,00

Tab.: 2.2.1 / 02 Flächenbedarf für Parallelparkplätze bei einem Abstellwinkel von 45°, aber unterschiedlichen Fahrzeuglängen (in Anlehnung an [FWH 1])

Wenn es der vorhandene Platz erlaubt, sollten die Rangierflächen großzügig bemessen werden.

Anmerkung:

Nach einem fünfjährigen Feldversuch dürfen seit dem 1. Januar 2017 auf Grundlage einer Ausnahmeverordnung auch Lang-LKW mit einer Länge von bis zu 25,25 m auf einem vorgegebenen Streckennetz (Positivnetz) eingesetzt werden.

2.2.2 Verladestellplätze für Nutzfahrzeuge

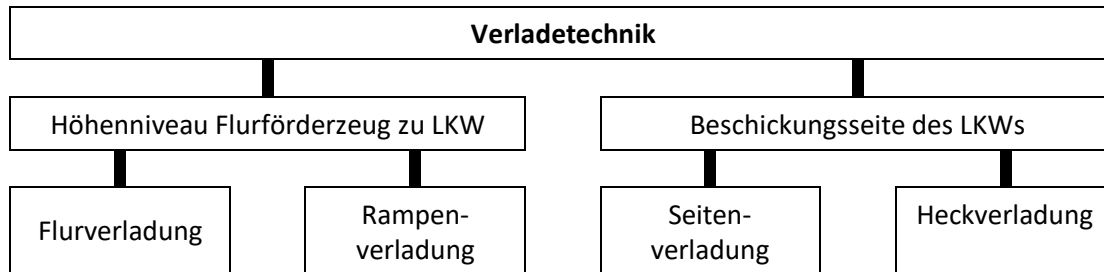
Die Bereitstellfläche zum Be- bzw. Entladen der Nutzfahrzeuge bildet zusammen mit dem Rampenbereich die Schnittstelle zwischen Versender und dem Empfänger der Waren. Die Nutzfahrzeuge (Verkehrsmittel) sind i. d. R. LKW, Wechselbrücken, Container, aber auch ggf. Bahnwaggon.

Für eine reibungslose Be- und Entladung müssen Nutzfahrzeuge und Übergabestelle (i. d. R. Verladerrampe) optimal miteinander verknüpft werden. Die Gestaltung des Verladebereichs ist daher grundsätzlich abhängig von der für den Anwendungsfall geeigneten Verladetechnik.

Neben der Verladetechnik ist der Flächenbedarf für die Nutzfahrzeug-Bereitstellfläche abhängig von der gewählten Rampenart (siehe hierzu auch Kapitel 2.3 „Laderampen“).

In den meisten Umschlagplätzen werden Gabelstapler oder Handgabelhubwagen für das Be- und Entladen der Nutzfahrzeuge eingesetzt. Diese konventionelle Verladetechnik bietet eine hohe Flexibilität, da sie von den stark variierenden Verladehöhen der unterschiedlichen Verkehrsmittel weitgehend unabhängig ist.

Der Einsatz semi- oder vollautomatischer Ladesysteme ist noch sehr beschränkt, obwohl diese Verladetechniken viele Vorteile bieten (siehe hierzu Kapitel 2.3 „Laderampen“).



2.2.2.1 Flurverladung

Bei der Flurverladung sind Hallenboden und Stellplatz des Nutzfahrzeuges auf gleichem Höhenniveau. Die Be- und Entladung von Kleintransportern mit Kartonagen und leichtem Stückgut erfolgt typischerweise in Flurverladung ohne weitere Hilfsmittel. Beim Be- und Entladen von Paletten oder schwerem Stückgut muss der Höhenunterschied zwischen Hallenboden und Ladepritsche mit technischen Mitteln überwunden werden. Für die Be- und Entladung werden daher eingesetzt:

- Flurförderzeug mit Hubgerüst (Hochhubstapler, Gabelstapler)
- Portalkran
- Ladebordwand des Transportfahrzeuges

2.2.2.2 Rampenverladung

Bei der Rampenverladung sind der Verladebereich der Rampe und die Höhe der Ladepritsche auf annähernd gleichem Niveau. Der restliche Höhenunterschied, der sich u. a. aus den unterschiedlichen Ladepritschenhöhen der verschiedenen Nutzfahrzeugtypen ergibt, wird durch Überladebleche bzw. Überladebrücken ausgeglichen. Die Be- und Entladung der Nutzfahrzeuge kann daher von der Rampe aus mit Niederhub-Flurförderzeugen oder auch mit Sackkarren erfolgen.

2.2.2.3 Seitenverladung

Die Seitenverladung kann in Verbindung mit einer Laderampe oder mit Flurverladung erfolgen.

Vorteile der Seitenverladung:

- Bei der Ent- und Beladung können Stückgüter eines LKW-Zuges über die gesamte Ladelänge mit Flurförderzeugen oder Portalkranen erreicht werden.
 - Werden auf einer LKW- Tour Stückgüter gesammelt und wieder verteilt (typisch bei Speditionsbetrieben), bleiben diese Güter von der Seite her ohne großes Umladen im Zugriff.
 - Mit geeigneten Gabelstaplern oder Portalkranen ist auch die Be- und Entladung eines LKWs von beiden Seiten gleichzeitig möglich.
 - Mit entsprechenden Lastaufnahmemitteln können gleichzeitig mehrere Ladeeinheiten be- bzw. entladen werden (hohe Umschlagsleistung insbesondere bei homogenen Gütern, wie z.B. in Brauereien).

Nachteile der Seitenverladung:

- Aufgrund der Länge der LKWs und der Rangierfläche nach vorne wird die Anzahl der LKWs sehr eingeschränkt, die gleichzeitig zum Ent - und / oder Beladen andocken können.
Steht diese Länge nicht zur Verfügung, so kann durch Sägezahnauflistung in der Länge Platz gewonnen werden (siehe unten).
- Nicht alle Transporteinheiten lassen eine Seitenverladung zu (z.B. Aufsetzkoffer, Iso-Container).

Anmerkung:

- Nach VDI 2360 gilt die Seitenverladung (mit oder ohne Rampe) als die schnellste Verladungsart.
- Aus Sicht der Unfallverhütung [AWE 1] werden Rampen mit seitlicher Verladung bevorzugt, da das Rückwärtsfahren soweit wie möglich vermieden werden sollte.

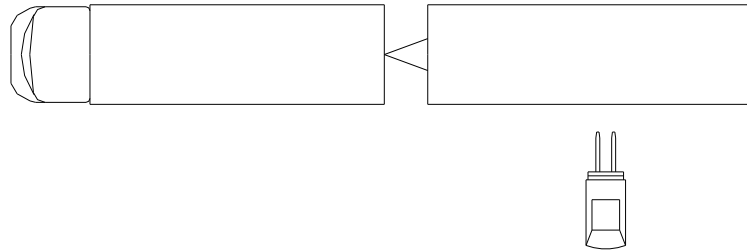
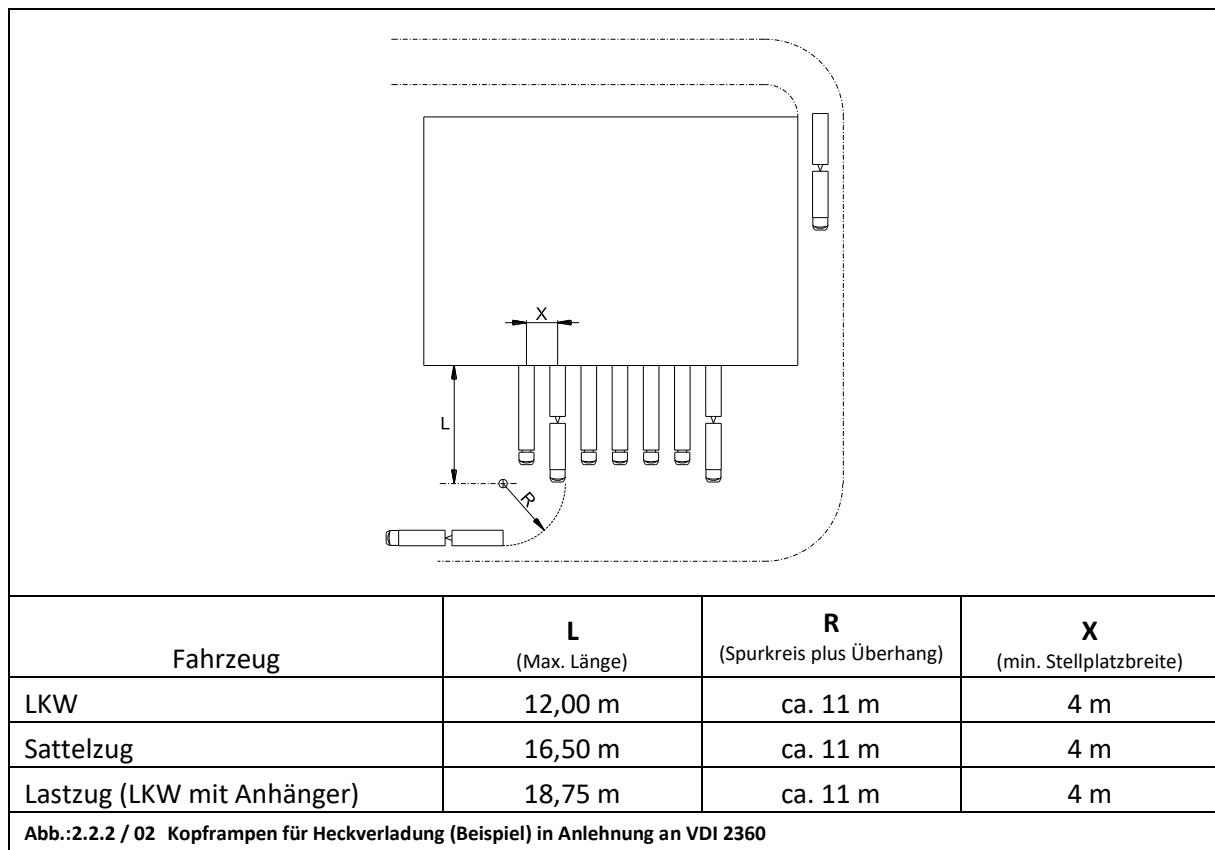


Abb.:2.2.2 / 01

Seitenverladung mit Flurverladung

2.2.2.4 Heckverladung

Die Heckverladung erfolgt meist in Verbindung mit einer Laderampe oder einer Ladeluke.

**Vorteil der Heckverladung:**

- Bei gegebener Gebäude- bzw. Rampenlänge können insbesondere in Verbindung mit Kopframpen viele LKW oder Wechselbrücken gleichzeitig zum Be- bzw. Entladen angedockt werden
- Bei der Be- bzw. Entladung ganzer LKW-Einheiten ist ein geradliniger Materialfluss mit dem Wareneingang bzw. Warenausgang realisierbar. Damit wird die Be- und Entladung automatisierbar.

Nachteil der Heckverladung:

- Heckverladung ist nicht geeignet für das Sammeln und Verteilen von Stückgütern während einer Tour (VDI 2360, Kap. 6.1).
- Die Heckverladung über Kopframpen, bei denen die Fahrzeuge rechtwinklig zur Halle stehen, erfordert eine große Vorplatztiefe. Zur Aufnahme von Wechseleinheiten bzw. zum Ankuppeln der Anhänger durch das ziehende Fahrzeug beträgt diese ca. 35 m (VDI 2360, Kap. 4.5).
Steht diese Vorplatztiefe nicht zur Verfügung, so kann durch Sägezahnauflistung in der Tiefe Platz gewonnen werden.
Bei Heckentladung sollte an der Rampe ein entsprechender Anfahrerschutz vorgesehen werden.
Günstig sind Hilfen, die dem Fahrer den Abstand seines Fahrzeuges zur Rampe anzeigen. In jedem Fall sollten längs in Fahrtrichtung verlaufende Bodenmarkierungen vorhanden sein.
Ergänzende Maßnahmen sind z.B. automatisch oder manuell zu stellende Lichtzeichen sowie an geeigneter Stelle angebrachte Spiegel [AWE 1].

2.2.2.5 Sägezahnauflistung

Bei der Sägezahnauflistung werden die Transportfahrzeuge nicht parallel zum Gebäude wie bei Seitenverladung oder rechtwinklig wie bei der Heckverladung aufgestellt, sondern schräg. Der Anstellwinkel kann an die Gegebenheiten angepasst werden. In der Regel erfolgt die Sägezahnauflistung in Verbindung mit Sägezahnrampen.

Vorteile der Sägezahnrampen:

- Geringer Platzbedarf (siehe oben).
- Sägezahnrampen können so gestaltet werden, dass damit sowohl die Seitenverladung als auch die Heckverladung ermöglicht wird (siehe Abb. 2.2.2 / 04).

Nachteil der Sägezahnrampen:

- Gegenüber der Heckverladung können nicht so viele Verladestellen an einer Gebäudeseite untergebracht werden.
- Nach der BG-Broschüre [BGB 1] ist die Sägezahnrampe für kombinierte Seiten- und Heckverladung mit besonderen Unfallgefahren verbunden. Bei dieser Rampenart ist Verkehrsweg in der Fahrlinie durch Rampeneinschnitte unterbrochen. Gemäß der BG-Broschüre sollte anderen Rampen der Vorzug gegeben werden. Auf jeden Fall ist an diesen Sägezahnrampen ein Warnanstrich erforderlich.

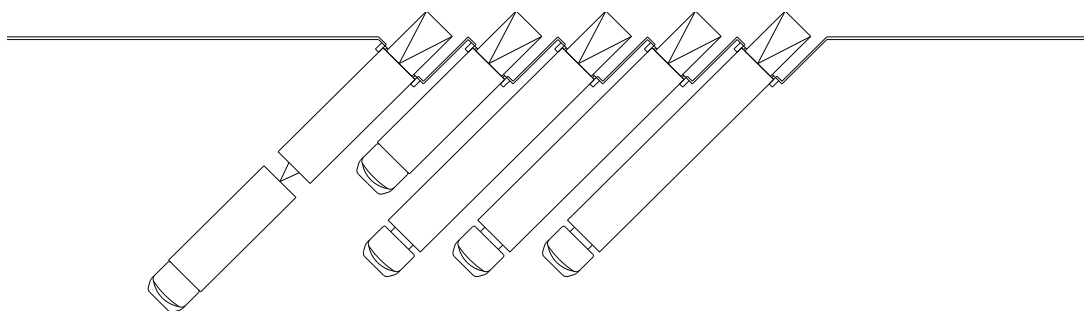
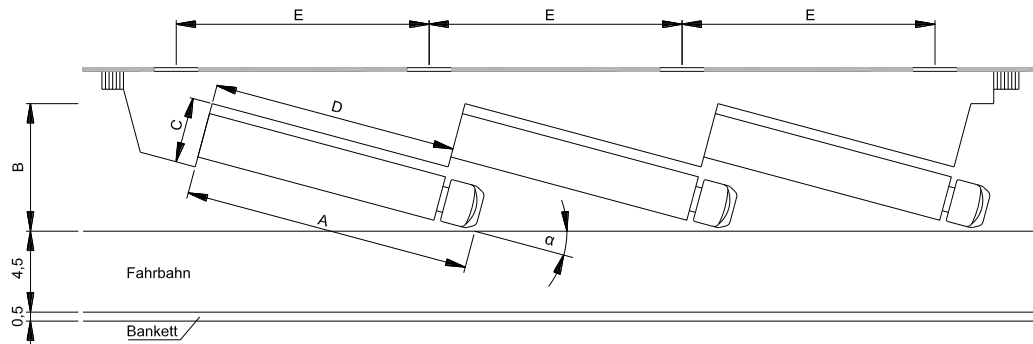


Abb.:2.2.2 / 03

Sägezahnrampen mit innenliegenden Ladebrücken



	Anstellwinkel $\alpha = 15^\circ$				Anstellwinkel $\alpha = 20^\circ$				Anstellwinkel $\alpha = 25^\circ$			
A	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E
12	6	3,5	13	13,5	7	3,5	9,6	10,2	7,9	3,5	7,5	8,3
16	7,2	3,5	13	13,5	8,7	4	11	11,7	9,9	4	8,6	9,5
18	7,6	3,5	13	13,5	9,3	4	11	11,7	10,6	4	8,6	9,5
Abb.: 2.2.2 / 04 Sägezahnrampe für kombinierte Heck- und Seitenverladung in Anlehnung an VDI 2360												

2.3 Laderampen

Die Laderampe ist die Übergabestelle der Ladeeinheiten von der Halle zum Transportfahrzeug, bzw. umgekehrt.

Laderampen sind grundsätzlich zu unterscheiden in

- Mobile, d. h. frei verfahrbare Rampen
- Stationäre Rampen

2.3.1 Mobile Rampen

Mobile Rampen sind Auffahrampen. Sie werden eingesetzt, wenn sich wie bei der Flurbeladung Hallenboden und Stellplatz des Nutzfahrzeuges auf gleichem Höhenniveau befinden. Die Überwindung des Höhenunterschiedes zwischen Hallenboden und Ladepritsche erfolgt über die schiefe Ebene der Auffahrrampe. Dadurch können Flurförderzeuge für die Be- und Entladung eingesetzt werden, die über keinen ausreichenden vertikalen Hub verfügen.

Die mobile Rampe kann sowohl für die Seitenverladung als auch für die Heckverladung eingesetzt werden.

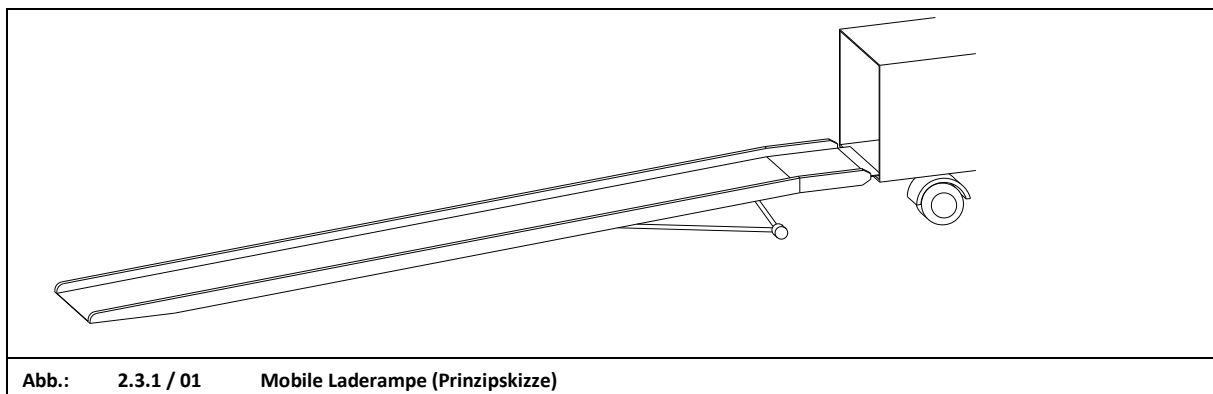


Abb.: 2.3.1 / 01 Mobile Laderampe (Prinzipiskizze)

2.3.2 Stationäre Rampen

Stationäre Rampen sind bauliche Einrichtungen, durch die das Niveau des Hallenbodens und die Ladehöhe der Nutzfahrzeuge in etwa auf gleiche Höhe gebracht werden. Dies kann auf zweierlei Art geschehen:

- Die Stellfläche für die Nutzfahrzeuge wird soweit abgesenkt, dass sich die durchschnittliche Höhe der Ladepritschen in etwa auf der Höhe des Hallenbodens befindet.

Anmerkung

Das Absenken der Stellplätze bietet sich an, wenn

- an einer bestehenden Halle (insbesondere bei einer ebenerdigen Halle) nachträgliche Verladestellen einzubauen sind;
- bei einem Neubau mit relativ großer Lagerfläche und mit nur wenigen Verladeplätzen. Das Anheben der gesamten Hallenfläche kann dann unverhältnismäßig werden.

Probleme können durch die Absenkung entstehen in Bezug auf

- die Entwässerung der abgesenkten Stellfläche;
- Gefährdungen im Winter durch Schnee und Eis.

- Das gesamte Hallenniveau wird auf die Ladehöhe der Nutzfahrzeuge angehoben. Dabei ist zu beachten, dass evtl. die optimale Höhe auf der Seite des Wareneingangs nicht mit der optimalen Höhe des Warenausgangs übereinstimmt, z.B.

- Anlieferung im Wareneingang mit Fernlastfahrzeugen (Ladehöhe ca. 1,2 – 1,4 m)
- Verteilung im Warenausgang mit Kleintransportern und City-LKW (0,5 – 1,0 m).

Bei sehr unterschiedlichen Anforderungen an die Ladehöhe sind die Alternativen gegeneinander abzuwägen:

- einen Teil der Verladestellen mit Ladebrücken auszustatten, die große Höhenunterschiede erlauben;
- den Hofbereich mit unterschiedlichem Höhenniveau zu gestalten.

Bei stationären Rampen ist (nach oben stehender Erläuterung) grundsätzlich zu unterscheiden in Rampen für:

- Seitliche Verladung (Seitenrampe)
- Heckverladung (Kopframpe oder Sägezahnrampe)
- Kombinierte Verladeart (Seiten- und Heckverladung über Sägezahnrampe)

Darüber hinaus ist zu unterscheiden in:

- Außen liegende Laderampen
- Innen liegende Laderampen
- Vorgebaute Laderampen in Verbindung mit Schleusen

Ein weiteres bauliches Unterscheidungsmerkmal bei stationären Laderampen ist:

- Laderampe ohne Überladebrücke
- Laderampe mit Überladebrücke

2.3.2.1 Außen liegende Laderampen:

Bei den außen liegenden Laderampen handelt es sich meist um einfache Betonladerampen, die außerhalb des Wareneingangs- bzw. Warenausgangsbereiches in Verlängerung des Hallenbodens an das Gebäude angebaut sind (siehe Abb. 2.3.2 / 01). Zur Überbrückung des Spaltes und des Höhenunterschiedes zwischen Rampe und LKW-Ladefläche werden häufig manuell bediente Überladebrücken eingesetzt.

Vorteil der außen liegenden Laderampe:

- Sowohl Heck-, Seitenverladung und kombinierte Heck- und Seitenverladung sind möglich.
- Verladung sperriger Güter, die Seitenverladung erfordern, ist möglich.
- Die Zu- bzw. Entladung von kleinen Anteilen der Ladekapazität, die eine Seitenverladung erfordern, ist möglich. Dies ergibt sich z.B. häufig bei Speditionsbetrieben.
- Innerhalb des Gebäudes wird kein Platz für Verladetechnik erforderlich.

Nachteil der außen liegenden Verladerampe:

- Die Verladung ist sehr wetterabhängig. Die Hallentore stehen meistens offen; die Verladetätigkeit erfolgt im Freien.
(Ausnahme: Ausstattung mit teleskopierbaren Wetterschutzsystemen)
- Auch sehr kostenintensive Vordächer bieten keinen ausreichenden Wetterschutz.

2.3.2.2 Innen liegende Laderampen

Innen liegende Laderampen sind i. d. R. Kopframpen für Heckverladung in Verbindung mit Überladebrücken (siehe unten). Die LKWs fahren zur Be- bzw. Entladung bis unmittelbar an das Hallentor heran. Die zum Höhenausgleich erforderliche Überladebrücke liegt innerhalb des Gebäudes.

Vorteile der innen liegenden Laderampen gegenüber den außen liegenden Laderampen:

- Weitgehende Wetterunabhängigkeit durch Torabdichtung
- In Verbindung mit Überladebrücken

Nachteil der innen liegenden Laderampe:

- Die Überladebrücke ragt in den Hallenbereich hinein (im Mittel ca. 3 m) und beeinträchtigt die Nutzbarkeit in diesem Bereich erheblich.
- Nur für Heckverladung geeignet
- Im Winter Wärmebrücke

2.3.2.3 Vorgebaute Laderampen in Verbindung mit Schleusen

Bei den vorgebauten Laderampen in Verbindung mit Schleusen ist das komplette System der Verladestelle außerhalb des Gebäudes an die Halle montiert. Zu dem System, bei dem das Tor die Schnittstelle zur Halle bildet, gehören:

- Die hydraulische Überladebrücke
- Die Schleuse
- Die Torabdichtung

Die Schleuse bildet die Umhausung des Systems. Sie besteht aus einer Rahmenkonstruktion, die i. d. R. mit Paneelen beplankt wird. Die Rahmenkonstruktion wird an der Fassade befestigt und auf dem Boden des Betriebshofes aufgeständert. Die Art der Beplankung kann nach den thermischen und / oder optischen Anforderungen variieren. Standardmäßig werden 40 mm dicke ISO-Paneelen verwendet.

Bei geringen Stellplatztiefen können die Systeme schräg, im Stil einer Sägezahnrampe an die Halle angebaut werden. Bei rechtwinkliger Anordnung der Systeme können die nebeneinander liegenden Schleusen so breit ausgelegt werden, dass sie miteinander verbunden sind. Die dadurch entstehenden Flächen seitlich der Überladebrücken können als z.B. als Stellflächen für Leerpalletten genutzt werden.

Vorteile des Systems:

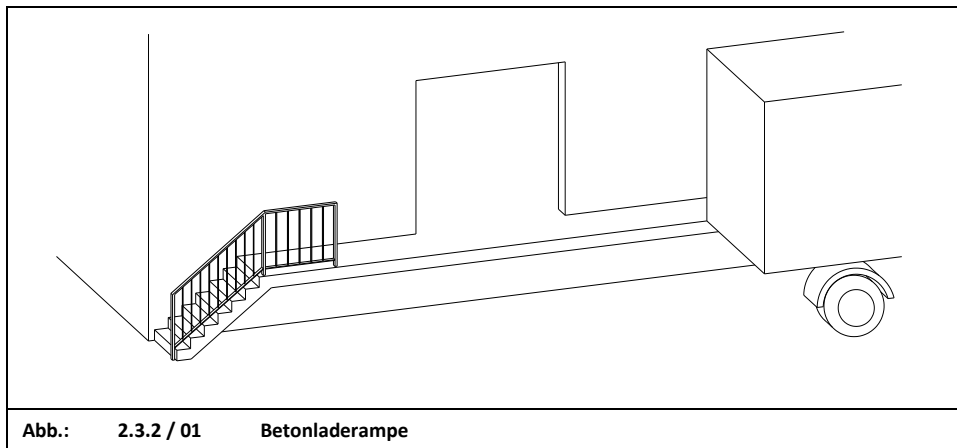
- Da das komplette System außerhalb des Gebäudes liegt, sind Verladestelle und Gebäude thermisch getrennt.
- Kein Platzbedarf für innen liegende Laderampe; dadurch kann die Halle effizienter genutzt werden.
- Kostengünstige Bauweise
- Durch die hydraulische Ladebrücken können LKWs mit unterschiedlichen Ladehöhen andocken

Nachteil des Systems

- Nur für Heckverladung geeignet

2.3.2.4 Stationäre Laderampen ohne Überladebrücken

Laderampen können in ihrer einfachsten Form als starre Betonrampe errichtet sein (s. Abb.). Die Nutzfahrzeuge fahren zum Be- oder Entladen jeweils seitlich oder rückwärts an die Rampe heran. Abstand und Höhenunterschied zwischen Ladefläche und Rampe werden durch manuell betätigte Überladebrücken, oder durch das Auflegen von Überladeblechen ausgeglichen.



Die an die Halle angebauten Betonrampen können je nach Nutzung nicht nur Verkehrswege sein, sondern evtl. auch Abstell- und Lagerflächen und / oder Arbeitsplätze für Kontroll- und Sortieraufgaben.

Rampenbreite

Die minimale Rampenbreite ist für die Breite des Verkehrsweges für Fußgänger auszulegen. Beim Einsatz von Transportmitteln auf der Laderampe ohne Gegenverkehr muss die maximale Breite von Transportmittel einschließlich der Ladung berücksichtigt werden, sowie ein beidseitiger Sicherheitsabstand; siehe DIN 18225 [DIN 25].

Mindestbreite für Verkehrswege für Fußgänger	0,8 m
Verkehr mit handbedienten Flurförderzeugen (z.B. Handgabelhubwagen)	
▪ Flurförderzeuge mit Paletten längs	1,4 m = 0,8 + 2 x 0,3 m
▪ Flurförderzeuge mit Paletten quer	1,8 m = 1,2 + 2 x 0,3 m
Verkehr mit kraftbetriebenen Flurförderzeugen (z.B. Gabelstapler)	2,2 m = 1,2 + 2 x 0,5 m
Tab.: 2.3.2 / 01	Mindestbreite für Verkehrswege auf Laderampen (ohne Einschränkung durch andere Nutzung – z.B. Lagerung von Leerpalletten)

In der Broschüre der Berufsgenossenschaft BG ETEM [BGB 1] „Innerbetrieblicher Transport“ wird gefordert „Ladebrücken und befahrbare Rampen müssen mindestens 1,25 m breit sein.“ Diese Mindestbreite gilt auch dann, wenn das Gesamtmaß aus Fahrzeugbreite und Sicherheitsabstand kleiner ist als 1,25 m. Nach der gleichen Broschüre darf dieses Maß „nur dann auf 1,00 m verringert werden, wenn bauliche Einrichtungen dies zwingend erfordern.“

Sonstige bauliche Anforderungen an Laderampen

- Rampenabgänge (Treppen):
 - In der Nähe der Be- und Entladestellen sollten Treppen angeordnet werden, damit die Beschäftigten nicht von der Rampe herunter springen.
 - Als Minimum vorgeschrieben ist jeweils eine Treppe in den Endbereichen.
 - Lange Rampen sollten mit mehreren Treppen ausgestattet werden.
 - Die Treppen müssen nach den baurechtlichen Bestimmungen ausgeführt werden.
- Absturzsicherung
Laderampen mit einer Höhe von mehr als 1,00 m sind in den Bereichen, an denen kein Ladebetrieb stattfindet, mit einer Absturzsicherung (z.B. Geländer) auszustatten.
- Überdachung
Laderampen sollten möglichst überdacht sein, um die Witterungseinflüsse zu minimieren.

2.3.2.5 Stationäre Laderampen mit Überladebrücken

Wesentliches Merkmal moderner Lager ist, dass an das Verladen sehr unterschiedliche Anforderungen gestellt werden:

- Die unterschiedlichen Fahrzeugtypen erfordern unterschiedliche Ladehöhen an den Verladestellen

Wechselbrücken und Kühlfahrzeuge	bis 1,60 m
Lastzug „konventionell“ (Zugmaschine mit Anhänger)	1,20 – 1,40 m
Sattelaufliieger	ca. 1,20 m
City-LKW	ca. 1,00 m
Jumbo-LKW und Mega-Trailer	0,70 – 1,00 m
Kleintransporter	ca. 0,50 m
I. d. R. empfohlenes Mittelmaß	1,20 – 1,30 m
Tab.: 2.3.2 / 02 Grobe Richtwerte für Verladehöhen	

- LKW für Ferntransporte verfügen i. d. R. über die maximal zulässige Breite von 2,55 m Außenmaß.
Die Ladepritsche eines Kleinlieferwagens liegt nicht nur deutlich niedriger, sondern sie ist auch deutlich schmaler.

Moderne Rampen werden daher in Verbindung mit mehreren Komponenten ausgeführt. Dazu gehören:

- die Überladebrücke
- das Industrietor
- die Torabdichtung
- die Steuerungssysteme
- das Sicherheitszubehör / Sicherheitssysteme
- ggf. eine Schleuse

2.3.3 Komponenten der stationären Verladerampe

Das Angebot an unterschiedlichen Komponenten für den Verladebereich ist sehr vielfältig. Im Folgenden sollen die Hauptkomponenten beschrieben werden. Zu den Hauptkomponenten zählen auch die Schleusen gem. Kap. 2.3.2.3.

2.3.3.1 Überladebrücken

Mit einer Überladebrücke wird zum einen der Spalt und zum anderen der Höhenunterschied zwischen Rampe und Ladepritsche des Fahrzeuges überbrückt. Überladebrücken müssen den Sicherheitsanforderungen der europäischen Norm EN 1398 entsprechen.

Die Planung der Überladebrücke hängt von vielen Faktoren ab. Hierzu sind im Vorfeld folgende Fragen zu klären:

- Höhe der Laderampe über Hofniveau bzw. LKW-Stellfläche?
- Sollen verschiedenartige Fahrzeuge an ein und derselben Überladebrücke andocken?
 - Minimale und maximale Ladehöhe der Fahrzeuge
 - Minimale und maximale Ladebreite der Fahrzeuge
- Belastung der Überladebrücke durch Flurförderzeug und Gewicht des Ladegutes?
- Sollen auch Transportfahrzeuge mit hydraulischer Ladebordwand (Heckverladung) abgefertigt werden?

Für die heruntergeklappte Ladebordwand muss eine Parktasche unter der Rampe vorgesehen werden.

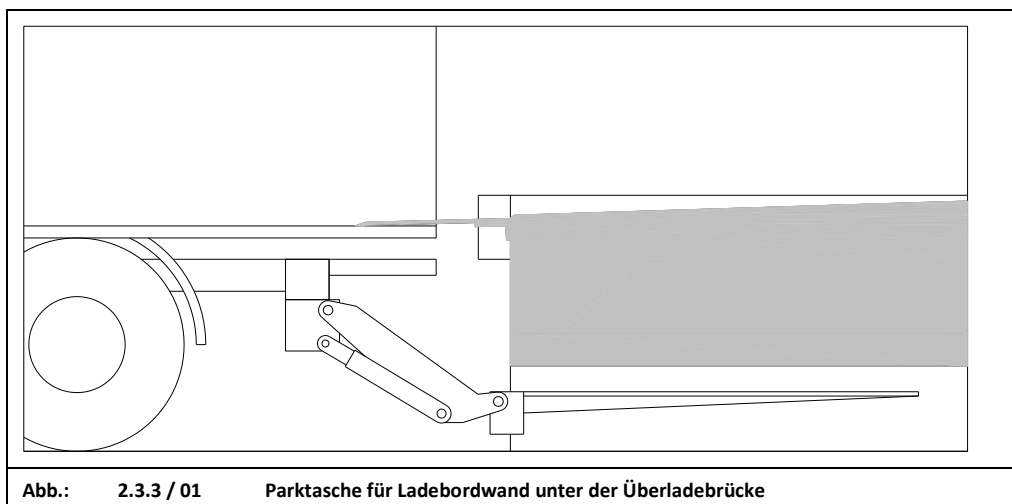


Abb.: 2.3.3 / 01 Parktasche für Ladebordwand unter der Überladebrücke

Die Überladebrücken sind grundsätzlich zu unterscheiden in:

- Manuell betätigte Überladebrücken.
- Mechanische und elektrohydraulische Überladebrücken

Manuell betätigte Überladebrücken

dienen primär der Überbrückung des Spaltes zwischen Rampe und Ladepritsche, sowie in begrenztem Umfang zur Überbrückung der Höhenunterschiede.

Anmerkung:

Überladebleche zählen nicht zu den Überladebrücken. Überladebleche sind die einfachste Form zur Überbrückung des Spaltes und des Höhenunterschiedes zwischen Rampe und Ladepritsche. Sie sind nicht mit der Rampe verbunden und werden bei Bedarf manuell zum Verladestellplatz getragen und manuell auf Rampe und Ladepritsche aufgelegt.

Überladebrücken sind ortsfest mit der Rampe verbunden, oder sie sind über ein Führungsprofil seitlich verschiebbar. Zur Unterstützung beim manuellen Schwenken können die Überladebrücken mit einem Gewichtsausgleich, oder mit Spiral- bzw. Gasdruckfedern ausgestattet sein. Sind die

Überladebrücken nicht im Gebrauch, sind sie i. d. R. in vertikaler Position. Dabei werden sie durch Fallsicherungen gegen unfreiwilliges Umstoßen gesichert.

Bei komplexen intralogistischen Systemen zählen manuell betätigte Überladebrücken nicht zum Stand der Technik. Einsatzkriterien sind:

- Geringer Höhenunterschied zwischen Rampe und Ladepritsche, d. h. nur für LKW mit annähernd gleich hohen Ladeflächen.
- geringe Anforderungen an die Umschlagsleistung
- Sie sind geeignet für offene Rampen und sie können sowohl für Heck- als auch für Seitenverladung eingesetzt werden.

Hydraulische Überladebrücken

Der befahrbare Bereich der hydraulischen Ladebrücken besteht aus 2 Komponenten:

- Dem Brücken-Plateau
- Den Anpasslippen

Die Hauptkomponente ist das Plateau, die eigentliche Überladebrücke. Durch das Schwenken des Plateaus werden die Höhenunterschiede zwischen LKW-Ladefläche und Rampe ausgeglichen. Nach EN 1398 ist eine Steigung bzw. Neigung von bis zu 12,5% zulässig.

Mit den Anpasslippen wird der Spalt zwischen LKW-Ladefläche und Brücken-Plateau überbrückt, der sich u. a. durch die Bautiefe der Anfahrpuffer ergibt. Die Anpasslippe muss nach EN 1398 mindestens 100 mm auf der Ladefläche aufliegen.

Diese Anpasslippen gibt es in 2 grundverschiedenen Bauweisen. Danach werden die Überladebrücken unterschieden in

- Klappkeil-Überladebrücke
- Vorschub-Überladebrücke

Der Klappkeil ist über Scharniere mit dem Plateau verbunden und hat einen hydraulisch betätigten Schwenkmechanismus. Beim Andocken eines LKWs wird zunächst das Plateau in die höchste Position angehoben; dabei schwenkt der Klappkeil aus. Anschließend wird das Plateau abgesenkt und der Klappkeil legt sich dabei auf die LKW-Ladefläche auf.

Die Anpasslippe der Vorschub-Ladebrücke besteht aus einem oder mehreren Segmenten, die sich im Ruhezustand unterhalb des Plateaus befinden. Nach dem Andocken des LKWs werden die Segmente ausgefahren und legen sich auf die LKW-Ladefläche auf. Durch die Unterteilung der Anpasslippe in Segmente kann die nutzbare Breite der Ladebrücke auf die jeweilige Breite der LKWs angepasst werden.

Die Klappkeil-Überladebrücke ist eine sichere und wirtschaftliche Lösung. Die Vorschub-Überladebrücke ist jedoch universeller aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit. Durch den zentimetergenauen Vorschub können selbst voll beladene LKWs, die nur eine geringe Auflage ermöglichen, entladen werden.

2.3.3.2 Torabdichtung

Torabdichtungen werden im Torbereich vor die Fassade, oder ggf. vor die Schleuse montiert. Vorteile der Torabdichtungen sind:

- Reduzierte Energiekosten
- Ergonomische Arbeitsplätze im Verladebereich

Bei den Torabdichtungen gibt es verschiedene Systeme:

- Torabdichtung durch Planen
- Torabdichtungen durch aufblasbare Kissen
- Torabdichtung durch Kissen- bzw. Wulste

Planen-Torabdichtung:

Die Planen-Torabdichtung ist die Standard-Torabdichtung. Sie bildet eine flexible Umhausung mit einer Bautiefe von ca. 500 mm und tiefer, in die der LKW einfahren kann. Die Planen-Torabdichtung ist für unterschiedliche LKW-Größen geeignet. Die Planen-Torabdichtung bietet einen guten Wetterschutz, kann aber bei Winddruck oder Schlagwetter das Eindringen von Feuchtigkeit nicht ganz vermeiden.

Die Planen-Torabdichtung besteht i. d. R. aus:

- Einem hinterem und einem vorderen Metallrahmen. Die Metallrahmen sind über Gelenkarme und Federmechanismus miteinander verbunden. Bei ungenauem Anfahren eines LKWs federt der Rahmen zurück.
- Eine umlaufende Plane schließt die Rahmenkonstruktion in der Tiefe nach außen ab.
- Die vordere Dichtebene für die LKWs wird durch eine Kopfplane und 2 seitliche Planen gebildet. Die Länge und Breite der Planen sind auf die Fahrzeuge und die Bautiefe der Torabdichtung abzustimmen.

Aufblasbare Torabdichtung:

Die aufblasbare Torabdichtung besteht aus 3 mittels Gebläse aufblasbaren Kissen, dem Ober- und den beiden Seitenkissen. Die Kissen werden erst nach dem Andocken eines LKWs aufgeblasen und umschließen damit den angedockten LKW. Das System empfiehlt sich insbesondere für Hallen, bei denen große Temperaturunterschiede zwischen drinnen und draußen herrschen, d.h. z.B. für Kühllhäuser oder beheizte Hallen.

Kissen-Torabdichtung:

Kissen-Torabdichtung gibt es als PVC-Kissen-Torabdichtungen oder als Schaumstoffkissen-Torabdichtung. Im Gegensatz zur Planen-Torabdichtung und zur aufblasbaren Torabdichtung fährt der LKW bei der Kissen-Torabdichtung nicht zwischen die Abdichtung. Der LKW wird mit geöffneten Türen gegen die Kissen gefahren. Beim Andocken werden die Kissen etwas eingedrückt, wodurch sie sich um die Konturen der LKW-Öffnung schmiegen.

Für spezielle Einsatzfälle ist die Kissen-Torabdichtung sehr gut geeignet. Es gibt aber einige Einschränkungen:

- Für Verladestellen, an denen LKWs mit annähernd gleichen Abmessungen der Ladeöffnung abgefertigt werden.
- Da die Kissen etwas in die Ladeöffnung des LKWs hineinragen, wird die Ladeöffnung verkleinert; der Zugang zur Ladung wird daher eingeschränkt.

2.3.3.3 Verladetore

Elementarer Bestandteil der Verladesysteme sind die Verladetore. Sie trennen den Innenbereich vom Außenbereich, wenn keine Verladung stattfindet. Angepasst an die thermischen Verhältnisse zwischen innen und außen gibt es Verladetore mit unterschiedlicher Dämmung.

Verladetore werden meist als Sektionaltor, aber auch als Rolltor ausgeführt. Es gibt mechanisch betriebene Verladetore, i. d. R. werden aber Verladetore elektrisch betrieben.

Zur Energieeinsparung und zur Verbesserung des Innenklimas können die Verladetore mit Schnellauftoren kombiniert werden.

2.3.3.4 Anfahrpuffer

Aufgabe der Anfahrpuffer ist, die Stöße durch andockende LKWs abzufangen und Beschädigungen an der Torabdichtung, der Rampe oder am Gebäude zu vermeiden. Bei einer Geschwindigkeit von nur 5 km/h können Aufprallkräfte von 20 t auftreten. Die Anfahrpuffer sind aus Gummi, PU oder sie sind zu mehrschichtigem Stahlpuffer mit dämpfendem Innenkern ausgebildet.

Fest angedockte LKWs machen beim Be- bzw. Entladen eine Ab- bzw. Aufwärtsbewegung. Vertikal bewegliche Anfahrpuffer, die sich den LKW-Bewegungen anpassen, können die Abnutzung der Puffer und damit die Ersatzkosten reduzieren.

2.3.3.5 Sicherheitssysteme und Systeme zur Andockunterstützung

Für die Sicherheitsausstattung von Verladerampen und zur Unterstützung beim Andocken gibt es unterschiedliche Komponenten.

Elektrisch betätigte Sicherheitssysteme sind:

- Näherungserkennung zwischen LKW und Verladestelle
- Ampelsteuerung und Ampelsignale und / oder Signalhupe
- Radkeil mit Sensor, für den Fall, dass der LKW aus seiner Position wegrollt.

Systeme zur Andockunterstützung sind neben den o. g. Systemen z.B. die Einfahrhilfen. Sie bestehen z.B. aus Betonwulsten oberhalb der Fahrbahndecke im Verladetorbereich, meist aber aus horizontal verlaufenden metallischen Roheren. Sie bilden i. d. R. Einfahrtrichter.

Vorteile dieser Einfahrhilfen sind:

- Präzises Anfahren an die Verladestelle
 - Einsparung von Zeit
 - Verhinderung von Beschädigungen an Torabdichtung, Rampe und ggf. an Fassade.

Nachteil dieser Einfahrhilfen ist:

- Der Reinigungs-, insbesondere der Winterdienst werden durch diese Einfahrhilfen stark behindert.

2.3.3.6 Steuerungssystem

Die Steuerung eines elektrisch betriebenen Verladetors sollte mit der Steuerung der Verladebrücke und den sonstigen elektrisch betätigten Sicherheitseinrichtungen gekoppelt sein. Stammen alle Systeme aus einer Hand, sind die einzelnen Steuerungen meist in einer Gesamtsteuerung integriert.

So kann z.B. zwischen Verladetor und Verladebrücke eine gegenseitige Verriegelung erzielt werden. Erst wenn das Tor vollständig geöffnet ist, würde in diesem Fall die Verladebrücke freigegeben werden; umgekehrt würde das Tor schließen, nachdem die Verladebrücke in Ruhestellung gefahren ist.

Auch elektrisch betätigte Komponenten der Torabdichtung könnten in die Steuerung integriert sein; wie z.B. aufblasbare Torabdichtungen.

2.3.4 Verladebereich mit semi- bzw. vollautomatischer Be- und Entladung

Zu den semi- bzw. vollautomatischen Verladetechniken für Stückgüter zählen z.B.:

- Portalkrane
- Stetigförderer-Systeme
- Skate-Systeme

Die Systeme und die Anforderungen für deren Einsatz sind in Teil II.4, Kapitel 4.1 „Einrichtungen für den Verladebereich“ beschrieben.

3. ANFORDERUNG AN DAS LOGISTIKGEBÄUDE

3.1 Anforderungen an Verkehrs- sowie an Flucht- und Rettungswege

Auf die Anforderungen an Verkehrswege sowie an Flucht- und Rettungswege beziehen sich mehrere Vorschriften, Normen oder Richtlinien. Bei der Neuerrichtung von Verkehrswegen sind zu beachten:

- die jeweils gültige Landesbauordnung, ggf. die Musterbauordnung (MBO)
- Industriebauanleitung (IndBauRL),
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
- zur ArbStättV ergänzende Technischen Regeln für Arbeitsstätten (z.B. ASR A1.3, ASR A1.8, ASR A2.3)
- DIN 18225 Industriebau; Verkehrswege in Industriebauten
- Regeln und Handlungshilfen der Unfallversicherungsträger, z. B.:
 - BGR / GUV-R 234 Lagereinrichtungen und Lagergeräte (Sept. 2006)
 - BGI 582 Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Transport- und Lagerarbeiten (2008)
 - BGI / GUV-I 5160 Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen (Dez. 2011)
 - DIN 15185-1: 1991-08 Lagersysteme mit leitliniengeführten Flurförderzeugen; Anforderungen an Boden, Regal und sonstige Anforderungen
 - E DIN 15185-2:2011-11 Flurförderzeuge – Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Einsatz in Schmalgängen.
 - VDI 2199 Empfehlungen für bauliche Planungen beim Einsatz von Flurförderzeugen

Die Anforderungen der unterschiedlichen Normen / Richtlinien an die Verkehrswege bzw. an die Flucht und Rettungswege können sich im Detail voneinander unterscheiden. Auch in der Terminologie gibt es Unterschiede. Insbesondere bei Lagern ist der Geltungsbereich der jeweiligen Richtlinie zu beachten. Gebäude, bzw. Lager ab einer bestimmten Höhe zählen zu den Sonderbauten (siehe Kapitel 4.3.2 „Gültigkeit der Regelwerke für Sonderbauten / Hochregallager“)

Die nachfolgenden Aussagen zu Verkehrs- und Fluchtwegen basieren im Wesentlichen auf der Arbeitsstättenverordnung und den ergänzenden Technischen Regeln für Arbeitsstätten. Bei den Anforderungen an Rettungswege wird auf die Musterbauordnung (MBO) und die IndBauRL verwiesen.

In der ASR A 1.8 werden unter Kapitel 3 „Begriffsbestimmungen“ diverse bautechnische Einrichtungen aufgeführt, wie z.B. auch

- Gänge, die der Bedienung / Nutzung von Betriebseinrichtungen dienen, wie z.B. Heizung, Fenster usw.
- Treppen, Hilfstreppen, Bautreppen, Steigleitern

Die nachfolgenden Aussagen beschränken sich aber auf die Verkehrswege, die primär dem Materialfluss dienen und die als Flucht- und Rettungswege erforderlich sind.

3.1.1 Definition „Verkehrswege“ und „Flucht- und Rettungswege“

- Verkehrswege sind nach ASR A 1.8 „für den Fußgänger- oder Fahrzeugverkehr (personengesteuert oder automatisiert) oder für die Kombination aus beiden bestimmte Bereiche auf dem Gelände eines Betriebes ...“ Dazu gehören insbesondere
 - Flure, Gänge (einschließlich Schmalgänge)
 - Treppen,
 - Laderampen.

- Fluchtwege sind nach ASR 2.3 Verkehrswege, an die besondere Anforderungen zu stellen sind. Fluchtwege im Sinne der ASR 2.3
 - dienen der Flucht aus einem möglichen Gefährdungsbereich innerhalb eines Gebäudes oder einer vergleichbaren Einrichtung, zu der Beschäftigte im Rahmen ihrer Arbeit Zugang haben.
 - dienen i. d. R. zugleich der Rettung von Personen.
 - führen durch einen Notausgang direkt ins Freie, oder in einen gesicherten Bereich. Zu den gesicherten Bereichen zählen z.B. benachbarte Brandabschnitte und notwendige Treppenträume.
- Rettungswege dienen der Rettung von Personen und dem Einsatz von Löschkräften. „Rettungsweg“ ist primär ein Begriff aus der Bauordnung.
Bei Rettungswegen wird nach § 33 MBO unterschieden zwischen ersten und zweiten Rettungsweg. Nach der IndBauRL gehören zu den Rettungswegen insbesondere:
 - Die Hauptgänge in den Produktions- und Lagerräumen
 - Die Ausgänge aus diesen Räumen
 - Die notwendigen Flure
 - Die notwendigen Treppen und die Ausgänge ins Freie

3.1.2 Anforderungen an Verkehrswege

Beim Errichten von Verkehrswegen sind Mindestabstände, Mindestbreiten und Mindesthöhen zu beachten.

Hinweis: Die nachfolgend angegebenen Maße gelten für neu zu errichtende Arbeitsstätten gemäß ASR A 1.8 vom November 2012.

Nach ASR A1.8 sind Verkehrswege nach der Art ihrer Verwendung zu unterscheiden:

- Wege für Fußgängerverkehr
- Wege für Flurförderfahrzeuge
- Wege für kombinierten Verkehr

Zu den Verkehrswegen zählen auch Schmalgänge, in denen Flurförderzeuge eingesetzt werden.

Soweit die Verkehrswege auch gleichzeitig für die Nutzung als Fluchtwege und / oder Rettungswege ausgelegt werden sollen (und dies gilt für die meisten Verkehrswege), sind die entsprechenden Regelungen für Flucht- und Rettungswege zu beachten (siehe unten).

Grundsätzlich sollen Verkehrswege möglichst gradlinig verlaufen, übersichtlich sein und sie sollen waagrecht angelegt sein. Nicht vermeidbare Höhenunterschiede sind vorzugsweise durch Schrägrampen auszugleichen. Die maximalen Neigungen der Schrägrampen in Abhängigkeit von der Nutzung sind in nachfolgender Tabelle angegeben:

Art der Rampe		Maximale Neigung	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schrägrampen im Regelfall ▪ Abweichend für Schrägrampe im Verlauf von Fluchtwegen ▪ Abweichend für Schrägrampe beim Einsatz von Flurförderzeugen ohne Fährantrieb bzw. manuell zu bewogender Transportmittel ▪ Abweichend für Schrägrampe entsprechend Gefährdungsbeurteilung (Einzelfallregelung) 		5°	8%
		3,5°	6%
		3,5°	6%
		7°	12,5%
Tab.: 3.1.2 / 01 Max. Neigungen für Schrägrampen bei unterschiedlichen Nutzungsarten in Anlehnung an ASR A 1.8			

3.1.2.1 Verkehrswege für Fußgängerverkehr

Bei Wegen für Fußgängerverkehr ist die Mindestbreite abhängig von der Personenanzahl aus dem Einzugsgebiet. Sie entsprechen den Regelungen für Fluchtwege nach ASR A2.3 (siehe Kapitel 3.1.3).

Für Verkehrswege für Fußgänger zwischen Lagereinrichtungen und –geräten, die keine Fluchtwege sind, gelten folgende Regelungen:

Mindestbreite von Verkehrsweegen und Nebengängen für Fußgängerverkehr zwischen Lagereinrichtungen – und geräten	
▪ Verkehrswege zwischen Lagereinrichtungen –und geräten (in früheren Regelungen als Hauptgänge bezeichnet):	1,25 m
▪ Nebengänge von Lagereinrichtungen für die ausschließliche Be- und Entladung von Hand	0,75 m
Tab.: 3.1.2 / 02 Verkehrswege für Fußgänger im Lager nach BGR 234	

Ein Sonderfall sind „Gänge zu persönlich zugewiesenen Arbeitsplätzen, Hilfstreppen“. Hierfür gilt die Mindestbreite von 0,6 m.

Die lichte Höhe über Verkehrsweegen für Fußgängerverkehr muss beim Errichten von neuen Arbeitsstätten mindestens 2,10 m betragen.

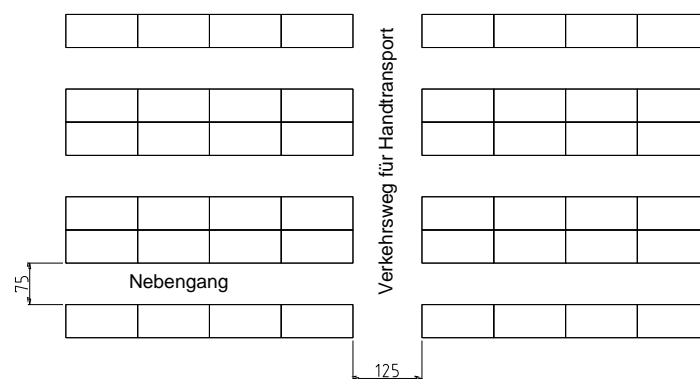


Abb.:3.1.2 / 01

Mindestbreite von Verkehrsweegen und Nebengängen für Fußgängerverkehr zwischen Lagereinrichtungen – und geräten

3.1.2.2 Verkehrswege für Fahrzeuge mit und ohne Fußgängerverkehr

Die Verkehrswege für Fahrzeuge / Flurförderzeuge müssen bestimmte Anforderungen erfüllen bezüglich minimaler Breite und minimaler lichter Höhe. Zur Bestimmung dieser minimalen Verkehrswegbreiten- und Höhen müssen u. a. die einzusetzenden Flurförderzeuge und deren Parameter bekannt sein. Die erforderlichen Abmessungen der Flurförderzeuge (Länge, Breite, Wenderadius, maximale Höhe im Transportzustand) sind den Datenblättern der jeweiligen Hersteller zu entnehmen (siehe auch Teil II.3, Kap. 2.1.3 „Erforderliche Arbeitsgangbreiten für Flurförderzeuge“).

Breite der Verkehrswege

Die erforderliche Breite der Verkehrswege für Fahrzeuge / Flurförderzeuge ist abhängig von

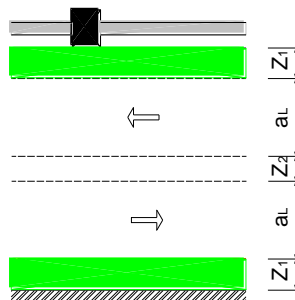
- den Abmessungen der Flurförderzeuge einschließlich der jeweiligen Last, die transportiert wird,
- der Streckenführung (geradlinige Fahrt oder Kurvenfahrt)
- dem Platzbedarf für eventuell erforderliche Rangiervorgänge, z.B. vor Regalen.

Verkehrswegbreite bei geradliniger Fahrt:

In Anlehnung an DGUV 108-007 (ehem. BGR 234 Kap. 4.1.4) müssen Verkehrswege für kraftbetriebene oder spurgebundene Fördermittel so breit sein, dass auf beiden Seiten der Fördermittel ein Sicherheitsabstand gewährleistet ist (siehe Abbildung unten).

- Die Breite des Fördermittels (a_L) wird repräsentiert durch die maximale Breite des Fahrzeuges oder des Ladegutes.
- Zum Sicherheitsabstand gehören (siehe ASR A1.8):
 - Randzuschläge (Z_1), wobei unterschieden wird, ob mit oder ohne Fußgängerverkehr
 - Begegnungszuschläge bei Gegenverkehr (Z_2)

Diese Sicherheitszuschläge sind abhängig von der Fahrgeschwindigkeit. Bei Geschwindigkeiten von mehr als 20 km/h sind für die Sicherheitszuschläge Z_1 und Z_2 größere Werte als in der Tabelle unten erforderlich.



a_L	Maximale Breite des Fahrzeuges oder des Ladegutes		
Z_1	Randzuschläge links und rechts (jeweils minimal)		
	▪ ohne Fußgängerverkehr		0,5 m
	▪ mit gleichzeitigem Fußgängerverkehr		0,75 m
Z_2	Begegnungszuschlag		
			0,4 m

Abb.:3.1.2 / 02

Mindestbreite von Verkehrswegen einschließlich der Sicherheitszuschläge bei Geschwindigkeiten bis maximal 20 km/h.

In der nachfolgenden Tabelle sind für einige Flurförderzeuge Richtwerte für Verkehrswegbreiten bei unterschiedlicher Nutzung aufgelistet. Bei den Richtwerten handelt es sich um Mittelwerte, die auf Basis der Daten unterschiedlicher Hersteller errechnet wurden.

Anmerkung: Die Arbeitsgangbreiten A_{St} der Hersteller enthalten geringere Sicherheitszuschläge.

Palette längs (b x l): 800 x 1200 mm Palette quer (b x l): 1000 x 1200 mm Hubhöhe = h (zirka-Werte in [m])	ohne Gegenverkehr ohne Fußgänger		ohne Gegenverkehr mit Fußgänger		Gegenverkehr ohne Fußgänger		Gegenverkehr mit Fußgänger	
	längs	quer	längs	quer	längs	quer	längs	quer
Geräte zur Lagerbedienung mit einer Tragkraft von 1,2 – 1,5 t								
Niederhubwagen (manuell)	1,85	2,20	2,30	2,70	3,00	3,80	3,50	4,00
E-Niederhubwagen	2,05	2,20	2,30	2,70	3,00	3,80	3,50	4,30
E-Hochhubwagen (Mitgänger)	2,15	2,20	2,30	2,70	3,00	3,80	3,50	4,30
Fahrerquersitz-Stapler (h ca. 4,5 m)	2,60	2,65	2,60	2,70	3,00	3,80	3,50	4,30
Schubmast-Stapler (h ca. 4,5 m)	2,70	2,65	2,75	2,75	3,80	3,80	4,30	4,35
Schubmast-Stapler (h ≥ 9 m)	2,85	2,80	2,85	2,80	3,95	3,85	4,45	4,45
Dreirad-Frontstapler (h ca. 4,5 m)	3,20	3,10	3,20	3,10	3,45	3,95	3,80	4,30
Tab.: 3.1.2 / 03 Richtwerte für Verkehrsweg-Breiten im Regalgang / Stapelgang mit 90° - Lagerbedienung; Fahrgeschwindigkeit ≤ 20 km/h (Verkehrswegbreite ≥ Breite Arbeitsgang A_{St})								

Unterschreitungen von den Rand- und Begegnungszuschlägen sind nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen zulässig und erfordern i. d. R. eine gesonderte Gefährdungsbeurteilung.

- Auf Randzuschläge kann nach BGR 234 verzichtet werden, wenn der Zugang von Personen durch bauliche Maßnahmen verhindert ist.
- Sind keine baulichen Maßnahmen getroffen, darf nach BGR 234 der Sicherheitsabstand nur unterschritten werden, wenn die besonderen Bestimmungen für den Betrieb von Flurförderzeugen in Schmalgängen eingehalten werden.
- Nach ASR A1.8 Kap. 4.3, Pkt. 9 sind Abweichungen nach der Gefährdungsbeurteilung zulässig, wenn beim Einsatz automatisch gesteuerter Transportmittel (fahrerlos betrieben), geeignete Personenerkennungssysteme verwendet werden.

Verkehrswegbreite bei Kurvenfahrt:

Nach ASR A1.8, Kap. 4.3, Pkt. 6 ist an Kurven und zweckmäßigerweise auch an Kreuzungen die Breite des Verkehrsweges in Abhängigkeit von den Wenderadien der Fahrzeuge einschließlich Ladegut zu bemessen.

Verkehrswegbreite für Rangiervorgänge

Sollen in einem Verkehrsweg Rangiervorgänge möglich sein, wird die Verkehrswegbreite ganz besonders von den einzusetzenden Flurförderzeugen bestimmt. Neben den Abmessungen der einzusetzenden Flurförderzeuge sind die Verkehrswegbreiten auch abhängig von der jeweiligen Bauart. Dreiradstapler und Vierradstapler haben z.B. sehr unterschiedliche Wenderadien.

Die Verkehrswegbreite ist so zu bemessen, dass neben den erforderlichen minimalen Gangbreiten infolge der Fahrzeugdaten und des Ladegutes mindestens noch ein Sicherheitsabstand von 10 cm gewährleistet ist.

Sicherheitsabstand zu Türen, Toren, Durchgängen usw.:

- Wege für den Fahrverkehr müssen in einem Abstand von mindestens 1,00 m an Türen und Toren, Durchgängen, Durchfahrten und Treppenauftritten vorbeiführen [ASR 17/1,2, Kap. 2.3.7].
- Bei Wegen für den Fußgängerverkehr müssen Treppen und Stufen unmittelbar vor und hinter Türen einen Abstand von mindestens 1,0 m einhalten, bei aufgeschlagener Tür mindestens 0,5 m [nach ASR A1.8, Kap. 4.2 Pkt. 9].

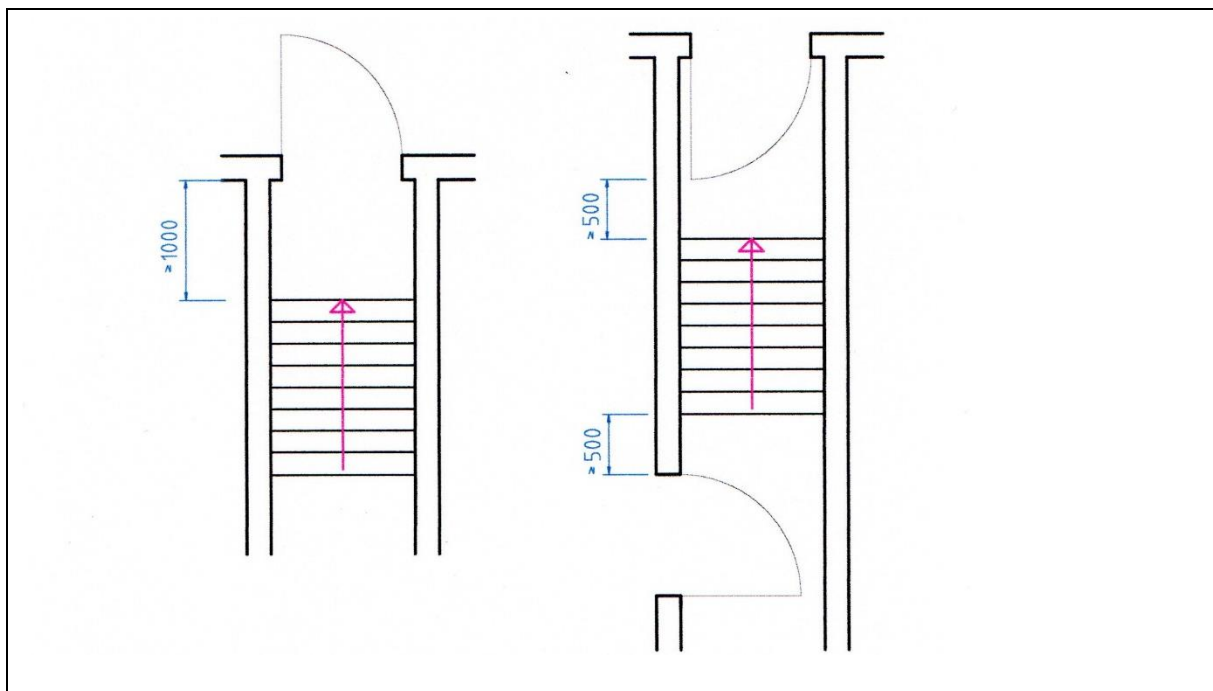


Abb. 3.1.2 / 03 Abstandsmaße von Treppen zu Türöffnungen (In Anlehnung an ASR A1.8)

Lichte Mindesthöhe über Verkehrswegen

Die lichte Mindesthöhe über Verkehrswegen für Fahrzeuge ergibt sich nach ASR A1.8 Kap. 4.3, Pkt. 7 aus der größten Höhe

- des Fahrzeugs einschließlich Ladung in Transportstellung
- sowie dem stehenden oder sitzenden Fahrer
- einem Sicherheitszuschlag von mindestens 0,20 m.

3.1.2.3 Anforderungen an Verkehrswege in Schmalganglagern

„Schmalgänge“ sind nach ASR A1.8, Kap. 3.5 „Verkehrswege für kraftbetriebene Flurförderzeuge in Regalanlagen ohne beidseitigen Randzuschlag von jeweils mindestens 0,5 m“ (vergleiche oben). Die minimale Breite der Schmalgänge entspricht der Arbeitsgangbreite A_{St} .

(Nicht zu diesen Schmalgängen zählen die Gänge in Einfahrregalen.)

Um den Personenschutz auch in diesen Schmalgängen zu gewährleisten, sind gegenüber normalen Verkehrswegen zusätzliche technische und organisatorische Maßnahmen notwendig (siehe auch Teil II.2, Kap. 6.2.1.3 „Maßnahmen zum Personenschutz und zur Gassensicherung“). Die jeweils relevanten Maßnahmen sind vom Anwendungsfall abhängig.

- Eine bauliche Maßnahme ist das Absperren der einzelnen Schmalgänge durch entsprechende Sicherungssysteme um unbefugtes Betreten oder Befahren zu vermeiden.
- In Schmalganglagern dürfen keine Quergänge die Schmalgänge kreuzen. Ausnahme sind Quergänge, die ausschließlich als Fluchtwege dienen [BGI / GUV-I 5160].
- Sackgassen in Schmalganglagern müssen über Notausgänge verfügen.

3.1.3 Anforderungen an die Fluchtwege

Die Anforderungen an die bauliche Ausführung von Flucht- und Rettungswege sind in der DIN 4102 [DIN 21] geregelt. Hierzu zählen z.B. die Anforderungen an

- Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- Feuerschutzabschlüsse,
- Lüftungsleitungen
- Bedachungen

Fluchtwegbreite

Die Mindestbreite der Fluchtwege bemisst sich gemäß ASR A2.3 nach der Höchstzahl der Personen, die im Bedarfsfall den Fluchtweg benutzen, d. h. der Anzahl der Personen im Einzugsgebiet. Dies beinhaltet sowohl die dort Beschäftigten als auch Dritte, die sich dort aufhalten können.

Nach ASR A 2.3 wird gefordert: „Bei der Bemessung von Tür-, Flur- und Treppenbreiten sind sämtliche Räume und für die Flucht erforderliche und besonders gekennzeichnete Verkehrswege in Räumen zu berücksichtigen, die in den Fluchtweg münden“.

Anzahl der Personen im Einzugsgebiet	Lichte Breite (m)
▪ bis 5	0,875
▪ bis 20	1,00
▪ bis 200	1,20
▪ bis 300	1,80
▪ bis 400	2,40
Tab.: 3.1.3 / 01 Mindestbreite der Fluchtwege nach ASR A 2.3 in Abhängigkeit von der Anzahl der Personen	

Die Mindestbreite des Fluchtweges darf durch Einbauten oder Einrichtungen nicht eingeschränkt werden. Dies gilt prinzipiell auch für Türen, die in Fluchtwegrichtung zu öffnen sind, jedoch kann eine Einschränkung von bis zu 0,15 m an Türen vernachlässigt werden. Die lichte Breite von 0,8 m darf jedoch an keiner Stelle des Fluchtweges unterschritten werden.

Fluchtweglänge

Die Fluchtweglänge ist definiert als „die kürzeste Wegstrecke in Luftlinie gemessen vom entferntesten Aufenthaltsort bis zu einem Notausgang“. Die Länge der Fluchtwege ist generell begrenzt. Die zulässige Gesamtlänge der Fluchtwege ist jeweils abhängig von

- der Gefährdung innerhalb der Räume
- den Regelungen der jeweiligen Landesbauordnung

▪ Normale Arbeitsräume	35 m
▪ Brandgefährdete Räume mit selbsttätigen Feuerlöscheinrichtungen	35 m
▪ Brandgefährdete Räume ohne selbsttätigen Feuerlöscheinrichtungen	25 m
▪ Giftstoff- und explosionsgefährdete Räume	20 m
▪ Explosionsgefährdete Räume	10 m
Anmerkung 1	Fluchtweglänge gemessen in <u>Luftlinie</u> vom entferntesten Ort bis zu einem Notausgang
Anmerkung 2	Unter Berücksichtigung der Einbauten dürfen die tatsächlichen Wegstrecken bis zum 1,5 – fachen der Tabellenwerte, d. h. der jeweiligen Strecke der Luftlinie betragen
Tab.: 3.1.3 / 02 Richtwerte für die maximale Fluchtweglänge in Abhängigkeit von der Gefährdung	

Zur Einhaltung dieser Fluchtweglängen können in einem Regallager Fluchtwege quer durch die Regalanlage erforderlich werden. Die Regaldurchgänge müssen gegen das Herabfallen von Ladeeinheiten und das Hindurchfallen von Lagergut gesichert werden.

Fluchtweghöhe

Bei Gebäuden im Bestand muss nach ASR A2.3 die lichte Höhe über Fluchtwegen mindestens 2,00 m betragen. Eine Reduzierung der lichten Höhe von max. 0,05 m an Türen kann vernachlässigt werden. Beim Errichten von neuen Arbeitsstätten muss die lichte Höhe mindestens 2,10 m betragen.

3.1.4 Anforderungen an Rettungswege

In der IndBauRL werden unter Pkt. 5.5 Anforderungen an Rettungswege beschrieben (Anmerkung: Die IndBauRL gilt nicht für Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9m bis Oberkante Lagergut; siehe auch Kapitel 4.3.2). Die angegebenen Entfernungen werden in Luftlinie angegeben; jedoch nicht durch Bauteile gemessen. In Anlehnung an die IndBauRL wird u. a. gefordert:

- Jeder Produktions- oder Lagerraum mit einer Fläche von mehr als 200 m² muss mindestens 2 Ausgänge haben.
- Von jeder Stelle eines Produktions- oder Lagerraumes soll mindestens ein Hauptgang nach höchstens 15 m Lauflänge erreichbar sein. Hauptgänge
 - müssen mindestens 2 m breit sein.
 - sollen auf kurzem Weg zu Ausgängen ins Freie führen, oder in gesicherte Bereiche, wie bzw. zu notwendigen Treppenträumen, zu anderen Brandabschnitten oder zu anderen Brandbekämpfungsabschnitten mit gesicherten Wegen ins Freie.
- Die maximale Entfernung zwischen einer beliebigen Stelle eines Produktions- oder Lagerraumes zu mindestens einem Ausgang ins Freie oder einem gesicherten Bereich ist sowohl abhängig von der Raumhöhe als auch vom Vorhandensein brandschutztechnischer Einrichtungen (z.B. geeignete automatische Brandmeldeanlagen, oder selbsttätige Feuerlöschanlagen mit Alarmierung).

Brandschutztechnische Einrichtung	Raumhöhe	Entfernung
▪ Keine brandschutztechnische Einrichtung vorhanden:	bis 5 m	35 m
	ab 10 m	50 m
▪ Automatische Brandmeldeanlage mit Alarmierung oder selbsttätige Feuerlöschanlage mit Alarmierung	bis 5 m	50 m
	ab 10 m	70 m
Bei mittleren lichten Raumhöhen zwischen 5 und 10 m darf interpoliert werden.		
Tab: 3.1.4 / 01 Maximale Entfernungen bei Rettungswegen		

- Mehrgeschossige Industriebauten mit einer Grundfläche von mehr als 1.600 m² müssen in jedem Geschoss mindestens 2 möglichst entgegengesetzt liegende bauliche Rettungswege haben.

Einer der Rettungswege darf auf das Grundstück führen über:

- Außentreppen ohne Treppenräume
- Rettungsbalkone
- Terrassen und / oder
- begehbare Dächer

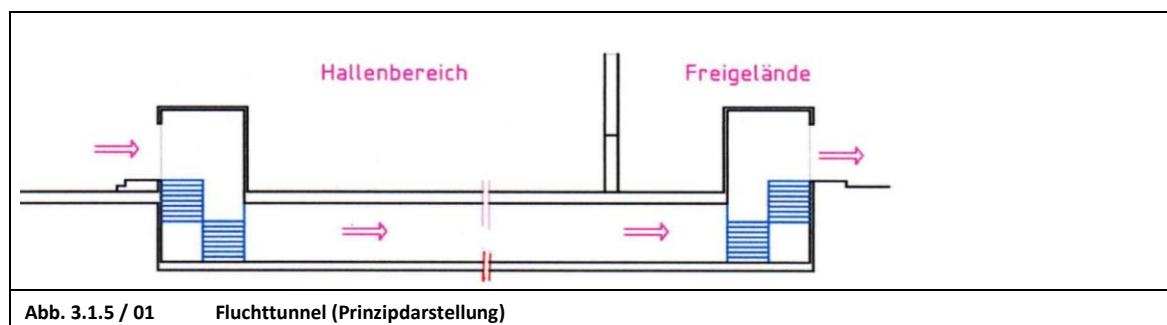
Voraussetzung hierfür ist, dass er im Brandfall durch Feuer oder Rauch nicht gefährdet werden kann.

Verkehrswege, die auch als Feuerwehruzufahrten genutzt werden, sind nach ASR A1.8 mit einem Lichtraumprofil von mindestens 3,50m x 3,50 einzurichten.

3.1.5 Sonderlösungen für Flucht- und Rettungswege

In großflächigen Hallen und insbesondere auch in personenbedienten Hochregallagern mit sehr langen Regalgassen sind die Anforderungen an die Fluchtweglänge nur schwer einzuhalten. In der Vergangenheit wurden daher Sonderlösungen in Form von Fluchttunneln realisiert, d. h. der Fluchtweg wurde unter den Hallenboden verlegt [BIB 1]. Dies waren aber sehr kostenintensive Lösungen, die mit erheblichem technischem Aufwand verbunden waren. Dies betrifft z.B.:

- Der Tunnel musste ein eigener Brandabschnitt sein.
 - Die Eingänge zum Tunnel mussten umhaust sein.
 - Die Eingänge mussten durch wasserdichte und feuerhemmende Türen (Schott) verschlossen sein.
- Es mussten Vorkehrungen getroffen werden, dass der Tunnel nicht mit Löschwasser geflutet wird (z.B. durch die Sprinkleranlage). Dazu mussten die Eingänge so hoch über Hallenboden-Niveau angeordnet sein, dass selbst bei maximalem Löschwasserstand in der Halle die Schwellen der Eingangstüren nicht erreicht werden können.
- Der Tunnel musste über eine Entrauchung verfügen.



Anmerkung:

In keiner deutschen Sicherheitsvorschrift wird ein Fluchttunnel als zulässige Lösung erwähnt. Es wäre ggf. eine Ausnahmegenehmigung erforderlich.

3.2 Anforderung an Wareneingang / Warenausgang, Nebenfunktionsräume

Durch geeignete Auswahl und Dimensionierung des Stützenrasters sollten die Bereiche Wareneingang / Warenausgang möglichst stützenfrei sein. Die erforderliche Raumtiefe ab Überladbrücke ist systemabhängig. In der Raumtiefe sind die Puffer- bzw. Bereitstellplätze unterzubringen, sowie die Verkehrswege und / oder die Rangierflächen um die Ladeeinheiten bereitzustellen, bzw. abziehen. Für die WE / WA-Bereiche hinter den Verladestellen für Trailer sind i. d. R. Raumtiefen von ca. 25 m erforderlich (siehe Teil I, Kap. 2.1.4 „Flächen- und Raumbedarf für WE und WA“).

In den Bereichen WE / WA und auch in den benachbarten Lagerbereichen werden i. d. R. elektrisch betriebene Flurförderzeuge eingesetzt. Für diese Flurförderzeuge müssen Lade- und Servicestationen vorgehalten werden.

Die Bereiche WE / WA benötigen i. d. R. nicht die Hallenhöhe des benachbarten Lagers. Das Puffern der angelieferten Waren im WE sowie das Bereitstellen zum Versand erfolgt in der Regel bodennah. Ausnahmen gibt es im Bereich Warenausgang. Hier werden mitunter für die Auftragszusammenstellung und für die Versandbereitstellung Regale, insbesondere Durchlaufregale eingesetzt. Es gibt auch mehrere automatisierte Bereitstellungssysteme im Warenausgang. Dabei gibt es u. a. Systeme, die ähnlich wie automatische Hochregallager funktionieren.

Zur Nutzung des wertvollen Luftraumes oberhalb der Bereiche WE / WA kann dieser Gebäudetrakt mehrgeschossig ausgelegt werden. Die Obergeschosse können für Funktionsbereiche genutzt werden, die nicht über intensive Materialströme an bodennahe Funktionsbereiche angebunden sind, z.B. Fachbodenregale zur Kleinteilekommissionierung / Ersatzteillager. Diese Etagen können aber auch für den Einbau von Nebenfunktionsräumen, wie z.B. Büro- und Sozialtrakt (siehe Kap. 3.5) genutzt werden. Auch das Büro des Lagermeisters kann im 1. OG angeordnet werden. Von hier aus kann er sowohl einen guten Überblick über die Verladestellen haben, als auch nach innen über die Bereiche WE / WA.

Der Einbau von Obergeschossen kann geschehen,

- indem dieser gesamte Komplex von vornherein mehrgeschossig geplant wird, ggf. mit brandschutztechnisch abgetrennten Zwischengeschossen (Mezzaningeschosse).
- durch Einziehen von zur Halle hin offenen Fertigteilbühnen. Hierdurch kann die Hallenhöhe von vornherein oder nachträglich in zwei oder mehrere Ebenen aufgegliedert werden.

3.2.1 Gebäudeform / Gebäudegeometrie in Abhängigkeit vom WE / WA

Die Anforderungen an WE / WA und die jeweils erforderliche Anzahl der Verladestellen sowie deren Anordnung zueinander haben wesentlichen Einfluss auf die Gebäudegröße und die Gebäudeform. Die Aufgaben / Funktionen sowie die Kriterien für die Anordnungsmöglichkeiten der Verladestellen der Bereiche WE / WA sind im Teil I, Kapitel 2.1 beschrieben.

Aus planerischer Sicht und auch aus Sicht der Baukosten ist die rechteckige Halle im Allgemeinen die günstigste Gebäudeform. Dies gilt insbesondere für konventionelle intralogistische Systeme mit den Funktionsbereichen Wareneingang, Lager, Kommissionierung und Warenausgang. Für nahezu lagerfreie Umschlagsysteme (Cross Docking) können unter bestimmten Voraussetzungen andere Gebäudeformen zweckmäßiger sein.

Bei den meisten intralogistischen Systemen erfolgt die Anlieferung und Abholung der Waren über den Straßenverkehr, d. h. über Fahrzeuge wie Kleintransporter, Gliederzug oder Trailer. Manche Systeme verfügen aber auch über eine eigene Bahnanbindung für den Wareneingang und / oder Warenausgang. Bei einer Aufteilung der Anlieferungen und Abholungen auf LKW und Bahn ergeben sich Gebäudeproportionen, die im Einzelfall betrachtet werden müssen.

Der Regelfall sind rechteckige Gebäude, bei denen die Anlieferung und Abholung über LKW-Laderampen erfolgt. Einflussfaktoren auf die erforderliche Länge des Hallenbereiches für Wareneingang und Warenausgang sind

- Arten der Be- und Entladung; (Heck- und / oder Seitenverladung) und damit die Art der Rampe (Kopf-, Längs-, oder Sägezahnrampe)
- der Zahl der erforderlichen Verladestellen (diese Anzahl an LKW-Stellplätzen ist abhängig von der Anzahl der Be- und Entladungen in Spitzenzeiten sowie der Dauer für das jeweilige Be- und Entladen);
- die Rasterbreite des Gebäudes in der Außenfassade, wobei diese Rasterbreite möglichst modular zur Rasterbreite der restlichen Anlage sein sollte. Das Raster in der Außenfassade ist i. d. R. so begrenzt, dass maximal eine Verladestelle innerhalb eines Rasters untergebracht werden kann.
- Neben gebäudespezifischen Einflussfaktoren ergibt sich die optimale Rasterbreite aus:
 - der Art des Puffer- bzw. Bereitstellungssystems
 - dem Flächenbedarf für das Puffer- bzw. Bereitstellungssystem inkl. Wegflächen
 - und insbesondere aus den Wegzeiten für das Beschicken / Abziehen der Ladeeinheiten zu oder von den Puffer- bzw. Bereitstellplätzen.

3.2.2 Eigenarten bei Cross Docking- Systemen

Cross-Docking-Terminals sind Warenumschlagszentren, bei denen je LKW-Lieferung Waren von unterschiedlichen Lieferanten kundenspezifisch vorkommissioniert an das Cross-Docking –Zentrum übergeben werden, um dann in Richtung der Endempfänger zu neuen Transporteinheiten zusammen gestellt zu werden. Im Idealfall erfolgt praktisch keine Lagerhaltung innerhalb des Systems (siehe auch Teil I, Kap. 1.3.1 „Cross-Docking-Systeme“, Abb 1.3 /01).

Bauliche Eigenarten eines Cross-Docking-Systems sind:

- Relativ geringe Hallenhöhe, da die Nutzung der Höhe für die Lagerung praktisch wegfällt.
- Sehr viele Verladestellen für WE / WA und damit ein sehr schlankes Gebäude. Die Standardform wird daher auch I-Form genannt.

Mit wachsenden Anforderungen an die Anzahl der Verladestellen wird eine Halle in I-Form zwangsläufig immer länger. Damit verlängern sich auch die Wege für die Verteilung und somit auch die Umschlagszeit. Es gibt somit eine kritische Anzahl Tore, bei der eine andere Gebäudeform wirtschaftlicher werden kann.

Mit dem Kriterium „Durchschnittliche Distanz zwischen den Toren“ wurden in Simulationsstudien von *Bartholdi* und *Gue* verschiedene Gebäudegrundrisse in Abhängigkeit von der Anzahl der erforderlichen Verladestellen verglichen und zwar die I-, L-, T-, H-, und X- Form. Dem rechteckigen Gebäude in I-Form wurden somit Gebäude mit Flügel-Anbauten gegenüber gestellt.

Die Eckbereiche von ein- oder mehrflügeligen Hallen sind nur begrenzt für Verladestellen nutzbar, da sich die Stellplatzflächen der LKWs oder die Bereitstell- und Pufferplätze überschneiden (siehe auch Teil I, Kap. 2.1.3 „Zuordnung von WE zu WA“). Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen und dem Kriterium „Durchschnittliche Distanz zwischen den Toren“ kann das Ergebnis der Studien zusammengefasst werden:

- | | |
|------------------|---|
| ▪ L- und H- Form | Nicht empfehlenswert, da keine Verringerung der durchschnittlichen Distanz gegenüber I- bzw. X-Form |
| ▪ I-Form | Für Verladestellen < 150 Tore |
| ▪ T- Form | Für Verladestellen > 150 – 200 Tore |
| ▪ X - Form | Für Verladestellen > 200 Tore |

3.3 Anforderungen an Lager- und Kommissionierbereiche

Hallen für den Lager- und Kommissionierbereich können je nach Nutzungsart bei gleichem lichtem Volumen sehr unterschiedlich dimensioniert sein. Beispiele hierfür sind:

- Lagerhallen für Boden-Blocklagerung haben i. d. R. lichte Hallenhöhen von ca. 6 m und sind daher sehr großflächig.
- Dem stehen Hallen für Schmalganglager gegenüber mit lichten Höhen von bis zu ca. 16 m. In Ausnahmefällen können Schmalganglager auch lichte Höhen bis zu 20 m erreichen. In diesen Ausnahmefällen werden die Schmalgangstapler zusätzlich zur Bodenführung noch mit Decken-Führungsschienen geführt.

Grundanforderungen an die Dimensionierung der Lagerhalle aus logistischer Sicht sind:

- Die Lagerhalle muss geeignet sein, die geforderte Lagerkapazität und die erforderlichen Gänge aufzunehmen.
- Die Lagerhalle muss so proportioniert sein, dass der geforderte Warenumschlag wirtschaftlich realisierbar ist. Zielsetzung hierfür ist die Minimierung der Ein- und Auslagerungszeiten in Abhängigkeit von der Länge der Fahrwege und der Hubhöhen.
- Der Stützenabstand sollte möglichst groß sein (>12 m). Die Stützenabstände sollten so gewählt werden, dass sie im Zusammenhang mit den Lagereinbauten keine Hindernisse darstellen. Die Stützen dürfen z. B. auf keinen Fall in den Fahrwegen der Regalgassen oder anderer Gänge stehen.

Nicht nur logistische Anforderungen sondern auch Restriktionen und andere Einflussgrößen wirken sich auf die Dimensionierung der Lagerhalle aus:

- Die schärfsten Restriktionen sind gegeben, wenn das zur Verfügung stehende Baugrundstück sehr begrenzt ist, oder wenn es andere Bauauflagen gibt, welche die Nutzung sehr einschränken (z.B. max. Bauhöhe u. ä.).
- Das Logistikgebäude beansprucht einen ganz wesentlichen Teil des gesamten Investitionsvolumens für das intralogistische System. In Abhängigkeit vom Technisierungsgrad sind Größenordnungen von 40 – 60 % nicht unüblich. Das Gebäude selbst muss also auch Gegenstand der Gesamtoptimierung sein.
- Im Rahmen der relevanten Bauhöhen sinken mit zunehmender Bauhöhe die Baukosten je umbauten Kubikmeter Raum. Aus Sicht der Baukostenoptimierung müssten somit die Lagerhallen möglichst hoch gebaut werden.
- Aus energetischer Sicht sollte das Gebäude eine möglichst geringe Hüllfläche haben. Die Minimierung der Hüllfläche führt tendenziell zu einem würfelförmigen, also relativ hohem Gebäude.
- Langfristige Überlegungen zur Nutzung der Logistikimmobilie beziehen sich auf die Flexibilität und Drittverwertbarkeit der Immobilie. Studien zufolge sollte die Logistikhalle hierfür eine lichte Höhe (bis Unterkante Binder) von mindestens 10 m haben. Nach dieser Tendenz werden hohe Lagerhallen bevorzugt.

Bei diesem Trend zur Höhe ist man sehr schnell im Bereich von Hochregallagern (bei den unterschiedlichen Definitionen kann dies ab einer Höhe von 7,5 m gelten). Mit zunehmender Höhe der Lager steigen i. d. R. auch die Brand- und Wertbelastungen des Lagergutes. Mit der Lagerhöhe verändern sich somit die Anforderungen bezüglich des Brandschutzes (siehe Kapitel 4). Dadurch können die Anforderungen an die Brandschutzmaßnahmen steigen und somit auch die Investitionskosten. Die steigenden Anforderungen können sich aber auch ganz deutlich in den Versicherungsprämien der Sachversicherer bemerkbar machen.

Hohe Lager und insbesondere HRL mit hoher Brand- und Wertbelastung erfordern eine sichere Abtrennung gegen eigene oder benachbarte Betriebsbereiche, durch die eine Brandübertragung ausgeschlossen werden kann. Diese Trennung kann durch bauliche oder räumliche Komplextrennung erfolgen.

- Die bauliche Trennung durch Komplextrennwände ist bauphysikalisch sehr problematisch und gleichzeitig sehr kostenaufwendig.
- Mit der räumlichen Komplextrennung, d. h. mit ausreichenden Abständen zu anderen Gebäuden und Lagern im Freien, kommt der Wahl des Standortes des HRL besondere Bedeutung zu.

Großflächige Bauten sind nach den Vorgaben der jeweiligen Landesbauordnung in Brandabschnitte zu unterteilen (maximale Brandabschnittsfläche i. d. R. 1.600 m²). Größere Brandabschnitte sind nur zulässig, wenn infolge zusätzlicher Brandschutzmaßnahmen keine Bedenken bezüglich des Personen- und / oder Sachschutzes bestehen.

3.4 Anforderungen an Sonderbereiche

Bei der Planung intralogistischer Systeme sind auch Räumlichkeiten bzw. Flächen und Einrichtungen zu berücksichtigen, die indirekt zum Betreiben des Systems erforderlich sind. Flächen und / oder Räumlichkeiten mit besonderen Anforderungen ergeben sich z.B. aus dem Betreiben von Flurförderzeugen und sonstigen mobilen Geräten mit eigenem Antrieb. Je nach Antriebssystem können hierfür erforderlich sein:

- Batterie-Ladeanlagen für FFZ und mobile Geräte mit elektromotorischem Antrieb
- Stationäre oder mobile Tankstellen für FFZ und mobile Geräte mit Verbrennungsmotor.

Die Erfordernis und Zweckmäßigkeit derartiger Einrichtungen sowie deren Umfang muss im Einzelfall geprüft werden. Dies ist u. a. abhängig von:

- der Flottengröße / Anzahl Geräte
- der Einsatzhäufigkeit / Umschlagsleistung
- der Anzahl Schichten

3.4.1 Anforderungen an Batterie-Ladeanlagen

„Batterieladeanlage“ ist ein Überbegriff für räumlich und ggf. technisch unterschiedlich gestaltete Anlagen zum Laden von Batterien für Elektrofahrzeuge wie z.B. Flurförderzeuge, elektromotorisch betriebene Reinigungsgeräte. (Zu den unterschiedlichen Arten von Batterien mit zum Teil unterschiedlichen Anforderungen siehe Teil II.3, Kap. 2.1.1.1.3.1). Zu den Batterieladeanlagen gehören Batterieladeräume, Batterieladestationen und Einzelladeplätze. Von Batterieladeanlagen können sowohl Brand- als auch Explosionsgefahren ausgehen:

- Nach VdS 2259 [VDS 4] werden Batterieladeanlagen i. A. zwar mit niedrigen Gleichspannungen betrieben, bei Fehlern können aber hohe Ströme auftreten, die eine große Brandgefahr darstellen.
- Die Batterien können Wasserstoff freisetzen. Dies kann zu einer Explosionsgefahr führen.

Bei der Planung sowie beim Einrichten und beim Betreiben von Batterieladeanlagen sind diverse Normen und Richtlinien zu beachten, um Gefahren beim Ladevorgang zu vermeiden. Da der Ladevorgang bei Fahrzeugen mit integriertem Ladegerät zu vergleichbaren Gefahren führen kann, wie bei Fahrzeugen ohne Ladegerät (hohe Ströme, Ausgasen), sind die gleichen Maßnahmen zu ergreifen; d. h. die Richtlinien finden auch Anwendung bei Fahrzeugen mit eingebautem Ladegerät und Batterie.

Zu den zu beachtenden Normen und Richtlinien gehören u. a.:

- DIN VDE 0100 „Errichten von Niederspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V“
- DIN VDE 0510 „Sicherheitsanforderungen für Batterien und Batterieladeanlagen“
- BG- Information BGI 5017 „Ladeeinrichtungen für Fahrzeugbatterien“
- VdS 2250 [VDS 4] „Batterieladeanlagen für Elektrofahrzeuge“
- EltBauVO „Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrisch Anlagen“.
- die jeweilige Landesbauordnung

Die Gefahren, die von den technischen Einrichtungen und Geräten ausgehen können, sind vom Betreiber bzw. Unternehmer im Rahmen einer Gefährdungsanalyse einzuschätzen bzw. zu beurteilen.

3.4.1.1 Einzelladeplätze (Ladestellen)

Ein Einzelladeplatz ist ein für das Laden von Batterien eingerichteter Platz, wobei die Batterie beim Laden im Elektrofahrzeug bleibt. Die Ladestelle kann sich im Lagerbereich oder in einem anderen Betriebsraum befinden. Einzelladeplätze müssen nach o. g. Richtlinien (u. a. [VDS 4]) bestimmte Anforderungen erfüllen:

- Sie müssen gegenüber anderen Betriebsbereichen durch geeignete dauerhafte Markierung gekennzeichnet sein (z.B. durch Anstrich auf dem Boden oder an der Wand).
- Um den gekennzeichneten Stellplatz ist ein Bedienungsgang vorzusehen.
- Die Ladeplätze müssen so angeordnet werden, dass Fahrzeuge ungehindert in die gekennzeichneten Bereiche gefahren und dort abgestellt werden können.
- Die Raumhöhe bei Einzelplatzanlagen ist abhängig von der Höhe der Elektrofahrzeuge, wobei eine Mindesthöhe (siehe unten) einzuhalten ist.
- Oberhalb eines Ladeplatzes dürfen keine brennbaren Materialien gelagert werden.
- Es müssen Mindestabstände eingehalten werden (siehe unten).
- Sie sind nur in frostfreien Bereichen vorzusehen.
- Sie sind vorzugsweise an Orten mit ausreichender natürlicher Belüftung anzuordnen (z.B. Hallen). Wird ein Ladeplatz in einem allgemeinen Arbeitsraum eingerichtet, sind geeignete technische Schutzmaßnahmen einzuplanen, wie z.B. eine geeignete Absaugung.

Bei der Anordnung und räumlichen Dimensionierung einer Batterieladeanlage sind Mindestanforderungen bezüglich Raumhöhe und Abstandsmaßen zu beachten:

- | | |
|--|-------|
| ▪ Die Mindesthöhe des Raumes und des Bedienungsganges für Batterieladeanlagen beträgt: | 2,0 m |
| ▪ Die Mindestgangbreite um einen gekennzeichneten Stellplatz ist | 0,6 m |
| ▪ Der Mindestabstand der Ladegeräte zu den zu ladenden Batterien bzw. zu Funken bildenden Betriebsmitteln ist | 1,0 m |
| ▪ Der Mindestabstand (in der Horizontalen) zwischen Ladeplatz und brennbaren Bauteilen bzw. brennbaren Materialien (z.B. Lagergut) ist | 2,5 m |
| ▪ Der Mindestabstand von Ladeplatz zu feuer-, explosions- und explosivstoffgefährdeten Bereichen ist | 5,0 m |

3.4.1.2 Batterieladeraum / Batterieladestation

Sowohl der Batterieladeraum als auch die Batterieladestation ist ein separater Raum, in dem Batterien nur vorübergehend zum Laden aufgestellt sind. Die beiden Ladeanlagen unterscheiden sich in der räumlichen Anordnung der Ladegeräte zum Aufstellungsort der Batterien:

- In einem Batterieladeraum sind nur die Batterien aufgestellt. Die Ladegeräte sind räumlich getrennt.
- In einer Batterieladestation sind die Ladegeräte im gleichen Raum wie die Batterien untergebracht.

Eine Batterieladestation bzw. ein Batterieladeraum ist gem. BGI 5017 immer dann erforderlich, wenn

- mehrere Batterieladeanlagen an zentraler Stelle betrieben werden, oder
- entladene Antriebsbatterien aus den Flurförderzeugen ausgebaut und gegen geladene Batterien ausgewechselt werden (z.B. im Mehrschichtbetrieb).

Bei der Planung der Räumlichkeiten für „Batterieladestation“ oder „Batterieladerraum“ ist zu beachten:

- Sie sind nach VdS 2259 gegenüber anderen Betriebsbereichen (Lager, Produktion u.s.w.) mindestens feuerhemmend abzutrennen. Nach BGI 5017 sollte generell für Batterieladestationen ein eigener Brandabschnitt vorgesehen werden (siehe auch EltBauVO „Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen“).
- Es muss eine ausreichende Be- und Entlüftung sichergestellt werden (vorzugsweise natürliche Belüftung) um den Gefahren von Ausgasungen der Batterien entgegenzuwirken. Da der ausgasende Wasserstoff leichter ist als Luft, sollte die Frischluftzufuhr unterhalb, die Entlüftung dagegen oberhalb der Batterien angeordnet sein.
- Abhängig von der Umgebung und Art der Batterien gibt es Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit, z.B. :
 - Anforderungen an den Ableitwiderstand des Fußbodens;
 - Anforderungen an die Elektrolytbeständigkeit der Fußbodenoberfläche.

Der Batteriewechsel bei Flurförderzeugen erfolgt i. d. R. von der Seite. Je nach Automatisierungsgrad gibt es hierfür unterschiedliche Systeme. Für Fahrerlose Transportsysteme gibt es stationäre voll-automatische Wechselsysteme, an die ein FTS seitlich andockt. Meist erfolgt jedoch der seitliche Batteriewechsel mit Hilfe mobiler Fördergeräte, wie z.B. mit Hilfe von Niederhubwagen o. ä., die mit geeigneten Rollenförderern oder Batterieadaptern ausgestattet sind. In jedem Fall sind für den Batteriewechsel Flächen vorzusehen, die hinreichend groß dimensioniert sind.

3.4.2 Anforderungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen für den Eigenverbrauch

In Anlehnung an die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) [BSV 1) wird im Folgenden unterschieden zwischen Tankstellen und Gasfüllanlagen:

- Tankstellen sind (nach §18, Abs. 1, Nr. 6 BetrSichV) „ortsfeste Anlagen für die Betankung von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Flüssigkeiten“.
- Gasfüllanlagen sind (nach §18, Abs. 1, Nr. 3 BetrSichV) „Anlagen einschließlich der Lager- und Vorratsbehälter zum Befüllen von Land-, Wasser- und Luftfahrzeugen mit entzündbaren Gasen“ ... „zur Verwendung als Treib- oder Brennstoff“.

Tankstellen und Gasfüllanlagen für den Eigenverbrauch dienen ausschließlich zum Betanken von betriebseigenen Fahrzeugen und Geräten mit Kraftstoff und sind für die Öffentlichkeit nicht zugänglich. Zu den „Fahrzeugen“ zählen im Folgenden alle Kraftfahrzeuge, Flurförderzeuge und Geräte mit Verbrennungsmotor oder mit Brennstoffzelle, die im Umfeld des intralogistischen Systems eingesetzt werden.

Zu den Kraftstoffen für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor oder Brennstoffzelle gehören:

- Benzin
- Diesel-Kraftstoff
- Erdgas (CNG; Compressed Natural Gas)
- Flüssig-Erdgas (LNG; Liquefied Natural Gas)
- Flüssiggas (LPG; Liquefied Petroleum / Petrol Gas)
- Wasserstoff (H₂; Hydrogen)
- Flüssiger Wasserstoff (LH₂; Liquefied Hydrogen)

Bei den Kraftstoffen, unabhängig ob flüssig oder gasförmig, besteht die Gefahr, dass sie sich in der Luft fein verteilen können. Dadurch können sich brand- und sogar explosionsfähige Gemische bilden. Es sind daher sowohl beim Errichten als auch beim Betreiben von Tankstellen oder Gasfüllanlagen hohe Sicherheitsanforderungen zu erfüllen.

Benzin-Antriebe sind bei Fahrzeugen im Umfeld intralogistischer Systeme kaum noch zu finden. Auf Eigenverbrauchstankstellen für Benzin wird daher nicht weiter eingegangen. Im Übrigen wären diese

Anforderungen im Wesentlichen mit den Anforderungen an Diesel-Tankstellen vergleichbar. Die Anforderungen sind jedoch in Teilen noch etwas strenger. Im Vergleich zu Diesel hat Benzin

- einen niedrigeren Flammpunkt - leichtentzündlich nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- eine höhere Wassergefährdungsklasse nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

Für die Errichtung einer Tankstelle oder Gasfüllanlage für den Eigenverbrauch sind diverse rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten. Dazu gehören z.B.

- Landesbauordnung (LBauO)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV)
- Technische Regeln

„Für das Baugenehmigungsverfahren ist die Kraftstoffart nicht relevant. Für das tanktechnische Verfahren gibt es Unterschiede zwischen Tankstellen und Gasfüllanlagen, die sich aus den unterschiedlichen Eigenschaften der Kraftstoffe herleiten“ [GAR 1].

Unabhängig von der Kraftstoffart bestehen Tankstellen und Gasfüllanlagen aus folgenden Anlagenteilen:

- Einem oder mehreren Lagerbehältern für den Kraftstoff.
- Der oder den Abfüllflächen (Abfüllplatz), d. h.:
 - Aus einer Abfüllfläche, auf der die Fahrzeuge zum Betanken abgestellt werden;
 - Aus einer Abfüllfläche, auf der Tankwagen zum Befüllen der Lagerbehälter abgestellt werden. Diese Abfüllflächen sind so festzulegen, dass Rangierbewegungen der anliefernden Tankfahrzeuge möglichst vermieden werden und die Tankfahrzeuge im Schadensfall die Betankungsanlage schnell verlassen können.
- Einer Abgabeeinrichtung zum Betanken der Fahrzeuge. Hierzu gehören z.B. die Zapfsäule und die Zapfeinrichtung mit Zapfpistole.
- Diversen Rohrleitungen und Sicherheitseinrichtungen
- Schutzeinrichtungen gegen Anfahren durch Fahrzeuge und Umstürzen der Tankanlage (z.B. durch Rammschutz). Hierzu ist das VdTÜV-Merkblatt 965, Teil 3 zu beachten.

3.4.2.1 Stationäre Eigenverbrauchstankstellen für Dieselkraftstoff

Diesel und Bio-Diesel sind wassergefährdende Stoffe. Deshalb sind für das Errichten und Betreiben stationärer Eigenverbrauchstankstellen „mit geringem Verbrauch“ besondere Anforderungen an den Gewässerschutz zu erfüllen. Diese Anforderungen sind in verschiedenen Verordnungen und Regelwerken festgelegt, wobei die Anforderungen von Bundesland zu Bundesland (geringfügig) voneinander abweichen können. Hierzu gehört z.B. die Festlegung zum „geringen Verbrauch“. Es ist daher empfehlenswert, im Rahmen der Planung die genauen Anforderungen bei der zuständigen unteren Wasserbehörde des Kreises zu erfragen.

- In erster Linie gelten das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und die länderspezifischen Bestimmungen.
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS), bzw. die bundesweit geltende Anlagenverordnung AwSV.
- Technische Regeln wassergefährdende Stoffe: TRwS 781 „Tankstellen für Kraftfahrzeuge....“
- Bauaufsichtliche Vorschriften

Für die Anlagenteile einer Eigenverbrauchstankstelle für Dieselkraftstoff gelten im Wesentlichen folgende Regelungen:

Lagerbehälter

Der oder die Lagerbehälter (mit Prüfzeichen oder bauaufsichtlicher Zulassung) können unterirdisch oder oberirdisch aufgestellt werden.

- Bei unterirdischer Lagerung müssen die Lagerbehälter doppelwandig sein.
- Bei oberirdischer Lagerung können die Lagerbehälter einwandig sein; müssen dann aber in einer flüssigkeitsdichten Rückhalteeinrichtung (z.B. überdachte Auffangwanne) aufgestellt werden.

Abfüllfläche (Abfüllplatz)

Der Abfüllplatz dient dazu, ausgetretenen Kraftstoff (und ggf. Niederschlagswasser, das mit Kraftstoff verunreinigt ist) aufzufangen und zu einer Rückhalteeinrichtung abzuleiten. Dazu muss die Abfüllfläche

- widerstandsfähig gegen Kraftstoffe und für Flüssigkeiten undurchlässig sein und
- so gestaltet sein, dass sich ausgetretener Kraftstoff nicht auf angrenzende Flächen verteilt (z.B. durch Aufkantungen, Rinnen o. ä.).

Die Abfüllflächen können eingehaust, überdacht, oder im Freien angeordnet sein.

Die Größen der Abfüllflächen zum Betanken der Fahrzeuge und zum Befüllen der Lagerbehälter sind vom jeweiligen Wirkbereich abhängig.

Der Wirkbereich ist die Fläche, die im Schadensfall von austretendem Kraftstoff unmittelbar beaufschlagt werden kann. Zweckmäßigerweise werden die beiden Flächen unter Berücksichtigung der Wirkbereiche zu einer Fläche zusammengefasst.

Der jeweilige Wirkbereich der Abfüllflächen für Betanken und Befüllen der Lagerbehälter und damit die Größen der Abfüllflächen wird wie folgt bestimmt (zunächst ohne zusätzliche Maßnahmen zur Minimierung der Wirkbereiche):

- Wirkbereich beim Betanken der Fahrzeuge:
Der Wirkbereich entspricht einer horizontalen Kreisfläche um die Zapfsäule. Der Radius ergibt sich aus der maximalen Länge des Zapfschlauches einschließlich Zapfpistole zuzüglich einem Sicherheitszuschlag von 1 m.
- Wirkbereich beim Befüllen der Lagertanks
Der Wirkbereich ergibt sich aus der waagerechten Schlauchführungslinie zwischen den Anschlüssen am Tankfahrzeug und dem Einfüllstutzen am Lagerbehälter zuzüglich einem Sicherheitszuschlag von 2,5 m nach allen Seiten des Schlauches und um die Anschlüsse.

Durch zusätzliche Maßnahmen kann die Größe des Wirkbereiches verkleinert werden:

- Durch ausreichend große Spritzschutzwände (Höhe min. 1 m über die Breite des Wirkbereiches) wird der Wirkbereich einseitig begrenzt; z.B. kann der Wirkbereich zum Betanken der Fahrzeuge auf einen Halbkreis reduziert werden.
- Der Wirkbereich zum Betanken der Fahrzeuge kann auf 2 m um den Aufhängepunkt der Zapfsäule festgelegt werden und der Wirkbereich zum Befüllen der Lagerbehälter auf 2,5 m um den Einfüllstutzen am Lagerbehälter, wenn
 - die vorgesehene Position der Fahrzeug-Einfüllstutzen max. 1 m von der Zapfsäule entfernt ist;
 - die Position des Anschlusses am Tankwagen dieselbe ist, wie für die Fahrzeug-Einfüllstutzen.

3.4.2.2 Gasfüllanlagen

Während bei Diesel und Bio-Diesel primär der Gewässerschutz zu beachten ist, steht bei Gasen die Vermeidung von Brand- Explosions- und Druckgefährdungen im Vordergrund. Daher sind bei der Errichtung von Gasfüllanlagen neben den unter 3.4.2 genannten rechtlichen Rahmenbedingungen insbesondere die nachfolgenden Technischen Regeln zu beachten. Dabei gibt es für Flüssigerdgas besondere Regelungen:

- Technische Regeln für Betriebssicherheit / Gefahrstoffe TRBS 3151 / TRGS 751 (Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen).
- Anhang zu TRBS 3151 / TRGS 751 Gasfüllanlagen für Flüssigerdgas

Kraftstoff	Englische Bezeichnung	Kurz-Bezeichnung.	Zusammensetzung	Dichte ¹ gasförmig (kg/m ³)	Dichte komprimiert (kg/m ³)	Druck (bar)	Temperatur im Drucktank (°C)
Erdgas	Compressed Natural Gas	CNG	Methan	0,72	130	200 - 250	Umgebungstemperatur
Flüssigerdgas	Liquefied Natural Gas	LNG	Methan	0,72	400 -500	8	-170 bis -120°
Flüssiggas	Liquefied Petroleum Gas / Low Pressure Gas	LPG	Gemisch Butan / Propan	2,7 2,01	540	2 - 8	Umgebungstemperatur
Wasserstoff	Compressed Hydrogen Gas	H2	Wasserstoff	0,09	28 - 40	250 - 700	Umgebungstemperatur
Flüssiger Wasserstoff	Cryo-compressed Hydrogen	LH2	Wasserstoff	0,09	80	4	-220
Tab. 3.4.2 /01 Gegenüberstellung der Kraftstoffe in Gasfüllanlagen (In Anlehnung an Wikipedia „Autogas“)					¹⁾ Dichte gasförmig bei 0°C und 1013 mbar		

Anmerkung zu den Gasen:

- Flüssiggas (LPG) wird auch Treibgas, oder Staplergas genannt. Chemisch entspricht es dem Autogas, wird aber steuerlich anders bewertet. Bei kleinen Fahrzeug-Flotten wird das Treibgas auf den Flurförderzeugen in Gasflaschen angebracht. Das Betanken erfolgt einfach durch Austausch der Gasflaschen. Doch schon bei einer Flotte von mehr als drei Fahrzeugen kann sich die eigene Betriebstankstelle (Gasfüllanlage) rentieren.

Flüssiggas hat im gasförmigen Zustand eine relativ hohe Dichte (siehe Tabelle). Flüssiggas ist schwerer als Luft (ca. 1,29 kg /m³ bei 0°C und 1013 mbar) und kann sich daher in tiefer gelegenen Mulden o. ä. absetzen. Im Umkreis von 5 m um Anlagenteile von Flüssiggas-Gasfüllanlagen, bei denen sich betriebsbedingt Flüssiggas freisetzen kann (z.B. Schlauchkupplungen der Füllschläuche), dürfen sich daher keine offenen Kanäle, Luftansaugöffnungen, Öffnungen zu tiefer gelegenen Räumen usw. befinden.

- Wasserstoff wird sowohl bei Verbrennungsmotoren eingesetzt als auch zum Betanken von Brennstoffzellen.

Bei der Errichtung einer Gasfüllanlage sind bestimmte Abstände einzuhalten, die von Gasart zu Gasart unterschiedlich sein können. Diese Abstände können aber durch besondere Maßnahmen (z.B. Errichtung von Schutzwänden) verkleinert werden. Zu diesen Abständen gehören:

- Die Wirkbereiche für zu betankende Fahrzeuge und zum Befüllen der Lagertanks.
Diese Wirkbereiche sind ähnlich definiert wie bei oben beschriebener Diesel-Tankstelle, sie beziehen sich aber nicht nur auf die Fläche, sondern auch auf den Raum über der Fläche (z.B. bis 2m über Erdgleiche).
- Schutzabstände
Diese sollen die Gasfüllanlage vor einem Schadensereignis, wie Erwärmung infolge Brandbelastung oder mechanische Beschädigung schützen; so ist z.B. bei oberirdisch aufgestellten Lagerbehältern ein Schutzabstand von 5 m zu benachbarten Grundstücken und öffentlichen Verkehrsflächen einzuhalten.
- Sicherheitsabstand
Dies ist der erforderliche Abstand zwischen einer Gasfüllanlage und einem Schutzobjekt; d. h. Abstand zu Einrichtungen, in denen sich Personen aufhalten (z.B. Pausenräume), die aber nicht über vergleichbare Schutzmaßnahmen wie der Bereich der Gasfüllanlage verfügen.

3.5 Bereiche für Nebenfunktionen

3.5.1 Büro- und Verwaltungstrakt

Dem Büro- und Verwaltungstrakt können unter anderem (je nach Größe bzw. Unabhängigkeit des Logistikbereiches) folgende Funktionsbereiche zugeordnet werden:

- Personaleingang für Mitarbeiter der Halle und der Büros
ggf. separater Lieferanten- bzw. Externen-Eingang
- Empfang / Anmeldung
- Büroräume Lagerverwaltung und EDV, sowie ggf. Räume für Kopieren und Archiv
- Büro Hallenmeister,
- Besprechungsräume
- Sanitärräume (WC-Räume und Umkleideräume für Damen und Herren)
- Sozialräume (Aufenthaltsräume / Kantine / Küche / Teeküche usw.)
- Räumlichkeiten für Erste-Hilfe-Maßnahmen, ggf. Ruheraum
- Sonstige Funktionsräume, wie z.B.
 - Putzmittelräume (PuMi), evtl. mit Wasseranschluss für Nassreinigung
 - Abstellräume
 - Hausmeister- / Betriebsschlosserwerkstatt

Der Flächenbedarf für den Büro- und Verwaltungstrakt beträgt ca. 5 % bis 10% der Hallenfläche.

3.5.2 Räumlichkeiten für energetische und brandschutztechnische Anlagen

3.5.2.1 Räumlichkeiten für energetische Anlagen

Für die energetische Versorgung aller Bereiche mit allen Medien müssen entsprechende Übergabestellen bereitgestellt werden und ggf. Räumlichkeiten für Einrichtungen zur Energieumwandlung. Dazu können gehören:

- Elektro-Zuleitung, i. d. R. mit anschließender Trafostation und Notstrom-Aggregat.
- Energieträger für Heizung (Öl, Gas, Solarwärme, usw.), mit anschließendem Heizkessel oder Speicher mit Wärmeübergabestation
- Wasser für
 - Normalen Bedarf (Trinkwasser, WC, Dusche, usw.), ggf. mit anschließender Wasseraufbereitungsanlage
 - Brandschutz; Anschluss von Hydranten, Sprinklersystemen

3.5.2.2 Räumlichkeiten und Flächen für brandschutztechnische Ausrüstungen / Anlagen

Die Anforderungen an Brandschutzmaßnahmen sind nutzerabhängig sehr unterschiedlich (siehe Kap. 4). Zusätzliche Räumlichkeiten für den Brandschutz sind bei kleineren Objekten i. d. R. nicht erforderlich. Bei größeren Objekten kann der Brandschutz aber schon erhebliche Flächen bzw. Räumlichkeiten beanspruchen. Dazu gehören z.B.

- Örtliche Vorhaltung von Löschmittel; wie z.B.:
 - Sprinklerzentrale mit Wasser-Vorratstank und sonstigen Löschmitteln
 - ggf. außenliegender Löschteich
- Brandmeldezentrale
- Raum für Brandschutzausrüstungen
- Räumlichkeiten für Betriebsfeuerwehr

4. BRANDSCHUTZ IM ÜBERBLICK

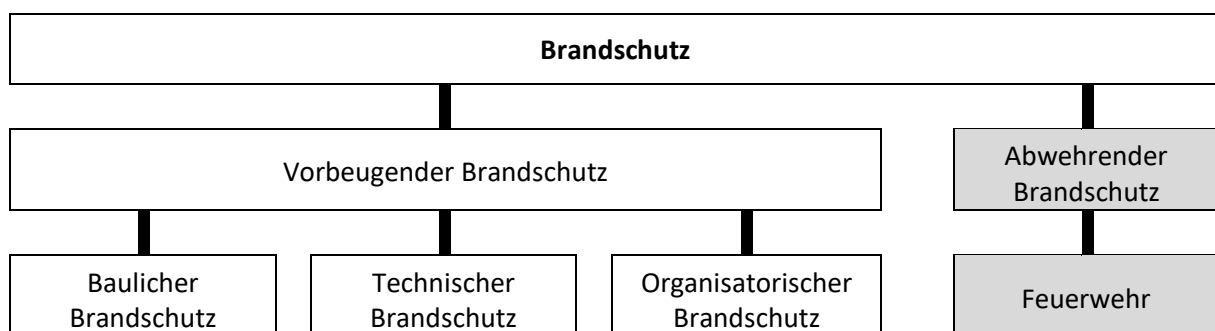
Der erforderliche Brandschutz kann bei der Gestaltung intralogistischer Systeme ein wesentlicher Kostenfaktor sein. Dabei sind zum einen die einmaligen Investitionskosten zu berücksichtigen, zum anderen aber auch die wiederkehrenden Kosten für Wartung, Instandhaltung und Reparatur.

Damit haben die erforderlichen Brandschutzmaßnahmen bei der Auslegung / Dimensionierung intralogistischer Systeme einen sehr starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des jeweiligen Systems.

4.1 Brandschutz und seine Teilbereiche

In den verschiedenen Regelwerken gibt es zum Teil abweichende Untergliederungen zum Thema „Brandschutz“. In der Regel wird der gesamte Brandschutz unterteilt in die beiden Hauptgruppen:

- Vorbeugender Brandschutz
- Abwehrender Brandschutz



Zum vorbeugenden Brandschutz zählen alle Vorsorgemaßnahmen, die in einem Objekt

- die Entstehung von Bränden verhüten
- die Brandausbreitung verhindern
- die Rettung vom Menschen und Tieren ermöglichen
- eine wirksame Brandbekämpfung ermöglichen

Zum abwehrenden Brandschutz zählen alle Maßnahmen der Feuerwehr um einen Brand zu bekämpfen und um Leben zu retten. Er tritt dann in Erscheinung, wenn der vorbeugende Brandschutz bereits in weiten Teilen versagt hat.

Der vorbeugende Brandschutz beinhaltet alle Maßnahmen aus dem baulichen, dem technischen und dem organisatorischen Brandschutz.

- Baulicher Brandschutz

Am Anfang der Brandschutz-Planung steht, die Anforderungen an den vorbeugenden Brandschutz mit Maßnahmen des baulichen Brandschutzes zu erfüllen. Können aber durch den baulichen Brandschutz bestimmte Anforderungen aus betrieblichen, technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll erfüllt werden, sind andere Brandschutzmaßnahmen aus dem vorbeugenden oder abwehrenden Brandschutz erforderlich.

In der Musterbauordnung (MBO) wird gefordert:

„Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, 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.“

Maßnahmen des baulichen Brandschutzes sind:

- Wahl der Baustoffe
- Abtrennung von Räumen mit erhöhter Brandgefahr
(z.B. Lagerräume mit leicht entzündlichen Stoffen, wie z.B. Lager für Verpackungsmaterial, Batterieladestationen für Stapler usw.)
- Festlegung von Brandabschnitten
- Festlegung von Flucht- und Rettungswegen
- Flächen für die Feuerwehr

■ Technischer / Anlagentechnischer Brandschutz

Zum technischen Brandschutz zählen alle technischen Maßnahmen und Einrichtungen, die den baulichen Brandschutz ergänzen, oder ggf. ersetzen (z.B. wo die baulichen Brandschutzmaßnahmen nicht wirtschaftlich umsetzbar sind, wie z.B. bei begrenzten Brandabschnitten).

Die wesentlichen Elemente des technischen Brandschutzes sind:

- Branderkennungs- und Meldeanlagen
- Feuerlöscheinrichtungen, insbesondere Sprinkleranlagen
- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Die Vorbeugemaßnahmen durch den Technischen Brandschutz werden in Teil V „Technische Gebäudeausrüstung“, Kap. 4 „Technischer Brandschutz“ behandelt.

■ Organisatorischer / Betrieblicher Brandschutz

Der organisatorische / betriebliche Brandschutz beinhaltet die Regelungen des Unternehmens, um während des Betriebes die Brandgefahr zu verringern und die Brandbekämpfung zu verbessern. Der Organisatorische / betriebliche Brandschutz betrifft überwiegend Maßnahmen, die erst nach Abschluss der Planung und Realisierung des intralogistischen Systems durch den betreibenden Unternehmer festgelegt werden. Es gehört daher nicht zu den originären Planungsgrundlagen intralogistischer Systeme. Der Vollständigkeit halber soll kurz angerissen werden, welche Maßnahmen zum organisatorischen / betrieblichen Brandschutz zählen.

Der Unternehmer muss prüfen, welche Maßnahmen für ihn erforderlich und geeignet sind:

- Erstellen einer Brandschutzordnung nach DIN 14 096 und Belehren der Mitarbeiter.
- Erstellen von Feuerwehrplänen nach DIN 14 095
- Erstellen eines Gefahrstoffkatasters und stoffbezogener Betriebsanweisungen, einschließlich Unterweisung der Mitarbeiter.
- Ausbildung und Bereitstellung eines Brandschutzbeauftragten
- Regelmäßige Brandsicherheitsschau zur Gewährleistung der anhaltenden Funktionen von baulichem und technischem Brandschutz
- Rechtzeitige Einschaltung des Sachversicherers.

4.2 Brandschutzkonzept

Vor dem Bau eines größeren Industriegebäudes muss durch einen zugelassenen Brandschutzgutachter ein Brandschutzkonzept auf Basis der jeweiligen Landesbauordnung erstellt werden. Darüber hinaus sind weitere Regelwerke zu beachten (s. u.). Das Brandschutzkonzept muss mit den regionalen Behörden und mit der Feuerwehr abgestimmt werden.

Das Brandschutzkonzept umfasst alle Teilbereiche des Brandschutzes. Basis des Brandschutzkonzeptes sind die zu definierenden Schutzziele.

Vorrangige Schutzziele sind:

- Selbst- und Fremddrettung:
Leben und Gesundheit von Menschen, nachrangig auch von Tieren
- Innenangriff der Feuerwehr zur Rettung und Brandbekämpfung;
Erhalt von wirtschaftlichen Werten, wie z.B. Gebäuden und deren Inhalt

Darüber hinaus gibt es Schutzziele, die sich aus den Unternehmenszeilen ableiten. Hierfür sind verschiedene Aspekte durch das Unternehmen zu bewerten, wie z.B.:

- Betriebliche Aspekte
 - Image
 - Kosten-Nutzen-Optimierung
- Risikotechnische Aspekte
 - Lieferverpflichtungen / Lieferqualität
 - Redundanzen
 - Wettbewerb

Alle Brandschutzmaßnahmen müssen so aufeinander abgestimmt sein,

- dass entweder ein Brand nicht entstehen kann, oder
- dass er so frühzeitig entdeckt und ausreichend bekämpft wird, dass die Schutzziele erreicht werden. Dies kann erreicht werden durch:
 - Maßnahmen zur Verhinderung der Brandausbreitung
 - Maßnahmen zur Personenrettung
 - Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Grundlage bei der Erstellung des Brandschutzkonzeptes ist eine Bewertung des Brandrisikos. Nach BGI 560 werden dabei alle möglichen Ursachen der Entstehung eines Brandes untersucht und die notwendigen Sicherheits- und Schutzmaßnahmen abgeleitet. Die Brandbelastung wird aus dem Heizwert aller Gebäudeteile bezogen auf die Bodenfläche des Gebäudes ermittelt. Alle in den Gebäudeteilen befindlichen Objekte mit ihren Heizwerten müssen dabei mit berücksichtigt werden sowie deren Anordnung im Gebäude.

Die Brandrisikoanalyse beinhaltet gem. vfbd-Richtlinie 01/01 [VFD 1] u. a. folgende Angaben:

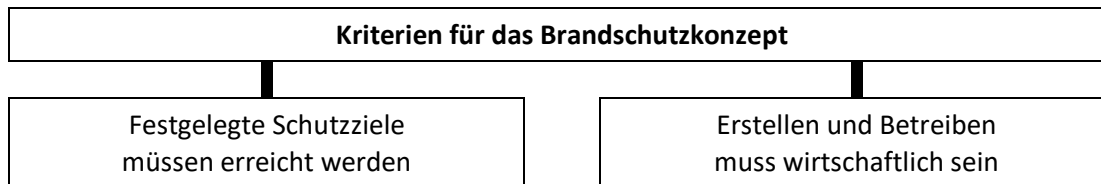
- Beschreibung des Gebäudes
- Beschreibung der örtlichen Situation im Hinblick auf den Brandschutz
- Art der Nutzung und Anzahl der Personen, welche die bauliche Anlage nutzen
- Brandlast der Nutz- und Lagerflächen
- Brandgefahren und besondere Zündquellen

Anmerkung

Risikomerkmale in Lagern, insbesondere in Hochregallagern sind:

- Das Lagergut einschließlich seiner Umhüllung, Palette, Behälter:
Insbesondere bei Kunststoffbehältern sind besondere Eigenschaften zu berücksichtigen wie. z.B. Material und Nichtdurchlässigkeit für Sprinklerberegnung (siehe unten).
- Die Materialkonzentration, aufgrund der großen Stapelhöhen
- Das Fehlen von horizontalen und vertikalen Brandabschnitten innerhalb der Fahrgassen
- Die kaminartige Wirkung von Zwischenräumen zwischen den Regalen.

Wenn einzelne brandschutztechnische Maßnahmen der Vorschriftenwerke nicht ohne weiteres anwendbar sind, muss durch eine optimierte Kombination an Maßnahmen das Brandrisiko bezüglich Häufigkeit und Schadensausmaß so begrenzt werden, dass das Erreichen der Schutzziele gewährleistet ist. Ausnahmen sind insbesondere möglich, wenn ein Nachweis nach DIN 18230 [DIN 26] für die Erfüllung der jeweiligen Sicherheitsanforderung erbracht wird.



Für eine wirtschaftliche Umsetzung sollten besondere anlagentechnische Brandschutzeinrichtungen auf wenige Nutzungs- oder Teilnutzungseinheiten beschränkt werden. Hierzu sind die Nutzungsabschnitte zu ordnen, d. h. die einzelnen Nutzungsabschnitte sollen:

- Nach gleichartigen Nutzungen mit gleicher Brandbelastung und / oder ähnlichen Brandentstehungs- und Ausbreitungsrisiken zusammengefasst werden (Abtrennung von Nutzungsabschnitten – Räumen – mit erhöhter Brandgefahr)
- Bauprodukte und Bauarten mit einheitlichen Anforderungen enthalten
- Einfache und sichere Flucht- und Rettungswege intern und extern sicherstellen.

4.3 Regelwerke zum Brandschutz

4.3.1 Überblick über die Regelwerke

Die Anforderungen an den Brandschutz sind in verschiedenen Regelwerken und Empfehlungen festgelegt:

- Landesbauordnung
Wie alle Bauwerke unterliegen auch die gewerblichen Bauten den Bauordnungen der jeweiligen Bundesländer in Verbindung mit den dazugehörigen Ausführungsverordnungen. Die Bauordnungen der Länder sind verbindlich und geben die jeweiligen Mindestanforderungen vor. Die Anforderungen können sich von Bundesland zu Bundesland unterscheiden.
- Die Arbeitsstättenverordnung in Verbindung mit den dazugehörigen Arbeitsstättenregeln
Intralogistische Systeme sind Arbeitsstätten; demzufolge sind diese Regelwerke anzuwenden.
Anmerkung:
Die jetzt als „Technische Regeln für Arbeitsstätten“ bezeichneten Richtlinien ersetzen die früheren Arbeitsstättenrichtlinien. Beide Regelwerke haben die Kurzbezeichnung „ASR“.
- Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (IndBauRL).
- DIN-Normen
- Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln
- VDI-Richtlinien
- VdS-Richtlinien
Die VdS-Richtlinien sind ergänzende Forderungen, i. d. R. aber unverbindliche Empfehlungen des Verbandes der Sachversicherer.
Der jeweilige Sachversicherer sollte unbedingt rechtzeitig in die Planung mit einbezogen werden; dies kann sich über die spätere Versicherungsprämie bezahlt machen.

4.3.2 Gültigkeit der Regelwerke für Sonderbauten / Hochregallager

Hochregallager sind in den unterschiedlichen Regelwerken sehr unterschiedlich definiert. Die Regeln und Richtlinien sind nur sehr begrenzt gültig. Bei Hochregallagern handelt es sich meist um unregelmäßige Sonderbauten. Sie zählen zu „Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung“.

- Nach § 2 der Musterbauordnung (MBO) [MBO 1] zählen u. a. zu den Sonderbauten:
 - Bauliche Anlagen mit einer Höhe von mehr als 30 m
 - Gebäude mit mehr als 1.600 m² Grundfläche des Geschosses mit der größten Ausdehnung, ausgenommen Wohngebäude.
 - Regallager mit einer Oberkante Lagerguthöhe von mehr als 7,50 m
- Gemäß Punkt 2 „Geltungsbereich“ der Industriebrandrichtlinie (IndBauR) [IND 1] „gilt die Richtlinie nicht für Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9,0 m (Oberkante Lagergut)“.
- Die Empfehlung der VDI 3564 beschreibt ein Muster-Brandschutzkonzept für Hochregalanlagen, die in einzelnen Bereichen von den Regeln der Technik abweichen. Sie bezieht sich jedoch speziell auf Hochregallager, „in dem der Normalbetrieb keine Anwesenheit von Personen erfordert“; d. h. diese Regelung bezieht sich ausschließlich auf vollautomatische HRL. In der Richtlinie wird aber darauf hingewiesen, dass HRL, in denen der Normalbetrieb die Anwesenheit von Personen erfordert, eine ergänzende Beurteilung im Hinblick auf die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen bedürfen.

Der Landesfeuerwehrverband Hessen [LFV 1] hat ergänzende Empfehlungen heraus gegeben, für „Brandschutz in Hochregallagern, die im Normalbetrieb die Anwesenheit von Personen erfordern“. Es handelt sich dabei um eine Entscheidungshilfe ohne Rechtscharakter. Die Empfehlung verweist darauf, dass es sich bei personenbedienten HRL um Arbeitsstätten handelt. Da es für diese Art HRL kein Regelwerk gibt, sei die ArbStättV in Verbindung mit den ASR anzuwenden.

Grundlage der Empfehlung ist somit die VDI-Richtlinie 3564 mit Ergänzungen zum Personenschutz. Die Empfehlungen basieren auf den Vorgaben der Hessischen Bauordnung (HBO), der Arbeitsstättenverordnung und den zugehörigen Arbeitsstättenrichtlinien.

Da die Empfehlungen eine Ergänzung zur VDI 3564 sind, beschränken sie sich auf Maßnahmen, die für die Sicherstellung folgender Schutzziele erforderlich sind:

- Selbst- und Fremddrettung
- Innenangriff der Feuerwehr

Der empfohlene Maßnahmenkatalog umfasst folgende Themen (siehe hierzu auch Kap. 4.4.5 ff und Teil V „Technische Gebäudeausrüstung“):

- Rettungswege
- Rettungskennzeichnung
- Sicherheitsbeleuchtung
- Ergänzungen zu den RWA-Anlagen
- Ergänzungen zu den Löschanlagen
- Ergänzungen zu den Brandmeldeanlagen
- Gebädefunk für die Feuerwehr
- Weitergehende Anforderungen

4.4 Baulicher Brandschutz

In Deutschland werden in den meisten Bundesländern die Anforderungen an den baulichen Brandschutz auf Basis von „Gebäudeklassen“ festgelegt. Die Einteilung in Gebäudeklassen ist in diesen Bundesländern in den jeweiligen Landesbauordnungen geregelt. Eine Klassifizierung der Gebäude ist auch in der Musterbauordnung (MBO) enthalten. Kriterien für die Zuordnung zu Gebäudeklassen sind:

- Art des Gebäudes
- Höhe des Gebäudes
Die Höhe bezieht sich gemäß MBO auf „das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über Geländeoberfläche im Mittel“

- Anzahl der Nutzungseinheiten (NE)
- Grundflächen der Nutzungseinheiten (NE)
Die Grundflächen der Nutzungseinheiten sind die Brutto-Grundflächen.

Je höher die Gebäudeklasse ist, desto höher sind die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile.

Klasse	Gebäudeart	Höhe	Anzahl NE	Fläche	Anforderung
GK 1	a) Freistehendes Gebäude	$\leq 7,00 \text{ m}$	≤ 2	$\leq 400 \text{ m}^2$ insges.	feuerhemmend
	b) Freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude				
GK 2	Gebäude	$\leq 7,00 \text{ m}$	≤ 2	$\leq 400 \text{ m}^2$ insges.	feuerhemmend
GK 3	Sonstige Gebäude	$\leq 7,00 \text{ m}$			feuerhemmend
GK 4	Gebäude	$> 7,00 \text{ m}$ $\leq 13,00 \text{ m}$		$\leq 400 \text{ m}^2$ je NE	Hoch feuerhemmend
GK 5	Sonstige Gebäude, einschließlich unterirdische Gebäude				feuerbeständig
Tab. 4.4 / 01 Einteilung in Gebäudeklassen (in Anlehnung an MBO)					

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf bauliche Brandschutzmaßnahmen, welche sich auf die Planung von Lagertechnik und Materialfluss auswirken. Die Ausführungen basieren insbesondere auf den Forderungen und Empfehlungen folgender Regelwerke:

- Musterbauordnung
- Industriebaurichtlinie
- Arbeitsstättenrichtlinie
- Richtlinien des VdS
- VDI-Richtlinien
- Empfehlung des LFV-Hessen zum Brandschutz in Hochregallagern mit Personen.

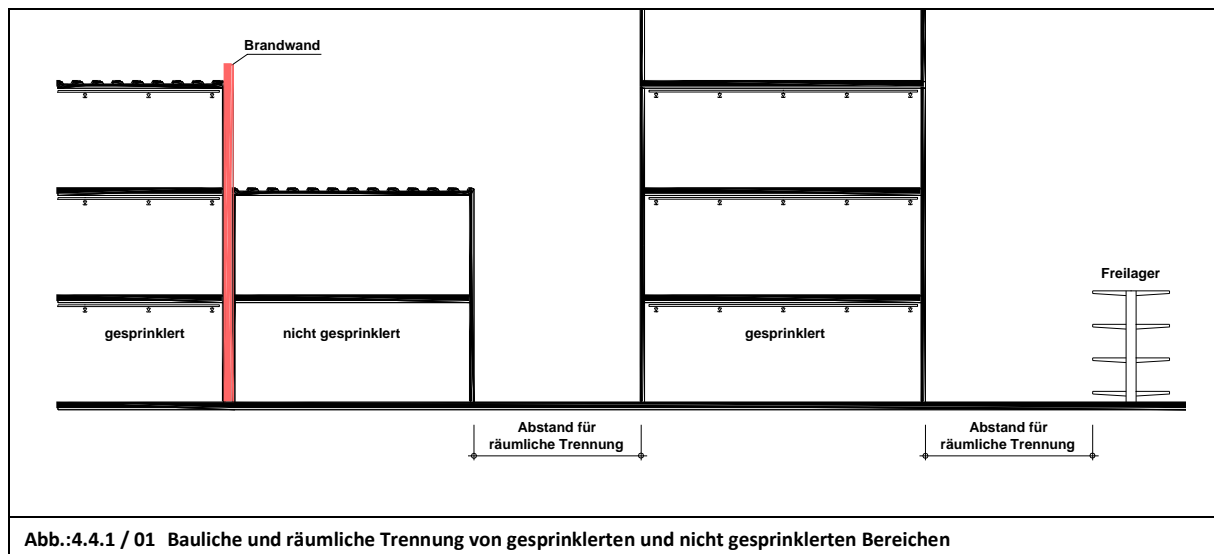
Sie dienen nur zur groben Orientierung und sind im praktischen Anwendungsfall unbedingt nochmals mit den aktuellen, regional zutreffenden Regelwerken abzustimmen.

4.4.1 Abstandsflächen, Abstände

Nach der Musterbauordnung (MBO) § 6 sind vor den Außenwänden von Gebäuden Abstandsflächen von oberirdischen Gebäuden freizuhalten. Die Tiefe der Abstandsfläche bemisst sich nach der Wandhöhe (das Maß „H“ ist das senkrechte Maß von der Geländeoberfläche bis zum Schnittpunkt mit der Dachhaut oder bis zum obersten Abschluss der Wand). Die Tiefe der Abstandsfläche ist vom Standort abhängig. Es gelten folgende Berechnungsansätze für die Tiefe der Abstandsfläche:

- i. d. R. $0,4 H$, mindestens 3 m
- In Gewerbe- und Industriegebieten $0,2 H$, mindestens 3 m

Die Regelungen der Sachversicherer (z.B. VdS 2000 und VdS 2234) enthalten Empfehlungen für die räumliche Trennung von Brandabschnitten und Komplexen, die über die Mindestanforderungen des Bauordnungsrechts hinausgehen (siehe nächstes Kapitel zu „Brandabschnitt- und Komplextrennung“).

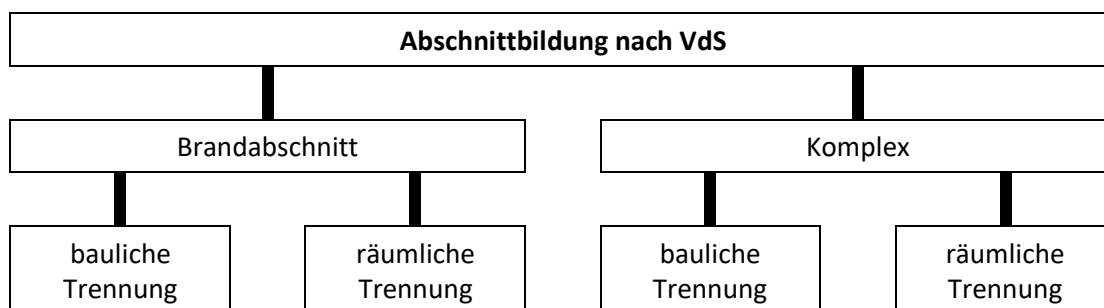


4.4.2 Brandabschnitt

4.4.2.1 Brandabschnitt- und Komplextrennung

Gemäß IndBauRL ist ein Brandabschnitt der Bereich eines Gebäudes zwischen seinen Außenwänden und / oder den Wänden, die als Brandwände über alle Geschosse ausgebildet sind. Der Begriff „Komplex“ ist im Bauordnungsrecht nicht enthalten.

Die Regelungen der Sachversicherer enthalten eine weitergehende Untergliederung. Nach der VdS 2234 gibt es neben dem Begriff „Brandabschnitt“ noch den Begriff „Komplex“. Sowohl für die Trennung in Brandabschnitte als auch für die Trennung in Komplexe besteht die Möglichkeit der baulichen Trennung sowie der räumlichen Trennung.



Sowohl für den Brandabschnitt als auch den Komplex gilt nach VdS 2234 zunächst die gleiche Definition:

Ein Brandabschnitt bzw. ein Komplex

„wird von einem oder mehreren Gebäuden, Gebäudeabschnitten oder Lägern im Freien gebildet, die untereinander keine, jedoch zu anderen Gebäuden, Gebäudeabschnitten oder Lägern eine räumliche oder bauliche Trennung aufweisen.“

An die Komplextrennung werden aber höhere Anforderungen gestellt als an die Brandabschnittsbildung. Der Komplex ist bei vielen Versicherern die Grundlage zur Beurteilung des wahrscheinlichen Höchstschadens und der risikogerechten Prämie in der Industrie-Feuer- und Feuer-Betriebsunterbrechungs-Versicherung.

		Brandabschnitt	Komplex
Bauliche Trennung durch		Brandwand gem. VdS 2234	Komplextrennwand gem. VdS 2234
Räumliche Trennung durch Mindestabstand:	<ul style="list-style-type: none"> Zwischen Gebäuden mit einer Höhe von 5 bis 20m 	5 m (vergl. MBO § 6)	Mindestabstand gleich der Höhe des höheren Gebäudes
	<ul style="list-style-type: none"> Zu Lagern brennbarer Stoffe im Freien 	20 m	20 m
	<ul style="list-style-type: none"> Zwischen sonstigen Gebäuden und / oder Lagern 	5 m	5 m
Tab.: 4.4.2 / 01 Gegenüberstellung von Brandabschnitt- und Komplextrennung			

Die VdS CEA 4001 „Sprinkleranlagen, Planung und Einbau“ besagt zusätzlich:

„Bereiche mit Sprinkleranlagen oder gleichwertigen VdS-anerkannten automatischen Feuerlöschanlagen müssen von anderen Bereichen durch räumliche Brandabschnittstrennung (mindestens 5 m) oder Brand- bzw. Komplextrennwände“ getrennt werden.

Nach VdS 2000, Kap. 4.3.1 „Räumliche Trennung“ können bei besonderen Risikoverhältnissen erhöhte Mindestabstände erforderlich werden, z.B.

- bei Hochregalanlagen,
- bei Gebäuden mit einer Höhe von mehr als 20 m,
- bei Explosionsgefahr,
- bei hohen Brandlasten auch im Freilager

4.4.2.2 Anforderungen an Brandwände und Komplextrennwände

Brandwände sind gemäß MBO §30 raumabschließende Bauteile zum Abschluss von Gebäuden (Gebäudeabschlusswand) oder zur Unterteilung von Gebäuden in Brandabschnitte (innere Brandwand). Brandwände müssen ausreichend lang die Brandausbreitung auf andere Gebäude oder Brandabschnitte verhindern.

Der Begriff „Komplextrennwand“ ist in der MBO nicht enthalten.

Die VdS 2000 „Brandschutz im Betrieb“ und VdS 2234 „Brand- und Komplextrennwände“ enthalten folgende Anforderungen:

- „Brandwände (BW) begrenzen Brandabschnitte. Sie sind dazu bestimmt, die Ausbreitung von Feuer und Brandgasen auf andere Gebäude oder Gebäudeabschnitte zu verhindern.“
 „Brandwände einschließlich der sie aussteifenden Bauteile entsprechen den Feuerwiderstandsklassen F 90-A nach DIN 4102 oder REI 90-M nach DIN EN 13501.“
- „Komplextrennwände (KTW) erfüllen höhere Anforderungen als Brandwände.“
 „Komplextrennwände einschließlich der sie aussteifenden Bauteile, wie z.B. Riegel und / oder Stützen, entsprechen der Feuerwiderstandsklasse F 180-A nach DIN 4102.“

4.4.2.3 Brandabschnittsflächen

Nach MBO § 30 (2) sind innere Brandwände zur Unterteilung ausgedehnter Gebäude erforderlich. Der Abstand der Brandwände darf nicht mehr als 40 m betragen.

Die Angaben der IndBauRL zur Größe der Brandabschnittsfläche beziehen sich auf Industriebauten. Dabei sind folgende Ausnahmen zu beachten:

- explizit ausgenommen sind Hochhäuser
- für Lagergebäude und Gebäude mit Lagerbereichen gibt es besondere Anforderungen
- die Richtlinie gilt nicht für Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9,0 m Oberkante Lagergut (siehe oben).

Gemäß IndBauRL sind in Industriebauten die zulässigen Größen der Brandabschnittsflächen abhängig von

- den Sicherheitskategorien K1 bis K4,
- den Feuerwiderstandsklassen, der tragenden und aussteifenden Bauteilen
- der Zahl der Geschosse.

Sicherheits-Kategorie	Brandschutztechnische Infrastruktur der Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte
K 1	Ohne besondere Maßnahmen für Brandmeldung und Brandbekämpfung
K 2	Mit automatischer Brandmeldeanlage
K 3	Mit automatischer Brandmeldeanlage und Werkfeuerwehr
K 3.1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Werkfeuerwehr mindestens in Staffelstärke, Staffel aus hauptamtlichen Kräften
K 3.2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Werkfeuerwehr mindestens in Gruppenstärke
K 3.3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Werkfeuerwehr mit mindestens 2 Staffeln
K 3.4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Werkfeuerwehr mit mindestens 3 Staffeln
K 4	Mit selbsttätiger Feuerlöschanlage

Tab.: 4.4.2 / 02 Sicherheitskategorien gem. IndBauRL, Kap. 3.9

In der nachfolgenden Tabelle sind zum einen die Sicherheitskategorien gem. IndBauRL aufgelistet als auch die Größen der zulässigen Brandabschnittsflächen in m².

Zulässige Größe der Brandabschnittsflächen in m ²									
Sicherheits- kategorien	Anzahl der Geschosse des Gebäudes								
	1 (erdgeschossig)	2			3		4	5	
	Feuerwiderstandsdauer der tragenden und aussteifenden Bauteile								
	ohne Anforderungen	F 30	F 30	F 60	F 90	F 60	F 90	F 90	F 90
K 1	1800 ¹⁾	3000	800 ^{2) 3)}	1600 ²⁾	2400	1200 ²⁾³⁾	1800	1500	1200
K 2	2700 ¹⁾	4500	1200 ²⁾³⁾	2400 ²⁾	3600	1800 ²⁾	2700	2300	1800
K 3.1	3200 ¹⁾	5400	1400 ²⁾³⁾	2900 ²⁾	4300	2100 ²⁾	3200	2700	2200
K 3.2	3600 ¹⁾	6000	1600 ²⁾	3200 ²⁾	4800	2400 ²⁾	3600	3000	2400
K 3.3	4200 ¹⁾	7000	1800 ²⁾	3600 ²⁾	5500	2800 ²⁾	410	3500	2800
K 3.4	4500 ¹⁾	7500	2000 ²⁾	4000 ²⁾	6000	3000 ²⁾	4500	3800	3000
K 4	10000	10000	8500	8500	8500	6500	6500	5000	4000
1) Breite des Industriebaus ≤ 40 m und Wärmeabzugsfläche (nach DIN 18 230-1) ≥ 5%									
2) Wärmeabzugsfläche (nach DIN 17 230-1) ≥ 5%									
3) Für Gebäude geringer Höhe ergibt sich eine zulässige Größe von 1600 m ² (nach § 26 Abs. 1 LBO und § 5 Abs. 2 LBOAVO i. V. mit § 26 Abs. 2 LBO und § 7 Abs. 4 LBOAVO)									
Tab.:	4.4.2 / 03	Zulässige Größe der Brandabschnittsflächen in m ² nach IndBauRL							

Bei Lagergebäuden und Gebäuden mit Lagerbereichen (nachfolgend nur Lagergebäude genannt) gelten nach der IndBauRL besondere Anforderungen (Lagerhöhe $\leq 9\text{m OK}_{\text{Lagergut}}$).

- In Lagergebäuden mit Lagerguthöhen $\geq 7,5\text{ m OK}_{\text{Lagergut}}$ müssen selbsttätige Feuerlöschanlagen angeordnet werden.
- Bei Lagergebäuden mit einer Lagerguthöhe $< 7,5\text{ m OK}_{\text{Lagergut}}$ und ohne selbsttätige Feuerlöschanlage ist in jedem Geschoss die Fläche jedes Brandabschnittes oder Lagerbereichs in Lagerabschnitte von höchstens 1200 m^2 durch Freiflächen zu unterteilen. Die Breite der Freiflächen ist abhängig von der Oberkante Lagerguthöhe.
 - Lagerguthöhe bis $4,5\text{ m}$ Mindestbreite $3,5\text{ m}$
 - Lagerguthöhe von $7,5\text{ m}$ Mindestbreite $5,0\text{ m}$
 - Bei Lagerguthöhen zwischen $4,5$ und $7,5\text{ m}$ ist die Mindestbreite durch Interpolation zu ermitteln.

Darüber hinaus gibt es in der IndBauRL (Kap. 7) noch den Begriff „Brandbekämpfungsabschnitt“. Ein Brandbekämpfungsabschnitt ist ein auf das kritische Brandereignis normativ bemessener ein- oder mehrgeschossiger Gebäudebereich.

- Für diesen Gebäudebereich gelten spezifische Anforderungen an Wände und Decken, die diesen Brandbekämpfungsabschnitt begrenzen
- Dieser Gebäudebereich ist gegenüber anderen Gebäudebereichen brandschutztechnisch abgetrennt.

Auf das Thema „Brandbekämpfungsabschnitt“ wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Es wird verwiesen auf die IndBauRL Kap. 7.

4.4.2.4 Versicherungstechnische Aspekte

Komplextrennung

Bei Gebäuden, Gebäudegruppen und Freilagern kann durch bauliche oder räumliche Komplextrennung eine Brandübertragung ausgeschlossen werden. Durch diese Trennung können versicherungstechnisch gesondert einstuftbare Komplexe entstehen.

Für Hochregalanlagen ist die bauliche Trennung durch Komplextrennwände bauphysikalisch sehr problematisch und gleichzeitig sehr kostspielig. Für Hochregalanlagen kommt der Wahl des Standortes und damit der räumlichen Komplextrennung besondere Bedeutung zu.

Feuerbeständig abgetrennte Räume

Bestimmte Bereiche innerhalb eines Betriebes sollten gem. VdS 2000 (über die bauordnungsrechtlichen Bestimmungen hinaus) in feuerbeständig abgetrennten Räumen untergebracht werden. Empfohlen wird dies für:

- Bereiche mit besonderer Brandgefahr
- Abteilungen, die von besonderer betrieblicher Bedeutung sind für die Aufrechterhaltung der Produktion.

Dies können sein:

- IT- und Prozesssteuerungsanlagen
- Elektrische Schalt- und Betriebsräume
- Lagerräume, z.B. für Gefahrstoffe
- Archive
- Zentrale für Hydraulik- und Umlaufschmierung
- Feuerungs- und Heizungsanlagen
- Betriebswerkstätten
- Haustechnische Anlagen, wie
 - Lüftungszentrale
 - Aufzugsmaschinenraum
 - Zentrale Druckluftversorgung
 - Batterieladestation
 - Filteranlagen
 - Labore

4.4.3 Feuerschutzabschlüsse

Nach MBO § 30 (8) sind Öffnungen in Brandwänden unzulässig!

Ausnahme:

In inneren Brandwänden sind Öffnungen nur zulässig, wenn:

- sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind;
- sie Abschlüsse haben, die feuerbeständig, dicht- und selbstschließend sind.

In Brandabschnittswänden müssen Türen, Tore sowie Durchlässe für den Materialfluss mit selbst-schließenden Feuerschutzabschlüssen versehen sein. Sie sollen die Ausbreitung von Bränden durch die Wandöffnung verhindern.

- Feuerschutzabschlüsse müssen mindestens die gleiche Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102 Teil 5 aufweisen, wie die umgebende Brandwand.
- Alle Bauteile der Feuerschutzabschlüsse müssen die gleiche Feuerwiderstandsklasse aufweisen.
- Feuerschutzabschlüsse müssen bauaufsichtlich zugelassen und gemäß den geltenden Richtlinien installiert sein (Deutsches Institut für Bauphysik).
- Um ein Übergreifen des Brandes vor dem Schließen des Feuerschutzabschlusses zu verhindern, ist im Umkreis von mindestens 2,50 m um den Schließbereich eine gekennzeichnete Sicherheitszone einzurichten. In diesem Bereich dürfen keine brennbaren Materialien abgestellt werden.

4.4.3.1 *Türen und Tore in Brandwänden*

Türen und Tore in Brandwänden (übliche Bezeichnung Brandschutztüren- bzw. tore) müssen als Feuerschutzabschlüsse geeignet sein.

- Sie sind grundsätzlich geschlossen zu halten und mit Türschließvorrichtungen auszustatten (z.B. Türschließer oder Federband). Zweiflüglige Türen sind mit einer Schließfolgeregelung zu versehen.
- Brandschutztüren- und Tore, die aus betrieblichen Gründen offen gehalten werden sollen, z.B. bei häufigem Durchgangsverkehr oder Transportweg, sind nach Zustimmung mit der Bauaufsichtsbehörde mit bauaufsichtlich zugelassenen, automatisch auslösenden Feststellanlagen (FSA) auszurüsten. Diese Feststellanlagen mit Brandmeldern bewirken im Brandfall das selbstständige Schließen der Brandschutztüren- bzw. tore.

Anmerkungen:

- Bei der Lagerung ist zu beachten, dass alle brennbaren Flüssigkeiten im Brandfall unter Brandschutztoren durchlaufen und so das Feuer ausbreiten können.
- Selbstschließende Rauchschutztüren sind keine FAA. Rauchschutztüren verhindern lediglich die Ausbreitung von Rauch. Durch zusätzlichen Rauchschutz können aber Brandfolgeschäden verhindert werden (z.B. Verschmutzung durch Ruß und / oder Beschädigung durch korrosive Gase).
- Gemäß ASR A2.3 (6) müssen manuell betätigte Türen in Notausgängen in Fluchtrichtung aufschlagen.

4.4.3.2 *Feuerschutzabschlüsse für bahnggebundene Fördertechnik*

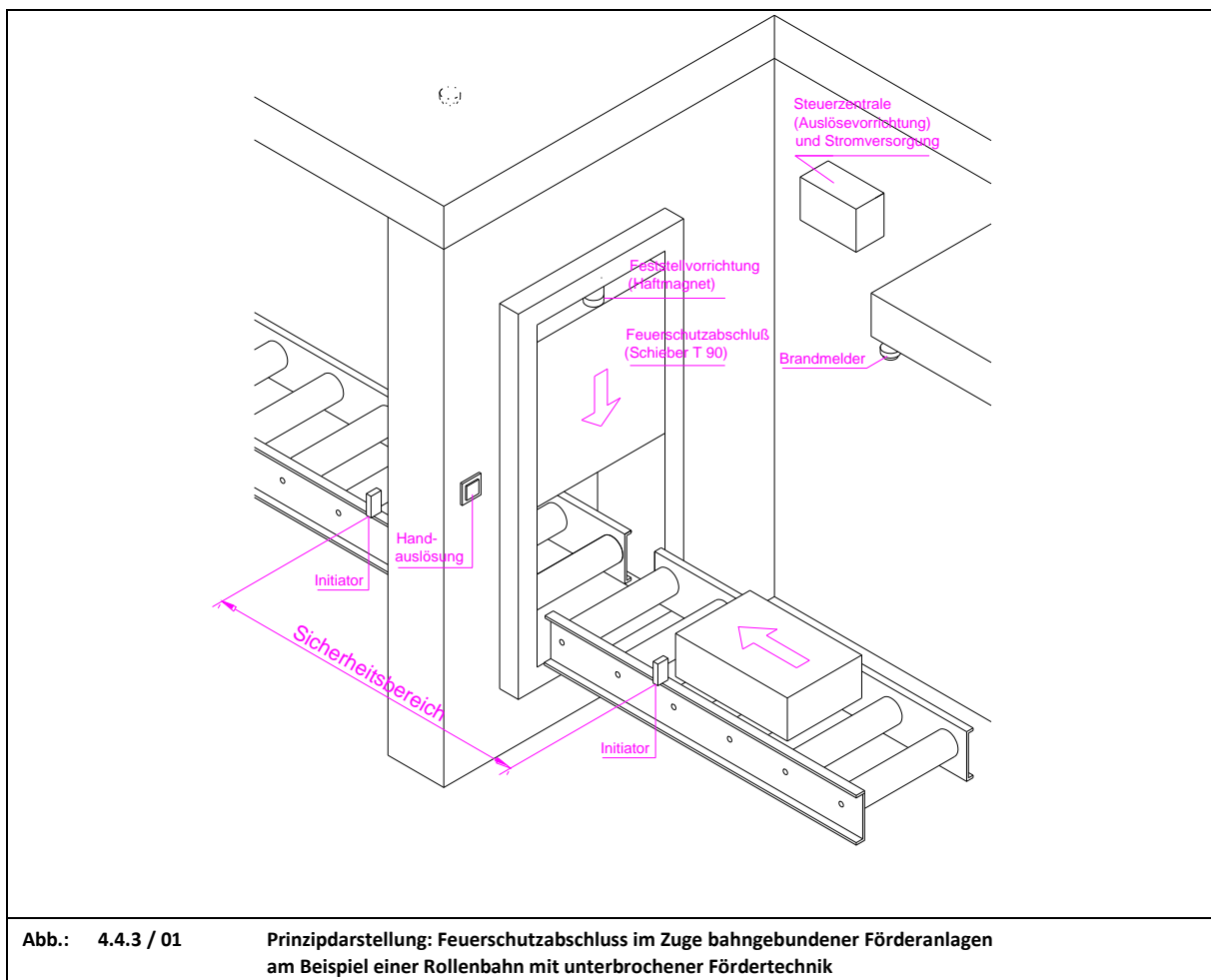
Besonders beachtenswert sind die Feuerschutzabschlüsse für die bahnggebundene Fördertechnik (Förderanlagenabschlüsse, kurz FAA). Bei der Vielzahl an Fördertechnik-Bauarten (Gurtförderer, Rollenförderer, Tragkettenförderer usw., mit entweder durchgehender oder unterbrochener Förderstrecke) werden diese FAA auf den jeweiligen Förderanlagentyp abgestimmt.

FAA für bahnggebundene Fördertechnik werden in den Veröffentlichungen überwiegend dem baulichen Brandschutz zugeordnet. Die Begründung ist, dass sich der Brandschutz der FAA auf die Bauteile des Gebäudes auswirkt. Es ist aber auch begründet, diese FAA dem technischen Brandschutz

zuzuordnen. Es sind technische Einrichtungen / Maschinen, die mit der Steuerungstechnik der Fördertechnik eng verknüpft sind.

Während des Betriebes sind diese FAA entweder planmäßig geschlossen, oder sie können mit einer zugelassenen Feststellanlage (FstA) offen gehalten werden. Bei offenen FAA darf im Brandfall das Schließen des FAA durch Fördergut nicht verhindert werden. Auch bei gleichzeitig auftretendem Stromausfall darf das Fördergut nicht im Schließbereich stehen bleiben. Es muss daher sichergestellt werden, dass der Schließbereich frei gefahren bzw. geräumt wird. In Abhängigkeit von der Art der Fördertechnik kann dies erreicht werden:

- durch eine netzunabhängige Stromversorgung, die sicherstellt, dass mit der elektrisch angetriebenen Fördertechnik der Schließbereich frei gefahren werden kann.
- durch Schwerkraft, z.B. bei einer Rollenbahn durch eine Gefällestrecke im Schließbereich
- durch ein Abräumsystem im Schließbereich, welches das Fördergut von der Fördertechnik schiebt oder kehrt.



FAA für bahngelagerter Fördertechnik müssen folgende Aufgaben erfüllen

- Branderkennung
- Alarmierung
- Ansteuerung des Feuerschutzabschlusses
- Erkennen, ob der Schließbereich durch Fördergut behindert ist; ggf. Freifahren oder Abräumen des Schließbereiches
- Anhalten der Förderanlage
- Feuerbeständiges Schließen der Wandöffnung

FAA bestehen aus

- dem eigentlichen Feuerschutzelement (Klappe, Schieber, Flügel usw.)
- einer Feststellanlage (FSA), die wiederum bestehend aus
 - einer Alarmierungseinrichtung (Brandmeldeanlage)
 - einer Auslösevorrichtung, die bei entsprechendem Signal durch den Brandmelder die Feststellvorrichtung auslöst
 - einer Feststellvorrichtung (FstV), wie z.B. elektromagnetische Systeme (z.B. Haftmagnete, Magnetventile, Magnetkupplungen)
- einer Freiräumeinrichtung, wie z.B.
 - Freifahrtsteuerung mit Schließbereich-Überwachung mit Auslöseeinrichtung, z.B. über Lichtschranke
 - Abräumsystem

4.4.4 Löschwasserrückhaltung

Zur Brandbekämpfung ist in der Regel der Einsatz von Löschwasser erforderlich. Ausnahmen sind der Einsatz von Sonderlöschanlagen, wie z.B. Anlagen mit dem Löschmittel Gas oder mit Permanent-Inertisierung.

In Gebäuden mit automatischen Wasser-Löschanlagen (Sprinklern i. w. S.) kann der Brand bereits in der Entstehungsphase gelöscht bzw. eingeschränkt werden. Es wird daher unterstellt, dass in fortgeschrittenem Brandszenario die Feuerwehr weniger Wasser zur Brandbekämpfung benötigt als in Gebäuden ohne derartige Löschanlagen.

Kann im Brandfall dieses Löschwasser durch schädliche Stoffe verunreinigt werden, sind Maßnahmen notwendig, um Schäden durch dieses verunreinigte Wasser zu vermeiden. Bei der Schädlichkeit der Stoffe ist zu beachten:

- Die Schädlichkeit der Stoffe bezieht sich insbesondere auf wassergefährdende Stoffe;
- Für die Beurteilung der Schädlichkeit ist es gleichgültig, ob die vorhandenen Betriebsstoffe bereits vor dem Brand schädlich waren, oder ob die Schädlichkeit erst durch den Brand entsteht. (siehe auch TRbF 20, Kap. 13 _Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten).

Gemäß VdS 2557 [VDS 8] können Schäden durch kontaminiertes Löschwasser vermieden werden:

- durch Organisatorische Maßnahmen.
In erster Linie sollte geprüft werden, ob organisatorische Maßnahmen ausreichen (siehe VdS 2557).
Kriterien, die im Rahmen der Planung durch Rücksprache mit der zuständigen Behörde zu klären sind:
 - Nähe eines Trinkwassereinzugsgebietes (Quellen, Pumpwerke)
 - Art der Kanalisation (Misch- oder Getrenntwasser-Kanalsystem)
 - Eignung der Kanalisation in Bezug auf Löschwasserrückhaltung und auf Dichtheit
 - Art der Ableitung
(in Oberflächenwasser, in Kläranlage oder in Regenüberlaufbecken).
- durch bauliche Einrichtungen zur Rückhaltung kontaminierten Wassers
- durch technische Einrichtungen zur Rückhaltung kontaminierten Wassers

Die organisatorischen Maßnahmen betreffen insbesondere die Bereiche

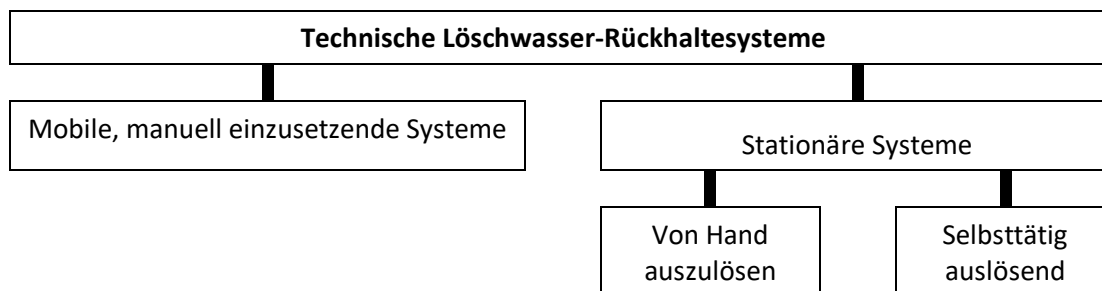
- Prävention,
- Begleitung im Schadensfall
- Nachsorge

Mit baulichen und technischen Löschwasser-Rückhaltesystemen soll der unkontrollierte Abfluss von Löschwasser aus Gebäuden (z.B. durch Türen oder Tore) vermieden werden. Das Löschwasser soll durch Sperren zurückgehalten werden, oder der kontrollierte Abfluss soll in spezielle Auffangeinrichtungen abgeleitet werden. Die Sperren oder die Auffangeinrichtungen müssen für das notwendige Rückhaltevolumen ausreichend dimensioniert sein. Die Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen (LÖRÜRL) ist beim Lagern wassergefährdender Stoffe zu beachten.

Bauliche Löschwasser-Rückhaltesysteme sind flüssigkeitsdichte stationäre Systeme, um das Löschwasser ohne technische Mittel, wie z.B. Pumpen, aufzufangen. Derartige bauliche Löschwasser-Rückhaltesysteme sind z.B.:

- Die Gebäudefläche selbst, die durch Aufkantungungen, Türschwellen usw. zur Wanne ausgebildet wird;
- Mit dem Gebäude verbundene Löschwasser-Rückhaltebecken, in die das Löschwasser ohne Pumpen abfließen kann. Dies kann z.B. erreicht werden durch:
 - eigens errichtete Rückhaltebecken;
 - entsprechende Gestaltung von unterirdischen Auffangräumen, z.B. von vorhandenen Kellerräumen;
 - Nutzung vorhandener Rückhaltebecken der Abwasserreinigung oder Regenwasser-Rückhaltebecken;
 - Flüssigkeitsdichte Freiflächen / Ladezonen, die entsprechend wannenförmig ausgebildet sind

Die technischen Löschwasser-Rückhaltesysteme sind in Anlehnung an VdS 2564-1: 2004-10 nach folgenden Kriterien zu unterscheiden:



Entsprechend der obigen Gliederung sind die Einrichtungen technischer Löschwasser-Rückhaltesysteme vielfältig.

System	Mobil	Stationär	
	Manuell	Von Hand	Selbsttätig
▪ Sperren, die den unkontrollierten Abfluss verhindern			
○ Löschwasserschotts	X	X	X
○ Mehrkammerschläuche als Flüssigkeitssperren	X		
▪ Pumpen, die das Löschwasser in spezielle Auffangeinrichtung fördern	(X)		X
▪ Spezialfahrzeuge der Feuerwehr mit Tanks, Pumpen und Flüssigkeitssaugern	X		
▪ Mobile Auffangbehälter	X		
▪ Kanalabdeckungen	X		
Tab.: 4.4.4 / 01	Löschwasser-Rückhaltesysteme		

Mobile, manuell einzusetzende Systeme können nach VdS 2557, Kap. 5.3.3 nur eingeschränkt empfohlen werden.

Nach VdS 2557, Kap. 6.2.5 wird grundsätzlich die Abführung des Löschwassers in außerhalb von Produktions- und Lagerbereichen liegende Becken oder Behälter empfohlen. Wird zur Förderung des Löschwassers eine Fördereinrichtung, z.B. Pumpe, benutzt, ist nach Kap. 6.2.4 ein Einlaufbauwerk mit einem Grobrechen, einer Absetzkammer und einer Saugkammer vorzusehen.

4.4.5 Baulicher Brandschutz für personenbediente HRL

Hochregallager sind unregelmäßige Sonderbauten. Die VDI 3564:2011 beschreibt ein Muster-Brandschutzkonzept für Hochregallager (siehe Kap. 4.3.2). Dieses Konzept beschränkt sich ausschließlich auf vollautomatische Hochregallager, die im Normalbetrieb keine Anwesenheit von Personen erfordern. Für Personenbediente HRL gibt es vom LFV-Hessen eine Entscheidungshilfe ohne Rechtscharakter (siehe Kap. 4.3). Die Empfehlung zeichnet Themen auf, die bei HRL mit Personenbedienung ergänzend zur VDI 3564 beachtet werden sollten.

Viele Themen der Empfehlung beziehen sich auf Maßnahmen zum Technischen Brandschutz. Diese werden in Teil V „Technische Gebäudeausrüstung“ erläutert. Bauliche Maßnahmen für HRL ohne Personenbedienung sind bereits oben aufgeführt. Bauliche und bedingt technische Maßnahmen für personenbediente HRL ergeben sich aus der ArbStättV in Verbindung mit den ASR und betreffen:

- Rettungswege
- Rettungswegkennzeichnung
- Sicherheitsbeleuchtung

4.4.5.1 *Rettungswege*

Siehe ArbStättV, ASR A2.3, MBO; danach muss ein Ausgang ins Freie, bzw. in einen notwendigen Treppenraum oder einen anderen Brandabschnitt in höchstens 35 m Entfernung Luftlinie erreichbar sein (siehe auch oben).

Abweichungen von der ASR sind möglich, wenn die gleiche Sicherheit und der gleiche Gesundheitsschutz erreicht werden, z.B. durch

- zusätzliche Brandentdeckungs- und Alarmierungsanlagen
- Ergänzende Löschanlagen. usw.

Andere Lösungen sind in einer Gefährdungsbeurteilung zu beschreiben und in das Brandschutzkonzept einzuarbeiten.

Basierend auf den Vorgaben der ASR mit 35 m Fluchtweglänge wären Lagerhallen von mehr als 70 m Länge ohne zusätzliche Quergänge zur Flucht nicht möglich. Die Querung der anderen Regalgassen wäre jedoch mit erheblichen Sicherheitsrisiken verbunden.

Anmerkung

Der erforderliche Personenschutz in Hochregallagern kann ggf. durch Einbau von Fluchttunneln erreicht werden (siehe Kap. 3.1.5 „Sonderlösungen für Flucht- und Rettungswege“). Bezogen auf ein personenbedientes HRL müsste für einen Fluchttunnel als Flucht- und Rettungsweg zusätzlich beachtet werden:

- Er verläuft unterhalb der Bodenplatte quer zu den Regalgassen auf dem kürzesten Weg in den Außenbereich.
- Der Eingang zum Tunnel (bei mehreren Regalgassen ggf. auch mehrere Eingänge) wird so in die Regalanlage integriert, dass ein Eingang von jeweils zwei Regalgassen aus erreicht werden kann.

4.4.5.2 *Rettungswegkennzeichnung*

Nach ASR 1.3 und DIN 4844 [DIN 22] sind die Rettungswege innerhalb der Gebäude durch beleuchtete oder hinterleuchtete Schilder so zu kennzeichnen, dass die notwendigen Treppen und Ausgänge ins Freie sicher ins Freie gefunden werden können. Die zu den Ausgängen führenden Gänge sind am Boden deutlich sichtbar und dauerhaft zu kennzeichnen.

4.4.5.3 Sicherheitsbeleuchtung

Das gesamte Gebäude ist mit einer elektrischen Anlage für Sicherheitszwecke und einer Notbeleuchtung auszurüsten. Diese Sicherheitsbeleuchtung (prinzipiell Bestandteil der technischen Gebäudeausrüstung) ist nach DIN VDE 0100 T 718, DIN VDE 0108 T 100, EN 1838 auszuführen.

5. NACHHALTIGES BAUEN UND ENERGETISCHE ANFORDERUNGEN

5.1 Nachhaltiges Bauen

Der deutsche Begriff der „Nachhaltigkeit“ geht historisch auf die Forstwirtschaft zurück. Es heißt dort u.a.: „Wer einen Wald hegt, muss darauf achten, nicht mehr Holz zu schlagen als nachwächst. Nachhaltigkeit bedeutet also, vom Ertrag zu leben, ohne die Substanz anzutasten.“ Ziel ist es also, ein Gleichgewicht zwischen Nutzung und Regeneration der vorhandenen Ressourcen zu erreichen [BUN 1].

Vor dem Hintergrund des Klimawandels sowie der Bewirtschaftung abnehmender Ressourcen an Rohstoffen und Energieträgern wurde 1987 durch die Brundtland-Kommission der Vereinten Nationen das Prinzip der Nachhaltigkeit neu formuliert. Auf Basis dieses Leitbilds sollen die Bedürfnisse der jetzigen Generation erfüllt werden, ohne dabei die Möglichkeit späterer Generationen einzuschränken, ihre Bedürfnisse ebenfalls befriedigen zu können.

Bei der Planung und Realisierung von Baumaßnahmen nach dem Prinzip der Nachhaltigkeit sind Lösungen zu finden, die folgende übergeordnete Ziele und Anforderungen erfüllen:

- Sie sind ökologisch verträglich.
- Sie sind ökonomisch akzeptabel
- Sie beziehen den Menschen mit ein.

Im Sinne der Nachhaltigkeit sind diese Aspekte nicht isoliert zu betrachten, sondern sie sind im Gleichgewicht zu halten und in ihren Wechselwirkungen aufeinander abzustimmen. Dieses ganzheitliche Denken muss sich interdisziplinär über den ganzen Lebenszyklus der Baumaßnahme erstrecken. Ziel dieser Vorgehensweise ist, eine hohe Gebäudequalität mit möglichst geringen Aufwendungen und Umweltwirkungen bei hoher Nutzungsqualität zu erreichen und langfristig aufrecht zu erhalten [BUN 2].

5.1.1 Lebenszyklus-Betrachtung

Der Lebenszyklus eines Gebäudes umfasst die Phasen

- Planung
- Rohstoffgewinnung sowie Herstellung der Baustoffe- bzw. Bauprodukte
- Errichtung
- Nutzung, einschließlich Instandhaltung und Modernisierung, Weiter- oder Umnutzung
- Abriss / Rückbau einschließlich Entsorgung / Verwertung (Recycling).

Das Einschätzen der Nutzungsdauer ist für die Bewertung der Nachhaltigkeit von besonderer Bedeutung. Hierzu sind Angaben zur Lebensdauer der Bauteile und technischen Einbauten erforderlich. Informationen hierzu bieten z.B.:

- Zu Bauteilen: Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung (BBSR)
unter:
<http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html>
- Zu haustechnischen Anlagen: VDI 2067 Bl. 1 (Sept. 2012)
Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen
Grundlagen und Kostenberechnung

5.1.2 Ökologische Nachhaltigkeit

Zur Erreichung der ökologischen Nachhaltigkeit sind insbesondere anzustreben:

- Schutz der stofflichen Ressourcen
- Schutz der energetischen Ressourcen

- Schutz der globalen und lokalen Umwelt,
d. h. Schutz des Klimas, der natürlichen Lebensgrundlage Boden, Luft und Wasser, sowie Schutz von Natur und Landschaft.

Jedes Errichten und Betreiben eines Gebäudes belastet die Umwelt. Für die objektive ökologische Bewertung von Gebäudevarianten wurden quantifizierbare Indikatoren identifiziert, welche die unterschiedlichen Auswirkungen auf die Umwelt beschreiben, die mit dem Errichten und Betreiben eine Gebäudevariante verbunden sind. Diese Indikatoren sind:

- Flächeninanspruchnahme (im Hinblick auf Bodenversiegelung)
- Primärenergieaufwand
 - Nicht erneuerbare Energien (im Hinblick auf begrenzte fossile Energieträger)
 - Erneuerbare Energien (im Hinblick auf Erhöhung der Deckungsrate)
- Treibhauspotenzial (im Hinblick auf die Erderwärmung)
- Ozonzerstörungspotenzial (im Hinblick auf das Ozonloch)
- Ozonbildungspotenzial (im Hinblick auf den Sommersmog)
- Versauerungspotenzial (im Hinblick auf den Sauren Regen)
- Überdüngungspotenzial (im Hinblick auf Gewässer und Grundwasser)

5.1.3 Ökonomische Nachhaltigkeit

Ziel der ökonomischen Betrachtung ist die ganzheitliche Optimierung der wirtschaftlichen Parameter.

- Erhaltung von Kapital / Erhalt des Immobilienwertes (Verkehrs- bzw. Marktwert)
- Niedrige Baufolgekosten, d. h. niedrige laufende Betriebs- Unterhaltungskosten.

Bei der Ermittlung der Lebenszykluskosten (Life-Cycle-Costs LCC) werden alle im Zusammenhang mit dem Gebäude anfallenden Kosten über alle Lebenszyklus-Phasen betrachtet. Dies sind insbesondere:

- Anschaffungs- bzw. Errichtungskosten (siehe auch DIN 276 [DIN 38])
 - Kosten für Grundstück einschließlich Kosten für Herrichten und Erschließen;
 - Kosten für die Herstellung des Bauwerks und der Außenanlagen einschließlich der Baustellen-Betriebskosten (z.B. Kosten für Baustrom, Baustellenreinigung usw.). Zu den Herstellungskosten des Bauwerks sind zu zählen:
 - Kosten für die Baukonstruktion
 - Kosten für die technische Anlagen
 - Kosten für die Gebäudeausstattung einschließlich der Kunstwerke
 - Alle Baunebenkosten, d. h.
 - Kosten für Planung, die im Rahmen aller erforderlichen Leistungsphasen gemäß HOAI anfallen (z.B. Architekt, Statik, Fachingenieure, Sachverständige).
 - Gebühren für die Baugenehmigung und sonstige behördliche Gebühren
 - Kosten für Makler, Notar, Versicherungen während der Bauzeit
 - Kosten für Telefonieren, Kopieren, usw. im Rahmen der Baumaßnahme
 - Anfallende Finanzierungskosten (Zinsen, Disagio usw.)
- Nutzungskosten
 - Kosten für Medienverbrauch
 - Energieträger für Heizung und Warmwasser (Strom, Gas, Öl)
 - Strom z.B. für Beleuchtung und sonstige elektrisch betriebene Anlagen
 - Wasser, Abwasser
 - Kosten für Reinigung
 - Kosten für Wartung und Instandhaltung
 - Kosten für Modernisierung, Ersatzinvestition, ggf. Umbaukosten bei Nutzungsänderung

- Rückbaukosten
 - Kosten Abriss einschließlich Abtransport,
 - Kosten für Wiederverwendung bzw. -verwertung (Recycling)
 - Kosten für Entsorgung

Der Werterhalt, bzw. die Wertentwicklung einer Immobilie wird durch standort-, markt- und gebäudebezogene Faktoren beeinflusst [BUN 2]:

- Standort- und marktbezogene Faktoren sind äußere Faktoren, die sich im Zeitablauf verändern können. Die Risiken der Markt- und Standortänderung sind bereits im Vorfeld der Projektentwicklung durch entsprechende Markt- und Standortanalysen zu minimieren. Zu den standort- und marktbezogenen Faktoren zählen z.B.:
 - Baurechtliche Aspekte
 - Immissionslage
 - Verkehrsanbindung
 - Wirtschaftsstruktur usw.
- Die Risikominimierung bzw. der Werterhalt kann auch durch entsprechende gebäudebezogene Faktoren erzielt werden.
Zu den Gebäudebezogenen Faktoren zählen z.B.:
 - Flächeneffizienz (Nutzung der Fläche über möglichst langen Zeitraum, z.B. durch die Möglichkeit der Nachnutzung von Gebäuden)
 - Umbaubarkeit und Umnutzungsfähigkeit
 - Energetische Eigenschaften
 - Dauerhaftigkeit usw.

5.1.4 Soziale und kulturelle Nachhaltigkeit

Ziel der sozialen und kulturellen Nachhaltigkeit ist, dass die Gebäude

- den Bedürfnissen der Nutzer entsprechen,
- ein hohes Maß an Gesundheitsschutz, Sicherheit und Wohlbefinden gewährleisten,
- die Wertschätzung durch die Gesellschaft finden.

Zur Zielerreichung müssen diese Aspekte bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Dies erfolgt durch Optimierung

- des Gebäudeentwurfs
- der Materialauswahl
- der Baukonstruktion
- der Anlagentechnik

Damit eine Immobilie den Bedürfnissen der Nutzer entspricht, müssen deren Anforderungen optimal aufeinander abgestimmt werden. Dies sind Anforderungen an die Funktionalität. Dazu zählen auch die Anforderungen der Nutzer (und ggf. späterer Nutzer) an die Barrierefreiheit. Bei der Einbindung der Nutzeranforderungen in das Gesamtkonzept sind zu berücksichtigen:

- Funktions- und Raumzuordnungen
- Detail- und Innenraumgestaltung
- Infrastrukturelle Zugänglichkeit
- Ver- und Entsorgung

Zur funktionalen Nachhaltigkeit einer Logistikimmobilie zählt, dass sie so flexibel gestaltet ist, dass sie für spätere veränderte Nutzungsanforderungen mit geringem Ressourcenverbrauch umstrukturierbar ist. Dies ist z.B. erreichbar mit

- möglichst wenigen lastabtragenden Trennwänden,
- nicht lastabtragenden Trennwänden, die mit geringem Aufwand umgesetzt werden können,
- einer Grundstruktur von Bau und Anlagentechnik, die so gestaltet ist, dass sie skalierbar ist, so dass ggf. mehrere voneinander unabhängige Nutzergruppen die Immobilie nutzen können.

Gesundheitsschutz, Sicherheit und Wohlbefinden sind wesentliche Aspekte der soziokulturellen Nachhaltigkeit.

- Gesundheit und Wohlbefinden / Behaglichkeit sind abhängig von thermischen, hygienischen, akustischen und visuellen Faktoren. Dazu gehört auch, inwieweit diese Faktoren durch den Nutzer beeinflusst werden können. Einflussparameter auf diese Faktoren sind:
 - Thermische Behaglichkeit: Raumtemperatur, Raumluftheuchte
 - Hygienische Behaglichkeit: Raumluftheuchte, Luftbewegung
 - Akustische Behaglichkeit: Bauakustik, Lärmimmission
 - Visuelle Behaglichkeit: Beleuchtung
- Bei dem Aspekt der Sicherheit ist zu unterscheiden zwischen subjektiver und objektiver Sicherheit.
 - Subjektive Sicherheit wird durch Maßnahmen erzeugt, wie z.B.
 - ausreichende Ausleuchtung innen und außen
 - Alarmanlagen für Brand und Einbruch
 - Dienstleister für Objektschutz
 - Objektive Sicherheit ist gegeben, wenn
 - tatsächliche Gefahrensituationen bestmöglich vermieden werden, bzw.
 - das Schadensmaß im Eintrittsfall weitgehend reduziert wird.

Gestalterische Maßnahmen am Bau sind ein wichtiger Teil unserer Baukultur. Diese wirken nach innen und nach außen, d.h. in Richtung Investor, Nutzer und umgebende Gesellschaft. Bei entsprechender Einbindung in das Umfeld erhält das Gebäude die Wertschätzung des gesamten sozialen Umfeldes.

Mit der Wertschätzung ist auch eine Wertbeständigkeit im Sinne des nachhaltigen Bauens verbunden. Mit der Wertschätzung wächst das Interesse

- am Erhalt der Immobilie
- an der Bestandspflege als Zeitzeugen
- an behutsamer Anpassung

5.2 Anforderungen der EnEV

Ein energiepolitisches Ziel der Bundesregierung von Deutschland ist, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Zur Erreichung dieses Zieles wurde daher im Jahr 2002 die Energieeinsparverordnung (EnEV) in Kraft gesetzt. Damit wurden gleichzeitig die bis dahin geltende Wärmeschutzverordnung (WSchV) und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV) abgelöst. Inzwischen wurde die EnEV mehrfach überarbeitet, wobei sich die Anforderungen stetig verschärfen.

Anmerkung:

Im Jahr 2020 wurden sowohl die Energieeinsparverordnung (EnEV) als auch das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) abgelöst durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG). Die folgenden Ausführungen basieren noch auf der Fassung der EnEV vom 01.01.2016.

Die Verordnung gilt für Wohngebäude und Nichtwohngebäude, die dauerhaft beheizt oder gekühlt werden. Die maßgeblichen Größen der EnEV bei Neubauten sind:

- Der Jahresprimärenergiebedarf im Vergleich zu einem Referenzgebäude mit gleicher Geometrie und Abmessung und vorgegebenen Technischen Eigenschaften. Der vorausberechnete Jahres-Primärbedarf des geplanten, zu errichtenden Gebäudes darf den Jahres-Primärbedarf eines entsprechenden Referenzgebäudes nicht überschreiten.
- Ein vom Gebäudetyp abhängiger Grenzwert des Transmissionswärmeverlustes bezogen auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche. Als Maßstab gelten die U-Werte der Außenbauteile, die die wärmeabgebende Gebäudehülle bilden.

- Bei Nichtwohngebäuden sind zur energetischen Gebäudebewertung und bei Nachweisen zur Einhaltung von energetischen Anforderungen nach der EnEV die Nutzungsrandbedingungen nach DIN V 18599, Teil 10 heranzuziehen.

Der früher zugrunde gelegte Endenergiebedarf ist die rechnerisch erforderliche Energiemenge für Heizung und Warmwasser einschließlich der Verluste für Anlagentechnik. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt den Endenergiebedarf und darüber hinaus weitere Verluste, wie z.B.:

- Verluste, die von der Gewinnung des Energieträgers an seiner Quelle über Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude entstehen.
- Verluste, die für die Verteilung und Speicherung im Gebäude anfallen.

Zum Jahreswechsel 2015 / 2016 wurde der der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf für Neubauten um 25% absenkt. Für Neubauten ist damit der Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren. Gleichzeitig sollen die Transmissionswärmeverluste um 20 % vermindert werden (es wird auf die DIN V 18599, Ausgabe 2011-12 verwiesen).

Die Anforderungen der EnEV sind eine ganzheitliche Betrachtung. Es können z.B. Mängel im Heizsystem mit guter Wärmeisolierung kompensiert werden und umgekehrt. Erzeugter Strom aus erneuerbaren Energien kann ebenfalls angerechnet werden, falls

- die Erzeugung des Stroms in unmittelbarem Zusammenhang zu dem Gebäude steht (die großen Dachflächen von Logistikhallen bieten sich dafür an);
- der Strom vorrangig in dem Gebäude unmittelbar nach der Erzeugung oder vorübergehenden Speicherung genutzt wird. (Nur überschüssige Mengen werden in das öffentliche Netz eingespeist).

5.3 Maßnahmen im Sinne der Nachhaltigkeit und der EnEV

Nachhaltiges Bauen kann nicht mit einem feststehenden Konzept erfolgen. Jedes einzelne Vorhaben erfordert ein individuelles Konzept mit unterschiedlichen Lösungsansätzen, Alternativen und Maßnahmen. Alternativen / Varianten sind ganzheitlich miteinander zu vergleichen, d. h. Vergleich der Gesamtbilanzen über einen definierten Nutzungszeitraum.

Die nachstehend beispielhaft aufgeführten Einzelmaßnahmen gehen tendenziell in Richtung Nachhaltigkeit, ihre Umsetzbarkeit ist in der Gesamtbetrachtung zu überprüfen. Zu den Einzelmaßnahmen siehe auch Teil IV.2 (Realisierungsmöglichkeiten der Anforderungen an Logistikimmobilien) und Teil V (Technische Gebäudeausrüstung).

- Optimale Ausrichtung und Einbettung der Immobilie in die Landschaft mit den Zielen
 - negative Witterungseinflüsse zu minimieren
 - Tageslicht optimal nutzen zu können
- Optimierter Einsatz von Baumaterialien und Bauprodukten
 - Verwendung möglichst vieler Baumaterialien- und Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen:
Geeignet sind z.B. Holzwerkstoffe, insbesondere für das Dachtragwerk und die Gebäudehülle.
 - Verwendung recyclingfähiger Materialien
- Optimierung des Verhältnisses von Gebäudehüllfläche zu Nutzfläche unter Berücksichtigung konkurrierender Zielsetzungen, insbesondere der Optimierung der intralogistischen Aufbau und Ablauforganisation.
- Optimierung der Wärmedämmung
- Minimierung der Wärmeverluste infolge von Luftaustausch zwischen Innen und Außen sowie infolge von Wärmebrücken. Diese Wärmeverluste treten insbesondere im Bereich der LKW-Verladestellen auf. Lösungsmöglichkeiten sind z.B. nach [SAL 1]:

- Überladebrücken nicht hinter die Tore in das Halleninnere einzubauen, sondern mit thermischer Trennung an der Außenfassade anzubringen. Dadurch werden insbesondere die Wärmebrücken minimiert, aber auch der Luftaustausch.
- Einhausung der Andockstellen mit Torabdichtungen als Schleusen zur Verringerung des Luftaustauschs (siehe auch Kap. 2.3.3 ff).
- Verwendung außenliegender Sonnenschutz- / Beschattungssysteme:
Außenliegende Sonnenschutz- / Beschattungssysteme sind insbesondere an der Südfassade sinnvoll. Als horizontal auskragende Systeme, die über den Fenstern und / oder der Fassade angeordnet sind, bieten sie zwei Vorteile:
 - Im Sommer bei hochstehender Sonne dienen sie der Beschattung und somit dem Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung und Überhitzung.
 - Im Winter bei tiefstehender Sonne kann die Sonne in das Gebäude gelangen und ist damit eine zusätzliche Wärmequelle.
- Einsatz erneuerbarer Energien für die Stromgewinnung:
 - Die großen Dachflächen von Logistikhallen bieten sich an für die Installation von Photovoltaik-Anlagen.
 - Auf dem Dach können auch vertikale Windräder installiert werden, die auch bei diffusen Lichtverhältnissen Strom produzieren.
- Einsatz erneuerbarer Energien für die Wärmergewinnung
 - Die großen Dachflächen von Logistikhallen sind ebenfalls geeignet für die Installation von Solarthermie-Anlagen.
 - Von Frühjahr bis zum Herbst kann die erforderliche Wärme direkt über Solarthermie abgedeckt werden.
 - Die Überschüssige Wärme im Sommer sollte in Wärmespeichern für die sonnenarme Jahreszeit gespeichert werden (siehe Teil V, Kap. 2.2 ff).
 - Wärmepumpen gibt es für unterschiedliche Anwendungsbereiche, die die Wärme aus der Umgebungsluft, dem Boden, dem Grundwasser oder z.B. aus einem Wärmespeicher auf ein höheres Temperaturniveau für die Hallen- oder Wassererwärmung pumpen.
 - Auch Verfahren der Kraft-Wärme-Kopplung, ggf. kombiniert mit Kühlung sind ressourcensparend.
- Einsatz von Heizsystemen mit niedrigen Vorlauftemperaturen in der Wärmeverteilung, wie z.B. Fußbodenheizung / Betonkerntemperierung
- Reduzierung des Wasser- / Abwasserverbrauchs
Beim Betreiben von Logistikhallen ist der Wasserbedarf i. d. R. relativ gering. Dennoch können Einsparungen beispielsweise erzielt werden durch
 - wassersparende Sanitärsysteme
 - Verwendung von Regenwasser und ggf. weitgehend sauberem Abwasser aus technischen Prozessen für WC-Spülungen und / oder technische Prozesse, Bewässerung von Grünanlagen usw. Hierfür sind getrennte Trink- und Brauchwassersysteme erforderlich.
- Energieeffiziente Beleuchtung von Logistik- Büro- und Außenflächen
- Sonstige Maßnahmen
 - Extensive Begrünung der Dachflächen
 - Verwendung von Rasenpflastersteinen zur Minimierung versiegelter Flächen

6. QUELLENNACHWEIS ZU TEIL IV.1

6.1 Tabellenverzeichnis

Kapitel / Tab.	Titel der Tabelle	Quelle
2.2.1 / 01	Flächenbedarf für Parallelparkplätze bei unterschiedlichen Anstellwinkeln	Verfasser in Anlehnung an VDI 2360
2.2.1 / 02	Flächenbedarf für Parallelparkplätze bei einem Anstellwinkel von 45°, aber unterschiedlichen Fahrzeuglängen	Verfasser in Anlehnung an [FHW 1]
2.3.2 / 01	Mindestbreite von Verkehrswegen auf Laderampen	Verfasser
2.3.2 / 02	Grobe Richtwerte für Verladehöhen	Verfasser
3.1.2 / 01	Max. Neigungen für Schrägrampen bei unterschiedlichen Nutzungsarten	Verfasser in Anlehnung an ASR A 1.8
3.1.2 / 02	Verkehrswege für Fußgänger im Lager	Verfasser nach BGR 234
3.1.2 / 03	Richtwerte für Verkehrsweg-Breiten im Regalgang / Stapelgang mit 90° - Lagerbedienung; (Verkehrswegbreite \geq Breite Arbeitsgang Ast)	Verfasser
3.1.3 / 01	Fluchtwegbreite in Abhängigkeit von der Anzahl Personen	Verfasser
3.1.3 / 02	Richtwerte für die maximale Fluchtweglänge	Verfasser
3.1.4 / 01	Maximale Entfernungen bei Rettungswegen	Verfasser
3.4.2 / 01	Gegenüberstellung der Kraftstoffe in Gasfüllanlagen	Verfasser in Anlehnung an Wikipedia „Autogas“
4.4 / 01	Einteilung in Gebäudeklassen	Verfasser in Anlehnung an MBO
4.4.2 / 01	Gegenüberstellung von Brandabschnitt- und Komplextrennung	Verfasser
4.4.2 / 02	Sicherheitskategorien gem. IndBauRL, Kap. 3.9	Verfasser
4.4.2 / 03	Zulässige Größe der Brandabschnittsflächen in m ²	Verfasser nach IndBauRL
4.4.4 / 01	Löschwasser-Rückhaltesysteme	Verfasser

6.2 Abbildungsverzeichnis

Kapitel / Abb.	Titel der Abbildung	Quelle
1.1 / 01	Erweiterbarkeit einzelner Lagerbereiche	Verfasser
2.2.1 / 01	Richtwerte für die Dimensionierung von Wendeschleifen und Wendepätzen	Verfasser in Anlehnung an VDI 2360
2.2.1 / 02	Flächenbedarf für Parallelparkplätze bei unterschiedlichem Abstellwinkel	Verfasser in Anlehnung an VDI 2360
2.2.2 / 01	Seitenverladung mit Flurverladung	Verfasser
2.2.2 / 02	Kopframpen für Heckverladung (Beispiel)	Verfasser in Anlehnung an VDI 2360
2.2.2 / 03	Sägezahnrampen mit innenliegenden Ladebrücken	Verfasser in Anlehnung an VDI 2360
2.2.2 / 04	Sägezahnrampen für kombinierte Heck- und Seitenverladung	Verfasser in Anlehnung an VDI 2360
2.3.1 / 01	Mobile Laderampe (Prinzipdarstellung)	Verfasser
2.3.2 / 01	Betonladerampe	Verfasser
2.3.3 / 01	Parktasche für Ladebordwand unter der Überladebrücke	Verfasser
3.1.2 / 01	Mindestbreite von Verkehrswegen und Nebengängen für Fußgängerverkehr zwischen Lagereinrichtungen- und geräten	Verfasser
3.1.2 / 02	Mindestbreiten von Verkehrswegen einschließlich der Sicherheitszuschläge	Verfasser
3.1.2 / 03	Abstandsmaße von Treppen zu Türöffnungen	Verfasser in Anlehnung an ASR A 1.8

3.1.5 / 01	Fluchttunnel (Prinzipdarstellung)	Verfasser
4.4.1 / 01	Bauliche und räumliche Trennung von gesprinklerten und nicht gesprinklerten Bereichen	Verfasser
4.4.3 / 01	Prinzipdarstellung: Feuerschutzabschluss im Zuge bahngebundener Förderanlagen am Beispiel einer Rollenbahn mit unterbrochener Fördertechnik	Verfasser

6.3 Literaturverzeichnis

6.3.1 Gesetze, Normen, Richtlinien, Empfehlungen, usw.

ASR 2	ASR A1.3	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)
ASR 3	ASR A1.7	Türen und Tore; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR);
ASR 3	ASR A1.8	Verkehrswege; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR); Ausgabe November 2012
ASR 1	ASR A2.3	Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR); Ausgabe 2007
ASR 5	ASR A3.4 / 3	Sicherheitsbeleuchtung; optische Sicherheitsleitsysteme; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR);
ASR 6	ASR A3.5	Raumtemperatur; Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR);
ASV 1	ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung; 2004
BGI 1	BGI 560	Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz, Kap. 11 Technischer Brandschutz www.vbg.de/zwischenfall/zh/z112/11.htm
BGI 5	BGI 582	Sicherheits- und Gesundheitsschutz bei Transport- und Lagerarbeiten (2008)
BGI 3	BGI/GUV-I 5160	Personenschutz beim Einsatz von Flurförderzeugen in Schmalgängen
BGR 1	BGR/GUV-R 234	Lagereinrichtungen und Lagergeräte (2006)
BSV 1	BetrSichV	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV); § 18 Erlaubnispflicht
DIN 21	DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 1: Begriffe, Anforderungen, Prüfungen
DIN 22	DIN 4844	Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen
DIN 23	DIN 14095	Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen
DIN 24	DIN 14096	Brandschutzordnung – Regeln für das Erstellen und das Aushängen
DIN 8	DIN 15185-2	Flurförderzeuge - Sicherheitsanforderungen – Teil 2: Einsatz in Schmalgängen (2013)
DIN 25	DIN 18225	Industriebau – Verkehrswege in Industriebauten“
DIN 26	DIN 18230	Baulicher Brandschutz im Industriebau
DIN 27	DIN EN 1398	Ladebrücken – Sicherheitsanforderungen (2009)
DIN 28	DIN EN 13501	Klassifizierung von Bauprodukten nach ihrem Brandverhalten
DIN 29	DIN VDE 0108	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
DIN 30	DIN 14090	Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken
DIN 38	DIN 276	Kosten im Bauwesen
IND 1	IndBauRL	Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Industriebaurichtlinie) Fassung März 2000
MBO 1	MBO	Musterbauordnung
SVO 1	StellplatzVO NRW	Verordnung über notwendige Stellplätze für Kraftfahrzeuge und Fahrräder (StellplatzVO NRW) vom 14. März 2022
VDI 2	VDI 2360	Güterumschlagzonen und Verladetechniken mit Flurförderzeugen für Stückgutverkehr
VDI 20	VDI 3564	Empfehlungen für Brandschutz in Hochregalanlagen
VDI 18	VDI 4420	Automatisches Be- und Entladen von Stückgütern auf Lastkraftwagen

VDS 5	VdS 2234	Niedervoltbeleuchtungsanlagen, Richtlinien zur Schadensverhütung
VDS 4	VdS 2259	Batterieladeanlagen für Elektrofahrzeuge
VDS 8	VdS 2557	Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteanlagen
VDS 9	VdS 2564	Richtlinien für Löschwasser-Rückhalteanlagen – Bauteile und Systeme
VDS 10	VdS CEA 4001	VdS-Richtlinien für Sprinkleranlagen – Planung und Einbau (2010)
VFD 1	vfd 01/01	Vfdb-Richtlinie „Brandschutzkonzept“(Verein zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V.)

6.3.2 Literatur, Firmenbroschüren, Internetveröffentlichungen

ANC 1	Ancra Systems BV; Technologieinformation: Automatische LKW Be- und Entladesysteme
AWE 1	Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 105; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin , Dortmund 1998
BGB 1	Innerbetrieblicher Transport; Materialtransport in Druckereien und in der Papier verarbeitenden Industrie. Broschüre der Berufsgenossenschaft BG ETEM
BIB 1	Bauordnung im Bild, Bd. 2, Teil 4.2; WEKA Baufachverlage GmbH, 1991
BLF 1	„Brandschutzleitfaden für Gebäude besonderer Art und Nutzung“; Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen; Nov. 1998
BUN 1	Informationsportal „Nachhaltiges Bauen“; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BUN 2	Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; 2013
GAR 1	Garche, Stefan (RA), Rechtlicher Leitfaden zur Errichtung von Wasserstofftankstellen; Düsseldorf, Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW, Stand 21.08.2015
GUD 2	Gudehus, Timm: Logistik 2, Netzwerke, Systeme, Lieferketten
LFV 1	Ergänzende Empfehlung für Brandschutz in Hochregallagern, die im Normalbetrieb die Anwesenheit von Personen erfordern. (Landesfeuerwehrverband Hessen, Empfehlungen Hochregallager, Dez. 2011)
SAL 1	Salzer & Koch Consultans GmbH in Kooperation mit Dömgies Architekten AG: „Logistikhalle aus nachwachsenden Rohstoffen“; Abschlussbericht 30. April 2010
VBG 1	Fachinfoblatt „Batterieladeräume“; Internetveröffentlichung (www.vbg.de/arbeitsstaetten/arbhilf/fachinfoblatt/fi_batterie.htm)