

## KONSTRUKTIONSMERKMALE LOGISTIKGEBÄUDE

## Typologien und Anforderungen

Schachteln in der Landschaft mit wenig ansprechender Optik, weitgehend ohne Fenster und mit Einheitsfassade: Der Löwenanteil der Logistikgebäude ist auf kompromisslose Funktionalität reduziert. Dennoch erfordert ihre Planung spezielles Fachwissen.

TEXT: MICHAEL JUHR

► Logistikgebäude werden häufig abwertend als Schuhkartons bezeichnet. Quadratisch, praktisch, einfach. Ohne Anspruch an Ästhetik verbrauchen Sie Unmengen an wertvollen Grundstücksflächen, schaffen wenig Arbeitsplätze und erzeugen durch den LKW-Verkehr Emissionen wie Lärm und Abgase. Hieran tragen nicht zuletzt die Verbraucher die Schuld. Konsumorientierte Unternehmen sind heute gezwungen den teilweise fabrikneuen Sperrmüll aus den Billiglohnländern zu minimalen Preisen zu lagern und zu verteilen. Die geringen Margen zwingen die Logistikunternehmen, die Kosten zu minimieren. Hiervon sind auch die Logistikgebäude betroffen, es entstehen billige, aber vollständig dumme Gebäude.

Dass es auch anders geht, zeigt das Beispiel G. Park Blue Planet in Chatterley Valley des Investors Gazeley (siehe Seite 18). Der Eigennutzer Wenko GmbH & Co. KG „Prodlog“ hat zusammen mit dem Verfasser in mittlerweile drei Bauabschnitten ein anderes Projekt, eine Logistik- und Pro-

duktionsanlage von 25 000 Quadratmetern errichtet, die durch ein Volumenoptimierungsmodell 18 Prozent des ursprünglichen Volumens und dadurch auch signifikant Betriebskosten einspart.

## Typologien

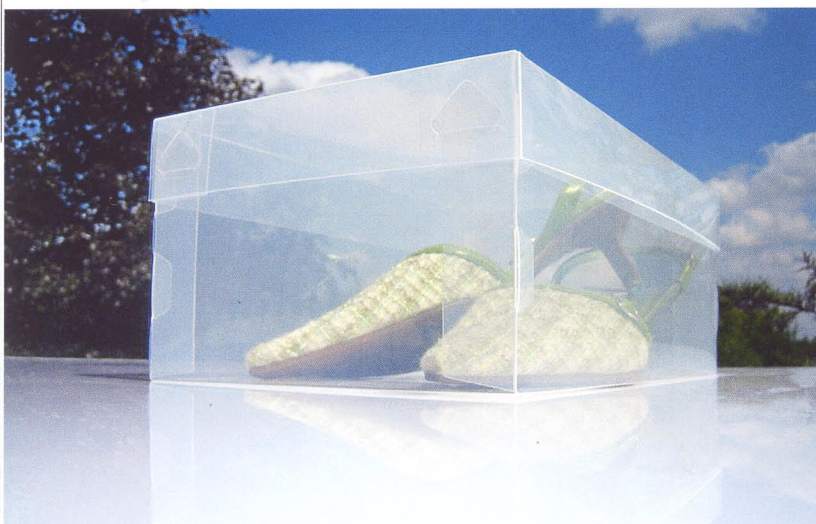
Grundsätzlich lassen sich Logistikgebäude nach den beiden Hauptbetriebsweisen automatischer Betrieb und manueller Betrieb unterscheiden. Die automatisch betriebenen Logistikgebäude werden überwiegend in Silobauweise errichtet. Hier bildet die Technik (Regalanlage) die Tragstruktur. An dieser wird dann die Hülle befestigt. Automatische Logistikgebäude zählen zu den Spezialimmobilien, deren Drittverwertbarkeit auf Grund der ganz spezifischen Nutzung extrem schwierig ist. Nachfolgend werden die speziellen Anforderungen manuell betriebener Logistikgebäude beschrieben. Die gängigsten Typen von manuell betriebenen Logistikgebäuden sind:

- Logistikgebäude für die Lagerung mit einer Lagerguthöhe kleiner 10 Meter
- Logistikgebäude für die Funktionalität Cross docking und
- Logistikgebäude für Paketdienstleister KEP-Anlagen (KEP = Kurier-Express-Paket)

## Grundrissgeometrie

Bei Lagergebäuden richtet sich die Größe nach nutzungsspezifischen, wirtschaftlichen und genehmigungsrechtlichen Kriterien.

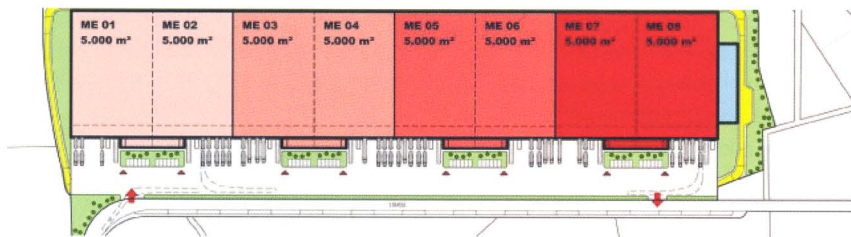
Aspekte zur Bestimmung der maximalen Geometrie bei einseitiger Anordnung der Tore	
Bauabschnittsgröße	= maximale Brandabschnittsgröße = bis 10 000 Quadratmeter
Gebäudetiefe	= Torzone = bis 10,00 Meter Kommissionierbereich = bis 15,00 Meter Regaltiefe = bis 70,00 Meter (einseitige Andienung) Fahrgasse Regalende = bis 5,00 Meter Summe = bis 100,00 Meter
Gebäudebreite	= Resultierend aus Tiefe und Brandabschnittsgröße = bis 100,00 Meter
Mietbereichsgröße	= bis 5 000 Quadratmeter



Synonym für Logistikgebäude: der Schuhkarton. Praktisch, quadratisch, einfach und ohne Anspruch an Ästhetik



Die Logistik-Anlage der Wenko GmbH & Co. KG spart Betriebskosten durch Volumenoptimierung



Sinnvoll ist eine Aneinanderreihung der Bau-/Brandabschnitte. Die einzelnen Abschnitte können mit Feuerschutztoren zu einer Miet-/Nutzungseinheit verbunden werden

Sinnvoll ist eine Aneinanderreihung der Bau-/Brandabschnitte. Die einzelnen Abschnitte können mit ausreichend groß dimensionierten Feuerschutztoren in den Brandwänden zwischen den Bauabschnitten in der Brandschutzqualität F 90 zu einer Miet-/Nutzungseinheit miteinander verbunden werden. Gleichzeitig kann eine solche Reihe von zum Beispiel vier Einheiten an der Rückfront noch einmal gespiegelt werden. Auf diese Weise ergibt sich eine Gebäudegeometrie von etwa 400 mal 200 Metern. Die Nutzfläche einer solchen Anlage beträgt dann etwa 80 000 Quadratmeter. Es lassen sich problemlos 8 bis 16 getrennte Mieteinheiten darstellen. Durch die Doppelnutzung der rückwärtigen Wand in der Spiegelachse ist diese Bauweise besonders wirtschaftlich.

Cross Docking ist ein Distributionssystem, welches die Güter ohne Lagerung in den Regionalzentren verteilt und somit den Aufwand für Umschlagsvorgänge minimiert. Das Konzept verfolgt die An-

wendung des Flussprinzips im Bereich der Distribution. Dementsprechend werden durch die Logistikfunktionalität andere Anforderungen an die Gebäudegeometrie gestellt als bei reinen Lagergebäuden. Als optimale Gebäudetiefe hat sich ein Maß von etwa 60 Metern bewährt.

Logistikgebäude für Kurier-Express-Paket Dienstleister (KEP-Gebäude) ähneln in ihrer Funktionalität Cross Docking Gebäuden. Auch hier wird nicht gelagert. KEP-Gebäude benötigen aber durch eine Fördertechnik in der Hallenmitte, also einer Art Halbautomatisierung, signifikant weniger Hallentiefe. KEP-Gebäude benötigen im Regelfall eine Tiefe von 25 Metern.

### Drittverwertbarkeit

Die besten Möglichkeiten für eine Drittverwendbarkeit bieten die Lager- und Cross Dockinggebäude. Durch die große Gebäudegeometrie lassen sich nahezu alle Prozesse der Light Industrial als Drittverwendung implementieren. Das geht natür-

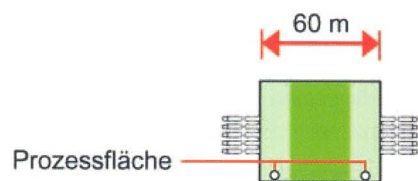
lich nicht vollständig ohne Umbauten, aber die wesentlichen Komponenten können verwertet werden.

Bei KEP-Gebäuden ist die Grundrisskonfiguration so zu wählen, dass später durch Schließen von Innenbereichen eine gut drittverwendbare Gebäudegeometrie entsteht. Ein Beispiel ist die von dem Verfasser in Zusammenarbeit mit der Bauabteilung von TNT Express GmbH entwickelte Logistikanlage in Hamburg. Zum einen können die beiden parallel zueinander stehenden Hallenschiffe an den beiden Kopfseiten verlängert und somit die Funktionalität KEP erweitert werden. Zum anderen kann für eine Drittverwendbarkeit der Hofbereich innerhalb der U-Geometrie geschlossen werden. Es steht dann ein Baukörper von einer Tiefe mit 75 Metern und einer Länge von 130 Metern zur Verfügung. Die Fläche liegt mit 9 750 Quadratmetern unterhalb der maximal zulässigen Brandabschnittsgröße.

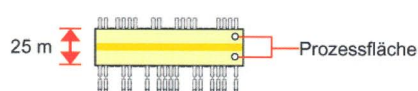
Für die Sicherstellung der Drittverwendbarkeit sind neben der Geometrie und einer Vielzahl von untergeordneten Aspekten elementare Kriterien zu beachten.

#### Elementare Kriterien für die Drittverwendbarkeit

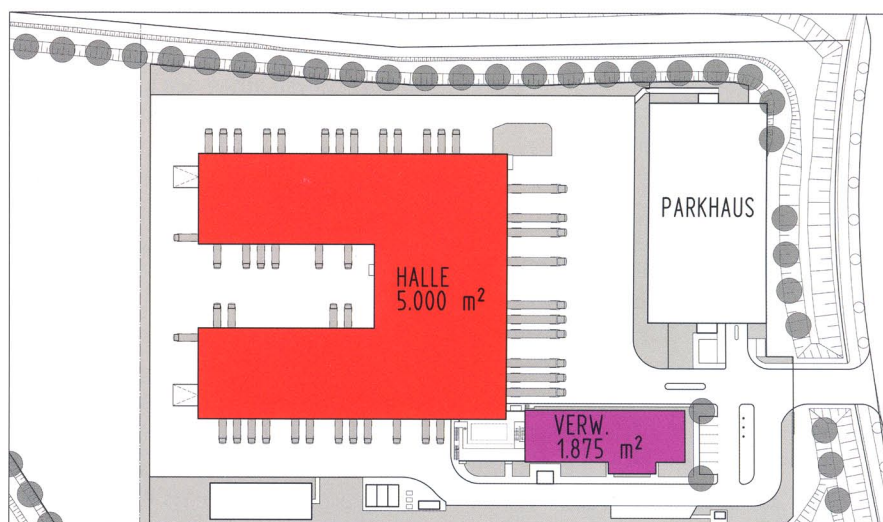
- Nutzhöhe 10,00 – 10,50 Meter
- Bodenbelastbarkeit  $\geq 60$  kN
- Ausreichende Flächen für die Lagerung im Außenbereich
- Möglichkeiten zum Einbau von Portalkrananlagen mit Hakenlasten  $\geq 25$  kN
- Möglichkeiten zum Einbau von Bühnen/Zwischenebenen



Als optimale Gebäudetiefe hat sich ein Maß von etwa 60 Metern bewährt

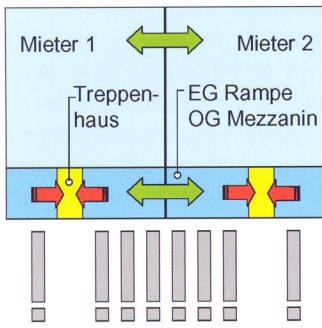


KEP-Gebäude benötigen im Regelfall eine Tiefe von 25 Metern



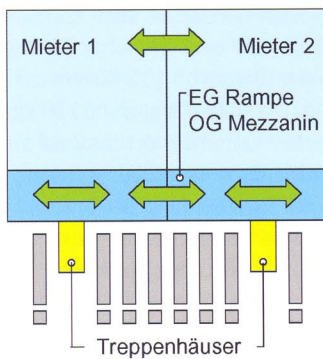
Bei KEP-Gebäuden ist die Grundrisskonfiguration so zu wählen, dass später durch Schließen von Innenbereichen eine gut drittverwendbare Gebäudegeometrie entsteht

### Konventionelle Lösung

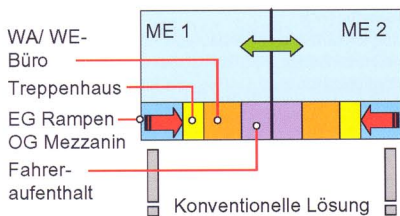


Warenein- und Ausgang dürfen nicht durch Treppenhäuser etc. gestört werden ...

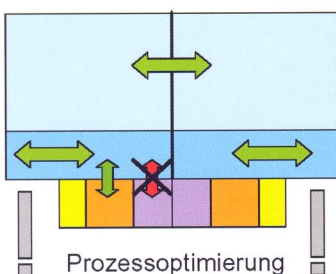
### Alternative



... besser ist die Variante, die Treppenhäuser vor die Fassade nach außen zu verlegen



Die Anordnung von Lagerräumen etc. neben den Treppenhäusern ist nicht sinnvoll ...



... Diese Funktionen sollten mit dem Treppenhaus vor das Gebäude verlegt werden

Die Möglichkeiten für den Einbau von Portalkrananlagen und Bühnen/Zwischenebenen werden in aller Regel nicht genutzt. Dabei sind die hierfür erforderlichen baulichen Maßnahmen im Vorfeld mit geringem finanziellen Aufwand zu realisieren. Oft genügen eine marginale Erhöhung der Stützenbewehrung, Vergrößerung der Fundamente und der Anbau von Konsolen an den Stützen, um diese Kriterien sicherzustellen.

Die vorgenannten Konzeptionen stellen ein wesentliches Kriterium bei der Planung und Realisierung von Logistikgebäuden sicher: Die Erweiterbarkeit. Logistikstandorte können so kontinuierlich um Abschnitte von bis zu 10 000 Quadratmetern vergrößert werden.

### Verwaltungs- und Sozialflächen

Bei Lager- und Cross Docking Gebäuden hat sich eine Fläche von fünf bis acht Prozent der Hallenfläche für die Nutzung als Verwaltungs- und Sozialflächen bewährt. In der Regel erfolgt die Anordnung als Mezzaningeschoss oberhalb der Tore. Der Nachteil dieser Anordnung: die einseitige Belichtung. Vorteile sind Nutzung der vorhandenen Tragstruktur und der Gebäudehülle. In jedem Fall darf die Prozessfläche im Warenein- und Ausgang nicht durch Einbauten wie Treppenhäuser etcetera gestört werden.

Deutlich besser ist die Variante, die Treppenhäuser vor die Fassade nach außen zu verlegen. Oft werden neben den Treppenhäusern die zu dem Mezzaningeschoss führen, auch Fahreraufenthaltsräume, Lagerbüros, WC-Anlagen sowie Warenein- und Ausgangsbüros in den Hallenbereich der Torzone integriert. Das ist für die Prozessoptimierung der Logistik nicht sinnvoll. Besser ist es, diese Funktionalitäten in Zusammenhang mit dem Treppenhaus vor das Hallengebäude zu verlegen.

### Konstruktionsraster

Optimale Stützenraster sind zirka 25 mal 25 Meter und 25 mal 30 Meter. Kleinere Stützenabstände schränken die Nutzung unwirtschaftlich ein. Insbesondere in den Torachsen hat sich das Primäraster von 25 Metern bewährt. Wirtschaftlich lassen sich dann in den Torfassaden immer sechs Tore nebeneinander anordnen. Im

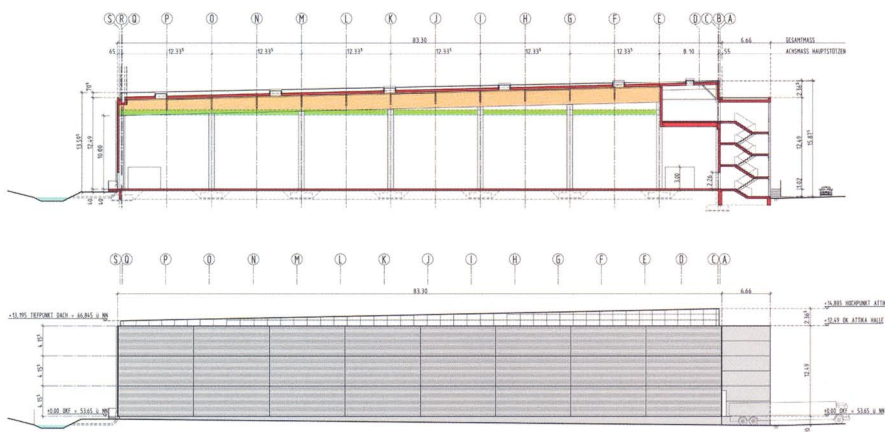
Rahmen der statischen Bemessung sind Stützenkonstruktionen auf die zu erwartenden Anpralllasten hin zu bemessen.

### Dächer

Die Dachdeckungen von Logistikgebäuden werden in der Regel als Stahlleichtdächer mit einer Eindichtung aus einer Folienbahn ausgeführt. Als Primärtragkonstruktionen dienen Holz-, Beton- oder Stahlbinder. Bei großen Spannweiten empfehlen sich Stahlfachwerk- oder Holzbinder. Stahlbetonkonstruktionen, auch als vorgespannte Träger, werden wegen des hohen Eigengewichtes hier oft unwirtschaftlich. In die Dachflächen integriert sind die entsprechend Industriebau-richtlinie (IndBauRI) erforderlichen Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA-/NWA-Anlagen). Zu unterscheiden ist hier zwischen Anlagen mit Dunkelklappen (keine thermische Belastung durch Sonneneinstrahlung) und Anlagen mit transluzenten Klappen. Diese Anlagen sind so auszuführen, dass sie neben der Havariefunktion zusätzlich die Möglichkeit für tägliches Lüften besitzen. Einige Anlagehersteller bieten diese Lüftungsfunktion zusätzlich mit geschützt liegenden zweiten Klappenpaaren für eine Lüftung auch bei Niederschlag an. Die Anlagen müssen eine Zulassung für die brandschutzrelevanten Funktionen besitzen. Darüber hinaus sind durchgehende Lichtbänder zur Sicherstellung eines hohen Tageslichtanteils sinnvoll und üblich. Bei allen Konstruktionen mit transparenten oder transluzenten Lichtflächen ist rechnerisch zu ermitteln, welche (unerwünschte) Aufheizung im Sommer erfolgt. Hier haben sich Produkte bewährt, die zum einen das zenite Licht bündeln und hereinlassen und andererseits die direkte Sonnenstrahlung absorbieren.



Insbesondere in den Torachsen hat sich das Primäraster von 25 Metern bewährt



Die Entwässerung muss immer entgegengesetzt zur Torachse erfolgen

Bei der Konstruktion der Stahlleichtdächer sind zwei Aspekte explizit zu berücksichtigen:

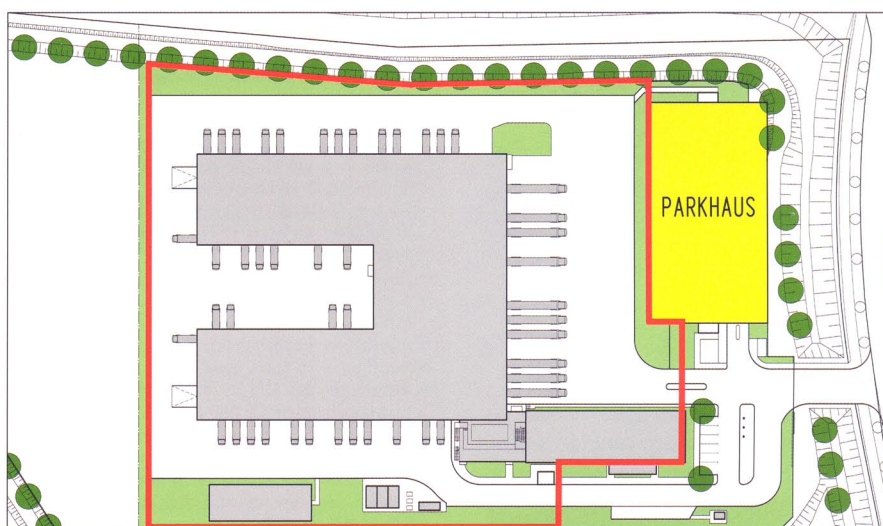
- Entwässerung und
- Abhängelasten

Die Dachflächen sollten wenn möglich nach außen entwässert werden. So können teure Dacheinläufe, gegebenenfalls mit Heizung, einschließlich der gesamten Verrohrung eingespart werden. Havarien aus undichten Leitungen mit der Folge von Schäden für das Lagergut werden vermieden. Außenentwässerungen sind bis zu Hallentiefen von etwa 100 Meter in eine Richtung möglich. Die Entwässerung muss immer entgegengesetzt zur Torachse erfolgen. Wenn an der Torachse entwässert wird können, die dort geführten Fallrohre von den LKW zerstört werden.

Die Abhängelasten am Stahlleichtdach sowie den Primärtragkonstruktionen sind im Vorfeld dezidiert zu planen. Hierzu gehören Installationen der Beleuchtung, Kabelbühnen, Leitungen der selbsttätigen Feuerlöschanlagen, Druckluftleitungen, Gasleitungen und – falls doch eine Innenentwässerung erfolgt – auch Entwässerungsleitungen. Gerade die nassen Feuerlöschanlagen- und Entwässerungsleitungen weisen zum Teil Gewichte von bis zu 1,5 kN je Meter auf.

### Sicherheit

Die internationalen Vorschriften im Hinblick auf die Sicherheit der transportierten und gelagerten Waren sind in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht worden (C-TPAT (USA-Geschäft, Zertifizierung durch den US-Zoll), AEO (deutscher Zoll), SQAS-Zertifizierung (Gefahrgut)). Hierzu sind



Sicherheitsmaßnahmen wie Zaunanlagen müssen von vorn herein im Layout berücksichtigt werden

von den Nutzern der Logistikanlagen umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen sicherzustellen.

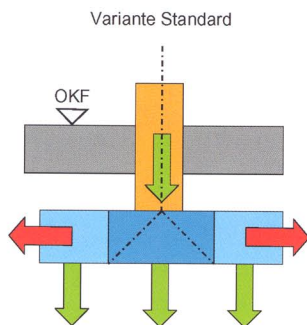
#### Bauliche Sicherheitsmaßnahmen

- Zaunanlage mit einer Höhe  $\geq 2,00$  Metern
- Betriebsruhezeitenverschlüsse der Zaunanlagen
- Ständig besetztes Pförtnerhaus an der Grundstücksgrenze im Bereich des einzigen Erschließungspunktes der Anlage
- PKW-Stellplätze für Mitarbeiter und Besucher außerhalb des eingezäunten Bereiches
- Zugangsmöglichkeit für Mitarbeiter und Besucher über Vereinzelungsdrehkreuze mit Leseeinrichtungen/Sprechanlagen
- Getrennte Ein- und Ausfahrtsschranken für LKW
- Lediglich ein einziger Erschließungspunkt der Anlage
- Rufsäulen an den Ein- und Ausfahrtsschranken mit Sprechstellen in unterschiedlichen Höhen für PKW und LKW
- Videoüberwachung der Zugangsbereiche
- Nummernschilderkennungssystem in Verbindung mit dem Torrooting
- Ausreichende Beleuchtung der Hofflächen und sonstigen Außenanlagen zur Sicherstellung der Aufzeichnungsqualität der Videoüberwachung
- Trennung innerhalb des gesicherten Grundstücksbereiches in Zonen für Mitarbeiter und externe Fahrer (Aufenthaltsräume, Waschräume, WC-Anlagen, Telefonzellen)

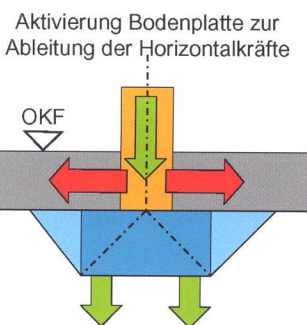
Hier spielen nicht nur Kosten eine Rolle. Vielmehr müssen diese Anforderungen auch von vorneherein im Layout berücksichtigt werden. Sie haben einen erheblichen Einfluss auf die Grundstücksgröße, den Zuschnitt des Areals und die Erschließung.

### Hallenböden

Bei der Planung sind ein sachkundiger Statiker und ein Betontechnologe einzubeziehen. Beste Erfahrungen hat der Verfasser seit mehr als zwölf Jahren mit fugenlosen Konstruktionen in Einzelgrößen von 8000 bis 10000 Quadratmetern gemacht. Diese Konstruktionen haben auch einen wirtschaftlichen Vorteil. Die schwach bewehrten Bodenplatten werden an alle aufgehenden Bauteile mit Bewehrungen kraftschlüssig angeschlossen. Die Bodenplatte trägt jetzt zu der Ableitung der horizontalen Lasten aus dem gesamten Ge-



Konventionelle Bodenplatte in Standardausführung



Die fugenlose Bodenplatte trägt zur Ableitung der horizontalen Lasten bei

bäude bei. So können die Stützen und die Fundamente geringer dimensioniert werden. Im Hinblick auf den Nachweis der Erdbebensicherheit in den verschiedenen Zonen kann die Bodenplatte mit ihrem hohen Eigengewicht positiv mit herangezogen werden. Der Beton wird direkt auf dem Schotter eingebracht. So wirkt die Verkrallung des Betons mit dem Schotter für eine gleichmäßige Verteilung der schwind- und Kriechbewegungen und reduziert sie. Zwischenzeitlich stellt die Industrie mit dem Glasschotter Materialien zur Verfügung, welche zugleich dämmende als auch verkrallende Eigenschaften aufweisen.

**Zwingend zu beachtende Aspekte bei Hallenböden**

- Belastbarkeit 60 kN/m<sup>2</sup>
- Ebenheit nach DIN 18202, Tabelle 4, Zeile 3 für normale Anforderungen (Schubmaststapler)
- Ebenheit nach DIN 18202, Tabelle 4, Zeile 4 bzw. DIN 15185-1 für erhöhte Anforderungen (Induktiv oder Schienen geführte Flurförderzeuge)
- Homogene Konstruktionen, alternativ „echte“ Estriche mit einer Stärke von > 30 mm
- Fugenlose Bodenkonstruktionen
- Sicherung mindestens gegen Stoffe der Wassergefährdungsklasse I

Der fugenlose homogene Industrieboden mit Hartstoffeinstreuung wird Risse bilden. Es gibt keinen Betonboden, der keine Risse bildet. Allerdings bilden sich

die Risse bei sachgerechter Verarbeitung nicht breiter als 0,3 Millimeter aus. Das ist für die Nutzung unkritisch. Zum sachgerechten Einbau gehören dann aber auch ein Temperaturprotokoll der Außenluft und eine zugfreie Einbausituation. Hohe Temperaturschwankungen führen, ebenso wie Zugerscheinungen, zu Schäden in Form von Rissbildungen.

**Tore**

Die Anzahl der Tore variiert bei den unterschiedlichen Typologien der Logistikgebäude. Nachfolgend einige Kennzahlen zu der Toranzahl und den Torausführungen.

**Kennzahlen zu Toranzahl und -ausführungen**

- Lagergebäude: 1 Tor je 1 000,00 – 1 500,00 m<sup>2</sup>
- Cross Docking Gebäude: 1 Tor je 120,00 – 150,00 m<sup>2</sup>
- KEP-Gebäude: 1 Tor je 40,00 – 60,00 m<sup>2</sup>
- Für jede Gebäudeart: Eine ebenerdige Zufahrt mit einem Tor in der Größe, dass ein Standard LKW in das Gebäude einfahren kann
- Für jede Gebäudeart: Eine Seitenentlademöglichkeit mit großem Tor etwa 12,00 m lang und 2,80 m hoch
- Toröffnung für LKW etwa 2,80/2,80 m
- Tore vor den Überladebrücken bis auf den Ladehof führen
- Alle Tore in wärmegeämmter Ausführung
- Toröffnung für Busse etwa 2,20/2,50 m
- Ausführung der Tore als manuell betriebene Sektionaltore (Kraftaufwand < 260 N bei der Betätigung) mit geführtem Seil (Auf und Ab)
- Sektionen mit Sichtfenstern in den Toren entsprechend der Arbeitsschutzvorschriften
- Innerer mechanischer Verschluss der Tore
- Sicherstellung für eine Öffnung von außen auch in verschlossenem Zustand, wenn die Toröffnungen als Zuluföffnung für die NRA-Anlagen angesetzt sind
- Kopplung der Torsteuerung mit der Steuerung der Überladebrücken zur Vermeidung von ungewollten Beeinflussungen

Alle Tore, ausgenommen der Längsentladung, Bustore und Einfahrtstore sind mit außenliegenden Torandichtungen zu versehen. Unabdingbar sind Anprallschutzpoller

rechts und links an den Innenseiten der Tore. Hier haben sich statisch dimensionierte Stahlrundprofile mit einem Durchmesser von etwa 170 Millimetern mit einer Verankerung in der Bodenplatte, keinesfalls an den Wänden, bewährt.

**Überladebrücken/Rampen**

Für die Standard LKW, Jumbo LKW und Brückenaufleger sowie die Nahverkehrs LKW ist es sinnvoll, elektro-hydraulische Überladebrücken einzubauen. Lediglich an den Toren für Busse sind manuell zu betätigende Klappbleche sinnvoll. Nahverkehrsbusse erhalten feststehende, auskragende Rampen die mit einem Vordach versehen sind.

**Anforderungen an Rampen und Überladebrücken**

Standard LKW:	Rampenhöhe 1,20 m
Jumbo LKW und Brücke:	Rampenhöhe 1,40 m
Nahverkehrs LKW:	Rampenhöhe 1,10 m
Nahverkehrsbusse:	Rampenhöhe 0,55 m
Belastbarkeit:	60 kN
Baulänge:	> 3,00 m
Breite:	2,25 m
Niveaueausgleich:	ca. -400/+400 mm
Vorschub:	500-1000 mm

Für eine optimale Nutzung ist darauf zu achten, dass die Steigung/das Gefälle vom Hallenboden über die Verladebrücke in den LKW hinein nicht zu steil wird. Zum einen wird der Kraftaufwand für persoenengeführte manuelle FFZ (Flurförderzeuge) zu hoch, zum andern steigt die Unfallgefahr. Aus diesem Grund sollten Verladerrampen mit einer Baulänge von weniger als drei Metern nicht eingebaut werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Vorschub. Werden die Tore lediglich bis



Alle Tore, ausgenommen der Längsentladung, Bustore und Einfahrtstore sind mit außenliegenden Torandichtungen zu versehen