

White Paper

Maximierung der Lagerkapazität



Einleitung

Es gibt kaum eine Produktions-, Lager- oder Vertriebsanrichtung, die nicht unter gewissen Platzproblemen leidet. Manchmal übersteigen die Bestände, Artikel oder unfertige Erzeugnisse die verfügbaren Kapazitäten. Oder die Grundfläche des Betriebes erlaubt es nicht, weitere Lagerlösungen hinzuzufügen, ohne dass eine kostspielige Erweiterung der Fläche durch einen Neubau notwendig wird. So oder so, der Lagerplatz ist meist knapp bemessen.

Für Unternehmen, die für die Lagerung nicht-palettierter Zuladungen auf herkömmliche Regale bestehend aus aufrechten Pfosten, geformten Stahlblechplatten als horizontale Regalböden sowie End- und Rückenstreben oder Rück- und Seitenwänden aus Stahlblech angewiesen sind,¹ gibt es als Alternative automatisierte Lager- und Bereitstellungssysteme (Automated Storage and Retrieval Systems – ASRS). Diese in sich geschlossenen Systeme bieten eine höhere Lagerdichte auf einer kompakteren Grundfläche im Vergleich zur manuellen Lagerung. Sie werden in vier Haupttypen unterteilt:

Horizontal Carousel Module (HCM)

Bestehend aus auf einer ovalen Schiene montierten Behältern, die sich horizontal drehen, um eingelagerte Artikel zur Bereitstellung an einer Kommissionierstation zu bewegen. Diese automatisierten Lager- und Bereitstellungssysteme sparen im Vergleich zu herkömmlichen Regalen bis zu 60% Bodenfläche ein.

[Erfahren Sie mehr über HCMs.](#)



Vertical Carousel Module (VCM)

Bestehend aus einer Reihe von Regalen, die sich vertikal um eine Schiene drehen (ähnlich einem Riesenrad), liefern diese automatisierten Lager- und Bereitstellungssysteme eingelagerte Artikel schnell an einen ergonomisch positionierten Arbeitstisch, der vom Kommissionierer bedient wird. Im Vergleich zu statischen Regalen sparen diese Systeme bis zu 75% Bodenfläche ein.

[Erfahren Sie mehr über VCMs.](#)



Vertical Lift Module (VLM)

Ein geschlossenes, automatisches Lager- und Bereitstellungssystem mit zwei Reihen von Tablaren und einem zentralen Extraktor, der die eingelagerten Tablare automatisch aus beiden Reihen entnimmt und sie dem Bediener an einer hüfthohen Kommissionieröffnung bereitstellt. Diese Systeme sparen im Vergleich zu statischen Regalen bis zu 85% Bodenfläche ein.


[Erfahren Sie mehr über VLMs.](#)

Vertical Buffer Module (VBM)

In der Mitte des mehrstufigen Regalsystems befindet sich eine Gasse, in der ein beweglicher Mast mit einem Teleskopgreifer arbeitet. Die Gerätesteuerung setzt den Greifer in Bewegung, der einen Behälter entnimmt und zur Kommissionierstation transportiert.

[Erfahren Sie mehr über VBMs.](#)



 [Erfahren Sie mehr über die vertikalen Lagerlösungen in unserem umfassenden Käuferleitfaden.](#)

Vorteile von automatisierten Lagerlösungen

Jede automatisierte Lagermethode bietet im Vergleich zu herkömmlichen, statischen Regalen unterschiedliche Vorteile, z.B. in Bezug auf den Platzbedarf und die Erweiterungsmöglichkeiten (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Vergleich der Lagersysteme, geordnet nach ihren Vorteilen.
Rangfolge: 5 = am besten, 4 = großartig, 3 = sehr gut, 2 = gut, 1 = angemessen

Vorteile	Fachbodenregale	HCM	VCM	VLM	VBM
Platz/Stellfläche	1	4	5	5	4
Erweiterbarkeit	5	4	3	4	3

Durch die Einführung von automatisierten Lager- und Bereitstellungssystemen mit hoher Lagerdichte wird die für die Lagerung der Artikel benötigte Fläche sofort reduziert. Dieses Platzersparnis kann weiter genutzt werden, indem entweder mehr Produkte auf der gleichen Fläche gelagert werden oder indem das Portfolio/die SKUs erweitert werden.



Vergleich der Lagerkapazität

Eine Möglichkeit, um automatisierte Lager- und Bereitstellungssysteme mit Regalen zu vergleichen, ist die Betrachtung der verfügbaren Kapazität jedes Systems. Ein Kapazitätsvergleich zeigt, wie viele Regalfächer in ein automatisiertes Lager- und Bereitstellungssystem passen und wie hoch die Lagerdichte innerhalb des Geräts ist.

Um diese Berechnungen durchzuführen, müssen Annahmen über die Raumausnutzung innerhalb der Lagereinheit getroffen werden. Außerdem müssen Annahmen über die Größe des Systems getroffen werden. In diesem White Paper werden für den Vergleich der Kapazitäten die üblichen Installationsgrößen herangezogen. Bevor wir die Regale mit den verschiedenen automatisierten Technologien vergleichen, müssen wir zunächst die Kapazität eines Standardregals ermitteln.

Kapazität von Standard-Industrieregalen

- Annahme: 7 Fachböden pro Regalabschnitt
- Spezifikationen der Einheit: 1 m breit × 0,5 m tief × 2,2 m hoch = 1,1 m³ Lagerraum pro Regaleinheit
- Bei einer Auslastung der Regale von 30% = 0,33 m³ Lagerraum pro Regaleinheit. Damit haben wir ermittelt, dass jedes Regal 0,33 m³ Lagerraum bietet. Dies können wir nun mit der verfügbaren Kapazität der Lager- und Bereitstellungssysteme vergleichen.

Kapazität eines Horizontal Carousel Module (HCM)

- Angaben zum Träger = 825 mm breit × 610 mm tief × 2.159 mm hoch = 1,09 m³ (Lagerraum pro Träger)
- Anzahl der Träger pro HCM: 22
- 1,09 m³ × 22 Träger = 24 m³ (Lagerraum pro Gerät)
- 24 m³ × 2 HCMs = 48 m³
- Bei einer Auslastung der HCMs von 62% = 29,75 m³
- Zwei HCMs mit 22 Trägern bieten eine Lagerkapazität von 29,75 m³
- Berechnung der Kapazitätseinsparungen in Kubikmetern: 29,75 m³/0,33 m³ = 90,15

Berechnungsergebnis: In zwei HCMs mit 22 Trägern passen 90 Regalabschnitte

Kapazität eines Vertical Carousel Module (VCM)

- Angaben zum Träger = 3.050 mm breit × 626 mm tief × 331 mm hoch = 0,63 m³ (Lagerraum pro Träger)
- Anzahl der Träger pro VCM: 26
- 0,63 m³ × 26 Träger = 16,38 m³ (Lagerraum pro Gerät)
- Bei einer Auslastung des VCM von 75% = 12,28 m³
- Ein 5,8 m hohes VCM bietet eine Lagerkapazität von 12,28 m³
- Berechnung der Kapazitätseinsparungen in Kubikmetern: 12,28 m³/0,33 m³ = 37,2

Berechnungsergebnis: In ein 5,8 m hohes VCM passen 37 Regalabschnitte

Kapazität eines Vertical Lift Module (VLM)

- Gerätehöhe = 7,5 m
- Ein Tablarabstand von 325 mm bietet Platz für 36 Tablare (Lagerung an Vorder- und Rückseite mit Platz für die Entnahmeöffnung)
- Durchschnittliche Produkthöhe pro Fach = 300 mm
- Abmessungen der Tablare = Breite 3.050 mm × Tiefe 813 mm × Höhe 300 mm = 0,74 m³ (Lagerraum pro Tablar)
- 0,74 m³ × 36 Tablare = 26,64 m³ (Lagerraum pro Gerät)
- Bei einer Auslastung des VLM von 75% = 19,98 m³
- Ein 7,5 m hohes VLM bietet eine Lagerkapazität von 19,98 m³
- Berechnung der Kapazitätseinsparungen in Kubikmetern: 19,98 m³/0,33 m³ = 60,5

Berechnungsergebnis: In ein 7,5 m hohes VLM passen 60 Regalabschnitte

Um die Volumendichte weiter zu maximieren, ermöglichen VLMs die dynamische Zuweisung von Tablarern für variable Lagerhöhen innerhalb des Geräts – anstatt jedes Tablar auf einen Lagerplatz mit fester Höhe zu beschränken. Das VLM ist mit einem automatisierten Hardware- und Steuersystem ausgestattet und verfügt über einen Sensor, der das Höhenprofil der gelagerten Artikel auf jedem Tablar misst, bevor es eingelagert wird. Das Steuersystem bestimmt anschließend den besten Lagerplatz für das Tablar im VLM auf der Grundlage des geringsten Platzbedarfs innerhalb der schnellsten Entnahmeposition. Diese Funktion ermöglicht es, die Tablare in einem Abstand von 25 mm zueinander zu platzieren, was bis zu 50 Prozent mehr Lagerkapazität pro Gerät bedeutet. Diese Technologie ist in den obigen Kapazitätsberechnungen bereits berücksichtigt.



Vertical Carousel Module



Vertical Lift Module

Kapazität eines Vertical Buffer Module (VBM)

- Höhe der Einheit = 7 m
- Abmessungen der Produktlagerbehälter = 600 mm Länge × 400 mm Breite × 320 mm Höhe
- Dieses Kardex Miniload-in-a-Box* kann 538 Behälter dieser Größe aufnehmen
- $600 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 320 \text{ mm} = 0,077 \text{ m}^3$
- $0,077 \text{ m}^3 \times 538 \text{ Behälter} = 41,4 \text{ m}^3$ (Lagerraum pro Einheit)
- Bei einer Auslastung des VBM von 75% = 31 m^3
- Ein 7 m hohes Kardex Miniload-in-a-Box (VBM) bietet eine Lagerkapazität von 31 m^3
- Berechnung der Kapazitätseinsparungen in Kubikmetern: $31 \text{ m}^3 / 0,33 \text{ m}^3 = 93,9$

Berechnungsergebnis: In ein 7 m hohes VBM passen 93 Regalabschnitte



Kardex VBM Box

* früher Kardex Compact Buffer



Vergleich der Flächeneinsparungen

Eine weitere Möglichkeit für den Vergleich dieser Technologien ist die in Quadratmetern gemessene Grundfläche. Als Faustregel gilt, dass HCMs im Vergleich zu Standardregalen bis zu 60 Prozent der Fläche einsparen, VCMs bis zu 75 Prozent, VLMs bis zu 85 Prozent und VBMs bis zu 80 Prozent.

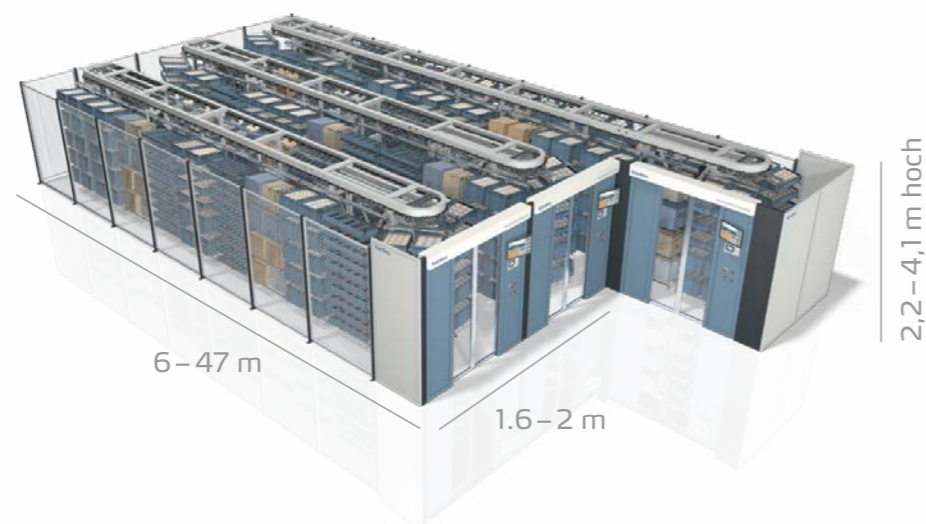
Wie bei der Kapazität müssen auch beim Vergleich der Flächeneinsparungen bestimmte Annahmen getroffen werden, z. B. über die Gangfläche und den Zugriffsbereich. Für diese Berechnungen wurde eine Gangfläche von 1,2 Metern und eine Zugriffsfläche (oder Umschlagsfläche) von 1,25 Metern angenommen.

Flächeneinsparungen von HCMs

Um die Kapazität eines Standardregals im Vergleich zu einem HCM zu bestimmen, muss zunächst ermittelt werden, wie viele Regale in ein typisches Gerät (mit einer Höhe von etwa 2,6 Metern) passen. Den Berechnungen liegen Annahmen zugrunde, die auch die Breite der Standardzugangsgänge berücksichtigen, die für den Zugriff auf die Lagerartikel erforderlich sind.

Horizontal Carousel Module

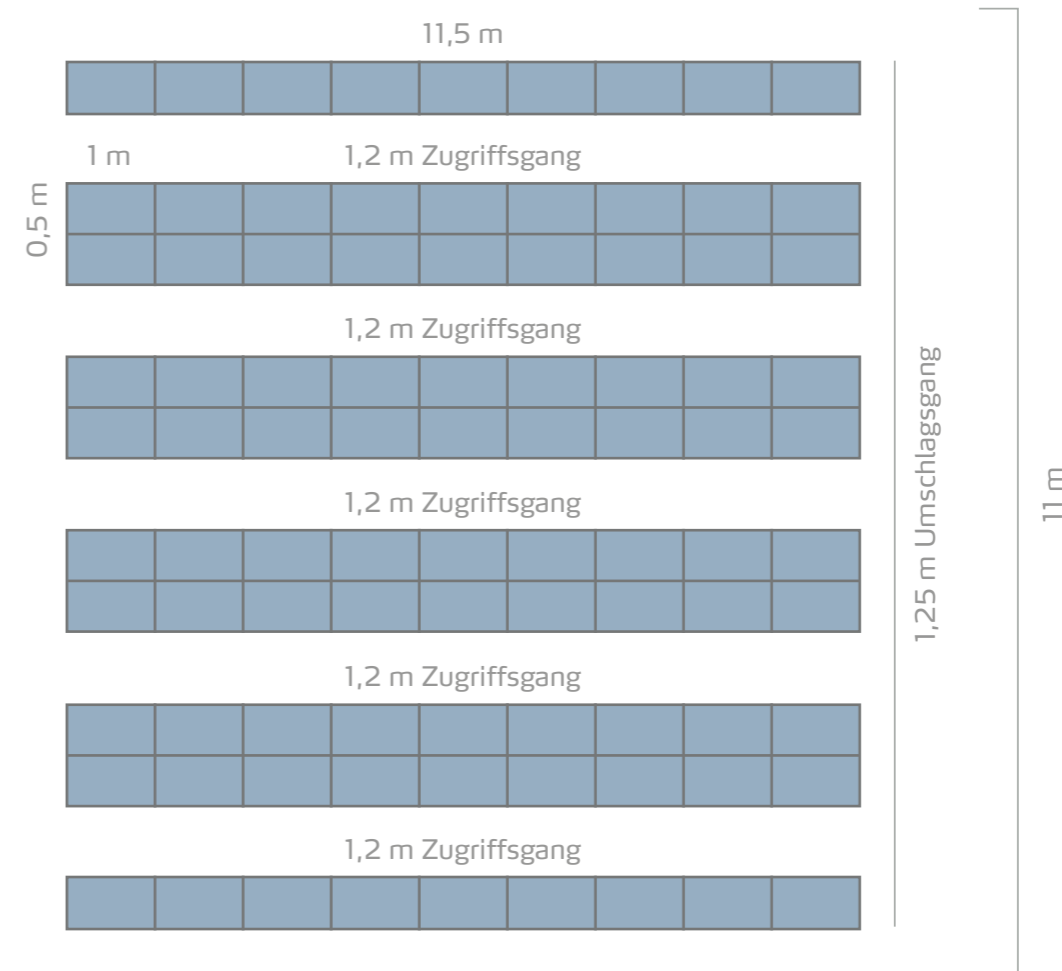
- Breite der Einheit: 2 m × 2 Karusselle = 4 m, plus 300 mm Abstand zwischen den Karussellen und 150 mm auf jeder Seite = 4,6 m
- Länge (22 Trägereinheiten): 11,5 m plus 1,25 m Zugriffsfläche = 12,75 m
- Belegte Fläche eines Horizontal Carousel Module: Breite 4,6 m × Länge 12,75 m = 58,65 m²



90 Regalabschnitte

- Breite: 1 m mit 1,25 m Umschlagsfläche
- Tiefe: 0,5 m mit 1,2 m Gangfläche
- Breite: (Breite 1 m × 9 Regalabschnitte + (2 × Gangfläche 1,25 m)) = Breite 11,5 m
- Tiefe: (Tiefe 0,5 m × 10 Regalreihen + (5 × Gangfläche 1,2 m)) = Tiefe 11 m
- Von den Regalen belegte Fläche: 11,5 m × 11 m = 126,5 m²
- Berechnung der Flächeneinsparung in Quadratmetern: 126,5 m² - 58,65 m² = 67,85 m² / 126,5 m² = 0,54

Berechnungsergebnis: In diesem Beispiel sparen die Horizontal Carousel Modules 54% Bodenfläche ein.



Flächeneinsparungen von VCMs

Um die Kapazität eines Standardregals im Vergleich zu einem VCM zu bestimmen, muss zunächst ermittelt werden, wie viele Regale in ein typisches Gerät passen.

Vertical Carousel Module

- Spezifikationen der Einheit: Breite 3,67 m × (Tiefe 1,67 m + Zugriffsfläche 1,5 m = 3,17 m) = 11,61 m²

36 Regalabschnitte

- Breite: 1 m mit 1,25 m Umschlagsfläche
- Tiefe: 0,5 m mit 1,2 m Gangfläche
- (Breite 1 m × 6 Regalabschnitte + (2 × Gangfläche 1,25 m) = Breite 8,5 m
- (Tiefe 0,5 m × 6 Regalreihen + (3 × Gangfläche 1,2 m) = Breite 6,6 m
- Für die Regale benötigte Fläche: 8,5 m × 6,6 m = 56,1 m²
- Berechnung der Flächeneinsparung in Quadratmetern: 56,1 m² – 11,63 m² = 44,5 m² / 56,1 m² = 0,79

Berechnungsergebnis: In diesem Beispiel sparen die Vertical Carousel Modules 79% Bodenfläche ein.



Kombination von Flächeneinsparungen und Kapazitätseinsparungen

Wendet man die oben genannten Zahlen der Kapazitäten an, lässt sich ermitteln, welches Volumen zusätzlich zur Verfügung steht. Es wurde ermittelt, dass jeder Regalabschnitt eine Kapazität von 0,33 m³ bietet, während jeder VCM-Träger eine Kapazität von 0,63 m³ bietet.

- 0,33 m³ pro Regalabschnitt × 36 Regalabschnitte = Lagerkapazität 11,88 m³
- 0,63 m³ pro vertikalem VCM-Träger × 26 Träger = Lagerkapazität 16,38 m³
- Berechnung der zusätzlichen Kapazität in Kubikmetern: 16,38 m³ – 11,88 m³ = 4,5 / 16,38 = 0,27

Vertical Carousel Modules sparen nicht nur 75% an Bodenfläche, sondern bieten auch etwa 25% zusätzliche Kapazität.



Flächeneinsparungen von VLMs

Um die Kapazität eines Standardregals im Vergleich zu einem VLM zu bestimmen, muss zunächst ermittelt werden, wie viele Regale in ein typisches VLM (mit einer Höhe von etwa 7,5 Metern) passen.

Vertical Lift Module

- Spezifikationen der Einheit: Breite 3,38 m × (Tiefe 2,9 m + Zugriffsfläche 1,2 m = Tiefe 4,1 m) = 13,85 m²

60 Regalabschnitte

- Breite: 1 m mit 1,25 m Umschlagsfläche
- Tiefe: 0,5 m mit 1,2 m Gangfläche
- (1 m × 6 Regalabschnitte + (2 × Zugriffs- und Gangfläche 1,25 m) = Breite 8,5 m
- (0,5 m × 10 Regalreihen + (5 × Gangfläche 1,2 m) = Tiefe 11 m
- Für die Regale benötigte Fläche: 11 m × 8,5 m = 93,5 m²
- Berechnung der Flächeneinsparung in Quadratmetern: $93,5 \text{ m}^2 - 13,85 \text{ m}^2 = 79,65 \text{ m}^2 / 93,5 \text{ m}^2 = 0,85$

Berechnungsergebnis: In diesem Beispiel sparen die Vertical Lift Modules 85% Bodenfläche ein.



Kombination von Flächeneinsparungen und Kapazitätseinsparungen

Wendet man die oben genannten Zahlen der Kapazitäten an, lässt sich ermitteln, welches Volumen zusätzlich zur Verfügung steht. Es wurde ermittelt, dass jeder Regalabschnitt eine Kapazität von 0,33 m³ bietet, während jedes VLM-Tablar eine Kapazität von 0,74 m³ bietet.

- 0,33 m³ pro Regalabschnitt × 60 Regalabschnitte = Lagerkapazität 19,8 m³
- 0,74 m³ pro VLM-Tablar × 36 Tablare = Lagerkapazität 26,64 m³
- Berechnung der zusätzlichen Kapazität in Kubikmetern: $26,64 \text{ m}^3 - 19,8 \text{ m}^3 = 6,84 / 26,64 = 0,25$

Vertical Lift Modules sparen nicht nur 85% an Bodenfläche, sondern bieten auch etwa 25% zusätzliche Kapazität.



Flächeneinsparungen von VBMs

Um die Kapazität eines Standardregals im Vergleich zu einem VBM zu bestimmen, muss zunächst ermittelt werden, wie viele Regale in ein typisches Gerät (mit einer Höhe von etwa 7 Metern) passen.

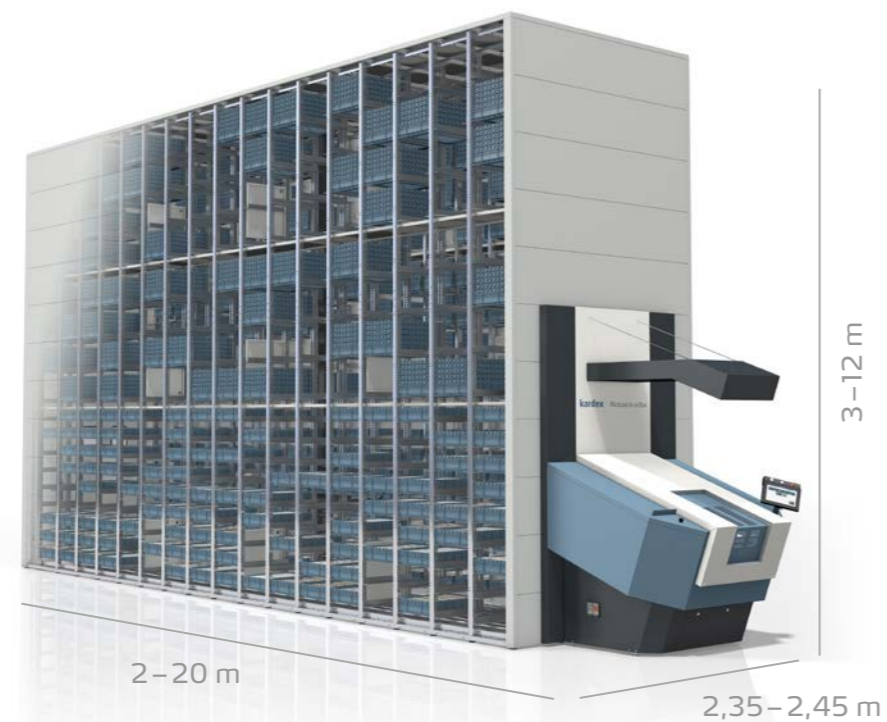
Vertical Buffer Module

- Breite der Einheit: 2,35 m, plus 0,05 m Freiraum = 2,4 m
- Länge der Einheit = 11,1 m + Kommissionierfläche 1,2 m + Wartungsfläche 1,2 m = 13,5 m
- Belegte Fläche eines Vertical Buffer Module: Breite 2,4 m × Länge 13,5 m = 32,4 m²

90 Regalabschnitte

- Breite: 1 m mit 1,25 m Umschlagsfläche
- Tiefe: 0,5 m mit 1,2 m Gangfläche
- Breite: (Breite 1 m × 9 Regalabschnitte + (2 × Gangfläche 1,25 m) = Breite 11,5 m
- Tiefe: (Tiefe 0,5 m × 10 Regalreihen + (5 × Gangfläche 1,2 m) = Tiefe 11 m
- Von den Regalen belegte Fläche: 11,5 m × 11 m = 126,5 m²
- Berechnung der Flächeneinsparung in Quadratmetern: $126,5 \text{ m}^2 - 32,4 \text{ m}^2 = 94,1 \text{ m}^2 / 126,5 \text{ m}^2 = 0,74$

Berechnungsergebnis: In diesem Beispiel sparen die Vertical Buffer Modules 74 % Bodenfläche ein.





Platzersparnis in der Praxis: Kubota

Ein OEM-Teilelieferant spart mit Horizontal Carousel Modules 71% der zuvor benötigten Lagerfläche ein und zusätzlich weitere 83% durch VLMs.

Das Vertriebszentrum von Kubota Canada Ltd. in Markham, Ontario, stand vor der Herausforderung, mehr als 78.000 Artikel auf einer Fläche von 5.574 m² zu lagern, um Ersatzteile für die gesamte Produktpalette von Traktoren und Nutzfahrzeugen für mehr als 20 Jahre verfügbar zu halten. Um die Lagerdichte auf kleinstem Raum zu maximieren, setzte das Unternehmen in mehreren Phasen automatisierte Lager- und Bereitstellungssysteme ein.

In der ersten Phase kaufte Kubota sechs Horizontal Carousel Modules von Kardex, um ein dreistöckiges Zwischengeschoss zu ersetzen, das 278 m² pro Etage (insgesamt 836 m² Lagerfläche) belegte. Mit einer Arbeitsstation, einem Kommissionierbereich und sechs 7,31 m langen HCMs benötigt das System 241 m² – 71 Prozent weniger Fläche als das Zwischengeschoss. Außerdem werden nun alle Teile auf einer einzigen Etage gelagert, sodass ein einziger Mitarbeiter die Teile ergonomisch und um über 90 Prozent schneller kommissionieren kann, ohne dabei Treppen steigen zu müssen.

Anstatt eine Gebäudeerweiterung in Betracht zu ziehen, installierte das Unternehmen in der zweiten Phase der Implementierung des Kommissioniersystems mehrere Vertical Lift Modules von Kardex. Die ersten beiden Kardex Shuttle (VLMs) ersetzen 222 m² der 5,4 m hohen Hochregale. Kurz darauf wurden zwei weitere VLMs installiert, um 111 m² der 5,4 m hohen Hochregale zu ersetzen. In diesem Bereich belegen die Arbeitsstation, der Kommissionierbereich und die vier Kardex Shuttle nun 57 m², so dass Kubota knapp 278 m² Bodenfläche anderweitig nutzbar machte, um die Teilekapazität zu erhöhen und 83 Prozent Bodenfläche einzusparen. Neben der erhöhten Teilekapazität und der verbesserten Ergonomie hat sich die Kommissionierproduktivität in der VLM-Zone allein durch den Wegfall der Wegzeit zu den Lagerplätzen der Teile verdoppelt.

Durch die Investition in automatisierte Lager- und Bereitstellungssysteme konnte der Betrieb in den letzten 12 Jahren ein Wachstum von 70 Prozent bewältigen, ohne dass die Zahl der Mitarbeiter erhöht werden musste. Darüber hinaus verfügt das derzeitige Lagersystem über eine ausreichende Restkapazität, um dieses Wachstum für weitere fünf bis acht Jahre aufrechtzuerhalten.

Über Kardex

Kardex ist ein führender Intralogistikanbieter von automatisierten Lager-, Bereitstellungs- und Materialflusssystemen in einem attraktiven und wachsenden Markt. Mit zwei unternehmerisch geführten Geschäftsbereichen, Kardex Remstar und Kardex Mlog, sowie Corporate Ventures (Rocket Solution, SumoBox, Kardex AutoStore Solutions), die ergänzende Spitzentechnologie anbieten, hat sich Kardex zu einem globalen Industriepartner entwickelt.

Kardex Remstar ist weltweiter Marktführer für dynamische Lager-, Bereitstellungs- und Materialflusssysteme. Kardex Mlog ist in Mitteleuropa führend bei Regalbediengeräten, Fördersystemen und automatisierten Materialflusssystemen. Die beiden Geschäftsbereiche sind

unter einer starken Konzernmarke vereint. Mit über 140.000 Installationen hat Kardex einen breiten Kundenstamm, der auf einen erstklassigen Kundendienst setzt.



Jetzt Kontakt aufnehmen

Bibliographische Angaben

- ¹. Material Handling Industry, „Glossary>Shelving,“ abgerufen am 19. Juni 2019, <http://mhia.org/learning/glossary/s#shelving>.