

Toleranzen – auch in der Lagertechnik ein wichtiges Thema

Toleranzen - ein viel strapazierter Begriff auch in der Lagertechnik, der nicht selten zum Schwert im wirtschaftlichen Kampf missbraucht wird.

Was sind Toleranzen?

Warum sind sie ein häufiger Streitpunkt?

Wo sind Toleranzen geregelt und welche sind von Bedeutung?

Toleranzen werden häufig verwechselt mit Verformungen.

Toleranzen sind z.B. Abweichungen von den Sollmaßen eines Bauteiles oder Gewerkes im unbelasteten Zustand.

Verformungen hingegen sind die Formänderungen eines Bauteiles oder gesamten Gewerkes unter Nutzlasten und äußeren Einwirkungen.

Beide zusammen wirken sich auf die Funktionsfähigkeit bzw. auf die Benutzbarkeit eines Gewerkes oder z.B. einer Regalanlage negativ aus, wenn die Toleranzen zu grob und die Verformungen zu groß werden. D.h. eine Begrenzung von beidem ist notwendig, um Funktionalität zu gewährleisten.

Und damit sind wir schon an einem empfindlichen Punkt angelangt.

Der Betreiber einer Regalanlage z.B. wünscht sich etwas möglichst Vollkommenes zu möglichst günstigem Preis. Das was er kauft soll uneingeschränkt zur Zufriedenheit funktionieren.

Eine berechnete Forderung.

So einfach die Forderung jedoch klingt, in der Praxis bilden sich häufig verschiedene Meinungen darüber, ob der gewünschte Zustand erreicht ist oder nicht. Der vom Betreiber gewünschten Vollkommenheit steht entgegen, dass der Hersteller eines Gerätes oder einer Einrichtung mit Unvollkommenheit des Materials, der Fertigung, der Montage und der örtlichen Gegebenheiten zurechtkommen muss.

Noch problematischer wird es, wenn verschiedene Lieferanten zusammen ein gesamtes Gewerk erstellen und durch undeutliche Abgrenzungen oder

Verschieben von Grenzen des Lieferumfangs die Einhaltung von Toleranzforderungen und Verformungsbeschränkungen unter den Lieferanten hin- und hergeschoben werden, um wirtschaftliche Vorteile zu erreichen.

Der Betreiber wird recht frustriert reagieren und von jedem die Einhaltung der engsten Toleranzen fordern, um eine Funktion seiner Einrichtung zu sichern.

Und genau damit wäre „das Kind mit dem Bade ausgeschüttet“.

Denn nicht möglichst viele und enge Toleranzen sind die Gewähr für eine einwandfreie Funktion, sondern die Abstimmung aller möglichen Toleranzen der Einzelgewerke einer Anlage untereinander auf der Basis des Machbaren und des Notwendigen.

Um nicht in Extreme zu verfallen, stellt sich zuerst die Frage nach der Funktion und wie kann sie gewährleistet werden. D.h. welche Bedingungen müssen im jeweiligen Fall eingehalten werden und welche sind unbedeutend.

Die Beurteilung dessen, was erforderlich ist, hängt in der Regaltechnik im wesentlichen von der Art der Bedienung der Regale ab. Aus der Sicht der Toleranzen lassen sich Regale grob in drei wesentliche Gruppen einteilen:

- von Hand bediente Regale
- mit Flurförderfahrzeugen (z.B. Stapler) bediente Regale
- von Regalförderzeugen bediente Regale

Diese Einteilung der Einfachheit halber sehr grob. Extremfälle wie z.B. automatische Kleinteilelager (AKL) haben ihre besonderen Anforderungen.

Handbediente Regale

Solange in der Regaltechnik handbediente Regale geringer Höhe und Regale mit direkt gesteuerten, vom Regal unabhängigen Bediengeräten eingesetzt werden, ist die Funktion auch bei relativ groben Toleranzen gewährleistet.

Hier genügt die Einhaltung von Toleranzen und Verformungen, die aus

statischen Gründen erforderlich sind, wie sie z.B. in den Richtlinien der gewerblichen Berufsgenossenschaften ZH 1/428 und den Güte- und Prüfbestimmungen der RAL-RG 614 enthalten sind.

Mit Flurförderzeugen bediente Regale

Hier sind vor allem Palettenregale jeglicher Art angesprochen. Bis vor einigen Jahren waren hier Toleranzen und Verformungsbeschränkungen nur sehr dürftig geregelt. Hier hat sich der Not folgend jedoch einiges getan.

Die Güte- und Prüfbestimmungen für Palettenregale wurden ergänzt. Seit Dezember 1988 gibt es eine Richtlinie mit Empfehlungen für Regale bei Einsatz von Flurförderzeugen im Sinne der DIN 15140. Dies ist die

VDI-Richtlinie 3645 und gilt bei Verwendung von

- Seitenstapler
- Dreiseitenstapler
- Gabel-Dreiseitenstapler
- C-Gabel-Dreiseitenstapler
- Schwenkmast-Dreiseitenstapler sowie
- Hochhubkommissionierer

Diese Richtlinie enthält außer Toleranzforderungen für die Regale auch Toleranzforderungen für den Boden (Aufstellfläche).

Im europäischen Rahmen ist derzeit eine FEM-Richtlinie für die Bemessung von Palettenregalen aus Stahl in Be-

arbeitung, welche auch Toleranzen und Verformungen regeln wird.

Für sogenannte normale Palettenregale sind die Toleranzregelungen der RAL-RG 614 ausreichend. Für engere Toleranzen empfiehlt sich o.g. Richtlinie.

Mit Regalförderzeugen bediente Regale

Regale, welche mit Förderzeugen - automatisch oder manuell - bedient werden, haben im Regalbau schon immer eine Sonderstellung eingenommen. Oft sind diese Regalkonstruktionen mit Höhen über 12 m und fallen somit aus dem Rahmen der RAL-RG 614, deren Geltungsbereich bei 12 m Bauhöhe einer Einrichtung endet.

Solche Regale sind auch häufig sogenannte Silos mit Dach und Wand tragender Konstruktion. Für derartige Hochregallager gilt seit Februar 1995 die FEM 9.831 „Berechnungsgrundlagen für Regalbediengeräte, Toleranzen und Freimaße im Hochregallager“.

Diese Richtlinie ist, seit sie existiert, umstritten, da sie ohne Beteiligung von Hochregal-Herstellern entstanden ist.

Zum Leidwesen der Betroffenen hat es sich eingebürgert, diese Richtlinie auch für Regale unter 12 m Höhe anzuwenden, obwohl damit oft „mit Kanonen nach Spatzen geschossen“ wird. Hier empfiehlt sich eine Absprache zwischen Förderzeug- und Regalhersteller.

In der letzten Zeit haben sich jedoch die Beteiligten (Förderzeughersteller sowie Regalhersteller) zusammengesetzt, um die Richtlinie gemeinsam zu überarbeiten.

Ziel ist es, die Richtlinie so zu überarbeiten, dass eine breitere Anwendung im Rahmen des Machbaren und Notwendigen möglich ist.

Es wird jedoch noch einige Zeit bis zur Veröffentlichung vergehen.

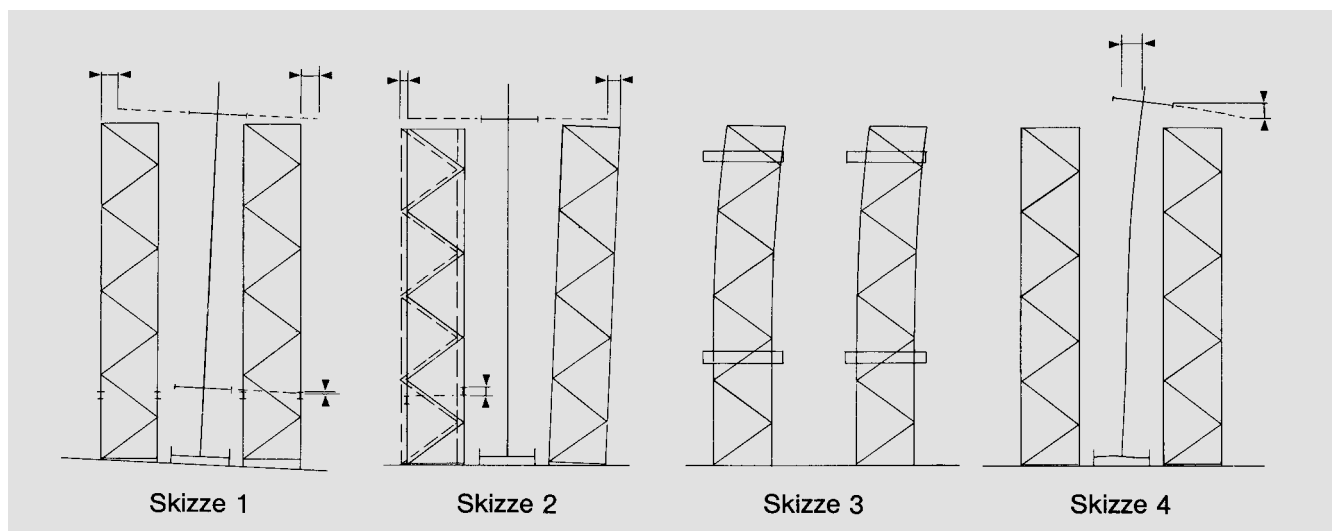
Zu der Frage, welche Toleranzen und Verformungen sind allgemein von Bedeutung, folgende kurze Zusammenfassung der wesentlichen Kriterien:

Der Boden

Die Toleranz des Bodens quer zum Gang hat einen direkten Einfluss auf die Gabelneigung und die Mastneigung an der entsprechenden Stelle des Ganges, wie dies die Skizze 1 zeigt. Kritisch ist diese Neigung deshalb, weil sie sich bei der Bedienung rechts oder links des Ganges unterschiedlich auswirkt. Dies gilt für den Einfluss auf das Einlagern unabhängig von der Einlagerhöhe. Bei der Einlagerungstiefe ist eine Abhängigkeit von dem Verhältnis Spurweite zu Einlagerungshöhe gegeben.

Bodenverformungen sind in der Regel vernachlässigbar klein, wenn wie üblich, der Fahrbahnuntergrund bewährter Beton ist, der direkt auf dem Untergrund liegt.

Bodentoleranzen für Breitgangläger sind geregelt in DIN 18202 Blatt 3,



für Schmalgangläger in DIN 15185 Teil 1.

Regelungen finden sich auch in der VDI-Richtlinie 3645 und in den Güte- und Prüfvorschriften RAL-RG 614 Punkt 3.3.4.2.2.

Die Regale

Die Regaltoleranzen rühren einerseits aus Abweichungen von den Sollmaßen bei der Fertigung her, wie z.B. Längentoleranzen oder Vorkrümmungen der Profile, zum anderen entstehen Abweichungen bei der Montage.

Es spielen eine Rolle:

- Schiefe oder von der Flucht abweichende Montage der Regalständer wie Längsneigung oder Neigung in Tiefenrichtung.
- Unterschiedlich hohe Stützenfußpunkte.
- Unterschiede in der Höhe der Trägeroberkanten einer Ebene und vom Boden gemessen.
- Versatz der Stützen zweier gegenüberliegender Regalzeilen eines Ganges.

Die wesentlichen Toleranzen sind qualitativ in Skizze 2 dargestellt.

Unter den verschiedenen Regalverformungen, die in Querrichtung zum Regal in Betracht zu ziehen sind, ist die Zusammendrückung der Stützen unter Last bei Standardregalen meist unkritisch. Sie ist für die vordere und hintere Stütze annähernd gleich. Sie ist bei Baukasten-Palettenregaltypen im unteren Bereich relativ am größten und erreicht dort bis zu 0,8 mm/m. Nach oben nimmt sie naturgemäß bis auf null ab.

Erst bei hohen Regalen gewinnt der Einfluss an Bedeutung und muß entsprechend berücksichtigt werden.

Die Durchbiegung der Fachbalken (Träger) ist diejenige unter den Verformungen, welche am leichtesten vorausberechnet werden kann. Sie ist entsprechend RAL-RG 614 auf 1/200 der Spannweite in Feldmitte gemessen begrenzt. Negative Durchbiegungen können unter Umständen (Schachbrettlast) auftreten. Sie werden bei Baukasten-Palettenregalen im

allgemeinen nicht größer als $1/500$ der Spannweite ausfallen.

Auslenkungen des Rahmens können sich unter Last dann ergeben, wenn entsprechende Vorverformungen aus der Montage vorgelegen haben und/oder eine Schiefstellung der Regale vorliegt. Die hängt im wesentlichen auch von der Art der Aussteifung in Tiefenrichtung ab. Diese Verformung kann bei normalen Palettenregalen oft durch entsprechend breitere Gänge kompensiert werden, wenn die Funktion der Anlage nicht beeinträchtigt wird.

Möglichst geringe Verformungen lassen sich im wesentlichen nur durch wesentlich höheren Materialeinsatz, bei den Balken auch durch größere Bauhöhe, erreichen.

Die Förderzeuge

Die Gerätetoleranzen setzen sich aus Abweichung von den Sollmaßen bei der Fertigung und Spiel in den verschiedenen Lagern und Führungen zusammen. Während die aus Fertigungsabweichungen herrührende Komponente für ein Gerät meist „einseitig“ ist und Auswirkungen hat, die denen in Skizze 1 ähnlich sind, wirkt sich Spiel unter Last nach beiden Seiten gleichermaßen aus.

Geräteverformungen (siehe Skizze 4) sind abhängig vom momentanen Lastzustand und lassen sich weitgehend vorausberechnen. Dabei lassen sich Verformungen der Gabel und des Gabelträgers in einem globalen Wert zusammenfassen, der nur abhängig von der Last und vom Lastschwerpunkt ist. Die Verformung des Mastes und seiner Anschlüsse kann dann in einem zweiten Globalwert - abhängig von der Last, dem Lastschwerpunkt und der Ausfahrhöhe - zusammengefaßt werden.

Für die Regalförderzeuge und die Hochregalstapler fehlt leider bisher jegliche direkte Toleranzregelung. Der Betreiber bzw. Planer ist daher gezwungen, sich in jedem Einzelfall entsprechende Informationen und Zusagen vom Lieferanten geben zu lassen, und diese auf ihre Einhaltung auch zu prüfen.

Was muß der Planer und Betreiber berücksichtigen?

Da es keine Gesamtregelung gibt, die die ganze Einrichtung bestehend aus allen Gewerken umfasst, ist es wichtig, dass für das ganze Objekt eine Kosten-Nutzen-Analyse erstellt wird. Es kann sehr teuer werden, wenn für ein Gewerk zu enge Toleranzforderungen aufgestellt werden, damit für andere Gewerke ein um so größerer Toleranzspielraum verbleibt. Wirtschaftlich sinnvoll wird dies sicherlich nicht sein.

Es lohnt sich immer zu prüfen, an welchen Stellen das eigentliche Optimum im Einzelfall liegt.