



Von der Handwerkskammer Heilbronn-Franken öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Estrichlegerhandwerk

Walter Böhl

Waiblinger Str. 33, 71334 Waiblingen

Tel. 07151-31629, Fax 07151-305587, mobil 017927363343

walter.boehl@web.de www.industriebodensachverstaendiger.de

ESTRICH KURZ UND BÜNDIG

Der Spickzettel für Planer

Industriefußböden Teil 6 - Regalanlagen Anforderungen für ortsfeste Regalanlagen Anforderungen für leitliniengeführte Flurförderzeuge zur Regalbedienung (VNA Trucks)

Dazu gehören ESTRICH KURZ UND BÜNDIG
Industrieböden

- Teil 1 - Allgemeines, Oberflächen
- Teil 2 - Betonplatte
- Teil 3 - Fugen, Einbauten, Tragschicht, Abdichtung, Wärmeschutz
- Teil 4 - Gesetze, Verordnungen, BG-Regeln
- Teil 5 - Elektrische Anforderungen
- Teil 7 - Sanierung, Entsorgung
- Teil 8 - Optische Anforderungen

Vorwort

Die Normen, Merk-, Hinweisblätter, Herstellerrichtlinien und Regelwerke für Estriche haben mittlerweile einen Umfang erreicht, der für die Planer nur noch mit großem Aufwand überschaubar ist. Diese Unterlagen sind in ständiger Bearbeitung und Veränderung. Ich habe deshalb alle mir für den Planer notwendig erscheinenden Informationen so kompakt wie möglich zusammengefasst. Es werden vereinfacht die Punkte behandelt, die der Planer festlegen muss und für die er die Verantwortung trägt. Punkte, die eindeutig der ausführende Handwerker zu verantworten hat, wurden weitgehend nicht erfasst aber doch soweit angerissen, dass der Planer für Gespräche mit dem Ausführenden das entsprechende Fachwissen parat hat.

Vorsicht! Widersprüchliche Regelwerke

Derzeit (2015) gibt es folgende Regelwerke

- DIN EN 15620 Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl – Verstellbare Palettenregale
- DIN 15185, Teil 1; Lagersysteme mit leitliniengeführten Flurförderzeugen, Anforderungen an Boden, Regale und sonstige Anforderungen
- DIN 18202 Maßtoleranzen im Hochbau.
- VDMA Richtlinie – Böden für den Einsatz von Schmalgang Flurförderzeugen.

Der Bauplaner muss in enger Verbindung mit dem Planer der Regalanlage und dem Flurförderzeughersteller festlegen was gelten soll bzw. was vom Fußbodenhersteller vertraglich zugesichert werden soll. Diese Anforderungen müssen mit dem Fußbodenhersteller ausdrücklich vereinbart werden.

Der Planer sollte prüfen, ob der Fußbodenhersteller die Anforderungen kennt, versteht und über Verfahren verfügt, diese auch einzuhalten. Im Bereich von sogenannten Schmalgangstaplern sind die Anforderungen mit normalen handwerksüblichen Methoden nicht einzuhalten.

Baurechtliche Genehmigung

Die Musterbauordnung MBO, der sich die meisten Bauordnungen der Länder LBO anschließen, bezeichnet Regale mit einer Höhe bis 7,50m Oberkante Lagergut als nicht genehmigungspflichtig § 61 Punkt 14 c). Demnach sind Regalanlagen größerer Höhe baurechtlich genehmigungspflichtige Anlagen. Dieser Punkt muss mit der Baubehörde geklärt werden. **Das hat Auswirkung auf die ansonsten bauaufsichtlich nicht relevante Bodenplatte (Statik, Prüfstatik)!**

Klassifizierung der Regalanlagen entsprechend DIN EN 15620 und die Anforderungen an den Fußboden



Klasse 100 und 200

Regale mit schmalen Gängen zur Bedienung durch schienengeführte (oben und unten) Regalförderzeuge. Klasse 100 und 200 unterscheiden sich nur durch mehr oder weniger automatische Steuerung.

Das ist für den Fußboden nicht relevant. Für den Fußboden gelten besondere Anforderungen, die der Regalplaner vorgeben muss. In der Regel

werden FEM Richtliniengehen verlangt. Die darin gestellten Toleranzanforderungen sind unproblematisch. Kritisch sind Anforderungen an die Verformung. Damit muss sich der Statiker auseinandersetzen.

Begriffe:

Der Begriff **Regalförderzeug** bzw. **Regalbediengerät** wird für auf Schienen fahrende aufzugartige Geräte verwendet.

Flurförderzeuge fahren mit den Rädern auf dem Boden. Man unterscheidet frei bewegliche und leitliniengeführte Flurförderzeuge. Die Leitlinienführung kann eine Schienenführung sein, die das Flurförderzeug durch seitlich angebrachte Führungsrollen führen (das Fahrzeug fährt nicht auf der Schiene). Die Leitlinienführung kann auch durch einen Induktionsdraht im Fußboden erfolgen, der von Antennen abgetastet wird und eine Lenksteuerung bedient. Es gibt noch weitere, vom Boden unabhängige, Steuerungsmöglichkeiten.



Klasse 300 mit sehr schmalen Gängen

Palettenregalanlage, bei der die Gänge nur unwesentlich breiter sind als das Flurförderzeug. Flurförderzeuge werden durch Schienen, Induktivsteuerung oder andere Lenksysteme zwangsgeführt (leitlinengeführt).

Es sind sehr strenge Anforderungen an die Fußbodentoleranzen zu beachten, die mit üblichen Arbeitsweisen der Bautechnik nicht herstellbar sind. Diese Anforderungen sind jedoch zwingend erforderlich um die Funktion der Flurförderzeuge zu gewährleisten. Durch spezielle Verfahren sind die Anforderungen erfüllbar.

Es wird nach der Bauart des Schmalgang-Flurförderzeugs unterschieden:

- Klasse 300 A**, hebbarer Fahrerplatz „Mann oben“.
- Klasse 300 B**, nicht hebbarer Fahrerplatz „Mann unten“.

Klasse 400 - Breitgang Regale

Palettenregale deren Gänge so breit sind, dass normale Gegengewichts-Gabelstapler 90° zum Ein- und Auslagern der Regale drehen können.

Hier muss man klären ob die DIN 18202 Maßtoleranzen im Hochbau gelten soll oder die DIN EN 15620 Ortsfeste Regalsysteme aus Stahl. Bei der Anwendung der DIN EN 15620 ist die Anforderung im 3 m Raster schwierig zu erfüllen (siehe weiter unten bei DIN EN 15620).

Klasse 400 - Mit schmalen Gängen

Palettenregale mit reduzierter Gangbreite, zur Bedienung mit Spezialstaplern mit verschiebbarem Mast (Schubmaststapler).

Hier gilt dasselbe wie bei breiten Gängen. **Die Fahrzeuge sind jedoch wesentlich empfindlicher gegenüber (kurzwelligen) Bodenunebenheiten.**

DIN 15185 Lagersysteme mit leitlinengeführten Flurförderzeugen, Teil 1

Toleranzen

Die Toleranzen werden in zwei Tabellen geregelt:

Tabelle 1 regelt den größten zulässigen

Höhenunterschied zwischen der Achse der linken und rechten Fahrspur. Die Höhenlage der mittleren Fahrspur/en ist in der Norm nicht geregelt.

Tabelle 1 Höhenunterschiede quer zur Fahrspur in mm

Spurweite	bis 1 m	über 1,0 bis 1,5 m	über 1,5 bis 2,0 m	über 2,0 bis 2,5 m
Hubhöhe ≤ 6 m	2,0	2,5	3,0	3,5
Hubhöhe > 6,01 m	1,5	2,0	2,5	3,0

Tabelle 2 regelt die **Ebenheit**. Hierzu bedient man sich der Ebenheitsdefinition der DIN 18202 Maßtoleranzen im Hochbau. Diese entsprechen in etwa der Hälfte der in DIN

18202, Tabelle 3, Zeile 4 angeführten Werte. Vielfach wird dies missverstanden und gemeint, die DIN 15185 würde nur die „halbe Zeile 4“ verlangen. Man muss Tabelle 1 und Tabelle 2 gleichzeitig betrachten. Tut man das, ist die DIN 15185 eine vielfache Verschärfung der DIN 18202.

Tabelle 2:

Stichmaße (definiert wie in DIN 18202) bei Messpunktabständen. Zwischenwerte werden linear interpoliert.

1 m	2 m	3 m	4 m
2 mm	3 mm	4 mm	5 mm

Bei der Erarbeitung der Norm ahnte man schon, dass die Kurzwelligkeit einen Einfluss hat. Man hat aber keine Regelungsmöglichkeit gefunden. Die Norm stammt aus dem Jahr 1991. Zwischenzeitlich haben sich die Fahrzeuge erheblich weiterentwickelt. War damals eine Hubhöhe von 8 m schon sehr hoch, liegt sie heute beim Doppelten. Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge auch Bescheunigung und Verzögerung haben sich deutlich erhöht. Durch die erhöhten Anforderungen wurde die Dicke der Vulkollanbereifung auf etwa ein Drittel reduziert um die Einfederung der Bereifung zu minimieren. Dadurch sind die Fahrzeuge gegen Kurzwelligkeit wesentlich empfindlicher geworden.

VDMA Richtlinie

Die Richtlinie des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) ist eine Überarbeitung der DIN 15185 von 1991, da es eine Neufassung dieser Norm vermutlich nicht geben wird. Das Prinzip der DIN 15185 wurde dabei übernommen und dem Stand der Entwicklung angepasst. Durch die Einführung der F_x Nummer wird zusätzlich die Kurzwelligkeit geregelt.

Tabelle 1 Höhenunterschied quer zum Gang

Hubhöhe m	Z_{slope} (mm/m)	$dz = Z \times Z_{slope}$
15	1,0	$Z \times 1,0$ mm/m
10	1,5	$Z \times 1,5$ mm/m
<6	2,0	$Z \times 2,0$ mm/m

Z = Höhenunterschied mm pro m Spurweite

Dz = Höhenunterschied für Spurweite errechnet

Es wird also nicht wie in DIN 15185 stufenweise festgelegt sondern für jede Spurweite linear errechnet. Neu ist auch die Festlegung über 10 m Hubhöhe.

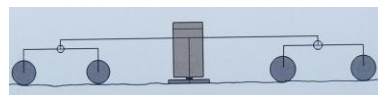
Die **Tabelle 2**, Ebenheit in Längsrichtung, ist gleich wie DIN 15185

Messpunktabstand	1m	2m	3m	4m
Stichmaß	2mm	3mm	4mm	5mm

Zwischenwerte können für jeden Messpunktabstand linear eingeschaltet werden. Über die Interpolation von 1m zu 0 kann man sich streiten. Geregelt ist das nicht.

Darüber hinaus wird eine Regelung der Welligkeit durch die Einführung einer zusätzlichen Anforderung eingeführt.

Die **Welligkeitszahl F_x** wird mit einem definierten Messgerät bestimmt. Dabei werden Daten alle 50 mm aufgenommen und mit einer statistischen Methode ausgewertet. Die Grenzwerte sind bei maschinell geglätteten Industrieböden bei entsprechender handwerklicher Sorgfalt bis zu den Anforderungen für eine Hubhöhe von 10 m ohne zusätzliche Maßnahmen einzuhalten. Darüber sind evtl. zusätzliche Maßnahmen wie z.B. einebnendes Schleifen mit einer zwischen Tandemachsen geführten Schleifmaschine erforderlich.



Funktionsprinzip einer einebnenden Schleifmaschine

DIN EN 15620 Ortsfeste Regalanlagen aus Stahl – Verstellbare Palettenregale - Grenzabweichungen, Verformungen und Freiräume

Der Titel diese Norm und der des zuständigen Normenausschusses, Eisen-, Blech- und Metallwaren (NAEBM), lässt eigentlich nicht vermuten, dass hier auch Fußbodentoleranzen genormt werden. Die Regelungen weichen weitgehend von in Deutschland üblichen Toleranzregelungen ab. **Die Norm gilt für Fußböden bei Regalanlagen aller Art (wenn sie aus Stahl sind). Die deutschen Flurförderzeughersteller lehnen die Anwendung des den Fußboden betreffenden Teils dieser Norm aus verschiedenen Gründen ab und verweisen in ihren Bedingungen auf die VDMA-Richtlinie – Böden für den Einsatz von Schmalgang-Flurförderzeugen.**

Die Norm wird derzeit (2015) überarbeitet. Mit wesentlichen Änderungen ist zu rechnen.

Da Baugewerke nach VOB Teil B § 13 Abs. 1 die anerkannten Regeln der Technik, also eine Leistung nach einer Norm (wenn es eine gibt) schulden, ist das vertragsrechtlich nicht unproblematisch und erfordert eine klare Vereinbarung.

Wesentlich ist, dass diese Norm Fußbodentoleranzen für alle Regalanlagen regelt, nicht nur für Schmalganganlagen. Ob dies wirklich notwendig ist sollte vom Planer geprüft werden. Die Anforderungen im 3 m Raster sind nicht einfach zu erfüllen. Es ist mit zusätzlichen Kosten zu rechnen. Den gleichen Effekt kann man wesentlich einfacher durch das Unterlegen der RegalfüÙe erzielen. Der Planer sollte den Regalbauer und den Flurförderzeughersteller einbeziehen.

Den Fußboden betreffende Normenteile

Die Regelungen für Fußbodentoleranzen erschließen sich auch bei gründlichem Studium der Norm leider nicht sofort. Nachstehend wird versucht dies möglichst einfach zu erklären.

Regeln für Regalanlagen zur Bedienung mit frei beweglichen Flurförderzeugen FM = free movement

In Tabelle 1 werden dazu Höhenunterschiede im Raster von 3 m für unterschiedliche Stapler und Hubhöhen genannt. Das Ganze muss sich in einer horizontalen Bezugsebene von +/- 15 mm befinden.

Die Einschränkung auf die horizontale Bezugsebene mit Abweichungen von +/- 15 mm kann man sicher ohne Probleme erreichen. Sie entsprechen für Bodenplatten in etwa den Anforderungen der DIN 18202 Tabelle 1 GrenzabmaÙe. Dort sind +/- 10 mm bzw. +/- 16 mm je nach dem Höhenabstand zum vermessungstechnischen Bezugspunkt gefordert.

Kritischer sind die zulässigen Höhenunterschiede im Raster von 3 m, die in Tabelle 1 gefordert werden. Diese Anforderung passt nicht mit den Definitionen der DIN 18202 zusammen. Sie gilt dort wo nach DIN 18202 Winkel- und Ebenheitstoleranz gelten sollen. Vergleicht man diese mit den Anforderungen der DIN EN 15620 stellt man fest, dass hier eine derartige Verschärfung eingeführt wurde, dass es schwierig sein wird diese Anforderung mit normalen Betonböden sicher zu erfüllen.

Bezogen auf das 3 m Raster bedeutet dies: DIN 18202 Tabelle 3 Zeile 4, Messpunktabstand 6 m = Stichmaß 10 mm. Nimmt man nun an dass sich Messpunkt 1 und Messpunkt 2 gleich hoch lägen ergibt sich zwischen Messpunkt 2 und Messpunkt 3 ein zulässiger Höhenunterschied von 20 mm. Zugegeben, das ist etwas üppig und wird in der Praxis meist deutlich unterschritten, aber diese Anforderung wird nach Tabelle 1 der DIN EN

15620 auf 4 bis 2,25 mm eingeschränkt. Das ist mit normalen handwerksüblichen Verfahren nicht herstellbar. Hier muss man zumindest besondere Maßnahmen ergreifen, die zu einer erheblichen Verteuerung der Leistung führen werden. Dem Planer wird erlaubt eine Lockerung der Anforderungen unter bestimmten Bedingungen zuzulassen (Anmerkung S. 19 der Norm).

Verformungen

Die Anforderungen der DIN EN 15620 gelten einschließlich Verformungen. Dem Auftraggeber bzw. dessen Planer wird die Aufgabe übertragen hierzu Informationen an den Regallieferanten zu übergeben. Das ist für den Planer keine ganz einfache Aufgabe. Kann dieser die Verformung am Rand einer Betonplatte bzw. Fuge überhaupt berechnen oder einschätzen? Kann die Verformung nicht eventuell größer sein als die in Tabelle 1 geforderten Grenzwerte? Die Anforderung ist nicht oder nur mit sehr großem Aufwand erfüllbar.

Tabelle 1 für frei bewegliche Flurförderzeuge (FM = free movement)

Klasse	Höhe des obersten Trägers in m	E_{SD} = Höhendifferenz im 3 m Raster in mm
FM1 Stapler ohne seitliche Verschiebung	Mehr als 13 m	2,25 mm
FM2 Stapler ohne seitliche Verschiebung	8 bis 13 m	3,25 mm
FM3 Stapler ohne seitliche Verschiebung	Bis zu 8 m	4,00 mm
FM3 Stapler mit seitlicher Verschiebung	Bis zu 13 m	4,00 mm

Regeln für Schmalganglager mit zwangsgeführten Flurförderzeugen DM = defined movement

Höhendifferenz im Raster E_{SD}

Hier gelten für E_{SD} also für die Höhendifferenz im 3 m Raster für alle Hubhöhen **3,25 mm**. Diese Anforderungen gelten also über die Fahrspuren hinaus. Dabei dürfen die GrenzabmaÙe +/- 15 mm nicht überschritten werden. Eine Rundung der 1/100 mm ist nicht geregelt.

Grenzwert der Querneigung dZ

Damit ist der Höhenunterschied zwischen den Mitten der Lasträder gemeint. Die Angabe findet man in Tabelle 5 in mm je m. Die Anforderung unterscheidet sich nach Hubhöhen (in der Norm „Klassen“ genannt).

Klasse	Höhe des oberen Trägers (Hubhöhe)	$Z_{geneigt}$ mm je m
DM1	Mehr als 13 m	1,3
DM2	8 bis 13 m	2,0
DM3	Bis 8 m	2,5

DM steht für defined movement also Leitlinienführung

Der zulässige Höhenunterschied dZ von linker zu rechter Spur ist also Spurweite $Z \times Z_{geneigt}$.

Beispiel: Spurweite Z 1300 mm.
Klasse DM 2.
 $Z_{geneigt}$ 2 mm je m
 $dZ = 1,3 \text{ m} \times 2,0 \text{ mm/m} = 2,6 \text{ mm}$

Grenzwert von d^2Z

ist der Vergleich bzw. die Differenz von dZ am Anfang und am Ende einer Fahrstrecke von 300 mm, d^2Z ist $0,75 \times dZ$.

Beispiel: Spurweite Z 1300 mm
Klasse DM 2
 $d^2Z = 1,3 \text{ m} \times 1,5 = 1,95 \text{ mm}$

Grenzwerte längs der Fahrtrichtung

Man betrachtet den Höhenunterschied von Vorder- und Hinterrad in einer virtuellen Entfernung von 2 m.

Die **Grenzwerte dX** entnimmt man der Tab. 6b, Spalte 1. 2 m x Faktor 1,1 x Z_{geneigt} .
Beispiel $2 \times 1,1 \times Z_{\text{geneigt}}$ (bei DM 2) $2,0 = 4,4$ mm, siehe Tab. 6b bei DM 2.

Grenzwert d²X

Ist der Vergleich der Höhenunterschiede von Vorder- und Hinterrad nach einer Fahrstrecke von 300 mm. Dafür gibt es in Tabelle 6b Spalte 3 der Norm feste Werte in mm. Diese scheinen mir etwas zu groß zu sein.

Hubhöhe	DM1 > 13m	DM2 8-13m	DM3 < 8m
d²X	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm

Herstellung der Fußböden

Man kann als gesichert annehmen, dass es im VNA Bereich (Klasse300) nicht möglich ist die Anforderungen mit Betonböden und Estrichen in handwerklich üblicher Ausführung zu erfüllen. Dazu sind besondere Ausführungstechniken oder zusätzliche Maßnahmen (Nacharbeiten durch Schleifen oder Beschichten) erforderlich.

Mit **Magnesiaestrichen** sind die Anforderungen zu erfüllen, wenn besondere Verlegeverfahren angewandt werden.

Mit **fließfähigen zementären Beschichtungsmaterialien** und besonders für diesen Zweck entwickelter Arbeitstechnik können die Anforderungen eingehalten werden.

Spezielle mit Fertigmern hergestellte **Zementestriche** benötigen eine schleiftechnische Überarbeitung.

Kunstharzbeschichtungen sind auf Grund der Materialeigenschaften in der Regel nicht geeignet.

Die vom Nutzer gewünschten Gebrauchseigenschaften (Laufruhe) kann oft nur durch zusätzliche Überarbeitungen mit einebnenden Schleifgeräten (Tandemachsenprinzip) erreicht werden. Die Kosten sollten zumindest als Eventualposition bei der Auftragserteilung feststehen. Man kann dann immer noch entscheiden ob die Leistung notwendig ist. Bei Anlagen über 10m Hubhöhe sollte man sie immer vorsehen.

Der Planer bzw. der Vergebende sollte sich mit den Anbietern des Fußbodens genauestens darüber unterhalten welche Technik angewandt wird, Referenz-Objekte besichtigen und Messprotokolle ausgeführter Anlagen vorlegen lassen.

Erfolgsaussichten die Anforderungen einzuhalten

Material/Verfahren	DIN 15185	DIN EN 15620	VDMA)*
Beton konventioneller Einbau	0	0	0
Beton mit Laser Sreed oder gleichwertigem Verf.	0	0	0
Beton mit Zementestrich (Hartstoffestrich)	0	0	0
Beton mit (speziellem) Zementestrich und zusätzl. schleiftechnischer Bearbeitung	+	+	+
Magnesiaestrich spezielles Verlegeverfahren	++	++	++

Magnesiaestrich und einebnendes Schleifen mit Spezialgerät	+++	+++	+++
Zementärer Fließmörtel mit Spezialverfahren eingebaut	++	++	++
Spezielschleifverfahren (Alphaplan, BS Bodensysteme Deutschland GmbH)	+++	+++	+++

0=unmöglich +=möglich ++=sicher möglich
+++ sehr sicher möglich

Es gibt einige Spezialfirmen, die die erforderlichen Toleranzen durch **Spezielschleifmaschinen** herstellen. Dabei werden unterschiedliche Methoden angewandt. Die Schleiftiefe ist abhängig von den zu beseitigenden Bodentoleranzen. Bei Ausnutzung der Maßtoleranzen nach DIN 18202 sind Schleiftiefen bis 15, 20 mm möglich. Bei der einen Methode (BS Bodensysteme Deutschland) wird die Schleiftiefe nach einer Aufnahme des Ist-Profiles geplant. Bei der anderen Methode (Alphaplan) wird über zwei Tandemachsen eingeebnet zusätzlich wird der links-rechts Höhenunterschied ausgeglichen.

Nachteilig ist das einschleifen von „Rillen“. Die Flurförderzeughersteller lehnen dies aus Sicherheitsgründen grundsätzlich ab. Dies kann durch das Schleifen der gesamten Gangbreite vermieden werden. Die Kosten sind stark vom Einzelfall abhängig, sind aber erheblich.



Spezielschleifmaschinen
Alphaplan links, BS Bodensysteme Deutschland rechts

Prüfung

Grundsätzlich können die Toleranzen durch Rasternivellements, bei der DIN 15185 und der VDMA Richtlinie in Längsrichtung auch mit Richtscheit und Messkeil geprüft werden. Excel-Tabellen zur Auswertung von Rasternivellements können bei mir angefordert werden. Je nach Größe der Anlage ist das jedoch sehr aufwändig. Dann ist eine automatische Vermessung mit so genannten Floor-Profilern sinnvoll. Dabei wird der Unsicherheitsfaktor Mensch, der hier durchaus erheblich ist, ausgeschlossen. Die Kosten der Prüfung sind erheblich. Es ist deshalb notwendig im Voraus zu regeln wie geprüft werden soll und wer die Kosten für eine Erstprüfung und gegebenenfalls für Wiederholungsprüfungen nach einer Nacharbeit übernimmt. Das ist auf jeden Fall keine Nebenleistung.

Sonstige Anforderungen

Vorstehend ging es eigentlich nur um Toleranzen, da diesen hier eine besondere Bedeutung für die Funktion und Sicherheit zukommt. Es wird als selbstverständlich angenommen, dass der Boden die Belastungen und mechanischen Beanspruchungen aufnehmen kann (siehe ESTRICH KURZ UND BÜNDIG Industrieböden Teile 1 bis 3) das ist Sache des Bauplaners. Regal- und Flurförderzeuggelieferant müssen die erforderlichen Angaben liefern. Bei der **Fugeneinteilung** ist die Regalplanung zu berücksichtigen. Umgekehrt ist das problematisch und sollte im Neubau vermieden werden.

Achten sie auf „**unbeabsichtigte Scheinfugen**“ beim Einschneiden von „Fugen“ für Induktionsleitungen (siehe ESTRICH KURZ BÜNDIG Industrieböden 3).

Die Flurförderzeuge sind (in der Regel) mit Polyurethanelastomer (Vulkollan) bereift, deshalb gilt

Beanspruchungsgruppe II (mittel) nach DIN 18560, Teil 7, Tabelle 1 als Mindestanforderung für die Qualität der Oberfläche.

Die Fahrzeuge sind mit umfangreicher Elektronik ausgestattet, deshalb müssen **elektrische Ladungen** abgeleitet werden (siehe Teil 6, elektrische Anforderungen).

Der **Reibwert** der Bodenoberfläche muss wegen des Bremswegs der Flurförderzeuge $\mu > 0,45$, mind. $> 0,3$ sein. Das entspricht der ohnehin notwendigen Anforderung für die Rutsicherheit siehe ESTRICH KURZ UND BÜNDIG 6. Industrieböden 4 gesetzliche Anforderungen.

Liebe Planerin, lieber Planer,

auch bei diesem Themenkreis von ESTRICH KURZ UND BÜNDIG wurden die wesentlichen Informationen auf 4 DIN A4 Seiten komprimiert. Das soll nach meinem Konzept für ESTRICH KURZ UND BÜNDIG als Kompaktinformation für Planer nicht überschritten werden. In diesem Fall schien mir aber ein Anhang mit dem Versuch eines Vergleichs der Regelwerke für angebracht.

Für Rückmeldungen, Kritik und Anregungen bin ich dankbar. Sie können mich immer anrufen. Eine Haftung übernehme ich nicht.

Mit freundlichen Grüßen

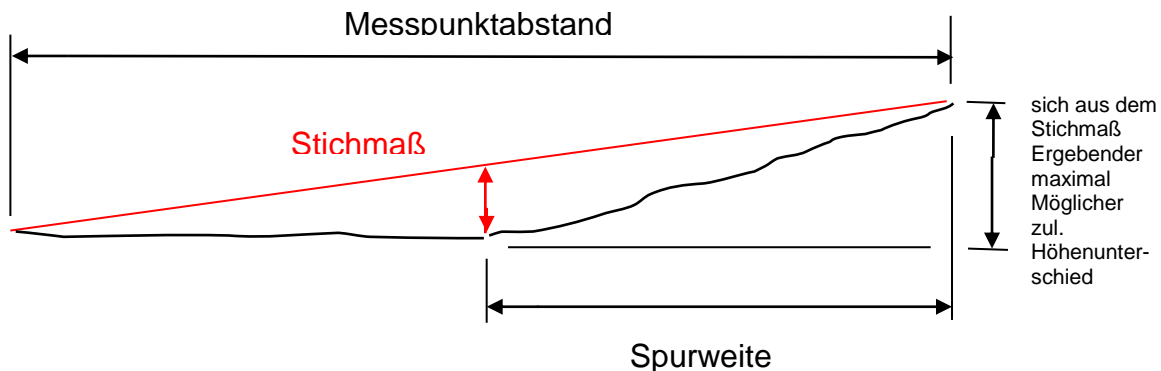
Walter Böhl

Weiterleiten mit Hinweis auf den Verfasser erlaubt. Erstellt Mai 2011, letzte Überarbeitung Juli 2015

Vergleich der Anforderungen der Regelwerke

Höhenunterschiede quer zum Regalgang

Der Vergleich zur DIN 18202 ist nicht direkt möglich, da die Norm Stichmaße über drei Messpunkte beschreibt und nicht Höhenunterschiede (Differenz zwischen zwei Messpunkten) wie die anderen Regelwerke. Um vergleichen zu können wird deshalb beispielhaft die doppelte Spurweite angenommen und das Stichmaß in der Mitte genommen. Bei anderen Messstellungen sind andere Ergebnisse möglich. Die Winkeltoleranz bleibt im Beispiel unberücksichtigt.



Beispiel der Messstellung nach DIN 18202. Nur als Beispiel zur Darstellung der Verschärfung der anderen Anforderungen gegenüber DIN 18202. Gilt nur für die hier gezeigte Messstellung.

DIN 18202 Maßtoleranzen im Hochbau Tab. 3 Zeile 4.

Beispiel bei oben gezeigter Messstellung. Für Schmalganganlagen nicht anwendbar

Spurbreite m	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
Ergibt Messpunkt- abstand	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,80
Stichmaß mm *	5	5	6	6	7	7	7	7	9
Max. mögl. Höhen- unterschied	10	10	12	12	14	14	14	14	18

*Auf ganze mm gerundet

DIN 15185 Lagersysteme mit leitlinengeführten Flurförderzeugen in mm

Spurweite m	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
Hubhöhe < 6 m	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3
Hubhöhe > 6 m	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5

DIN EN 15620 Ortsfeste Regalanlagen aus Stahl ... in mm

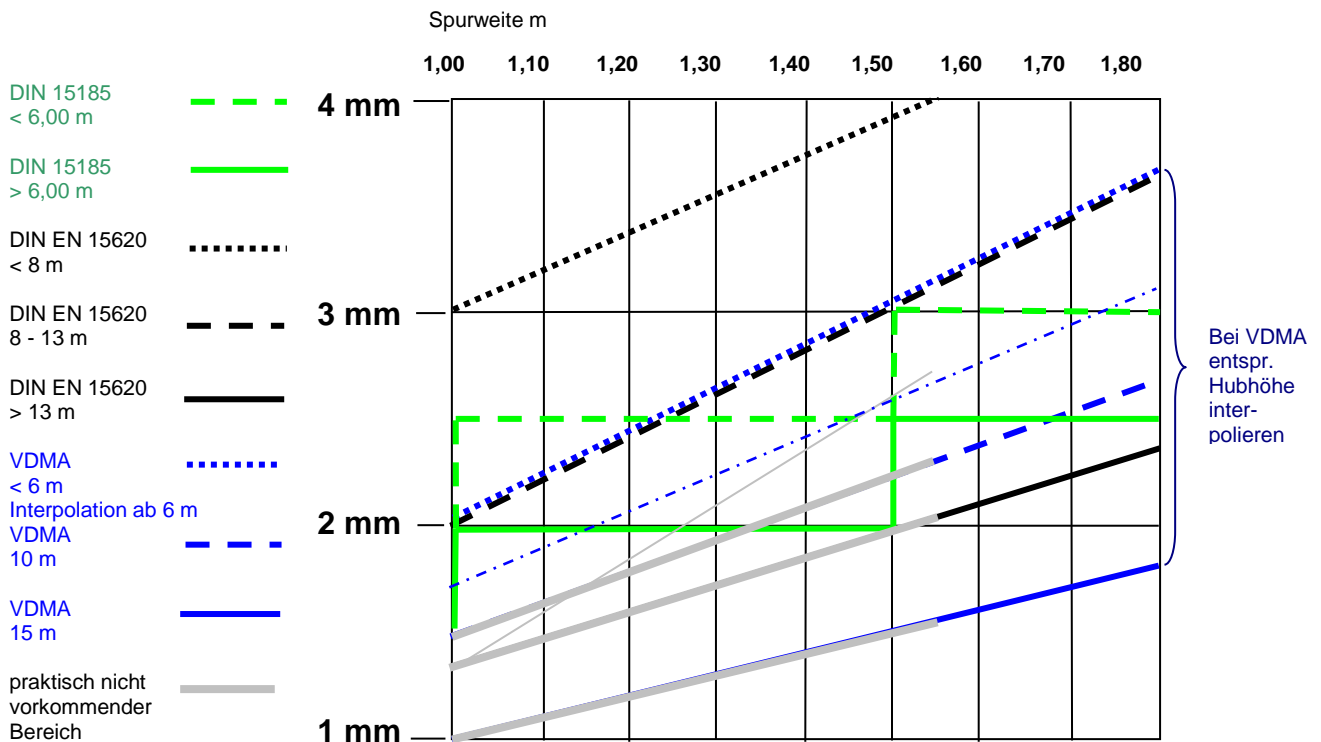
Spurweite m	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
Hubhöhe < 8m	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50
Hubhöhe 8 bis 13m	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60
Hubhöhe > 13 m	1,30	1,43	1,56	1,69	1,82	1,95	2,08	2,21	2,34

VDMA-Richtlinie Böden für den Einsatz von Schmalgang-Flurförderzeugen mm

Spurweite m	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
Hubhöhe < 6m	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60
Hubhöhe bis 10 m	1,50	1,65	1,80	1,95	2,10	2,25	2,40	2,55	2,70
Hubhöhe bis 15 m	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80

Rundungen sind nicht geregelt. Deshalb wird hier im Beispiel nicht gerundet. Die Messung von 0,01 mm ist jedoch nicht möglich

Graphische Gegenüberstellung der zulässigen Höhenunterschiede der Regelwerke auf Spurbreite



Die Anforderungen nach der VDMA sind entsprechend der Hubhöhe zu interpolieren. Beispiel: Hubhöhe 9m 1,75 mm bei 1m Spurbreite und 3,15 mm bei 1,80 m Spurbreite (Darstellung in der Graphik (······))

DIN EN 15620 verlangt zusätzlich den Vergleich (Differenz) der Höhenunterschiede in einem Abstand (Fahrstrecke) von 30 cm (d^2Z).

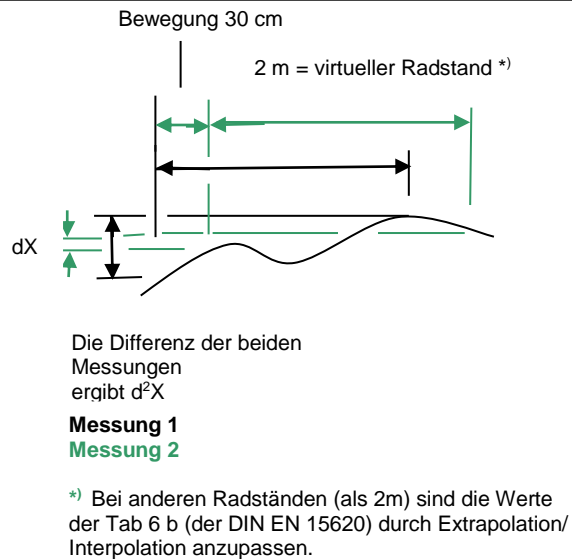
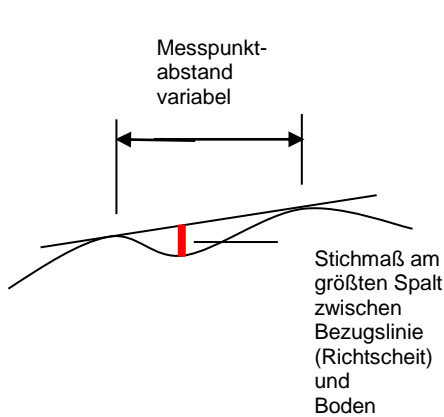
Regelungen in Ganglängsrichtung im Bereich der Fahrspuren

DIN 15185 Lagersysteme mit leitlinengeführten Flurförderzeugen und die VDMA-Richtlinie Böden für den Einsatz von Schmalgang-Flurförderzeugen verwenden die Definition der Ebenheit nach der DIN 18202 Maßtoleranzen im Hochbau. Das sind Stichmaße unter einem Richtsicht.

Die DIN EN 15620 Ortsfeste Regalanlagen aus Stahl, verwenden Höhenunterschiede. Die Methoden werden nachstehend gegenübergestellt.

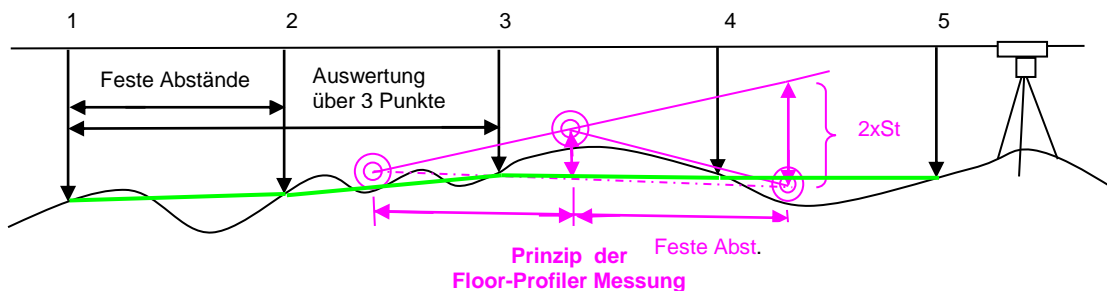
Gegenüberstellung der Ebenheitsdefinitionen
DIN 18202, DIN 15185, VDMA Richtlinie

DIN EN 15620



Zulässige alternative Messmethoden
Rasternivellement – Profiler-Messung

Zur Vereinfachung der Prüfung ist bei großen Flächen nach DIN 18202 ein Rasternivellement zulässig. Dabei werden die Rasterabstände individuell festgelegt. Üblicherweise wird dies auch bei der Prüfung von Hochregal Fahrgängen angewandt. Eventuell in Verbindung mit einer Lattenprüfung zum erkennen kurzer Unebenheiten.



Ausrechnung eines Rasternivellements: Stichmaß am Punkt 2 ((h Punkt 1 + h Punkt 3) : 2) – h Punkt 2
 Stichmaß am Punkt 3 ((h Punkt 2 + h Punkt 4) : 2) – h Punkt 3 usw.

Die Profiler-Messung geht nicht von einer horizontalen Visierlinie aus sondern funktioniert wie eine Messung mit Richtscheit und Messkeil. Allerdings wird immer mit den gleichen Messpunktabständen und der Stichmaßprüfung St in der Mitte gemessen. Dabei werden in sehr kurzen Abständen (in der Regel 2 - 50 mm) Messdaten aufgenommen. Dadurch werden alle Bodenunebenheiten aufgenommen, während das Rasternivellement „einebnend“ wirkt (siehe grüne Linie). Aus den (in der Regel auf 1 m (0,6 m) Messpunktabstand) gemessenen Werten werden auch Messpunktabstände bis zu 4 m mit mathematischen Methoden errechnet. Der dabei entstehende Schleppfehler ist bis zu der üblicherweise errechneten Messlänge von 4 m zu vernachlässigen.

Vergleich der Ebenheitsanforderungen in Längsrichtung der Fahrspur

Der Vergleich hinkt etwas. Das ist dasselbe Problem wie quer zum Gang. Der Vergleich von der Ebenheitsdefinition von DIN 18202, DIN 15185, VDMA, Stichmaß innerhalb einer Messlänge zu Höhenunterschied an den Enden einer Messlänge wie in DIN EN 15620, ist nur möglich wenn man bei den Stichmaßen die doppelte Messlänge annimmt. Dadurch könnte im Extremfall zwischen Messpunkt 2 und 3 oder 1 und 2 das doppelte Maß des Stichmaßes als Höhenunterschied entstehen (siehe Skizze am Anfang). Durch die Einschränkung des Höhenunterschieds quer zum Gang ist das praktisch jedoch nicht möglich.

DIN 15185 und VDMA Richtlinie sind gleich

Messpunktabstand	1m	2m	3m	4m
Stichmaß	2mm	3mm	4mm	5mm

DIN EN 15620

Es wird der Höhenunterschied von Vorder- und Hinterachse, bei einem angenommenen Abstand (Radstand) von 2m, ausgewertet. Das ist ein Höhenunterschied. Ein Vergleich mit der Ebenheitsdefinition der (DIN 18202), DIN 15185 und VDMA ist deshalb nur möglich wenn man das Stichmaß einer Messlänge von 4 m vergleicht.

Regalklasse	DIN 18202	DIN 15185	DIN EN 15620	VDMA
DM 1 > 13 m	9 mm	5 mm	2,9 mm	5 mm
DM 2 8 - 13m	9 mm	5 mm	4,4 mm	5 mm
DM 3 < 8 m	9 mm	5 mm	5.5 mm	5 mm

In DIN EN 15620 wird noch der Höhenunterschied nach einer Fahrstrecke von 30 cm bestimmt d^2X auch das ist ein Höhenunterschied und kann deshalb nur mit den anderen Regeln über eine Messlänge von 60 cm verglichen werden.

Regalklasse	DIN 18202	DIN 15185*	DIN EN 15620**	VDMA*
DM 1 > 13 m	2 mm	(1,2) 2 mm*	1,5 mm	(1,2) 2 mm*
DM 2 8 – 13 m	2 mm	(1,2) 2 mm*	2,0 mm	(1,2) 2 mm*
DM 3 < 8 m	2 mm	(1,2) 2 mm*	2,5 mm	(1,2) 2 mm*

* Es ist unklar (nicht geregelt) ob man von 1 m zu 0 interpolieren muss/kann/darf

Ebenheitszahl der VDMA Richtlinie Fx

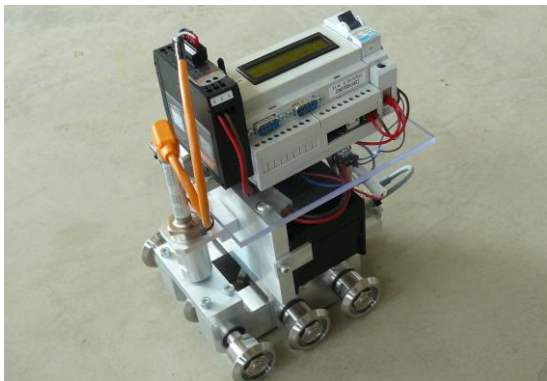
Diese durch ein Forschungsprogramm am Institut für Fördertechnik der Technischen Universität München entwickelte Methode, setzt die Erkenntnisse aus diesem Projekt um. Dabei hat man festgestellt, dass die Fahrzeuge auf Kurzwelligkeiten, bei besonderer Form und Anordnung, besonders reagieren. Das war empirisch bereits bekannt.

Die Ebenheitszahl versteht man besser wenn man sie nicht als „Maßtoleranz“ versteht sondern als Beschreibung einer Oberflächenstruktur, die durch die unterschiedlichen handwerklichen Bearbeitungsmethoden einer Estrichoberfläche entsteht. Die ermittelte Fx-Zahl soll eine Hilfe zur Einschätzung (Einordnung) der Eignung einer Oberfläche sein bzw. werden. Dabei steht die praktische Sammlung von Erfahrungen noch am Anfang.

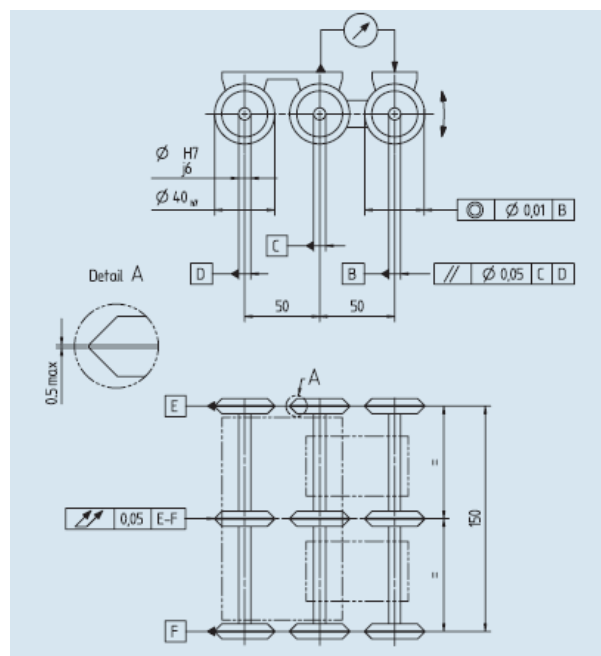
Die bis jetzt durchgeführten Messungen lassen annehmen (vorsichtig ausgedrückt), dass es möglich ist mit den üblichen Glätttechniken eine Fx-Zahl im Rahmen der Grenzwerte der VDMA-Richtlinie einzuhalten.

Kritisch sind besonders Welligkeiten, die in regelmäßiger Folge auftreten. Diese können unter Glättmaschinen bei ungünstigen Witterungs- und Materialbedingungen die zu ungleichmäßigem Ansteifen des Estrichs (innerhalb der Dicke) oder bei handwerklicher Unachtsamkeit, bzw. ungeeigneten Zeitpunkten der Glättarbeiten usw., entstehen.

Die Prüfung erfolgt mit einem in der VDMA-Richtlinie vorgegebenen Messkopf. Zur Ermittlung der Ebenheitszahl wird auf die in der Richtlinie beschriebene statistische Methode bzw. auf die von der Website des VDMA herunterladbare Excel-Tabelle verwiesen. Bei fortlaufender Messung also mit dem unten gezeigten Gerät, verlangt die Richtlinie eine Datenaufnahme im Abstand von 2mm mit einer Mittelbildung auf eine Strecke von 50 mm. Dadurch soll eine bessere Wiederholgenauigkeit erreicht werden.



Messgerät zur Aufnahme von Daten zur Bestimmung von Fx



Die Zeichnung in der VDMA Richtlinie beschreibt den Fx-Messkopf genau. Damit ist Jedermann ein baugleicher Nachbau möglich.

Liebe Planerin, lieber Planer,

auch bei diesem Themenkreis von ESTRICH KURZ UND BÜNDIG wurden die wesentlichen Informationen auf 4 DIN A4 Seiten komprimiert. Das soll nach meinem Konzept für ESTRICH KURZ UND BÜNDIG als Kompaktinformation für Planer nicht überschritten werden. In diesem Fall schien mir aber ein Anhang mit dem Versuch eines Vergleichs der Regelwerke für angebracht.

Für Rückmeldungen, Kritik und Anregungen bin ich dankbar. Sie können mich immer anrufen. Eine Haftung übernehme ich nicht.

Mit freundlichen Grüßen

Walter Böhl

Weiterleiten mit Hinweis auf den Verfasser erlaubt. Erstellt Mai 2011, letzte Überarbeitung Mai 2015

