

**Richtlinie**  
**Böden für den Einsatz von**  
**Schmalgang-Flurförderzeugen**

September 2010





# Inhalt

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Geltungsbereich</b>	3
<b>2</b>	<b>Normative Verweisungen</b>	3
<b>3</b>	<b>Definitionen</b>	4
<b>4</b>	<b>Anforderungen</b>	5
4.1	Böden	5
4.1.1	Allgemein	5
4.1.2	Bodenverformungen und -unregelmäßigkeiten	5
4.2	Bodentoleranzen	6
4.2.1	Grenzwerte der Kenngrößen	6
4.2.2	Grenzwerte für die Ebenheit entlang der Fahrspuren in Schmalgängen	6
4.2.3	Grenzwerte der Welligkeitszahlen $F_x$	6
4.2.4	Grenzwerte für Planheit	6
	Anhang A (normativ)	7
	Anhang B (informativ)	13



# 1 Geltungsbereich

Diese Richtlinie spezifiziert die Anforderungen für die geometrische Regelmäßigkeit von flächenfertigen Böden innerhalb von Gebäuden, die von Schmalgang-Flurförderzeugen und anderen Flurförderzeugen befahren werden, die mit angehobener Last und/oder Fahrerplatz (siehe EN 1726-2/prEN ISO/DIS 3691-3) innerhalb von Schmalgängen oder mit wenig Abstand zu Regalen in breiten Gängen fahren.

# 2 Normative Verweisungen

Diese Richtlinie enthält datierte und undatierte Verweisungen zu Bestimmungen in anderen Veröffentlichungen.

Diese normativen Verweisungen sind an den entsprechenden Stellen im Text zitiert, die Veröffentlichungen sind nachstehend aufgeführt.

Bei datierten Verweisungen sind spätere Ergänzungen zu oder Korrekturen an allen diesen Veröffentlichungen auf diese Richtlinie nur anzuwenden, wenn sie durch Ergänzung oder Verweisung enthalten sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der Veröffentlichung (einschl. Ergänzungen).

## **EN 1726-2:**

Sicherheit von Flurförderzeugen - Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge bis einschließlich 10000 kg Tragfähigkeit und Schlepper bis einschließlich 20000 N Zugkraft

Teil 2: Zusätzliche Anforderungen für Flurförderzeuge mit hebbarem Fahrerplatz und Flurförderzeuge die zum Fahren mit angehobener Last gebaut sind

## **prEN ISO/DIS 3691-3:**

Flurförderzeuge – Sicherheitsanforderungen und Verifizierung  
Teil 3: Zusätzliche Anforderungen für Flurförderzeuge mit hebbarem Fahrerplatz und Flurförderzeuge die zum Fahren mit angehobener Last ausgelegt sind

## 3 Definitionen

### 3.1 Flächenfertige Böden

Oberflächen für die Benutzung durch Flurförderzeuge

### 3.2 Schmalgang (VNA)

Gang zwischen Regalen für die Benutzung durch Flurförderzeuge mit einem Abstand von mindestens 90 mm zum Regal oder zur Last

### 3.3 Abschnitt

Messlänge unterteilt in 2m Abschnitte entlang der Radspur innerhalb eines Schmalganges

### 3.4 Umsetzgang

Lagerbereich, in dem das Flurförderzeug zwischen den Lagergängen umsetzt

### 3.5 Höhenunterschied

Unterschied in der Höhenlage zweier Punkte. Die Punkte können in vorgeschriebenen Abständen angeordnet sein oder sie können als bewegliche Punktepaare in vorgeschriebenen Abständen auseinander liegen

### 3.6 Wechsel von Höhenunterschieden

Der Wechsel von Höhenunterschieden zweier beweglicher Punkte, in vorgeschriebenem Abstand zueinander, in Bezug zu einer Bewegung zweier Punkte über einen vorgeschriebenen Abstand

### 3.7 Bezugspunkt

Punkt als Referenz für die Höhenmessung

### 3.8 Planheit

Oberflächeneigenschaft über eine größere Fläche, üblicherweise ein 3m-Raster, bezogen auf den Bezugspunkt

### 3.9 Ebenheit

Oberflächeneigenschaft über definierte Abstände

### 3.10 Welligkeit

Wiederkehrende Oberflächeneigenschaft über eine kurze Entfernung

## 4 Anforderungen

Die Anforderungen an die Bodenoberfläche, z.B. eben, horizontal und gleichmäßig, müssen so sein, dass der optimale Einsatz von Schmalgangflurförderzeugen nicht beeinträchtigt ist.

Anmerkung: Um den optimalen Einsatz von Schmalgangflurförderzeugen sicherzustellen, muss folgendes beachtet werden:

- Bodenoberfläche in Bezug auf die Traktionsfähigkeit
- Mechanische Bodenbeständigkeit und Verschleißfestigkeit
- Anforderungen an die Schnittstelle zwischen Antriebsrad, Lasträdern und Boden

Allerdings legt diese Richtlinie hierfür keine spezifischen Anforderungen fest.

### 4.1 Böden

#### 4.1.1 Allgemein

Böden für Flurförderzeuge, die in dieser Richtlinie behandelt sind, müssen eben und plan sein.

In Bezug auf die nicht geometrischen Anforderungen muss die Bodenqualität den Qualitätsstufen entsprechen, die für die Benutzung durch Flurförderzeuge angemessen sind.

#### 4.1.2 Bodenverformungen und -unregelmäßigkeiten

Der flächenfertige Boden darf sich nicht plastisch verformen.

Schächte, Rinnen, Gullys und ähnliche Unregelmäßigkeiten der Oberfläche müssen mit einem Mindestabstand von 200 mm von den Radspuren und Regalfußauflagen angeordnet sein, es sei denn, die sichere Krafteinleitung in den Boden wird durch geeignete Maßnahmen sichergestellt.

## 4.2 Bodentoleranzen

### 4.2.1 Grenzwerte der Kenngrößen

Die Grenzwerte der Kenngrößen in Anhang A Tabelle A.1 - A.3 dürfen nicht überschritten werden.

### 4.2.2 Grenzwerte für die Ebenheit entlang der Fahrspuren in Schmalgängen

Die Grenzwerte in Anhang A, Tabelle A1 und A2 dürfen nicht überschritten werden.

### 4.2.3 Grenzwerte der Welligkeitszahlen $F_x$

Toleranzen für Böden gemäß dieser Richtlinie, die von Flurförderzeugen befahren werden, müssen unter Verwendung von Welligkeitszahlen hergestellt, geprüft und gemessen werden.

Die Werte der  $F_x$  Welligkeitszahlen für alle Radspuren müssen die Grenzwerte überschreiten.

Siehe Anhang A für Berechnungen, Messmethoden und Grenzwerte Tabelle A.3

### 4.2.4 Grenzwerte für Planheit

Die Höhenlagen aller Punkte auf jedem 3m-Raster müssen innerhalb von  $\pm 15$  mm des Bezugspunktes sein, wobei sich der Bezugspunkt auf dem gesamten Arbeitsbereich des Flurförderzeuges befinden darf.



## Anhang A (normativ)

### A.1. Bodenebenheit

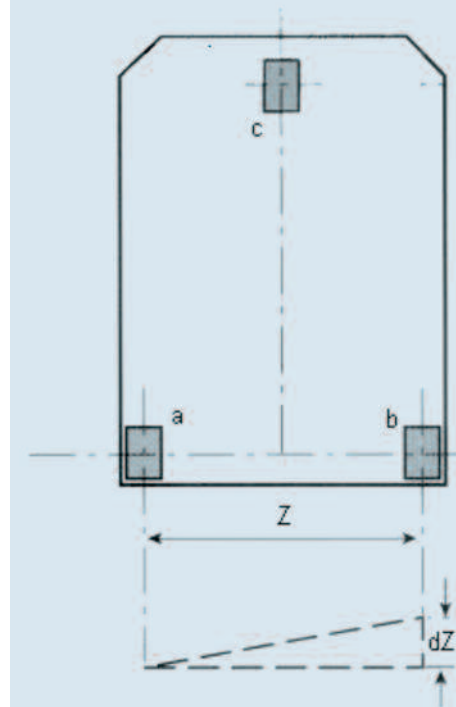
#### A.1.1 Kenngroße $Z$ und $Z_{SLOPE}$

$Z$  ist das Maß zwischen der Mitte der Lasträder des Flurförderzeuges (a, b) in m und  $Z_{SLOPE}$  ist die zulässige Neigung quer zum Gang zwischen der Mitte der Lasträder des Flurförderzeuges (a, b) in mm/m.

#### A.1.2 Kenngroße $dZ$

Die Kenngroße  $dZ$  ist der Höhenunterschied zwischen den Mitten der Lasträder des Flurförderzeuges (a, b).  $dZ$  ist definiert wie in Abbildung A. 1 dargestellt.

Abbildung A.1  
Eigenschaft  $dZ$



### A.1.3 Grenzwerte der Kenngrößen

Die Werte der Kenngrößen dürfen die Werte in Tabelle A.1 nicht überschreiten.

oberste Regalauflage (m)	$Z_{\text{SLOPE}}$ (mm/m)	$dz = Z \times Z_{\text{slope}}$
15	1,0	$Z \times 1,0 \text{ mm/m}$
10	1,5	$Z \times 1,5 \text{ mm/m}$
bis 6	2,0	$Z \times 2,0 \text{ mm/m}$

Anmerkung: Für Regalauflagen > 6 m ist Interpolation erforderlich, wie in Abb. B.1 gezeigt.

**Tabelle A.1**

Grenzwerte für  $Z_{\text{SLOPE}}$

### A.1.4 Grenzwerte für die Ebenheit entlang der Fahrspuren in Schmalgängen

Die Werte dürfen die in Tabelle A.2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Die Messung muss wie in DIN 18202 beschrieben durchgeführt werden.

Abstand zwischen Messungen l	Spalt unter Messlineal
1 m	2 mm
2 m	3 mm
3 m	4 mm
4 m	5 mm

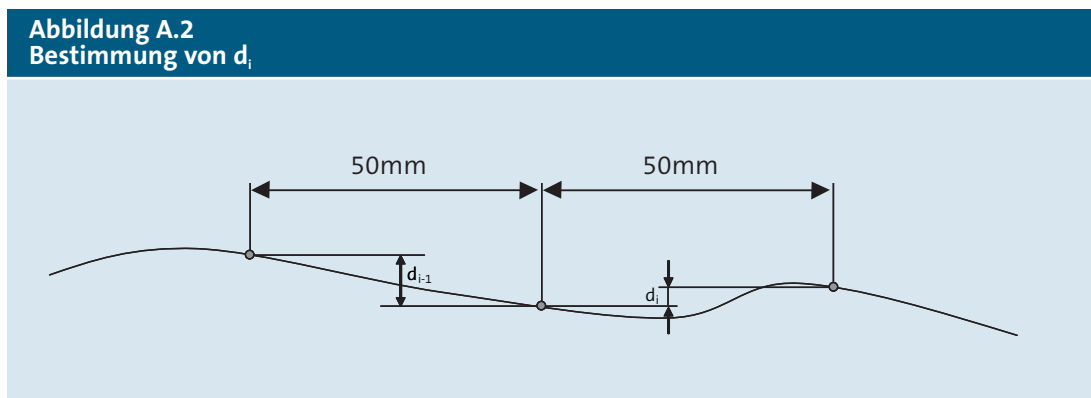
**Tabelle A.2**

Grenzwerte entlang der Fahrspuren

### A.1.5 Höhenunterschied $d_i$

$d_i$  ist der Höhenunterschied zwischen benachbarten Messpunkten.

$d_i$  in mm ist definiert wie in Abbildung A.2 dargestellt.



### A.1.6 Profilkrümmung $q_i$

$q_i$  ist die Profilkrümmung zwischen Messpunkten. Ein positiver  $q_i$  Wert kennzeichnet eine Senke, während ein negativer  $q_i$  Wert eine Erhebung kennzeichnet.

$q_i$  in mm wird wie folgt bestimmt:

$$q_i = d_i - d_{i-1}$$

### A.1.7 Welligkeitszahl $F_x$

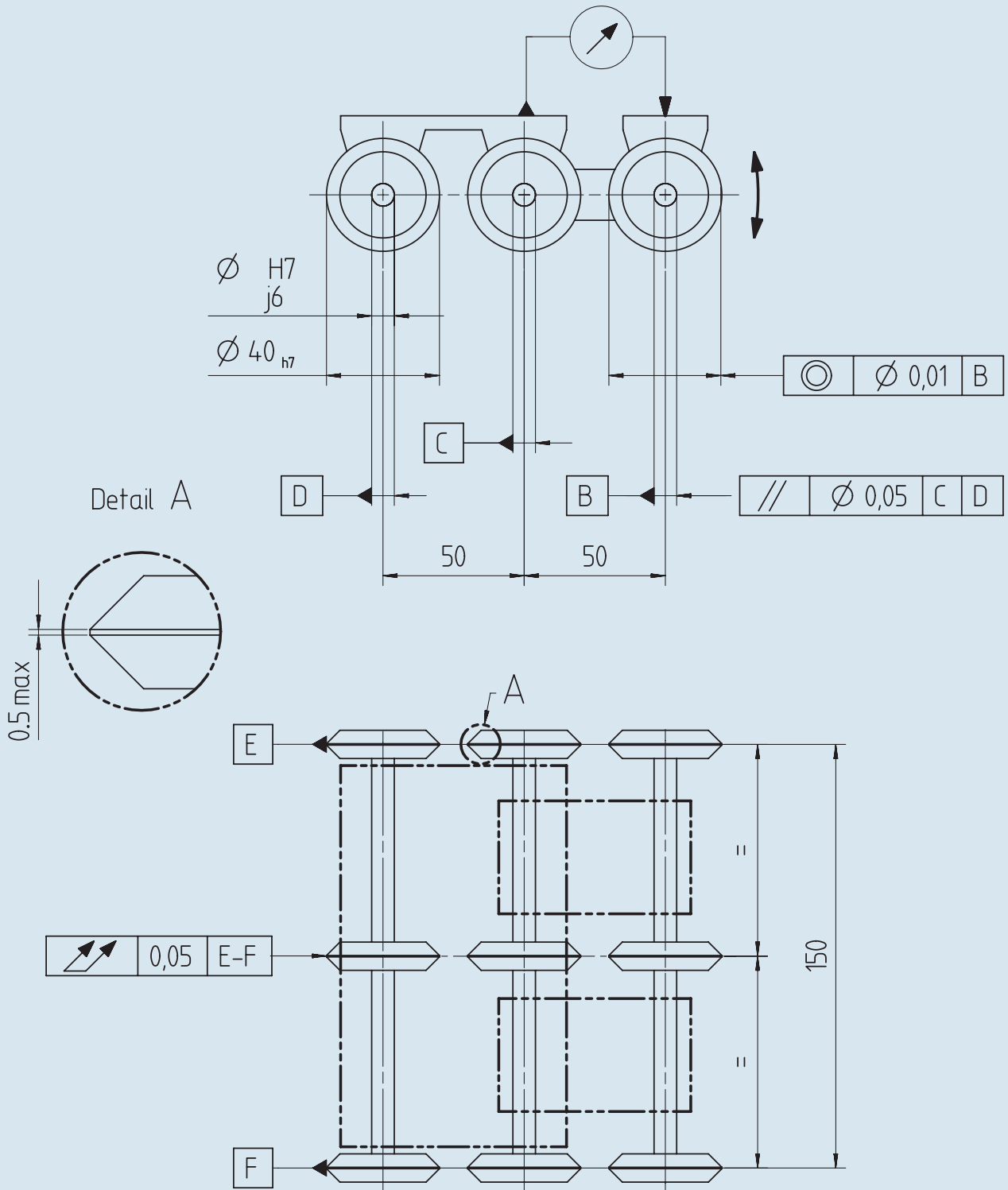
$F_x$  Werte beurteilen die charakteristische Welligkeit des Bodens, insbesondere die der Radspuren. Der  $F_x$  Wert einer Radspur wird wie folgt ermittelt:

#### A.1.7.1 Messung

Die Messung beginnt am ersten Regalständer. Der Gang wird entlang der Fahrspur in 2 m Abschnitte aufgeteilt. Innerhalb dieser Abschnitte wird jede Radspur in 50 mm lange Intervalle aufgeteilt. Dies ergibt 40 Intervalle in jedem Abschnitt. Die Punkte, die die Enden dieser Intervalle markieren, sind die 40 Messpunkte. Für jede Fahrspur ist der aufeinanderfolgende Höhenunterschied  $d_i$  (in mm) zwischen den benachbarten Messpunkten entlang der Fahrspur zu messen und zu dokumentieren (siehe Abbildung A.1). Daraus resultieren 39  $d_i$  Werte.

Die Messeinrichtung muss die Anforderungen und Toleranzen wie in Abb. A.3 beschrieben, erfüllen. Andere Messmethoden sind nur möglich, wenn die Ergebnisse nachweislich identisch sind.

Abbildung A.3



Empfohlene Abmessungen der Messeinrichtung zur Erfassung des Höhenunterschiedes  $d_i$ . Die genannten Toleranzen gelten für alle Achsen und Rollen. Rollen sind aus Stahl zu fertigen.

**A.1.7.2 Berechnung - Profilkrümmung**

Die Profilkrümmung zwischen allen Messpunkten wird wie folgt berechnet:

$$q_i = d_i - d_{i-1}$$

Dies ergibt 38  $q_i$  Werte.

Anmerkung: Diese  $q_i$  Werte stellen keine Höhenunterschiede mehr dar. Sie sind als Krümmung zu interpretieren – siehe A.1.6.

**A.1.7.3 Berechnung – arithmetisches Mittel  $q_i$** 

Gemäß folgender Formel sind alle 38  $q_i$  Werte zu addieren:

$$\sum_{i=2}^{39} q_i = q_2 + q_3 + q_4 + \dots + q_{39}$$

Gemäß folgender Formel ist diese Summe durch 38 zu teilen um den Mittelwert der  $q_i$  Werte zu erhalten:

$$\bar{q}_i = \frac{\sum_{i=2}^{39} q_i}{38}$$

**A.1.7.4 Berechnung - Standardabweichung  $S_q$** 

Gemäß folgender Formel ist die Abweichung  $V_q$  der  $q_i$  Werte zu berechnen:

$$V_q = \frac{\sum_{i=2}^{39} q_i^2 - \bar{q}_i \sum_{i=2}^{39} q_i}{37}$$

Gemäß folgender Formel ist aus der Abweichung  $V_q$  die Quadratwurzel zu ziehen um die Standardabweichung  $S_q$  der  $q_i$  Werte zu erhalten.

$$S_q = \sqrt{V_q}$$

**A.1.7.5 Berechnung – Welligkeitszahl  $F_x$** 

Die Welligkeitszahl  $F_x$  ist für jede Radspur wie folgt zu bestimmen:

$$F_x = \frac{115,8454 \text{ mm}}{(3 \cdot S_q + |\bar{q}_i|)}$$

Anmerkung: Der Faktor von 115,8454 mm stellt einen Kalibrierfaktor dar.

### A.1.7.6 Berechnung – Welligkeitszahl $F_{x,avg}$ für fortlaufende Messmethode

Es ist möglich, eine bessere Wiederholgenauigkeit durch fortlaufende Messung entlang des Ganges zu erhalten. Wenn solch eine fortlaufende Messung gewählt wird, müssen die folgenden Anforderungen eingehalten werden:

Die oben beschriebene Messung wird in Schritten von 2 mm Abstand zueinander durchgeführt. Über eine Strecke von 50 mm erhält man  $n = 25$  verschiedene Reihen von Ablesepunkten wie in A 1.7.1 beschrieben, die in 25  $F_{x,n}$  Ergebnissen gemäß A 1.7.5 resultieren.

Der endgültige Mittelwert  $F_{x,avg}$  wird als Durchschnitt dieser 25  $F_{x,n}$  Werte berechnet.

$$F_{x,avg} = \frac{\sum_{n=1}^{25} F_{x,n}}{25}$$

### A.1.7.7 Berechnung – Berechnungsblatt

Ein Beispielberechnungsblatt für die Durchführung der oben beschriebenen Berechnung ist auf der VDMA Webseite [www.vdma.org/il](http://www.vdma.org/il) erhältlich.

### A.1.8 Grenzwerte der Welligkeitszahlen $F_x$ oder $F_{x,avg}$

Die Werte der Welligkeitszahlen  $F_x$  oder  $F_{x,avg}$  für alle Radspuren und alle 2 m Abschnitte müssen die Werte in Tabelle A.3 überschreiten.

oberste Regalauflage (m)	$F_x$ oder $F_{x,avg}$
15	525
10	400
bis 6	300

Anmerkung: Für Regalauflagen > 6 m ist Interpolation erforderlich, wie in Abb. B.1 gezeigt.

**Tabelle A.3**

Grenzwerte für  $F_x$  oder  $F_{x,avg}$

## Anhang B (informativ) (für den Benutzer)

### B.1. Beispiel

#### B.1.1 Berechnung

Parameter:  
Oberste Regalauflage = 8 m  
Spurweite  $Z = 1,5$  m

Anforderungen:

A.1.3 Tabelle A.1:  $Z_{\text{SLOPE}} = 1,75$  mm/m und  
 $dZ = 2,625$  mm

A.1.4 Tabelle A.2: zulässiges Spaltmaß für  
alle Abstände, die in der  
Tabelle aufgeführt sind

A.1.8 Tabelle A.3:  $F_x \geq 350$

#### B.1.2 Diagramme

Abbildungen B.1 bis B.3 zeigen die  
Ergebnisse von  
A.1.3, Tabelle A.1 und  
A.1.4, Tabelle A.2 und  
A.1.8, Tabelle A.3  
für oben genanntes Berechnungsbeispiel

Abbildung B.1  
Darstellung des Beispiels -  $Z_{\text{SLOPE}}$

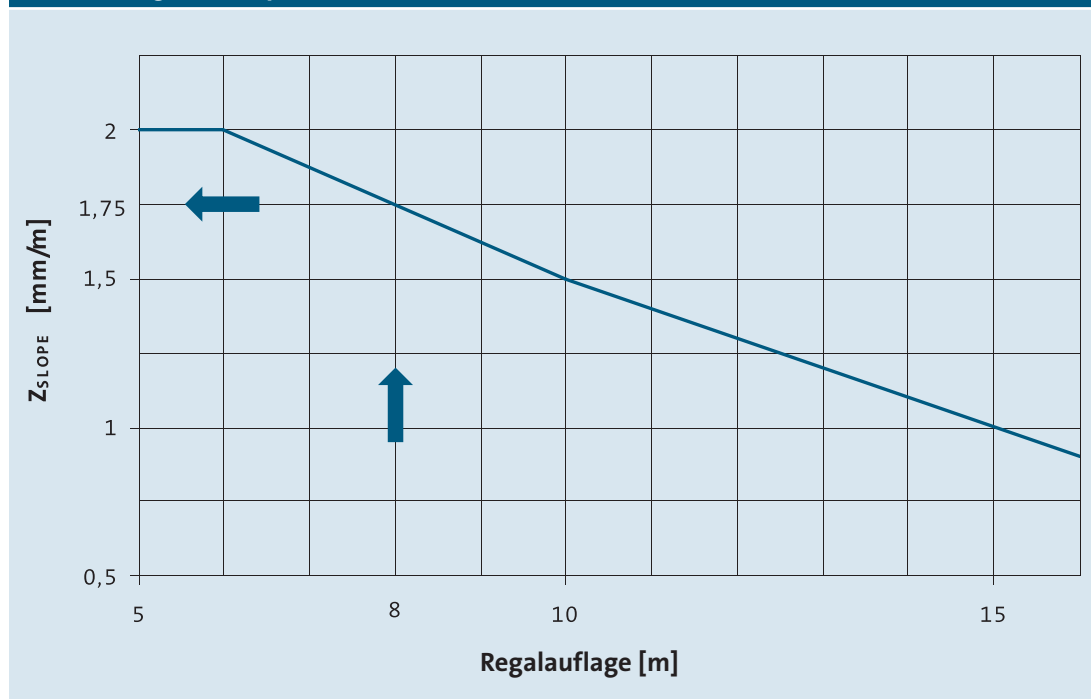


Abbildung B.2  
Darstellung des Beispiels - dZ

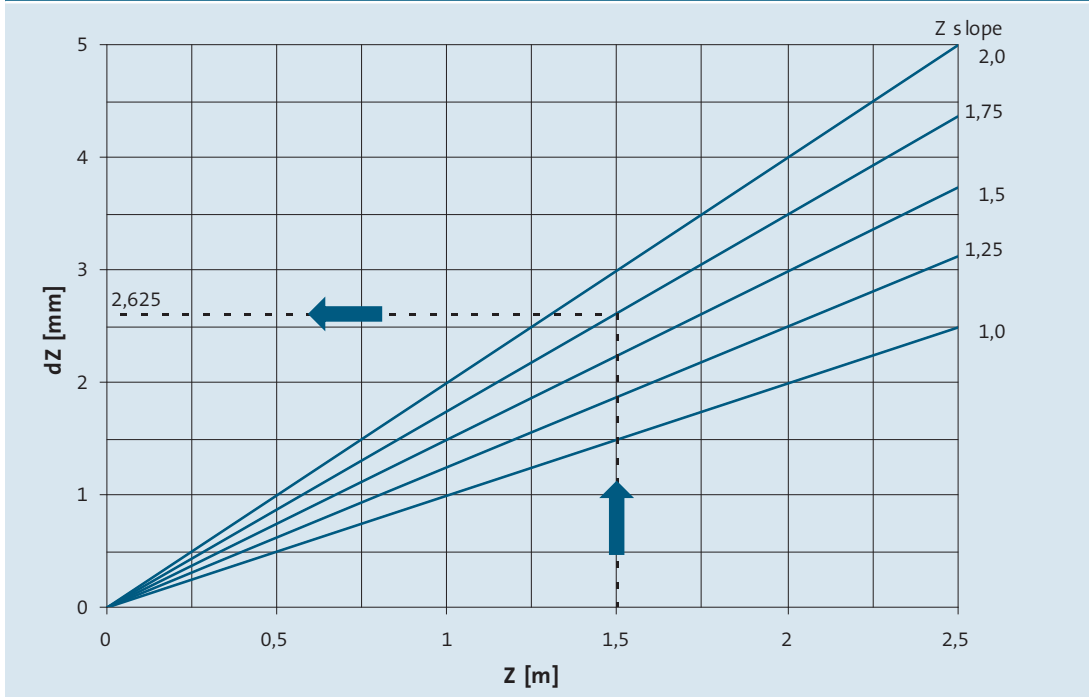
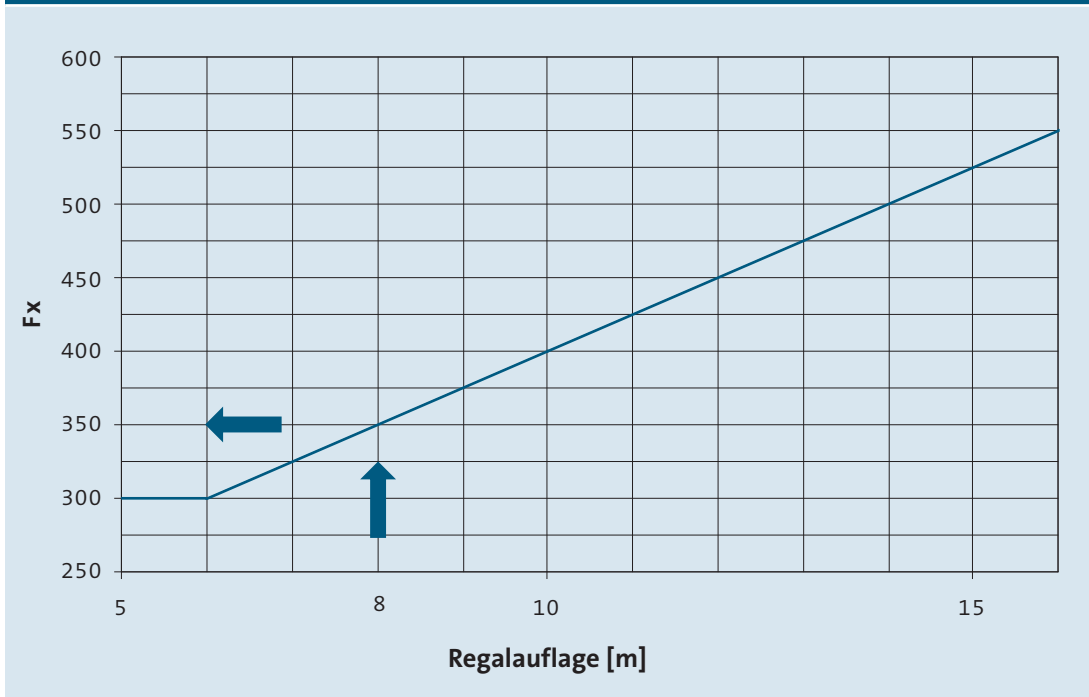


Abbildung B.3  
Darstellung des Beispiels - Fx





## B.2. Grundprinzip für die Messung der Profilkürmung

Abbildung B.4  
Grundprinzip für die Messung der Profilkürmung

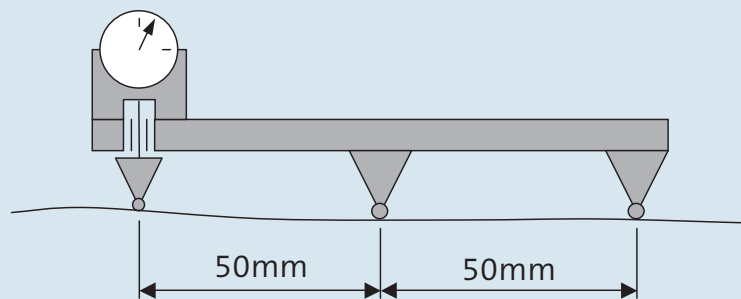
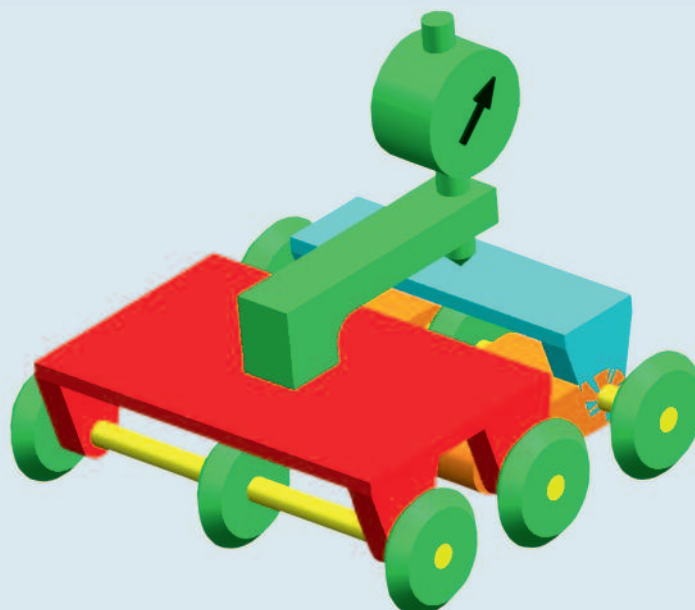


Abbildung B.5  
Grundprinzip für eine einfache Messeinrichtung (Krümmungsmesser)







**VDMA**

Fördertechnik und Logistiksysteme

Lyoner Straße 18

60528 Frankfurt am Main

Deutschland

Telefon +49 69 6603-1505

Fax +49 69 6603-2497

E-Mail [sascha.schmel@vdma.org](mailto:sascha.schmel@vdma.org)

Internet [www.vdma.org](http://www.vdma.org)

[www.vdma.org/il](http://www.vdma.org/il)