

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Flurförderzeuge für die Regalbedienung  
Spielzeitermittlung in Schmalgängen

VDI 2516

Floor conveyors for storage and retrieval  
Cycle time calculation in narrow aisles

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	2	<b>1 Introduction</b> . . . . .	2
1.1 Vorbemerkung . . . . .	2	1.1 Preliminary note . . . . .	2
1.2 Sinn und Zweck der Richtlinie . . . . .	2	1.2 Purpose of the guideline . . . . .	2
1.3 Abgrenzung . . . . .	2	1.3 Delineation . . . . .	2
<b>2 Definitionen und Begriffe</b> . . . . .	3	<b>2 Definitions and terms</b> . . . . .	3
<b>3 Spielzeitermittlung</b> . . . . .	5	<b>3 Cycle time calculation</b> . . . . .	5
3.1 Berechnungsgrundlagen . . . . .	5	3.1 Basis for calculation . . . . .	5
3.2 Ablauf eines Einzelspiels . . . . .	6	3.2 Sequence of a single cycle . . . . .	6
3.3 Berechnung . . . . .	7	3.3 Calculation . . . . .	7
3.3.1 Abkürzungsverzeichnis . . . . .	7	3.3.1 Abbreviations . . . . .	7
3.3.2 Berechnung von Mittelwerten . . . . .	8	3.3.2 Calculation of mean values . . . . .	8
3.3.3 Gliederung der Regalfläche . . . . .	8	3.3.3 Division of the rack area . . . . .	8
3.3.4 Berechnung der charakteristischen Wegstrecken . . . . .	9	3.3.4 Calculation of the characteristic paths . . . . .	9
3.3.5 Berechnung der mittleren Wegzeiten der Regalteilflächen . . . . .	10	3.3.5 Calculation of the mean path times for the rack sub-areas . . . . .	10
3.3.6 Berechnung der mittleren Wegzeit des Einzelspiels . . . . .	10	3.3.6 Calculation of the mean path time of the single cycle . . . . .	10
3.3.7 Berechnung der Lasttransferzeit . . . . .	11	3.3.7 Calculation of the load transfer time . . . . .	11
3.3.8 Berechnung der mittleren Einzel- spielzeit . . . . .	11	3.3.8 Calculation of the mean single cycle time . . . . .	11
<b>4 Berechnungsbeispiel</b> . . . . .	11	<b>4 Calculation example</b> . . . . .	11
4.1 Parameter . . . . .	11	4.1 Parameters . . . . .	11
4.2 Berechnung von Mittelwerten . . . . .	12	4.2 Calculation of mean values . . . . .	12
4.3 Gliederung der Regalfläche . . . . .	12	4.3 Division of the rack area . . . . .	12
4.4 Berechnung der charakteristischen Wegstrecken . . . . .	13	4.4 Calculation of the characteristic paths . . . . .	13
4.5 Berechnung der mittleren Wegzeiten der Regalteilflächen . . . . .	14	4.5 Calculation of the mean path times of the rack sub-areas . . . . .	14
4.6 Berechnung der mittleren Wegzeit des Einzelspiels . . . . .	15	4.6 Calculation of the mean path time of the single cycle . . . . .	15
4.7 Berechnung der Lasttransferzeit . . . . .	15	4.7 Calculation of the load transfer time . . . . .	15
4.8 Berechnung der mittleren Einzelspielzeit . . . . .	16	4.8 Calculation of the mean single cycle time . . . . .	16
<b>5 Anwendung</b> . . . . .	17	<b>5 Application</b> . . . . .	18
Schrifttum . . . . .	19	Bibliography . . . . .	19
<b>Anhang</b> . . . . .	20	<b>Annex</b> . . . . .	21

VDI-Gesellschaft Fördertechnik Materialfluss Logistik

Fachbereich Logistik  
Fachausschuss Spielzeitermittlung in Schmalgängen

## 1 Einleitung

### 1.1 Vorbemerkung

Diese Richtlinie beschäftigt sich mit der Ermittlung von Spielzeiten für Flurförderzeuge in Schmalgängen zur Regalbedienung gemäß der Richtlinie VDI 3577 und den Normen DIN 15 185-1 und -2.

Die vorliegende Richtlinie bezieht sich auf die Spielzeitermittlung von ausschließlich personenbedienten Schmalgangstaplern gemäß Ausführung nach DIN EN 1726-1 und -2. Die Bedienperson übt einen Einfluss auf die im Betrieb zu messenden Spielzeiten aus, die im Vergleich zu automatischen Regalbediengeräten die Genauigkeit der ermittelten Werte einschränkt. Bei Anwendung der Richtlinie wird eine ausreichend geübte und erfahrene Bedienperson vorausgesetzt.

Es wird empfohlen, diese Richtlinie zum vorrangigen Vertragsbestandteil zu machen.

### 1.2 Sinn und Zweck der Richtlinie

Mit dieser Richtlinie wird eine Berechnungshilfe für die Spielzeit von personenbedienten Schmalgangstaplern gegeben, um auf der Basis gleicher Parameter

- die gangbezogene Geräteleistung von Schmalgangstaplern zu ermitteln,
- die Fahrzeuganzahl und damit die Systemleistung zu berechnen und
- die Lagersysteme auszulegen.

Diese Richtlinie dient dazu, bei der Erstellung von Anfragen den Standard und die Vorgehensweise zur Spielzeitermittlung festzulegen, um vergleichbare Angebote zu schaffen.

### 1.3 Abgrenzung

Die Spielzeitermittlung beschränkt sich auf Einheitenlager, bei denen nur ganze Ladeeinheiten ein- und ausgelagert werden, und repräsentiert den Durchschnitt. Weitere Abgrenzung siehe Abschnitt 3.1.

Die Ladeeinheit wird zentriert an der Stirnseite des Regals in definierter Höhe bereitgestellt. Die Gabel befindet sich auf der Seite der Übergabestelle, palettenzentriert im Gang.

Die Zeit zur Umsetzung des Schmalgangstaplers von einem Gang zu einem anderen Gang wird ebenso im Arbeitsspiel nicht berücksichtigt wie auch das Drehen des Lastaufnahmemittels.

## 1 Introduction

### 1.1 Preliminary note

This guideline deals with the calculation of cycle times for floor conveyors in narrow aisles for storage and retrieval in accordance with guideline VDI 3577 and the standards DIN 15 185-1 and -2.

The guideline only refers to the cycle time calculation for personnel-operated narrow-aisle stackers in accordance with DIN EN 1726-1 and -2. The operator exercises an influence on the cycle times to be measured in operation, and this limits the accuracy of the calculated values compared to automatic storage and retrieval systems. The guideline assumes an adequately trained and experienced operator.

It is recommended that this guideline be made a priority element of the contract.

### 1.2 Purpose of the guideline

This guideline provides a calculation aid for the cycle time of personnel-operated narrow-aisle stackers on the basis of unified parameters which can help to

- calculate the aisle-specific throughput of narrow-aisle stackers,
- calculate the number of vehicles and thus the system throughput, and
- design the warehouse systems.

This guideline serves to establish the standard and the procedure for cycle time calculation in the compilation of invitations to tender so that offers can be compared.

### 1.3 Delineation

The cycle time calculation is limited to unit warehouses in which only whole load units are stored and retrieved, and represents the average value. For further delineations see Section 3.1.

The load unit is provided at the centre of the front side of the rack at a defined height. The fork is located at the side of the transfer point, pallet-centred in the aisle.

The time for moving the narrow-aisle stacker from one aisle to the other and for turning the load handling device are not taken into account in the cycle time.

## 2 Definitionen und Begriffe

### *Schmalgang*

Regalgang, der ausschließlich für die Regalbedien-  
nung durch Flurförderzeuge vorgesehen ist und der  
funktionsbedingt zwischen Flurförderzeug und Um-  
gebung über seitliche Sicherheitsabstände von weni-  
ger als 500 mm je Seite verfügt

### *Schmalgangstapler*

Flurförderzeug für die Regalbedien-  
ung gemäß der Richtlinie VDI 3577, das überwiegend zur Regalbe-  
dienung im Schmalgang eingesetzt wird. Der  
Schmalgangstapler wird im Regalgang leitlinienge-  
führt und kann ohne Änderung der Fahrtrichtung ein-  
und ausstapeln.

### *Diagonalfahrt*

gleichzeitige horizontale und vertikale Bewegung des  
Lastaufnahmemittels, also eine gleichzeitige Fahr-  
und Hubbewegung oder eine gleichzeitige Fahr- und  
Senkbewegung

### *Diagonalfahrthöhe*

Grenzhöhe, bis zu der Diagonalfahrt mit maximalen  
Geschwindigkeiten möglich ist

### *Arbeitsspiel*

Anzahl von hintereinander auszuführenden Arbeits-  
operationen, die einen geschlossenen Bewegungsab-  
lauf bilden und in ihrer Zusammenstellung und Rei-  
henfolge zyklisch wiederholt werden. Bei einem Ar-  
beitsspiel wird zwischen Einzel- und Doppelspiel un-  
terschieden.

### *Einzelspiel*

Arbeitsspiel, das entweder einen Einlagerungs- oder  
einen Auslagerungsvorgang umfasst. Einlagerungs-  
bzw. Auslagerungsbereitstellplätze und der bediente  
Lagerplatz befinden sich auf derselben Seite des Re-  
galganges.

### *Doppelspiel*

Arbeitsspiel, das sowohl einen Einlagerungs- als  
auch einen Auslagerungsvorgang umfasst. Einlage-  
rungs- und Auslagerungsbereitstellplatz sowie die  
bedienten Lagerplätze befinden sich auf derselben  
Seite des Regalganges.

### *Spielzeit*

Zeitdauer für die Ausführung eines definierten Ar-  
beitsspiels

## 2 Definitions and terms

### *narrow aisle*

rack aisle which is exclusively designed for storage  
and retrieval by floor conveyors and which has lateral  
safety distances between the floor conveyor and the  
surroundings of less than 500 mm on each side

### *narrow-aisle stacker*

floor conveyor for storage and retrieval pursuant to  
guideline VDI 3577 which is used mainly for storage  
and retrieval in narrow aisles. The narrow-aisle  
stacker is line-guided in the aisle and can store and  
retrieve without altering the direction of travel.

### *diagonal travel*

simultaneous horizontal and vertical motion of the  
load handling device, i.e. a simultaneous travel and  
lift motion or a simultaneous travel and lower motion

### *Diagonal travel height*

height limit up to which the diagonal travel is possi-  
ble at maximum speeds

### *operating cycle*

number of work operations to be carried out succes-  
sively, which form a cohesive motion sequence and  
which are cyclically repeated in their entirety in the  
same sequence. A distinction is made between a sin-  
gle cycle and a double cycle.

### *single cycle*

an operating cycle which involves either a storage or  
a retrieval process. Storage and retrieval staging areas  
and the serviced storage compartment are on the  
same side of the rack aisle.

### *double cycle*

operating cycle consisting of a storage and a retrieval  
process. Storage and retrieval staging areas and the  
serviced storage compartments are on the same side  
of the rack aisle.

### *cycle time*

duration for the execution of a defined operating cy-  
cle