

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Durchsatz und Spielzeitberechnungen  
in Stückgut-Fördersystemen  
Throughput and calculation of cycle time  
of piece good conveyor systems

VDI 3978

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung .....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Begriffe</b> .....	<b>4</b>	<b>2 Terms and definitions</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Theoretische Grundlagen</b> .....	<b>7</b>	<b>3 Theoretics</b> .....	<b>7</b>
3.1 Eingangsdaten/Ausgangsdaten.....	7	3.1 Input data/output data .....	7
3.2 Berechnungsverfahren .....	9	3.2 Calculation method.....	9
<b>4 Messverfahren bezugnehmend auf das Beispiel</b> .....	<b>11</b>	<b>4 Measuring process based on the example</b> .....	<b>11</b>
4.1 Ablauf von Messungen .....	11	4.1 Process sequence of measurements .....	11
4.2 Festlegen der Betriebsbedingungen für Messungen .....	14	4.2 Definition of operating conditions for measurements .....	14
<b>5 Anwendung in der Planung</b> .....	<b>14</b>	<b>5 Application in planning</b> .....	<b>14</b>
5.1 Basisdaten sammeln.....	14	5.1 Collecting basic data.....	14
5.2 Konfiguration der Förderanlage.....	15	5.2 Conveyor system configuration.....	15
5.3 Berechnung .....	15	5.3 Calculation.....	15
<b>6 Anwendung bei der Abnahme</b> .....	<b>16</b>	<b>6 Application at acceptance</b> .....	<b>16</b>
<b>7 Anwendung bei bestehenden Anlagen</b> .....	<b>17</b>	<b>7 Application to existing systems</b> .....	<b>17</b>
<b>Anhang Beispiel</b> .....	<b>18</b>	<b>Annex Example</b> .....	<b>18</b>
A1 Aufgabenstellung für das Fördersystem...	18	A1 Task for the conveying system .....	18
A2 Basisdaten für das Fördersystem.....	18	A2 Basic data for the conveying system.....	18
A3 Berechnung des Fördersystems.....	20	A3 Calculation of the conveying system .....	20
A4 Schlussbemerkung .....	29	A4 Concluding remark .....	29
Schrifttum .....	30	Bibliography .....	30

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Technische Logistik

VDI-Handbuch Technische Logistik, Band 3: Stückgut-Fördertechnik  
VDI-Handbuch Technische Logistik, Band 8: Materialfluss II (Organisation/Steuerung)

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

## Einleitung

Die Notwendigkeit immer wiederkehrender, ähnlicher oder gleicher innerbetrieblichen Transportaufgaben führt zur Integration von Fördersystemen in die Betriebsabläufe von Fertigungsbetrieben, Logistikdienstleistern usw. Häufig kommen dabei Forderungen auf, diese immer wiederkehrenden, gleichartigen Transportaufgaben mit großer Zuverlässigkeit und in kurzer Zeit zu bewältigen. Die Anzahl von Fördereinheiten, die pro Zeiteinheit eine festgelegte Systemgrenze passieren, definiert den sogenannten „**Durchsatz**“. Diese Kennzahl definiert somit auch die Leistungsfähigkeit eines Stückgutfördersystems und ermöglicht dessen Auslegung. Dabei kann sowohl der für eine Transportaufgabe benötigte Durchsatz zur Auslegung eines Fördersystems als auch der Durchsatz eines Fördersystems als Bewertungs- und Vergleichsgröße dienen. Ebenso kann der Durchsatz für Stetigförderer wie auch für Unstetigförderer angegeben werden. Bei Stetigförderern leitet sich der Durchsatz aus der Fördergeschwindigkeit und dem Abstand der Fördereinheiten ab. Dagegen kommt bei Unstetigförderern der sogenannten „**Taktzeit**“ eine besondere Bedeutung zu, da der Durchsatz sich aus dem Kehrwert der (durchschnittlichen) Taktzeit ergibt. Eine Vielzahl von Systemgrößen, die Wechselwirkungen der Systemelemente untereinander und das Auftreten zufallsabhängiger (stochastischer) Einflüsse erschweren oft die Durchsatzberechnung.

Entziehen sich die Systemgrößen und/oder deren Wechselwirkungen einer mathematisch geschlossenen Betrachtung oder sind sie im Vorfeld nicht bekannt, ergeben sich häufig Differenzen zwischen Theorie und Praxis. Diese Differenzen bilden dann oft schwer zu lösende Streitpunkte zwischen Anlagenersteller und Betreiber bei Abnahme und Betrieb.

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

## Introduction

The necessity to perform recurring similar or identical in-company transport tasks leads to the integration of conveying systems into the operating processes of manufacturing companies, logistics services providers, etc. In this context, there is often a demand to perform these recurring similar transport tasks with a high level of reliability and within a short period of time. The number of conveyed goods passing a system boundary specified per time unit defines the so-called “**throughput**”. This indicator thus also defines the performance of a piece good conveying system and facilitates designing its layout. The throughput required for a transport task can be used to plan the layout of a conveying system, and the throughput of a conveying system can be used as a basis for evaluation and reference. In addition, the throughput can be specified for both discontinuous and continuous conveyors. For continuous conveyors, the throughput is derived from the conveying speed and the distance between the conveyed goods. In contrast, for discontinuous conveyors the so-called “**clock cycle**” becomes particularly important since the throughput is derived from the reciprocal of the (average) cycle time. A large number of system data, the interactions between system elements, and the occurrence of random (stochastic) influences often impede throughput calculation.

If the system data and/or their interactions cannot be considered in a mathematically coherent way or if this information is not known in advance, differences between theory and practice often result. These differences then often lead to arguments between system manufacturers and operators at acceptance and operation that can be difficult to settle.

Die Angabe und/oder die Berechnung von Durchsatz und Spielzeiten in Fördersystemen kann erforderlich werden bei:

- Planung
- Abnahme
- Überprüfung

Die zugrunde liegende Theorie gilt für alle Techniken der stetigen Stückgutförderung, z.B.:

- Rollenbahnen
- Gurtförderer
- Kreis- und Schleppkreisförderer usw.

- Kettenförderer

Sie gilt aber auch für alle Techniken der unstetigen Stückgutförderung, z.B.:

- Regalbediengeräte
- Krane
- Flurförderzeuge usw.
- fahrerlose Transportsysteme (FTS)

Die im Rahmen der Richtlinie behandelte Berechnungshilfe ist verwendbar unter der Voraussetzung, dass die Zustände in der Anlage eindeutig beschrieben werden können, z.B. durch zeitlich diskret verteilte Durchsätze. Treten jedoch stochastisch verteilte Zustände auf, so ist – eindeutige Systemgrößen vorausgesetzt – die Berechnung unter Zuhilfenahme der Wahrscheinlichkeitsrechnung oder mithilfe der numerischen Simulation durchzuführen.

Bei bestimmten Fördersystemen (z.B. FTS) ergeben sich teilweise spezifische Fragestellungen, die nicht alle im Rahmen dieser Richtlinie behandelt werden können.

## 1 Anwendungsbereich

Mit dieser Richtlinie wird eine Berechnungshilfe für Durchsatz und Spielzeiten von Fördersystemen gegeben. Es wird eine Basis geschaffen, um den Ablauf in Fördersystemen mit definierten Begriffen fundiert und nachvollziehbar zu beschreiben. Sie stellt damit eine gemeinsame Berechnungs- und Kommunikationsgrundlage für Hersteller und Betreiber von Fördersystemen dar. Die hier erklärte Methode ist in vielen Praxisfällen anwendbar, bildet aber auch bei Anwendung einer Simulation ein theoretisches Grundgerüst zum Verständnis der Abläufe und zur Verifizierung der Ergebnisse.

Zusammen mit den Richtlinien zur Verfügbarkeit (VDI 3649, VDI 3581 und VDI 4486) sowie zu den Abnahmeregeln (VDI 3979) bildet diese Richtlinie ein Regelwerk, das sowohl zur Planung und

The specification and/or calculation of throughput and cycle times in conveying systems can become necessary for:

- planning
- acceptance
- checking

The underlying theory applies to all piece good conveying techniques, e.g.:

- roller conveyors
- belt conveyors
- overhead conveyors and power-and-free chain conveyors, etc.
- chain conveyors

However, it also applies to all discontinuous conveying techniques, e.g.:

- storage and retrieval machines
- cranes
- industrial trucks, etc.
- Automated Guided Vehicles (AGV)

The calculation aid covered by the standard can be used if the conditions in the system can be described unambiguously, e.g., by specifying discrete throughputs separated in time. However, if stochastically distributed conditions occur, the calculation shall – presuming unambiguous system data – be performed using probability calculation or numeric simulation.

For some conveying systems (e.g. AGV), some specific questions arise, not all of which can be covered in this standard.

## 1 Scope

This standard provides a calculation aid for conveying system throughputs and cycle times. A basis is created in order to expertly and comprehensibly describe the process in conveying systems using defined terms. It thus represents a common calculation and communication basis for manufacturers and operators of conveying systems. The method explained here can be used in many practical applications and also forms a basic theoretical framework for understanding the processes and for verifying the results when applying a simulation.

Together with the standards on availability (VDI 3649, VDI 3581, and VDI 4486) and acceptance rules (VDI 3979), this standard forms a set of rules and standards that can be used both for