

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREShuttle-Systeme für kleine Ladeeinheiten
Automated vehicle storage and retrieval systems
for small unit loads

VDI 2692

Blatt 1 / Part 1

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
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	3
3 Formelzeichen und Abkürzungen	4
4 Shuttle-System	5
4.1 Systembeschreibung	5
4.2 Fahrzeugkonzept	7
4.3 Lastaufnahmemittel	8
4.4 Radanordnungen/Fahrwerkkonzepte	9
4.5 Regalsystem	9
4.6 Lift	10
4.7 Energieversorgung	10
4.8 Kommunikation	12
4.9 Steuerungskonzept	13
4.10 Systemwartung	14
5 Systemauslegung/-leistung	14
5.1 Leistungsdaten	14
5.2 Grundlagen der Leistungsberechnung	14
5.3 Spielzeit	15
5.4 Anzahl Shuttle-Fahrzeuge	23
5.5 Näherungsberechnung	24
Anhang Berechnungsbeispiele	25
Schrifttum	28

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	2
2 Terms and definitions	3
3 Symbols and abbreviations	4
4 Automated vehicle storage and retrieval system	5
4.1 System description	5
4.2 Vehicle concept	7
4.3 Load handling devices	8
4.4 Wheel arrangements/undercarriage concepts	9
4.5 Rack system	9
4.6 Lift	10
4.7 Energy supply	10
4.8 Communication	12
4.9 Control concept	13
4.10 System maintenance	14
5 System design/performance	14
5.1 Performance data	14
5.2 Basics of performance calculation	14
5.3 Cycle time	15
5.4 Number of shuttle vehicles	23
5.5 Approximate calculation	24
Annex Calculation examples	25
Bibliography	28

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Technische Logistik

VDI-Handbuch Technische Logistik, Band 5: Lager und Lagergeräte
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 VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Einleitung

Im Bereich der Lagerung kleiner Ladeeinheiten werden seit einigen Jahren neben klassischen automatischen Kleinteilelagern (AKL) sogenannte Shuttle-Systeme eingesetzt. Mit dem etablierten Richtlinienwerk werden diese Systeme nicht ausreichend abgebildet, da sie insbesondere je nach Systemausführung die Funktionen *Lagern* und *Fördern* vereinen. Zudem versagt die klassische, auf Regalbediengeräten beruhende Auslegung.

Anmerkung: Der Begriff *Shuttle* ist eine eingetragene Marke der Kardex AG und wird für dynamische Lagersysteme nach dem Liftprinzip verwendet. Im Unterschied dazu wird in dieser Richtlinie der Begriff *Shuttle-Fahrzeug* verwendet für die Bezeichnung der technischen Komponente für den Horizontaltransport innerhalb eines *Shuttle-Systems für kleine Ladeeinheiten*.

Diese Richtlinie beschreibt strukturiert die Shuttle-Systemtechnologie, soweit diese der Lagerung kleiner Ladeeinheiten dient. Damit wird das Leistungsvermögen der Technologie gegenüber anderen Systemen abgegrenzt und es werden wichtige zusätzliche Kriterien für die Systemauswahl berücksichtigt.

1 Anwendungsbereich

Unter dem Begriff *Shuttle-Systeme für kleine Ladeeinheiten* werden Lagersysteme für die Lagerung, gegebenenfalls auch zusätzlich zum Transport außerhalb des eigentlichen Lagerbereichs, von leichten Stückgütern wie Behältern, Schachteln oder Trays verstanden. Lösungen dieser Art werden zunehmend zur Versorgung von Kommissionierbereichen nach dem Prinzip *Ware-zur-Person*, zur Kleinteilelagerung, sowohl als hochdynamische Puffer als auch für zugriffschwache Anwendungen und andere Fälle eingesetzt.

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) specified in the VDI Notices.

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

Introduction

In addition to conventional automated small parts storage systems (ASPSS), so-called automated vehicle storage and retrieval systems have been used for storing small unit loads for a few years. The established set of standards is unable to reflect these systems sufficiently, in particular since, depending on the system model, they combine the functions *storage* and *conveyance*. The conventional interpretation based on storage and retrieval machines fails to provide a satisfactory definition, too.

Note: The term *shuttle* is a registered trade mark of Kardex AG in Germany and is used to denominate dynamic storage systems based on the lift principle. By contrast, this standard uses the term *shuttle vehicle* to designate the technical component for the horizontal transport of loads in an *automated vehicle storage and retrieval system for small unit loads*.

The present standard describes automated vehicle storage and retrieval system technology for storing small unit loads in a structured manner. In this way, the technology's potential is distinguished from other systems, and crucial additional criteria for system selection are taken into account.

1 Scope

The term *automated vehicle storage and retrieval systems for small unit loads* is used for storage systems for storing light unit loads such as containers, boxes or trays and, where appropriate, also for transporting such loads outside of the actual storage area. Such solutions are increasingly used to supply picking areas based on the *goods to person* principle and to store small parts – both for highly dynamic buffers and for low-access applications and other cases.

Wesentliches Merkmal der Technologie ist die weitgehende Trennung von Horizontaltransport und Vertikaltransport. Üblicherweise übernehmen die Shuttle-Fahrzeuge den Horizontaltransport und die Lastaufnahme und -abgabe, während der Vertikaltransport über Lifte realisiert wird.

Im Zuge der Entwicklung haben sich innerhalb weniger Jahre unterschiedliche System-, Fahrzeug-, Energie- und Antriebskonzepte herausgebildet, die eine gesamtheitliche Betrachtung zur Bestimmung des für einen konkreten Einsatzfall geeigneten Konzepts erfordern.

Nicht Gegenstand dieser Richtlinie und somit kein Shuttle-System für kleine Ladeeinheiten sind

- klassische AKL mit Regalbediengeräten (RBG), die der DIN EN 528 unterliegen und somit „alle Arten von Regalbediengeräten [einschließen], die innerhalb und außerhalb der Regalgasse schienengebunden sind, die mit einer Hubeinrichtung ausgerüstet sind und mit einer Seitenschubeinrichtung ausgerüstet sein dürfen, ...“
- Turmlager-/Liftsysteme zur Lagerung von Waren auf Lagerwannen/-trays, gemäß eingetragener Wortmarke zum Teil ebenfalls als Shuttle bezeichnet,
- fahrerlose Transportsysteme (FTS), die vordergründig dem Transport dienen,
- Verschiebewagensysteme, die im Wesentlichen nicht im Lager, sondern zu Verteilungsaufgaben eingesetzt werden sowie
- Lager- und Fördersysteme für Großladungsträger wie Europaletten, Rollpaletten, Corletten®.

The technology is characterized by the fact that horizontal transport and vertical transport are largely separated from each other. Usually, the shuttle vehicles perform the horizontal transport as well as picking up and discharging loads while the vertical transport is realised using lifts.

In the course of further developments, various system, vehicle, energy and drive concepts have evolved, requiring a holistic consideration in order to determine a concept that lends itself for a specific case of application.

The following systems are not covered in the present standard and thus are not considered to be automated vehicle storage and retrieval systems for small unit loads:

- conventional ASPW with storage and retrieval machines (SRM) conforming to DIN EN 528 and thus “[including] any kind of storage and retrieval machines that are rail-mounted within and outside of the rack aisle, are equipped with a lifting device and that may be equipped with a side-shift device...”
- tower storage/lift systems for storing goods on storage trays, sometimes also referred to as “Shuttle” as per the registered wordmark,
- automated guided vehicles (AGV) mainly used for transport,
- transfer carriage systems mainly used for distribution outside of the storage system as well as
- storage and conveying systems for large load carriers such as euro-pallets, roll pallets and Corlettes®.