

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREAnalyse der Wirtschaftlichkeit  
Fahrerloser Transportsysteme (FTS)

VDI 2710

Blatt 4 / Part 4

Evaluation of economic efficiency of  
Automated Guided Vehicles Systems  
(AGVS)Ausz. 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      |
|--|-----------|--|-----------|
| Vorbemerkung . . . . .   | 2         | Preliminary note . . . . .   | 2         |
| Einleitung . . . . .   | 2         | Introduction . . . . .   | 2         |
| <b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>                                   | <b>2</b>  | <b>1 Scope . . . . .</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2 Vorgehensweise . . . . .</b>                                      | <b>3</b>  | <b>2 Procedure . . . . .</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3 Bewertung monetär quantifizierbarer Kriterien . . . . .</b>       | <b>4</b>  | <b>3 Evaluation of criteria quantifiable in terms of money . . . . .</b>     | <b>4</b>  |
| 3.1 Monetär quantifizierbare Kriterien . . . . .                       | 5         | 3.1 Criteria quantifiable in terms of money . . . . .                        | 5         |
| 3.1.1 Investitionen . . . . .  | 6         | 3.1.1 Investments . . . . .  | 7         |
| 3.1.2 Direkte Auszahlungen . . . . .                                   | 8         | 3.1.2 Direct payments . . . . .  | 9         |
| 3.1.3 Indirekte Auszahlungen . . . . .                                 | 10        | 3.1.3 Indirect payments . . . . .  | 11        |
| 3.2 Dynamische Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung . . . . .     | 11        | 3.2 Dynamic methods of cost-efficiency calculation . . . . .                 | 11        |
| 3.2.1 Kapitalwertmethode . . . . .                                     | 12        | 3.2.1 Capital-value method . . . . .   | 12        |
| 3.2.2 Endwertmethode . . . . .   | 15        | 3.2.2 Accumulated-value method . . . . .                                     | 15        |
| 3.2.3 Annuitätenmethode . . . . .                                      | 16        | 3.2.3 Annuity method . . . . .   | 16        |
| 3.2.4 Interne Zinsfußmethode . . . . .                                 | 16        | 3.2.4 Internal-interest-rate method . . . . .                                | 16        |
| 3.2.5 Amortisationsrechnung . . . . .                                  | 17        | 3.2.5 Amortisation calculation . . . . .                                     | 17        |
| <b>4 Bewertung monetär nicht quantifizierbarer Kriterien . . . . .</b> | <b>19</b> | <b>4 Evaluation of criteria not quantifiable in terms of money . . . . .</b> | <b>19</b> |
| 4.1 Monetär nicht quantifizierbare Kriterien . . . . .                 | 19        | 4.1 Criteria not quantifiable in terms of money . . . . .                    | 19        |
| 4.1.1 Flexibilität und Anpassungsfähigkeit . . . . .                   | 20        | 4.1.1 Flexibility and adaptability . . . . .                                 | 21        |
| 4.1.2 Dispositiver Nutzen . . . . .                                    | 20        | 4.1.2 Dispositional benefits . . . . .                                       | 21        |
| 4.1.3 Technisches Leistungsvermögen . . . . .                          | 22        | 4.1.3 Technical performance . . . . .  | 23        |
| 4.1.4 Sonstiger Nutzen . . . . .                                       | 22        | 4.1.4 Other benefits . . . . .   | 23        |
| 4.2 Nutzwertanalyse . . . . .  | 24        | 4.2 Benefit analysis . . . . .   | 24        |
| 4.2.1 Bildung des Zielsystems . . . . .                                | 24        | 4.2.1 Establishing the target system . . . . .                               | 24        |
| 4.2.2 Gewichtung der Zielkriterien . . . . .                           | 24        | 4.2.2 Weighting of the target criteria . . . . .                             | 24        |
| 4.2.3 Ermittlung der Zielwerte . . . . .                               | 25        | 4.2.3 Determination of the target values . . . . .                           | 25        |
| 4.2.4 Bestimmung der Nutzwerte . . . . .                               | 26        | 4.2.4 Determination of the benefits . . . . .                                | 26        |
| <b>5 Gesamtbewertung . . . . .</b>                                     | <b>26</b> | <b>5 Overall evaluation . . . . .</b>  | <b>26</b> |
| Schrifttum . . . . .   | 28        | Bibliography . . . . .   | 28        |
| <b>Anhang</b> Umsetzung in ein MS-Excel <sup>®</sup> -Tool . . . . .   | <b>29</b> | <b>Annex</b> Conversion into an MS-Excel <sup>®</sup> tool . . . . .         | <b>29</b> |

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Technische Logistik

## 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-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2710](http://www.vdi.de/2710).

## Einleitung

Die Richtlinie VDI 2510 definiert Fahrerlose Transportsysteme (FTS) als „innerbetriebliche, flurgebundene Fördersysteme mit automatisch gesteuerten Fahrzeugen, deren primäre Aufgabe der Materialtransport, nicht aber der Personentransport ist“. Eine Investitionsentscheidung über FTS ist ein komplexes Problem, insbesondere wegen der Schwierigkeit, die relative Wirtschaftlichkeit von FTS gegenüber anderen Fördersystemalternativen nachzuweisen. Gerade Investitionsplanern in kleinen und mittleren Betrieben bereitet es aufgrund mangelnder Erfahrung oftmals Schwierigkeiten, die wirtschaftliche Wertigkeit solch komplexer Systeme zu beurteilen. Das beginnt damit, dass Unsicherheit darüber herrscht, welche Verfahren zur Bewertung geeignet sind. Die zu bewertenden Eigenschaften des Investitionsobjekts werden nicht in ihrer ganzen Fülle erfasst. Gerade die Faktoren, die aus wirtschaftlicher Sicht bedeutend, aber nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand monetär zu quantifizieren sind, werden in der Wirtschaftlichkeitsanalyse häufig vernachlässigt. Automatisierte Transportsysteme weisen jedoch viele derartiger Kriterien auf. Probleme bereitet es oftmals auch, das Investitionsobjekt FTS von der Systemumgebung abzugrenzen. Kosten müssen korrekt, eventuell auch anteilig zugeordnet werden. Mitunter fehlt auch das Wissen darüber, wie Werte für verschiedene Kostenarten ermittelt werden können.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie ist in erster Linie für Investitionsplaner eines Unternehmens gedacht. Ihnen wird mit dieser Richtlinie ein Werkzeug zur ganzheitlichen Be-

## Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)).

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

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at [www.vdi.de/2710](http://www.vdi.de/2710).

## Introduction

The guideline VDI 2510 defines Automated Guided Vehicle Systems (AGVSs) as “internal floor-supported handling systems with automatically controlled vehicles whose primary task is the handling of materials, but not the transport of passengers”. Deciding on an investment in AGVSs is a complex problem, especially because of the difficulty of proving the economic efficiency of AGVSs as compared to other handling systems. For lack of experience, investment planners, particularly in small and medium-sized companies, often find it difficult, to assess the economic value of such complex systems. The first question is which methods are appropriate for evaluation. Not all the characteristics to be evaluated of the investment object are considered. In particular, those criteria are often neglected in economic-efficiency analyses, which are economically significant, but for which monetary quantification is impossible, or can only be done at great effort. Automated transport systems, however, feature a multitude of such criteria. Also, the separation of the investment object “AGVS” from the system environment is often problematic. Costs must be allocated correctly, possibly even proportionally. Sometimes, there is also a lack of knowledge about how to determine the values of different types of costs.

## 1 Scope

This guideline primarily addresses investment planners in a company. It provides them with a tool enabling a holistic view of the AGVS, a means of organ-

trachtung des Organisationsmittels und Verkettungssystemen FTS an die Hand gegeben. Dieses Werkzeug dient dazu, verschiedene Fördersystemalternativen zu vergleichen und zu bewerten. Die hier vorgeschlagenen Verfahren eignen sich in besonderem Maß für Investitionsobjekte mit hohen Anschaffungskosten, langer Nutzungsdauer und vielen monetär nicht oder nur schwer quantifizierbaren Eigenschaften. Es lassen sich aber auch technisch einfache Alternativen, z.B. ein Fördersystem auf der Basis von Gabelstaplern, oder auch andere automatisierte Fördersystemalternativen, z.B. eine Elektrohängebahn (EHB), in einen Vergleich einbeziehen. Die im Folgenden geschilderten Verfahren erlauben es, die Präferenzen der Entscheidungsträger zu berücksichtigen. Die Analyse der Wirtschaftlichkeit bleibt hierbei transparent und nachvollziehbar. Besonderer Wert wurde auf eine hohe Praxistauglichkeit der Wirtschaftlichkeitsanalyse gelegt. Der Richtlinie ist das MS-Excel® basierte PC-Programm „Software-Tool zur Nutzwertanalyse und Wirtschaftlichkeitsrechnung von FTS“ beigefügt. Dieses Programm ist keine zwingende Voraussetzung zur Durchführung der Wirtschaftlichkeitsanalyse, es erleichtert die Durchführung aber erheblich. Besonders hilfreich dürfte diese Richtlinie für kleine und mittlere Unternehmen sein, die selten Investitionen dieser Tragweite planen und mit den Besonderheiten eines automatisierten Transportwezens nicht vertraut sind.

isation and interlinking system. This tool serves to compare and evaluate various handling system alternatives. The methods proposed in this guideline are particularly appropriate for investment objects featuring high costs of acquisition, long service life, and many characteristics which are not, or hardly, quantifiable in terms of money. However, technically simple alternatives, e.g. a handling system based on forklift trucks, or other automated handling system alternatives, e.g. an electrified monorail system (EMS) can also be included in the comparison. The methods described below allow to take into account the decision-makers' preferences. The cost-efficiency analysis remains transparent and traceable at all times. Special emphasis was put on high practicability of the cost-efficiency analysis. The guideline is supplemented by the MS-Excel® based PC software program “Software-Tool zur Nutzwertanalyse und Wirtschaftlichkeitsrechnung von FTS”, which is only available in German language. This program is no mandatory prerequisite to a cost-efficiency analysis, but it facilitates the procedure considerably. This guideline is expected to be particularly useful for small and medium-sized companies who seldom plan investments of this scale, and who are not familiar with the special features of automated transport.