
Konzeptpräsentation

Methodik zum Nachweis der technischen
Verfügbarkeit intralogistischer Systeme

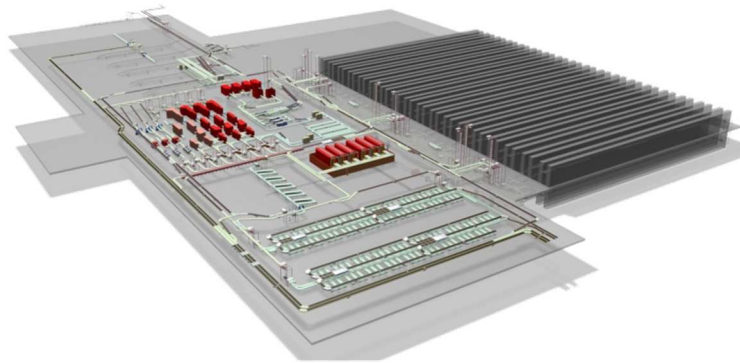
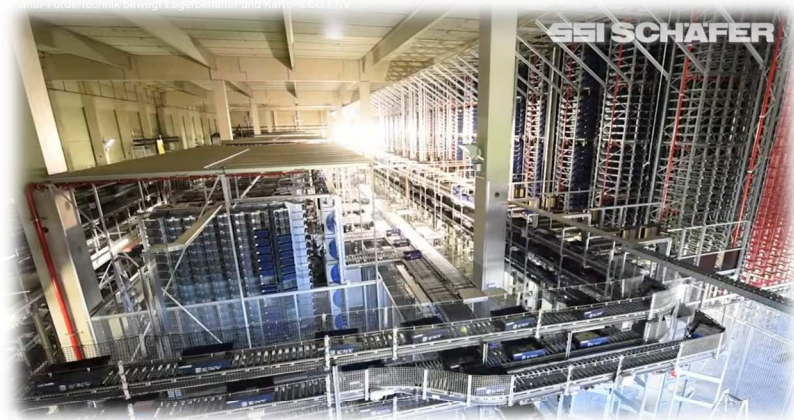
DI W. Trummer

25. Techno-Ökonomie Kolloquium

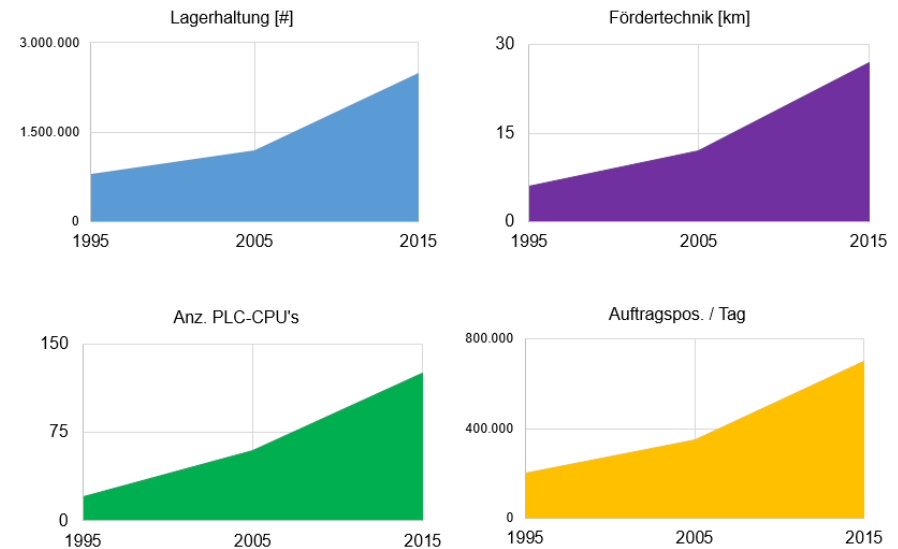
24.05.2019



Intralogistik in Distributionszentren Ist-Situation, aktuelle Entwicklungen



Entwicklung der Anlagengrößen von Distributionszentren im Versandhandel



Quelle: Eigene Darstellungen in Anlehnung an Ten Hompel M., Schmidt T. (2010): Warehouse Management (Springer-Verlag)

⇒ **Nachweis der Anlagenverfügbarkeit?**

Verfügbarkeitsnachweis in der Praxis

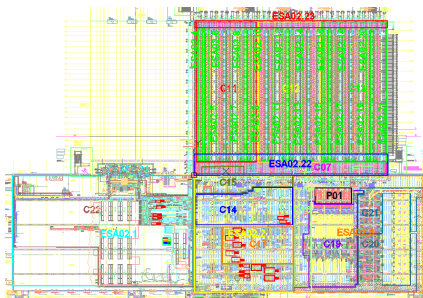
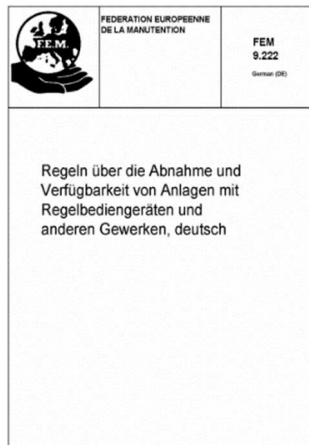


Bild: SSI Schäfer

Vertragliche Vereinbarungen

- Technische Verfügbarkeit **in Anlehnung an bestehende Richtlinien** (FEM 9.222, Erscheinungsjahr 1989)
- Verfügbarkeitsnachweis **im Rahmen der Anlagen-Abnahme** für
 - Unterschiedliche Gewerke mit separaten Zielwerten
 - Über 1 Woche - à 8h im Realbetrieb
- Verfügbarkeitsnachweis **im Rahmen vereinbarter Serviceverträge** zwischen Kunden und Hersteller

Komplexe Randbedingungen des Verfügbarkeitsnachweis im Realbetrieb

- **Hohe Anlagen-Komplexität** mit Vielzahl von SPS-Steuerungsbereichen
- Mehrere 1.000 „**störfähige**“ Einzel-Komponenten
- Mehrere 10.000 **Einzel-Störmeldungen** täglich

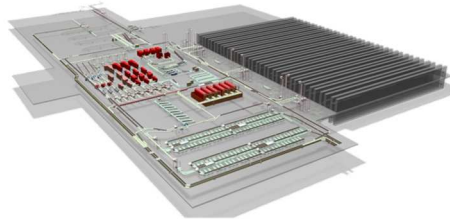
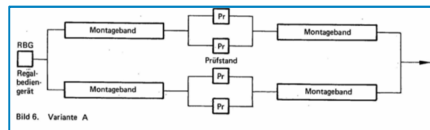
Themenstellung, Ausgangssituation



Die Verfügbarkeit wird berechnet nach Formel (6)

$$\eta_E = \frac{t_E - \sum_{i=1}^4 k_i \cdot t_{A_i}}{t_E}$$

t_E = Betrachtete (störungsbehaftete) Einsatzzeit, hier 2 Tage Zweischichtbetrieb, $t_E = 32$ h
 t_{A_i} = Ausfallzeit für Anlagenteil i
 k_i = Gewichtungsfaktor des Anlagenteils i ; er charakterisiert den Anteil des Anlagenteils an der Gesamtfunktion der Anlage.



Titel der Dissertation

„Praxisgerechte Methodik zum Nachweis der technischen Verfügbarkeit intralogistischer Systeme“

Ausgangssituation / Problemstellung

- **Anlagengröße und Anlagenkomplexität nimmt zu**
 - Trend zu immer größeren Intralogistiksystemen
 - steigende System-Anforderungen: zunehmende Anlagenkomplexität, neue Geräteentwicklungen (Shuttles, Hängefördertechnik, etc.), zunehmender IT-Anteil (Industrie 4.0, etc.)
- **Theorie versus Praxis**
 - Richtlinien bilden keine ausreichende Basis zur Verfügbarkeitsanalyse in der Praxis
 - Diskrepanzen hinsichtlich Interpretation und Anwendbarkeit der Richtlinien

Forschungsfragen

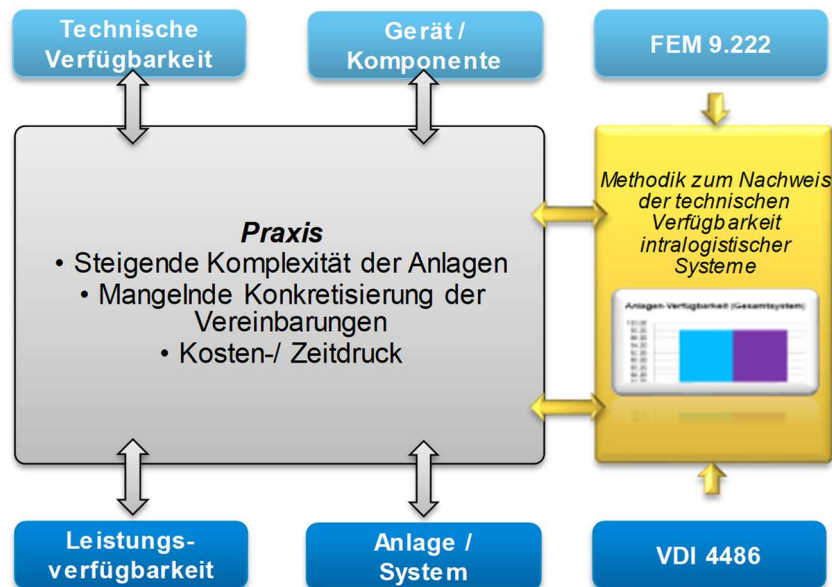
Primäre wissenschaftliche Fragestellung

Wie lassen sich die richtlinienbasierten Methoden der technischen Verfügbarkeitsanalyse **unter Berücksichtigung aktuell stattfindender Industrieentwicklungen** anwenden?

Resultierende Teilfragen

- Wie erfolgt eine **richtlinien-konforme Bestimmung** der Verfügbarkeitsparameter für Teilgewerke und Gesamtgewerke innerhalb einer logistischen Großanlage? (Stichwort: standardisierter und normierter Verfügbarkeitsnachweis)
- Wie lassen sich **komplexe Anlagenstrukturen der realen Anlage mittels Verfügbarkeitsmodell** effizient und umfassend verifizieren und validieren? (Stichwort: IT-gestützte Modellierung und Daten-Analyse)
- Wie kann **ein softwarebasierter Ansatz zur automatisierten Modellbildung und Modellanalyse über alle Phasen der Produktentstehung** realisiert werden? (Stichwort: „Digitaler Zwilling“)

Erwarteter Beitrag

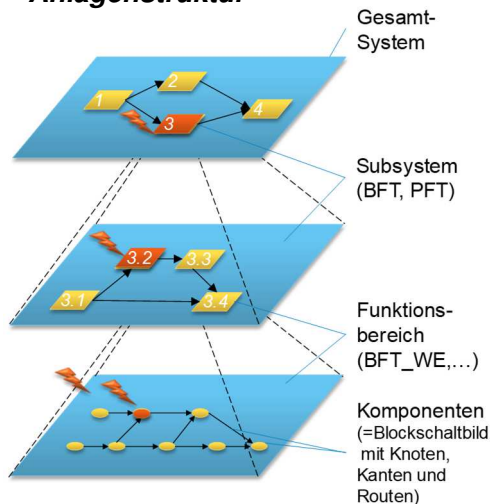


Beitrag im Bereich der Verfügbarkeitsanalyse intralogistischer Großanlagen

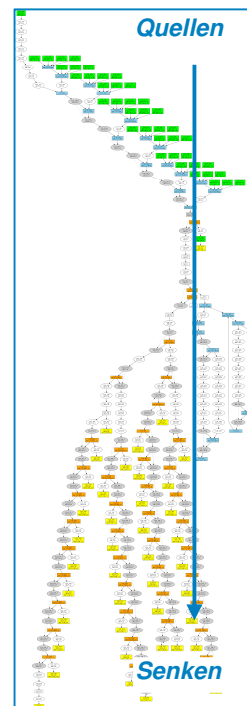
- ✓ Verfügbarkeitsnachweis im **kompletten Produktentstehungsprozess** (Planung – Inbetriebnahme – Betrieb)
- ✓ **Permanentes Verfügbarkeits-Monitoring** auch bei großen Intralogistiksystemen
- ✓ **Standardisierter Verfügbarkeitsnachweis** anhand normierter „Störprofile“ (saisonale Schwankungen, etc.)
- ✓ Verfügbarkeits-Analyse von Einzel- und Gesamtwerken **auf Knopfdruck**
- ✓ **Durchgängigkeit und Transparenz der Daten** im Modell (keine zusätzliche Software)
- ✓ Ablösung bestehender **zeit- und kostenintensiver** Verfügbarkeitsstests

Konzept, Methodik

Anlagenstruktur

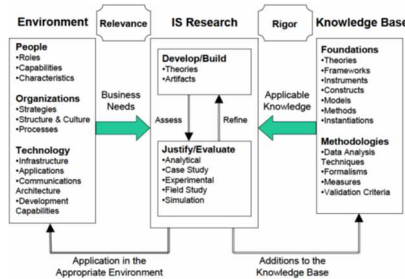


Gewichteter Verfügbarkeitsgraph



- **Spezieller Modellierungsansatz** zur Ableitung des „Digitalen Zwilling – Verfügbarkeit“ aus Daten der realen Anlage
- **Berücksichtigung verfügbarkeitsrelevanter Layout-/ Anlageninformationen** (Anlagenstruktur, Materialflussparameter, Puffereffekte, Leistungsredundanzen)
- **Automatisierter Export der Anlagenstruktur** auf Steuerungsebene (Basis des resultierenden Verfügbarkeitsmodell)
- Analyse auf Basis **täglich exportierter Störmeldungen** der Anlagensteuerung
- Modellanalyse auf Basis **statischer Simulation** des Verfügbarkeitsverhaltens
- Eindeutige Trennung von systematischen & individuellen **hersteller- und betreiberbedingten Störungen**

Vorgehensweise & wissenschaftliche Methoden

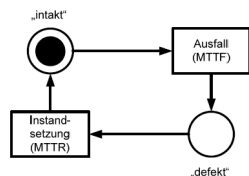
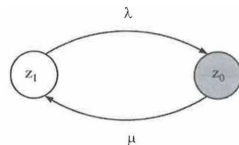
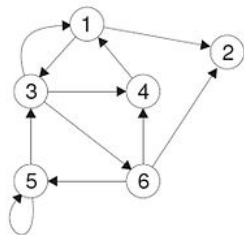


Vorgehensweise (vgl. „Design-Framework“, Hevner et al.)

- Mathematische Modellierung (Operation Research)
- Data-Analytics
- Daten- und Prozess-Modellierung

Methoden

- **Graphentheorie**
 - **Gerichtete, gewichtete Graphen** zur Abbildung der Anlagenstruktur
 - **Intervallbäume** zur Filterung zeitlich überlappender Störungen
- **Markov-Prozesse** zur Beschreibung des stochastischen Verhaltens für Ausfall- und Instandsetzung technischer Komponenten und Systeme
- **Petri-Netze** zur Definition des Basismodells für die Abbildung der Systemkomponenten und deren zeitlichen Verhaltens



Wissenschaftliche Vorträge und Publikationen

Konferenz-Beitrag

Titel: „Technische Verfügbarkeit intralogistischer Anlagen in der Praxis“

Veranstaltung: Symposium - LEISTUNGSVERFÜGBARKEIT IN DER LOGISTIK

Ort: Dortmund, Deutschland

Organisation:

Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen "FLW", TU Dortmund (Prof. Michael Ten Hompel)

Lehrstuhl für Unternehmenslogistik "LFO", TU Dortmund (Prof. Axel Kuhn)

Konferenz-Beitrag

Titel: „Verfügbarkeit intralogistischer Großanlagen“

Veranstaltung: Logistikwerkstatt Graz

Ort: Graz, Österreich

Publikation

Titel: „100%!? – Verfügbarkeit und Anlagengröße“

Herausgeber (Verlag): Verlag der Technischen Universität Graz

DOIs: 10.3217/978-3-85125-394-8



Themenrelevante Literatur

Standards und Normen

| | |
|---------|---|
| [FEM03] | FEM-Regel 9.851:Serienhebezeuge - Leistungsnachweis für Regalbediengeräte.- Spielzeiten. Juni 2003159Literaturverzeichnis |
| [FEM81] | FEM-Regel 9.221: Leistungsnachweis für Regalbediengeräte: Zuverlässigkeit,Verfügbarkeit: Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit. Oktober 1981 |
| [FEM89] | FEM-Regel 9.222: Regeln über die Abnahme und Verfügbarkeit von Anlagen mit Regalbediengeräten und anderen Gewerken. Juni 1989 |
| [VDI92] | VDI-Richtlinie 3649: Anwendung der Verfügbarkeitsrechnung für Förder- undLagersysteme. Januar 1992. – Inhaltlich überprüft und unverändert weiterhingültig: August 2003 |
| [VDI92] | VDI-Richtlinie 3979: Abnahmeregeln für Stückgut-Fördersysteme. Juli 1992.– Inhaltlich überprüft und unverändert weiterhin gültig: April 2002163Literaturverzeichnis |
| [VDI04] | VDI-Richtlinie 3581: Verfügbarkeit von Transport- und Lageranlagen sowie deren Teilsysteme und Elemente. Dezember 2004. – Berichtigt im Oktober 2006 |

Standardwerke

| | |
|---------|---|
| [Arn05] | Arnold, Dieter; Furmans, Kai: Materialfluss in Logistiksystemen; Reihe: VDI-Buch; Berlin, Heidelberg (usw.): Springer, 2005. |
| [Arn90] | Arnold, D.: Die Verfügbarkeit – Selbstzweck oder Kostenfaktor?, in VDIberichte 833, VDI Verlag, Düsseldorf 1990 |
| [EbH14] | Eberlin S., Hock B.: Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit technischer Systeme. Springer. 2014 ISBN 978-3-658-03573-0 (eBook) |
| [Gud13] | Gudehus, Timm: Logistik: Grundlagen, Strategien, Anwendungen. Springer-Verlag. 2013. ISBN 3662123916 |
| [Mai11] | Maier, Martina: Praxisgerechte AbnahmeprozEDUREN für intralogistische Systeme unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeits- und VerfügbarkeitsTHEORIE (Dissertation). (2011) |
| [Tur10] | Turau, Voker: Algorithmische Graphentheorie. Oldenbourg Verlag, 2010. ISBN 978348659852 |

Aktuelle Erkenntnisse, State of the Art

| | |
|----------|--|
| [Ban08] | Bandow, G.: Anlagenverfügbarkeit als Bindeglied zwischen Produktion und Instandhaltung. In: Tagungsband zum IQPC Kongress »Reliability Management 2008«, Potsdam, 18.-19. Juni 2008: Teilprojekt C3. |
| [Bec07] | Becker, B.: Untersuchung der Einsetzbarkeit von Standardsoftware für die Verfügbarkeitsermittlung in intralogistischen Systemen. Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen, Technische Universität Dortmund, 2007: Studienarbeit, Teilprojekt C1. |
| [Cro07] | Crostack, H.-A. (Hrsg.), ten Hompel, M. (Hrsg.), Follert, G., Jung, E.-N.: Modellierung des Verfügbarkeitsverhalten von Intralogistiksystemen - Logistics on Demand. 2. Kolloquium des SFB-696: Forderungsgerechte Auslegung von intralogistischen Systemen - Logistics on Demand Nr. 2, S. 143-162, ISBN 978-3-89957-059-5, 2007: Teilprojekt C1. |
| [Fol06] | Follert, Guido ; Nagel, Lars: Verfügbarkeit intralogistischer Systeme. Fachkolloquium der WGTL, Technische Universität Dresden, S. 121-130, ISBN 3-86005-525-9, 2006: Teilprojekt C1. |
| [Ger81] | Gericke, Ekkehard: Verfügbarkeitsberechnung für komplexe Fertigungseinrichtungen. Berlin [u.a.] Springer 1981 ISBN 0-387-10779-7. Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung: IPA-Forschung und Praxis 50 |
| [HeKu14] | Hegmanns, Tobias; Kuhn, Alex; et al: Planung und Berechnung der systemischen Leistungsverfügbarkeit komplexer Logistiksysteme. In: eLogistics Journal (2014). https://pdfs.semanticscholar.org/08a8/e52f02945a360a788fe7aaffa55028bc3c8f.pdf |
| [Jun06] | Jung, E.-N.: Entwicklung einer Systematik zur Verfügbarkeitsprognose komplexer Materialflusssysteme in der Grobplanungsphase. Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen, Technische Universität Dortmund, 2006: Diplomarbeit, Teilprojekt C1 |

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

