



Oliver Vollmar

# Entwicklungsmanagement von Mikro und Makro Layoutstrategien für verkettete Transport- und Fördersysteme in Abhängigkeit von Durchsatz und Randparametern von Fertigungseinheiten



Oliver Vollmar

**Entwicklungsmanagement von Mikro und Makro  
Layoutstrategien für verkettete Transport- und  
Fördersysteme in Abhängigkeit von Durchsatz und  
Randparametern von Fertigungseinheiten**

Wirtschaft & Management  
Band 1

Ebook (PDF)-Ausgabe:  
ISBN 978-3-8316-7685-9 Version: 1 vom 08.04.2022  
Copyright© utzverlag 2022

Alternative Ausgabe: Softcover  
ISBN 978-3-8316-4950-1  
Copyright© utzverlag 2022

**COMENIUS UNIVERSITÄT BRATISLAVA**

**FAKULTÄT FÜR MANAGEMENT**

**ENTWICKLUNGSMANAGEMENT VON MIKRO UND  
MAKRO LAYOUTSTRATEGIEN FÜR VERKETTETE  
TRANSPORT- UND FÖRDESYSTEME IN ABHÄNGIGKEIT  
VON DURCHSATZ UND RANDPARAMETERN VON  
FERTIGUNGSEINHEITEN**

Dissertation

**Bratislava 2021**

**Oliver Christian, Vollmar, Dipl.-Ing. (FH); M.Sc. (TUM)**



Oliver Vollmar

**Entwicklungsmanagement von Mikro und Makro  
Layoutstrategien für verkettete  
Transport- und Fördersysteme in Abhängigkeit  
von Durchsatz und Randparametern  
von Fertigungseinheiten**



# Wirtschaft & Management

Band 1



Zugl.: Diss., Bratislava, Univ., 2021

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Sämtliche, auch auszugsweise Verwertungen bleiben vorbehalten.

Copyright © utzverlag GmbH · 2022

ISBN 978-3-8316-4950-1 (gebundenes Buch)  
ISBN 978-3-8316-7685-9 (E-Book)

Printed in EU  
utzverlag GmbH, München  
089-277791-00 · [www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)



# Danksagung

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit nutzen, um Personen aus meinem Umfeld anzuführen, die es mir ermöglicht haben, diese Dissertationsschrift zu erstellen.

Hier möchte ich an erster Stelle meinem Doktorvater Herrn Prof. Ing. Milos Hitka, PhD. danken. Er stand mir immer beratend zur Seite und seine Ratschläge und Anmerkungen haben mit stets geholfen diese Arbeit zu entwickeln und auf das letztlich erreichte Niveau zu bringen. Die zahlreichen E-Mails und Telefonate mit ihm werde ich immer als sehr konstruktiv und bereichernd in guter Erinnerung behalten. Auch möchte ich Herrn doc. Ing. Milan Fekete, PhD. für seine Anregungen und Hinweise an dieser Stelle erwähnen. Es war für mich immer motivierend und ermutigend.

Ebenso möchte ich meiner Ehefrau Sabine, mit der ich mich tief verbunden fühle, meinen Dank aussprechen. Ohne sie hätte ich diese Dissertationsarbeit nicht erstellen können. Sie brachte stets Verständnis auf und kümmerte sich um all die zahlreichen Kleinigkeiten. Auch die vielen Stunden, die in diese Arbeit flossen und somit nicht für Zweisamkeit und Familienleben zur Verfügung standen tolerierte sie mit bleibendem Großmut. Ihren Rückhalt konnte ich stets spüren und fühlte mich dadurch bestärkt mein Ziel zu verfolgen.

Selbstverständlich möchte ich mich bei der Lehrstuhlleitung für die Annahme meiner Doktorarbeit bedanken, die mir somit den Zugang zu einer Promotion auf internationaler Ebene eröffnet hat.

Alle diese Personen haben zu meinem Erfolg beigetragen und dafür möchte ich sagen:

Vielen herzlichen Dank!

## Abstrakt slovak

VOLLMAR, Oliver Christian: *Riadenie vývoja stratégií mikro a makro usporiadania pre prepojené dopravné a dopravníkové systémy v závislosti od priepustnosti a okrajových parametrov výrobných jednotiek*. [Dizertačná práca] – Univerzita Komenského v Bratislave. Fakulta managementu; Katedra stratégie a podnikania – Školiteľ: Prof. Ing. Miloš Hitka, PhD. Bratislava: UK, 2021

Riadenie interdisciplinárneho rozvoja zohráva vo výrobnom priemysle významnú úlohu. Platí to aj pre vývoj variantov mikro a makro usporiadania z hľadiska zloženej výroby alebo výroby so zameraním na automatizované alebo poloautomatické výrobné stanice. Tie sú ovplyvnené technickými, logistickými, obchodnými a strategickými požiadavkami a plánovaním. Zaznamenaním všetkých ovplyvňujúcich faktorov od riadenia logistiky a riadenia výroby až po plánovanie usporiadania prenosových systémov sa vyvíjajú metódy výpočtu, klasifikácie a hodnotenia, ktoré sú k dispozícii vo forme kľúčových údajov. Tieto sa zase používajú pri projektovom riadení pri výbere a optimalizácii prenosových systémov pri plánovaní mikro prostredia. Tento krok plánovania a vývoja predchádza plánovaniu makro usporiadania. Tiež ho ovplyvňuje a umožňuje obojsmerný pohľad. Kľúčové údaje sa určujú aj pomocou analýz a stratégií hodnotenia. To vytvára možnosť prostredníctvom riadenia znalostí a procesov generovať výberovú stratégiu pre vývoj a plánovanie celkového systému prenosu, ktorý sa možno uplatniť pri riadení projektov a ich vývoja.

**Kľúčové slová:** Doprava a logistika vo výrobných systémoch, vývoj koncepcie, prepojená výroba, výber usporiadania, mikro usporiadanie a makro usporiadanie vo výrobných závodoch, výber dopravného systému, výrobné jednotky

## Abstract english

VOLLMAR, Oliver Christian: *Development management of micro and macro layout strategies for linked transport and conveyor systems depending on the throughput and boundary parameters for production units.* [Dissertation Thesis] – Comenius University in Bratislava. Faculty of Management; Department of Strategy and Entrepreneurship – Supervisor: Prof. Ing. Miloš Hitka, PhD. Bratislava: Comenius University in Bratislava, 2021

Interdisciplinary development management plays a significant role in the manufacturing industry. This also applies to the development of micro- and macro-layout variants from the perspective of composite production or manufacturing. The focus is on automated or semi-automated production stations. These are influenced by technical, logistical, business and strategic requirements and planning. By recording all factors from logistics management and production management that have an influence on the layout planning for transfer systems, procedures for calculation, classification and evaluation can be developed, which are made available in form of key figures. These in turn are used in project management for the selection and optimization of transfer systems in micro-layout planning. This planning and development step precede and influences the macro-layout planning and allows for a bidirectional view. Key figures are also determined by means of analyses and evaluation strategies. This makes it possible to use knowledge and process management to generate a selection strategy for the creation and planning of an overall transfer system, which can be used in project and development management.

**Keywords:** transport and logistics in production systems, concept development, inter-linked production, layout selection, micro layout and macro layout in production machines, transport system selection, production units.

## **Abstrakt deutsch**

VOLLMAR, Oliver Christian: *Entwicklungsmanagement von Mikro und Makro Layoutstrategien für verkettete Transport- und Fördersysteme in Abhängigkeit von Durchsatz und Randparametern von Fertigungseinheiten*. [Dissertation Arbeit] – Comenius Universität in Bratislava. Fakultät für Management; Stuhl für Strategie und Unternehmung. – Betreuer: Prof. Ing. Miloš Hitka, PhD. Bratislava: Comenius-Universität in Bratislava, 2021

Das interdisziplinäre Entwicklungsmanagement spielt in der produzierenden Industrie eine signifikante Rolle. Dies betrifft auch die Erarbeitung von Mikro- und Makrolayoutvarianten unter dem Gesichtspunkt der Verbundproduktion oder Fertigung. Im Schwerpunkt bezogen auf automatisierte oder semiautomatische Produktionsstationen. Beeinflusst werden diese durch technische, logistische, betriebswirtschaftliche als auch strategische Anforderungen und Planungen. Durch Erfassung aller Einflussfaktoren aus dem Logistikmanagement sowie dem Produktionsmanagements auf die Layoutplanung von Transfersystemen werden Vorgehensweisen zur Berechnung, Klassifizierung und Bewertungen entwickelt, welche in Kennzahlenform verfügbar gemacht werden. Diese wiederum finden Verwendung im Projektmanagement im Rahmen der Auswahl und Optimierung von Transfersystemen in der Mikrolayoutplanung. Dieser Planungs- und Entwicklungsschritt ist dem der Makrolayoutplanung vorgelagert und beeinflusst diesen ebenso und ermöglicht eine bidirektionale Betrachtung. Ferner erfolgt die Kennzahlenermittlung durch Analysen und Bewertungsstrategien. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen durch Wissen- und Prozessmanagement eine Auswahlstrategie für die Entwicklung und Planung eines Gesamttransfersystems zu generieren, welche im Projekt- und Entwicklungsmanagement Anwendung finden kann.

**Schlüsselwörter:** Transport- und Logistik in Produktionsanlagen, Konzeptentwicklung, Verkettete Produktion, Layoutauswahl, Mikro- und Makrolayout in Fertigungsanlagen, Transportsystemauswahl, Produktionseinheiten.

## Hinweis

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades „Philosophiae Doctor“ (PhD.)

Vorname, Familienname: Oliver Christian, Vollmar  
Akademischer Grad: Dipl.-Ing. (FH); M.Sc. (TUM)  
Geburtsdatum und Ort: 13.07.1979; Deggendorf, Deutschland

Promotion: 19.11.2021

Vorsitzender: Prof. Ing. Ján Rudy, PhD.

Doktorvater: Prof. Ing. Milos Hitka, PhD.

Gutachterin: Prof. Ing. Alžbeta Kucharčíková, PhD.

Gutachter: Assoc. Prof. Ing. Milan Fekete, PhD.

Gutachter: Assoc. Prof. Ing. Marek Potkány, PhD.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird hier auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und diverser Sprachformen verzichtet. Sämtliche der verwendeten Personenbezeichnungen gelten, im Sinne der Gleichberechtigung, gleichermaßen für alle Geschlechter.

## Inhaltsverzeichnis

Danksagung	II
Abstrakt slovak	III
Abstract english	IV
Abstrakt deutsch	V
Hinweis	VI
Inhaltsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	X
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
Formelverzeichnis	XIII
Einleitung	1
1. Einführung und Vorstellung des Themas	3
1.1. Betrachtung der Managementaufgaben	7
1.2. Überblick über etablierte Transportsysteme	10
1.2.1. Allgemeine Kategorien von Transportsystemen	12
1.2.2. Relevante Transportsystematiken für nachfolgende Betrachtungen	14
1.3. Zustandsaufnahme etablierter Vorgehensweisen der Layoutplanung	17
1.3.1. Betrachtung des Entwicklungsmanagements	18
1.3.2. Betrachtung der allgemeinen Layoutentwicklung	19
1.3.3. Betrachtung des Vorgehens bei der Mikrolayoutplanung	24
1.3.4. Betrachtung des Vorgehens bei der Makrolayoutplanung	25
1.4. Produktionsmanagement relevante Eigenschaften	27
1.4.1. Durchsatz und Ausbringung	28
1.4.2. Verfügbarkeit	29
1.4.3. Flächenbedarf	30
1.4.4. Investition und Betriebskosten	31
1.4.5. Ablauf- und Durchsatzsimulation, Digitaler Zwilling	31
1.4.6. Zugänglichkeit und Instandhaltung	32
1.4.7. Redundanz und Ausfallwahrscheinlichkeit	33
1.4.8. Randbedingungen und Regularien	34
1.5. Logistikmanagement relevante Eigenschaften	34
1.5.1. Zugänglichkeit für Logistik	35
1.5.2. Parameter des Transportgutes	35

1.5.1.	Versorgungszyklus	36
1.6.	Strategiemanagement relevante Eigenschaften	37
1.6.1.	Wandel durch die Elektromobilität	37
1.6.2.	Ausbauszenarien, Prozessabtausch, -integration	38
2.	Ziel der wissenschaftlichen Arbeit	39
2.1.	Zielsetzung der Arbeit	40
2.2.	Forschungsaussagen der Arbeit	41
2.3.	Strategien	42
2.4.	Controlling und Optimierung	42
3.	Methodik und Forschungsmethoden	44
3.1.	Vorstellung des Vorgehens und Charakterisierung	44
3.1.1.	Intention und Eingrenzung der Analyse	50
3.1.2.	Vorgehensweise der Eigenschaftsanalyse	50
3.1.3.	Bewertungsrelevante Eigenschaften	51
3.1.4.	Beschreibung und Eigenschaften der Mikrolayoutvarianten	54
3.1.5.	Beschreibung und Eigenschaften der Makrolayoutvarianten	64
3.1.6.	Anforderungen an das Transportsystem	70
3.2.	Wissenschaftliche Betrachtung	72
3.2.1.	Fallstudie Entwicklungskosten der Layoutplanung	72
3.2.2.	Kano Modell der Systemmerkmale	76
3.2.3.	Problemerkennung mittels Nyaka-Analyse	78
3.2.4.	Ansatz der Anlagenprojektierung nach dem MVM	83
3.2.5.	K.O. Kriterien Ermittlung	84
3.2.6.	Zielkonflikt Matrix	85
3.2.7.	Nutzwertanalyse	86
3.3.	Entwicklung der Auswahlstrategien	89
3.3.1.	Allgemeine Kennzahlenentwicklung	90
4.	Ergebnis der Arbeit und Diskussion	99
4.1.	Ergebnisbetrachtung und Evaluierung	99
4.2.	Absicherung spezifischer Ergebnisse	109
4.2.1.	Spezifische Kennzahlen der Mikrolayoutsysteme	109
4.2.2.	Spezifische Kennzahlen der Makrolayoutsysteme	111
4.3.	Verifizierung der Forschungsaussagen	113
4.4.	Vorgehensempfehlung für Mikro- und Makrolayoutauswahl	115

4.5. Diskussion	115
4.6. Reflexion bezüglich des Methodeneinsatzes	118
Schlussbetrachtung und Ausblick	120
Literaturverzeichnis	121
Internetquellen	128
Anhang	130

## Abkürzungsverzeichnis

AG	Aktiengesellschaft, Rechtliche Organisationsstruktur
BBÜ	Betriebsbereite Übergabe
CAD	Computer Aided Design, auch rechnergestütztes Konstruieren
CQM	Center for Quality Management
db(A)	Schalldruckpegel mit A-Bewertung
€	Währung Euro
ESD	Electrostatic Discharge, auch elektrostatische Entladung
FTS	Fahrerloses Transportfahrzeug oder Fahrerloses Transportsystem
FuE	Forschung und Entwicklung
HQE	Hub-Quer-Einheit
IoT	Internet of Things
kg	Kilogramm
K.O.	Ausschluß
LSP	Logistic Service Partner
LTU	Lift-transverse-unit
Mio.	Million
mm	Millimeter
mm <sup>2</sup>	Quadratmillimeter
MS	Microsoft, auch Microsoft Corporation
MTBF	Mean Time Between Failures
MVM	Münchner Vorgehens Modell
OEE	Over All Efficiency
PKW	Personenkraftwagen, auch Automobil
sek	Sekunden
SOP	Start of Production
St.	Stück
SWOT	Strengths, Weakness, Opportunities, Threats
teilw.	teilweise
TCO	Total Cost of Ownership
usw.	und so weiter
vs.	versus
VUKA	volatil, unsicher, komplex und ambivalent
WLAN	Wireless Local Area Network
WPC	Work-Piece-Carrier
WT	Werkstückträger
3D	räumliche Dimension, auch dreidimensional

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur der Fördermaschinen	11
Abbildung 2: Flexlink Mischsystemlayout	15
Abbildung 3: Bosch Mischsystemlayout	15
Abbildung 4: Krups Karree Layout	16
Abbildung 5: Konzeptablauf	19
Abbildung 6: Grundformen räumliche Anordnung Montagestationen	21
Abbildung 7: Formen der Verkettungsfolge	22
Abbildung 8: Manuelle Systeme	23
Abbildung 9: Teilautomatisierte Systeme	23
Abbildung 10: Prozessfluss Halbleiterproduktion	26
Abbildung 11: Struktur der Dissertation	47
Abbildung 12: BMW-Batterieproduktion Fertigungseinheit einzeln	54
Abbildung 13: Mikrolayoutvariante 01	55
Abbildung 14: Mikrolayoutvariante 02	55
Abbildung 15: Mikrolayoutvariante 03	56
Abbildung 16: Mikrolayoutvariante 04	56
Abbildung 17: Mikrolayoutvariante 05	57
Abbildung 18: Mikrolayoutvariante 06	57
Abbildung 19: Mikrolayoutvariante 07	58
Abbildung 20: Mikrolayoutvariante 08	58
Abbildung 21: Mikrolayoutvariante 09	59
Abbildung 22: Mikrolayoutvariante 10	59
Abbildung 23: Mikrolayoutvariante 11	60
Abbildung 24: Mikrolayoutvariante 12	60
Abbildung 25: Mikrolayoutvariante 13	61
Abbildung 26: Mikrolayoutvariante 14	61
Abbildung 27: Makrolayoutschema Bosch TS4	64
Abbildung 28: Makrolayoutvariante 01	65
Abbildung 29: Makrolayoutvariante 02	65
Abbildung 30: Makrolayoutvariante 03	66
Abbildung 31: Makrolayoutvariante 04	66
Abbildung 32: Makrolayoutvariante 05	67
Abbildung 33: Makrolayoutvariante 06	67
Abbildung 34: Makrolayoutvariante 07	68
Abbildung 35: Kano Modell der Systemmerkmale	77
Abbildung 36: Münchner Vorgehensmodell (MVM)	83
Abbildung 37: Nutzwertanalyse Mikrolayout	88
Abbildung 38: Nutzwertanalyse Makrolayout	88