PRODUKTIONSSYSTEMATIK

ERGEBNISSE AUS DER PRODUKTIONSTECHNIK

Katharina Hast

Datenbasiertes Lernen in Produktionsnetzwerken

Edition Wissenschaft Apprimus

Datenbasiertes Lernen in Produktionsnetzwerken

Databased Learning in Production Networks

Von der Fakultät für Maschinenwesen
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades einer
Doktorin der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Katharina Hast geb. Thomas

Berichter/in:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Außerplanmäßiger Professor Dr.-Ing. Wolfgang Boos

Tag der mündlichen Prüfung: 04. Mai 2021

ERGEBNISSE AUS DER PRODUKTIONSTECHNIK

Katharina Hast

Datenbasiertes Lernen in Produktionsnetzwerken

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. T. Bergs
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. G. Schuh
Prof. Dr.-Ing. C. Brecher
Prof. Dr.-Ing. R. H. Schmitt

Band 22/2021

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über https://portal.dnb.de abrufbar.

Katharina Hast:

Datenbasiertes Lernen in Produktionsnetzwerken

1. Auflage, 2021

Apprimus Verlag, Aachen, 2021
Wissenschaftsverlag des Instituts für Industriekommunikation und Fachmedien an der RWTH Aachen
Steinbachstr. 25, 52074 Aachen
Internet: www.apprimus-verlag.de, E-Mail: info@apprimus-verlag.de

ISBN 978-3-98555-002-9

D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2021)

Vorwort

Diese Arbeit entstand während meiner Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Produktionssystematik des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen University. Sie ist das Ergebnis des Arbeitens in einem einzigartigen, fordernden und fördernden Umfeld, das gekennzeichnet ist durch ein enges Zusammenspiel aus relevanter Forschung und industrieller Problemlösung.

Für die Möglichkeit, in diesem Umfeld lernen und wachsen sowie mein Promotionsvorhaben realisieren zu können, gilt mein besonderer Dank meinem Doktorvater Herrn Professor Günther Schuh. Seine fortwährende Unterstützung hat wesentlich zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen. Für die Übernahme des Koreferats möchte ich besonders Herrn Professor Wolfgang Boos danken. Ferner möchte ich Herrn Professor Thomas Gries für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes sowie Herrn Professor Dirk Müller für die Annahme des Prüfungsbeisitzes danken.

Für die unvergessliche und erlebnisreiche Zeit möchte ich mich bei meinen ehemaligen als auch heutigen Kollegen am WZL bedanken. Mein besonderer Dank gilt dabei den Kollegen aus der Abteilung Produktionsmanagement. Der fachliche Austausch, die gegenseitige Unterstützung und auch die gemeinsame Zeit nach dem Feierabend waren Inspiration, Ansporn sowie ein schöner Ausgleich und bleiben unvergesslich.

Mein größter Dank gilt meiner Familie. Meine Eltern haben mir überaus viel ermöglicht und sie haben mich stets in meinen Entscheidungen unterstützt und mir einen einzigartigen Rückhalt gegeben. Dabei sind auch meine Geschwister Christina, Felix, Moritz und Leonard eine sehr wichtige Stütze für mich und stehen mir mit Rat und Tat zur Seite. Meinem Mann Christian danke ich von Herzen für den unbeschreiblichen Zuspruch, die enorme Unterstützung und das fortwährende Verständnis, was mir die Erstellung dieser Dissertation wesentlich erleichtert hat. Sophie, dir danke ich für die vielen wunderschönen Momente, die du mir in deinen ersten Lebenstagen und während der Fertigstellung dieser Dissertation geschenkt hast.

Aachen, im Mai 2021
Katharina Hast

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I
Abbildungsverzeichnis VII
Tabellenverzeichnis XIII
Formelverzeichnis XV
Abkürzungen XVII
Zusammenfassung XIX
Summary XXI
1 Einleitung 1
1.1 Ausgangssituation 1
1.2 Ziel der Arbeit 4
1.3 Forschungsmethodischer Rahmen der Arbeit 5
1.4 Aufbau der Arbeit 7
2 Grundlagen und Herausforderungen des Betrachtungs- und Gestaltungsbereiches 11
2.1 Globale Produktionsnetzwerke 11
2.1.1 Strukturen globaler Produktion 11
2.1.1.1 Grundlegende Begriffsdefinitionen 11
2.1.1.2 Aufbau von Produktionsnetzwerken 13
2.1.1.3 Leistungsfähigkeit in Produktionsnetzwerken 16
2.1.1.4 Management von Produktionsnetzwerken 19
2.1.2 Koordination von Produktionsnetzwerken 20
2.1.2.1 Formen der Netzwerkorganisation 20

2.1.2.2 Beziehungsstrukturen in Produktionsnetzwerken 23
2.1.2.3 Koordinationstypen in Produktionsnetzwerken 27
2.2 Innerbetriebliches Lernen in Produktionsnetzwerken 29
2.2.1 Wissen in Produktionsunternehmen 30
2.2.1.1 Unterscheidung der Wissenstypen 30
2.2.1.2 Definition Produktionswissen 32
2.2.1.3 Arten von Wissensträgern 33
2.2.2 Transfer von Produktionswissen 34
2.2.2.1 Elemente des Wissenstransfers 34
2.2.2.2 Durchführung eines Wissenstransfers 36
2.2.3 Lernen in Produktionsnetzwerken 39
2.2.3.1 Formen des Lernens 39
2.2.3.2 Lernen zum Transfer von Produktionswissen 42
2.2.4 Kommunikation im Lernprozess 44
2.3 Herausforderungen bei dem standortübergreifenden Lernen in Produktionsnetzwerken 47
2.3.1 Initiierung eines Lernprozesses 48
2.3.2 Durchführung eines Lernprozesses 50
2.3.3 Nutzung des erlernten Wissens 52
2.4 Handlungsbedarf aus der Praxis 53
3 Bestehende Ansätze zum Lernen in Produktionsnetzwerken 55
3.1 Konzeptionelle Ansätze für den standortübergreifenden Wissenstransfer 55
3.1.1 Wissenstransfer in intraorganisationalen Netzwerken nach TSAI 56
3.1.2 Transfer von sich änderndem Produktionswissen nach FERDOWS 57
3.1.3 Stärkung des Wissenstransfers in multinationalen Unternehmen nach GOODERHAM 59
3.1.4 Koordination des Wissenstransfers in Produktionsnetzwerken nach CHENG ET AL. 61

3.1.5 Die Replikation von Wissen nach VEJRUM WÆHRENS ET AL. 63
3.1.6 Überwindung von Wissenstransferbarrieren nach SZULANSKI ET AL. 64
3.1.7 Modellierung des Wissenstransfers in einer offenen Plattform nach SCHMIDT ET AL. 65
3.2 Datenbasierte Ansätze zum Wissenstransfer 67
3.2.1 Prozessorientierte Wissenskartierungen nach LEYER ET AL. 67
3.2.2 Wissensmanagement-Ansatz zur Erfassung organisatorischer Lernnetzwerke nach BARÃO ET AL. 69
3.2.3 Befähigung des Wissenstransfers durch Analytics in industriellen sozialen Netzwerken nach MOURTZIS ET AL. 71
3.3 Kommunikationsablauf beim Wissenstransfer 72
3.3.1 Einfluss der Kommunikationsmedien auf den Wissenstransfer nach PELTOKORPI 73
3.3.2 Arbeiten in global virtuellen Teams nach JIMENEZ ET AL. 74
3.4 Bewertung ausgewählter Ansätze 76
3.5 Forschungsdefizit, Implikationen und Handlungsbedarf 82
4 Konzeption der Methodik 85
4.1 Anforderungen an die Methodik 85
4.1.1 Inhaltliche Anforderungen 85
4.1.2 Formale Anforderungen 87
4.2 Lösungshypothesen der Arbeit 88
4.3 Grobkonzept 89
4.3.1 Entwicklung eines digitalen Schattens zum standortübergreifenden Vergleich von Produktionsprozessen 91
4.3.2 Ermittlung domänenspezifischer Wissenstransferbedarfe in Produktionsnetzwerken 93
4.3.3 Bestimmung situationsspezifischer Kommunikationsmedien für einen effizienten Lernprozess 96
4.4 Zwischenfazit und Potenziale der Methodik 98

5 Detaillierung der Methodik 99

5.1 Entwicklung eines digitalen Schattens zum standortübergreifenden Vergleich von Produktionsprozessen 100

5.1.1 Definition konstituierender Merkmale von Produktionsprozessen 101

5.1.1.1 Konstituierende Produktmerkmale 103

5.1.1.2 Konstituierende Ressourcenmerkmale 107

5.1.2 Definition von Leistungsmerkmalen zur domänenspezifischen Prozessbewertung 112

5.1.2.1 Leistungsmerkmale der Dimension Effizienz 113

5.1.2.2 Leistungsmerkmale der Dimension Flexibilität 116

5.1.2.3 Leistungsmerkmale der Dimension Zeit 118

5.1.2.4 Leistungsmerkmale der Dimension Qualität 121

5.1.3 Entwicklung eines Datenmodells als digitaler Schatten von Produktionsprozessen 123

5.1.3.1 Verknüpfung notwendiger Produkt-, Ressourcen- und Prozessdaten 124

5.1.3.2 Datenmodell zur Generierung eines digitalen Schattens von Produktionsprozessen 127

5.2 Ermittlung domänenspezifischer Wissenstransferbedarfe in Produktionsnetzwerken 130

5.2.1 Vorgehen zur datenbasierten Ermittlung von Wissenstransferbedarfen 132

5.2.1.1 Wissensgenerierung aus Datenmengen 132

5.2.1.2 Aktivitätsdiagramm zur datenbasierten Ermittlung von Wissenstransferbedarfen 134

5.2.2 Datenbasiertes Clustering vergleichbarer Produktionsprozesse 138

5.2.2.1 Datenbasierte Analysemethoden zum Bestimmen von Ähnlichkeitswerten bei Produktionsprozessen 138

5.2.2.2 Vorgehen zum Clustering vergleichbarer Produktionsprozesse 143
5.2.3 Ermittlung von Triggerpunkten für den Wissenstransferbedarf 147
5.2.3.1 Datenbasierte Analysemethoden zum Benchmarking von Produktionsprozessen 147
5.2.3.2 Vorgehen zur Identifikation von Ausreißern innerhalb der Cluster vergleichbarer Produktionsprozesse 152
5.3 Bestimmung situationsspezifischer Kommunikationsmedien für einen effizienten Lernprozess 160
5.3.1 Definition von Differenzierungsmerkmalen bei Lernsituationen 161
5.3.1.1 Differenzierungsmerkmale bei Wissenstransfersituationen 161
5.3.1.2 Kommunikationsmedien für den Lernprozess 168
5.3.2 Auswahl situationsspezifischer Kommunikationsmedien beim Lernprozess 175
5.3.2.1 Herleitung des Anforderungsgrads spezifischer Lernsituationen 175
5.3.2.2 Zuordnung geeigneter Kommunikationsmedien zu spezifischen Lernsituationen 177
5.3.3 Verifizierung des Lernprozesses 182
5.3.3.1 Initiierung von Maßnahmen aus dem Lernprozess 183
5.3.3.2 Abgleich des Lernerfolgs 185
6 Anwendung und Reflexion der Ergebnisse 187
6.1 Validierung der methodischen Schritte zur Initiierung des standortübergreifenden Lernens 187
6.1.1 Ausgangssituation 187
6.1.2 Anwendung des Vorgehens zur Ermittlung domänenspezifischer Wissenstransferbedarfe 188
6.2 Validierung der methodischen Schritte zur Durchführung von Lernprozessen 195

6.2.1 Ausgangssituation 195
6.2.2 Ergebnisse einer empirischen Studie zur Auswahl situationsspezifischer Kommunikationsmedien beim Lernprozess 197
6.3 Kritische Reflexion der praktischen Anwendung 202
6.3.1 Beurteilung hinsichtlich der inhaltlichen Anforderungen 202
6.3.2 Beurteilung hinsichtlich der formalen Anforderungen 205
6.3.3 Zwischenfazit 206
7 Zusammenfassung und Ausblick 207
8 Literaturverzeichnis 211
9 Anhang zur empirischen Studie 235
9.1 Fragebogen zur Praxisbefragung (deutsche Version) 235
9.2 Ausprägungen der Beispielszenarien 251
9.3 Zeitlicher Teilnehmerverlauf 252
9.4 Teilnehmerstruktur 253
9.5 t-Test zu der Gewichtung der Differenzierungsmerkmale von Wissenstransfersituationen 254
9.6 t-Test zum Nutzungsaufwand der unterschiedlichen Kommunikationsmedien 259
9.7 Chi-Quadrat-Test für die Zuordnung geeigneter Kommunikationsmedien zu den Beispielszenarien 263

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Explorativer Forschungszyklus nach TOMCZAK 7
Abbildung 1-2: Phasen der angewandten Forschung nach ULRICH und Anwendung im Rahmen dieser Dissertation 8
Abbildung 2-1: Organisationsformen von Produktionsnetzwerken 12
Abbildung 2-2: Strukturebenen eines Produktionsnetzwerks 16
Abbildung 2-3: Organisationsstrukturen produzierender Unternehmen 21
Abbildung 2-4: Leistungswirtschaftliche Beziehungen zwischen Standorten 24
Abbildung 2-5: Informationsaustausch in Produktionsnetzwerken 26
Abbildung 2-6: Koordinationstypen von Standorten in Produktionsnetzwerken 28
Abbildung 2-7: Wissenstreppe nach NORTH 31
Abbildung 2-8: Wissensträger in Organisationen 34
Abbildung 2-9: Elemente des Wissenstransfers 36
Abbildung 2-10: Prozess des Wissenstransfers 37
Abbildung 2-11: Wissenstransfermechanismen nach FERDOWS und MADSEN ET AL. 39
Abbildung 2-12: Unterscheidung von Lerntheorien 41
Abbildung 2-13: Elemente der Kommunikation 45
Abbildung 2-14: Media-Richness-Modell nach DRAFT UND LENGEL 47
Abbildung 2-15: Herausforderungen für das standortübergreifende Lernen in Produktionsnetzwerken 54
Abbildung 3-1: Verschiedene Standorttypen beim Wissenstransfer nach FERDOWS 58
Abbildung 3-2: Modell der Determinanten des Wissenstransfers nach GOODERHAM 60

Abbildung 3-3: Zusammenhänge der vier Wissensfragen nach CHENG ET AL. 62
Abbildung 3-4: Roadmap für den Wissenstransfer nach VEJRUM WÆHRENS ET AL. 64
Abbildung 3-5: Modell des Wissenstransfers nach SCHMIDT ET AL. 67
Abbildung 3-6: Beispiel von verbundenen Prozessen im Modell nach LEYER ET AL. 68
Abbildung 3-7: Analyse eines organisationalen sozialen Netzwerks nach BARÃO ET AL. 70
Abbildung 3-8: Vorgehensweise zum Wissensmanagement nach MOURTZIS ET AL. 72
Abbildung 3-9: Komplexitätsdimensionen von globalen virtuellen Teams nach JIMENEZ ET AL. 75
Abbildung 3-10: Zusammenfassende Bewertung bestehender Ansätze 76
Abbildung 3-11: Forschungsdefizit für das standortübergreifende Lernen in Produktionsnetzwerken 83
Abbildung 4-1: Inhaltliche Anforderungen an die Methodik zum standortübergreifenden Lernen in Produktionsnetzwerken 87
Abbildung 4-2: Grobkonzept der Methodik zum standortübergreifenden Lernen in Produktionsnetzwerken 90
Abbildung 4-3: Vorgehen zur Entwicklung eines digitalen Schattens zum standortübergreifenden Vergleich von Produktionsprozessen 92
Abbildung 4-4: Vorgehen zur Ermittlung domänenspezifischer Wissenstransferbedarfe in Produktionsnetzwerken 94
Abbildung 4-5: Vorgehen zur Bestimmung situationsspezifischer Kommunikationsmedien für den Lernprozess 97
Abbildung 5-1: Gliederungsübersicht und Vorgehensweise der Methodik zum datenbasierten Lernen in Produktionsnetzwerken 99
Abbildung 5-2: Übersicht der detaillierten Lösung des ersten Lösungsbausteins 101
Abbildung 5-3: Betrachtete Strukturebenen eines Produktionsnetzwerks 102
Abbildung 5-4: Merkmale und Merkmalsausprägungen von Produkten und Baugruppen 104

Abbildung 5-5: Merkmale und Merkmalsausprägungen von Komponenten 106
Abbildung 5-6: Merkmale und Merkmalsausprägungen von Standorten bzw. Segmenten 108
Abbildung 5-7: Merkmale und Merkmalsausprägungen von Systemen 110
Abbildung 5-8: Merkmale und Merkmalsausprägungen von Arbeitsplätzen 111
Abbildung 5-9: Leistungsmerkmale der Dimension Effizienz 115
Abbildung 5-10: Leistungsmerkmale der Dimension Flexibilität 116
Abbildung 5-11: Leistungsmerkmale der Dimension Zeit 119
Abbildung 5-12: Leistungsmerkmale der Dimension Qualität 122
Abbildung 5-13: Datenquellen und Verknüpfung von Produkt-, Ressourcen- und Prozessdaten 125
Abbildung 5-14: Beispiel zu der Verknüpfung von Produkt- und Ressourcenmerkmalen 126
Abbildung 5-15: UML-Datenmodell zur Generierung eines digitalen Schattens von Produktionsprozessen 130
Abbildung 5-16: Übersicht der detaillierten Lösung des zweiten Lösungsbausteins 131
Abbildung 5-17: KDD Prozess zur Wissensgenerierung aus Datenmengen 133
Abbildung 5-18: UML-Notation zur Erstellung von Aktivitätsdiagrammen 134
Abbildung 5-19: UML-Aktivitätsdiagramm zur datenbasierten Ermittlung von Lernbedarfen 137
Abbildung 5-20: Skalierungen und Messbarkeitseigenschaften von Merkmalen 139
Abbildung 5-21: Übersicht von Clusteranalyseverfahren 141
Abbildung 5-22: Matrix zur Darstellung der Ähnlichkeit bei nicht-metrischen Merkmalen 142
Abbildung 5-23: UML-Aktivitätsdiagramm zum Clustering von vergleichbaren Produktionsprozessen 145
Abbildung 5-24: Anwendung der SPC im Rahmen dieser Arbeit im Vergleich zur Anwendung in der Qualitätssicherung 148

Abbildung 5-25: Beispielhafte Verteilungsfunktion und Regelkarte 149
Abbildung 5-26: Typen verschiedener Regelkarten 151
Abbildung 5-27: UML-Aktivitätsdiagramm zur Identifikation von Ausreißern innerhalb von Prozessclustern 153
Abbildung 5-28: Anwendung der Urwert-Karte zur Überprüfung der Stabilität von Einzelprozessen 154
Abbildung 5-29: Anwendung der Mittelwert-Spannweiten Karte zur Überprüfung der Stabilität eines Prozessclusters für ein Benchmarking 155
Abbildung 5-30: Anwendung der Moving Average Karte zur Überprüfung der Stabilität eines Prozessclusters in der Prozessüberwachung 156
Abbildung 5-31: Übersicht der detaillierten Lösung des dritten Lösungsbausteins 161
Abbildung 5-32: Elemente des Wissenstransfers 162
Abbildung 5-33: Differenzierungsmerkmale der Wissenstypen beim Wissenstransfer 163
Abbildung 5-34: Differenzierungsmerkmale der Wissenssender und -empfänger beim Wissenstransfer 164
Abbildung 5-35: Differenzierungsmerkmale des organisatorischen Kontextes beim Wissenstransfer 165
Abbildung 5-36: Einfluss der Differenzierungsmerkmale auf die Auswahl geeigneter Kommunikationsmedien für den Lernprozess 167
Abbildung 5-37: Eigenschaften relevanter Kommunikationsmedien für den Wissenstransfer 170
Abbildung 5-38: Anforderungen an die Anwendung spezifischer Kommunikationsmedien 174
Abbildung 5-39: Zusammensetzung des Anforderungsgrads spezifischer Lernsituationen (exemplarisches Beispiel) 176
Abbildung 5-40: Wertgrenzen zur Einstufung des Gesamtanforderungsgrads 178
Abbildung 5-41: Lösungsmatrix zur Auswahl situationsspezifisch geeigneter Kommunikationsmedien 182
Abbildung 5-42: Kreislauf zur Durchführung von Lernprozessen 183

Abbildung 5-43: Exemplarische Maßnahmen aus einem Lernprozess in der Produktion 184

Abbildung 5-44: UML-Aktivitätsdiagramm zum Abgleich des Lernerfolgs nach der Durchführung eines Lernprozesses 186

Abbildung 6-1: Relevante Produkt- und Ressourcenmerkmale für das Fallbeispiel 189

Abbildung 6-2: Beispiel eines Clusters vergleichbarer Produktionsprozesse zur Herstellung von Kolben innerhalb des Fallbeispiels 192

Abbildung 6-3: Beispiel des Benchmarkings innerhalb eines Clusters vergleichbarer Produktionsprozesse für das Fallbeispiel 193

Abbildung 6-4: Beispiel der Prozessüberwachung für das Leistungsmerkmal Durchsatz 195

Abbildung 6-5: Teilnehmerstruktur der Praxisbefragung zur Durchführung von Lernprozessen 197

Abbildung 6-6: Bewertung des Einflusses der Differenzierungsmerkmale auf die Auswahl von Kommunikationsmedien beim Lernprozess 198

Abbildung 6-7: Bewertung des Nutzungsaufwands einzelner Kommunikationsmedien beim Lernprozess 200

Tabellenverzeichnis

Tabelle 6-1: Zuordnung geeigneter Kommunikationsmedien zu Lernprozessen bei der Praxisbefragung 201

Formelverzeichnis

Formel 5-1:	Ermittlung der euklidischen Distanz $\boldsymbol{d}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y})$	140
Formel 5-2:	Ermittlung von Ähnlichkeitswerten nach dem Jaccard-Koeffizienten oder dem Simple-Match-Koeffizienten $\boldsymbol{S}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y})$	143
Formel 5-3:	Quantifizierung der Dringlichkeit eines Lernprozesses	158

Abkürzungen

AB	Anteil fremdbezogener Bedarfspositionen
allg.	allgemein
BDE	Betriebsdatenerfassung
CNC	Computerized Numerical Control
C_M	Maschinenfähigkeitsindex
C_{MK}	Kritischer Maschinenfähigkeitsindex
C_P	Prozessfähigkeitsindex
C_{PK}	Kritischer Prozessfähigkeitsindex
DBSCAN	Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
ε	Epsilon-Parameter für den maximalen Abstand zwischen zwei Objekten beim DBSCAN Algorithmus
EPEI	Every Part Every Interval
ERP	Enterprise Resource Planning
ggfs.	gegebenenfalls
H	Hora (lat.: Stunde)
i.A.a	in Anlehnung an
IT	Informationstechnologie
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
KPI	Key Performance Indicator (Kennzahl)
m	Meter

M	Manning Level (Personalstärke)
MES	Manufacturing Execution System
MDE	Maschinendatenerfassung
Mgl.	Möglichkeit
min	Minuten
MinPts	Kleinste Clustergröße beim DBSCAN Algorithmus
MinSim	Minimaler Ähnlichkeitswert bei der Ähnlichkeitsanalyse nach dem Jaccard-Koeffizienten
MNC	Multinational Corporation
NEE	Net Equipment Effectiveness
Npos	Anzahl zugeordneter Stücklistenposten
Nst	Anzahl der Strukturstufen in der Stückliste
OEE	Overal Equipment Effectiveness
PDM	Produktdatenmanagement
Ra	Mittenrauwert
SNA	Social Network Analyses
SPC	Statistische Prozesskontrolle
Stck.	Stück
Std.	Stunde
t	Zeit
u.a.	unter anderem
UML	Unified Modeling Language
usw.	und so weiter
Vgl./vgl.	Vergleiche/vergleiche
vs.	versus
WT	Wissenstransfer
WZL	Werkzeugmaschinenlabor (der RWTH Aachen)
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
zw.	zwischen

Zusammenfassung

Die globale Wirtschaft ist seit Jahrzehnten geprägt von zunehmend internationalen Verflechtungen, was dazu führt, dass eine Vielzahl von Unternehmen die Herstellung von Produkten über mehrere Produktionsstandorte in verschiedenen Ländern verteilen und in globalen Produktionsnetzwerken agieren. Von großer Relevanz ist dabei die Verteilung von Wissen in Produktionsnetzwerken. Der unternehmensinterne Transfer von Produktionswissen in einem Lernprozess ist dabei zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil geworden.

Jedoch fehlt die Transparenz in Produktionsnetzwerken, um zu identifizieren, zu welchem Zeitpunkt zwischen welchen Mitarbeitern ein Lernprozess notwendig ist. Darüber hinaus existieren weder in der Praxis noch der Forschung Ansätze, dass Mitarbeiter effektiv und effizient standortübergreifend voneinander lernen und Wissen transferieren können. Damit wird die übergeordnete Forschungsfrage hergeleitet wie identifiziert werden kann, zu welchem Zeitpunkt welche Mitarbeiter in einem Produktionsnetzwerk voneinander lernen sollen und wie dieser Lernprozess anschließend anwender- und aufwandsgerecht gestaltet werden kann.

Basierend auf der Forschungsfrage entwickelt die Autorin eine Methodik zum datenbasierten Lernen in Produktionsnetzwerken, bestehend aus drei Lösungsbausteinen. Die ersten zwei Bausteine fokussieren die Initiierung des standortübergreifenden Lernens und im dritten Baustein wird die Durchführung von Lernprozessen betrachtet. Im ersten Lösungsbaustein wird der Betrachtungsbereich strukturiert, indem ein digitaler Schatten zum standortübergreifenden Vergleich von Produktionsprozessen entwickelt wird. Darauf folgt im zweiten Lösungsbaustein ein Vorgehen zur datenbasierten Ermittlung domänenspezifischer Wissenstransferbedarfe in Produktionsnetzwerken. Im abschließenden dritten Lösungsbaustein erfolgt die Bestimmung situationsspezifischer Kommunikationsmedien für den Lernprozess, um diesen anwender- und aufwandsgerecht durchzuführen.

Summary

For decades, the global economy is characterized by increasingly international interdependencies, resulting in a large number of companies distributing the manufacture of products across several production sites in different countries. Thus, companies are operating in global production networks where the globally distribution of knowledge is of great relevance. In this context, the intra-company transfer of production knowledge in a learning process has become a decisive competitive advantage.

However, there is a lack of transparency in production networks to identify at which point in time and between which employees a learning process is necessary. Furthermore, there are no approaches, either in practice or in research, to enable employees to learn from each other and transfer knowledge across locations effectively and efficiently. Thus, the overarching research question is derived how to identify in a production network at which point in time and which employees should learn from each other and subsequently how the learning process can be designed user- and effort-appropriate.

Based on the research question, the author develops a methodology for databased learning in production networks, consisting of three solution modules. The first two modules focus on the initiation of cross-site learning and the third module on the execution of learning processes. In the first solution module, a digital shadow for the cross-site comparison of production processes is developed to structure the scope of observation. Secondly, a procedure for the databased determination of domain-specific knowledge transfer needs in production networks is developed. In the final third solution module, situation-specific communication media for the learning process are determined in order to implement the learning process in a user and effort-appropriate way.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die globale Wirtschaft ist seit Jahrzehnten geprägt von zunehmend internationalen Verflechtungen. Dabei ist während der letzten 50 Jahre der Welthandel überwiegend schneller gewachsen als die globale Wirtschaftsleistung. Weltweit wird zunehmend mehr produziert und ein immer größerer Teil der produzierten Güter wird über Landesgrenzen hinweg verschickt. Der größte und am meisten wachsende Anteil der gehandelten Waren sind in diesem Zusammenhang Zwischenprodukte, wie Komponenten und Halbfertigware. Dies bedeutet, dass die Herstellung von Produkten sich über mehrere Produktionsstandorte in verschiedenen Ländern verteilt, was dazu führt, dass Unternehmen in globalen Produktionsnetzwerken operieren.[1] Dabei ist dies längst kein ausschließliches Thema mehr für große Konzerne, sondern heutzutage agieren Unternehmen jeder Größe in Form von globalen Produktionsnetzwerken.[2] Produzierende Unternehmen stehen dabei vor der Herausforderung, in einem zunehmend unsicheren und turbulenten Umfeld zu agieren.[3] Bezogen auf das Betreiben globaler Produktionsnetzwerke ist eine zusätzliche Herausforderung die enorme Komplexität des Netzwerks, in Form der hohen Anzahl und Vielfalt an Elementen.[4] Damit befindet sich ein Produktionsnetzwerk kontinuierlich im Wandel, und neben den physischen Änderungen, z.B. in Form der Verlagerung von Wertschöpfungsumfängen, ist auch der Wandel von immateriellen Gütern wie Wissen von großer Relevanz.[5] Vielfach wird Wissen sogar als eine der wichtigsten Ressourcen bezeichnet und der Transfer

[1] Vgl. Ferdows, K. (2018) Keeping up with growing complexity, S. 392 f.; The World Bank (2019) Trade (% of GDP).
[2] Vgl. Lanza, G./Ferdows, K. et al. (2019) Global production networks, S. 823.
[3] Vgl. Böhnke, N.-C./Pointner, A. et al. (2017) Supply-Chain-Strategien im Zeitalter von VUCA, S. 555.
[4] Vgl. Lanza, G./Ferdows, K. et al. (2019) Global production networks, S. 830.
[5] Vgl. Fredriksson, A./Jonsson, P. (2019) The impact of knowledge properties a, S. 197.