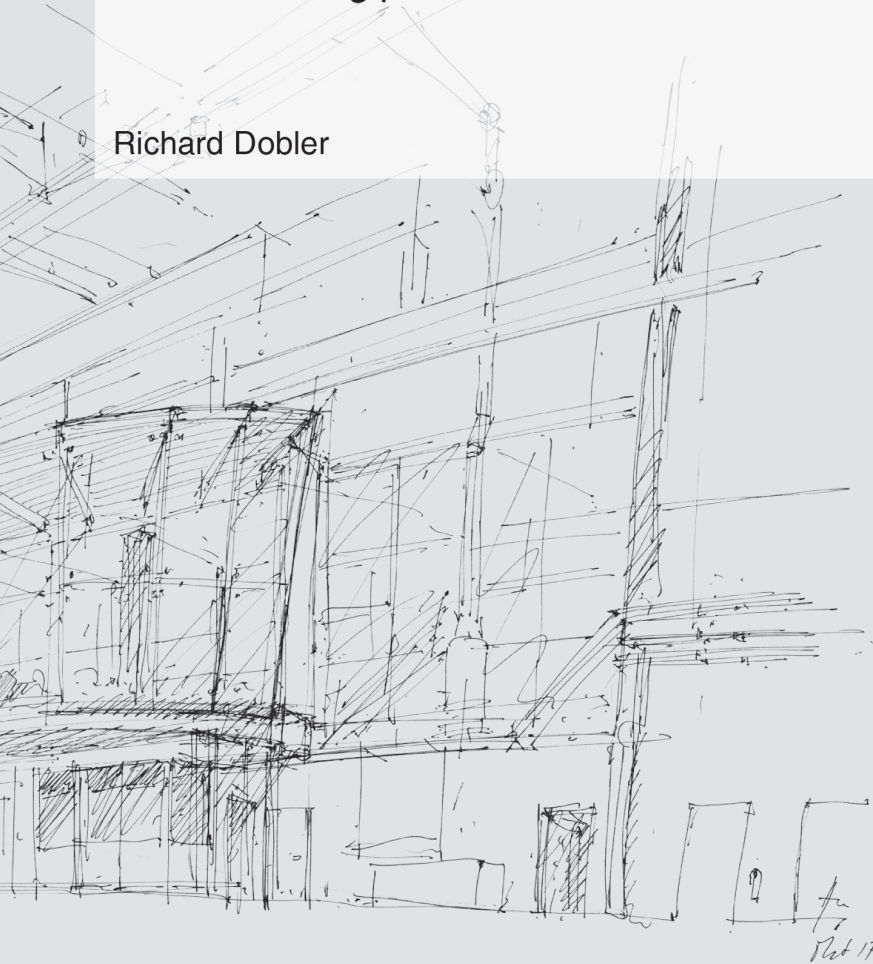


Frühaufklärung produktionstechnischer Defizite

Richard Dobler



Richard Dobler

Frühaufklärung produktionstechnischer Defizite

utzverlag · München 2024

Forschungsberichte iwb
Band 390

Ebook (PDF)-Ausgabe:
ISBN 978-3-8316-7788-7 Version: 1 vom 14.06.2024
Copyright© utzverlag 2024

Alternative Ausgabe: Softcover
ISBN 978-3-8316-5053-8
Copyright© utzverlag 2024

Geleitwort der Herausgeber

Die Produktionstechnik ist für die Weiterentwicklung unserer Industriegesellschaft von zentraler Bedeutung, denn die Leistungsfähigkeit eines Industriebetriebes und damit die Sicherheit der Arbeitsplätze hängen entscheidend von den eingesetzten Produktionsmitteln, den angewandten Produktionsverfahren und der eingeführten Produktionsorganisation ab. Erst das optimale Zusammenspiel von Mensch, Organisation und Technik erlaubt es, alle Potentiale für den Unternehmenserfolg auszuschöpfen.

Um in dem Spannungsfeld Komplexität, Kosten, Zeit und Qualität bestehen zu können, müssen Produktionsstrukturen ständig neu überdacht und weiterentwickelt werden. Dabei ist es notwendig, die Komplexität von Produkten, Produktionsabläufen und -systemen einerseits zu verringern und andererseits besser zu beherrschen.

Ziel der Forschungsarbeiten des *iwb* ist die ständige Verbesserung von Produktentwicklungs- und Planungssystemen, von Herstellverfahren sowie von Produktionsanlagen. Betriebsorganisation, Produktions- und Arbeitsstrukturen sowie Systeme zur Auftragsabwicklung werden unter besonderer Berücksichtigung mitarbeiterorientierter Anforderungen sowie von Nachhaltigkeitsaspekten entwickelt. Die dabei notwendige Steigerung des Automatisierungsgrades darf jedoch nicht zu einer Verfestigung arbeitsteiliger Strukturen führen. Fragen der optimalen Einbindung des Menschen in alle Planungs- und Entwicklungsprozesse spielen deshalb eine sehr wichtige Rolle.

Die im Rahmen dieser Buchreihe erscheinenden Bände stammen thematisch aus den Forschungsbereichen des *iwb*. Diese reichen von der Entwicklung von Produktionssystemen über deren Planung bis hin zu den eingesetzten Technologien in den Bereichen Fertigung und Montage. Die Steuerung und der Betrieb von Produktionssystemen, die Qualitätssicherung, die Verfügbarkeit und die Autonomie sind Querschnittsthemen hierfür. In den Forschungsberichten des *iwb* werden neue Ergebnisse und Erkenntnisse aus der praxisnahen Forschung des Institutes veröffentlicht. Diese Buchreihe soll dazu beitragen, den Wissenstransfer zwischen dem Hochschulbereich und den Anwendenden zu verbessern.

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit am ifp - Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg Institut für Produktion und Logistik GmbH & Co. KG.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Daub und Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh, den Leitern des Instituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwb*) der Technischen Universität München, danke ich für die wohlwollende Förderung und Unterstützung meiner Arbeit.

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. em. Dr.-Ing. Gunther Reinhart, dem ehemaligen Leiter des *iwb*, danke ich darüber hinaus für die zahlreichen Diskussionen und hilfreichen Ratschläge. Die Betreuung war in jeder Hinsicht von höchster Qualität, ohne die menschlichen Aspekte zu vernachlässigen.

Bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk möchte ich mich für die Übernahme des Korreferats und die aufmerksame Durchsicht der Arbeit recht herzlich bedanken. Herrn Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Daub danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Herrn Dr.-Ing. Gerhard Nowak und Frau Denise Pohlig, der Geschäftsführung des ifp, danke ich für ihre fortwährende Unterstützung während der Promotion. Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Mitarbeitenden des ifp für die einzigartige Zusammenarbeit und die vielen Diskussionen sowie die tolle gemeinsame Zeit am Institut.

Mein besonderer Dank gilt meinen Studenten Simon Schopf, Michael Martin und Nicolas Frech, welche durch ihre Studienarbeiten maßgeblich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen haben.

Meinen Eltern Viktor und Valentina wie auch meinen Geschwistern Oliver und Nelli danke ich für die Unterstützung und Förderung meiner Interessen von klein auf. Erst dadurch konnte ich mich frei entfalten und all meine Ziele erreichen.

Meiner Frau Bernadette danke ich für die emotionale Unterstützung während den schwierigen Phasen bei der Erstellung der Arbeit. Durch sie war es mir möglich wieder neue Energie zu sammeln und letztendlich diese Arbeit fertigzustellen. Ihr möchte ich diese Arbeit widmen.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
Verzeichnis der Formelzeichen	VII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Zielsetzung.....	4
1.3 Wissenschaftliche Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	5
2 Grundlagen	11
2.1 Theoretische Grundlagen und Begriffsdefinitionen.....	11
2.1.1 Produktion	11
2.1.2 Diskontinuität	14
2.1.3 Frühaufklärung.....	16
2.1.4 Zukunftsforschung	18
2.1.5 Produktionstechnisches Defizit.....	21
2.1.6 Methode und Methodik	22
2.2 Methodische Grundlagen.....	23
2.2.1 Modellbildung und Simulation.....	23
2.2.2 Ursache-Wirkungs-Diagramm	24
2.2.3 Paarweiser Vergleich.....	26
2.2.4 Einflussanalyse.....	27
2.2.5 Morphologische Analyse.....	29
2.2.6 Operations Research.....	30
3 Stand der Wissenschaft	33
3.1 Ansätze der Frühaufklärung in Produktion und Logistik.....	33

3.2	Ansätze der Zukunftsforschung in Produktion und Logistik	41
3.3	Ansätze der Eignungsüberprüfung von Betriebsmitteln.....	46
3.4	Vergleich der Ansätze und Bewertung	50
3.5	Fazit und Ableitung des Handlungsbedarfs	54
4	Anforderungen an die Methodik	57
4.1	Spezifische Anforderungen.....	57
4.2	Allgemeine Anforderungen.....	58
5	Methodik zur Frühaufklärung produktionstechnischer Defizite	59
5.1	Einordnung der Methodik	59
5.2	Konzeption der Methodik.....	61
5.3	Phase 1: Beschreibung produktionskritischer Diskontinuitäten und deren Auswirkungen	63
5.3.1	Modul 1.1: Identifikation produktionskritischer Diskontinuitäten	64
5.3.2	Modul 1.2: Verarbeitung produktionskritischer Diskontinuitäten	80
5.3.3	Modul 1.3: Bewertung produktionskritischer Diskontinuitäten	83
5.3.4	Modul 1.4: Evaluation produktionskritischer Diskontinuitäten	87
5.4	Phase 2: Identifikation und Analyse produktionstechnischer Defizite	91
5.4.1	Modul 2.1: Identifikation produktionstechnischer Defizite	92
5.4.2	Modul 2.2: Analyse produktionstechnischer Defizite.....	103
5.5	Phase 3: Auswahl geeigneter Maßnahmen.....	108
5.5.1	Modul 3.1: Ermittlung der unternehmensseitigen Vorgaben.....	109
5.5.2	Modul 3.2: Definition und Auswahl kompatibler Maßnahmen.....	113
6	Anwendungsbeispiel.....	123
6.1	Phase 1: Beschreibung produktionskritischer Diskontinuitäten und deren Auswirkungen	123
6.1.1	Modul 1.1: Identifikation produktionskritischer Diskontinuitäten	123
6.1.2	Modul 1.2: Verarbeitung produktionskritischer Diskontinuitäten	130
6.1.3	Modul 1.3: Bewertung produktionskritischer Diskontinuitäten	133

6.1.4	Modul 1.4: Evaluation produktionskritischer Diskontinuitäten	135
6.2	Phase 2: Identifikation und Analyse produktionstechnischer Defizite	137
6.2.1	Modul 2.1: Identifikation produktionstechnischer Defizite	138
6.2.2	Modul 2.2: Analyse produktionstechnischer Defizite	142
6.3	Phase 3: Auswahl geeigneter Maßnahmen	145
6.3.1	Modul 3.1: Ermittlung der unternehmensseitigen Vorgaben	145
6.3.2	Modul 3.2: Definition und Auswahl kompatibler Maßnahmen	147
7	Evaluation der Methodik	151
7.1	Erfüllungsgrad der gestellten Anforderungen an die Methodik	151
7.2	Kritische Diskussion der Anwendung	152
7.3	Wirtschaftlichkeitsbewertung der Anwendung	154
8	Zusammenfassung und Ausblick	159
8.1	Zusammenfassung	159
8.2	Ausblick	161
	Literaturverzeichnis	163
	Anhang	188

Abkürzungsverzeichnis

DRM	Design Research Methodology
ERP	Enterprise Resource Planning
ESD	electrostatic discharge (zu Deutsch elektrostatische Entladungen)
FF	Forschungsfrage
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
FuE	Forschung und Entwicklung
ifp	Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg Institut für Produktion und Logistik GmbH & Co. KG
<i>iwb</i>	Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften
SE	Systemelement

Hinweis

Weitere Abkürzungen sind im Formelverzeichnis enthalten.

Gleichstellung der Geschlechter

In dieser Arbeit wird nur die männliche Sprachform verwendet. Dies dient lediglich der Beibehaltung eines hohen Maßes an Lesbarkeit. Sämtliche Bezeichnungen gelten jedoch ausdrücklich gleichermaßen für alle Geschlechter.

Verzeichnis der Formelzeichen

Relevanz der Quelle im Rahmen der Ermittlung schwacher Signale

Q_n	Quelle n
r_{Q_n}	Relevanz der Quelle n
e_{Q_n}	Eignung der Quelle n
k_{Q_n}	Kosten der Quelle n
v_{Q_n}	Verlässlichkeit der Quelle n

Kritikalität eines schwachen Signals

S_m	Schwaches Signal m
k_{S_m}	Kritikalität des schwachen Signals m
n_{S_m}	Neuheit des schwachen Signals m
\ddot{u}_{S_m}	Überraschung des schwachen Signals m
b_{S_m}	Bedeutsamkeit des schwachen Signals m

Erfassung von Diskontinuitäten

D_n	Diskontinuität n
S_m	Schwaches Signal m
M_l	Megatrend l
F_k	Frühindikator k

Relative Wahrscheinlichkeit einer Diskontinuität

D_n	Diskontinuität n
-------	--------------------

p_{D_n}	Relative Wahrscheinlichkeit der Diskontinuität n
g_{D_n}	Normierte Gewichtung der Diskontinuität n
e_{D_n}	Anzahl der Einflussfaktoren der Diskontinuität n

Euklidische Distanz zweier Objekte nach BAŞARAN & GÜNEŞ (2017, S. 31)

d_{ij}	Euklidische Distanz der Elemente i und j
k	Vergleichsparameter
X_{ik}	Wert des Elements i für das Vergleichsmerkmal k
X_{jk}	Wert des Elements j für das Vergleichsmerkmal k

Fähigkeitsabgleich

B_j	Betriebsmittel j
M_j	Mitarbeitender des Betriebsmittels j
V_k	Vergleichsparameter k
P_i	Produkt i
F_{B_j}	Fähigkeit des Betriebsmittels j
F_{B_j, V_k}	Fähigkeit des Betriebsmittels j bzgl. des Vergleichsparameters k
F_{M_j}	Fähigkeit des Mitarbeitenden des Betriebsmittels j
FA_{P_i, V_k}	Fähigkeitsanforderung des Produkts i bzgl. des Vergleichsparameters k

Kapazitätsbedarf nach PRISTL (1969, S. 16)

T	Vorgabezeit
t_r	Rüstzeit
m	Stückzahl
t_e	Zeit je Einheit

Zukunftsfähigkeit von Betriebsmitteln

B_j	Betriebsmittel j
$Z_{B_j,F}$	Zukunftsfähigkeit des Betriebsmittels j bzgl. Fähigkeit
$x_{B_j,F}$	Binäre Variable zur Beurteilung des Primärbetriebsmittels des Betriebsmittels j bzgl. Fähigkeit
$y_{B_j,F}$	Binäre Variable zur Beurteilung der Betriebsmittelerweiterungen des Betriebsmittels j bzgl. Fähigkeit
$Z_{B_j,K}$	Binäre Variable zur Beurteilung der Produkthilfsmittel des Betriebsmittels j bzgl. Fähigkeit
$Z_{B_j,K}$	Zukunftsfähigkeit des Betriebsmittels j bzgl. Kapazität
$x_{B_j,K}$	Binäre Variable zur Beurteilung des Primärbetriebsmittels des Betriebsmittels j bzgl. Kapazität
$y_{B_j,K}$	Binäre Variable zur Beurteilung der Betriebsmittelerweiterungen des Betriebsmittels j bzgl. Kapazität
$Z_{B_j,K}$	Binäre Variable zur Beurteilung der Produkthilfsmittel des Betriebsmittels j bzgl. Kapazität
$Z_{B,F}$	Zukunftsfähigkeit aller Betriebsmittel bzgl. Fähigkeit
$Z_{B,K}$	Zukunftsfähigkeit aller Betriebsmittel bzgl. Kapazität
$Z_{M,F}$	Zukunftsfähigkeit aller Mitarbeitenden bzgl. Fähigkeit
$w_{M_j,F}$	Binäre Variable zur Beurteilung des Mitarbeitenden des Betriebsmittels j bzgl. Fähigkeit
$Z_{M,K}$	Zukunftsfähigkeit aller Mitarbeitenden bzgl. Kapazität
$w_{M_j,K}$	Binäre Variable zur Beurteilung des Mitarbeitenden des Betriebsmittels j bzgl. Kapazität

Gewichtung von Maßnahmenkategorien

g_m	Gewichtung der Maßnahme m
n	Variable zur Beurteilung der Maßnahmen

Optimierungsmodell zur Ermittlung kompatibler Maßnahmen

z	Zielfunktion des Unternehmens
$l_{j,a,b,m}$	Binäre Variable zur Beurteilung der Lösung des produktionstechnischen Defizits der Art a im Bereich b des Betriebsmittels j durch die Maßnahme m
g_m	Gewichtung der Maßnahme m

Priorisierung kompatibler Maßnahmen

B_j	Betriebsmittel j
$l_{j,a,b,m}$	Binäre Variable zur Beurteilung der Lösung des produktionstechnischen Defizits der Art a im Bereich b des Betriebsmittels j durch die Maßnahme m
PR_{B_j}	Prioritätskennzahl des Betriebsmittels j
PR_m	Prioritätskennzahl der Maßnahme m
$SPR_{B_j,m}$	Spezifische Prioritätskennzahl des Betriebsmittels j für die Maßnahme m

Wirtschaftlichkeitsbewertung der Anwendung

$\#EF$	Anzahl Einflussfaktoren (schwache Signale, Megatrends, Frühindikatoren)
K_{FPD}	Kosten zur Frühaufklärung produktionstechnischer Defizite
K_{P1}	Kosten Phase 1
K_{P2}	Kosten Phase 2
K_{P3}	Kosten Phase 3
$K_{Pauschale}$	Kosten-Pauschale
$\#KB$	Anzahl zu klassifizierender neuer Betriebsmitteltypen
$\#KP$	Anzahl zu klassifizierender neuer Produkte

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Der größte Wirtschaftszweig Deutschlands wird durch das produzierende Gewerbe beschrieben, das im Jahr 2021 23,5% der gesamten Bruttowertschöpfung erzeugte (STATISTA 2022). Im produzierenden Gewerbe waren 2020 7,5 (STATISTISCHES BUNDESAMT 2022B) von insgesamt 45,1 Millionen Erwerbstätigen (STATISTISCHES BUNDESAMT 2022A) beschäftigt, was 16,4% entspricht. Damit bildet das produzierende Gewerbe das Fundament einer erfolgreichen Volkswirtschaft, zumal weitere Arbeitsplätze im Dienstleistungssektor (bspw. Logistik oder Ingenieurbüros) vom produzierenden Gewerbe abhängen (ABELE & REINHART 2011, S. 7).

Das Unternehmensumfeld weist eine hohe Dynamik und Volatilität auf (BAUR 2020, S. 141, WESTKÄMPER 1995, S. 13). Dieser externe Adaptionen Druck auf die Unternehmen hat Veränderungen in den Unternehmensstrukturen zufolge, deren Folgen von vielen Mitarbeitenden nicht angenommen werden (MESCHEDER & SALLACH 2012, S. 39). Zudem resultiert aus dem Veränderungsdruck die Notwendigkeit einer Anpassung des Leistungsportfolios der Unternehmen (LINDEMANN ET AL. 2006, S. 7). Die steigende Kundenorientierung durch individuelle Produkte führt zu einer zunehmenden Variantenvielfalt (KESPER 2012, S. 1-2). Dabei bleiben die Erwartungen der Kundschaft hinsichtlich Preis und Qualität auf einem konstanten Niveau (OSTGATHE 2012, S. 195). Es bedarf regelmäßiger Adaptionen der Fabriken und deren Produktionsstrukturen, um die Anforderungen produktionsseitig zu erfüllen (LANDHERR ET AL. 2013, S. 107).

Die Anforderungsänderungen an die Produktion eines Unternehmens werden dabei teilweise von global wirkenden Megatrends, die auf globaler gesellschaftlicher Ebene ihren Ursprung finden, induziert. Beispiele für Megatrends sind die Globalisierung, der demographische Wandel oder der Klimawandel. Die Megatrends interferieren dabei mit weiteren Entwicklungen. (ABELE & REINHART 2011, S. 10-11)

Die Summe der auf die Unternehmen wirkenden Einflüsse führt oft zu dem Phänomen, dass unerwartete Änderungsbedarfe entstehen, die es zu bewerkstelligen gilt. Auslöser dieser kurzfristigen Änderungen sind die s.g. Diskontinuitäten, die auf das Unternehmen sowohl positive als auch negative Effekte haben können (ANSOFF 1975, S. 22). Sie sind Produkt aller Einflussfaktoren auf das Unternehmen. Der Überraschungseffekt der Diskontinuitäten hat zur Folge, dass Unternehmen meist zu spät und mit den falschen Maßnahmen

auf diese reagieren (MACHARZINA & WOLF 2018, S. 17). Ein geeignetes Diskontinuitätenmanagement in Form eines Frühaufklärungssystems schafft hierbei Abhilfe, um den Überraschungseffekt zu verringern (BEA & HAAS 2019, S. 331-334).

Die Covid-19 Pandemie ist ein Beispiel für eine Entwicklung, die zu zahlreichen Diskontinuitäten mit negativen und positiven Auswirkungen geführt hat. Zum einen gaben 77% der Unternehmen an, dass sie durch Diskontinuitäten in 2020 einen Produktivitätsverlust erlitten (ELLIOTT 2021, S. 37). Zum anderen glauben 88% der produzierenden Unternehmen, dass die erfolgreichen produzierenden Unternehmen diejenigen sind, die in den Diskontinuitäten Chancen und nicht nur Risiken gesehen haben (FICTIV 2020, S. 10).

Der positive Effekt von Frühaufklärungssystemen auf das Management von Diskontinuitäten lässt sich anhand der Halbleiterkrise in der Automobilbranche verdeutlichen. Der Toyota Motor Corporation war es möglich, ihre Supply Chain der Halbleiter für einen langen Zeitraum stabil zu halten. Dazu wurde ein Frühaufklärungssystem für das Lieferantennetzwerk des Unternehmens eingesetzt. Dadurch stärkte das Unternehmen seine Position auf dem Markt und verkaufte im Jahr 2020 weltweit die meisten Automobile. (DAVIS 2021)

Durch eine frühzeitige Erfassung der Diskontinuitäten wird demnach die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen erhöht (SHEFFI 2015, S. 33). Der regelmäßige Einsatz von Frühaufklärungssystemen in Unternehmen stellt einen selten anzutreffenden Zustand dar (RUFF 2015, S. 47).

Diskontinuitäten werden durch ihre Vorboten, die s.g. schwachen Signale, vor angekündigt (KRYSTEK & MÜLLER-STEWENS 2006, S. 179). Die Möglichkeit des proaktiven Handelns durch die schwachen Signale wird anhand von Abbildung 1-1 verdeutlicht. Je früher schwache Signale detektiert werden, die auf relevante Diskontinuitäten hinweisen, desto größer ist der Handlungsspielraum des Unternehmens und desto geringer sind die Bewältigungskosten der Diskontinuitäten (FINK & SIEBE 2011, S. 198). Dies hat eine Zunahme der Unsicherheit der Informationsbasis zur Folge (MAERTINS 2019, S. 39). Die aufgezeigte Kurve der Aufmerksamkeit stellt dabei den Regelfall in der Unternehmenspraxis dar, wonach die Aufmerksamkeit der Unternehmen hinsichtlich der Diskontinuität zu einem meist zu späten Zeitpunkt steigt (FINK & SIEBE 2011, S. 198).

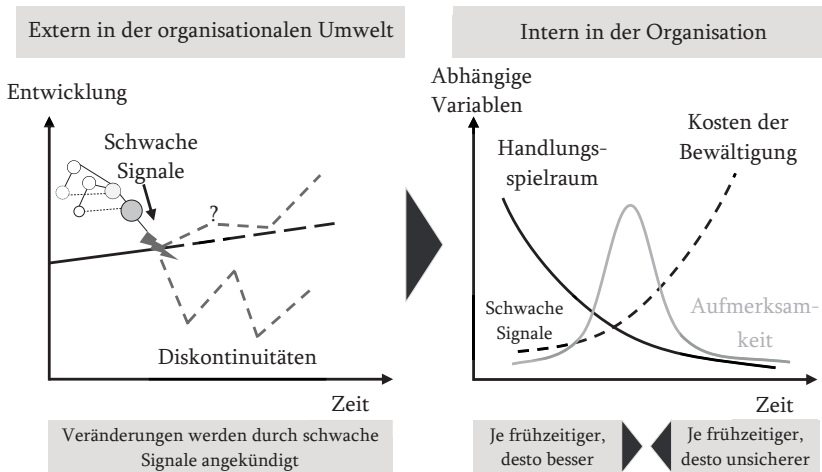


Abbildung 1-1: Schwache Signale als Befähiger proaktiven Handelns (in Anlehnung an MAERTINS 2019, S. 37, FINK & SIEBE 2011, S. 198)

Das Management von Diskontinuitäten mithilfe der Frühaufklärung bildet ein wichtiges Element des strategischen Managements (KRYSTEK & MÜLLER-STEWENS 1993, S. 21). Trotz steigenden Interesses an Frühaufklärungssystemen (DAHEIM & UERZ 2006, S. 8) werden diese in der Praxis nur in begrenztem Rahmen eingesetzt (ROLL & WEBER 2006, S. 200-201). Dem liegt die Tatsache zugrunde, dass diverse Methoden zur Frühaufklärung zwar existieren, jedoch nicht aufgezeigt wird, wie diese in einen ganzheitlichen Frühaufklärungsprozess zu integrieren sind (REICHERZ 2015, S. 124). Zudem mangelt es an einem Ansatz, der die Industrie dazu befähigt, Frühaufklärung für deren Produktionstechnik zu betreiben. Erst dadurch besteht die Möglichkeit, produktionstechnische Defizite frühzeitig zu erkennen und diese vor deren Entstehung mit entsprechenden Gegenmaßnahmen zu vermeiden. Dadurch bleibt die Produktionsfähigkeit von Industriebetrieben trotz auftretender Diskontinuitäten weiterhin erhalten, wodurch die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig gesteigert wird. Damit stellt eine Methodik zur Frühaufklärung produktionstechnischer Defizite einen entscheidenden Mehrwert im volatilen und dynamischen Unternehmensumfeld dar.

1.2 Zielsetzung

Die beschriebene Ausgangssituation konkretisiert die Relevanz von Frühaufklärungssystemen im produktionstechnischen Kontext. Damit besteht das Ziel dieser Arbeit darin, Unternehmen zur produktionsseitigen Frühaufklärung von Diskontinuitäten zu befähigen.

Hierzu gilt es zu klären, wie aus der Gesamtheit der Diskontinuitäten diejenigen bestimmt werden, die eine Produktionsrelevanz bzw. Produktionskritikalität aufweisen. Diese produktionskritischen Diskontinuitäten sollen im Laufe des Prozesses identifiziert, verarbeitet, bewertet und evaluiert werden. Die Evaluierung dient dabei der Verknüpfung mit der strategischen Planung des Unternehmens, um die gewonnenen Erkenntnisse auf strategischer Ebene nutzbar zu machen.

Zudem soll ein Weg gefunden werden, die Erkenntnisse auch auf operativer Ebene zu verwenden, um daraus produktionstechnische Defizite abzuleiten. Dazu sind auf Basis der bisherigen Ergebnisse produktionstechnische Defizite in der unternehmensspezifischen Produktionstechnik zu identifizieren und detailliert zu analysieren.

Nach Lokalisierung und Spezifizierung der produktionstechnischen Defizite sollen unternehmensspezifische Maßnahmen bestimmt werden, welche die Defizite vor ihrer Entstehung vermeidbar machen. Erst dadurch ist es möglich, die Produktionsfähigkeit des Unternehmens zu gewährleisten.

Aus den eben beschriebenen Erörterungen leiten sich die Forschungsfragen dieser Arbeit ab (vgl. Abbildung 1-2).

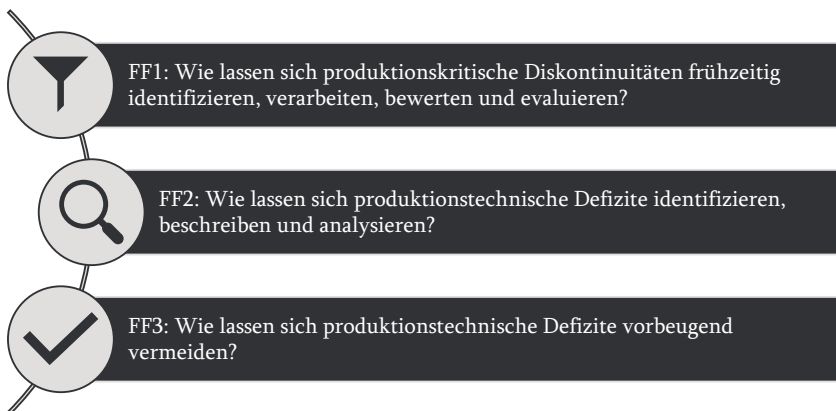


Abbildung 1-2: Forschungsfragen dieser Arbeit