

Inmitten von Schwierigkeiten liegen günstige Gelegenheiten.

*Einstein*

# 1 EINLEITUNG

Industriell gefertigte Produkte durchlaufen heute in komplexen Produktionsnetzwerken eine Vielzahl von Wertschöpfungsstufen. Angesichts dieser Komplexität sind Logistikprozesse schwer zu beherrschen. Absolut störungsfreie Prozesse sind aufgrund der Störanfälligkeit von Technik und Organisation unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht realisierbar. Störungen wie Maschinenausfälle oder Kundenwünschänderungen sind allgegenwärtig und spiegeln sich in Abweichungen von realisierten zu geplanten Prozessen wider. Dabei werden die Prozessergebnisse negativ beeinflusst. Das Ausmaß der Beeinflussung steigt, je weiter die logistische Kopplung zwischen den Prozessstufen zunimmt. Eine frühe Identifikation von Abweichungen bietet die Möglichkeit durch eine frühzeitige Reaktion die Störung aufwandsarm zu beheben, ihre Auswirkungen zu begrenzen sowie das erneute Auftreten dieser Störungsursache zu vermeiden. Frühzeitig erkannte Störungen stellen damit einen wichtigen Wettbewerbsvorteil dar.

## 1.1 Problemstellung

Der Behandlung von Störungen kommt eine steigende Bedeutung zu. Dieser Trend ist bedingt durch den zunehmenden Zielkonflikt zwischen dem steigenden Logistikkostendruck und den zunehmenden Ansprüchen an die Logistikqualität.

Um dem Kostendruck gerecht zu werden, ist auf der einen Seite die effiziente Nutzung der knappen Ressourcen oberstes Ziel. Arbeitsmittel sind kapitalintensive Ressourcen, deren Einsatz nur bei einer hohen Auslastung wirtschaftlich ist. Zulieferunternehmen stehen unter dem Druck alle Unternehmensprozesse beschleunigen zu müssen. Dazu werden Sicherheitspuffer in Form von Vorlaufzeiten und Beständen aus Zeit- und Kostengründen minimiert. Mit der Reduzierung der Zeit- und Mengenpuffer wird die Entkoppelung der Prozesse aufgehoben, so dass sich Störungen immer schneller fortpflanzen. Die Störanfälligkeit der gesamten Logistikkette wird durch diese kostenreduzierenden Maßnahmen erhöht.

Zudem steigen die Kosten, die mit einer Störung verbunden sind. Fehlleistungskosten können bis zu 25% des Umsatzes betragen /SCHO06/. Störungsbedingte Stillstände können dazu führen, dass große Kapitalanlagen unrentabel werden. Der Wettbewerb fordert von den Unternehmen die produktionssynchrone Erfüllung der Kundenwünsche mit zuverlässigen Lieferterminezusagen. Wird von der zugesagten logistischen Leistungserstellung abgewichen, so resultieren daraus Ausfallfolgekosten und Konventionalstrafen. In den immer komplexeren Supply Chains (SC) werden die negativen Auswirkungen von Störungen immer weitgreifender. Unternehmen spezialisieren sich auf ihre Kernkompetenzen. Mit sinkender Fertigungstiefe nehmen der Umfang

## 2 GRUNDLAGEN

Das Kapitel Grundlagen referiert eine Zusammenfassung des Stands der Technik zu den Kerngebieten dieser Arbeit. Dabei werden die dafür relevanten grundlegenden Begriffe, Methoden und Konzepte definiert und erläutert, um ein einheitliches Verständnis zum Thema Störungsmanagement zu erhalten. Zusätzlich wird das Thema von wichtigen verwandten Themengebieten abgegrenzt.

### 2.1 Referenzmodell

Ein Modell wird allgemein beschrieben als Vorbild, Muster oder Entwurf von Gegenständen. In den Naturwissenschaften versteht man darunter ein materielles Objekt oder theoretisches Konstrukt /BROC06/. Die Kombination mit dem Begriff „Referenz“ verstärkt den Vorbildcharakter des theoretischen Konstruktes. Ein Referenzmodell stellt ein allgemeines Modell für eine Klasse von Sachverhalten dar /KUHN95, S.98f/. Diese Sachverhalte werden durch das Referenzmodell mit verschiedenen Sichtweisen bezüglich Leistungs-, Ablauf- sowie Informations- und Kommunikationsbeziehungen allgemeingültig beschrieben /BINN04, S.103/. Referenzmodelle sind trotz ihres Anspruches auf Allgemeingültigkeit auf konkrete Modellierungsziele ausgerichtet. Aufgrund der Komplexität des Störungsmanagements ist es nicht möglich, ein allgemeingültiges Modell zu erstellen. Wenn es nicht möglich ist einen objektiven Idealzustand als Ganzes abzubilden, so kann ein Referenzmodell doch aus wieder verwendbaren Teillösungen bestehen /KLUG97, S.68/. Diese Teillösungen sind „Know-how-Speicher“, die eine Anwendung so umfassend beschreiben, dass aus ihnen die Abbilder der Realität (Anwendermodelle) mit geringem Aufwand konstruiert werden können /KUHN95, S.98f/. Die allgemeine Struktur des konzeptionellen Modells wird dahingehend konkretisiert, dass mehrere Unternehmen mit vergleichbaren Gegebenheiten darauf Bezug nehmen und es adaptieren können (vgl. /MERT01/).

Aus diesen Gründen sind Referenzmodelle ein geeignetes Instrument, um standardisierte Prozesse des Störungsmanagements hinreichend allgemeingültig, aber zugleich konkret abzubilden.

### 2.2 Modellierungswerkzeuge

Die Modellierung bezeichnet ein Arbeitsgebiet, das die Gestaltung, Beschreibung und Durchführung von Prozessen im Zusammenhang mit der Konstruktion von Modellen (in diesem Fall Referenzmodellen) zum Gegenstand hat /VBRO03, S.25/. Die Referenzmodellierung ist ein spezielles Arbeitsgebiet der Informationsmodellierung, in dem Referenzmodelle betrachtet werden /VBRO03, S.38/.

## 3 IST-ANALYSE DES STÖRUNGSMANAGEMENTS IN KMU

Als erster Schritt der Konzeption eines Referenzmodells zur Entscheidungsunterstützung im reaktiven Störungsmanagement in KMU wird zunächst die Problemstellung in der Praxis analysiert. Um die Erfüllung der Anforderungen und Ziele der KMU durch das Referenzmodell sicherzustellen, werden die in der Praxis eingesetzten Hilfsmittel und Methoden zur Störungsbehandlung aufgenommen und auf ihre Schwachstellen und ihre Potenziale untersucht. Danach werden sie den bisherigen Ansätzen des Störungsmanagements in der Literatur gegenübergestellt. Auf dieser Basis wird ein Anforderungsprofil für das zu entwickelnde Referenzmodell abgeleitet. Die Modellierung mit der Beschränkung auf ein begrenztes Anforderungsprofil erhöht die Wirtschaftlichkeit des Modells und erfüllt dadurch diesen Grundsatz ordnungsgemäßer Modellierung.

### 3.1 Vorgehensweise bei der Ist-Analyse

Die empirische Untersuchung des Störungsmanagements basiert auf der Ist-Situationsanalyse von zehn KMU<sup>7</sup> aus unterschiedlichen Branchen. Im Allgemeinen besteht der Wettbewerbsvorteil dieser KMU in sehr flexiblen Prozessen und Strukturen, mit denen sie auf Änderungen und Abweichungen reagieren können.

Als Gemeinsamkeit der analysierten Unternehmen lässt sich eine kombinierte Auftrags- und kundenneutrale Fertigung erkennen. Dabei handelt es sich um komplexe Produkte, die eine mehrstufige Fertigung bzw. mehrstufige Wertschöpfungskette durchlaufen. Das Standardsortiment der untersuchten KMU umfasst zwischen 50 und 3000 Produkte und wird kundenneutral auf Lager produziert. Hinzu kommt mehr als die doppelte Variantenanzahl an Produkten, die kundenauftragsspezifisch produziert werden. Es wird zwischen kundenspezifischen Aufträgen, sogenannten Kundenaufträgen, die durch einen Bedarf des Kunden ausgelöst werden und kundenneutralen Lageraufträgen unterschieden, welche durch das Erreichen eines Meldebestandes im eigenen Fertigteil- oder Halbzeuglager angestoßen werden. Ein Lagerauftrag füllt den Lager- bzw. Sicherheitsbestand auf und befriedigt damit einen indirekten Kundenauftrag.

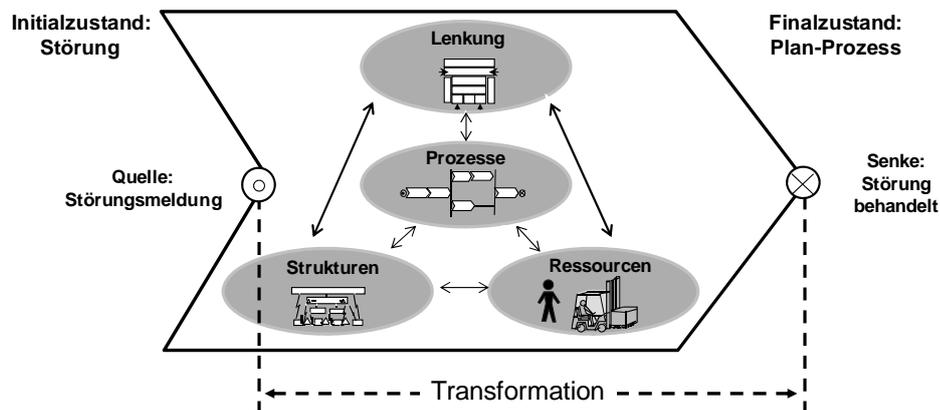
Die einzelnen Fertigungsabläufe sind über Ressourcen miteinander verknüpft, woraus eine schnelle Ausbreitung von Störungsfolgen resultiert. Die Störungen treten zudem stochastisch auf. Es zeigt sich deshalb ein nicht deterministisches, dynamisches Systemverhalten.

---

<sup>7</sup> Bei der Auswahl der KMU für die Untersuchung wurden neben der Definition der EU (< 250 Mitarbeiter und < 50 Mio. Euro Umsatz) qualitative Kriterien einbezogen, die die quantitativen Grenzen aufweichen.

## 4 REFERENZMODELLRAHMEN

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Problemstellung des Störungsmanagements empirisch untersucht wurde, wird in diesem Kapitel auf Basis der abgeleiteten Anforderungen die rahmengebende Struktur des Referenzmodells auf sachanalytischem Wege erschlossen. Dies geschieht durch die Konstruktion des Referenzmodellrahmens, der die Komplexität des Modells reduziert. Die grundsätzlichen Parameter eines Prozesskettenelementes (rahmengebende Elemente), die den Konstruktionsrahmen beschreiben sind: Strukturen, Ressourcen, Lenkung sowie Initialzustand bzw. Quellen, Prozesse und Finalzustand bzw. Senken (vgl. Abbildung 4-1).



**Abbildung 4-1: Rahmengebende Elemente**

Die äußeren Rahmenbedingungen des entwickelten Referenzmodells des reaktiven Störungsmanagements in KMU bilden der Initialzustand als Input und der Finalzustand als Output. Ergänzend werden die systembildenden Elemente, die die Transformation des Initialzustandes in den Finalzustand bestimmen, entworfen. Als Ergebnis der Konstruktion des Referenzmodellrahmens nach Schütte liegen Prozessobjektauswahlmatrizen vor /SCHÜ98, S.187/. Im Falle des Störungsmanagements sind die Störungen die Leistungsobjekte, die den Prozess der Störungsbehandlung durchlaufen. Diese Leistungsobjekte werden in einer Störungsmatrix klassifiziert (vgl. Kapitel 4.4.2.3).

### 4.1 Strukturen

Die grundsätzlichen Strukturen der KMU und damit des Referenzmodells werden durch die in der Ist-Situationsanalyse in Kapitel 3 beschriebenen Strukturen von KMU bestimmt. Der Schwerpunkt liegt auf kleinen und mittleren Produktionsunternehmen mit einer kombinierten kundenspezifischen und kundenneutralen Auftragsabwicklung mit mehrstufigen Wertschöpfungsprozessen. Die weiteren spezifischen Merkmale der KMU sind in Abbildung 4-2 mit Hilfe

## 5 MODELLIERUNG

Die Modellierung umfasst die von Schütte definierten Phasen der Konstruktion der Referenzmodellstruktur sowie die Komplettierung der Referenzmodellierung. Die in der Zielsetzung beschriebenen Ziele lassen sich gemäß der Ist-Situationsanalyse (Kapitel 3) durch eine antizipative strategische und taktische Planung der Prozessabläufe für den Störfall erreichen. Ein standardisiertes, aber flexibles Referenzmodell für eine schnelle zuverlässige Störungside ntifizierung und -behandlung wird hier entwickelt, indem operative Steuerungsmaßnahmen auf der strategischen Ebene vorstrukturiert werden. Das Referenzmodell bildet Prozeduren zur Eliminierung der Abweichungen zwischen der mittel- und langfristigen Supply Chain Planung und der operativen Prozessausführung ab.

### 5.1 Aufbau des Referenzmodells

Das Referenzmodell strukturiert sich analog zu der Gliederung der Ist-Situationsanalyse, die sich in Prozessen und Strukturen gliedert, in zwei Untermodelle:

- integriertes Prozess- und Informationsmodell
- Aufbauorganisationsmodell

Analog zur Ist-Situationsanalyse wird das Prozessketteninstrumentarium für die Gestaltung und Modellierung von standardisierten Störungsmanagementprozessen und ihren Strukturen eingesetzt.

#### 5.1.1 Integriertes Prozess- und Informationsmodell

Die Aufgabe der Entstörung ist es, Abstimmungsprozesse möglichst effizient zu gestalten /HEIL95, S.134/. Kernziel des Prozessmodells ist, die Entscheidungen des Störungsmanagements zu unterstützen und die dafür benötigten Informationen zu liefern. Da das Informationsmodell bzw. Datenmodell nach Schütte anwendungsabhängig gestaltet werden kann, wird es in das Prozessmodell integriert /SCHÜ98, S.223/.

##### Informationsmodell

In einem Informationsmodell werden laut Schütte Daten anwendungs-/ prozessabhängig repräsentiert /SCHÜ98, S.223/. Übertragen auf das Referenzmodell des Störungsmanagements bedeutet dies, dass Informationen störungsklassenspezifisch bereitgestellt werden. Aufgrund der Prozessorientierung ist das Informationsmodell an dem Prozessmodell ausgerichtet. Entlang des Entscheidungsprozesses werden drei Arten von Informationen unterschieden:

## 6 ANWENDUNG DES MODELLS IN EINEM WORKFLOWBASIERTEM ASSISTENZSYSTEM

Nach der Entwicklung des Referenzmodells in den vorangegangenen Kapiteln erfolgt als abschließender Schritt der Referenzmodellierung die exemplarische Anwendung des Modells. Als Anwendungsbeispiel werden die Prozesse in ein Assistenzsystem zur Entscheidungsunterstützung im Störungsmanagement implementiert. Dazu wird ein Anwendungsmodell durch die Adaption an konkrete Szenariodaten erstellt. Dieses wird prototypisch in ein IT-System integriert.

### 6.1 Systemauswahl

Nach Kuhn werden Verbesserungen der Logistikleistungen zu mehr als 70% über Software erreicht /KUHN95, S.57/. Der Grund dafür liegt unter anderem in der Nachhaltigkeit von softwaregestützten Prozessen. Deshalb werden die hier entwickelten Referenzprozesse und -strukturen zur nachhaltigen Umsetzung in eine Softwarelösung integriert. Dabei ist darauf zu achten, dass die softwaretechnischen Anforderungen nicht die primäre Herausforderung für die Unternehmen darstellen /TEUT07/. Das System muss den komplexen, unternehmensübergreifenden Sachverhalt flexibler und weniger automatisiert abbilden als ein SCEM-System, um für KMU geeignet zu sein (vgl. /WIEN96/).

Im Gegensatz zu herkömmlichen Planungssystemen, die ein Problem selbstständig bearbeiten und eine endgültige Lösung präsentieren, ist für die KMU-gerechte Prozessplanung und -steuerung im Störfall die Einbindung des Menschen als Entscheidungsträger unerlässlich. Aus diesem Grund bieten sich Assistenz- oder Entscheidungsunterstützungssysteme an. Dies sind interaktive Mensch-Maschine-Systeme, die den Entscheidungsträger unterstützen und an seinem Informationsbedürfnis ausgerichtet sind. Assistenzsysteme zur Entscheidungsunterstützung umfassen Aufgaben der Entscheidungsvorbereitung und/oder der Entscheidungsfindung, können aber auch Funktionen zur Entscheidungsausführung und -überwachung bereitstellen /KUHN08a/. Zielsetzung von Assistenzsystemen ist es, den Experten im betrieblichen Alltag durch rechnergestützte Werkzeuge bei dem Problemlösungsprozess zu unterstützen. Ausschlaggebend ist, dass die eigentliche Entscheidung beim Experten verbleibt. So können neben Informationen, Berechnungen und Bewertungen des Systems Kreativität, Erfahrung und Intuition in die Lösungsfindung eingehen /KUHN95, S.76f/. Bei der anschließenden Entscheidungsausführung und -überwachung kann das System dann wiederum assistieren (vgl. /BLUT07/). Vorrang vor mathematisch exakter Optimierung hat eine schnelle Informationsbereitstellung /SCHE97, S.548f/. Wobei nicht nur aktuelle Informationen, sondern auch zu einem Know-how-Pool verdichtetes Wissen bereitgestellt werden /KUHN95, S.79/. Das Wissen stammt aus den durchgeführten Erhebungen und wird durch die fortlaufende Dokumentation

## 7 FAZIT

Eine effiziente Wertschöpfung bei der betrieblichen Leistungserstellung ist u.a. nur unter Beachtung der Zielvorgaben „geringe Bestände“ und „hohe Auslastung“ zu erreichen. Allerdings ist dies mit dem Risiko einer hohen Störanfälligkeit des komplexen Gesamtprozesses verbunden. Insbesondere JIT- und JIS-Ansätze mit einem hohen Anspruch an Liefertermintreue bei gleichzeitig möglichst geringen Beständen machen ein gutes Störungsmanagement unabdingbar. Die Bedeutung des Störungsmanagements wächst für Unternehmen im internationalen Wettbewerb proportional zur allgemeinen Verringerung der Fertigungstiefe und zur Abhängigkeit von Wertschöpfungspartnern.

Einen Lösungsansatz für die Identifizierung und Behandlung von Abweichungen an diesen vermehrten Schnittstellen stellt das SECM. Es ist jedoch besonders für KMU nicht praktikabel. In diesem Spannungsfeld stellt das entwickelte Referenzmodell, welches das Störungsmanagement um einige SCEM-Komponenten erweitert, einen praktikablen Kompromiss dar. Vor- und nachgelagerte Partnerunternehmen werden in die Abläufe der Entstörung eingebunden. Integriert in ein Assistenzsystem zur Entscheidungsunterstützung liefert dieses Vorgehen eine Alternative zum SCEM, besonders für die KMU als schwächste Partner in einer Supply Chain.

Für die Unternehmen besteht bei der Nutzung des Referenzmodells das reaktive Störungsmanagement darin, relevante vordefinierte Prozessmodule auszuwählen und mittels eines „flexibilisierten“ WFMS umzusetzen sowie diese Abläufe zu dokumentieren. Der „Störungsmanager“ benötigt bei der Umsetzung weder detailliertes Prozess-Know-how noch detaillierte Kenntnisse über Prozessmodellierung und Modellierungssprachen. Die Koordination von Informationen, Entscheidungen und Maßnahmen wird durch das Modell unterstützt und so die Reaktionszeit minimiert. Im Anschluss ist eine Auswertung und Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen möglich.

Vorteil dieses vorgestellten Lösungskonzeptes ist eine Reduzierung des zeitlichen und personellen Modellierungsaufwandes, den die KMU für die strategische Planung des Störungsmanagements aufbringen müssen. Der Modellierungsaufwand der Prozesse besteht in der Adaption und Instanziierung des Referenzmodells. Hierzu ist nur die Kenntnis der Prozesse im eigenen Unternehmen notwendig. Erfahrungen mit Modellierungssprachen sind nicht erforderlich. In der strategischen Modellierungsphase können die KMU so in der Regel auf externe Beratungsleistungen verzichten. Prozessmodellierung mit Hilfe von Referenzmodellen steigert die Effektivität und die Effizienz der Modellierung. Neben den Kostenvorteilen bietet diese Art der Konfiguration den Vorteil einer sicheren Qualität der konstruierten Prozesse. Es können Bestände durch Informationen ersetzt werden.

Eine häufig vertretene Meinung, dass standardisierte Prozesse und besonders Workflows keine Störungen antizipieren können, wurde widerlegt. Sowohl die Adaption von Abläufen und Entscheidungsparametern bei der Erstellung eines individuellen Anwendungsmodells als auch