

# 1 STRATEGISCHER IKT-EINSATZ SCHAFFT WETTBEWERBSVORTEILE DURCH UNTERNEHMENSÜBERGREIFENDES DATA MINING

---

*Nico Schlitter, Wissensmanagement und Wissensentdeckung, OvG-Universität Magdeburg*

*Stiefen T. Schilz, Wissensmanagement und Wissensentdeckung, OvG-Universität Magdeburg*

## 1 STRATEGISCHER IKT-EINSATZ SCHAFFT WETTBEWERBSVORTEILE DURCH UNTERNEHMENSÜBERGREIFENDES DATA MINING 1

---

1.1	EINLEITUNG.....	1
1.2	MOTIVATION FÜR EINEN UNTERNEHMENSÜBERGREIFENDEN IKT-EINSATZ .....	1
1.3	AUTOMATISIERTE WISSENSENTDECKUNG DURCH DATA MINING .....	3
1.4	STICHPROBENOPTIMIERUNG DURCH MANUFAKTURFEHLERPROGNOSE .....	4
1.5	ERSTELLUNG EINES KLASSIFIKATORS ZUR MANUFAKTURFEHLERPROGNOSE .....	6
1.6	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....	9

### 1.1 Einleitung

In diesem Artikel wird der Nutzen eines unternehmensübergreifenden Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) Einsatzes erörtert. Der zu realisierende Nutzen wird anhand eines Qualitätsmanagement-Szenarios illustriert. Kern dieses Szenarios bildet ein unternehmensübergreifendes Data Mining, basierend auf RFID-Daten einer Supply Chain. Dieses Szenario zeigt, dass Unternehmen durch den kollektiven Einsatz, von bisher ausschließlich unternehmensintern eingesetzter IKT, einen erheblichen Effizienzvorteil gegenüber Wettbewerbern realisieren können.

### 1.2 Motivation für einen unternehmensübergreifenden IKT-Einsatz

Unternehmen befinden sich seit einigen Dekaden in einem Umfeld mit steigendem Konkurrenz- und Kostendruck. Zusätzlich hat sich in der letzten Hälfte des 20. Jahrhunderts der Markt von einem anbieterorientierten hinzu einem käuferorientierten Markt verlagert. Diese äußeren Einwirkungen führen dazu, dass Unternehmen immer effizienter und spezialisierter produzieren müssen. Nur so ist es heutzutage für Unternehmen möglich sich am Markt zu behaupten. Zur Steigerung ihrer Effizienz verfolgen Unternehmen im Wesentlichen zwei Ansätze: einerseits die Verwendung moderner IKT und andererseits den Zusammenschluss mit anderen Unternehmen in Form von interorganisationalen Netzwerken wie Beispielsweise Supply Chains [1].

Die Möglichkeiten der Effizienzsteigerung mittels moderner IKT sind mannigfaltig. So lassen sich unter anderem durch den Einsatz von Workflow Management Systemen

Prozesse automatisieren und optimieren [2]. Durch die Verwendung neuer Kommunikationskonzepte wie beispielsweise voice-over-IP (VOIP) ist es möglich Kosten zu senken [3]. IKT kann darüber hinaus einen Beitrag zur Absatzsteigerung leisten z.B. durch Customer Relationship Management Systeme [4]. Um diese Vorteile des IKT-Einsatzes ausschöpfen zu können, ist jedoch eine klare IKT-Strategie im Unternehmen gefragt [5]. Im Rahmen dieser Strategie gilt es die Ausgaben für IKT zu minimieren und den Beitrag der IKT zur Erreichung der Unternehmensstrategie zu maximieren. Diese Abstimmung zwischen IKT- und Unternehmensstrategie wird allgemein als IKT-Alignment bezeichnet [6]. Es ist von maßgeblicher Bedeutung, dass der IKT-Einsatz den Zielen des Unternehmens folgt und nicht zum Selbstzweck wird.

Der zweite große Trend zur Steigerung der Unternehmenseffizienz ist der Zusammenschluss mit anderen Unternehmen [7]. Dieser Zusammenschluss kann einerseits vertikal, mit Unternehmen auf der gleichen Produktionsstufe sein und andererseits horizontal in Form von interorganisationalen Netzwerken [1]. Ein vertikaler Zusammenschluss ist darauf ausgerichtet Skaleneffekte zu erzielen, wie beispielsweise Rabatte bei Abnahme großer Rohstoffmengen oder aber massive Entwicklungskosten auf mehrere Unternehmen aufzuteilen. Darüber hinaus finden sich vertikale Unternehmensnetzwerke auch dort, wo einzelne Unternehmen nicht in der Lage sind neue Standards zu etablieren, ein Beispiele hierfür sind die DVD-Standards und ihre Nachfolger [8]. Horizontale Unternehmenszusammenschlüsse andererseits fokussieren eine abgestimmte Produktion von Gütern. Es gilt hierbei eine effiziente Produktion über den gesamten Lebenszyklus bis hin zum Recycling sicherzustellen. Solche interorganisationale Netzwerke ermöglichen die Erstellung komplexester Produkte, welche durch ein einzelnes Unternehmen nicht möglich sind. Eine zentrale Herausforderung solcher Netzwerkwerke ist die Abstimmung der Material-, Waren- und insbesondere Informationsflüsse sicherzustellen [9].

Die Kombination der beiden Ansätze, also der unternehmensübergreifende Einsatz von IKT im Verbund wird aktuell noch selten Betrachtet. Insbesondere im Bereich der vertikalen Integration von Unternehmen besteht hier ein erhebliches Potenzial der Kosten- und Prozessoptimierung [10], [11]. Existierende Ansätze wie beispielsweise Supply Chain Management Softwarelösungen fokussieren jedoch die Schaffung von Transparenz und Aspekten der Prozesskoordination [12]. Aus diesem Grund wird im Folgenden eine Lösung beschrieben, wie beide Ansätze mit einander kombiniert werden können, um Unternehmen einen noch größere Effizienzsteigerung zu ermöglichen.

Hierzu wird ein Szenario für den unternehmensübergreifenden Einsatz von RFID und dessen Vorteile erörtert. Es handelt sich hierbei um eine RFID-basierte Supply Chain, bei der im kompletten Verlaufe des Fertigungsprozesses Prozessdaten erfasst werden. Diese erfassten Prozessdaten werden anschließend dazu genutzt, um die Produktprüfung am Ende des Produktionsprozesses zu optimieren. Eine solche unternehmensübergreifende Anwendung der IKT, ermöglicht es Unternehmen je nach Zielsetzung, die Kosten der Qualitätssicherung bei gleichbleibender Produktqualität zu senken oder aber bei konstanten Kosten die gesicherte Qualität zu erhö-

hen. Zur Realisierung des umrissenen Szenarios kommen Methoden aus dem Data Mining Bereich zum Einsatz. Nachfolgend geben wir einen kurzen Überblick dieses Forschungsgebietes.

### 1.3 Automatisierte Wissensentdeckung durch Data Mining

Data Mining ist ein Forschungsbereich, dem in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Grund dafür ist die Entwicklung neuer Technologien, die das Sammeln und Speichern von Daten erheblich vereinfachen. Daher lassen sich immer größere Datenbestände erstellen, auf denen die traditionellen Datenanalyseverfahren nicht mehr angewandt werden können. Es ist somit notwendig geworden, neue Techniken zu entwickeln, die eine schnelle und effiziente Analyse der großen Datenbestände ermöglichen. Dies hat sich das Data Mining zur Aufgabe gemacht.[13, 14, 15]

Die Techniken, die im Data Mining verwendet werden, basieren zum Großteil auf Methoden aus den Bereichen Statistik, Künstlicher Intelligenz und Datenbanksystemen.

Die Klassifikation ist eine der am häufigsten genutzten Data Mining Techniken. Ziel ist es, ein Objekt einer bestimmten Kategorie zuzuordnen. Dabei wird der Wert eines Attributes (nämlich das Klassenattribut) in Abhängigkeit der anderen Attributwerte bestimmt. Beispiele für Klassifikation in der Praxis sind das automatische Entdecken von Spam Mails, medizinische Diagnosen oder die Bestimmung der Kreditwürdigkeit eines Bankkunden.

Eine formale Beschreibung des Klassifikationsproblems lässt sich bei Dunham [16] finden: Gegeben ist eine Datenbank  $D = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  bestehend aus Datentupeln und eine Menge  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$  von Klassen. Das Klassifikationsproblem besteht darin, eine Funktion  $f = D \rightarrow C$  zu finden, die jedes  $t_i$  einer Klasse  $C_j$  zuordnet. Eine Klasse  $C_j$  enthält genau die Tupel, die ihr zugeordnet wurden  $C_j = \{t_i \mid f(t_i) = C_j, 1 \leq i \leq n, t_i \in D\}$ .

Da mehrere Möglichkeiten existieren, um ein Klassifikationsmodell (Klassifikator) zu erstellen, fokussieren wir nachfolgend auf die wohl bekannteste - Entscheidungs-bäume [17]. Ein Entscheidungsbaum besteht aus Knoten und Kanten. Jeder innere Knoten entspricht einem Attribut des Datensatzes, für den die Attributwerte bekannt sind. Die von den Knoten abgehenden Kanten repräsentieren die möglichen Werte des jeweiligen Attributes. Die Knoten am Ende des Baumes, die Blattknoten, entsprechen den Klassen, in die die Datentupel eingeordnet werden.

Im Allgemeinen verläuft die Klassifikation in zwei Schritten. Im ersten Schritt der Klassifikation wird zunächst ein Entscheidungsbaum auf Basis einer Trainingsdatensatzmenge entwickelt. Danach wird dieser Baum im zweiten Schritt genutzt, um ein neues Datentupel zu klassifizieren.

Die hier beschriebenen Entscheidungs-bäume finden im folgenden Szenario Anwendung, um den Stichprobenumfang bei der Qualitätsprüfung innerhalb eines Ferti-

gungsprozesses zu verringern. Zunächst wird jedoch diese Qualitätskontrolle näher beschrieben.

#### 1.4 Stichprobenoptimierung durch Manufakturfehlerprognose

Im nachfolgenden Szenario wird der Ablauf der Qualitätskontrolle beim Hersteller eines Produktes näher betrachtet. Die bei der Herstellung beteiligten produzierenden Unternehmen sind Teil einer weit verzweigten Lieferkette. Jedes der Unternehmen besitzt folglich nur Informationen über die Produktkomponenten aus seiner eigenen Produktion. Die Informationen liegen in Form von unternehmensinternen Datenbanken vor. Die Kooperation der beteiligten Unternehmen ermöglicht jedoch eine integrierte Datenanalyse.

In jedem Produktionsprozess kann es während der Fertigung von Teilkomponenten oder bei der Montage dieser Teilkomponenten zu Manufakturfehlern. Bevor die fertigen Waren an die Distributoren ausgeliefert werden, unterliegen sie deshalb in der Regel einer unternehmensinternen Qualitätskontrolle. Für die Gestaltung dieser Qualitätssicherungsmaßnahmen existieren verschiedene Möglichkeiten. Aus Kostengründen wird insbesondere bei Massenwaren häufig auf eine vollständige Prüfung aller Artikel verzichtet. Vielmehr werden lediglich Stichproben hinsichtlich ihrer Qualitätsmerkmale untersucht. Bei mangelndem Vorwissen über die zu prüfenden Produkte geschieht die Auswahl der Stichproben jedoch meist rein zufällig [18]. Folglich kann der Auswahlprozess bei vorhandenem produktspezifischem Wissen über die zu erwartende Qualität verbessert werden. Wenn beispielsweise bekannt ist, dass Produkte die montags auf Maschine 1 gefertigt wurden eine unterdurchschnittliche Qualität aufweisen, können diese Produkte bei der Qualitätskontrolle gezielt überprüft werden.

Das folgende Beispiel soll diesen Sachverhalt näher erläutern. Existiert kein Wissen über die zu überprüfenden Produkte, werden diese zufällig ausgewählt und anschließend überprüft. Ziel dieser Stichprobe soll es sein, die folgende, exemplarische Qualitätsanforderung zu erfüllen:

*Mit einer 80 prozentigen Sicherheit sollen 80 Prozent der fehlerhaften Produkte identifiziert werden.*

Die durchgeführte Stichprobe folgt im mathematischen Sinne einer hypergeometrischen Verteilung [19]:

$$P(X \leq k) = \sum_{i=0}^k \frac{\binom{m}{i} \cdot \binom{N-m}{n-i}}{\binom{N}{n}}$$

Folglich kann der notwendige Stichprobenumfang  $n$  bestimmt werden, um die genannten Qualitätsanforderungen zu erfüllen. Im hier beschriebenen Szenario sollen 100 Produkte hinsichtlich ihrer Qualität geprüft werden. Es ist bekannt, dass durch-

schnittlich 10 dieser Produkte fehlerhaft sind. Das Ziel ist es nun, mit minimalem Aufwand und einer Sicherheit von 80 Prozent mindestens 8 fehlerhafte Produkte zu identifizieren:

$$0.80 \leq \sum_{i=0}^8 \frac{\binom{10}{i} \cdot \binom{100-10}{n-i}}{\binom{100}{n}}$$

Diese Ungleichung ist für  $n \geq 92$  erfüllt. Folglich sind durchschnittlich 92 Einzelproduktprüfungen notwendig, um die beschriebenen Qualitätsanforderungen zu erfüllen.

Falls aber bereits Wissen über die zu prüfenden Produkte existiert, verringert sich der Aufwand für die notwendige Stichprobe enorm, ohne jedoch die oben beschriebenen Qualitätsanforderungen einzuschränken. Das hier erwähnte Wissen liegt in Form eines Klassifikators vor, der jedem Produkt anhand dessen Eigenschaften die Klasse *fehlerhaft* oder *fehlerfrei* zuordnet. Der Klassifikator teilt somit die zu prüfenden Produkte in zwei disjunkte Teilmengen ( $P^+$  und  $P^-$ ) auf:

- die Menge  $P^+$  der potenziell *fehlerfreien* Produkte
- die Menge  $P^-$  der potenziell fehlerhaften Produkte

Mit großer Wahrscheinlichkeit arbeitet der Klassifikator jedoch nicht perfekt - die Folge sind Fehlklassifikationen. Die Menge  $P^+$  wird somit nicht ausschließlich fehlerfreie, und die Menge  $P^-$  nicht ausschließlich fehlerhafte Produkte enthalten.

Nehmen wir an, es gelingt einen Klassifikator zu entwickeln, der folgende Teilmengen erzeugt:

- Die Menge  $P^+$  umfasst 55 der ursprünglich 100 Produkte und von diesen 55 Produkten ist maximal eines in Folge von Fehlklassifikationen fehlerhaft.
- Die Menge  $P^-$  umfasst folglich 45 Produkte, von denen mindestens 9 fehlerhaft sind.

Durch unser Wissen über die Klassifikationsgüte reicht es nun aus, lediglich die 45 Produkte aus Menge  $P^-$  stichprobenartig zu überprüfen.

$$0.80 \leq \sum_{i=0}^8 \frac{\binom{9}{i} \cdot \binom{45}{n-i}}{\binom{45}{n}}$$

Bei einem Stichprobenumfang von 44 werden mit einer Sicherheit von 80 Prozent 8 der 9 fehlerhaften Produkte aus der Menge  $P^-$  entdeckt. Durch den Einsatz des Klassifikators ist es somit möglich, den notwendigen Stichprobenumfang von 92 auf 44 zu verringern. Die geforderte Qualitätsanforderung, mit 80 prozentiger Sicherheit 80 Prozent der fehlerhaften Produkte zu entdecken, bleibt hierbei unangetastet.

## 1.5 Erstellung eines Klassifikators zur Manufakturfehlerprognose

Nachfolgend wird der zur Klassifikation verwendete Klassifikator näher beschrieben. Der Klassifikator soll bestimmen, ob ein einzelnes Produkt fehlerhaft oder fehlerfrei ist. Somit ordnet er die Produkte entweder der Menge  $P^+$  oder  $P^-$  zu. Als Eingabe für das Klassifikationsproblem dienen dabei die Eigenschaften des zu klassifizierenden Produktes.

Das folgende vereinfachte Beispiel soll den beschriebenen Ansatz näher erläutern. Abbildung 1 zeigt die schematische Darstellung einer exemplarischen Supply Chain.

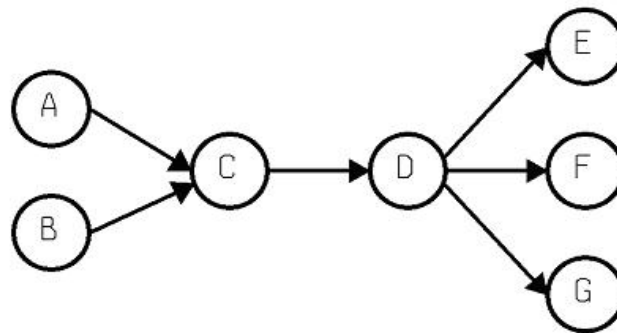


Abbildung 1 Schematische Darstellung einer exemplarischen Supply Chain

Die Zulieferer A, B und C sind Produzenten und an der Herstellung eines bestimmten Produktes beteiligt. Das Distribution Center (Unternehmen D) besitzt die klassischen Kommissionierungsaufgaben. Die Unternehmen E, F und G stehen stellvertretend für Einzel- bzw. Großhändler. Innerhalb dieser Supply Chain wird jedes Produkt mit einem eigenen RFID-Chip versehen, der es ermöglicht, das Produkt jederzeit eindeutig zu identifizieren. Dafür kann zum Beispiel der Electronic Product Code (EPC) verwendet werden.

Durch Prüfungen während der Qualitätskontrolle oder Kundenreklamationen, kann jedem Produkt ein bestimmter Fehlerstatus zugeordnet werden: Das Produkt ist entweder *fehlerhaft* oder *fehlerfrei*. Durch Nutzung der RFID-Technologie ist es möglich, den gesamten Produktionsprozess des Produktes zu rekonstruieren. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, dass die Zulieferer die Produktionsdaten für ihre Produkte bereit stellen. Produktionsdaten könnten beispielsweise folgende Informationen enthalten:

- Datum/Uhrzeit/Wochentag der Produktion
- Identifikator der genutzte Maschine
- Parameter der genutzten Maschine

Tabelle 1 zeigt exemplarisch die von Unternehmen A gesammelten Daten über die dort gefertigten Produktkomponenten. Unternehmen B sammelt in ähnlicher Art und Weise Daten über die dort verarbeiteten Komponenten.

Beide Unternehmen reichen die gefertigten Güter an Unternehmen C weiter. Unternehmen C kombiniert die gelieferten Komponenten und vergibt eine neue elektronische Identifikationsnummer für das neu entstandene Produkt. Zusätzlich werden die Produktidentifikatoren der Unternehmen A und B gespeichert sowie die Produktionsdaten von Unternehmen C. Das Resultat ist in Tabelle 2 dargestellt.

ID	Day	Maschine	Parameter
A1	Wednesday	1	29,8
A2	Wednesday	2	31,1
A3	Thursday	1	30,5
A4	Tuesday	2	29,9
A5	Monday	1	30,0
A6	Monday	2	30,3
A7	Friday	2	30,7
A8	Thursday	1	30,8
A9	Monday	2	29,8
A10	Wednesday	1	30,7
A11	Tuesday	1	30,7
A12	Friday	2	30,2
A13	Wednesday	2	31,2

Tabelle 1 Produktionsdaten von Unternehmen A

ID	Supplier 's ID	Day	Shift	Term
C1	A1,B21	Wednesday	Day	25
C2	A2,B22	Wednesday	Day	20
C3	A3,B23	Thursday	Night	22
C4	A4,B24	Tuesday	Late	23
C5	A5,B24	Monday	Day	21
C6	A6,B26	Monday	Night	25
C7	A7,B27	Friday	Day	21
C8	A8,B28	Thursday	Night	23
C9	A9,B29	Monday	Late	24
C10	A10,B30	Wednesday	Night	23
C11	A11,B31	Tuesday	Day	24
C12	A12,B32	Friday	Night	24
C13	A13,B33	Wednesday	Night	22

Tabelle 2 Produktionsdaten von Unternehmen C

Durch die Speicherung der Identifikatoren der zugelieferten Produkte ist es möglich, die Produkthistorie jedes Fertigproduktes ausgehend vom Ende der Lieferkette rekursiv zu rekonstruieren. Durch diese Datenintegration ist es möglich, eine integrierte Datenanalyse durchzuführen. Tabelle 3 zeigt exemplarisch die integrierten Daten der beteiligten Zulieferer. Jeder Datensatz in der Tabelle repräsentiert somit ein Fertigprodukt. Jedem dieser Produkte kann basierend auf Kundenreklamationen oder unternehmensinternen Qualitätsprüfungen ein Fehlerstatus zugeordnet werden. In Tabelle 3 wird die Klassenbezeichnung A für *accurate* und D für *defective* verwendet.

Unternehmen A			Unternehmen B			Unternehmen C			
Day	Machine	Parameter	Day	Transport	Term	Day	Shift	Term	Klasse
Wed.	1	29,8	Wed.	Air	1	Thurs.	Day	25	A
Wed.	2	31,1	Thurs.	Train	4	Mon.	Day	20	A
Thurs.	1	30,5	Thurs.	Truck	4	Mon.	Night	22	D
Tue.	2	29,9	Wed.	Train	4	Sun.	Late	23	A
Mon.	1	30,0	Tues.	Truck	4	Sat.	Day	21	A
Mon.	2	30,3	Tues.	Truck	4	Sat.	Night	25	A
Fri.	2	30,7	Friday.	Train	5	Wed.	Day	21	A
Thurs.	1	30,8	Thurs.	Truck	4	Mon.	Night	23	D
Mon.	2	29,8	Tues.	Air	1	Wed.	Late	24	A
Wed.	1	30,7	Thurs.	Truck	4	Tues.	Night	23	D
Tues.	1	30,7	Wed.	Truck	4	Sun.	Day	24	A
Friday	2	30,2	Friday	Train	5	Wed.	Night	24	A
Wed.	2	31,2	Thurs.	Truck	4	Mon.	Night	22	A

Tabelle 3 Produkthistorie der Fertigprodukte mit zugehörigem Fehlerstatus

Aus der integrierten Datenanalyse resultiert ein Klassifikator, der beispielsweise mit dem C4.5 Algorithmus von Quinlan [17] erzeugt werden kann. Das Resultat ist der in Abbildung 2 dargestellte Entscheidungsbaum.

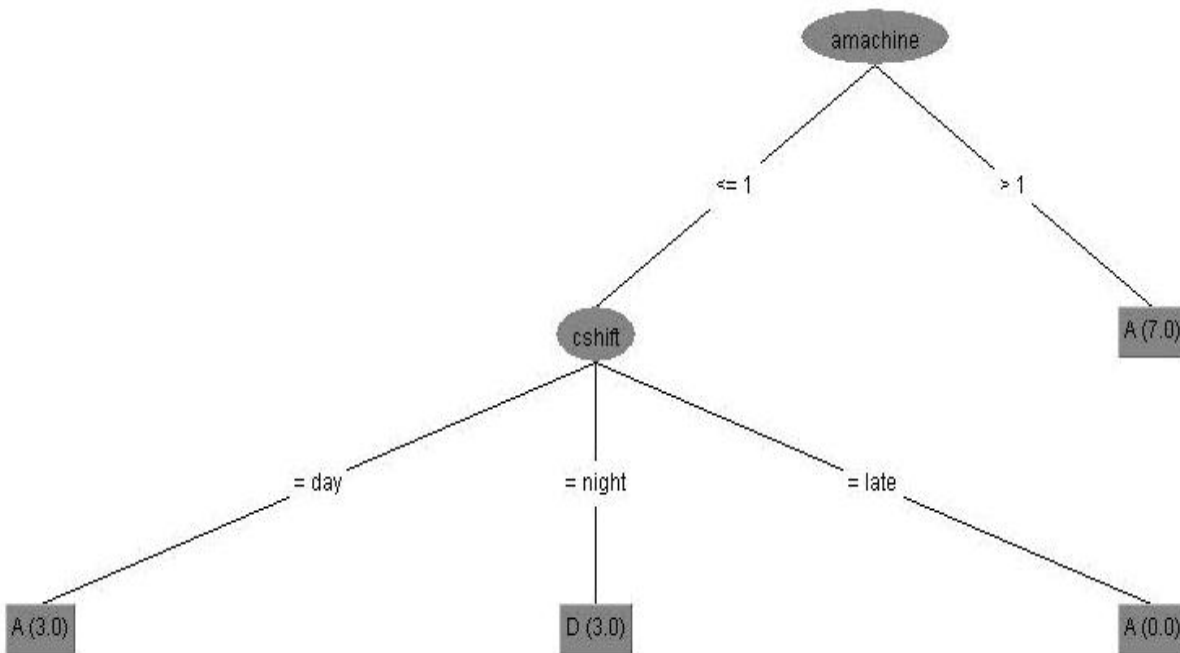


Abbildung 2 Resultierender Entscheidungsbaum

Dieser Baum ist letztendlich eine Repräsentation der folgenden Regeln:

- Produkte, die bei Unternehmen A nicht auf Maschine 1 gefertigt wurden sind fehlerfrei. Der Klassifikator ordnet diese Produkte in die Klasse  $P^+$  (**A**ccurate) ein.
- Produkte, die bei Unternehmen A auf Maschine 1 gefertigt wurden und in Unternehmen C in der Tag- oder Spätschicht weiterverarbeitet wurden sind fehlerfrei und werden in die Klasse  $P^+$  (**A**ccurate) eingeordnet.
- Produkte, die bei Unternehmen A auf Maschine 1 gefertigt wurden und bei Unternehmen C in der Nachtschicht weiterverarbeitet wurden sind fehlerhaft und werden in die Klasse  $P^-$  (**D**efective) eingeordnet.

Mit Hilfe dieser Regeln können unternehmensübergreifende Fehlerursachen identifiziert werden. Dieses Wissen kann verwendet werden, um Fehlerquellen zu beseitigen oder Fehlerprognosen zu erstellen.

## 1.6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurde ein Szenario für den unternehmensübergreifenden IKT-Einsatz entwickelt. Das beschriebene Szenario zeigt das vorhandene Potenzial modernen IKT auf. Es wurde dargestellt, dass sich durch die Nutzung der bereits unternehmensintern etablierten Technologien Data Mining und RFID im unternehmensübergreifenden Kontext weitere Prozessverbesserungen erzielen lassen. Realisiert wurden diese Verbesserungen durch die Nutzung der mit RFID erfassten Prozessdaten, um das Qualitätsmanagement zu optimieren. Die eigentliche Optimierung wurde mittels Methoden des Data Minings vorgenommen. Hierzu wurden die Prozessdaten analysiert und besonders fehleranfällige Prozesskombinationen bestimmt. Das Wissen über diese Prozesskombinationen kann dann zur Effizienzsteigerung des Qualitätsmanagements genutzt werden.

Ausblickend sei zu erwähnen, dass das in dieser Arbeit präsentierte Szenario eine abgestimmte und unternehmensübergreifenden IKT-Strategie voraussetzt. Im Rahmen dieser IKT-Strategie gilt es diejenige Technologie zu bestimmen, welche die operationale Ausrichtung der Supply Chain bestmöglich unterstützt. Zusätzlich ist zu beachten, dass alle Mitglieder der Supply Chain für einen einheitlichen Technologieeinsatz (z.B. gleiche RFID-Standards und einheitliche Datenstruktur) motiviert werden müssen. Nur dann ist es möglich, dass vorhandene IKT-Potenzial unternehmensübergreifend auszuschöpfen. Für die Zukunft gilt es Methoden zu entwickeln, die Unternehmen bei einer solchen abgestimmten und unternehmensübergreifenden IKT-Strategieentwicklung unterstützen.

## Literatur

- [1] Arnold Picot, Ralf Reichwald, and Rolf T. Wigand. *Die grenzenlose Unternehmung - Informationen, Organisation und Management*. Gabler Wiesbaden, 5 edition, 2003.
- [2] William Kuechler, Vijay K. Vaishnavi, and David Kuechler. Supporting optimization of business-to-business e-commerce relationships. *Decision Support Systems*, 31(3):363–377, August 2001.
- [3] Sangho Seo. Voip-telephone service: Economic efficiencies and policy implications. *Telematics and Informatics*, 25(1):47 – 55, February 2008.
- [4] Rajiv Kohli and Ellen Hoadley. Towards developing a framework for measuring organizational impact of it-enabled bpr: case studies of three firms. *The DATA BASE for Advances in Information Systems*, 37(1):40 – 58, Winter 2006.

- [5] Maris G. Martinsons and Valdis Martinsons. Rethinking the value of it, again challenging the view that it is responsible for widespread productivity gains. *Communications of the ACM*, 45(7):25–26, July 2002.
- [6] J Coughlan, M Lycett, and R D Macredie. Understanding the business-it relationship. *International Journal of Information Management*, 25(4):303–319, 2005.
- [7] M. T. Frohlich and R. Westbrook. Arcs of integration: an international study of supply chain strategies. *Journal of Operations Management*, 19(2):185–200, 2001.
- [8] Carl Shapiro and Hal Varian. The art of standards wars. *California Management Review*, 41(2):8–32, 1999.
- [9] Helmut Baumgarten, Inga-Lena Darkow, and Hartmut Zadek. *Supply Chain Steuerung und Services - Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke - Best Practices*. Springer, Heidelberg, 2004.
- [10] G. S. Kearns and A. L. Lederer. A resource-based view of strategic it alignment: how knowledge sharing creates competitive advantage. *Decision Sciences*, 34(1):1–29, 2003.
- [11] S. K. Vickery, J. Jayaram, C. Dröge, and R. Calantone. The effects of an integrative supply chain strategy on customer service and financial performance: an analysis of direct versus indirect relationships. *Journal of Operations Management*, 21(5):523–539, 2003.
- [12] A. Kuhn and Hellingrath H. *Supply Chain Management - Optimierte Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette*. Springer, 2002.
- [13] Ming-Syan Chen, Jiawei Han, and Philip S. Yu. Data mining: An overview from a database perspective. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 8(6):866–883, 1996.
- [14] Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, and Vipin Kumar. *Introduction to Data Mining, (First Edition)*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2005.
- [15] Ian H. Witten and Eibe Frank. *Data mining: practical machine learning tools and techniques with Java implementations*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2000.
- [16] Margaret H. Dunham. *Data Mining: Introductory and Advanced Topics*. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, USA, 2002.
- [17] J. Ross Quinlan. Discovering rules by induction from large collections of examples. In D. Michie, editor, *Expert Systems in the Micro-Electronic Age*, pages 168–201. Edinburgh University Press, Edinburgh, 1979.
- [18] Josef Bley Müller, Günther Gehlert, and Herbert Gülicher. *Statistik für Wirtschaftswissenschaftler*. Vahlen, München, 10 edition, 1996.
- [19] L. Sachs. *Angewandte Statistik*. Springer Verlag, 5 edition, 1978.