

# Informationssysteme für sichere Lieferketten im Containerverkehr

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des Grades einer Diplom-Ökonomin  
der Fakultät Wirtschaftswissenschaften der  
Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Aliya Reemts



Erstprüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Abgabedatum: 07.09.2011

## **Inhaltsverzeichnis:**

Einleitung.....	1
1. Supply Chain Management .....	2
1.1 Definition und Abgrenzung zur Logistik.....	2
1.1.1 Supply Chain Management-Systeme.....	4
1.1.2 Supply Chain Event Management.....	4
1.2 Container .....	4
1.2.1 Herausforderung: Sicherheit in der Logistik im Zusammenhang mit Containern .....	6
2. Heterogene rechtliche Grundlagen für die Sicherheit der Lieferkette .....	7
2.1 Internationale Standards .....	7
2.1.1 TAPA-Zertifikat.....	8
2.2 Zollrechtliche Grundlagen .....	9
2.2.1 C-TPAT und AEO .....	9
2.2.2 24-Stunden-Regel .....	11
2.2.3 100% Scanning .....	12
2.3 See- und Hafensicherheit.....	13
2.4 Auswirkungen auf das SCM.....	14
2.4.1 Supply Chain Security .....	15
3. IT- Möglichkeiten für lückenloses und sicheres SCM .....	17
3.1. Tracking und Tracing mit Hilfe von Auto-ID-Systemen.....	17
3.2. RFID- Technologien.....	19
3.2.1 RFID-Systeme .....	20
3.2.1.1 Transponder .....	23
3.2.1.2 Lesegerät .....	25
3.2.2 Internet der Dinge.....	25
3.2.3 Elektronisches Siegel (E-Seal) .....	26
3.2.4 Architektur eines RFID-Systems.....	26
3.2.4.1 Infrastrukturebene .....	27
3.2.4.1.1 Standards für RFID-Lösungen.....	28
3.2.4.2 Integrationsebene.....	29
3.2.4.2.1 Middleware .....	29
3.2.4.3 Applikationsebene .....	30
3.3. Global Positioning System (GPS) .....	31

3.4. Smartcontainer.....	33
4. RFID-Anwendungen in der Logistik .....	34
4.1 Risiken und Chancen von RFID-basierten Systeme .....	35
4.2. Vergleich von RFID-basierten Systemen und GPS-Systemen.....	38
5. Umsetzung von Sicherungssystemen in der Praxis.....	39
5.1 Expertenbefragung .....	39
5.1.1 Fragebogenerstellung .....	39
5.1.2 Fragebogenauswertung .....	40
Fazit und Ausblick .....	41
Literaturverzeichnis: .....	43
Anlagen .....	53

## Einleitung

In dieser Arbeit soll dargestellt werden, welche Informationssysteme die Sicherheit der Lieferkette unterstützen bzw. gewährleisten können. Hierbei werden Systeme wie GPS und RFID betrachtet, deren Verwendung im Containerverkehr in Betracht kommt. Diese sollen eine lückenlose Dokumentation und Nachverfolgung der Lieferkette ermöglichen. Eine Herausforderung ist hierbei die Integration der Daten in die bestehenden IT-Systeme der beteiligten Unternehmen.

In den letzten 10 Jahren wurden zahlreiche Regelungen zur Containersicherheit eingeführt, die darin mündeten, dass die USA im August 2007 ein Gesetz erließen, das vorsieht, dass bis Mitte 2012 100% der Containerfracht auf Seeschiffen, die die USA anlaufen, im Abgangshafen zu durchleuchten sind.

Der „Spiegel“ beschrieb die Bemühungen der USA zur Containersicherheit in einem Artikel mit der Überschrift „Terror-Risiko Frachtverkehr – Im Container lauert die Angst“<sup>1</sup>, worin auch auf die lückenhafte Dokumentation entlang der Lieferkette und die großen Sicherheitslücken des Frachtverkehrs im Vergleich zum Personenverkehr hingewiesen wird.<sup>2</sup>

Insbesondere die Regelung zum 100% Scanning führte zu zahlreichen Forschungsvorhaben und Pilotprojekten, die vor allem Alternativen zur Durchleuchtung aller Container aufzeigen sollen, damit die Maßnahmen zur Containersicherheit nicht den Handel beschränken. Vor allem auch Deutschland ist als Exportnation davon abhängig, dass der internationale Warenverkehr (Materialfluss innerhalb der Lieferkette) sicher ist, aber trotzdem reibungslos funktioniert.<sup>3</sup> Etwa ein Viertel der gesamten Einfuhren der USA an Containerfracht aus Europa, wird von Bremerhaven verschifft, so dass die bremische Häfen sehr stark von der Regelung zum 100% Scanning betroffen wären.<sup>4</sup>

Es werden zunächst Begriffe wie Supply Chain Management (SCM) und Supply Chain Event Management (SCEM) kurz dargestellt, bevor die Bedeutung der Contai-

---

<sup>1</sup> Heuer, S. (2005), S. 1

<sup>2</sup> Vgl. Heuer, S. (2005), S. 1-2

<sup>3</sup> Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2009), S. 1

<sup>4</sup> Vgl. Bremische Bürgerschaft (2009), S. 1-2

nerfracht im Seeverkehr für den Welthandel und die damit einhergehenden Herausforderungen für die Sicherheit herausgestellt werden. Darauf erfolgt eine Einführung in die relevanten gesetzlichen Regelungen zur Sicherheit der Lieferkette, um deren Auswirkungen auf das SCM darstellen zu können, bevor im Kapitel 3 Informationssysteme für eine sichere Lieferkette im Containerverkehr beschrieben werden. Abschließend werden Systeme auf Basis von RFID und GPS miteinander verglichen und aufgezeigt, welche Vor- und Nachteile diese haben und welche Probleme noch für einen effizienten Einsatz zu bewältigen sind. Des Weiteren wird ein Fragebogen für eine Expertenbefragung entwickelt, um möglichst auch Probleme der Praxis in den Schlussfolgerungen berücksichtigen zu können.

## **1. Supply Chain Management**

### **1.1 Definition und Abgrenzung zur Logistik**

„Das Supply Chain Management integriert funktions- und unternehmensübergreifende Geschäftsprozesse, um den Austausch von Informationen, Produkten und Mitteln innerhalb der Supply Chain zu beschleunigen und dadurch Zeit, vermeidbaren Arbeitsaufwand und Lagerhaltungskosten zu sparen.“<sup>5</sup> Es dient dazu, die Logistik des Zulieferers, Herstellers und Händlers unternehmensübergreifend miteinander zu verbinden und zu integrieren und soll dazu beitragen, dass Kooperationen mit Lieferanten und Kunden entlang der Wertschöpfungskette entwickelt werden.<sup>6</sup> Die Logistik hat dagegen keine unternehmensübergreifende Sicht auf sämtliche Geschäftsprozesse, auch wenn diese die Materialflüsse zwischen dem Unternehmen und seinen Lieferanten und Kunden organisiert.<sup>7</sup>

Die Betrachtung aus Sicht des SCM ist auch aufgrund der abnehmenden Wertschöpfungstiefe in Unternehmen erforderlich, weil dadurch immer mehr Unternehmen Teil eines globalen Netzwerks werden. Ein einzelner Kundenauftrag macht somit die Einbeziehung mehrerer anderer Unternehmen erforderlich. Unternehmensübergreifende Produktions- und Logistikprozesse erfordern zudem eine umfassende Kooperation

---

<sup>5</sup> Laudon, K.; Laudon, J.; Schroder, D. (2010), S. 514

<sup>6</sup> Vgl. Koyunca, F. (2009), S. 19-22

<sup>7</sup> Vgl. Sveeney, E. (2005), S. 7-8; weitere Abgrenzungen zwischen SCM und Logistik sind enthalten in: Larson, P. D.; Poist, R. F.; Halldórson, Á. (2007), S. 1-23

und Koordination zwischen den Partnern im Netzwerk (siehe Abb. 1). Einzelne Prozesse der Wertschöpfungskette müssen miteinander verbunden werden. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass ein Unternehmen für gewöhnlich nicht nur einen Lieferanten und nicht nur einen Kunden hat.<sup>8</sup>

## Supply Chain

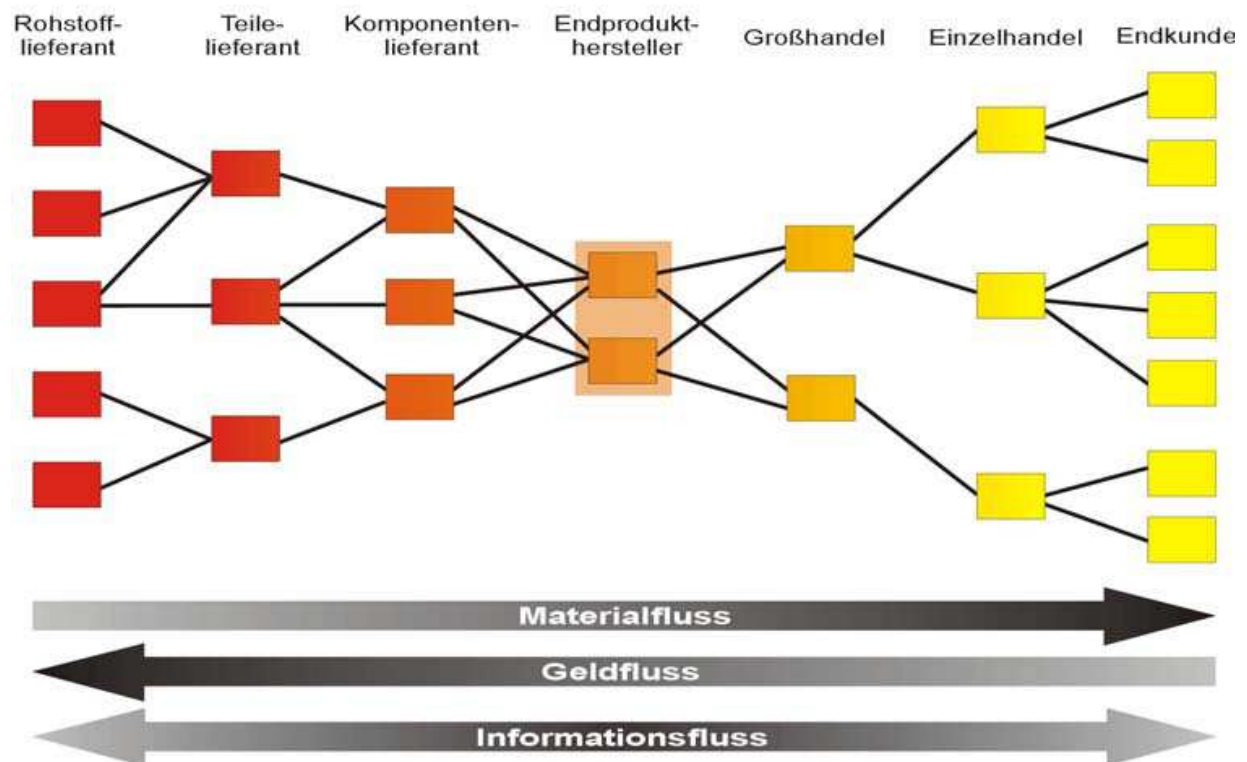


Abb. 1: Die Supply Chain als Netzwerk

Quelle: Behr, T.; Tyll, T. (2003), S. 2

Für die Umsetzung eines erfolgreichen SCM ist es erforderlich, dass eine Kooperation zwischen den Unternehmen in der Lieferkette aufgebaut wird, gemeinsame Geschäftsprozesse identifiziert werden sowie Informations- und Kommunikationssysteme eingeführt werden (siehe Ziffer 1.1.1). Vorgänge sind hierfür nicht mehr funktions- sondern prozessorientiert zu betrachten, was bedeutet, dass der Informationsfluss nicht mehr nur z. B. in einer Abteilung sondern zwischen diesen und auch unternehmensübergreifend sichergestellt werden muss.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Vgl. Hegmanns, T.; Maas, J.-C.; Toth, M. (2008), S. 459-460

<sup>9</sup> Vgl. ebd., S. 460-461

### **1.1.1 Supply Chain Management-Systeme**

Im Gegensatz zu ERP-Systemen betrachten SCM-Systeme unternehmensübergreifend die Lieferkette und ergänzen gewöhnlich jene durch zusätzliche Module. Ein SCM-System ermöglicht mit EDV-Funktionalitäten die Modellierung und Simulation der Lieferkette sowie darauf basierend unter Beachtung der vorgegebenen Ziele und Einschränkungen die Planung und Optimierung von Mengen, Terminen und Kapazitäten innerhalb dieser. Es ist hierfür so aufgebaut, dass Daten aus unterschiedlichen Anwendungssystemen (z. B. ERP- oder Warenwirtschaftssystemen) der Unternehmen einer Lieferkette unternehmensübergreifend miteinander verbunden werden.<sup>10</sup>

### **1.1.2 Supply Chain Event Management**

Das Konzept des Supply Chain Event Management (SCEM) dient dazu, Ereignisse unternehmensintern oder -übergreifend zu erfassen und zu kontrollieren. Es ermöglicht im Unterschied zum SCM die Überwachung von relevanten Ereignissen in der Lieferkette in Echtzeit und die proaktive Mitteilung über besondere Vorkommnisse. Wesentliche Informationen können somit zeitnah zur Verfügung gestellt werden und wichtige Objekte der Lieferkette wie zum Beispiel ein Container sichtbar gemacht werden, indem eine automatisierte Auswertung von Daten erfolgt.<sup>11</sup>

SCEM kann nur sinnvoll eingesetzt werden, wenn der Informationsfluss entlang der gesamten Lieferkette durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen sichergestellt wird. Hierfür können insbesondere RFID-Systeme verwendet werden (siehe Kapitel 3).<sup>12</sup>

## **1.2 Container**

Im internationalen Warenverkehr spielt der Transport auf dem Seeweg eine herausragende Rolle. Es kann davon ausgegangen werden, dass etwa 80% des Gütervolumens per Seeschiff transportiert werden, auch wenn eine umfassende Darstellung und Auswertung im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern schwierig ist, weil beispielsweise im Luftverkehr zumeist leichtere, hochwertige Waren transportiert wer-

---

<sup>10</sup> Vgl. Hegmanns, T.; Maas, J.-C.; Toth, M. (2008), S. 462 und Hartweg, E. (2010), S. 6

<sup>11</sup> Vgl. Nissen, V. (2002), S. 477-478

<sup>12</sup> Vgl. Bayrak Meydanoglu, E. S. (2008), S. 41

den. Es besteht auch hier ein hohes Sendungsvolumen – auch aufgrund der Post- und Expressdienstleister, mengenmäßig ist das Seeschiff jedoch das wichtigste Transportmittel im internationalen Handel. Der größte Teil der Waren wird hierbei in Containern transportiert. Der Containerisierungsgrad - der Anteil des Stückguts, der in Containern umgeschlagen wird – beträgt in den großen Häfen regelmäßig bereits über 90% (im Hamburger Hafen in 2010 96,8%; 7,9 Millionen TEU - 20-Fuß-Standardcontainer<sup>13</sup>).<sup>14</sup>

Container ermöglichen ein relativ schnelles und kostengünstiges Entladen von Schiffen. Der Umschlag von Stückgut wird beschleunigt, was zu kürzeren Liegezeiten in den Häfen führt und die Effizienz der Seeschifffahrt steigern lässt. Durch das schnellere Entladen wurde es zudem möglich, größere Schiffe zu verwenden, was zu sinkenden Transportkosten führt. Bei bestimmten Waren wie Elektronikartikel sind diese sogar gänzlich zu vernachlässigen. Dieser Rückgang der Kosten führte zur Ausweitung der internationalen Arbeitsteilung und vermehrten internationalen Handel.<sup>15</sup>

Ein weiterer bedeutender Vorteil des Containers ist, dass dieser von verschiedenen Verkehrsträgern transportiert werden kann (Intermodalität). Dieser kann beispielsweise bereits in einer Fabrik beladen werden und dann per Lkw oder Bahn zum Hafen gebracht werden. Durch den Transport als geschlossene Einheit entlang der gesamten Lieferkette, sind die Waren zudem im größeren Maße vor Beeinträchtigungen geschützt (z. B. werden Bananen gleich nach der Ernte in einen Kühlcontainer geladen und dann ohne Unterbrechung der Kühlkette bis zum Bestimmungsort gebracht)<sup>16</sup>.

Die Bedeutung des Seeverkehrs für den Welthandel und der riesige Umfang des Gütervolumens machen das System jedoch auch verletzlich gegenüber Kriminellen und Terroristen. Neben der üblichen Kriminalität im Seeverkehr wie z. B. Schmuggel wurden seit 1968 162 terroristische Vorfälle gezählt. Des Weiteren nehmen Überfälle durch Piraten in den letzten Jahren zu.<sup>17</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Hafen Hamburg Marketing e.V. (2011), S. 1

<sup>14</sup> Vgl. Engerer, H. (2011), S. 11 und Deutsche Bank Research (2011), S. 3

<sup>15</sup> Vgl. Lemper, B. (2003), S. 3-4 und Jung, A.; Schulz, T. (2008), S. 62

<sup>16</sup> Vgl. Bogatu, C. (2008) . S. 56-59 und Jung, A.; Schulz, T. (2008), S. 62

<sup>17</sup> Vgl. Harrison, J. (2010), S. 53 und 62



### **1.2.1 Herausforderung: Sicherheit in der Logistik im Zusammenhang mit Containern**

Hinsichtlich des Begriffs Sicherheit ist zwischen den Ausprägungen Betriebssicherheit („safety“) und Angriffssicherheit („security“) zu unterscheiden. Die Betriebssicherheit wird durch unabsichtliche Bedrohungen gestört, während die Angriffssicherheit durch absichtliche Ereignisse gefährdet wird. Die Sicherheit der Lieferkette erfordert, dass Bedrohungen abgewendet werden, die dazu bestimmt sind, diese zu schädigen oder zu zerstören. Der Begriff Sicherheit ist daher im Zusammenhang mit der Lieferkette als Angriffssicherheit („security“) zu verstehen. Es stehen somit Bedrohungen durch Kriminalität und Terrorismus im Vordergrund.<sup>18</sup>

Es kann davon ausgegangen werden, dass durch das verursachen zusätzlicher Transaktionskosten, Terrorismus tendenziell negative Auswirkungen auf den Umfang des Welthandels hat. Diese können insbesondere durch die Verstärkung von Sicherheitsmaßnahmen und daraus resultierende längere Lieferzeiten oder durch die Zerstörung der Ware selbst entstehen. Außerdem kann die Verunsicherung der Kunden zu veränderten Konsumgewohnheiten führen.<sup>19</sup>

Es gilt daher unter anderem, die Verkehrsinfrastruktur wie z. B. Seehäfen (siehe Ziffer 2.3) als kritische Infrastruktur zu schützen. Zu dieser gehören Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen. Ein Ausfall oder eine Beeinträchtigung einer kritischen Infrastruktur könnte zu Versorgungsengpässen führen, ein Störung der öffentlichen Sicherheit bedeuten oder andere negative Auswirkungen haben.<sup>20</sup>

Für die Sicherheit der Lieferkette ist es erforderlich, die gesamte Wertschöpfungskette zu betrachten, weil die Gefahr besteht, dass ein Angriff auf das schwächste Glied erfolgt. Es muss daher ein ganzheitlicher, unternehmensübergreifender Ansatz gewählt werden. Hierfür werden Sicherheitsmanagement sowie Sicherheitsregime im

---

<sup>18</sup> Vgl. Wieland, A. (2008a), S. 1-2

<sup>19</sup> Vgl. Brück, T.; Schumacher, D. (2004), S. 45

<sup>20</sup> Vgl. Internationales Konversionszentrum Bonn (2008), S. 7 und Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (ohne Datum), S. 1

Kapitel 2 dargestellt, Schwerpunkt dieser Arbeit sind jedoch Sicherheitstechnologien. Diese müssen sowohl die Materialflüsse als auch die Informationsflüsse in der Lieferkette sichern. Für die Sicherung der Materialflüsse gilt es die Knotenpunkte wie z. B. Hafenanlagen, die Kanten und die Güter zu betrachten. Der Transport entlang der Kanten erfolgt zum großen Teil in Containern (s. o.), so dass hier vor allem Sicherheitstechnologien betrachtet werden sollen, die sich auf Containersicherheit beziehen.<sup>21</sup>

## **2. Heterogene rechtliche Grundlagen für die Sicherheit der Lieferkette**

Insbesondere unter dem Eindruck der Anschläge des 11. September 2001 wurden zahlreiche nationale und internationale Regelungen getroffen, die Auswirkungen auf die Prozesse der Lieferkette haben. Ausgehend von der Themenstellung werden in diesem Kapitel die Standards und Sicherheitsregime beschrieben, die Auswirkungen auf den Seeverkehr haben.

### **2.1 Internationale Standards**

Im Rahmen des Sicherheitsmanagements kann eine Zertifizierung nach der Norm ISO 28000, das ein prozessorientiertes Managementsystem für Sicherheit in der Lieferkette enthält, erfolgen. Diese orientiert sich an die Normen ISO 9001 (Qualitätsmanagement) und ISO 14001 (Umweltmanagement). Die Norm 28000 wird ergänzt durch die Normen ISO 28001 und ISO 28004, die Optimallösungen bzw. Richtlinien zur Umsetzung dieser beinhalten. Es umfasst die Elemente gemäß Abb. 2.<sup>22</sup>

Es ist zunächst die Strategie für das Sicherheitsmanagement („policy“) durch die Unternehmensführung festzulegen. Danach erfolgt eine Risikobewertung und es werden abhängig von der vorgegebenen Strategie die Sicherheitsziele und Programme für das Sicherheitsmanagement festgelegt („security risk assessment and planning“). Außerdem werden Verantwortlichkeiten und Kompetenzen für das Sicherheitsmanagement sowie der Zugang zu Informationen und die erforderliche Dokumentation festgelegt und entsprechende Verfahren entwickelt („implementation and operation“).

---

<sup>21</sup> Vgl. Wieland, A. (2008b), S. 143-144

<sup>22</sup> Vgl. Wieland, A. (2008b), S. 148-149

## **Fazit und Ausblick**

Ein großer Anteil des internationalen Warenverkehrs erfolgt im containerisierten Seeverkehr. Insbesondere unter dem Eindruck der Anschläge des 11. September 2001 wurden zahlreiche nationale und internationale Regelungen getroffen, die Auswirkungen auf die Prozesse der Lieferkette haben.

Die Regelungen beeinflussen das SCM, indem beispielsweise höhere Kosten durch Maßnahmen zur Gefahrenabwehr entstehen, zusätzliche Informationsflüsse erforderlich sind, um den zollrechtlichen Anforderungen in Bezug auf summarische Vorab-Anmeldungen gerecht werden zu können und gemeinsame Anstrengungen der Unternehmen einer Lieferkette erforderlich sind, um z. B. eine Zertifizierung als AEO zu erreichen.

Es besteht jedoch die Gefahr, dass der Inhalt eines Containers während der Beförderung oder beim Umschlag manipuliert, ausgetauscht oder gestohlen wird und somit ein Sicherheitsrisiko darstellt. Daher stellt sich die Frage, wie die Daten des Containers in Echtzeit entlang der gesamten Lieferkette übertragen werden können, um die lückenlose Verfolgung (Tracking) und die Archivierung der übertragenen Daten (Tracing) zu gewährleisten.

Es gibt unterschiedliche Informationssysteme, deren Anwendung die Verfolgung und Überwachung eines Containers im Rahmen des SCM ermöglichen. Als mögliche Lösung dafür sind in dieser Arbeit RFID- und GPS-basierte Systeme sowie Smartcontainer betrachtet worden. Der Einsatz von RFID-Systemen ermöglicht eine automatische und elektronische Identifizierung eines Containers während der Beförderung. Dadurch werden Falscheingaben der Containerkennzeichnungen, die durch manuelle Eingabe entstehen können sowie Routenabweichungen und unerlaubtes Öffnen des Containers vermieden.

Die Anwendung von GPS-Systemen ermöglicht dagegen durchgängig, die genaue Position des Containers zu ermitteln.

Beide Systeme haben Vor- und Nachteile und müssten in der Zukunft weiter verbessert werden.

Mit der zunehmenden internationalen Arbeitsteilung und der Anzahl unternehmensübergreifender Lieferketten steigen die Sicherheitsanforderungen für die Informati-

onssysteme von Unternehmen. Dadurch steigen auch die Anforderungen an die Integration der von RFID-Systemen erfassten Daten, die an die Anwendungssysteme eines Unternehmens weitergeleitet werden.