

Josef Bernhard

Michael Krupp

Wolfram Strauß

# Mobile Servicewelten

## Einsatz von RFID-Technologie im Service des Maschinen- und Anlagenbaus

Arbeitsbericht

April 2008

Verbundprojekt Mobile Servicewelten

Förderkennzeichen: 01MD06013 bis 01MD06018

# 1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Einführung	5
3	Produktlebenszyklusorientierte Entwicklung	5
4	Anwendungsszenarien	7
4.1	Werkzeugidentifikation	8
4.2	Werkstückidentifikation	8
4.3	Plagiatschutz	9
4.4	Zustandsüberwachung	10
4.5	Baustellenlogistik	12
4.6	Technikerauthentifizierung	13
4.7	Dokumentationsmanagement	14
4.8	Intelligenter Servicebehälter	14
4.9	Konfigurationsmanagement	15
4.10	Wartung	16
5	RFID-Technologien	18
5.1	Anforderungen an den RFID Transponder	18
5.2	Stand der RFID-Technik	18
5.2.1	Energieversorgung der Transponder	18
5.2.2	Übertragungsfrequenz	18
5.2.2.1	Low Frequency (LF) Band	18
5.2.2.2	High Frequency (HF) Band	18
5.2.2.3	Ultra High Frequency (UHF) Band	18
5.2.2.4	Mikrowellen Band	19
5.2.2.5	Frequenzbereiche und Standards	20
5.2.3	Reichweite	20
6	Nutzungspotentiale	21
6.1	Werkzeugidentifikation	22
6.1.1	Erfüllung von Kundenforderungen	22
6.1.2	Verbesserte Kundenansprache	22
6.1.3	Reduzierung Garantiefälle	22
6.2	Werkstückidentifikation	22
6.2.1	Erfüllung von Kundenforderungen	22
6.2.2	Verbesserte Kundenansprache	23
6.2.3	Sicherung Produktoriginalität	23
6.2.4	Verbesserung der Prozessqualität	23

6.3	Plagiatschutz	23
6.3.1	Sicherung Produktoriginalität	23
6.3.2	Reduzierung Garantiefälle	23
6.4	Zustandsüberwachung	23
6.4.1	Erfüllung von Kundenforderungen	24
6.4.2	Verbesserte Kundenansprache	24
6.4.3	Verbesserte Prognosegenauigkeit	24
6.4.4	Aufbau von Wettbewerbsvorteilen	24
6.4.5	Verbesserung der Prozessqualität	24
6.4.6	Reduzierung Garantiefälle	24
6.5	Baustellenlogistik	24
6.5.1	Erfüllung von Kundenforderungen	24
6.5.2	Verbesserte Kundenansprache	24
6.5.3	Aufbau von Wettbewerbsvorteilen	25
6.5.4	Reduzierung von Suchzeiten	25
6.6	Technikerauthentifizierung	25
6.6.1	Sicherung Produktoriginalität	25
6.6.2	Reduzierung Garantiefälle	25
6.7	Dokumentationsmanagement	25
6.7.1	Identifikation von Schwachstellen	25
6.7.2	Erfüllung von Kundenforderungen	25
6.7.3	Verbesserte Kundenansprache	26
6.7.4	Verbesserte Prognosegenauigkeit	26
6.7.5	Aufbau von Wettbewerbsvorteilen	26
6.7.6	Reduzierung von Eingabezeiten	26
6.7.7	Reduzierung der Handlingzeit	26
6.7.8	Reduzierung von Begleitpapieren	26
6.7.9	Verbesserung der Prozessqualität	26
6.8	Intelligenter Servicebehälter	26
6.8.1	Vereinfachte Bestandsdatenverwaltung	27
6.8.2	Reduzierung von Schwund	27
6.8.3	Reduzierung Out of Stock-Situationen	27
6.8.4	Abbau von Sicherheitsbeständen	27
6.9	Konfigurationsmanagement	27
6.9.1	Erfüllung von Kundenforderungen	27
6.9.2	Verbesserte Kundenansprache	27
6.9.3	Aufbau von Wettbewerbsvorteilen	28
6.9.4	Reduzierung Garantiefälle	28

---

6.10	Wartung	28
6.10.1	Erfüllung von Kundenforderungen	28
6.10.2	Verbesserte Kundenansprache	28
6.10.3	Aufbau von Wettbewerbsvorteilen	28
6.10.4	Verbesserung der Prozessqualität	28
6.10.5	Reduzierung Garantiefälle	28
6.11	Zusammenfassung und Auswertung	29
7	Anhang	31
7.1	Abbildungsverzeichnis	31
7.2	Abkürzungen	31
7.3	Quellen	31
7.4	Beschreibung der Nutzenpotenziale nach Pflaum [Pfl07]	32

## 2 Einführung

Dieses Arbeitspapier entstand im Rahmen der Arbeiten des Fraunhofer IIS im Forschungsprojekt „Mobile Servicewelten“. Es beschreibt mögliche Einsatzszenarien der RFID-Technologie im Service des Maschinen- und Anlagenbaus. Die vorgestellten Einsatzszenarien wurden in Gesprächen mit den beteiligten Unternehmen des Maschinenbaus ermittelt und durch weitere Internetrecherchen ergänzt.

## 3 Produktlebenszyklusorientierte Entwicklung

Der Maschinenbau ist nach wie vor einer der erfolgreichsten deutschen Wirtschaftszweige. Technologische und qualitative Spitzenleistungen haben die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinenbaus auch in einem globalen Markt bestätigen können. Zur nachhaltigen Stärkung bzw. Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit wurden seit Beginn der 90er Jahre Anstrengungen in verschiedene Richtungen unternommen.

- Maschinenkonzepte wurden überarbeitet um vereinfachte Maschinen zu wettbewerbsfähigen Preisen anbieten zu können
- Die Schnittstelle zum Kunden, also Vertrieb, Kundendienst und andere Dienstleistungen wurden an neuen Märkten und Kunden ausgerichtet.
- Neue Arbeitsmodelle wurden zur Effizienz- und Qualitätssteigerung sowie zur verbesserten Arbeitszufriedenheit und Unternehmenskultur eingeführt.
- Durch Höherqualifizierung und damit verbundener Produktivitätssteigerung konnten die Lohnstückkosten nachhaltig gesenkt werden [Dis06].

Die Erfolge dieser Anstrengungen zeigen, dass eine kontinuierliche Verbesserung der Produkte und Arbeitsweisen auch den Standort Deutschland attraktiv halten kann. Entsprechend muss dies ein Ansporn für die Branche sein, die eigene Innovationskraft aufrecht zu erhalten und immer wieder neue Differenzierungsmerkmale in einem globalen Wettbewerb herauszuarbeiten.

Als eine Möglichkeit bietet sich an, die bereits in den letzten Jahren erkannte und ausgebaute Stärke der Gestaltung kundenorientierter Dienstleistungen weiter voranzutreiben. So können neue Produkt- und Dienstleistungskombinationen entwickelt werden, die einen deutlichen Mehrwert für den Abnehmer bieten. Hier liegt es nahe, Dienstleistungskonzepte auf der technologischen Kernkompetenz aufzubauen. D.h. innovative Technologien zu nutzen um innovative Dienstleistungen an Produkte zu knüpfen.

Ein Ansatz zur Entwicklung innovativer Produkt- und Dienstleistungskombinationen ist das Konzept des Produktlebenszyklusmanagements (PLM). Dieser Ansatz findet seine Wurzeln in den Wirtschaftswissenschaften insbesondere im Marketing. Dort wird über verschiedene Marktphasen hinweg versucht den Absatz konstant zu halten.<sup>1</sup>

Für den fokussierten Zusammenhang wird entsprechend des Ansatzes das Produkt über seine gesamte Lebensphasen hinweg betrachtet. D.h. entlang seiner physischen Lebensphasen vom Entwurf bzw. Konstruktion und Produktion bis zur Serienphase und Nachserienphase ([Bot03]

---

<sup>1</sup> Betrachtet werden Einführungs-, Wachstums-, Sättigungs- und Niedergangphase mit jeweils unterschiedlicher Nachfrageintensität [Pat59] und [Mef98].

und [Vos06]). Kerngedanke ist zum einen, dass mit einem produktbezogenen Datenmanagement bzw. Produktdatenmanagement (PDM) eine einheitliche Datenbasis über den gesamten Lebenszyklus hinweg erstellt und genutzt wird [Eig01] und zum anderen, dass in allen Lebensphasen eine optimale Gestaltung der anderen Lebensabschnitte berücksichtigt wird.

Für die Entwicklung eines Produkt/Dienstleistungsbündels bedeutet dies, dass bereits in der Entwicklung des Produktes Technologien geplant werden, die erst in der späteren Nutzungsphase einen Service ermöglichen oder vereinfachen. Dass in diese Richtung bereits intensiv gedacht wird zeigt die Möglichkeit einer Fernwartung über DFÜ, wie sie bereits von einigen Maschinenbauern angeboten wird.

Im vorliegenden Papier werden technologiebasierte Verbesserungen im Vorortservice aufgezeigt. Als zentrale Technologie wird hier Radio Frequenz Identifikation (RFID) fokussiert.

Damit richtet sich dieses Papier insbesondere an Maschinenbauer, die eine Verbesserung des eigenen Aftersale-Service anvisieren und zur technologischen Unterstützung den Einsatz von RFID in Betracht ziehen.

In Form von Szenarien werden zunächst verschiedene Anwendungsmöglichkeiten der RFID Technologie für den Bereich des Aftersale-Service im Maschinenbau aufgezeigt. Im darauf folgenden Kapitel werden mögliche Technologien vorgestellt die eine Nutzung von RFID in den Anwendungsszenarien ermöglichen. Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit der Nutzung sollen Argumentationshilfen für einen Einbezug der Technologie in die Produktplanung liefern.

## 4 Anwendungsszenarien

Während der Arbeit im Projekt „Mobile Servicewelten“ wurden in der Diskussion mit den beteiligten Maschinenbauunternehmen eine Reihe von Szenarien identifiziert, die für den Service im Maschinenbau allgemein von Relevanz sein können. In Tabelle 4.1 sind die identifizierten Szenarien aufgeführt.

Szenario	Einsetzbar bei H/T/V/W <sup>2</sup>	Bemerkung
Werkzeugidentifikation	✓/✓/✓/✓	Teilszenario
Werkstückidentifikation	✓/✓/✓/✓	
Plagiatschutz	✓/✓/✓/✓	Teilszenario
Zustandsüberwachung	✓/✓/✓/✓	
Baustellenlogistik	✓/✓/✓/✓	
Authentifizierung	✓/✓/✓/✓	Teilszenario
Dokumentation	✓/✓/✓/✓	Teilszenario
Servicebehälter	✓/✓/✓/✓	
Konfiguration	✓/✓/✓/✓	
Wartung	✓/✓/✓/✓	Komplexestes Szenario

Tabelle 4.1 Bewertungsmatrix für MSW-Szenarien

Die Auflistung zeigt, dass die meisten der Szenarien für alle Partner relevant sind. Im Weiteren werden diese Szenarien detailliert ausgeführt, während die Werkstückidentifikation und die Baustellenlogistik nur teilweise beleuchtet werden. Die verschiedenen Szenarien hängen voneinander ab, weil die komplexen Anwendungsfälle auf Abläufe einfacherer Szenarien aufbauen. Abbildung 4.1 zeigt die Verbindungen zwischen den unterschiedlichen Anwendungsfällen. Die beiden weniger relevanten Szenarien sind hierbei nicht aufgeführt.

<sup>2</sup>H: Homag; T: Trumpf; V: Voith; W: Weinig

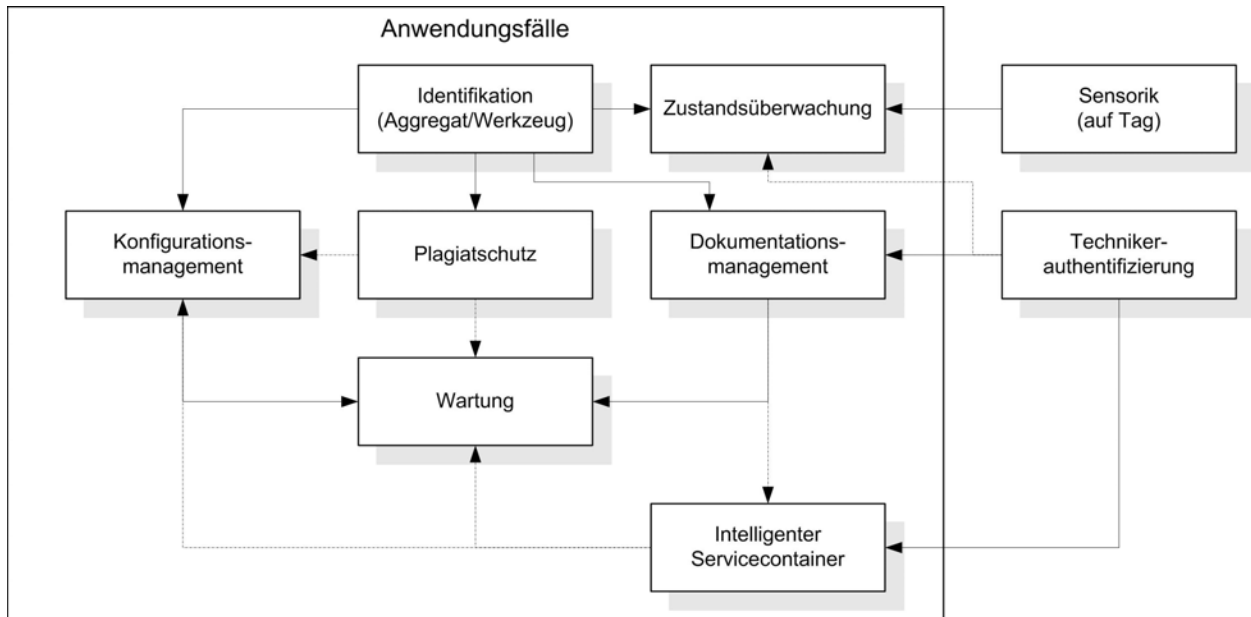


Abbildung 4.1 Abhängigkeiten der Szenarien

Die gezeigten Szenarien werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben. Die meisten Beschreibungen wurden mit Hilfe von UML-Diagrammen graphisch präzisiert.

#### 4.1 Werkzeugidentifikation

Die Identifikation von Werkzeugen mittels RFID in Maschinen ist Stand der Technik. Der Einsatz dient hauptsächlich zur Vermeidung von Fehlern beim Werkzeugwechsel und den damit verbundenen Ausschuss. Weiterhin kann der RFID Tag zur Zustandsüberwachung der eingesetzten Werkzeuge verwendet werden. Details dazu sind in Kapitel 4.4 zu finden.

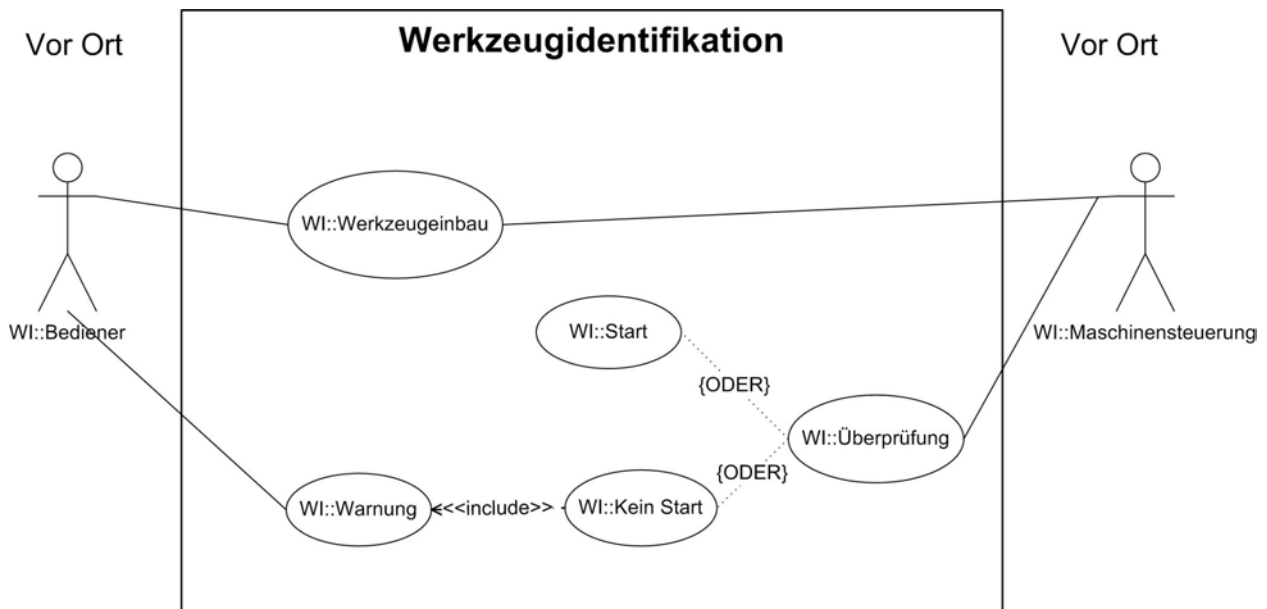


Abbildung 4.2 Anwendungsfall Werkzeugidentifikation

#### 4.2 Werkstückidentifikation

Eine weitere Idee für den Einsatz von RFID ist die Identifikation der Werkstücke, die von der Maschine bearbeitet werden. Dieser Spezialfall ist besonders in der Holzbearbeitung interes-

sant, wo Werkstücke ein Bearbeitungszentrum mehrmals durchlaufen. Hierbei möchte man im Fehlerfall schnell identifizieren welche Werkstücke an welcher Stelle weiterverarbeitet bzw. komplett neu gefertigt werden müssen. Der RFID Transponder im Holzstück dient dabei der eindeutigen Identifikation des Werkstücks und Speicherung des Bearbeitungszustandes.

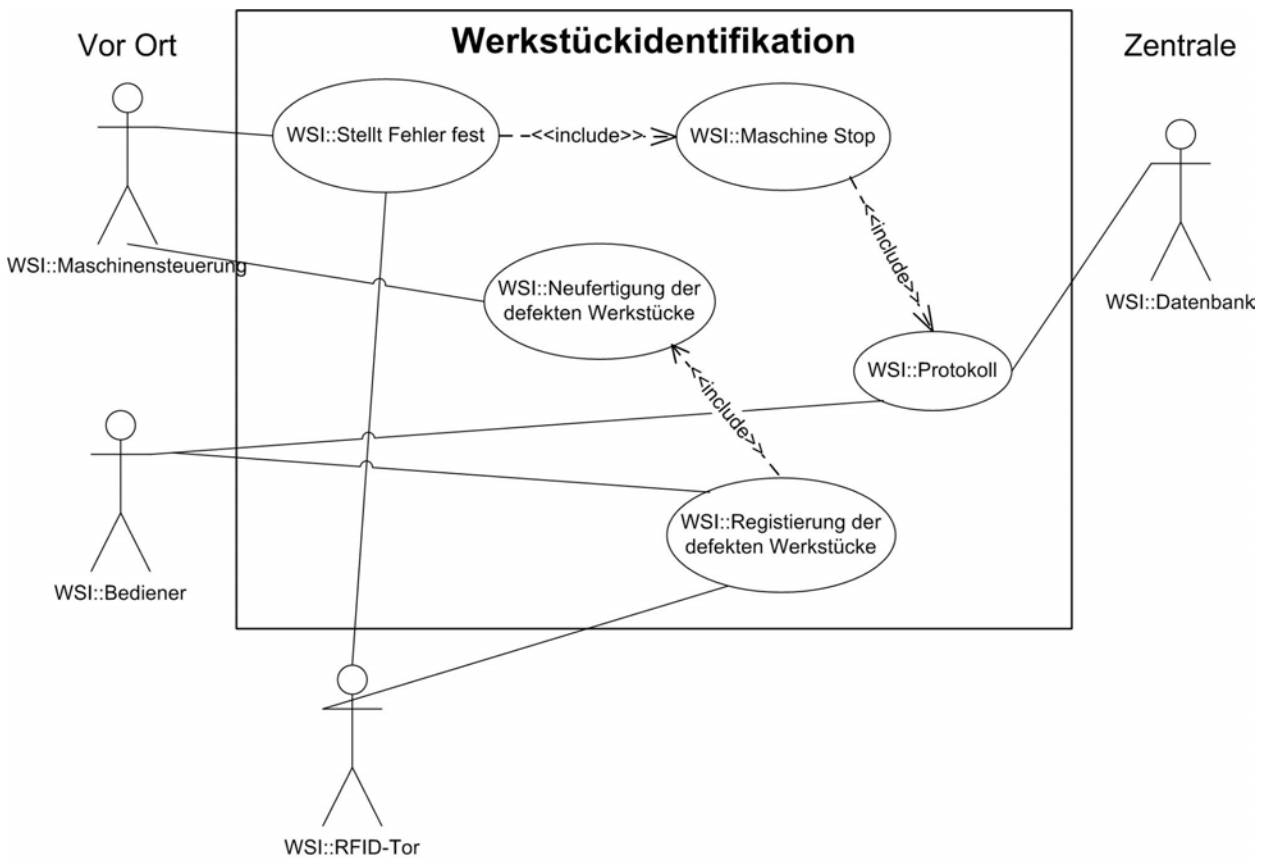


Abbildung 4.3 Anwendungsfall Werkstückidentifikation

Im Moment wird diese Aufgabe mit Hilfe von Lichtschranken bewältigt. Sind die Werkstücke mit RFID versehen und die Maschine mit entsprechenden Lesegeräten, könnte ein Servicetechniker aus der Fernservicezentrale aus schnell feststellen, an welcher Stelle ein bestimmtes Werkstück zu einem Fehler in der Produktion geführt hat.

### 4.3 Plagiatschutz

Beim Plagiatschutz geht es um die eindeutige Identifikation eines Bauteils oder Aggregates als Originalbauteil des Herstellers. RFID kann hier nur als Lösung dienen, wenn die gespeicherte Kennung (ID) auf dem RFID Tag eindeutig und von Dritten nicht veränderbar ist. In der Regel werden die ID-Nummern von den Chipherstellern bereits bei der Fertigung fest einprogrammiert. Ein Missbrauch erfordert demnach bereits hohe kriminelle Energie. Weiterhin muss für einen sicheren Plagiatschutz der RFID-Tag fest mit dem Bauteil verbunden sein. Lässt sich der RFID-Tag leicht ablösen, könnte ein Originaltransponder an ein gefälschtes Teil gelangen und so in die Maschine eingeschleust werden. Für eine untrennbare Verbindung von RFID-Tag und Objekt kann es sinnvoll sein, den Chip und die Antenne voneinander zu trennen. Der Chip könnte fest in das Aggregat eingebettet werden, die Antenne aber an der Oberfläche des Aggregats für eine möglichst große Reichweite angebracht sein.

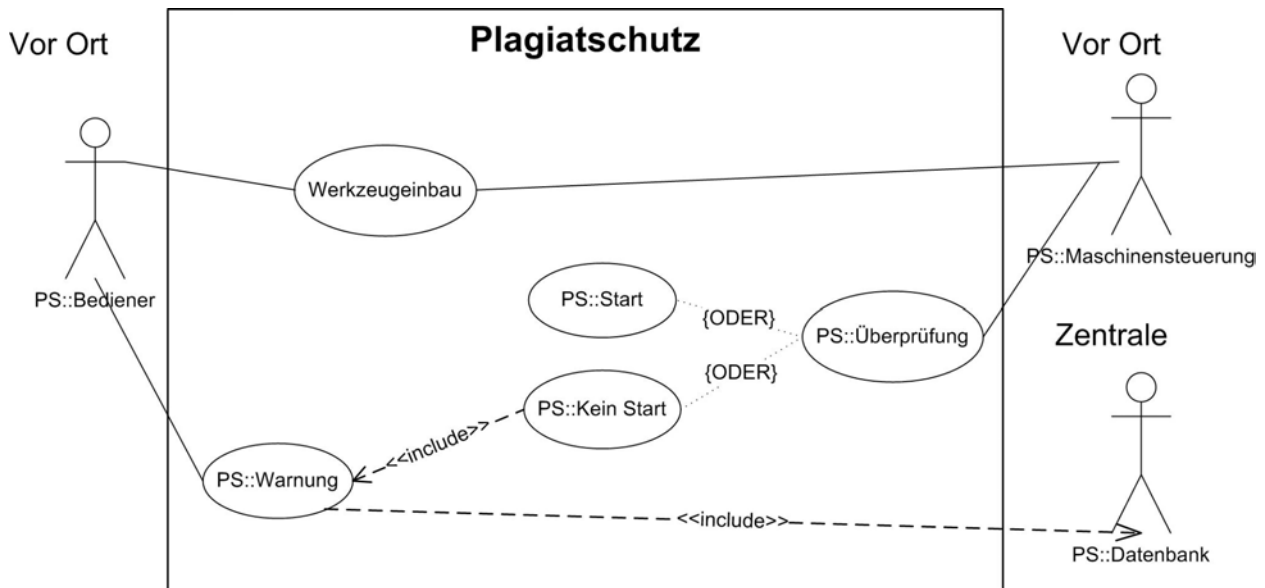


Abbildung 4.4 Anwendungsfall Plagiatschutz

Eine weitere Möglichkeit ist die sogenannte PUF-Technologie (Physikalisch unklonbare Funktion) einzusetzen, um den Austausch des RFID-Tags zu verhindern. Dabei wird bei der Herstellung beim Einbetten eine physikalische Eigenschaft, z.B. die elektrische Kapazität der IC-Kapselung, als Zugangsschlüssel auf Chip hinterlegt. Vor jeder Kommunikation prüft der Chip ob diese Eigenschaft mit dem Schlüsselwert übereinstimmt. Beim Ablösen des Tags wird diese Eigenschaft unwiederbringlich verändert und der Tag wird nicht mehr reagieren oder gibt eine Fehlermeldung aus.

#### 4.4 Zustandsüberwachung

Unter Zustandsüberwachung oder Condition Monitoring wird die kontinuierliche Erfassung von Betriebsparametern eines Bauteils verstanden. Diese Parameter können zum Beispiel sein:

- Laufzeit eines Bauteils (z.B. Spindel)
- Mechanische und thermische Beanspruchung

Zur Erfassung dieser Parameter sind Sensoren notwendig. In der Regel sind die Maschinen und deren Aggregate heute schon mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, die drahtgebunden von der Maschinensteuerung ausgelesen werden. Ein Ansatz könnte darin bestehen, Sensordaten in der Maschinensteuerung zu gewinnen und über einen RFID Reader an einen passiven RFID-Tag an dem Aggregat zu übertragen und zu speichern. Dies hat den Vorteil, dass die Daten auch offline ohne Zugriff auf die Maschine zur Verfügung stehen, z.B. wenn das Aggregat wieder ausgebaut und an das Werk zurückgeschickt wird.

Es gibt aber Komponenten, z.B. rotierende Teile, die nicht mit drahtgebundenen Sensoren ausgestattet werden können. Hier könnten RFID Tags mit integrierter Sensorik zum Einsatz kommen. Bei der Zustandsüberwachung muss der Tag mit einer Sensoreinheit ausgestattet werden, der die Belastung oder den Zustand eines Bauteils erfasst und im Tag speichert. Die Daten werden dann drahtlos ausgelesen.

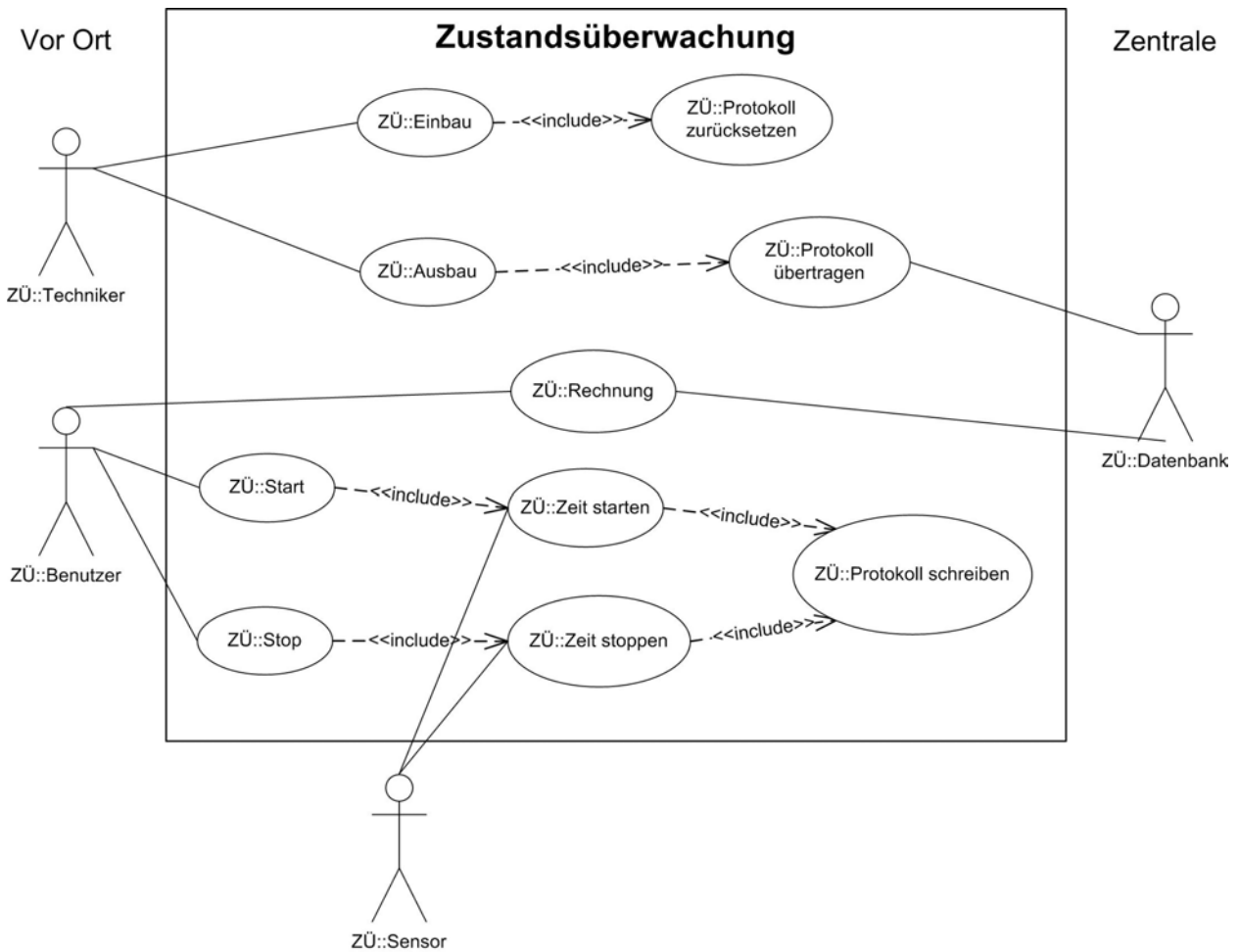


Abbildung 4.5 Anwendungsfall Werkzeugzustandüberwachung

Mit Hilfe der Zustandsüberwachung an einer Komponente können neue Dienstleistungsmodelle generiert werden. So könnten z.B. Garantiezeiten einer Komponente an die tatsächliche Belastung angepasst werden. Ein Maschinenbetreiber, der mit seiner Maschine nicht sorgsam umgeht, verliert z.B. Garantieansprüche oder muss höhere Servicekosten tragen.

Weiterhin könnten Maschinen oder Teile der Maschinen nicht mehr verkauft, sondern verliehen werden. Zur Abrechnung wird die tatsächliche Betriebsdauer oder sogar Belastung der Maschine herangezogen. Ein Beispiel könnte die Realisierung eines Betriebstundenzählers an einer Hochleistungsspindel sein, die zeitweise an verschiedene Kunden verliehen wird. Das Auslesen kann, wie in Abbildung 4.6 gezeigt, durch einen Techniker mit einem mobilen Lesegerät erfolgen, oder im Werk vorgenommen werden, nachdem die Spindel wieder zurück geschickt wurde.

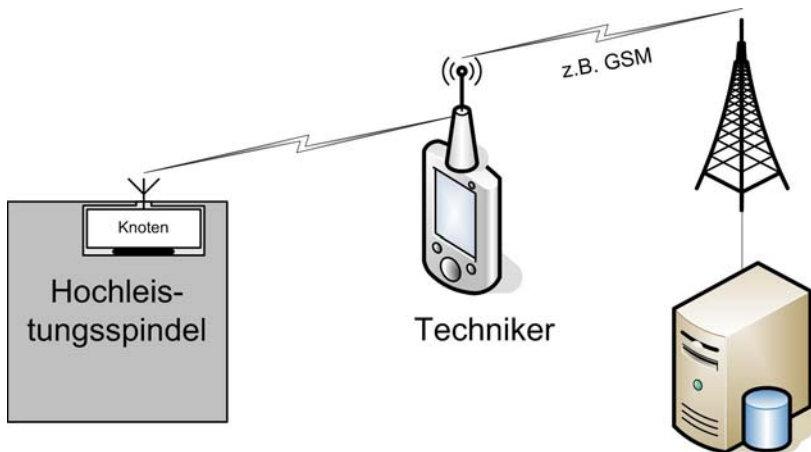


Abbildung 4.6 Beispiel für eine Zustandsüberwachung

Zur Ermittlung der Betriebsstunden, könnte ein Beschleunigungssensor dienen, der nur ab einer bestimmten Rotationsgeschwindigkeit ein Signal an den Knoten leitet, der mit einer Uhr den Einsatz protokolliert. Dabei wird die für die Sensorik nötige Energie entweder im Knoten gewonnen oder von einem integrierten Akku zur Verfügung gestellt.

## 4.5 Baustellenlogistik

Bei größeren Anlagen ist die Inbetriebnahme eine komplexe Operation. Die Behälter mit den Einzelteilen der Anlage treffen am Bestimmungsort in der Regel völlig ungeordnet ein, was einen hohen Aufwand beim Auffinden der einzelnen Komponenten nach sich zieht. In der Regel wissen die Monteure nicht, wie die Container gepackt sind und in welchem Container sich welches Bauteil befindet. Um das herauszufinden müssen die Packlisten der Container manuell durchsucht werden.

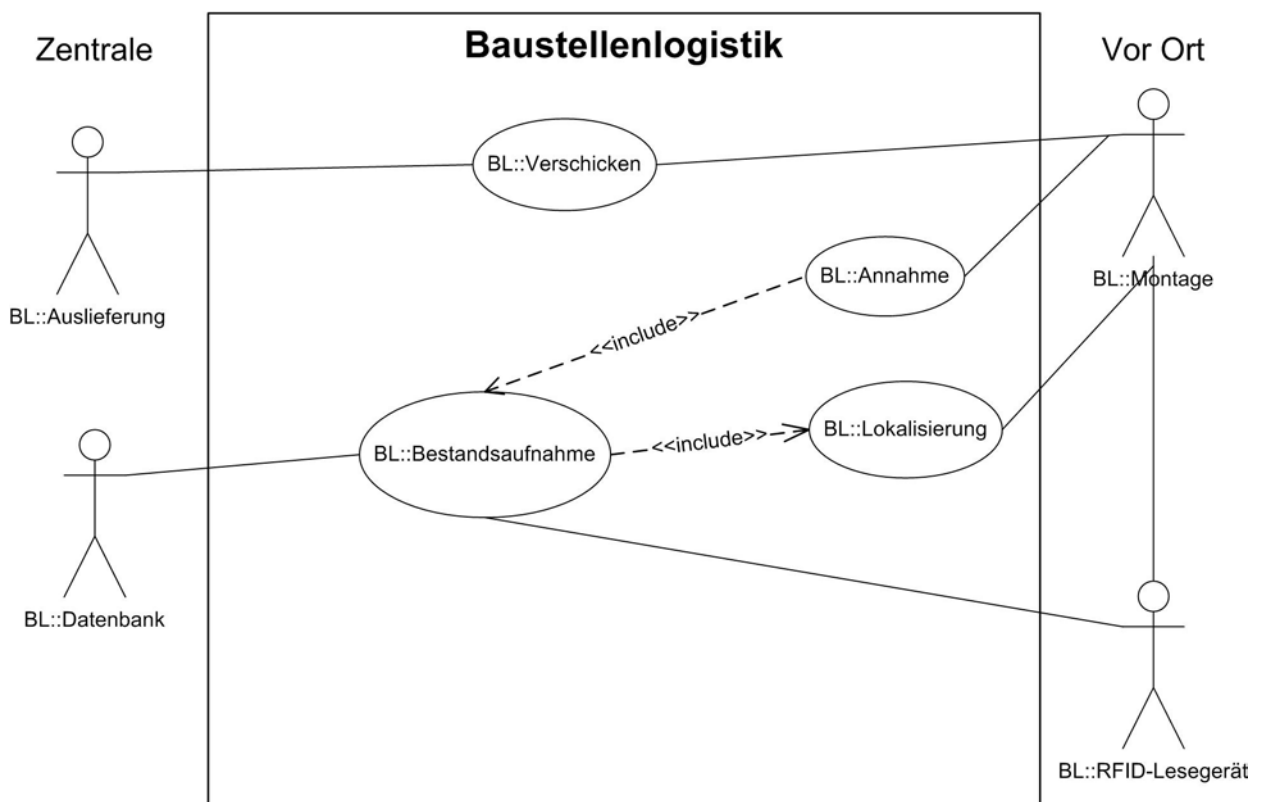


Abbildung 4.7 Anwendungsfall Baustellenlogistik

Denkbar wäre den Behälter mit einem RFID Transponder zu versehen, um zum einen den Behälter an sich zu identifizieren und um zum anderen eine Stückliste der Teile dort abzulegen, die im Container enthalten sind. Somit kann der Techniker ohne den Container zu öffnen sofort ermitteln, welche Teile sich in dem Container befinden. Das Auffinden könnte so passieren, dass der Techniker die Nummer des gesuchten Bauteils in sein mobiles Device eingibt und das Device automatisch die auf dem RFID Transponder gespeicherte Stückliste nach dieser Nummer durchsucht.

#### 4.6 Technikerauthentifizierung

Die Authentifizierung des Technikers, ist für sich genommen kein sinnvolles Anwendungsszenario, bildet aber die Voraussetzung für komplexe Szenarien, wie Dokumentenmanagement und Wartung.

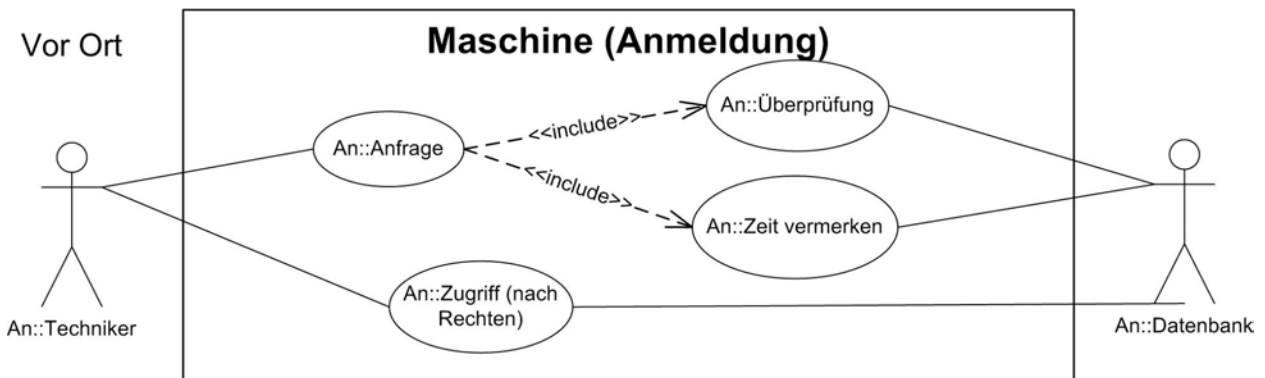


Abbildung 4.8 Anwendungsfall Anmeldung

Der Techniker trägt einen RFID Transponder in Form einer ID-Karte bei sich, mit der er sich an der Maschine über ein entsprechendes RFID-Leseterminal anmeldet. Der Techniker stellt damit eine Anfrage an die Maschine, die nach Überprüfung in der Zentralen Datenbank mit den entsprechenden Rechten gewährt oder verweigert wird. Bei der Abmeldung wird die Sitzung nach der Anfrage beendet. Optional können die Zeitpunkte der An- und Abmeldung protokolliert werden.

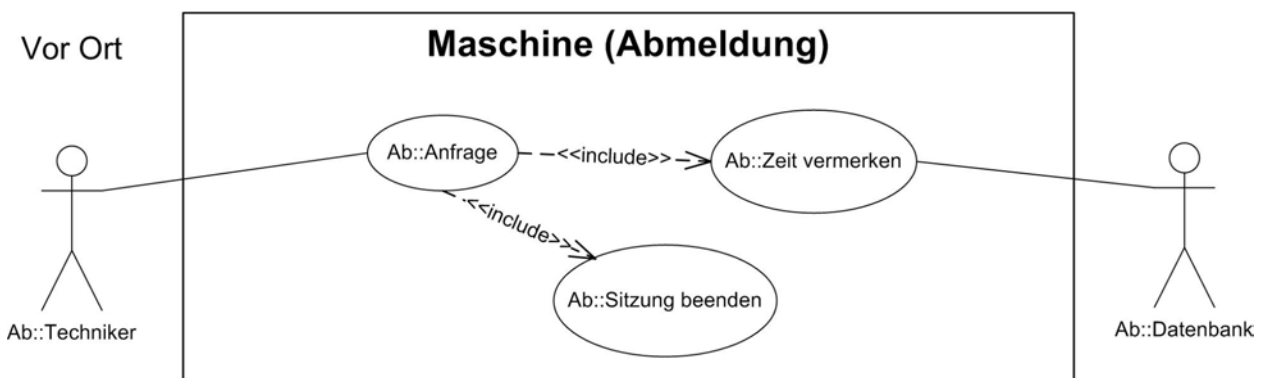


Abbildung 4.9 Anwendungsfall Abmeldung

Die Maschine hat unterschiedliche Benutzerprofile, die unterschiedliche Zugriffsrechte auf die Maschinensteuerung erlauben. Ein Servicetechniker könnte über die Authentifizierung weiter reichendere Zugriffsrechte (z.B. zur Debugging und Fehleranalyse) auf die Maschine erhalten als der Bediener der Maschine selbst. Die Zugriffsrechte könnten auch zusätzlich über die Qualifikation des Servicetechnikers gestuft werden. Ein Techniker, der an einer regelmäßigen Schulung oder an bestimmten Schulungen teilnimmt erhält zusätzliche Zugriffsrechte. Die Information über seine Qualifikation bzw. Zugriffstatus kann auf der Karte abgelegt werden. Besser ist es

die Zugriffsrechte zentral zu verwalten und dann bei Zugriff auf die Maschine die aktuellen Rechte dort abzufragen.

## 4.7 Dokumentationsmanagement

Wenn die Aggregate und Werkzeuge eindeutig identifizierbar sind, kann der Servicetechniker allgemeine und spezielle Informationen zu der Baugruppe herunterladen bzw. geänderte oder neue Dokumente dazu automatisch auf den Firmenserver zurückspielen. Dafür ist eine ausreichende Datenverbindung vor Ort notwendig. Sollte diese Verbindung nicht bestehen können bei funktionierendem Konfigurationsmanagement (Kapitel 4.9) die benötigten Informationen vorab auf ein Notebook überspielt werden.

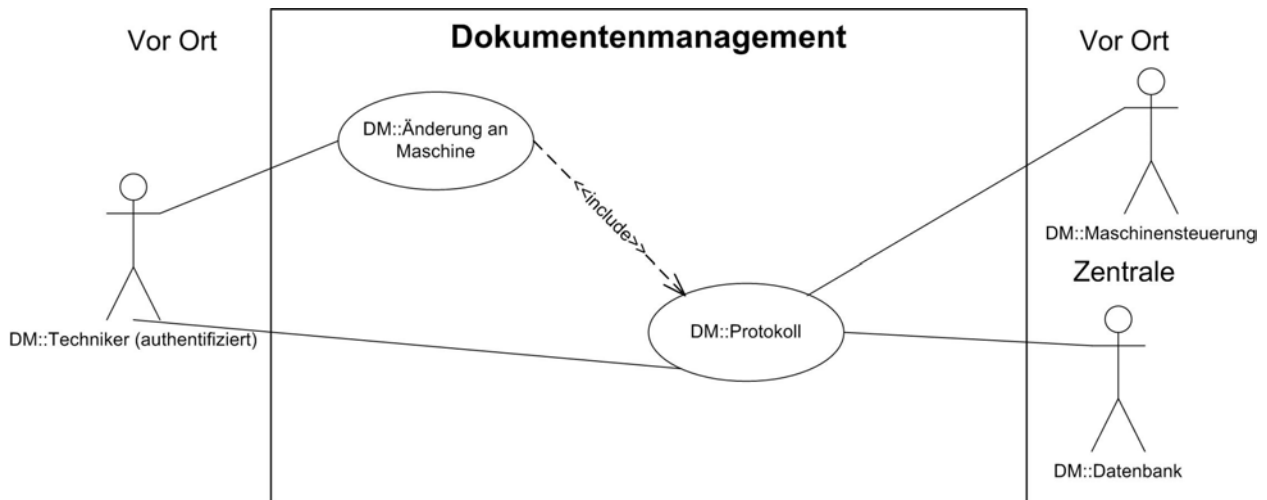


Abbildung 4.10 Anwendungsfall Dokumentenmanagement

Die automatische Erfassung und Dokumentation von Wartungsarbeiten muss dann mit der für das Aggregat spezifischen Identifikation zwischengespeichert werden, um sie dann bei vorhandenem Netzzugang mit dem Server abzugleichen. In beiden Fällen werden die Daten sehr einsatznah auf den aktuellen Stand gebracht. Die obige Beschreibung zeigt, dass dieses Szenario eng an die Wartung in Kapitel 4.10 gekoppelt ist.

## 4.8 Intelligenter Servicebehälter

Im Service kommen häufig Behälter bzw. Werkzeugkisten zum Einsatz, die mit einem Grundbestand von Ersatzteilen und Werkzeugen bestückt sind. Im größten Fall ist das Auto des Servicetechnikers als ein solcher „Servicebehälter“ zu verstehen. Hier könnte RFID genutzt werden um die Vollständigkeit der Grundausstattung des Pkws zu überwachen. Der Bestand an Ersatzteilen und/oder Werkzeuge wird mittels RFID und mobilen Lesegerät vor der Abfahrt erfasst. Dieser zeigt bei der Abfahrt evtl. Fehlbestände an.

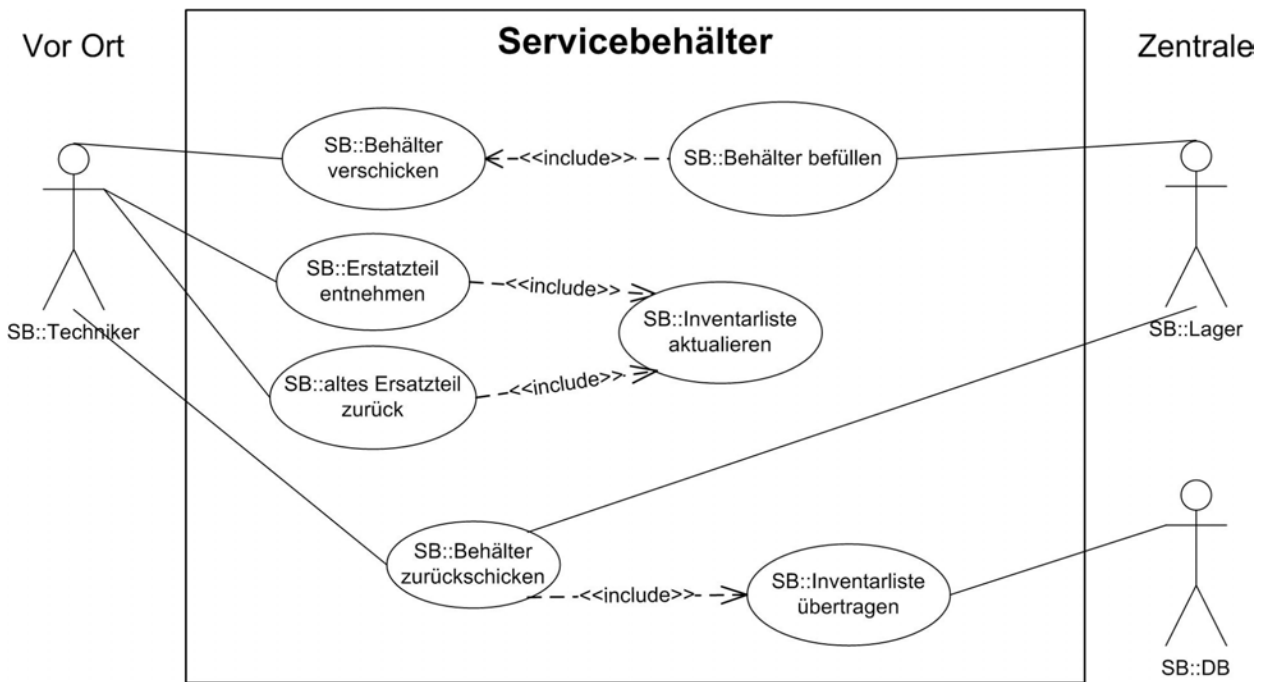


Abbildung 4.11 Anwendungsfall Servicebehälter

In einem zweiten Fall reist der Service-Techniker ohne Ersatzteile und Werkzeuge, die von einer Zentrale in einem Service-Behälter verschickt werden, an. Um die Inventur und das Auffüllen dieser Behälter zu erleichtern werden die Informationen, welche Teile sich in dem Behälter befinden auf einen Tag, der sich am Behälter befindet geschrieben. Bei größeren Ersatzteilen können die Teile selber noch mit einem Tag versehen sein. Der Servicetechniker entnimmt die Teile, die er für den Serviceeinsatz benötigt und dokumentiert die Entnahme auf dem Tag am Behälter. Teile, die ausgebaut wurden und im Werk überholt werden sollen, werden in den Behälter gelegt und die Information darüber in dem Tag abgelegt. Nach dem Serviceeinsatz wird der Behälter mit dem Restmaterial an die Zentrale zurückgeschickt. Beim Eintreffen des Behälters übermittelt dieser den Inhalt an die zentrale Lagerverwaltung, um das schnelle Wiederauffüllen bzw. Auffinden zu gewährleisten. Teile für die Reparatur können somit schnell identifiziert und ausgeschleust werden.

## 4.9 Konfigurationsmanagement

Ziel des Konfigurationsmanagements ist es immer eine vollständige, aktuelle Liste aller in der Maschine verbauten Komponenten und Aggregate in der Datenbank zu haben. Dies setzt aber voraus, dass alle relevanten Bauteile nicht nur typisierbar, sondern auch eindeutig identifizierbar, also serialisiert sind.

Das Konfigurationsmanagement beginnt bei der Vorbereitung der Auslieferung der Maschine an den Kunden. Vor der Auslieferung einer Maschine an den Kunden wird sie komplett zusammengebaut und Abnahmetests unterzogen. Dabei wäre es sehr wünschenswert, wenn die spezielle Konfiguration der Maschine vollständig automatisch erfasst und gespeichert würde, z.B. bei der Durchfahrt durch ein RFID-Readertor. Danach wird die Maschine zerlegt, verpackt und verschickt.

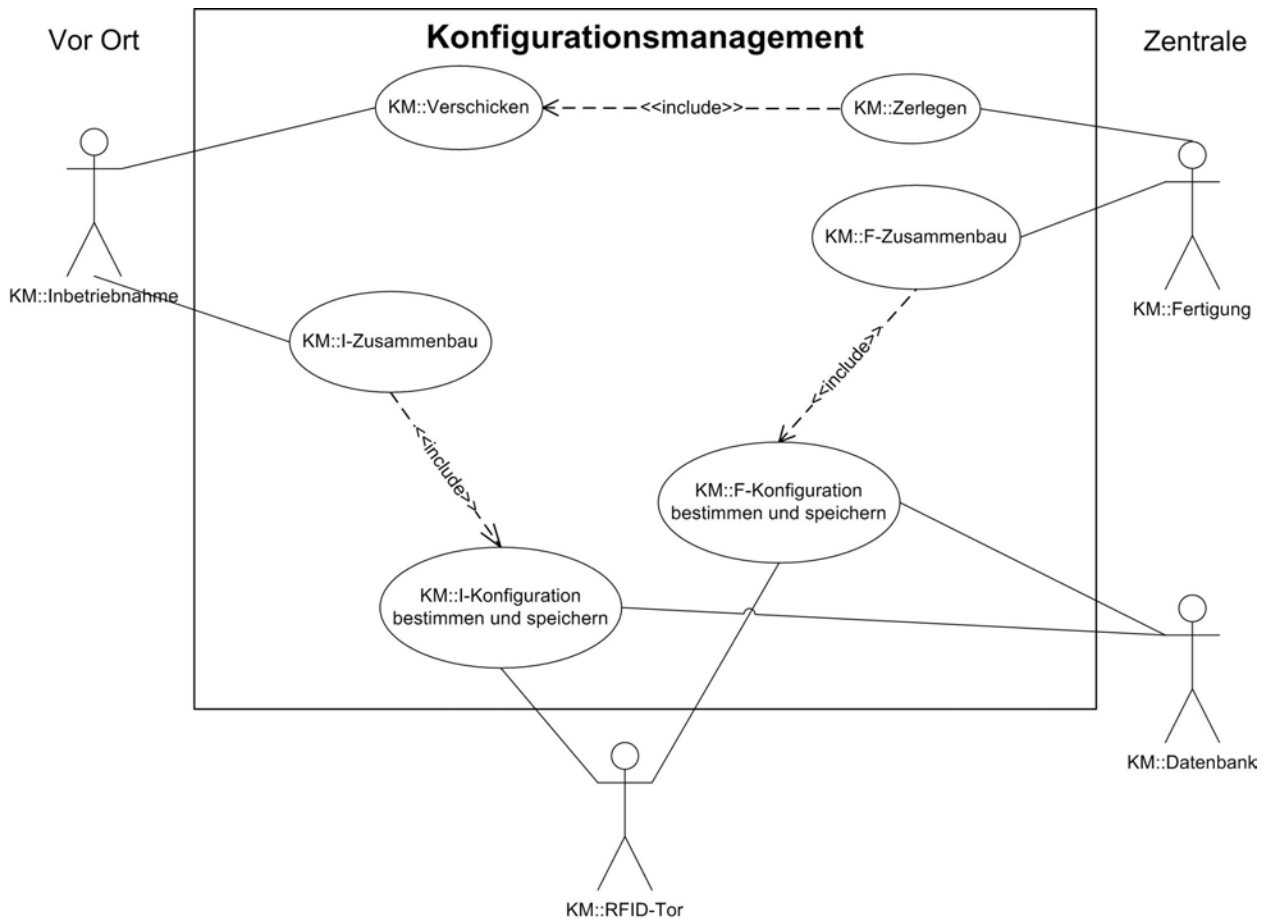


Abbildung 4.12 Anwendungsfall Konfigurationsmanagement

Beim Kunden wird sie wieder zusammengesetzt, die Konfiguration noch einmal automatisch erfasst und mit der ersten verglichen. Dieser Fall ist der Inbetriebnahme zuzuordnen, aber die Funktionalität kann auch in anderen Fällen, z.B. bei der Wartung, eingesetzt werden. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, mit hoher Sicherheit die genauen Bauteile einer Maschine eindeutig zu ermitteln. Bei komplexen Maschinen ist es sinnvoll Hierarchien der Kennzeichnung auf den entsprechenden Transponder einzuführen. Größere Baugruppen oder Aggregate bestehen aus Teilkomponenten, die vielleicht zu klein oder zu billig sind, um darauf einen Transponder aufzubringen. Deren Identifikationsnummern können auf den übergeordneten Transponder des Aggregates hinterlegt werden.

## 4.10 Wartung

Das Wartungsszenario kann viele der vorab behandelten Anwendungsfälle beinhalten, wie in Abbildung 4.1 dargestellt. In Abbildung 4.13 ist der Ablauf der Wartung schematisch dargestellt. Damit der Servicetechniker überhaupt beginnen kann steht die Anmeldung an der Maschine an erster Stelle. Das Anmelden an der Maschine kann z.B. auch für die Zeiterfassung genutzt werden. Der Zeitpunkt des Anmeldens wird dann als Beginn der Arbeiten interpretiert. Die relevanten Daten (elektronischer Serviceauftrag, aktuelle Konfiguration der Maschine, Datenblätter ...) werden über den Netzzugang an den Servicetechniker übermittelt. Alle Änderungen in der Konfiguration der Maschine, wie Ein- bzw. Ausbau von Aggregaten, Erledigung von Routinearbeiten etc. werden in der Maschine gespeichert und mit der Zentrale abgeglichen. Dasselbe geschieht mit der Dokumentation der Maschine. Die verwendeten Ersatzteile und die zu erwartenden Rückläufer werden an das Zentrallager gemeldet. Sobald sich der Techniker nach Beendigung aller Arbeiten an der Maschine abmeldet wird die Zeit als Bearbeitungsende erfasst und an die zentrale Datenbank weitergeleitet.

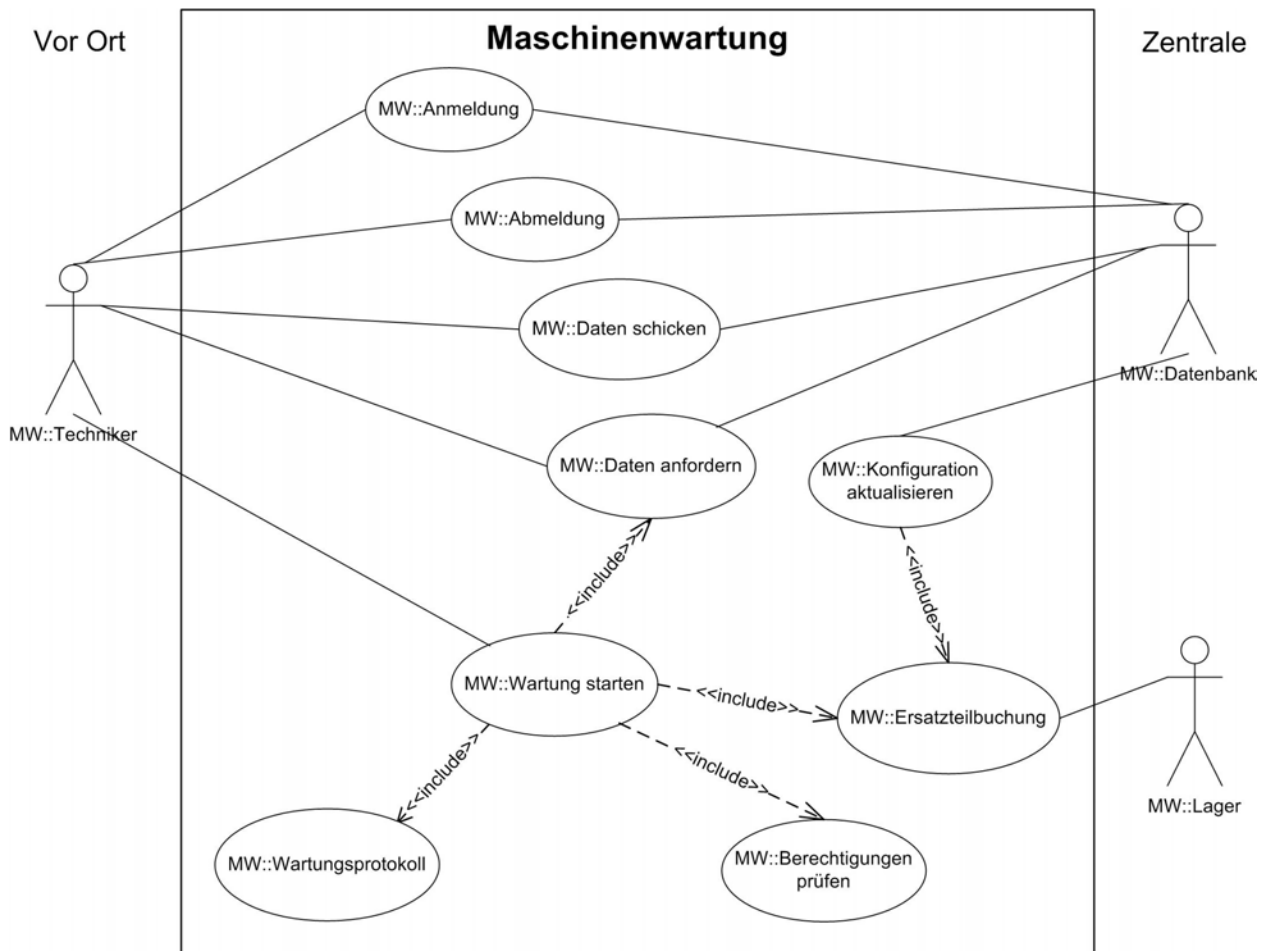


Abbildung 4.13 Anwendungsfall Wartung

Durch das „Mitschreiben“ der Technikeraktivitäten an der Maschine lassen sich viele Nutzenpotenziale erreichen, die in anderen Anwendungsszenarien auch enthalten sind. So wird beispielsweise ein fortlaufendes Konfigurationsmanagement erreicht. D.h., die Transparenz der eingebauten Teile wird durch einen sicheren Prozess und Lesepunkte im Prozess erreicht, wobei RFID nicht zwingend genutzt werden muss. Allerdings verringert RFID hier den Handling-Aufwand und erhöht die Datenqualität und Prozesssicherheit.

## 5 RFID-Technologien

### 5.1 Anforderungen an den RFID Transponder

Aus den in Kapitel 4 aufgezeigten Einsatzszenarien ergeben sich folgende Anforderungen an die RFID Technologie:

- Funktionsweise auf Metall
- Standardisierte, kostengünstige Technologie
- Eindeutige Identifikationsnummer
- Zusätzlicher Speicher zur Datenhaltung
- Hohe Lesereichweite

### 5.2 Stand der RFID-Technik

Der Markt für Produkte der RFID Technologie ist sehr heterogen. Es gibt sehr viele unterschiedliche Produkte, die nicht kompatibel zueinander sind. Die folgenden Unterscheidungskriterien sind anwendbar.

#### 5.2.1 Energieversorgung der Transponder

Die RFID Tags oder Transponder lassen sich in aktive, semiaktive und passive Transponder einteilen. Die aktiven und semiaktiven Transponder sind batteriebetrieben. Die aktiven besitzen gegenüber den semiaktiven einen eigenen Sendeverstärker und erzielen dadurch eine höhere Reichweite. Die passiven Transponder beziehen ihre Energie aus dem Sendefeld eines Lesegerätes oder Readers und besitzen deshalb die geringste Reichweite von allen.

#### 5.2.2 Übertragungsfrequenz

##### 5.2.2.1 Low Frequency (LF) Band

Der Frequenzbereich um 125 kHz ist der für Transponder derzeit noch am meisten genutzte Frequenzbereich. Er erstreckt sich von 119 kHz bis 135 kHz und ist weltweit verfügbar. Vorteil dieses Frequenzbereichs ist die einfache Realisierung. Nachteil ist die geringe Datenrate und Reichweite. Es existiert keine eindeutige Standardisierung.

##### 5.2.2.2 High Frequency (HF) Band

Das Frequenzband 13,56 MHz ist weltweit verfügbar. Der Frequenzbereich erlaubt eine höhere Datenrate als das LF Band. Wegen der Realisierbarkeit gedruckter Spulen und der höheren Reichweite steigt die Nutzung dieses Frequenzbandes. Die meisten Produkte für diesen Frequenzbereich sind nach den Standards ISO 14443 und ISO 15693 ausgeführt. Dadurch sind Transponder und Lesegeräte beliebig austauschbar. Durch die Aktivitäten des Industriekonsortiums Near Field Communication – NFC basierend auf den ISO14443 Standard soll die Lesegerätetechnologie künftig als weitere Schnittstelle in mobile Endgeräte Einzug finden.

##### 5.2.2.3 Ultra High Frequency (UHF) Band

Der Frequenzbereich für UHF Transponder ist international sehr unterschiedlich reguliert. Teilweise stehen in vielen Ländern Frequenzen gar nicht zur Verfügung. Aufgrund unterschiedlicher

verfügbarer Dienste in diesem Frequenzbereich, wie z.B. GSM900 in Europa erstreckt sich der Frequenzbereich von 860 MHz bis 960 MHz.

Tabelle 5.1 gibt für die wichtigsten Länder einen Überblick der UHF-Frequenzen, die im Bereich RFID eingesetzt werden [Bar05]

Land	Frequenz	Leistung	Technik <sup>3</sup>	Bemerkung
China	917-922 MHz	2 W ERP		Temporary license required.
Frankreich	865,6-867,6 MHz	2 W ERP	LBT	Licensed use only.
Deutschland	865.6-867.6 MHz	2 W ERP	LBT	EN 302 328
Indien	865-867 MHz	4 W ERP	LBT	
Japan	952-954 MHz	4 W EIRP		License required at 4 W
England	865,6-867,6 MHz	2 W ERP	LBT	
USA	902-928 MHz	4 W EIRP	FHSS	

Tabelle 5.1: UHF Frequenzübersicht

Da der Frequenzbereich sehr breit gewählt wurde, ist zu erwarten, dass die meisten Industriestaaten in den nächsten Jahren ein entsprechendes Frequenzband für die Nutzung von UHF Transpondern freigeben werden. Probleme aufgrund der hohen Bandbreite treten laut [Con05] nicht auf. Allerdings sind die Antennen der meisten verfügbaren UHF Transponder nicht für die gesamte Bandbreite von 860-960 MHz spezifiziert. Unter Umständen muss mit Reichweiteneinbußen gerechnet werden bei einem Tag, der für eine bestimmte Arbeitsfrequenz ausgelegt wurde, aber aufgrund der Regularien außerhalb dieses Bereichs betrieben wird.

Für den Frequenzbereich gibt es unterschiedliche Standards. Von der Internationalen Standardisierungsorganisation wurden die Standards ISO18000-6A-C verabschiedet. Hohe Aufmerksamkeit gewinnt dieser Frequenzbereich durch die Aktivitäten zum elektronischen Produktcode (EPC). Zur eindeutigen Kennzeichnung von Objekten mittels RFID wurde vom Auto-ID Lab und der EPCGlobal ein elektronischer Produktcode entwickelt. Der sogenannte EPC-Standard EPC Gen 2 umfasst nicht nur das Datenformat sondern auch die Kommunikationsschnittstelle. Diese ist kompatibel zu dem ISO18000-6C Standard.

Aufgrund der Aktivitäten des EPC Global Forums ist zu erwarten, dass der Frequenzbereich trotz der weltweit unterschiedlichen Regulierung für RFID künftig stark an Bedeutung gewinnen wird.

#### 5.2.2.4 Mikrowellen Band

Das 2,45 GHz Band ist ein weltweit verfügbarer Frequenzbereich. Deshalb gibt es in diesem Bereich auch sehr viele andere Systeme wie etwa WLAN oder Bluetooth. Es gibt einige wenige, meist aktive oder semiaktive proprietäre RFID Lösungen. Trotzdem wurde von der ISO ein Standard für diesen Frequenzbereich verabschiedet.

Aufgrund von Interferenzen mit anderen Funkdiensten in diesem Band und einer geringeren erzielbaren Reichweite bei passiven Systemen, wird eine höhere Verbreitung von RFID Technologie in den nächsten Jahren nicht erwartet. Wahrscheinlich wird sich dieser Frequenzbereich auf aktive oder kurzreichweitige passive RFID Systeme beschränken.

<sup>3</sup> FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum. LBT: Listen Before Talk.

### 5.2.2.5 Frequenzbereiche und Standards

Die folgende Tabelle gibt die Zuordnung der Standards zu den Frequenzbereichen wieder.

ISO Standard		13,56 MHz	860-960 MHz	2,4 GHz	Bemerkung
ISO 14443	Type A	X			Proximity, max. 10 cm
	Type B	X			Proximity, max. 10 cm
ISO 15693		X			
ISO 18000-3	Mode 1	X			entspricht ISO15693 mit Phase Jitter Modulation
	Mode 2	X			
ISO 18000-4				X	
ISO 18000-6A			X		
ISO 18000-6B			X		
ISO 18000-6C			X		entspricht EPC Global Class 1 Generation 2 Standard

Tabelle 5.2: Übersicht Standards und Frequenzbereiche

### 5.2.3 Reichweite

Die Reichweiten der RFID Systeme sind unter anderem stark abhängig vom Frequenzbereich. LF und HF Systeme haben in der Regel eine Reichweite von wenigen Zentimetern. Bei HF Tags im 13,56 MHz Band sind Reichweiten von wenigen Zentimetern für so genannte Proximity Cards nach dem ISO14443 Standard und bis zu 1,5 Meter bei den Vicinity Cards nach den ISO15693 Standard möglich. Diese Unterschiede resultieren im Wesentlichen aus den unterschiedlichen Modulationsarten, die im Falle des ISO15693 eine bessere Energiegewinnung ermöglichen. Weitere Faktoren sind die Sendeleistung und Größe der Reader-Antenne.

Bei UHF Transpondern sind unter den derzeitigen regulatorischen Randbedingungen und Chipimplementierungen Reichweiten von bis zu 10 Meter zu erzielen. Diese Reichweite kann allerdings nur unter optimalen Bedingungen erzielt werden. In der Praxis führen aber Umgebungseinflüsse, insbesondere durch metallische Objekte zu wesentlich geringeren Reichweiten.

Aktive oder semiaktive Transponder versorgen sich selber über eine eingebaute Batterie. Deshalb ist hier die Reichweite begrenzt durch die Empfangsempfindlichkeit des Readers. Reichweiten von bis zu 100 m sind möglich.

## 6 Nutzungspotentiale

Eine detaillierte Recherche der in den letzten Jahren zum Thema RFID veröffentlichten Schriften fördert eine ganze Reihe unterschiedlicher Nutzenpotenziale zu Tage, die der Technologie von Praktikern und Wissenschaftlern zugeordnet werden. Nachfolgend sind die wichtigsten Potenziale sowie deren Wirkung auf den Unternehmenswert zusammen gefasst [Pfl07]<sup>4</sup>

Nutzenpotenzial	Gewinn- steigerung	Kosten- Reduktion	Reduktion Working Capital	Reduktion Assets
Identifikation von Schwachstellen	●	●	○	○
Erfüllung von Kundenforderungen	●	○	○	○
Verbesserte Kundenansprache	●	○	○	○
Verbesserte Prognosegenauigkeit	●	○	●	○
Beschleunigung SCM-Umsetzung	●	●	●	○
Aufbau von Wettbewerbsvorteilen	●	○	○	○
Reduzierung von Eingabezeiten	●	●	○	○
Reduzierung der Handlingszeit	●	●	○	○
Reduzierung von Suchzeiten	●	●	○	○
Reduzierung von Zählzeiten	●	●	○	○
Automatisierung Produktivitätsstudien	○	●	○	○
Reduzierung des Inventuraufwands	○	●	○	○
Vereinfachung Bestandsdatenverw.	○	●	○	○
Reduzierung Planungsaufwand	○	●	○	○
Reduzierung von Schwund	○	●	○	○
Reduzierung des Anlagebestands	○	○	●	●
Reduzierung Out of Stock-Situationen	●	●	○	○
Reduzierung von Versicherungskosten	○	●	○	○
Reduzierung der Durchlaufzeit	●	●	○	○
Abbau von Sicherheitsbeständen	○	○	●	●
Reduzierung von Falschlieferungen	○	●	●	○
Reduzierung von Begleitpapieren	○	●	○	●
Reduzierung von Sonderfahrten	○	●	○	○
Reduzierung von Ersatzverpackungen	○	●	○	○
Bessere Einhaltung FIFO-Prinzip	●	●	○	○
Sicherung Produktoriginalität	●	○	○	○

Tabelle 6.1 RFID Nutzenpotenziale

<sup>4</sup> Die gezeigten Stellhebel zur Bestimmung des Unternehmenswerts wurden dem DuPont-Modell entnommen. Vgl. hierzu [Pfl07]. Eine Beschreibung der Nutzenpotenziale findet sich in Anhang 6.3.

Im Folgenden werden die einzelnen Anwendungsszenarien durchlaufen und jeweils die Nutzenpotenziale aufgegriffen die durch einen RFID Einsatz gehoben werden können.

## **6.1 Werkzeugidentifikation**

Mit Hilfe der Werkzeugidentifikation wird überwacht, dass nur die richtigen Werkzeuge an die entsprechenden Stellen in der Maschine eingesetzt werden.

### **6.1.1 Erfüllung von Kundenforderungen**

Stand der Technik ist, dass aus der Maschinensteuerung über „herkömmliche Technologie“ bekannt ist, welches Werkzeug in der aktuellen Maschinenkonfiguration genutzt wird. Die RFID-Technologie bietet hier die Möglichkeit einer eindeutigen Identifikation des Werkzeugs, auch außerhalb der Maschine. Die Identifikation selber ist Stand der Technik und wird vom Kunden erwartet. Die Nutzung von RFID bietet erweiterte Möglichkeiten, die auf der eindeutigen Identifikation von Werkzeugen aufsetzt. Entsprechende Anwendungsfälle werden im Weiteren betrachtet.

### **6.1.2 Verbesserte Kundenansprache**

Über eine eindeutige Werkzeugidentifikation kann die Kundenansprache verbessert werden. Zum einen kann verfolgt werden, welcher Kunde welche Werkzeuge wie lange hat und nutzt. Auch ohne eine sensorgestützte Zustandsüberwachung (vgl. 6.4) lassen sich hier, allerdings deutlich abgespeckt, Zusatzleistungen definieren. Z.B. die gezielte Ansprache, wenn ein Kunde ein Werkzeug so lange besitzt, dass ein Nachfolgemodell vorhanden ist, oder ein Austausch bevorstehen müsste. Eine zeitgesteuerte Vermietung der Werkzeuge an Kunden wäre denkbar. Überholungsprozesse ließen sich entweder auf dem Tag oder systemseitig speichern und eine Historie des Werkzeugs entsteht, die wiederum Preismodelle für gebrauchte Werkzeuge und neuartige Möglichkeiten für das Controlling eröffnet.

Ferner lässt sich auf dieser Technologie ein Plagiatschutz aufsetzen (vgl. 6.3) der weiter unten besprochen wird.

### **6.1.3 Reduzierung Garantiefälle**

Garantien können eindeutig an bestimmte Werkzeuge geknüpft werden. So wird vermieden, dass alte Werkzeuge über neue Garantien ersetzt werden. Tendenziell dürften so Garantiefälle zurück gehen.

## **6.2 Werkstückidentifikation**

Mit der Identifikation von Werkstücken ist es möglich den Produktionsprozess sicherer und effizienter zu gestalten.

### **6.2.1 Erfüllung von Kundenforderungen**

Eine zentrale Kundenanforderung in Bezug auf Werkzeugmaschinen, die quasi immer als Investitionsgüter genutzt werden, ist eine hohe Verfügbarkeit. D.h. Werkzeugmaschinen dürfen nicht lange ausfallen. Im Umkehrschluss bietet jede Maßnahme einen direkten Mehrwert für den Kunden, die mögliche Standzeiten reduziert.

Die verlässliche Identifikation von Werkstücken in einem Produktionsprozess bzw. in einer stehenden Maschine aus der Distanz wäre eine Möglichkeit, den Fernservice deutlich zu verbessern und damit auch Standzeiten der Maschinen zu verkürzen.

Um den Nutzen dieser Anwendung mit belastbaren Zahlen zu hinterlegen, müssten dokumentierte Wartungsereignisse analysiert werden. Dabei wären Wartungsereignisse zu identifizieren, die durch falsche oder fehlerhafte Werkstücke hervorgerufen wurden. Ferner wären davon die Fehler zu benennen, die erst in einem „Vor Ort Einsatz“ erkannt und behoben werden konnten.

Die Differenz der Bearbeitungszeit vom Fernservice zu einem Vororteinsatz wäre mit den Kosten für den Servicetechniker und mit den Kosten der Stillstandzeit zu berechnen.

### **6.2.2 Verbesserte Kundenansprache**

Die verbesserte Kundenansprache ergibt sich aus den Nutzenpotenzialen 6.2.1. Damit kann die Verfügbarkeit als Merkmal einer Maschine mitverkauft werden. Es ergibt sich ein Bündel aus Produkt und Dienstleistung, das deutlich an Wert gewinnt, wenn die Möglichkeit der schnelleren Wartung in das Bündel integriert wird.

Ein breiteres Angebot verschiedener Dienstleistungen ermöglicht auch ein breiteres Angebot individuell zusammengestellter Dienstleistungsbündel.

### **6.2.3 Sicherung Produktoriginalität**

Wird zur Werkstückerkennung ein Tag zum Beispiel in zu bearbeitendes Holz eingelassen, so kann der Tag genutzt werden, um z.B. das fertige Möbelstück eindeutig zu identifizieren und somit als Original zu erkennen. Bei entsprechender Technologiegestaltung wäre es möglich, eine sehr hohe Barriere für Nachahmer eines Produktes zu etablieren. Entsprechende Gewährleistung und Zusatzdienstleistungen könnten an die Originalität des Produktes geknüpft werden.

### **6.2.4 Verbesserung der Prozessqualität**

Eine Werkstückidentifikation eignet sich besonders zur verlässlichen Steuerung der Produktion. Durch eine so gestaltete Automatisierung lassen sich Bedienfehler erheblich reduzieren. In direkter Konsequenz sinkt der qualitativ bedingte Schwund in der Produktion. Zudem reduziert sich die Zeit der Einarbeitung von Mitarbeitern in neue Maschinen, da die Maschinensteuerung auf bestimmte Werkstücktypen automatisch eingestellt werden kann.

Die Transparenz in der Produktion könnte erheblich gestaltet werden. Dies würde neue Möglichkeiten eines Produktionscontrollings eröffnen. Zudem kann die Produktion über automatische, werkstückgesteuerte Rüstung in Richtung der Losgröße Null ohne wesentliche Rüstzeitverluste gebracht werden. Bestandsreduktion und Platzgewinn sind mögliche Folgen, die genauer untersucht werden müssten.

Zusammengefasst erhöht ein Werkstücktagging die Prozessqualität, die Prozesstransparenz, die Möglichkeit eines Controllings und die Optimierung der Produktion.

## **6.3 Plagiatschutz**

Beim Plagiatschutz geht es um die eindeutige Identifikation eines Bauteils oder Aggregates als Originalbauteil des Herstellers.

### **6.3.1 Sicherung Produktoriginalität**

Über die oben beschriebenen Möglichkeiten lässt sich eine relativ hohe Fälschungssicherheit erreichen. Die Produktoriginalität wird an die Daten auf dem Tag oder die Tag-Eigenschaften gekoppelt. Die so geschaffene Hürde in der Nachahmung schafft eine erheblich wirtschaftliche Barriere für die Produktion unlizenzierter Plagiate.

### **6.3.2 Reduzierung Garantiefälle**

Über die eindeutige Erkennung von Originalteilen könnten Garantien an die ausschließliche Verwendung von eben solchen Originalteilen gekoppelt werden. Die damit verbundene höhere Qualität der Teile kann Garantiefälle reduzieren bzw. reduziert auf jeden Fall Garantiefälle, die auf den Gebrauch von minderwertigen Plagiaten zurückgehen.

## **6.4 Zustandsüberwachung**

Unter Zustandsüberwachung oder Condition Monitoring wird die kontinuierliche Erfassung von Betriebsparametern eines Bauteils in einer Maschine verstanden.

#### **6.4.1 Erfüllung von Kundenforderungen**

Basierend auf Sensordaten können für das Bauteil Belastungen berechnet werden. Aus diesen können verschiedene Informationen aggregiert werden. Im Zentrum steht die vorausschauende Wartung. Entsprechend der Beanspruchung des Materials werden Teilewechsel vorausschauend geplant und durchgeführt. So werden Stillstände vermieden.

#### **6.4.2 Verbesserte Kundenansprache**

Die Überwachung der Sensordaten kann als Zusatzdienstleistung angeboten werden, ebenso die Auswertung dieser Daten. Ein Datenpool könnte für verschiedene Maschinen angelegt werden und über die Datenmenge eine optimale Belastungsgrenze für die Maschine errechnet werden.

#### **6.4.3 Verbesserte Prognosegenauigkeit**

Je mehr Daten aus dem Einsatz der Sensorik im Feld zurück kommen und ausgewertet werden können, desto genauer werden die Prognosen der Wartung. Der Gesamtnutzen fußt auf mittelfristiger Datenhaltung und wird mit längerer Erfahrung immer besser.

#### **6.4.4 Aufbau von Wettbewerbsvorteilen**

Eine verbesserte Zuverlässigkeit der Maschinen durch vorausschauende Wartung bietet einen klaren Wettbewerbsvorteil.

#### **6.4.5 Verbesserung der Prozessqualität**

Bei der Nutzung von Sensorik können „Steuerungsleitplanken“ entlang von Maximalbelastungen definiert werden. Diese Parameter dienen dazu, einen optimalen, robusten und zuverlässigen Prozess auf optimale Werkzeughaltbarkeit auszurichten. Die ist prinzipiell ohne RFID möglich, RFID kann hier aber Vehikel der Neuerung sein.

Durch die Vermeidung von Maschinenausfällen werden Prozesse zuverlässiger und Schundraten können gesenkt werden. Auch Ausschuss, der durch überbeanspruchte Werkzeuge entsteht, kann reduziert werden.

#### **6.4.6 Reduzierung Garantiefälle**

Basierend auf Sensordaten kann im Nachgang festgestellt werden, ob Bauteile unsachgemäß eingesetzt wurden. Der Fortbestand der Garantie kann an sachgemäßen Einsatz geknüpft werden, was zunächst Garantiefälle reduzieren dürfte, um diese auf einem neuen, niedrigeren Level einzupendeln.

### **6.5 Baustellenlogistik**

Bei größeren Anlagen kann die Identifikation und Lokalisierung der ungeordnet angelieferten Komponenten die Inbetriebnahme vereinfachen.

#### **6.5.1 Erfüllung von Kundenforderungen**

Durch schnelleres Auffinden der Bauteile in der Reihenfolge des Einbaus wird der Bauprozess beschleunigt. Dies führt dazu, dass die Maschine deutlich schneller in Betrieb genommen werden kann. Was dazu führt, dass bei einem Umbau die Zeit des Produktionsstillstands reduziert wird.

#### **6.5.2 Verbesserte Kundenansprache**

Bei der verbesserten Organisation der Baustelle können klare Termine kommuniziert und eingehalten werden. Dies ist quasi eine Zusatzdienstleistung bzw. ein zusätzliches Attribut „Pünktlicher, planbarer Aufbau“.

### **6.5.3 Aufbau von Wettbewerbsvorteilen**

Ein planbarer, verlässlich terminierbarer Aufbau von Maschinen kann ein Alleinstellungsmerkmal sein. Zudem kann durch die verbesserte Disposition von „Aufbauteams“ der Aufbau zu geringeren Kosten verwirklicht werden. Eventuell ist sogar eine Reduzierung der Aufbauteams möglich, was Kräfte für den Service im Feld freisetzt.

### **6.5.4 Reduzierung von Suchzeiten**

Sind verpackte Elemente klar identifizierbar, so reduzieren sich Suchzeiten. Bei einer optimalen Einsteuerung der Bauteile an die Baustelle und den dortigen Verbauungsort sollten Suchzeiten komplett wegfallen.

## **6.6 Technikerauthentifizierung**

Die Authentifizierung des Technikers bildet hauptsächlich die Grundlage für eine Reihe von komplexeren Anwendungsfällen.

### **6.6.1 Sicherung Produktoriginalität**

Hier ist die Produktoriginalität im übertragenen Sinne zu verstehen. Es geht also korrekterweise um die Originalität des Servicetechnikers. Dieser weist sich über die Authentifizierung als qualifizierter Mitarbeiter einer lizenzierten Firma mit den entsprechenden Qualifikationen für die durchzuführende Reparatur aus. So wird vermieden, dass Reparaturfehler durch schlechten Service verursacht werden.

### **6.6.2 Reduzierung Garantiefälle**

Wenn die Maschinensteuerung eine Reparatur auch ohne Authentifizierung der Techniker zulässt, kann an eine qualifizierte Wartung die Garantie gekoppelt werden. Dies dürfte dazu führen, dass Garantiefälle zukünftig abnehmen.

## **6.7 Dokumentationsmanagement**

Dokumentenmanagement führt zu einer lückenlosen Historie jedes Bauteils ohne wesentlichen händischen Mehraufwand und ohne papierbasierte Wartungsdokumentation.

### **6.7.1 Identifikation von Schwachstellen**

Basierend auf lückenlosen, historischen Daten zu allen relevanten Bauteilen können die Prozesse der Ersatzteillogistik und des Aftersale-Service nachvollzogen und gemonitort werden. Auf diese Weise lassen sich aus einer Vergangenheitsbetrachtung Schwachstellen aufdecken und in zukünftiger Abwicklung eliminieren.

Das bezieht sich sowohl auf Schwächen im Prozess, als auch auf Schwächen im Produkt. So können Einlagerungs- und Auslagerungsprinzipien, sowie Bestandsverteilung und Bestandshöhe im Nachhinein genau analysiert werden.

Bei erhöhter Reparaturhäufigkeit eines bestimmten Bauteils kann eine Charge vorsorglich ausgetauscht werden, bzw. technische Neuerungen hinterfragt werden oder Zulieferer auf Qualität geprüft werden.

### **6.7.2 Erfüllung von Kundenforderungen**

Durch die unter 6.7.1 beschriebene Nutzung von Bauteilhistorien kann eine beschleunigte oder vorausschauende Wartung/Reparatur erreicht werden, was letztlich die Kernanforderung des Kunden auf Verfügbarkeit der Maschine betrifft.

### **6.7.3 Verbesserte Kundenansprache**

Durch eine vorausschauende Wartung, basierend auf Historiedaten einer lückenlosen Dokumentation, wie in 6.7.1 beschrieben, wird ein gezielter Austausch fehlerhafter bzw. ausfallanfälliger Bauteile ermöglicht. Entsprechend können Kunden gezielt auf einen Austausch angesprochen werden beziehungsweise eine Dienstleistung im Sinne eines Maschinen- bzw. Verfügbarkeitsmanagements angeboten werden (vgl. auch 6.7.5).

### **6.7.4 Verbesserte Prognosegenauigkeit**

Transparente Vergangenheitsdaten bieten eine breite Basis für Prognosen. Ausfallwahrscheinlichkeiten für einzelne Bauteile, Verschleißdauer oder Belastbarkeitsgrenzen können damit vorhergesagt werden.

### **6.7.5 Aufbau von Wettbewerbsvorteilen**

Eine kundenspezifische Vergangenheitsdatenhaltung bietet einige Wettbewerbsvorteile. Aus den Vergangenheitsdaten gehen Nutzungsverhalten bzw. Informationen zum Verhalten des Kunden hervor. Entsprechend kann der Kunde zugeschnitten auf seinen Maschinenpark seine aktuell im Gebrauch befindlichen Bauteile und seine Verhaltensweisen angesprochen werden. Diese Möglichkeit schafft Kundenbindung und somit einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil.

Letztlich ist die Möglichkeit, dies anbieten zu können, bereits ein entscheidendes Verkaufsargument im Sinne einer Zusatzdienstleistung.

### **6.7.6 Reduzierung von Eingabezeiten**

Die lückenlose Dokumentation ist derzeit nur mit hohem Papieraufwand und entsprechend hohen manuellen Eingabezeiten möglich. Dies ist fehlerbelastet und zeitaufwändig. Derzeit wird diese Möglichkeit wahrscheinlich genau wegen diesem Zeitaufwand nicht genutzt. Entsprechend verbilligt RFID die Möglichkeit und macht sie damit erst wirklich realisierbar.

### **6.7.7 Reduzierung der Handlingzeit**

Die Reduzierung von Handlingzeiten bezieht sich unter anderem auch auf Kapitel 6.7.6, umfasst aber auch das Handling der Papiere oder sonstige händische Aufwände, die reduziert werden können, wie z.B. das Putzen von Typenschildern oder den Ausbau von Teilen, die ein Typenschild verdecken.

Hier wird angenommen, dass eine Reihe solcher Tätigkeiten wie das Handling von Dokumenten wegfällt oder nicht anfällt.

### **6.7.8 Reduzierung von Begleitpapieren**

Die Dokumentation in Form von Begleitpapieren fällt völlig weg. Daten werden vom Tag direkt auf einen mobilen Rechner geschrieben und umgekehrt. Die Dokumente, die derzeit mit einem Teil mitgeführt werden, können entweder direkt auf dem Tag gespeichert werden oder, verknüpft mit einer eindeutigen Nummer, zentral vorgehalten werden.

### **6.7.9 Verbesserung der Prozessqualität**

Vgl. 6.7.1.

## **6.8 Intelligenter Servicebehälter**

Die Vorbereitung für den geplanten Einsatz vor Ort soll mit Hilfe von leicht identifizierbarer Ersatzteile und Werkzeuge vereinfacht werden.

### **6.8.1 Vereinfachte Bestandsdatenverwaltung**

Die Transparenz der Bestände in den Behältern und Technikerfahrzeugen ermöglicht eine effektivere Bestandsdatenverwaltung. Derzeitige „schwarze“ Bestände in den Fahrzeugen werden transparent und können aktiv disponiert und reduziert werden.

### **6.8.2 Reduzierung von Schwund**

Hier soll vorab betont sein, dass die im Weiteren beschriebene Annahme der Reduzierbarkeit von Schwund in keiner Weise die Unterstellung von Diebstahl enthalten soll. Nichtsdestotrotz kommen gerade in den beschriebenen Bereichen doch immer wieder unerklärliche Schwundraten zustande.

Die Ausdehnung der Bestandstransparenz auf die Servicefahrzeuge reduziert das Risiko von Schwund. Insbesondere bei Ersatzteilen, die einen hohen Gebrauchswert darstellen ist diese Reduzierung zu erwarten. Dies bezieht sich wohl im besonderen Maße auch auf die Werkzeuge, die erfasst werden könnten.

Die Möglichkeit der Schwundreduzierung bezieht sich darüber hinaus auch auf die Reduzierung des Schwunds bei den Behältern selber, wenn nicht vom Fahrzeug als Behälter gesprochen wird. Werkzeugkisten und Transportbehälter sind in vielen Industrien von hohen Schwundraten betroffen. Das liegt insbesondere in dem hohen Gebrauchswert und dem Unbewusstsein der Wertigkeit eines Behälters bei den externen Nutzern.

### **6.8.3 Reduzierung Out of Stock-Situationen**

Bei einer erhöhten Transparenz, auch der Bestände, die bereits das Depot/Lager verlassen haben, aber noch nicht verbaut sind, lassen sich Out of Stock Situationen vermeiden. So könnte bei dringendem Bedarf eines „Standardteils“ und einer Out of Stock Situation im Lager auf Bestände in den Behältern/ Servicefahrzeugen zurückgegriffen werden.

### **6.8.4 Abbau von Sicherheitsbeständen**

Entsprechend der bisher beschriebenen Nutzenpotenziale ermöglicht RFID eine erhöhte Transparenz der Bestände und kann diese auf die Servicebehälter bzw. die Servicefahrzeuge ausweiten. Bei Einbezug der Bestände dort erhöht sich die Menge der disponierbaren Bestände. Dies kann zur Reduzierung der Sicherheitsbestände genutzt werden.

## **6.9 Konfigurationsmanagement**

Moderne Maschinen haben schon bei der Auslieferung eine ganz kundenspezifische Konfiguration, die sich im Laufe des Produktlebenszyklusses ständig ändert. Mit Hilfe von RFID lässt sich diese dynamische Komplexität leichter verfolgen und beherrschen.

### **6.9.1 Erfüllung von Kundenforderungen**

Die Transparenz der Bauteile einer Maschine im Feld verbessert und beschleunigt den Service am Telefon und vor Ort. Beide können deutlich besser auf die genauen Bedarfe eingehen und mögliche Fehlerquellen feststellen und beseitigen. Resultat sind kürzere Maschinenstandzeiten.

### **6.9.2 Verbesserte Kundenansprache**

Über das Konfigurationsmanagement können Kunden gezielt über Neuerungen informiert werden bzw. bei fehlerhaften Chargen oder fehleranfälligen Bauteilen informiert werden.

Die Information darüber, welche Maschine der Kunde im Einsatz hat und wie diese genau zusammengesetzt ist, bietet breite Möglichkeiten den Kunden deutlich individueller anzusprechen.

### **6.9.3 Aufbau von Wettbewerbsvorteilen**

Eine Transparenz in der beschriebenen Art ist Grundlage einiger bereits beschriebener Nutzenpotenziale (siehe Kapitel 6.4.4, 6.5.3, 6.7.5, 6.10.3) Wesentlich ist, dass bisher kein Wettbewerber eine solche Transparenz erreicht und die darauf aufbauenden zusätzlichen Services anbieten kann. Weder als zusätzliches noch als eigenständiges Geschäft.

### **6.9.4 Reduzierung Garantiefälle**

Ähnlich der Werkzeugidentifikation kann bei bekannter Konfiguration der Maschine die Garantie auf eine Maschine und dann entsprechend auf alle darin zum Anfang befindlichen Bauteile vergeben werden. Dies ist über das Konfigurationsmanagement auch nachvollziehbar. Ein nicht erkannter Wechsel z.B. führt zum Verfall der Garantie auf die gesamte Maschine

## **6.10 Wartung**

Bei der Wartung laufen viele oben beschriebene Ansätze zusammen.

### **6.10.1 Erfüllung von Kundenforderungen**

Maschinen und deren Zusammensetzung sind zentral bekannt. Dies erhöht die Informationsbasis für den Telefonservice und ermöglicht somit eine schnellere Fehlerdiagnose sowie eine höhere Treffsicherheit der Diagnose.

Auch für den Serviceeinsatz vor Ort bedeutet eine erhöhte Transparenz der verbauten Teile eine schnellere Wartung. Es kann antizipiert werden welches Teil mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Fehler verursacht, wenn es schon öfter Probleme verursacht hat, oder älter ist.

Beide Punkte führen zu schnellerer Wartung und damit zu reduzierten Standzeiten, was, wie eingangs erwähnt, die wesentliche Kundenanforderung darstellen dürfte.

Die Abrechnung der Servicetechniker könnte leistungsgenau erfolgen, was ebenfalls dem Kunden entgegenkommt, da für ihn eine höhere Transparenz geschaffen wird.

### **6.10.2 Verbesserte Kundenansprache**

Bei der Transparenz der verbauten Teile können bestimmte Wartungsereignisse gezielt mit dem Kunden gemeinsam geplant werden. Denkbar ist eine Dienstleistung im Sinne einer „Maschinenverwaltung und Wartungsmanagement“ mit dem Ziel optimaler Verfügbarkeit der Maschine für den Kunden (vgl. auch 6.10.3).

### **6.10.3 Aufbau von Wettbewerbsvorteilen**

Der in Kapitel 6.10.2 angesprochene Dienstleistungsvertrag könnte ein entscheidendes Alleinstellungsmerkmal darstellen. Diesen kundenspezifisch zuzuschneiden könnte einen entschiedenen Wettbewerbsvorteil mit sich bringen, der auch schwierig zu kopieren ist.

Daten, die aus der erhöhten Transparenz gewonnen werden, ermöglichen zudem ein detailliertes Kundenprofil, das wiederum spezifische Angebote hervorbringen kann.

### **6.10.4 Verbesserung der Prozessqualität**

Durch die hier beinhaltete Authentifizierung des Technikers und die „Mitschrift“ der Wartung vor Ort wird der Prozess robuster und somit die Qualität gesteigert.

### **6.10.5 Reduzierung Garantiefälle**

Durch die Überwachung der Wartungsaktivitäten und die dadurch gewonnene Informationen über die verbauten Teile kann die Garantie an eindeutige Teile geknüpft werden. Stimmt bei einem Garantiefall die ausgebaute Teilenummer mit der zuletzt verbauten Teilenummer nicht überein, so kann hier angenommen werden, dass ein nicht autorisierter Wechsel vorgenommen

wurde. Die Garantie greift nicht mehr. Das reduziert nicht nur tendenziell die Garantiefälle, sondern ermöglicht die Basis für ein robustes eigenständiges Geschäftsfeld „Kundendienst“.

### **6.11 Zusammenfassung und Auswertung**

In der abschließenden Tabelle sind die Nutzenpotenziale zusammenfassend dargestellt und in einer Matrix den beschriebenen Anwendungen zugeordnet. Es sind immer die Nutzenpotenziale markiert, die beim jeweiligen Anwendungsszenario relevant sind. Nutzenpotenziale, die entsprechend der Beschreibung weiter oben umfassend realisiert werden können, sind schwarz markiert. Nutzenpotenziale, die nicht voll realisiert werden können bzw. die von der jeweiligen technischen Lösung im Szenario abhängig sind, werden grau dargestellt.

Die Auswertung in der letzten Zeile der Tabelle basiert auf einer pragmatischen Wertung. Hier werden schwarze Markierungen mit einem Punkt und graue Markierung mit 0,5 Punkten bewertet. Die Summe ergibt den entsprechenden Wert mit dem das Gesamtnutzenpotenzial des Anwendungsszenarios bewertet wird.

Die beschriebene Vorgehensweise erfüllt primär den Zweck einer pragmatischen Bewertung weiter zu verfolgender Anwendungsszenarien. Dabei ist das Ergebnis nicht als abschließend zu werten. Vielmehr sollen die Beschreibungen der Nutzenpotenziale insbesondere den praktischen Anwendern im Projekt dabei helfen, als strukturierende Grundlage für weiterführende Ideen zum Nutzen der beschriebenen Anwendungen bzw. weiteren Anwendungsmöglichkeiten zu entwickeln.

Nutzenpotenzial	Werkstück-identifikation	Werkzeug-identifikation	Plagiatschutz	Zustandsüberwachung	Baustellenlogistik	Authentifizierung	Dokumentenmanagement	Intelligente Servicebehälter	Konfigurationsmanagement	Wartung
Identifikation von Schwachstellen							6.7.1			
Erfüllung von Kundenforderungen	6.2.1	6.1.1		6.4.1	6.5.1		6.7.2		6.9.1	6.10.1
Verbesserte Kundenansprache	6.2.2	6.1.2		6.4.2	6.5.2		6.7.3		6.9.2	6.10.2
Verbesserte Prognosegenauigkeit				6.4.3			6.7.4			
Beschleunigung SCM-Umsetzung										
Aufbau von Wettbewerbsvorteilen				6.4.4	6.5.3		6.7.5		6.9.3	6.10.3
Reduzierung von Eingabezeiten							6.7.6			
Reduzierung der Handling-Zeit							6.7.7			
Reduzierung von Suchzeiten					6.5.3					
Reduzierung von Zählzeiten										
Automatisierung Produktivitätsstudien										
Reduzierung des Inventuraufwands										
Vereinf. Bestandsdatenverwaltung								6.8.1		
Reduzierung Planungsaufwand										
Reduzierung von Schwund								6.8.2		
Reduzierung des Anlagebestands										
Reduzierung Out of Stock-Situationen								6.8.3		
Reduzierung von Versicherungskosten										
Reduzierung der Durchlaufzeit										
Abbau von Sicherheitsbeständen								6.8.4		
Reduzierung von Falschlieferungen										
Reduzierung von Begleitpapieren							6.7.8			
Reduzierung von Sonderfahrten										
Reduzierung von Ersatzverpackungen										
Bessere Einhaltung FIFO-Prinzip										
Sicherung Produktoriginalität	6.2.3		6.3.1							
Verbesserung der Prozessqualität	6.2.4			6.4.5		6.6.1	6.7.9			6.10.4
Reduzierung Garantiefälle		6.1.3	6.3.2	6.4.6		6.6.2			6.9.4	6.10.5
	6	6	3	8	4,5	3,5	9	8	7,5	9

Tabelle 6.2

Zusammenfassung der Nutzungspotentiale

## 7 Anhang

### 7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 10.1	Abhängigkeiten der Szenarien	8
Abbildung 10.2	Anwendungsfall Werkzeugidentifikation	8
Abbildung 10.3	Anwendungsfall Werkstückidentifikation	9
Abbildung 10.4	Anwendungsfall Plagiatschutz	10
Abbildung 10.5	Anwendungsfall Werkzeugzustandüberwachung	11
Abbildung 10.6	Beispiel für eine Zustandsüberwachung	12
Abbildung 10.7	Anwendungsfall Baustellenlogistik	12
Abbildung 10.8	Anwendungsfall Anmeldung	13
Abbildung 10.9	Anwendungsfall Abmeldung	13
Abbildung 10.10	Anwendungsfall Dokumentenmanagement	14
Abbildung 10.11	Anwendungsfall Servicebehälter	15
Abbildung 10.12	Anwendungsfall Konfigurationsmanagement	16
Abbildung 10.13	Anwendungsfall Wartung	17

### 7.2 Abkürzungen

AF	Anwendungsfall (Use-Case)
AVT	Aufbau und Verbindungstechnik
CMS	Inhaltsverwaltungssystem (Content Management System)
MAN	Maschinennetzwerk (Maschine Area Network)
MDA	PDA mit integriertem Mobiltelefon (Mobile Digital Assistant)
MSW	Mobile Service Welten
NCF	Nahfeldkommunikation (Near Field Communication)
PDA	Kleiner tragbarer Computer ohne Tastatur (Personal Digital Assistant)
PDM	Produktdatenmanagement
PLM	Produktlebenszyklusmanagements
PUF	Physikalisch unklonbare Funktion
RFID	Radio Frequency Identification
SLS	Schreiblesestation (Reader)
UML	Vereinheitlichte Modellierungssprache (Unified Modeling Language)

### 7.3 Quellen

- [Aut02] Auto-ID Center: 860-930 MHz Class 1 Radio Frequency Identification Tag Radio & Logical Communication Interface Specification Candidate Recommendation, Version 1.0.1 - Technical Report, November 2002

- [Bai04] Baier, Klaus: UMTS in Europa – Analysen zur Diffusion und Adoption in der Aufbau-phase, Münster: LIT, 2004.
- [Bar05] Barthel, Henri: Regulatory status for using RFID in the UHF spectrum, EPC Global, December 2005
- [Ben03] Benz, Axel/ Ritz, Thomas/ Stender, Michael: Marktstudie mobile CRM-Systeme, Stuttgart: Fraunhofer IRB, 2003.
- [Bot03] Bothe, T.: Planung und Steuerung der Ersatzteilerfertigung nach ende der Serienfertigung, Aachen, 2003.
- [Con05] O'Connoer, Mary C.: EPC Bag Tagging Takes Wing, RFID Journal, Dezember 2005
- [Dis06] Dispan, Jürgen; Pfeifer, Stefan et al.: Werkzeugmaschinenbau. Strukturwandel und strategische Herausforderungen. Branchenreport. Frankfurt, 2006.
- [Eig01] Eigner, Martin; Stelzer, Ralph: Produktdatenmanagement-Systeme: ein Leitfaden für product development und Life-cycle-Management, Hamburg, 2001.
- [Epc05] EPCglobal: EPC Radio-Frequency Identity Protocols Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860 MHz – 960 MHz Version 1.0.9, Januar 2005
- [Int05] Intelleflex: Passive, Battery assisted passive and active Tags: A Technical Comparison, 2005
- [Kar03] U. Karthaus, M. Fischer, Fully Integrated Passive UHF RFID Transponder IC With 16.7- $\mu$ W Minimum RF Input Power, IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 38, NO. 10, OCTOBER 2003
- [Mef98] Meffert, H.: Marketing-Management: Analyse, Strategie, Implementierung, Wiesbaden, 1998.
- [Pat59] Patton, A.: Stretch your product's earning Years –Top Management's Stake in the Product Life Cycle, In: The Management Review, Jhg. 37, Nr. 6, S. 9-14, 67-79. und Meffert, H. (1998) Marketing-Management: Analyse, Strategie, Implementierung, Wiesbaden, 1998.
- [Pfl07] Pflaum, Alexander: Radio Frequency Identification als strategisches Instrument für Dienstleistungsunternehmen der Kontraktlogistik; In: Bohlmann, B.; Krupp, T. (Hrsg): Strategisches Management für Logistikdienstleister, Hamburg, 2007, S. 290-307.
- [Tia99] Tag-it™ Environmental Effects on Transponder Inlays, TIRIS - Texas Instruments, Application Note, März 1999
- [Vos06] Voss, H.: Life Cycle Logistics, Stuttgart, 2006

#### 7.4 Beschreibung der Nutzenpotenziale nach Pflaum [Pfl07]

(1) Identifikation von Schwachstellen: Operative Prozesse sind für das Controlling im Unternehmen häufig intransparent. Mit RFID können heute mehr Daten automatisiert und ohne signifikant höhere Prozesskosten generiert werden. Auf diese Art und Weise werden Flaschenhälse oder Abweichungen vom Sollablauf schneller identifiziert und eingegrenzt. Durch qualita-

tive Verbesserungen der Prozesse können sowohl Gewinn gesteigert als auch Kosten im Unternehmen gesenkt werden.

(2) Erfüllung von Kundenforderungen: Die RFID-Technologie beginnt sich nicht nur in der Konsumgüterwirtschaft durchzusetzen. OEM aus dem Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus, des Automobilbaus, der Luftfahrt etc. haben den Nutzen erkannt und versuchen, die Technologie in den eigenen Prozessen umzusetzen. Insbesondere die Zulieferer dieser Branchen werden Teile früher oder später taggen müssen. Eine frühzeitige Beschäftigung mit dem Thema verspricht zusätzliches Geschäft und erhöht damit mittelfristig den Gewinn.

(3) Verbesserte Kundenansprache: Vor allem im Bereich des Handels besteht die Möglichkeit, das Kaufverhalten von Kunden näher zu analysieren und diese gezielter anzusprechen. Voraussetzung ist hier allerdings, dass Kunden die Einwilligung zur Erstellung von Konsumprofilen geben. Dieser Punkt wird derzeit in der Öffentlichkeit kritisch diskutiert. Im Falle des Einverständnisses des Kunden kann der Gewinn der Wertschöpfungspartner aufgrund eines verbesserten Service und des damit verbundenen höheren Absatzes gesteigert werden.

(4) Verbesserte Prognosegenauigkeit: Wegen der mangelhaften Transparenz der Bestände und Planungen in den Unternehmen einer Wertschöpfungskette kommt es insbesondere in den Wertschöpfungsketten der Konsumgüterwirtschaft zu Bullwhip-Effekten. RFID liefert mit höherer Bestandstransparenz die Voraussetzung für eine bedarfsgerechtere Planung der Produktion in den Unternehmen. Auf diese Weise werden überhöhte Bestände vermieden, das Umlaufvermögen wird reduziert. Zusätzlich werden Gewinne gesteigert, weil die Menge unverkäuflicher Produkte abnimmt.

(5) Beschleunigung SCM-Umsetzung: Mit der Umsetzung des Supply Chain Management-Gedankens sind für das Unternehmen vielfältige Vorteile verbunden. Experten aus Wissenschaft und Praxis rechnen mit höheren Gewinnen, effizienteren Prozessen und geringeren Kosten sowie mit der Reduktion des Umlaufvermögens. Das Thema RFID wird in der Literatur immer wieder mit Supply Chain Management-Themen (SCM) in Verbindung gebracht. Die unternehmensübergreifende Implementierung kann unter Umständen als Katalysator für eine schnellere Umsetzung der Ideen und Konzepte des Supply Chain Managements wirken.

(6) Aufbau von Wettbewerbsvorteilen: Trotz der Bemühungen vieler Unternehmen hat sich die Technologie in der Praxis noch nicht flächendeckend durchgesetzt. Tatsächlich nutzen nur wenige Unternehmen das weiter oben beschriebene Smartlabel. Oft fehlen die für die Investitionsentscheidung notwendigen Business Cases. Unternehmen, die die Technologie einsetzen, gelten als innovativ und können aus diesem Wettbewerbsvorteil unter Umständen höhere Gewinne ziehen.

(7) Reduzierung von Eingabezeiten: In logistischen Prozessen müssen von Mitarbeitern an unterschiedlichsten Stellen Daten gelesen und erfasst werden. In vielen Fällen ist dies mit einem gewissen physischen Aufwand verbunden. Informationen an Objekten können unleserlich, verschmutzt oder einfach nur schwer zu erreichen sein. In Einzelfällen müssen Objekte ausgepackt werden, um an die Daten zu gelangen. RFID-Tags an Objekten bieten die Möglichkeit, Informationen automatisch und ohne direkten Sichtkontakt auszulesen. Auf diese Weise werden Prozesse effizienter, Kosten werden eingespart. Zusätzlich steigen Prozess bzw. Dienstleistungsqualität und damit evtl. auch Gewinne im Unternehmen.

(8) Reduzierung der Handlingszeit: Die sogenannte „Multitagging-Funktionalität“ bietet die Möglichkeit, mehrere Objekte im Lesebereich eines zum Beispiel an einer Tordurchfahrt angebrachten Lesegeräts gleichzeitig zu identifizieren. Unter ganz bestimmten Rahmenbedingungen lassen sich ganze Paletten auf diese Weise sehr schnell erfassen. Es ist beim Einsatz von RFID-Etiketten dann nicht erforderlich, alle Objekte einzeln in die Hand zu nehmen und mit einem Handterminal zu identifizieren. Auf diese Weise werden logistische Prozesse zum Beispiel im Sendungseingang und -ausgang effizienter. Kosten werden damit reduziert. Durch die Beschleunigung steigt die Qualität der Prozesse bzw. der damit verbundenen Dienstleistungen.

(9) Reduzierung von Suchzeiten: Durch die höhere Dichte von Lesepunkten, die die RFID-Technologie wegen der vollautomatisierten Identifikationsvorgänge bei ansonsten unveränder-

ten Prozesszeiten ermöglicht, werden Informations- und Materialfluss intensiver verknüpft. Die „räumliche Auflösung“ der Daten in den IT-Systemen steigt. Zum einen kommt es hierdurch zu weniger Verstapelungen und Suchvorgängen. Die Qualität der Prozesse bzw. der hiermit verbundenen Dienstleistung steigt. Zusätzliche Gewinne sind denkbar. Zum anderen können bei trotzdem noch auftretenden Fehlern Suchzeiten drastisch reduziert werden. Es findet eine zusätzliche Kostenoptimierung statt.

(10) Reduzierung von Zählzeiten: In vielen Distributionsstrukturen der Wirtschaft müssen Waren im Sendungseingang und bzw. oder im Sendungsausgang gezählt werden. Aus Zeitgründen wird dies oftmals nicht getan. Der Einsatz von RFID-Tags bietet aufgrund der oben bereits beschriebenen Multitagging-Funktionalität unter bestimmten Rahmenbedingungen die Voraussetzungen, Zählkontrollen zu automatisieren und nicht nur in Form von Stichproben sondern durchgängig durchzuführen. Auf diese Weise wird vor allem die Qualität der Prozesse und der damit verbundenen Dienstleistungen erhöht. Gewinne können auf dieser Basis gesteigert werden. Zudem erfolgen Zählkontrollen effizienter und helfen, Kosten einzusparen.

(11) Automatisierung von Produktivitätsstudien: Produktivitätsstudien werden heute häufig mit „Papier und Bleistift“ durchgeführt. Werden RFID-Lesegeräte in den Prozessen an den richtigen Stellen angebracht, können die erforderlichen Prozessdaten vollständig automatisiert aufgenommen werden. Controlling-Prozesse werden auf diese Weise effizienter. Der Einsatz der RFID-Technologie führt hier zu geringeren Kosten im Unternehmen.

(12) Reduzierung des Inventuraufwands: Für die Ordnungsmäßigkeit einer Buchführung ist eine körperliche Bestandsaufnahme zu einem Stichtag notwendig. Mit RFID ist es möglich, die Inventur unter ganz bestimmten Rahmenbedingungen „per Knopfdruck“ durchzuführen. Dazu werden die vorliegenden Daten gesammelt und ausgewertet, so dass keine Aufnahme des Anlage- und Umlaufvermögens durch Personen durchzuführen ist. Prozesse werden effizienter, die entsprechenden Kosten werden eingespart.

(13) Vereinfachung Bestandsdatenverwaltung: Vor allem bei räumlich stark verteilten Beständen kann deren zentrale Verwaltung schnell zu einer Herausforderung werden. Je nach der Qualität der Prozesse im Unternehmen treten früher oder später Differenzen zwischen Realität und Abbild im IT-System auf. Klärungsfälle verursachen beträchtlichen Aufwand. Durch Verwendung von RFID-Tags auf den zu verwaltenden Objekten kann die Transparenz des aktuellen Bestands sowie der Zu- und Abflüsse ohne zusätzlichen Handlingsaufwand erhöht, durch ein entsprechendes Informationssystem können Informationen über die einzelnen Objekte schnell verfügbar gemacht werden. Insgesamt werden Klärungsfälle in ihrer Anzahl reduziert sowie in ihrer Abwicklung vereinfacht. Oft sind beträchtliche Kosteneinsparungen die Folge.

(14) Reduzierung Planungsaufwand: In Wertschöpfungsketten sind in vielen Bereichen Planungen durchzuführen. Heute müssen sich Mitarbeiter in vielen Fällen Daten aus den unterschiedlichsten Systemen beschaffen, um die Planungsaufgabe abzuwickeln. Der Einsatz von RFID-Tags an Materialien, Halbfertigprodukten, Produkten, Verpackungen, Paletten etc. kann für höhere Transparenz in den Materialflüssen sorgen. Wenn auf die an unterschiedlichsten Stellen generierten Statusinformationen über eine geeignete und einheitliche IT-Architektur zugegriffen werden kann, vereinfacht sich die Planungsaufgabe. Idee hinter diesem Konzept sind sogenannte „Real World Awareness-Systeme“, welche eine standardisierte Schnittstelle zu jeder Art von Anwendungssystem bieten. Kosten für Planungsprozesse könnten sich signifikant reduzieren.

(15) Reduzierung von Schwund: Untersuchungen vor allem aus dem Bereich der Konsumgüterindustrie machen deutlich, dass ein großer Teil der Verluste eines Unternehmens durch Schwund verursacht wird. Produkte und Transporteinheiten werden gestohlen oder verstapelt. Teilweise werden Sendungen unvollständig versandt. RFID-Tags an Produkten und Verpackungen erlauben unter bestimmten Rahmenbedingungen automatisierte Zählkontrollen an Eingangs- und Ausgangstoren logistischer Knoten. Auf diese Weise können sensible Schnittstellen zwischen rechtlich unabhängigen Organisationseinheiten oder Unternehmen überwacht werden. Schwund wird auf diese Weise vermieden, Kosten für Nachbestellungen und Ersatzwaren werden vermieden.

(16) Reduzierung des Anlagebestands: Die RFID-Technologie erlaubt eine deutlich verbesserte Transparenz des Anlagebestands. Vielen Unternehmen ist beispielsweise die genaue Zahl der Mehrwegbehälter im eigenen Unternehmen nicht bekannt. Signifikante Über- und Sicherheitsbestände sind die Regel. Mehrwegbehälter, wie sie in vielen Bereichen der Wirtschaft für den Transport von Halbfertig- und Fertigwaren eingesetzt werden, können mit RFID in den Prozessen einfacher überwacht werden. Ihr Verbleib ist dann einfach zu dokumentieren, Über- und Sicherheitsbestände können abgebaut werden. Das Umlaufvermögen wird deutlich reduziert.

(17) Reduzierung der Out of Stock-Situationen: Eine ganz wesentliche Herausforderung für den Handel ist es, die Verfügbarkeit von Produkten in den Regalen zu optimieren und Out-of-Stock-Situationen zu vermeiden. Durch intelligente Regale mit integrierten RFID-Readern kann der Bestand von Waren jederzeit überprüft werden. Automatismen können im Falle des Unterschreitens eines vorher festgelegten Mindestbestands automatisch für ein Nachfüllen der Regale sorgen. Prototypische Lösungen sind beispielsweise bei der Metro Gruppe realisiert. Durch die verbesserte Verfügbarkeit werden der Absatz und damit der Gewinn der Unternehmen erhöht. Zusätzlich entfallen im Zusammenhang mit Replenishment-Prozessen Kosten.

(18) Reduzierung von Versicherungskosten: Durch den höheren informationstechnischen Automatisierungsgrad treten im operativen Betrieb weniger Schadensfälle auf. Die Bestandsreduzierungen lassen die zu versichernde Summe sinken. Zudem besteht die Möglichkeit elektronische Etiketten mit integrierter Sensorik zu verwenden, so dass im Falle eines Schadens die Zuordnung zum Verursacher vereinfacht wird. Die Versicherungskosten fallen dementsprechend geringer aus.

(19) Reduzierung der Durchlaufzeit: Durch die weiter oben erwähnten Effekte auf Dateneingabezeiten, Handlingszeiten, Zählzeiten, Suchzeiten etc. steigt die produktive Prozesszeit. Zusätzlich können durch den Einsatz von RFID-Technologien Warte- und Liegezeiten deutlich verkürzt werden, so dass sich insgesamt die Durchlaufzeit für einen Auftrag durch den Order-to-Payment-Prozess verkürzt. Auf diese Weise steigt nicht nur die Effizienz des Gesamtprozesses. Es können zusätzlich qualitativ hochwertigere Dienstleistungen angeboten und zusätzliche Gewinne für das Unternehmen realisiert werden.

(20) Abbau von Sicherheitsbeständen: Das Thema reduzierter Sicherheitsbestände wurde oben bereits mehrfach angesprochen. Solche Bestände, wie sie heute überall in der Wirtschaft aufgebaut werden, sind auf Unsicherheiten zurückzuführen mit denen heute in der Praxis geplant wird. Durch den Einsatz von RFID-Tags auf Produkten und Umverpackungen und ein entsprechend dichtes Netz an Leseeinrichtungen wird die Transparenz des Materialflusses erhöht. Unsicherheiten im Planungsprozess werden dadurch abgebaut, die Sicherheitsbestände können reduziert werden. Zusätzlich kann Lagerfläche abgebaut werden, weniger Infrastruktur ist notwendig.

(21) Reduzierung von Falschlieferungen: Falschlieferungen im Versandbereich sind bei qualitativ hochwertigen Prozessen heute zwar nicht mehr an der Tagesordnung, kommen aber dennoch vor. Mit RFID besteht die Möglichkeit, die Prozesse im Sendungsausgang zu überwachen und zu prüfen, ob das richtige Paket oder die richtige Palette in die richtige Brücke bzw. den richtigen Container verladen wird. Fehler lassen sich auf diese Weise vollständig vermeiden. Kosten, die im Zusammenhang mit Fehlverladungen entstehen und teilweise relativ hohe Werte annehmen können, fallen nicht mehr an. Zusätzlich bewegt sich weniger Umlaufvermögen auf falschen Transportwegen. Vor allem bei internationalen Transporten reduziert sich das gebundene Kapital unter Umständen in durchaus signifikanter Weise.

(22) Reduzierung von Begleitpapieren: In manchen Branchen, insbesondere in der Luftfahrt, werden Objekte innerhalb von Prozessen durch signifikante Mengen an Papier begleitet. Die Dokumente müssen gedruckt, an anderen Stellen gescannt und entweder in elektronischer oder in Papierform archiviert werden. Mit elektronischen Etiketten können alle diese Vorgänge entfallen. Daten müssen nicht mehr auf Begleitpapieren, sondern können direkt auf dem RFID-Tag gespeichert werden. Die Prozesse werden dementsprechend schneller und effizienter. Zu-

sätzlich müssen keine teuren Archivierungseinrichtungen betrieben werden, so dass hier auch Assets eingespart werden können.

(23) Reduzierung von Sonderfahrten: Die mangelhafte Verknüpfung von Informationsfluss und Materialfluss in den Unternehmen verursacht in vielen Fällen Versorgungsprobleme. Im Bedarfsfall nachproduzierte oder aus anderen Quellen beschaffte Waren werden oft per Taxi, Kurier, Hubschrauber etc. zu hohen Kosten an den Kunden geliefert. Solche Kosten können mit RFID-Etiketten, die ja eine intensivere Verknüpfung der beiden Flüsse erlauben, eingespart werden.

(24) Reduzierung von Ersatzverpackungen: Eine ähnliche Situation tritt im Zusammenhang mit Verpackungsmaterialien auf. In vielen Industrien werden heute speziell angefertigte und hochindividualisierte Mehrwegverpackungen eingesetzt. Für den Fall von Versorgungsengpässen müssen unter Umständen sehr teure Ersatzverpackungen beschafft werden. RFID-Technik kann helfen, diese Engpässe zu vermeiden und so die durch Ersatzverpackungen anfallenden Kosten einsparen helfen.

(25) Verbesserte Prozessqualität: RFID ist in der Lage die informatorische Abbildung von Prozessen schärfer an der realen Welt auszurichten. Durch die so gewonnene Prozesstransparenz kann ein Prozesscontrolling besser vollzogen werden. Unternehmen können dies nutzen um Prozesse zu hinterfragen, Prozessneuerungen nachhaltig einzuführen und deren Umsetzung zu monitoren.

(26) Reduzierung von Garantiefällen: Garantien werden meist an bestimmte Gebrauchsdaten wie Gebrauchsdauer, oder Einsatzzeit, Handlingvorschriften etc. geknüpft. Derzeit sind diese Informationen in nur sehr geringem Umfang vorhanden bzw. von der Informationsweitergabe der Anwender abhängig. RFID eröffnet die Möglichkeit diese Daten aufzunehmen und so möglicherweise ungerechtfertigt erhobene Garantieansprüche zu vermeiden.