

# Wie smarte Dinge Prozesse unterstützen

Thomas Schoch  
Departement Informatik  
ETH Zürich  
CH-8092 Zürich  
schoch@inf.ethz.ch

Martin Strassner  
Institut für Technologiemanagement  
Universität St. Gallen  
CH-9000 St. Gallen  
martin.strassner@unisg.ch

## *Abstract:*

Smarte Dinge besitzen ein großes Potenzial, um Geschäftsprozesse zu verbessern. Anwendungsbeispiele findet man schon heute in vielen Bereichen wie etwa der Logistik, der Produktion oder dem Handel. Anhand dieser Beispiele lässt sich zeigen, dass solche Anwendungen technisch machbar und betriebswirtschaftlich sinnvoll sind. In vielen Anwendungsfällen kommen Dinge zum Einsatz, die deshalb als smart bezeichnet werden, weil sie mit Technologien zur automatischen Identifikation, zur Lokalisierung bzw. mit Sensortechnologien ausgestattet sind. Ausgehend von diesen Schlüsseltechnologien lassen sich Anwendungsmöglichkeiten zur Unterstützung bestimmter Aufgaben innerhalb des Innovationsprozesses, des Supply Chain Managements, des Customer Relationship Managements sowie der Hilfsprozesse identifizieren. Hierbei beschreiben die Möglichkeiten zur eindeutigen Identifikation, Ortsverfolgung, Zustandsüberwachung sowie Notifikation Basisfunktionen smarterer Dinge. In Verbindung mit einer ubiquitären Infrastruktur, die technologische und organisatorische Komponenten umfasst, könnten smarte Dinge zukünftig die Vision des Ubiquitous Computings verwirklichen.

# **Inhaltsverzeichnis:**

- 1 Einführung
  - 2 Technologien für smarte Dinge
    - 2.1 Automatische Identifikation
    - 2.2 Lokalisierung
    - 2.3 Sensortechnologie
    - 2.4 Weitere technologische Treiber des Ubiquitous Computings
  - 3 Prozessauswirkungen smarterer Dinge
    - 3.1 Anwendungsbeispiele
      - 3.1.1 Beispiel A: Kanban-Bestellsystem beim Automobilhersteller
      - 3.1.2 Beispiel B: Logistik verderblicher Waren im Handel
      - 3.1.3 Beispiel C: Kühlkettenmanagement beim Transport von Chemikalien
    - 3.2 Prozessmodell
      - 3.2.1 Basisfunktionen
      - 3.2.2 Aufgaben und Prozesse
      - 3.2.3 Betriebswirtschaftliche Auswirkungen
  - 4 Ausblick
- Literatur
- Danksagung

# 1 Einführung<sup>1</sup>

Die Vision des Ubiquitous Computings besteht darin, die physische Welt nahtlos mit Informationssystemen zu verknüpfen [vgl. Fleisch 2001]. Um Informationstechnologie erweiterte Dinge werden zu „smarten Dingen“, die in der Lage sind, Informationen aus ihrer Umwelt aufzunehmen, entsprechend vorprogrammierter Regeln zu reagieren und miteinander zu kommunizieren. Ein smartes Lager könnte beispielsweise automatisch erkennen, welche Güter es enthält und könnte bei Bedarf, evtl. nach Absprache mit dem Produktionssystem, eine Bestellung aufgeben. Das smarte Lager wäre nicht nur in der Lage den Bestand zu kontrollieren, sondern würde auch darauf achten, dass Güter an der richtigen Stelle eingelagert, explosionsgefährdete oder verderbliche Güter ordnungsgemäss aufbewahrt und Güter nicht gestohlen werden. Bisher notwendige manuelle Tätigkeiten wie Suchvorgänge oder Inventuren könnten entfallen. Möglich ist dies durch die direkte Abbildung von Vorgängen in der realen Welt im Informationssystem ohne Zeitverzögerung.

Die Forschung auf dem Gebiet des Ubiquitous Computings ist derzeit im wesentlichen von der technologischen Seite getrieben. Fünf Trends der Informationstechnologie könnten Ubiquitous Computing in absehbarer Zeit möglich werden lassen [vgl. Mattern 2001]. Das Mooresche Gesetz beschreibt den ersten Trend. Es gibt an, dass sich die Anzahl an Transistoren pro Chipfläche alle achtzehn Monate verdoppelt. Dementsprechend werden die Grösse und der Preis von Chips so gering, dass sie fast unsichtbar in Alltagsgegenstände integriert werden können. Neue Materialien kennzeichnen den zweiten Trend. Elektronisches Papier beispielsweise bietet neue Interaktionsmöglichkeiten mit Informationssystemen: eine papierähnliche Polymerfolie kann Informationen anzeigen und mit einem speziellen Stift auch als Eingabemedium genutzt werden [vgl. Eink 2002]. Die dargestellten Inhalte bleiben wie bei realem Papier auch ohne Energieversorgung erhalten. Fortschritte in der Kommunikationstechnologie können als dritter Trend betrachtet werden: neben der höheren Bandbreite, bedingen mobile Netzwerke, wie sie beim Mobilfunk genutzt werden, oder Technologien für den Nahbereich wie Bluetooth oder „Body Area“-Netzwerke neue Applikationstypen. Fortschritte in der Sensortechnologie bilden den vierten Trend: Miniaturisierte Sensoren können in Alltagsgegenstände integriert werden und statten diese mit der Möglichkeit aus, ihre Umgebung wahrzunehmen. Eine Milchflasche könnte ihr Haltbarkeitsdatum anhand ihrer aktuellen sowie vergangenen Temperatur berechnen. Der fünfte Trend lässt sich bei der Entwicklung einer Infrastruktur für smarte Dinge erkennen, die deren spontane Interaktion ermöglichen soll.

Viele der Anwendungsbeispiele, die im Zusammenhang mit dem Ubiquitous Computing diskutiert werden, erscheinen visionär, während im industriellen Umfeld Kosten-Nutzen Analysen über deren Einsatz entscheiden. Schon heute lassen sich zahlreiche Beispiele finden, bei denen smarte Dinge Prozesse effizienter gestalten und neue Produkte sowie Services generieren. Auf solche Anwendungen konzentriert sich dieser Aufsatz. Hierzu wird gezeigt, wie Technologien Dinge smart werden lassen und wie diese smarten Dinge Prozesse unterstützen können.

Abschnitt 2 untersucht die aus Sicht der Autoren wichtigsten technologischen Entwicklungen, die solche smarten Dinge ermöglichen. In Abschnitt drei identifiziert der Aufsatz sogenannte Basisfunktionen, mit denen smarte Dinge Prozesse unterstützen können. Ein Modell zeigt, in

---

<sup>1</sup> Dieser Aufsatz basiert auf dem Konferenzbeitrag [Strassner, Schoch 2002].

welchen Bereichen ein Anwendungspotenzial besteht. Abschnitt vier bietet einen Ausblick, welchen Einfluss smarte Dinge zukünftig haben könnten.

## 2 Technologien für smarte Dinge

Dieser Abschnitt betrachtet einige Technologien des Ubiquitous Computings, welche als wichtige Bausteine für Anwendungen vor allem im industriellen Umfeld angesehen werden können.

Zum jetzigen Zeitpunkt haben drei Technologien einen wesentlichen Einfluss auf Geschäftsprozesse. Automatische Identifikation, Lokalisierung und Sensortechnologie bieten die passenden Mittel, Fragen zu beantworten wie: „Wo ist welches Produkt, wie ist sein aktueller Zustand und welche Produkte sind in seiner Nähe?“ Unter Einbeziehung dieser Informationen ist ein Arzneimittel imstande zu überprüfen, ob es bereits sein Haltbarkeitsdatum erreicht hat, ob es verträglich ist mit den Medikamenten in seiner Umgebung und es kann den Patienten erinnern, die Medizin einzunehmen. Nachfolgend werden die zugrunde liegenden Technologien näher beleuchtet.

### 2.1 Automatische Identifikation

Automatische Identifikation (Auto-ID) [vgl. AIM 2002] ist eine Technologie, welche bereits dazu eingesetzt wird, Produkte oder Liefereinheiten zu identifizieren. Typische Auto-ID-Systeme sind Barcode-, Radiofrequenzidentifikation (RFID)-, Chipkarten- und biometrische Systeme. Die Funktionsweise eines Auto-ID-Systems lässt sich in zwei Schritten beschreiben: Das Aufnehmen des Identifikationsmerkmals eines Objektes (z.B. das Bild eines Barcodes) sowie die Interpretation dieses Merkmals mittels Computeranalyse (z.B. die Rückgewinnung der codierten Information).

Barcode-Systeme werden momentan in vielen Branchen weltweit genutzt und können als wichtigste Auto-ID-Technologie zur Objekterkennung betrachtet werden. Jede Branche besitzt ihre eigenen Standards. Der „Universal Product Code“ (UPC) oder die „European Article Number“ (EAN) sind Beispiele aus dem Handel. Traditionelle Barcodes können bis ca. 50 Bytes an Daten codieren, neuere zwei-dimensionale Barcodes sind in der Lage, mehrere Kilobytes zu speichern.

Bei RFID-Systemen [Finkenzeller 1999] ist das Identifikationsmerkmal auf einem Computerchip gespeichert, der an den zu identifizierenden Objekten befestigt wird. Auf dem Chip ist eine Antenne integriert, die eine mobile Kommunikation ermöglicht. Von einem RFID-Lesegerät kann das zu identifizierende Objekt erfasst werden, sobald es in seine Reichweite gelangt. Im Unterschied zu Barcode-Systemen ist keine Sichtverbindung notwendig (siehe Abbildung 1).

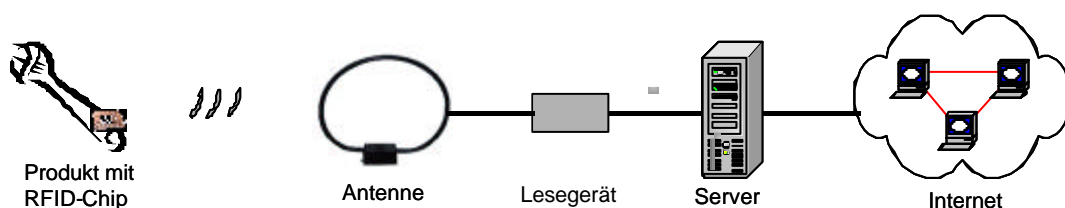


Abbildung 1: Funktionsweise eines RFID-Systems

Es werden aktive und passive Systeme unterschieden. Aktive RFID-Systeme nutzen zur Energieversorgung eine Batterie, um ihre Kennung bis zu 100 m weit zu senden. Passive Systeme beziehen ihre Energie aus dem durch das Lesegerät aufgebauten elektrischen Feld und erreichen in der praktischen Anwendung Reichweiten von bis zu 1 m. Nach Aussage des Auto-ID Centers am MIT werden solche passiven RFID-Chips in wenigen Jahren zu einem Stückpreis von unter 5 Cent verfügbar sein [vgl. Sarma 2001]. Aufgrund ihrer kleinen Bauweise sowie der Möglichkeit zur automatischen Identifikation ohne Sichtverbindung stellen diese Systeme eine Alternative zu den klassischen Barcode-Systemen dar. Sowohl Bilderkennung, eine weitere Auto-ID-Technologie, welche die Identität eines Objekts von seinem Bild ableitet, als auch biometrische Systeme zur Erkennung von Menschen können in Zukunft ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Dazu aber muss ihre Zuverlässigkeit noch steigen.

## **2.2 Lokalisierung**

Es existieren verschiedene Ansätze zur Lokalisierung [vgl. Hightower & Borriello 2001]. In den meisten Fällen wird die Lokalisierung in Verbindung mit der Identifikation angewendet, um zusätzlich zur Position eines Objekts auch dessen Identität zu erhalten.

Eine simple Lokalisierungstechnik verwendet die „Nähe“ (Proximity) eines Objekts. Hierbei werden drahtlose und zelluläre Zugangspunkte überwacht. Falls ein Objekt innerhalb einer Zelle erfasst wird, kann solch ein System erkennen, dass sich das Objekt in der Nähe des Überwachungsgeräts befindet, dessen Position bekannt ist. Nähe kann auch von anderen Auto-ID-Systemen abgeleitet werden, wie beispielsweise Chipkartenlesern: falls eine Chipkarte erkannt wurde und die Position des Chipkartenlesers bekannt ist, kann abgeleitet werden, dass die Chipkarte an dieser Position gewesen sein muss.

Lateration und Angulation von Radio- oder Ultraschallwellen bilden eine weitere häufig eingesetzte Lokalisierungstechnik. Beide Techniken beruhen auf der Messung der Distanz oder des Winkels zwischen einigen fixen Punkten. Die Messung der Signallaufzeit kann eingesetzt werden, um eine Distanz zu bestimmen. Attenuation hingegen nutzt den Effekt aus, dass die Signalstärke in Abhängigkeit der Entfernung abnimmt. Es bleibt aber anzumerken, dass Attenuation in der Praxis meistens nicht so präzise ist wie Lateration.

Eine dritte Lokalisierungstechnik ist die Analyse von Orten (Scene Analysis), welche bestimmte Merkmale aus einer Umgebung extrahiert, wie beispielsweise Bilddaten oder Signalstärken, und diese mit zuvor in einer Datenbank abgelegten Muster vergleicht, um die Position des Objekts abzuleiten. Verglichen mit anderen Lokalisierungstechniken ist diese am wenigsten präzise.

Die reinen Informationsdaten sind nutzlos, falls nicht ein Ortsmodell beschreibt, wie die Lokation eines Objekts in Verbindung mit Lokationen anderer Objekte oder der Umgebung steht. Ein Typ von Ortsmodellen benutzt Koordinaten und Mengen von Koordinaten, um die Lokation zu beschreiben. Euklidische Distanzen können mit solchen Modellen einfach berechnet werden. Ein anderer Typ Ortsmodelle umfasst geographische und symbolische Modelle, welche für Menschen leichter lesbar sind, dafür aber nicht so effizient von Computern verarbeitet werden können. Eine jetzige Herausforderung stellt die Kombination beider Modelle in semi-symbolischen Modellen dar: geometrische Modelle zur effizienten Verarbeitung durch Rechner und symbolische Modelle für die bessere Lesbarkeit.

Das „Global Positioning System“ (GPS) ist das einzige Lokalisierungssystem das mittlerweile flächendeckend Einsatz findet. Es benutzt die Lateration mit einem GPS-Empfänger und vier sichtbaren GPS-Satelliten. Eine Limitierung ist, dass das System nur im Freien eingesetzt werden kann. Für die Positionierung innerhalb von Gebäuden wurden etliche Systeme vorgeschlagen, welche Nähe oder Lateration mittels Signallaufzeiten von Ultraschall- oder elektromagnetischen Wellen nutzen.

## **2.3 Sensortechnologie**

Verschiedene Sensortypen, wie etwa thermische, akustische, visuelle, Infrarot-, magnetische, seismische oder Radarsensoren werden verwendet, um Bedingungen wie Temperatur, Feuchtigkeit, Fahrzeugbewegung, Beleuchtungsbedingungen, Druck, Erdzusammensetzung, Geräuschniveaus, die Gegenwart oder Abwesenheit von bestimmten Arten von Objekten oder Informationen wie Geschwindigkeit, Ausrichtung oder Grösse eines Objekts zu messen. Sie statten smarte Dinge mit „Sinnesorganen“ aus, mit denen sie ihre Umwelt wahrnehmen können. Technische Fortschritte in MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), welche sich mit Maschinen im Nanometerspektrum beschäftigen, beeinflussen ebenfalls das Design von neuen Sensoren, die kleiner werden und weniger Energie verbrauchen.

Die aktuelle Forschung im Bereich der Sensortechnologie [vgl. Akyildiz, Su, Sankarasubramaniam & Cyairci] fokussiert einen weiter gefassten Themenkomplex: Drahtlose Sensornetzwerke. Die Innovation dabei ist die Netzwerkfähigkeit der Sensoren. Das Netzwerk profitiert davon, unabhängig von einer zentralen Instanz zu arbeiten, in entfernten und unbekanntenen Regionen eingesetzt zu werden und Synergieeffekte durch Kooperation zu nutzen.

## **2.4 Weitere technologische Treiber des Ubiquitous Computings**

Neben den drei oben erwähnten Technologien sind noch einige weitere Technologien zu nennen, die Ubiquitous Computing ermöglichen. Middleware, Infrastruktur, Kommunikation, Privatsphäre [siehe Langheinrich 2001] und Sicherheit sowie Stromverbrauch sind bereits im Fokus der aktuellen Forschung, z.B. in den Bereichen Verteilte Systeme und Mobile Computing.

Privatsphäre sowie die Sicherheit erreichen beispielsweise beim Ubiquitous Computing eine neue Dimension, da die Anzahl der Objekte, die Daten erfassen und verarbeiten, stark zunehmen wird und dies immer häufiger unbemerkt geschieht. Themen der Sicherheit beschäftigen sich mit Absicherung des Kommunikationskanals bezüglich Vertrauenswürdigkeit, Integrität und Authentizität. Des weiteren gehören Autorisation, Abrechnungsfähigkeit und Nicht-Abstreitbarkeit dazu. Komplementär dazu kann Privatsphäre beschrieben werden als Anspruch eines Individuums, den Prozess der Informationssammlung, -speicherung, -verarbeitung und -weitergabe betreffend ihrer persönlichen Daten zu kontrollieren. Anonymität der Benutzer und Transparenz in der Verarbeitung ihrer Daten sind Ansätze, die sich mit dieser Problematik beschäftigen.

## **3 Prozessauswirkungen smarterer Dinge**

Dieses Kapitel untersucht, wie smarte Dinge mit den vorangehend beschriebenen Technologien Prozesse verbessern können. Zu diesem Zweck wurden Anwendungen aus dem Bereich des Ubiquitous Computings analysiert. Der folgende Abschnitt verdeutlicht die Wirkung smarterer Dinge anhand von drei Beispielen. Darauf aufbauend stellt der nächste Abschnitt die

hierdurch gewonnenen Erkenntnisse über die Prozessauswirkungen in einem Modell zusammen.

### **3.1 Anwendungsbeispiele**

Das Mobile and Ubiquitous Computing Lab [M-Lab 2002] hat 80 Anwendungsfälle untersucht, die smarte Dinge verwenden. Die untersuchten Anwendungen demonstrieren neuartige Lösungen bekannter Probleme zur Unterstützung inner- und zwischenbetrieblicher Prozesse. Die folgenden Beispiele werden dem Supply Chain Management zugeordnet.

#### **3.1.1 Beispiel A: Kanban-Bestellsystem beim Automobilhersteller**

An einigen Standorten testet Ford ein neues System zur Versorgung der Produktion mit Kleinteilen [vgl. WhereNet 2002]. Die Rollcontainer, die auf dem Gelände zum Transport von Teilen eingesetzt werden, sind mit aktiven Radiofrequenztranspondern ausgestattet. Bei der Befüllung wird in einer Datenbank die auf dem Transponder gespeicherte Containernummer der entsprechenden Teilenummer zugeordnet. Mit Hilfe einer flächendeckenden Infrastruktur von Antennen können die Container und somit auch die Teile, sowohl im Lager als auch unterwegs lokalisiert werden. Für jedes Teil existiert ein eigener Knopf, der die entsprechende Teilenummer als Funksignal aussenden kann. Mitarbeiter fordern durch Betätigung dieser Knöpfe an den Stationen Nachschub an. Da das System weiß, wo sich der nächste Container mit den gewünschten Teilen befindet, wird der Transportauftrag sofort erstellt. Mit diesem System konnten die Zuverlässigkeit der Teileversorgung gesteigert und Suchzeiten vermieden werden.

#### **3.1.2 Beispiel B: Logistik verderblicher Waren im Handel**

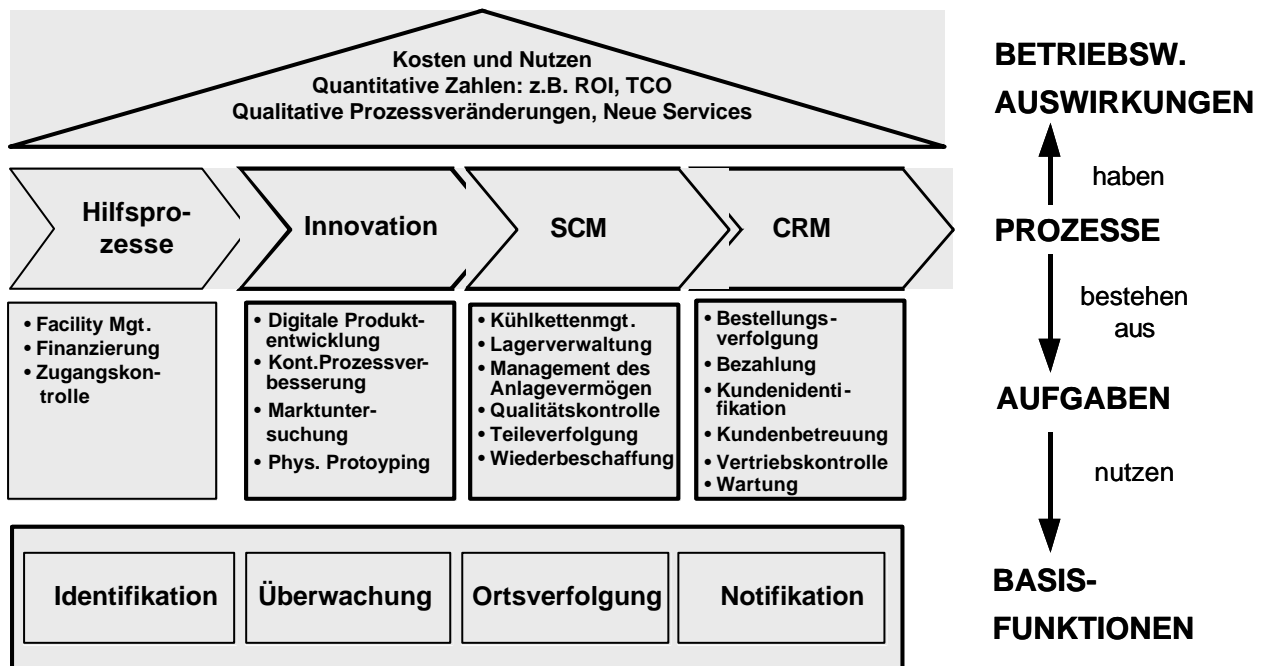
Verderbliche Ware verliert täglich an Wert. Aus diesem Grund sind Verzögerungen in der Lieferkette bei dieser Art von Gütern besonders teuer. Die britische Supermarktkette Sainsbury nutzt in einer Pilotanwendung die RFID-Technologie, um tiefgekühlte Produkte mit begrenztem Haltbarkeitsdatum vom Wareneingang über die Distribution bis zum Kaufhausregal zu verfolgen [vgl. IDSystems 2002]. Die Hersteller liefern die Waren auf Mehrweg-Plastikpalletten an Sainsbury. Die Paletten besitzen einen RFID-Chip mit einem integrierten Datenspeicher. Beim Wareneingang erfasst der Hersteller die ausgelieferte Ware und ordnet sie in einer zentralen Datenbank der Palettennummer zu, die auf dem RFID-Chip gespeichert ist. Zusätzlich wird das Haltbarkeitsdatum auf den Chip geschrieben. Beim Wareneingang bei Sainsbury werden die Paletten durch eine RFID-Leseschleuse geschoben. Mit der Information, die in der Datenbank gespeichert ist, wird der Wareneingang automatisch gebucht und das Lagermanagementsystem schlägt einen Lagerplatz vor. Wenn die Bestellung eines Supermarktes eintrifft, empfiehlt das Lagermanagementsystem automatisch die Waren mit der kürzesten Resthaltbarkeit. Auf diese Weise verhindert Sainsbury, dass Waren schon im Lager verderben und optimiert die durchschnittliche „Lebenszeit“ der Waren auf dem Kaufhausregal. Bedingt durch die exakten Kenntnisse von Beständen und deren Haltbarkeitszeiten ist eine optimierte Nachbestellung möglich. Bevor das automatische Warenerfassungssystem eingeführt wurde, dauerte die Eingangskontrolle und die Einbuchung der Waren ca. 2,5 Stunden. Nun dauert der gleiche Vorgang nur noch eine halbe Stunde.

### 3.1.3 Beispiel C: Kühlkettenmanagement beim Transport von Chemikalien

Ein Chiphersteller in Dresden bezieht temperaturempfindliche Fotochemikalien von einem Zulieferer aus Amsterdam. Während des Transports können die Chemikalien zu hohen Temperaturen ausgesetzt sein und dies kann bei längeren Zeiträumen zum Verderben der Waren führen. Eine spätere Verwendung dieser Chemikalien führt zu Schäden bei der Produktion. Um dieses Problem zu lösen verwendet der Chiphersteller digitale Temperaturlogger. Diese kleinen Geräte werden in die Transportbehälter gegeben und zeichnen die Temperaturentwicklung permanent auf. Die Auslesung erfolgt über eine Infrarotschnittstelle. Die Daten werden in ein XML-Format umgewandelt und können bei der Ankunft am Werk direkt in das mySAP PLM-System übertragen werden. Dabei gibt sich die verdorbene Ware zu erkennen und wird zurückgewiesen. Im Nachhinein kann festgestellt werden, wo und durch wen eine eventuelle Schädigung verursacht wurde [vgl. Thede et al. 2001].

### 3.2 Prozessmodell

Das nachfolgend dargestellte Prozessmodell (siehe Abbildung 2) zeigt mittels drei Ebenen wie und wo smarte Dinge Prozesse unterstützen. Auf der untersten Ebene beschreibt das Modell die Möglichkeiten der in Kapitel zwei vorgestellten Technologien als Basisfunktionen und verknüpft diese mit der zweiten Ebene der Geschäftsprozesse. Die dritte Ebene des Modells stellt die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen der Anwendungen smarterer Dinge dar.



CRM: Customer Relationship Management  
 SCM: Supply Chain Management  
 ROI: Return on Investment  
 TCO: Total Cost of Ownership

Abbildung 2: Modell zur Prozessunterstützung durch smarte Dinge



### **3.2.1 Basisfunktionen**

Das Prozessmodell nutzt vier Basisfunktionen, die durch smarte Dinge unterstützt werden können: Identifikation, Zustandsüberwachung, Ortsverfolgung und Notifikation. Diese Funktionen werden durch eine Erweiterung physischer Gegenstände um Informationstechnologie ermöglicht. Das smarte Ding kann eine Identifikationsnummer besitzen, die in einem mobilen Datenspeicher abgelegt ist, wie z.B. bei der RFID-Technologie. Die Identifikation wird von den meisten Anwendungen benötigt.

Den eigenen Zustand bzw. den Zustand der physischen Umwelt nimmt das smarte Ding mittels Sensoren wahr. Zur Zustandsüberwachung werden die gemessenen Einzelwerte, z.B. die Temperatur, permanent überprüft und ggf. zwischengespeichert. Die Ortsverfolgung kann mit unterschiedlichen Technologien realisiert werden. Wie bei der Zustandsüberwachung wird die Positionsinformation kontinuierlich bestimmt und protokolliert.

Die Notifikationsfunktion ermöglicht eine vom smarten Ding initiierte Kommunikation mit seiner Umwelt. Abhängig vom Eintreten bestimmter zuvor definierter Ereignisse, wie z.B. des Übersteigens der Temperatur über einen Schwellenwert, setzt das Objekt gemäss ebenso vordefinierten Regeln eine Nachricht ab. Diese Nachricht kann an ein anderes smartes Objekt gerichtet werden, beispielsweise von einer Milchflasche an einen Kühlschrank, der die Temperatur reguliert. Auf diese Weise können Probleme zunehmend auch ohne menschliches Eingreifen gelöst werden. Nur in Ausnahmesituationen fordert das System menschliche Hilfe an. Da die Reaktionsmöglichkeiten smarterer Dinge durch die einprogrammierten Regeln, vergleichbar mit einer Geschäftslogik, vorgegeben sind, wird das Adjektiv „intelligent“ in dieser Arbeit vermieden, das sonst häufig in diesem Zusammenhang verwendet wird.

### **3.2.2 Aufgaben und Prozesse**

Unternehmen nutzen Informationstechnologie zur Optimierung ihrer Prozesse. Zur Klassifikation der Anwendungen verwendet das Prozessmodell die Makroprozesse Innovation, Supply Chain Management (SCM), Customer Relationship Management (CRM) sowie die Hilfsprozesse. Jeder dieser Makroprozesse umfasst eine Anzahl von Aufgaben oder Aktivitäten. Z.B. umfasst SCM alle Aufgaben, die mit dem Transport von Gütern, angefangen vom Rohstofflieferanten bis hin zum Endkunden, verbunden sind, also die Beschaffung, die Produktionsplanung, die Auftragsbearbeitung, die Lagerhaltung sowie den Transport. Bestehende Standardsoftware ist zunehmend in der Lage, solche Prozesse durchgehend zu unterstützen. An der Schnittstelle zur realen Welt bestehen allerdings weiterhin Medienbrüche. Vorgänge in der realen Welt müssen erst manuell erfasst werden, bevor eine Bearbeitung im System möglich ist. Smarte Dinge können solche Aufgaben, bei denen Informationen über Vorgänge in der realen Welt ohne Zeitverzögerung benötigt werden, unterstützen. Das vorgestellte Prozessmodell identifiziert solche Aufgaben. Beispielsweise ermöglichen smarte Dinge im Bereich des SCMs Aufgaben wie Ressourcenverwaltung, das Kühlkettenmanagement, die Lagerverwaltung, die Teileverfolgung und die Produktionsüberwachung durch Automatisierung zu verbessern. Dabei werden die im vorangegangenen Abschnitt genannten Basisfunktionen zur Identifikation, Zustandsüberwachung, Ortsverfolgung und Notifikation genutzt.

### **3.2.3 Betriebswirtschaftliche Auswirkungen**

Smarte Dinge bieten die Möglichkeit, Prozesse effizienter zu gestalten sowie neue Produkte und Services zu kreieren. Einerseits automatisieren smarte Dinge Prozesse und helfen damit die Notwendigkeit menschlichen Eingreifens zu minimieren, die Kosten zu senken und die

Prozessgeschwindigkeit zu steigern. Auf der anderen Seite eliminieren sie Fehler, die beispielsweise durch mangelnde Kontrolle oder manuellen Tätigkeiten entstehen können und erhöhen damit die Qualität bzw. den Servicegrad für den Kunden.

Das Bedürfnis, Prozesse zu verändern, kann auch durch die Grenzen der Technologie begründet sein. Beispielsweise lohnt sich der Einsatz der Radiofrequenzidentifikation bei logistischen Prozessen häufig nur dann, wenn geführte Prozesse bzw. geschlossene Kreisläufe vorliegen. Statt zu versuchen, bestehende Prozesse technisch zu unterstützen, könnten diese dahingehend verändert werden, dass ein Einsatz der Technologie betriebswirtschaftlich sinnvoll wird.

	<i>Beispiel A: Autohersteller</i>	<i>Beispiel B: Händler</i>	<i>Beispiel C: Chiphersteller</i>
<b>Betriebswirtschaftlicher Nutzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung von Maschinenstillständen durch fehlendes Material</li> <li>- Reduzierung von Sicherheitsbeständen</li> <li>- automatische Nachbestellung</li> <li>- Flexibilität in der Anpassung an neue Produktionslayouts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- längere „Lebenszeit“ der Waren auf dem Kaufhausregal</li> <li>- bessere Bedarfsplanung</li> <li>- schnellere Wareneingangskontrollen</li> <li>- weniger verdorbene Waren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermeidung von Schäden oder Qualitätseinbußen in der Produktion</li> <li>- Nachweis über Ort und Verursacher einer eventuellen Schädigung</li> <li>- schnellere Ersatzbeschaffung bei fehlerhafter Ware</li> </ul>
<b>Prozess</b>	Supply Chain Management	Supply Chain Management	Supply Chain Management
<b>Aufgaben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagermanagement</li> <li>- Wiederbeschaffung</li> <li>- Containerverfolgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagermanagement</li> <li>- Bedarfsplanung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kühlkettenmanagement</li> </ul>
<b>Basisfunktionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notifikation</li> <li>- Ortsverfolgung</li> <li>- Identifikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notifikation</li> <li>- Ortsverfolgung</li> <li>- Identifikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notifikation</li> <li>- Überwachung</li> </ul>

**Tabelle 1: Zusammenfassung Beispiele**

## 4 Ausblick

Die meisten Anwendungen mit smarten Dingen sind heute lokal begrenzt oder befinden sich erst in der Pilotphase. Beispielsweise überwacht Ford Teilelieferungen erst dann, wenn sie auf dem Werksgelände angekommen sind. In der Zukunft könnte man sich z.B. vorstellen, dass jedes Bauteil von der Produktion über verschiedene Verarbeitungsstufen und Distributionskanäle bis zum Endanwender verfolgt wird. Solche Szenarien setzen eine Kooperation der verschiedenen beteiligten Unternehmen sowie das Vorhandensein einer gemeinsamen ubiquitären Infrastruktur voraus. Diese umfasst hardwarebezogene Aspekte, wie etwa die IT-Komponenten die verwendet werden, um Dinge smart zu machen. Softwarebezogene Aspekte beziehen sich auf zu verwendende Protokolle und Sprachen für die Kommunikation und Datenverarbeitung. Organisatorische Aspekte berücksichtigen die Vorgabe von Prozessstandards, die Anwendungen mit smarten Dingen beschreiben.

Die Möglichkeiten, die eine solche Infrastruktur bietet, klingen visionär. Es wäre dann beispielsweise möglich, dass sich zu jedem Produkt zu jeder Zeit der rechtmäßige Besitzer ermitteln ließe. Jeder Diebstahl könnte sofort erkannt oder sogar verhindert werden. Nach Angaben von ECR (Efficient Consumer Response) verlieren Händler in Europa ca. 1,75% der Umsätze wegen Schwund, welcher größtenteils durch Diebstahl zu erklären ist [vgl. ECR 2002].

Technologische Fortschritte, Standards und sinkenden Kosten werden dazu beitragen, dass zunehmend mehr Anwendungen technisch und wirtschaftlich sinnvoll erscheinen. Das in Ka-

pitel drei vorgestellte Prozessmodell ist dementsprechend anzupassen und zu vervollständigen. Mit den Erkenntnissen, wie smarte Dinge Prozesse verändern können, lassen sich zukünftige Anwendungsszenarien entwickeln. Der hierbei gefundene betriebswirtschaftliche Nutzen kann die notwendigen technologischen und organisatorischen Entwicklungen sowie deren Einführung im Markt beschleunigen.

## Literatur

[AIM 2002] AIM Homepage - Auto-ID Manufactures, <http://www.aimglobal.org/>

[Akyildiz, Su, Sankarasubramaniam & Cyairci] I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cyairci: Wireless sensor networks: a survey, *Computer Networks* 38 (2002) S. 393-422

[ECR 2002] Efficient Consumer Response – Homepage, <http://www.ecrnet.org>

[Eink 2002] E Ink – Homepage, <http://www.eink.com>

[Finkenzeller 1999] Finkenzeller, K.: RFID Handbook, John Wiley and Sons Ltd, 1999

[Fleisch 2001] Fleisch, E.: Business Perspectives on Ubiquitous Computing, M-Lab working paper No. 4, University of St. Gallen, 2001

[Hightower & Borriello 2001] Jeffrey Hightower, Gaetano Borriello: Location Systems for Ubiquitous Computing, *IEEE Computer magazine*, August 2001, S. 57-66

[IDSystems 2002] IDSystems Homepage, <http://www.idsystems.com>

[Langheinrich 2001] Marc Langheinrich: Privacy by Design - Principles of Privacy-Aware Ubiquitous Systems, *Proc. Ubicomp 2001*, Springer-Verlag LNCS 2201, S. 273-291, 2001

[M-Lab 2002] M-Lab Homepage – The Mobile and Ubiquitous Computing Lab, <http://www.m-lab.ch>

[Mattern 2001] Mattern, F.: The Vision and Foundations of Ubiquitous Computing, *Upgrade*, Vol. 2, No. 5, S. 2-6, Oktober 2001

[Sarma 2001] Sarma, S.: Towards the 5 cent tag, white paper, MIT Auto-ID Center, Boston, 2001, <http://www.autoidcenter.org/pdfs/MIT-AUTOID-WH-006.pdf>

[Strassner, Schoch 2002] Strassner, Martin und Schoch, Thomas: Today's Impact of Ubiquitous Computing on Business Processes; in: Mattern, F.; Naghshineh, M.: *Pervasive 2002*, Short Paper Proceedings, Zürich 2002.

[Thede et al. 2001] Thede, A.; Schmidt, A.; Merz, C.: Integration of Goods Delivery into E-Commerce Supply Chain, in: Fiege, L.; Muehl, G.; Wilhelm U. G.: *Electronic Commerce, Second International Workshop, WELCOM 2001 Proceedings*, Heidelberg, November 16-17, 2001, S. 206-218

[WhereNet 2002] WhereNet Corp. Homepage, <http://www.wherenet.com>

## **Danksagung**

Dieser Aufsatz wurde im Rahmen des Mobile and Ubiquitous Computing Lab (M-Lab) erarbeitet. Das M-Lab ist ein gemeinsames Forschungsprojekt der Universität St. Gallen und der ETH Zürich. Die Forschung erfolgt in Kooperation mit den Partnerunternehmen Novartis, Paul Hartmann, SAP, SAP-SI, Swisscom, UBS und Volkswagen sowie mit dem Auto-ID Center am MIT.