

# Standards und Infrastrukturen für den Austausch von RFID-Daten

Je Lan Ong

ETH Zürich, CH-8092 Zürich, Schweiz

[jong@ethz.ch](mailto:jong@ethz.ch)

**Kurzfassung.** Diese Arbeit setzt sich mit einem Anwendungsbereich der RFID-Technologie, dem Austausch von Daten („Data Sharing“) zwischen allen Beteiligten, die in irgendeiner Weise Informationen über die gleichen Objekte (z.B. Güter) gesammelt, bearbeitet und gespeichert haben, auseinander. Zu Beginn der Arbeit werden dem Leser/der Leserin das notwendige Hintergrundwissen vermittelt, um die weitere Thematik verstehen zu können. Des Weiteren werden die Bedürfnisse und die Motivation für diesen Anwendungsbereich „RFID Data Sharing“ gezeigt. Danach folgt eine Präsentation der Schwierigkeiten, welche im Bereich RFID-Datenaustausch entstehen, der bestehenden Lösungen (z.B. von „BRIDGE“) und weitere Lösungsansätze für noch offene Probleme. Dabei zeigt uns diese Arbeit wo und wieso das Thema „RFID Data Sharing“ in den Kontext „Internet der Dinge“ anzusiedeln ist, der momentane Stand der Dinge und welche Aufgaben uns noch bevorstehen. Der Leser/die Leserin wird kurz vertraut gemacht mit dem heutigen Standard und auch mit dem EPC-Standardisierungsinstitut EPCglobal und den Infrastrukturen, welche eingesetzt werden, um die Anforderungen zu erfüllen.

Zum Schluss folgen eine Diskussion, die daraus resultierenden Schlussfolgerungen und eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Punkte, welche die Arbeit abrunden werden.

## 1. Einführung

Die Haupttechnologie, worauf die in dieser Arbeit beschriebenen Anwendungen beruhen, heisst RFID. Die Abkürzung RFID steht für den englischen Begriff „Radio Frequency **I**dentification“ und bedeutet übersetzt „Identifikation mittels elektromagnetischer Wellen“. Mit dieser Technologie ist es möglich, sowohl Gegenstände als auch Lebewesen automatisch zu identifizieren, lokalisieren und mit Daten zu versehen. Das RFID-Verfahren zeichnet sich hauptsächlich dadurch aus, dass die spezifischen Objekte berührungslos, ohne direkten Sichtkontakt und über grössere Distanzen von einem Lesegerät erfasst werden können. Dies wird dadurch ermöglicht, dass an den Objekten ein sogenannter RFID-Transponder befestigt wird, der von einem Lesegerät mittels elektromagnetischen Wellen ausgelesen werden kann. Im Vergleich zu RFID musste früher, wie z.B. beim Strichcode, direkter

Sichtkontakt gewährleistet sein, damit das optische Lesegerät die Daten aus den parallelen Strichen und Lücken einlesen konnte. Der RFID-Transponder stellt im Wesentlichen nur den Datenträger (Speicher) dar und die eigentliche Information, welche gespeichert wird, ist der Elektronische Produktcode (EPC).

Der EPC ist eine weltweit eindeutige Kennzeichnung, bestehend aus einer Ziffernfolge, mit deren Hilfe jedes einzelne Produkt und auch logische Einheiten (z.B. eine Produktgruppe) identifiziert werden können. Die Struktur des EPCs besteht aus den folgenden vier Komponenten:

- Datenkopf (Header) – gibt die EPC-Version und die Verschlüsselungsart an
- EPC-Manager – gibt die Kennzeichnungsnummer des Nummerngebers, z. B. des Herstellers an.
- Objektklasse (Object Class) - bezeichnet die Objektnummer, z. B. eine Artikelnummer.
- Seriennummer (Serial Number) – damit kann ein ganz bestimmtes Objekt identifiziert werden.

Der elektronische Produktcode ist durch EPCglobal standardisiert, so dass EPC/RFID weltweit einheitlich, effizient und reibungslos verwendet werden kann. EPCglobal ist eine Organisation bestehend aus einer Grosszahl von Unternehmen und wurde im Jahre 2003 gegründet. Ziel dieser Organisation ist es, einen Standard für die einheitliche Nutzung von RFID/EPC zu entwickeln. Das Bedürfnis für einen Standard im Bereich RFID/EPC-Technologien kommt daher, dass verschiedene Unternehmen miteinander Waren austauschen und somit auch die damit verbundenen RFID-Chips und EPC-Kennzeichnung. Die Hauptkomponente von EPCglobal stellt das „EPCglobal Network“ [1] dar, auf Deutsch EPCglobal-Netz. Das EPCglobal Network besteht aus einem Computer-Netz und dient zum Austausch von Produktinformationen über das Internet. Daher wird dieses Konzept auch als „Internet der Dinge“ bezeichnet.

Das EPCglobal Network umfasst im Wesentlichen die folgenden vier Komponenten:

- Object Naming Services (ONS)
- EPC Information Services (EPCIS) [2]
- EPC Discovery Services
- EPC Security Services

Der ONS ist vergleichbar mit dem „Domain Name System“ (DNS) aus dem Internet und liefert zu einem EPC die passende URL oder IP-Adresse des Herstellers, wo die Produktinformationen abgespeichert sind bzw. abgerufen werden können.

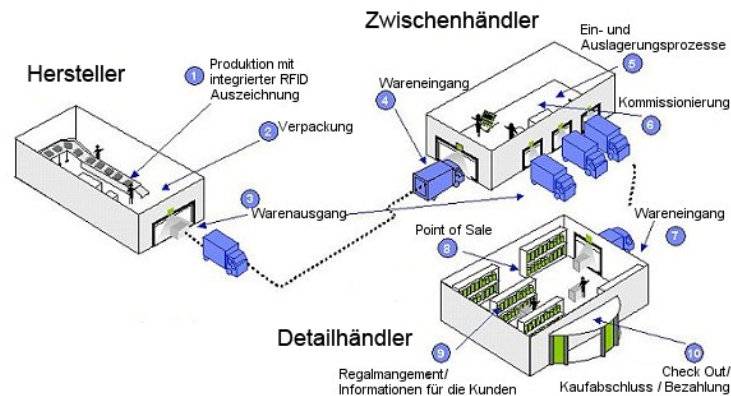
Die EPCIS stellt die Verbindung zwischen einem Unternehmen und dem EPCglobal Network dar. Jedes Unternehmen, das Mitglied des Netzes ist, besitzt ein „EPCIS Repository“ (i.A. eine Datenbank), wo das Unternehmen seine EPC-relevanten Informationen speichern und über Standardschnittstellen mit anderen Netzmitgliedern (z.B. Partner-Unternehmen) kommunizieren kann. Die Datensätze im EPCIS werden

als „Events“ bezeichnet.

Die letzteren zwei Komponenten dienen dazu, EPCIS Repositories ausfindig zu machen und die Zugriffsrechte auf die gespeicherten Informationen zu verwalten, was Hauptgegenstand dieser Arbeit sein wird und unser spezielles Augenmerk bekommt.

## 2. RFID Data Sharing

Durch den Einsatz von EPC/RFID und dem EPCglobal Network kann in der Industrie die Effizienz der Logistik in Wertschöpfungsketten im Allgemeinen drastisch gesteigert werden, da Informationen über den Produktionsfluss einfacher, präziser und schneller zwischen Geschäftspartnern ausgetauscht werden können. Ein typisches Beispiel einer Wertschöpfungskette in der Industrie, wo der Einsatz von EPC/RFID sinnvoll ist, zeigt die folgende Abbildung.



**Abb. 1.** Einsatz von EPC/RFID in der Wertschöpfungskette

Unmittelbar nach der Fertigstellung eines Produktes beim Hersteller (Produktion) erhält ein Artikel seinen EPC und kann an jeder Station der Wertschöpfungskette mittels der RFID-Technologie berührungslos identifiziert werden. So z.B. bei Punkt 3 beim Verlassen der Produktionsstätte.

Jeder Handelspartner speichert in der Wertschöpfungskette betriebsinterne Informationen über die Waren im eigenen EPCIS Repository (z.B. der Zwischenhändler speichert das Wareneingangsdatum). Einerseits bringt der Einsatz dieser Technologien enorme Vorteile, z.B. können Liefertermine viel genauer bestimmt, mitverfolgt und somit auch Lieferzeiten optimiert werden. Ausserdem lassen sich Verzögerungen und Verspätungen frühzeitig erkennen, indem Probleme in der Produktion automatisch durch den Warenfluss propagiert werden. Andererseits sind die gespeicherten Daten wirtschaftlich höchst prekär, so z.B. speziell detaillierte Informationen über Preise, Volumen und Beziehungen zwischen den Handelspartnern. Konkurrenten könnten einen erheblichen Vorteil erlangen, wenn sie in den Besitz dieser Daten kämen. Deshalb muss sichergestellt werden, dass jede Firma die Möglichkeit hat, zu bestimmen, wer berechtigt ist auf die Geschäftsdaten

zuzugreifen und gegebenenfalls zu modifizieren. Da jeder Handelspartner seine Daten intern verwaltet, sind folglich die gesamten Geschäftsinformationen dezentral über mehrere Firmen verteilt und nicht gemeinsam in einer zentralen Datenbank gespeichert.

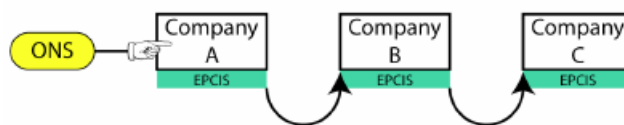
### 3. Schwierigkeiten und Lösungen

Die Bedürfnisse wurden erkannt, die Anforderungen sind klar formuliert und die Technologie für die Umsetzung ist vorhanden. Die Problemstellungen liegen nun einerseits darin, Sicherheitsmechanismen und Zugriffskontrolle zu realisieren und andererseits müssen die verteilten Geschäftsinformationen effizient zugänglich gemacht werden, um den ganzen Warenfluss gegebenenfalls zu rekonstruieren.

#### 3.1 Der Ist-Zustand

Die Architektur des EPCglobal Network stellt zu diesem Zeitpunkt den Object Naming Service (ONS) zur Verfügung, welcher es erlaubt, Herstellerinformationen zu einem Produkt zu erhalten, für eine gegebene EPC-Nummer. Aus technischer Sicht gesehen, nimmt der ONS als Eingabe eine EPC-Nummer und liefert als Ausgabe eine Referenz zum Hersteller des EPC-Trägers. Somit ist es theoretisch möglich, die Wertschöpfungskette vom Anfang bis zum Ende zu verfolgen. Ein offensichtliches Problem ist jedoch, dass sich die Kette einfach unterbrechen lässt. Z.B. wenn ein Glied der Kette nicht erreichbar ist. Dieses Verfahren wird im Englischen „daisy-chain approach“ oder „link traversal approach“ genannt und bedeutet übersetzt „das Gänseblümchenverfahren“.

Abbildung 2 zeigt abstrakt das Gänseblümchenverfahren.



**Abb. 2.** „Daisy-Chain Approach“ / Gänseblümchenverfahren

Die Referenzen zwischen den EPCIS Repositories sind nicht als Referenzen innerhalb des Systems zu verstehen, sondern stellen Verbindungen zwischen den Unternehmen dar, z.B. in Form einer Telefonnummer oder Kontaktadresse.

#### 3.2 Der Soll-Zustand

EPCglobal sieht vor, einen sogenannten „Discovery Service“ („EPCIS Discovery“), auf Deutsch einen Auffindungsdienst, ins EPCglobal Network zu integrieren und wie der Name bereits sagt, soll dieser Dienst die Möglichkeit geben, die dezentral

gespeicherten Informationen direkt aufzufinden, um das obige Problem des ineffizienten Rekonstruierens der Wertschöpfungskette zu lösen. Im Prinzip soll der Discovery Service zu einer gegebenen EPC-Nummer eine Menge von Referenzen zu allen Handelspartnern geben, welche in der Wertschöpfungskette involviert sind.

Zur Sicherheit sollen beim Discovery Service alle Anfragen durch einen Zugriffsmechanismus überprüft, gefiltert und kontrolliert werden. Es soll die Möglichkeit bestehen, Zugriffsrechte und individuelle Regelungen definieren zu können.

Vom technischen Standpunkt aus gesehen, muss der Discovery Service so konzipiert sein, dass es für eine sehr grosse Menge von Datensätzen skaliert und gleichzeitig effizient funktioniert.

Abbildung 3 zeigt das sogenannte „Directory approach“ unter Verwendung eines Discovery Services.

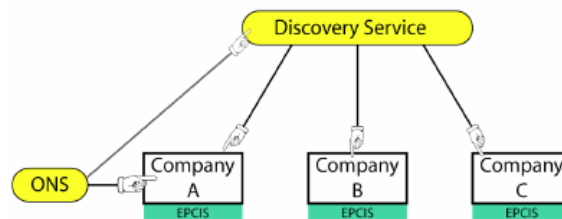


Abb. 3. „Directory approach“

#### 4. BRIDGE – High level design for Discovery Services

Anhand eines Forschungsprojekts sollen sowohl die Herausforderungen als auch die Probleme aufgezeigt und mögliche Lösungsansätze präsentiert und kritisch diskutiert werden.

Das Forschungsprojekt, welches hier herangezogen wird, ist das Projekt „BRIDGE-High level design for Discovery Services“ [3]. BRIDGE steht für „**B**uilding **R**adio Frequency **I**dentification for the **G**lobal **E**nvironment“ und ist ein europäischer Verband, dessen Ziel es ist, Barrieren in der gemeinsamen Benutzung von RFID- und EPCglobal-Technologien zu überwinden und abzubauen.

##### 4.1 Das Konzept

Der Auffindungsprozess beinhaltet prinzipiell die folgenden drei Kommunikationspartner: der Klient, der Discovery Service und die EPCIS Repositories. Ein Klient ist eine Applikation oder ein Dienst, welcher Informationen über ein bestimmtes EPC benötigt. Die Kommunikation lässt sich logisch in drei Phasen unterteilen:

- Setup Phase: In dieser Phase legen die EPCIS Repositories die Zugriffsrechte fest und die Klienten registrieren ihre Anfragen beim Discovery Service.
- Discovery Phase: Diese Phase beginnt, sobald der Klient versucht die EPCIS Repositories ausfindig zu machen oder umgekehrt, wenn EPCIS Repositories versuchen ausfindig zu machen, wer an ihren Daten interessiert ist.
- Service Phase: Diese Phase beginnt sobald alle EPCIS Repositories bzw. alle Klienten ausfindig gemacht wurden und die Klienten mit den EPCIS Repositories miteinander kommunizieren.

#### 4.2 Gespeicherte Datensätze

In diesem Abschnitt wird kurz erläutert, welche Datensätze der Discovery Service überhaupt speichern soll. Ein Klient könnte einerseits eine Anfrage senden, welche neben der EPC-Nummer noch andere Parameter spezifiziert (z.B. Limitierung der Suchresultate). Andererseits kann er auch bloss die EPC-Nummer als Anfrage senden. Ein EPCIS Repository könnte seine sämtlichen Daten replizieren und beim Discovery Service ablegen oder einfach nur mittels Referenzen auf die betriebsinternen Daten hinweisen. Daraus ergeben sich vier verschiedene Varianten von Daten, die beim Discovery Service gespeichert werden können:

1. Referenzen in Form von (EPC, EPCIS Referenz)-Tupeln.
2. Vollständig replizierte Daten der EPCIS Repositories.
3. EPC-Nummern, die dem Klienten interessieren.
4. Anfragen von Klienten mit zusätzlichen Parametern.

Welche Art von Datensätzen schliesslich beim Discovery Service gespeichert werden soll, wurde noch offen gelassen. Es wäre natürlich möglich, alle vier Varianten zu erlauben, aber um eine geeignete Antwort zu finden, muss eine Leistungsanalyse des Discovery Services herangezogen werden. Ein wichtiger Faktor ist die Skalierbarkeit bezüglich Speicherplatz des Dienstes, welcher alle Datensätze speichern muss, denn es besteht ein grosser Unterschied, ob ein EPCIS Repository nur „eine Referenz“ beim Dienst hinterlegt oder vollständig replizierte Daten. Der Vorteil von vollständig replizierten Daten wäre selbstverständlich eine Reduktion der Antwortzeiten („response time“) auf die Anfragen, da „der Weg“ zu den Antworten kürzer ist. Ein Nachteil wäre, dass in gewissen Fällen ein grosser Synchronisationsaufwand entstehen könnte, falls sich die Datenbestände oft verändern würden (z.B. der Warenbestand).

### 4.3 Interaktionsmodi

Konzeptionell wurden zwei verschiedene Interaktionsmodi für die Kommunikation zwischen den Klienten und den EPCIS Repositories vorgesehen. Der Discovery Service übernimmt hier abstrakt gesehen die Aufgabe eines Vermittlers. Folgende zwei Modi sind vorgesehen:

- **One-off queries:** Ein Klient stellt eine einmalige Anfrage und möchte alle zurzeit verfügbaren Informationen dazu erhalten. Der Vermittler leitet die Anfrage des Klienten an alle EPCIS Repositories weiter und assistiert ihm beim Sammeln der Daten.  
Vorteil von einmaligen Anfragen ist, dass diese schnell abgearbeitet werden können und den Vermittler nicht lange in Anspruch nehmen. Allerdings ist diese Art von Anfrage nicht geeignet, wenn der Klient über neue Informationen auf dem Laufenden gehalten werden möchte.
- **Standing queries:** Beständige Anfragen erlauben es dem Klienten eine Anfrage zu registrieren, um über Veränderungen und Neuheiten informiert zu werden.  
Für den Vermittler ist mit dieser Art von Anfrage ein grösserer Aufwand verbunden, denn er muss sich den Zustand der Anfragen von jedem Klienten merken. Typischerweise beinhaltet eine solche Anfrage folgende Informationen: die Klient-ID bzw. die Rückrufadresse (wo sende ich Neuheiten hin?), Details zur Anfrage (welche Informationen sind für den Klienten interessant?) und einen Zeitstempel (wann wurde der Klient zuletzt informiert?).

### 4.4 Klassifizierung der Modelle

In diesem Abschnitt werden acht mögliche verschiedene Modelle präsentiert, erläutert und analysiert, welche für die Umsetzung der Interaktionsmodi in Frage kommen. Anhand der Diskussionsergebnisse wird es möglich sein, unbrauchbare Modelle von der Umsetzung auszuschliessen. Die besten Modelle werden weiter untersucht, diskutiert und verfeinert. Alle acht Modelle lassen sich in zwei Kategorien einteilen. Die erste Kategorie von Modellen arbeitet mit einer expliziten Discovery Phase (Gegenseitiges Finden), da die eigentliche Kommunikation direkt zwischen dem Klienten und den EPCIS Repositories stattfindet. Alle Modelle der zweiten Kategorie arbeiten ohne eine explizite Discovery Phase und ausserdem nimmt der Discovery Service eine zentrale Rolle ein.

Alle acht Modelle können weiter klassifiziert werden anhand von zwei bestimmten Merkmalen. Erstens das verwendete Kommunikationsparadigma: Das „Request/Reply“ oder das „Publish/Subscribe“-Paradigma. Zweitens die Richtung des

Informationsflusses d.h. ob die Informationen hauptsächlich vom Klienten zu den EPCIS Repositories fließen oder umgekehrt.

#### 4.4.1 Modelle mit einer expliziten Discovery Phase

Die folgenden vier Modelle benutzen den Discovery Service nur als Vermittler, um mit Hilfe der Discovery Phase die eigentlichen Kommunikationsendpartner (Klient und EPCIS Repository) zu lokalisieren. Die Service Phase wird von den Klienten und EPCIS Repositories selber realisiert, d.h. sie tauschen ihre Informationen direkt aus. In den kommenden Abschnitten werden die Modelle vorgestellt und es wird auf deren Vor- und Nachteile individuell eingegangen.

##### *Directory of Resources*

Bei diesem Modell dient der Discovery Service als Verzeichnis aller EPCIS Repositories, ähnlich wie UDDI („Universal Description, Discovery and Integration“), um „Web Services“ zu publizieren.

Dieses Modell benutzt das „Request/Reply“-Paradigma und die Funktionsweise kann in wenigen Schritten erklärt werden: In der Setup Phase publizieren die EPCIS Repositories ihre Referenzen in Form von (EPC, EPCIS-Referenz)-Tupeln beim Discovery Service. Der Klient leitet mit seiner Anfrage (die EPC-Nummern, welche ihn interessieren) die Discovery Phase ein und erhält alle Referenzen zu den EPCIS Repositories, die interessante Informationen über die gewünschten EPC-Nummern gespeichert haben. In der Service Phase kommuniziert schliesslich der Klient mit den gefundenen EPCIS Repositories, die er vom Vermittler erhalten hat.

Abbildung 4 fasst die einzelnen Schritte des Modells zusammen.

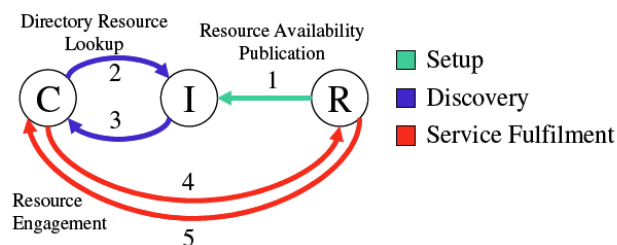


Abb. 4. „Directory of Resources“

Ein wesentlicher Vorteil hier ist, dass der Klient selber bestimmen kann, mit wem er kommunizieren möchte und profitiert somit von einer klaren Übersicht und kann seine eigene Logik einsetzen, wie er mit den EPCIS Repositories arbeiten will. Die EPCIS Repositories können mit individuell angepassten Sicherheitsmassnahmen selber bestimmen, welche Klienten auf seine Daten zugreifen dürfen und welche nicht.

Es gibt jedoch prinzipiell zwei Probleme, bereits bestehende Verzeichnistechologien (z.B. DNS oder UDDI) im Bereich RFID einzusetzen. Das erste Problem ist das Problem der Sicherheit, denn die EPCIS Repositories speichern in der Regel wichtige Geschäftsdaten, auf die nur wenige Zugriff haben. Anders z.B.



bei DNS wo angenommen wird, dass alle Einträge jedem bekannt sein sollen. Das zweite Problem ist von technischer Natur. Globale Verzeichnissysteme wie das DNS benutzen die Eingabe (URL) als Schlüssel, um zu entscheiden wo die Einträge im verteilten System gespeichert werden sollen. Die Eingabe (hier: die EPC-Nummer) als Schlüssel zu verwenden, ist für das EPCglobal Network allerdings inakzeptabel, da der Verzeichnisdienst-Anbieter volle Kontrolle auf eine bestimmte Spanne von Daten erhält. Die Kryptographie reicht leider nicht aus, um das Problem zu beheben, da der Anbieter immer noch die Möglichkeit besitzt, seinen Bereich zu manipulieren (z.B. bestimmte Kommunikationsverbindungen zu blockieren). Eine statische Aufteilung der EPCIS Repositories wäre anfällig auf Angriffe (z.B. „Denial-Of-Service Attack“) gegen gezielte EPC-Bereiche und kommt daher nicht in Frage.

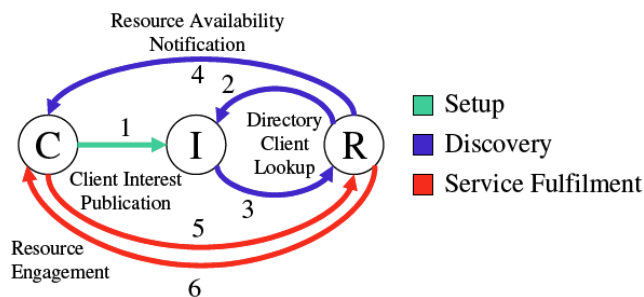
#### *Directory of Clients*

Dieses Modell heisst übersetzt das Klientenverzeichnis-Modell und ist im Prinzip das umgekehrte Modell von oben. Das Verzeichnis speichert die Interessen des Klienten und die EPCIS Repositories benutzen den Vermittler, um herauszufinden, wer an ihren Daten interessiert ist.

Die EPCIS Repositories fragen mittels „Polling“ regelmässig beim Discovery Service ab, ob neue Klienten sich gemeldet haben, was äusserst ineffizient ist. Ausserdem hat der Klient in diesem Modell keinerlei Kontrolle, wann seine Anfrage bearbeitet wird, da er im Allgemeinen nicht weiss, wann sich ein EPCIS Repository mit dem Vermittler in Verbindung setzt.

Aufgrund der obengenannten Gründe, wird dieses Modell als unangemessen für die Umsetzung der Interaktionsmodi erachtet.

Abbildung 5 fasst dieses Modell schematisch zusammen.



**Abb. 5.** „Directory of Clients“

#### *Notification of Resources*

Dieses Modell unterscheidet sich prinzipiell vom „Directory of Resources“-Modell nur in einer Art und Weise: In diesem Modell wird angenommen, dass Klienten permanent mit dem Netz verbunden sind und in einer ereignisgesteuerten Weise mit neuen EPCIS Repositories interagieren („Publish/Subscribe“-Paradigma), wobei beim anderen Modell das „Request/Reply“-Paradigma verwendet wird.

Abbildung 6 visualisiert das Modell.

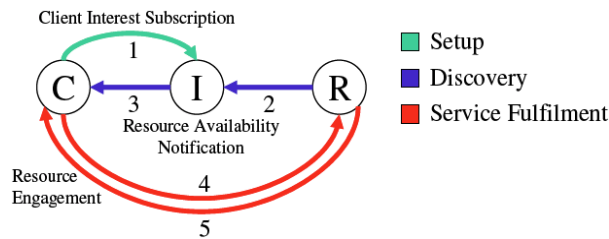


Abb. 6. „Notification of Resources“

*Notification of Clients*

Das gleiche Prinzip wie beim vorherigen Modell, allerdings in umgekehrter Richtung. Die EPCIS Repositories publizieren ihre Referenzen und abonnieren sich sozusagen für „neue Klienten“. Neue Klienten publizieren ihre Präsenz (durch senden der Anfrage) und der Vermittler informiert alle Interessenten. Die EPCIS Repositories nehmen schliesslich den Kontakt zu den Klienten auf.

Ein Vorteil zeigt sich für die EPCIS Repositories darin, dass sie mehr Kontrolle darüber haben, mit wem sie ihre Daten teilen möchten. Es können dieselben beiden Sicherheitsmassnahmen verwendet werden wie beim vorherigen Modell. Dieses Modell ist somit ein weiterer Kandidat für die Umsetzung der Interaktionsmodi.

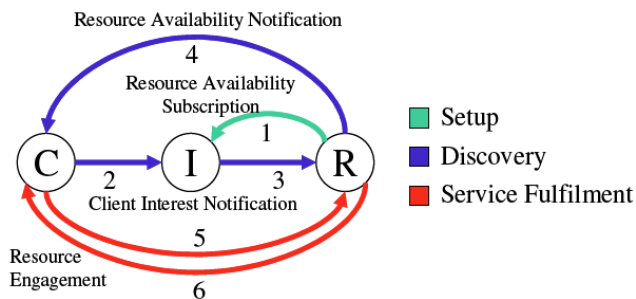


Abb. 7. „Notification of Clients“

**4.4.2 Modelle ohne eine explizite Discovery Phase**

Die nächsten vier Modelle gehen einem anderen Lösungsansatz nach, nämlich verschmilzt die Discovery Phase hier mit der Service Phase. Der Discovery Service übernimmt hier eine wesentlich grössere Rolle indem er im eigentlichen Informationsfluss integriert ist und wichtige Aufgaben übernimmt.

*Meta Resource*

Die EPCIS Repositories replizieren ihre sämtlichen Daten beim Discovery Service, der alle Klientenfragen direkt beantwortet. Die Klienten und die EPCIS Repositories sind somit völlig voneinander entkoppelt.

Es ist offensichtlich, dass der Discovery Service in diesem Fall mehr als nur Klienten und EPCIS Repositories auffindet, sondern eine grosse Verantwortung übernimmt und daher absolutes Vertrauen voraussetzt. Aus diesem Grund ist dieses Modell für den RFID-Bereich überhaupt nicht geeignet.

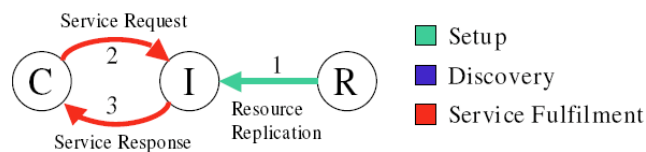


Abb. 8. „Meta Resource“

#### Meta Client

Im Gegensatz zum eben geschilderten Modell registriert der Klient seine Anfragen beim Discovery Service. Die EPCIS Repositories fragen sporadisch beim Dienst nach, ob neue Anfragen vorliegen (Polling) und setzen sich gegebenenfalls mit den Klienten in Verbindung. Aufgrund des Polling-Mechanismus ist dieses Modell ineffizient und somit ungeeignet.

Ein weiterer wesentlicher Nachteil dieses Modells ist, dass der Klient keine Kontrolle über seine Anfragen hat, da er im Allgemeinen nicht weiss wann und wie oft die EPCIS Repositories beim Discovery Service auf neue Anfragen überprüfen.

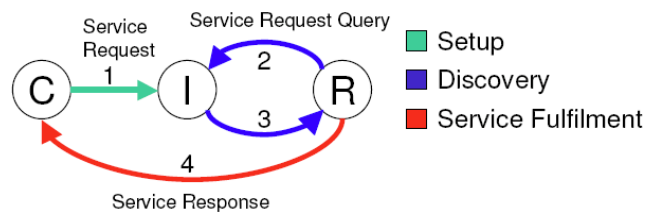


Abb. 9. „Meta Client“

#### Notification of Events

Dieses Modell ist eine Kombination der beiden vorangegangenen Modelle: Der Klient registriert seine Anfragen beim Discovery Service und die EPCIS Repositories speichern ihre replizierten Daten. Die Zwischeninstanz übernimmt folglich die Aufgabe relevante Informationen dem Klienten weiterzuleiten.

Dieses Konzept erlaubt es, bestehende Informationen effektiv an Klienten zu verteilen und wird häufig in der Sensortechnik verwendet. Jedoch ist im Bereich von „RFID Data Sharing“ dieses Modell ungeeignet, denn der Sicherheitsaspekt (z.B.

Änderungen der Zugriffsrechte auf Daten) führt zu einem nicht tolerierbaren Mehraufwand und verlangt höchstes Vertrauen an den Discovery Service.

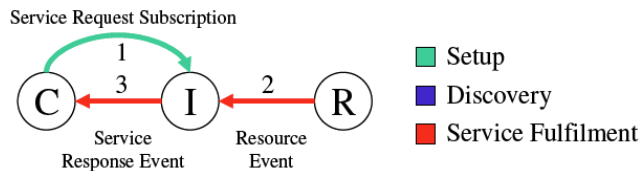


Abb. 10. „Notification of Events“

#### Query propagation

„Query propagation“ bedeutet übersetzt „Anfrage verbreiten“ und das Modell funktioniert folgendermassen: In der Setup Phase publizieren die EPCIS Repositories ihre Referenzen in Form von (EPC, EPCIS-Referenz)-Tupeln beim Discovery Service. Die Klienten senden dem Dienst ihre Anfragen, welche von dort selektiv an auserwählte EPCIS Repositories weitergeleitet werden, welche wiederum relevante Informationen speichern. Die Besitzer der EPCIS Repositories entscheiden danach aus eigenem Willen, ob sie ihre Informationen dem Klienten preisgeben möchten oder nicht. Dabei ist frei wählbar, ob die Daten direkt zum Klienten gesendet werden sollen oder über den Discovery Service.

Dieses Modell ist vorteilhaft um die Privatsphäre der Besitzer zu gewährleisten. Der Discovery Service speichert zwar alle EPCIS-Referenzen, aber diese werden dem Klienten nie direkt offenbart. Die Besitzer verfügen demnach die Kontrolle darüber, wer auf ihre Daten zugreifen darf und wer nicht.

Ein Minimum an Sicherheitsmassnahmen beim Discovery Service ist allerdings notwendig (z.B. basierend auf Berechtigungsnachweis („credentials“) bei Klientenanfragen), um gezielte Angriffe („Denial-Of-Service attacks“) zu verhindern.

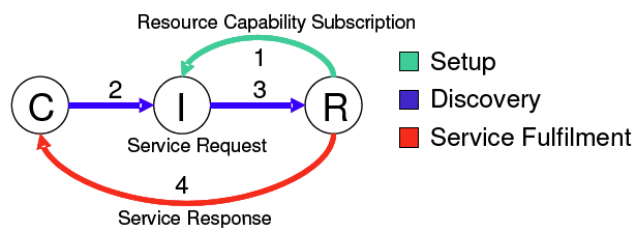


Abb. 11. „Query Propagation“

#### 4.5 Zusammenfassung

In den vorherigen Abschnitten haben wir alle Kommunikationsmodelle skizziert, diskutiert und bewertet. Es war nach den jeweiligen Analysen möglich, ungeeignete Modelle auszuschliessen, um den Fokus auf die Interessanten zu legen.

Zusammengefasst wurden diejenigen Modelle nicht in Betracht gezogen, welche einerseits ein „Polling“ der EPCIS Repositories erforderten („Directory of Clients“- und „Meta Client“-Modell), da dieser Mechanismus zu einem enormen Effizienzverlust führt. Andererseits wurden alle Modelle abgewiesen, welche erforderten, dass die EPCIS Repositories ihre Daten mit dem Discovery Service teilen ohne direkte Kontrolle darüber zu haben, welche Klienten Informationen von ihnen erhalten dürfen oder nicht („Meta Resource“- und „Notification of Events“-Modell).

### 5. Schlussfolgerung

Die RFID-Technologie ermöglicht es, beliebige Objekte mittels eines winzigen Chips (Transponder) über elektromagnetische Wellen berührungslos zu identifizieren und stellt eine Schlüsseltechnologie dar, um Güter auf ihrem Weg in der Wertschöpfungskette zu erfassen. Damit verschiedene Unternehmen miteinander Waren und mittels RFID/EPC-Technologien auch gleichzeitig Wareninformationen austauschen können, war es erforderlich einen Standard diesbezüglich zu definieren. Die Institution EPCglobal hat es sich zur Aufgabe gemacht, bei der Verwendung von EPC/RFID-Technologien einen Standard zu setzen und durch die Einführung des EPCglobal Netzwerk wurde es möglich, Produktinformationen über das Internet auszutauschen. Das Konzept wird daher „Internet der Dinge“ genannt.

Nach dem jetzigen Stand des EPCglobal Network fehlt die Möglichkeit, eine Wertschöpfungskette effizient zu rekonstruieren. Auf technischer Ebene gesehen, fehlt eine genaue Spezifikation eines Discovery Services („EPCIS Discovery“), welche effizient, skalierbar und sicher alle EPCIS Repositories findet.

Anhand des Forschungsprojektes von BRIDGE wurden die Herausforderungen, die dabei entstehenden Probleme und mögliche Lösungsvorschläge ausgiebig diskutiert. Alternative Designvorschläge sind selbstverständlich denkbar und werden an dieser Stelle weg gelassen.

Obwohl die Anforderungen auf höherer Ebene recht klar sind, müssen die Konzepte, Spezifikationen und schliesslich die Umsetzung auf technischer Ebene noch erarbeitet werden.

Ausblickend in die Zukunft stellen sich einige wichtige Fragen, wie z.B. die Finanzierung eines solchen „Discovery Service“-Systems und wer die Kontrolle darüber haben soll. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Privatsphäre („Privacy“), denn ein Unternehmen möchte sicherlich nicht, dass die Konkurrenz in Besitz von wichtigen Geschäftsdaten kommt mittels eines solchen Systems. Diese Fragen werden in dieser Ausarbeitung offen gelassen.

## Referenzen

1. F. Armenio; H. Barthel; L. Burstein; P. Dietrich; J. Duker; J. Garrett; B. Hogan; O. Ryaboy; S. Sarma; J. Schmidt; K. Suen; K. Traub; J. Williams: *The EPCglobal Architecture Framework*. [www.epcglobalinc.org/standards/architecture/architecture\\_1\\_2-framework-20070910.pdf](http://www.epcglobalinc.org/standards/architecture/architecture_1_2-framework-20070910.pdf), 2007
2. EPCglobal: *EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0.1 Specification*. [http://www.epcglobalinc.org/standards/epcis/epcis\\_1\\_0\\_1-standard-20070921.pdf](http://www.epcglobalinc.org/standards/epcis/epcis_1_0_1-standard-20070921.pdf), 2007
3. University of Cambridge, AT4 wireless, BT Research, SAP Research: *High level design for Discovery Services*. <http://www.bridge-project.eu/data/File/BRIDGE%20WP02%20High%20level%20design%20Discovery%20Services.pdf>, 2007