

# IT-Strukturen für die Lebensmittel-Rückverfolgbarkeit mit RFID im Mittelstand der Transportindustrie

Stefan Brunthaler

## Zusammenfassung

Rückverfolgbarkeit ist eine durch EU-Richtlinien (z. B. 178/2002) und nationale Gesetze vorgeschriebene Eigenschaft, die Logistikketten (Supply Chains) für Lebensmittel seit Anfang 2005 haben müssen. Dies bedeutet kurz gefasst, dass jedes Produkt in allen seinen Komponenten lückenlos durch die gesamte Logistikkette rückverfolgbar sein muss. Der typische Anwendungsfall (und die Motivation der Politik für diese Gesetzgebung) ist die Aussonderung verdorbener Chargen eines Produktes, bevor die Bevölkerung in großem Maße betroffen ist. Um diese Anwendung tatsächlich in Echtzeit umsetzen zu können, werden informationsverarbeitende Systeme benötigt, die für alle Teilnehmer an der Logistikkette sowie auch für weitere Interessengruppen wie Verbraucherverbände oder öffentliche Einrichtungen einfach, preisgünstig, sicher und mit jeweils individuellen Berechtigungen zugänglich sind. Ein solches System wird in diesem Beitrag vorgeschlagen.

## Abstract

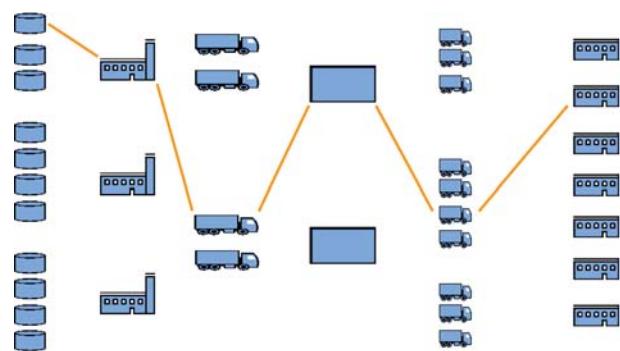
Traceability is a feature for food supply chains which must be implemented and is regulated in EU standards (e. g. 178/200) and national laws. Participants in supply chains must co-operate to fulfill these standards, but small or medium companies often do not have the IT infrastructure to do that on a regular and cost effective basis. This article gives an outline for an open IT system structure (»DOTS«) to help participants in supply chains to communicate with respect to traceability of food products and transport units.

## 1 Einführung in das Thema

Die Lebensmittellogistik ist durch bestimmte wiederkehrende Merkmale gekennzeichnet. Die Güter sind letztlich für Endverbraucher bestimmt und in der Regel verderblich, Haltbarkeitszeiten liegen zwischen wenigen Tagen und mehreren (z. B. drei) Jahren. Die Umschlaggeschwindigkeit ist demzufolge meist hoch und die Lagerdauer kurz.

Die Logistikkosten (Transport, Lagerung, Handling etc.) müssen gering bleiben, da der Preisdruck erheblich ist, sodass Transport, Lagerung und Distribution häufig an Dienstleister ausgelagert werden, zumal der Transport und die Lagerung bei Frische- und Tiefkühlprodukten nur mit besonders ausgerüsteten Fahrzeugen bzw. in besonders ausgerüsteten Hallen zulässig sind und die Kühlkette nicht unterbrochen werden darf.

Öffentliche Kontrollen müssen laut aktueller Gesetzgebung ermöglicht werden, zukünftig wird der Druck hier vermutlich zunehmen. Eine Lebensmittellogistikette für Milchprodukte kann z. B. so aussehen:



Lieferkette Food

Abb.: Herbert Sonntag, TFH Wildau

Von links: Rohstoff, Produktion, Transport, Sammel-lager mit Kommissionierung, Transport, regionales Lager oder Verkaufsstelle.

Wenn in dieser Kette der Ernstfall eintritt, dass ein Produkt verdorben und gesundheitsgefährdend ist, stellt sich folgendes Szenario ein:

1. Der Endverbraucher macht den Händler darauf aufmerksam, dass das gekaufte Produkt (Beispiel sei Joghurt in einem Kunststoffbecher mit Metallfoliendeckel) verdorben ist. Der Händler überprüft mög-

licherweise noch vorhandene Bestände desselben Produktes und erkennt, dass es sich nicht um einen Einzelfall handelt.

2. Der Händler ordnet die verdorbenen Produkte einer Lieferung sowie einer (oder auch mehreren) Produkt-Charge(n) zu.
3. Jetzt muss festgestellt werden, über welche Transporteure und andere Zwischenstationen (Lager, Kommissionierung, Zwischentransporte etc.) die betroffenen Produktchargen zum Händler gekommen sind und welchen Weg zu anderen Händlern eventuell ebenfalls betroffene andere Teil-Chargen genommen haben. Dabei kann sich auch ergeben, dass weitere Produkte und Chargen, z. B. durch Unterbrechung der Kühlkette, Kontaminierung an einem bestimmten Ort oder als Folge mechanischer Einflüsse, betroffen sind.
4. Wenn die vermutete Ursache des Problems sowie der Verbleib aller potentiell betroffenen Produkte vollständig geklärt sind, können Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung (z. B. ein Rückruf) eingeleitet werden.

Typischerweise sind an einer Lebensmittellogistikette mehrere verschiedene Akteure mit unterschiedlichen Organisationsformen, Fähigkeiten und Abwicklungssystemen beteiligt. Die teilweise vorhandenen IT-Systeme sind vorwiegend unternehmensintern, speziell zugeschnitten und aus Sicherheitsgründen nicht zugänglich. Offene Schnittstellen sind die sehr seltene Ausnahme.

Wie man daher sofort erkennt, kann sich Punkt 3 dieses Szenarios als beliebig kompliziert, zeitaufwändig und unscharf erweisen. Beispielsweise könnte der Fall eintreten, dass einer oder mehrere Teilnehmer keine elektronischen Daten haben oder sie nicht öffentlich machen wollen, sodass Recherchen lange dauern.

Ebenso könnte es sein, dass nicht alle gefährdeten Produkte gefunden werden, weil neben dem ursprünglich identifizierten schadhafte Produkt auch noch weitere Produkte anderer Chargen oder sogar Hersteller betroffen sind, die an irgend einem Punkt der Lieferkette mit dem gefundenen Problemprodukt zusammen denselben Konditionen ausgesetzt waren.

Dies führt letztlich dazu, dass zu viele Produkte vom Markt genommen werden, weil eine komplette Charge eines Produktes zurückgerufen wird, obwohl der Defekt erst während des Transportes auftrat und nur Güter genau eines Transportes betrifft.

Im Interesse des Schutzes der Bevölkerung und im Interesse einer wirtschaftlichen Abwicklung sind hier optimierte Systeme erforderlich, die für alle Akteure der Lebensmittellogistik, aber auch Externe wie Verbrau-

cherorganisationen und öffentliche Stellen mit jeweils für die Interessentengruppe individuellen Berechtigungen zugänglich sind.

Ein solches System muss mindestens folgende Kriterien erfüllen, um akzeptiert zu werden. Zunächst muss es sicher sein: Dies betrifft Security und Safety, Zugangskontrollen und auch Umgang mit sensiblen Informationen. Einfacher Zugang, leichte Bedienbarkeit und problemlose Interpretation der Ergebnisse sind ebenfalls wichtige Voraussetzungen. Kommunikationstechnik und Datenformate müssen offen gelegt werden, daneben sollen auch Anschaffung, Betrieb und Nutzung möglichst kostengünstig sein. Leistungsfähigkeit und Echtzeitfähigkeit bezüglich Antwort- und Recherchezeiten, Kapazitäten und der Einbindung in zeitkritische Logistikprozesse müssen gegeben sein.

## 2 Das Projekt RÜFILOG

In Zusammenarbeit zwischen der TFH Wildau und einem Unternehmen der Transportbranche in Brandenburg (ReiCo Spedition, Zossen/Nunsdorf) war der Autor an der Realisierung des IT-Systems RÜFILOG maßgeblich beteiligt. Die TFH und das Unternehmen ReiCo Spedition erhielten für die Umsetzung dieses Projektes den Technologie-Transfer-Preis 2007 des Landes Brandenburg. Das Projekt wurde von der »Stiftung Industrieforschung« unter Projektnummer 704 gefördert [STIF 2007].

Nach [BRUN 2005] leistet das RÜFILOG-System Folgendes:

Um die Warenströme und die begleitenden Informationen möglichst effizient rückverfolgen zu können, wurde ein Informationssystem entwickelt und eingeführt, welches allen Beteiligten ermöglicht, alle benötigten Informationen für die Rückverfolgbarkeit retrospektiv zu sammeln, zu archivieren und untereinander auszutauschen. Dafür wurde ein internetbasiertes Informationssystem vorgesehen, welches diese ununterbrochene Informationskette dokumentiert. Die Informationen sind dabei elektronisch gespeichert und über einen Standard-PC abrufbar. Mit diesem System wird den Beteiligten ermöglicht, über wenige Handgriffe die komplette Historie eines angelieferten und ausgelieferten Artikels auf Anfrage einer Behörde zu ermitteln. Im Schadensfall soll mit Hilfe solch eines Systems zum einen die Bearbeitung einer behördlichen Anfrage innerhalb kürzester Zeit möglich sein, ohne zusätzliches

Personal einzustellen, und zum anderen der entstehende Schaden für alle Beteiligten so gering wie möglich bleiben. Das RÜFILOG-System erfüllt bereits teilweise die oben genannten Anforderungen.

Funktionen des RÜFILOG-Systems sind insbesondere die Erfassung und Hinterlegung von Stammdaten und Identifikationsdaten der Güter, Speicherung von Mengen, Chargen, und anderen dynamischen Informationen und die Identifikation jeder einzelnen Bewegung eines Gutes durch ein RFID-System. Durch Schnittstellen wurde der Datenaustausch mit anderen Systemen ermöglicht, und per Internet können in Echtzeit Recherchen über den Verbleib von Transporteinheiten und Produkten durchgeführt werden.

Technologische Basis des Systems sind ein webfähiger Datenbank- und Anwendungsserver sowie RFID-Peripherie und mobile Datenerfassungsgeräte. Im Rahmen des F&E-Projektes wurde das RÜFILOG-System zunächst als »proof of concept« implementiert. Dann erfolgte der reale Piloteinsatz in der echten Logistikkette mit mehreren Partnerunternehmen.

Eine wesentliche Erkenntnis aus dem Projekt war jedoch, dass die an der Logistikkette beteiligten Unternehmen entweder aus verständlichen Gründen nicht bereit waren, ihre Unternehmens-IT-Systeme zu öffnen, oder damit wirtschaftlich überfordert gewesen wären, die notwendigen Systeme für alle anderen Beteiligten mit zu betreiben (inklusive der zusätzlich nötigen Geschäftsprozesse).

Daraus entstand die Idee des »Distributed Open Traceability Service« (DOTS) – eines offenen, nicht unternehmensspezifischen Dienstes, wie er im Folgenden beschrieben wird.

### 3 Detaillierung der Anforderungen

#### 3.1 Sicher

##### **Security und Safety, Zugangskontrolle, Umgang mit sensiblen Informationen**

Das System muss sowohl gegen Missbrauch, Manipulation und Sabotage, als auch gegen Ausfälle wegen technischer Probleme oder äußerer Einflüsse geschützt werden. Anwender jeder Art, die z. B. Daten bereitstellen oder Recherchen durchführen, müssen sich authentifizieren. Drittsysteme, die mit diesem System kommunizieren sollen, müssen ebenfalls eindeutig identifizierbar sein. Detaillierte und genau konfigurierbare Zugriffsrechte müssen einfach und sicher verwaltbar sein.

Die teilnehmenden Partner können selbst entscheiden, wie detailliert sie ihre Daten bereitstellen. Damit ist die Brisanz unternehmenskritischer Informationen etwas, aber nicht vollständig entschärft. Es muss also auch sichergestellt sein, dass andere Nutzer (Mitbewerber) nicht an z. B. vertriebsrelevante Daten wie Verkaufszahlen und Versandmengen kommen können.

Um die Verfügbarkeit des Gesamtsystems sicherzustellen, sind Eckdaten zu spezifizieren. Vermutlich ist davon auszugehen, dass das System an 265 Tagen im Jahr 24 Stunden verfügbar sein muss. Auslegungsrelevant ist die maximal tolerierbare Downtime pro Tag/Monat/Jahr.

Zusätzlich muss sichergestellt werden, dass die Schnittstellen von Drittsystemen (z. B. von Warehouse Managementsystemen oder Flottenmanagementsystemen) robust und sicher arbeiten, sodass keine Fehlbuchungen vorkommen.

#### 3.2 Einfach

##### **Zugang, Bedienbarkeit, Interpretation der Ergebnisse**

Im Interesse einer guten Akzeptanz des Systems ist es erforderlich, den Zugang (bei aller Sicherheit) so einfach wie möglich zu gestalten. Dies gilt sowohl für die Programmierung von Schnittstellen für die Anwendungssysteme bei Partnern als auch für die Zugänge und die Benutzung durch Menschen.

Die Bedienung selbst durch Menschen muss den einschlägigen Usability-Richtlinien (ISO 9241-10 und ISO 9241-110) entsprechen, also z. B. barrierefrei sein. Die vom System gelieferten Informationen und Ergebnisse müssen leicht verwertbar sein, sodass auch gelegentliche Benutzer oder Behörden schnell erforderliche Maßnahmen ableiten und veranlassen können.

#### 3.3 Offen

##### **Kommunikationstechnik, Datenformate**

Das System muss internetfähig sein und Standarddatenformate verwenden, die möglichst einfach pflegbar sind und keine Zusatzsoftware benötigen. Die Semantik der auszu-tauschenden Werte ist noch zu definieren. Empfehlung: Web Services und SOAP/XML-RPC.

#### 3.4 Kostengünstig

Anschaffung, Betrieb und Nutzung des Systems müssen für die teilnehmenden Unternehmen attraktiv sein. Eine kostenlose Teilnahme ist anzustreben.

### 3.5 Leistungsfähig

#### Antwort- und Recherchezeiten, Kapazitäten

Die Bereitstellung von Informationen für das System darf die Geschäftsprozesse der teilnehmenden Partner nicht verlangsamen. Recherchen müssen in einer akzeptablen Zeit bearbeitet werden. Eckdaten sind zu definieren, z. B. eine generelle Maximal-Antwortzeit und nach bestimmten Fällen gestaffelte besondere Antwortzeiten. Die Datenspeicherungskapazität des Systems ist so auszulegen, dass die gesetzlichen Bestimmungen der Rückverfolgbarkeitsverordnungen eingehalten werden können. Erweiterungen müssen möglich sein.

### 3.6 Echtzeitfähig

Die Einbindung in zeitkritische Logistikprozesse muss ohne Störung und sicher möglich sein. Eine transaktionsfähige Implementierung für die Schnittstellen ist anzustreben (siehe oben unter »Sicher« und »Leistungsfähig«).

## 4 Bestehende Standards, verfügbare Technologien

**EPC Global, z. B. ISO 18000-6C (EPC Gen2):** Hier werden die Eigenschaften und Inhalte von RFID-Datenträgern sowie die Schnittstellen zu diesen Datenträgern standardisiert. RFID-Datenträger enthalten unter anderem auch Informationen, die bestimmte Klassen von Gütern identifizieren (auch als Artikelnummern bekannt).

**DNS (Domain Name System):** In den IETF RFC's 1034 und 1035 [DNS 1987] wird derjenige Dienst beschrieben, der für die Namensauflösung (Umwandlung von Domain- und Rechnernamen in IP-Adressen) im Internet zuständig ist. Dieser Service ist eine weltweit verteilte und hierarchische Datenbank, die von allen Internetprogrammen und -nutzern verwendet wird, um überhaupt mnemonische Domain- oder Rechnernamen nutzen zu können.

Ein wesentlicher Aspekt dieses DNS ist, dass es hochgradig »mission critical« für das Internet ist, von teilweise nicht-kommerziellen NGO's betrieben wird und ein weltweit einheitliches Zugangs- und Updatesystem praktisch für jedermann darstellt. Wenn z. B. die IP-Adresse eines unter einem bestimmten Namen bekannten Rechners (z. B. www.insel.de) geändert wird, so verbreitet sich diese Information automatisch innerhalb von ca. 24 Stunden im gesamten DNS.

**ONS (Object Naming Service):** Der ebenfalls von EPC Global standardisierte ONS bietet die Möglichkeit, über einen Webservice ähnlich dem DNS eine Objekt-Klassen-Identifikation (vgl. »Artikelnummer«) einzu-reichen und zu dieser Identifikation dann weiterführende Informationen, so genannte »Unified Resource Identifier« (URI) zu erhalten. Dies kann z. B. ein Verweis auf eine Hersteller-Webseite oder einen »EPC Information Server« sein.

Nach den Erkenntnissen des Autors existiert keine allgemein zugängliche Implementierung des ONS. Die einzige verfügbare Spezifikation des ONS hat Versionsnummer 1.0 und stammt vom 04. Oktober 2005 [ONS 2005].

In dieser Spezifikation wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das ONS nicht dafür gedacht ist, Informationen für individuelle Instanzen von Objekten (z. B. Container oder Paletten) zu liefern. Da das ONS die Infrastruktur des oben beschriebenen DNS nutzen soll, erscheint es auch für eine Traceability-Anwendung mit individuellen Objekten ungeeignet, da die Propagation geänderter oder neuer Informationen im DNS bis zu 24 Stunden dauern kann. Ein geeigneter Service für die Rückverfolgbarkeit fehlt also bisher.

## 5 Lösungsvorschlag: Eine Webanwendung als Plattform für die Transportindustrie

### 5.1 Allgemeines

Ausgehend von den oben aufgeführten Anforderungen schlägt der Autor vor, einen »Dynamic Open Traceability Service« (DOTS) als Ergänzung des »Object Naming Service« (ONS) zu schaffen. Im Gegensatz zum ONS/DNS handelt es sich bei der Verfolgung und Rückverfolgung von Logistikobjekten um eine dynamische Anwendung, bei der z. B. innerhalb von wenigen Stunden Informationen über ein verladenes Objekt (Palette) einem Sendungsempfänger für die Entladung zur Verfügung stehen müssen. Daher sind voraussichtlich andere Technologien als die beim DNS anzutreffenden erforderlich.

DOTS soll über Webservices – vgl. »Service Oriented Architecture« (SOA) – zugänglich sein. Diese Verfahrensweise hat sich u. a. im Projekt RÜFILOG bewährt. Über Webservices können Applikationen die Daten von individuellen Objekten anlegen, abrufen und ändern. Es erfolgt kein Zugriff auf Unternehmensdaten der Teil-

nehmer am System, sondern die beteiligten Unternehmen und Nutzer liefern über die Webservices Auszüge aus ihren Systemdaten an DOTS. Dort werden diese in einer (dezentral organisierten) Datenbank abgelegt und gezielt so im globalen System propagiert, dass sie für den geplanten Empfänger schnell und effizient abrufbar sind.

## 5.2 Systemarchitektur

DOTS ist ein hierarchisches, verteiltes System. Es besteht aus drei Ebenen:

1. Verweisserver (»redirect server«), die mit Datenservern kommunizieren,
2. Datenserver, die mit Clients und Verweisservern und untereinander kommunizieren,
3. Clients, die mit Datenservern kommunizieren.

Auf jeder Ebene kann es beliebig viele Systeme geben. Die Verwaltung, Steuerung und Autorisierung erfolgt über die Verweisserver oder ggf. eine Gruppe von Verweisservern mit zusätzlichen Funktionen. Kommunikation findet aus Sicherheits- und Vereinfachungsgründen nur jeweils zwischen benachbarten Ebenen statt, sodass Clients nur mit Datenservern kommunizieren, während auch Verweisserver nur mit Datenservern kommunizieren. besondere Schutzanforderungen bestehen daher nur für die Daten-Server.

Die Verweisserver haben die Aufgabe, Clients indirekt an die für sie relevanten Datenserver zu verweisen, d. h. ihnen über den Datenserver, den der Client angefragt hat mitzuteilen, welcher Datenserver tatsächlich für die Beantwortung seiner Anfrage oder die Annahme seiner Objektinformationen zuständig ist. Dies kann für den Client transparent erfolgen, d. h. er bemerkt nichts davon, dass seine Anfrage von einem anderen Datenserver bedient wird.

Verweisserver haben eher die Charakteristik von Verzeichnisservern: Die Häufigkeit von Anfragen ist wesentlich höher als die Häufigkeit von Änderungen. Die Datenserver dienen dazu, die objektbezogenen Informationen von Clients anzunehmen, zu speichern und für autorisierte Clients wieder zugänglich zu machen. Sie kommunizieren außerdem mit den Verweisservern bezüglich der von ihnen (den Datenservern) verwalteten Objektmenge und deren Gültigkeitsbereichen.

Durch die Verteilung der Daten auf beliebig viele Server wird einerseits das Kapazitätsproblem entschärft und andererseits durch Redundanz die Verfügbarkeit erhöht, vgl. DNS. Clients liefern Objektdaten (z. B. Versandsysteme, Transportsysteme, Warehouse Manage-

ment Systeme), fragen Informationen für bestimmte Objekte ab (z. B. im Wareneingang eines Lagers) und recherchieren nach Objekten und Objektgruppen. Die Implementierung der Clients sowie die Nutzung der ihnen durch die Datenserver angebotenen Webservices sollen möglichst einfach und sicher möglich sein. Dafür sind geeignete Konzepte auszuwählen oder ggf. zu schaffen.

## 5.3 Schnittstellen (Webservices)

Dies impliziert, dass mindestens folgende Schnittstellen als Webservices benötigt werden:

Nr.	Anfrager	Server	Bedeutung
1	Client (System) (z. B. WE-Platz)	Daten-server	Anfrage nach Daten zu einem eindeutig identifizierten Objekt
2	Datenserver	Verweis-server	Anfrage nach dem zuständigen Datenserver für ein bestimmtes Objekt
3	Client (System) (z. B. WMS)	Daten-server	Auftrag zur Speicherung der Daten zu einem bestimmten Objekt (Neuanlage oder Update)
4	Datenserver	Verweis-server	Meldung der Zuständigkeit für ein bestimmtes Objekt bei Neuanlage
5	Client (Mensch) (z. B. Behörde)	Daten-server	Suchanfrage nach einem oder mehreren Objekten, beschrieben durch Eigenschaften und/oder Wertebereiche
6	Client (jeder Client)	Daten-server	Anmeldung mit Autorisierung
7	Datenserver	Verweis-server	Anmeldung mit Autorisierung
8	Datenserver	Verweis-server	Autorisierungs-Anfrage für Client
9	Datenserver	Daten-server	Replikation: Weiterleitung von Objektdaten zwecks Sicherung durch Redundanz

Weitere Services, z. B. für das Management der Systeme, sind ggf. zu definieren.

## 6 Fazit und Ausblick

Mit dem hier vorgeschlagenen DOTS-System kann eine Lösung zum Schutz der Bevölkerung vor gesundheitli-



che Schäden durch Lebensmittel geschaffen werden, die wirtschaftlich attraktiv, sicher und hochverfügbar, einfach zu benutzen und offen und flexibel erweiterbar ist. Die Bedeutung der Überwachung von Logistikketten für Lebensmittel wird weltweit zunehmen, sodass dieses System nicht nur in Europa benötigt werden dürfte. Andererseits muss ein Geschäftsmodell gefunden werden, das den Betrieb für die Teilnehmer wirtschaftlich attraktiv macht. Das DNS des Internets kann hierfür Vorbild sein, dieses Modell müsste entsprechend an die Bedürfnisse der Teilnehmer angepasst werden.

## Danksagung

Mein Dank gilt meinem Mentor und Kollegen Prof. Dr.-Ing. Herbert Sonntag, der mir durch seinen Rat und seine Unterstützung den Zugang zu dieser Thematik sehr erleichtert hat. Ebenso danke ich den anderen Mitarbeitern des RÜFILOG-Projektes, besonders Dipl.-Ing. Marcel Janke für seine unermüdliche Betreuung und unerschütterliche Ruhe.

## Literatur

[BRUN 2005]  
Lastenheft RÜFILOG, erstellt von Stefan Brunthaler und Marcel Janke (TFH Wildau) im Sommer 2005

[BRUN 2006]  
Abschlussbericht zum Projekt RÜFILOG von Herbert Sonntag, Stefan Brunthaler, Marcel Janke, Keith Thorne und Bertram Meimbresse, Wildau 2006

[ONS 2005]  
Object Naming Service (ONS) Version 1.0: EPCglobal Ratified Specification, Version of October 4, 2005, siehe [Object\\_Naming\\_Service\\_ONS\\_Standard\\_Version\\_1.0.pdf](http://www.epcglobalinc.org/standards/Standard_Version_1.0.pdf) unter <http://www.epcglobalinc.org/standards/>

[DNS 1987]  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1034.txt> | <http://www.ietf.org/rfc/rfc1035.txt>, (abgefragt am 20.10.2007)

[STIF 2007]  
Webseite der Stiftung Industrieforschung, siehe »Projekte der letzten 5 Jahre« unter <http://www.stiftung-industrieforschung.de>

## Autor

**Prof. Dr.-Ing. Stefan Brunthaler**  
Technische Fachhochschule Wildau  
Fachbereich Ingenieurwesen/Wirtschaftsingenieurwesen  
Bereich Telematik  
Leiter des Instituts für Angewandte Informationstechnik  
in der Logistik (AILog)  
Tel. +49 3375 508-278  
[stefan.brunthaler@tfh-wildau.de](mailto:stefan.brunthaler@tfh-wildau.de)