

Hans-Jörg Bullinger
Michael ten Hompel
(Hrsg.)

Internet der Dinge

www.internet-der-dinge.de

 Springer

VDI

Hans-Jörg Bullinger
Michael ten Hompel
(Hrsg.)

Internet der Dinge

www.internet-der-dinge.de

 Springer

VDI

Hans-Jörg Bullinger · Michael ten Hompel (Hrsg.)

Internet der Dinge

Hans-Jörg Bullinger · Michael ten Hompel (Hrsg.)

Internet der Dinge

www.internet-der-dinge.de

Mit 149 Abbildungen

 Springer

Professor Dr. Hans-Jörg Bullinger
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.
Hansastraße 27c
80686 München
Germany
hans-jörg.bullinger@zv.fraunhofer.de

Professor Dr. Michael ten Hompel
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2–4
44227 Dortmund
Germany
michael.ten.hompel@iml.fraunhofer.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-540-36729-1 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Satz: Digitale Vorlage der Autoren

Herstellung: LE-TeX Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig

Einbandgestaltung: WMXDesign, Heidelberg, nach Vorlage von Lars Besten, Dortmund

Gedruckt auf säurefreiem Papier 68/3180/YL – 5 4 3 2 1 0

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	XIII
Zum Geleit.....	XIX
Vorwort: Intelligenteres Leben im „Internet der Dinge“	XXIII
Vorwort: Wie das „Internet der Dinge“ die Welt der Logistik verändert	XXIX
Marktübersicht und politisches Umfeld	1
1 Wirtschaftliches und politisches Umfeld der Radiofrequenz-Identifikation	1
2 Potenzial	2
3 Marktentwicklung in Deutschland	4
4 Mittelstand.....	8
5 Politische Dimension.....	11
6 Ausblick	15
Literatur.....	16
Der RFID-Markt aus Sicht der Anwender und Anbieter.....	19
1 Einführung.....	19
2 Marktbefragung.....	19
3 Charakteristika der Studien-Teilnehmer.....	20
4 AutoID-Technologien im Vergleich.....	26
5 Technologische Komponenten.....	28
6 Standardisierung und der hieraus bedingte Handlungsbedarf	31
7 Anwendungsbereiche und Einflussfaktoren.....	33
8 Zusammenfassung und Ausblick.....	37
Literatur.....	38

Mit Low-Power-Funktechnologie auf dem Weg zu ubiquitous computing.....	39
1 Einführung.....	39
2 Anwendungsgebiete	40
3 Funktechnologien	42
4 Die Auswahl der richtigen Funktechnologie.....	46
5 Zusammenfassung.....	47
Internet der Dinge – Anwendung von RFID- und Tracking-Technologien zur intelligenten kooperativen Assistenz im Arbeitsprozess	49
1 Einführung.....	49
2 MICA	50
2.1 Multimodalität und Interaktion	50
2.2 Lokalisierung und Tracking	54
2.3 MICA Assistenz im Lager.....	56
3 Kooperationsaktive Dokumente: ContextDesk	60
Literatur.....	61
Internet – eine Infrastruktur in der Pubertät.....	63
1 IP-fizierung – mehr als ein Internet-Kühlschrank	64
1.1 Neue Player – neues Internet.....	64
1.2 Voice over IP – ein Beispiel für die IP-fizierung.....	65
1.3 IP-TV – die nächste Generation der Medien.....	65
1.4 Vehicular Networking – das Internet auf Rädern.....	66
1.5 Communities – Soziale Netzwerke im Internet.....	67
2 Internet – „Selbst“ ist das Netz.....	68
3 (Dienst-)Welten verbinden – Internet und Telekommunikation	70
4 Service-115 – ein Dienst für alle	72
5 (e)Migration und Interoperabilität – aus Alt mach Neu	73
6 Internet – Übergänge sicher stellen.....	74
7 Standardisierung und Innovation – untrennbar miteinander verbunden.....	74
8 Das Internet wird erwachsen	75
Telematik und RFID – Elektronische Beobachter gestalten die gesicherte Warenkette.....	77
1 Funktechnologien erobern das logistische Objekt.....	77
2 RFID/Telematik in der gesicherten Warenkette.....	79
3 Der intelligente Ladungsträger	82
4 Standardisierung und Zertifizierung.....	86
5 Zusammenfassung.....	88
Literatur.....	88

Selbstorganisation: Dinge in eigenverantwortlicher Kooperation – eine Systemanalyse	91
1 Einführung.....	91
2 Dinge bieten ihre Dienste an	92
3 Dinge als kooperative autonome Einheiten.....	97
4 Kooperation durch gemeinsame Strategieweise.....	99
5 Zusammenfassung.....	102
Literatur	103
Sensornetzwerke und Lokalisierungsverfahren als Schlüssel- technologien für die intelligente logistische Umwelt von morgen	107
1 Auf dem Weg zum Internet der Dinge – das Versprechen innovativer Smart-Object-Technologien	107
2 Bemerkungen zum State of the Art der RFID-Technologie: Die aktuellen Weiterentwicklungsbedarfe	108
3 Technologische Lösungsansätze: Kostenreduktion durch Einsatz neuer Materialien und Erweiterung des Funktionsumfangs elektronischer Tags.....	109
4 Die Technologie der Sensornetzwerke im Fokus: Vernetzung und Lokalisierung.....	111
5 Ein Technologiebeispiel: Sensornetzprotokoll „Slotted MAC“	113
6 Ein Anwendungsbeispiel: Sicherung von Waren im Distributionsprozess mithilfe von Sensornetzwerken	115
7 Offene Fragestellungen und Ausblick.....	117
Literatur	118
Simulation selbststeuernder Transportnetze	119
1 Einführung.....	119
2 Simulationsmodell.....	120
3 Forschungsgrundlagen.....	121
4 Algorithmen	122
5 Simulationsergebnisse	123
6 Ausblick	125
Literatur	126
Modellbasiertes Requirements Engineering	127
1 Einführung.....	127
2 Technologisches Umfeld für das Internet der Dinge.....	128
2.1 Basistechnologien	128
2.2 Perspektive für zukünftige Anwendungen	133
3 Domänenbeschreibung	135
3.1 Warehouse Logistics	136

3.2 Baggage Handling Logistics	141
4 Modellbasierte Erfassung von Anforderungen.....	146
4.1 Motivation.....	146
4.2. Modell und Achsen	148
5 Anwendung des modellgestützten Requirements Engineering	153
6 Ausblick	154
Literatur.....	155
Technologische Trends bei RFID-Systemen für den Einsatz im	
Internet der Dinge	157
1 Einführung.....	157
2 Anwendung der RFID-Technologie in verschiedenen Branchen....	159
3 Funktionsweise und derzeitige Kennwerte der RFID-Technologie	162
4 Spezielle Lösungen und neue Funktionen.....	165
4.1 Die Kombination von RFID und Sensoren	165
4.2 Antennen für UHF-Transponder	169
4.3 Integrationsfähigkeit von Transpondern in Verpackungen	172
4.4 Mehrfrequenztransponder	173
4.5 Lokalisierung passiver Tags.....	174
4.6 Semiaktive Transponder.....	176
5 Ausblick	176
Literatur.....	177
Sicherer Informationsaustausch im Internet der Dinge	179
1 Einführung.....	179
2 Organisationsübergreifende Verarbeitung von Objektdaten	179
3 Informationsverarbeitung in der Netzwerkebene	182
4 Sicherheitsrisiken im ONS	184
5 Reduktion von Sicherheitsrisiken.....	187
Literatur.....	189
RFID im Gesundheitswesen – Nutzenpotenziale und Stolpersteine	
auf dem Weg zu einer erfolgreichen Anwendung.....	191
1 Ausgangslage im deutschen Gesundheitswesen.....	191
2 Anwendungskategorien von RFID im Gesundheitswesen	192
2.1 Anwendungskategorie 1 „Lokalisierung“	193
2.2 Anwendungskategorie 2 „Messdatenüberwachung“	193
2.3 Anwendungskategorie 3 „Prozesssteuerung“	194
2.4 Anwendungskategorie 4 „Berechtigungsmanagement“	194
3 RFID-Anwendungen in der Praxis.....	195
3.1 Kurzbeschreibung der vom ISST durchgeführten Studie.....	195
3.2 Studienergebnisse.....	195

3.3 Erfolgsfaktoren und Hemmnisse bei der Umsetzung	199
4 Zusammenfassung und Ausblick.....	200
Literatur.....	201
Polytronik und das Internet der Dinge.....	203
1 Flexible elektronische Systeme für eine vernetzte Welt	203
2 Polytronik – eine umwälzende Systemintegrationsplattform für die vernetzte Welt	207
3 Technologische Möglichkeiten für die flexible Elektronik.....	212
3.1 Monokristallines Silizium	212
3.2 Dünnschicht-Silizium	213
3.3 Organische Halbleiter.....	214
4 Die interdisziplinäre Entwicklung der Polytronik unterstützen	216
Literatur.....	218
Ambient Intelligence im Rahmen Service-orientierter Architekturen.....	219
1 RFID in Diensten und Systemen	221
2 RFID-Technik: Gefahren kennen, Chancen nutzen	222
3 RFID-Einsatzbereiche	225
3.1 Objektverfolgung/-identifizierung	225
3.2 Personenidentifizierung.....	226
3.3 Kombinierte Prozesse mit Personen und Objekten	226
3.4 Sicherer transparenter Umschlagplatz.....	227
RFID-Einsatz innerhalb der DaimlerChrysler AG	231
Abstract	231
RFID-Einsatz im Leergutlager des DaimlerChrysler-Werkes Sindelfingen	231
1 Anforderungsspezifikation	232
1.1 Ziele.....	232
1.2. Prozesse.....	233
1.3 Technologie.....	234
1.4 IT-Infrastruktur	235
2 Vorabtests bei Fraunhofer IML.....	236
2.1 Testreihen.....	237
2.2 Test der Erfassungsszenarien	239
3 Fazit.....	242
Der Einsatz von RFID-Hardware – Aspekte der Frequenzbereiche, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen im industriellen Umfeld.....	243
1 Einführung.....	243

2	Eigenschaften der Frequenzbereiche	244
3	Die Parameter der Frequenzbereiche im Einzelnen	245
3.1	LF-Bereich (119 ... 148,5 kHz)	246
3.2	HF-Bereich (13,56 MHz)	247
3.3	UHF-Bereich	248
3.4	GHz-Bereich (2,4 ... 2,5 GHz)	250
4	Technik	251
4.1	Transponder	251
4.2	Speichertypen	252
5	Physikalische Aspekte	253
5.1	Auslesung von bewegten Systemen	253
5.2	Lesereichweiten in der Praxis	254
6	Zusammenfassung und Blick in die Zukunft	254
	Literatur	256
Prozesse in offenen Systemen gestalten		257
1	Einführung	257
2	EPCglobal-Netzwerk	259
3	EPC-Showcase	262
3.1	Produktionsbetrieb	263
3.2	Distributionszentrum	264
4	Blick in die Zukunft	265
Integrierte RFID sorgt für mehr Qualität bei Life Sciences.....		267
Kühlketten lückenlos online überwachen – Intelligente Sendungsverfolgung schließt Lücke bei unternehmensübergreifenden Transportprozessen.....		273
1	Einführung	273
2	Intelligente Sendungsverfolgung bei unternehmensübergreifenden Transportprozessen	274
3	Standort- und Unternehmensgrenzen überwinden	275
4	Lückenlose Überwachung sensibler Güter	277
5	Intelligentes Behälter- und Asset-Management	279
6	Ausblick	280
Multiagentensysteme im Internet der Dinge – Konzepte und Realisierung		281
1	Software-Agenten	281
2	Adaptivitätsanforderungen	283
3	Agentifizierung von intralogistischen Systemen	284
4	Entwicklung einer Multiagenten-basierten Steuerung	285

5 Enterprise Application Integration	292
Literatur	293
LogAgency SCM-Datenprozessplattform – RFID-Anwendungen als SaaS-Lösung.....	295
1 Einführung.....	295
2 SaaS, die Weiterentwicklung von ASP	295
3 SCM-Datenprozessplattform.....	296
4 RFID mittels SaaS-Technologie.....	298
5 Das Internet der Dinge als Verbindung zwischen Ware und Daten	303
6 Ausblick	303
RFID – Schlüsseltechnologie für die Zukunft des Handels	305
1 Der Handel im Umbruch	305
2 RFID-Einsatz auf Paletten und Kartons	306
3 Vorteile für alle Marktteilnehmer.....	308
4 Standards sind die Voraussetzung.....	308
5 Erfolgsfaktor METRO Group RFID Innovation Center.....	309
6 Unsere Vision: RFID auf Artikelebene	312
7 Den Weg gemeinsam gehen	313
Das X-Internet – Verbindung zwischen physischer und Cyber-Welt.....	315
1 Einführung.....	315
2 Technologien, die nahtlose Mobilität in der X-Internet-Welt ermöglichen.....	317
2.1 Kontextbewusstsein.....	319
2.2 Peer-to-Peer-Bewusstsein, Selbstorganisation und autonomes Handeln	321
2.3 Neue Formfaktoren	322
3 Supply Chain Management/Produktlebenszyklusmanagement.....	323
4 Beispiele, bei denen X-Internet-Technologie bereits auf dem Vormarsch ist	329
Literatur	330
RFID im praktischen Einsatz.....	331
1 Supply Chain Management	331
1.1 Der Warenfluss mit RFID	332
1.2 Der Informationsfluss mit AutoID Backbone	334
2 AutoID Backbone.....	335
2.1 Schichtenmodell von AutoID Backbone.....	336
2.2 Sicherheit im AutoID Backbone	337

3 Real-Time Enterprise	338
4 RFID-Einsatz außerhalb der Warenlogistik	340
5 Ausblick	343
5.1 Standardisierung	343
5.2 Massenmarkt	344
5.3 PolyApply	344
RFID im mittelständischen Einsatz	347
1 Einleitung	347
2 Ist der Mittelstand bereit für RFID?	347
2.1 Mit Barcode schon heute komplexe Handels-Logistik in den Griff bekommen	349
2.2 RFID unterstützt das Ersatzteilgeschäft im Maschinenbau.....	352
3 Effizienzsteigerung durch RFID entlang der Supply Chain.....	355
4 Rolle des ERP-Systems für die informationslogistische Kette	360
5 Zusammenfassung	363
Rechtliche Dimensionen der Radio Frequency Identification.....	365
1 Einführung.....	365
2 Rechtliche Bewertung von RFID	366
2.1 Recht des Datenschutzes	367
2.2 Recht der Datensicherheit	387
2.3 Schutz der vertraulichen Kommunikation (Fernmelde- geheimnis)	402
3 Rechtspolitische Debatte	408
3.1 Technologischer Wandel und das Prinzip der Verantwortung.	408
3.2 Hohes Schutzniveau durch bestehende rechtliche Vorkehrungen.....	410
3.3 Optimierung des Schutzinstrumentariums	410
3.4 Zukünftige Entwicklung.....	414
4 Zusammenfassung	416
Literatur	418
Wahrnehmungen im Spannungsfeld neuer Technologien – Welchen Einfluss haben weiche Faktoren auf die Entwicklung von RFID? ...	421
1 Wahrnehmungen als Gradmesser für den Erfolg von Technologien	423
2 Situation im Kontext RFID	426
3 Die vier W der Risikokommunikation: Wann? Was? Wie? Mit Wem?.....	432
4 Kommunikative Chancen und Risiken für die RFID-Technologie.	437
5 Fazit.....	439
Literatur	440

Abkürzungsverzeichnis

AM-Display	Aktiv-Matrix-Display
AS2	Applicability Statement 2
a-Si	Amorphous Silicon
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
ASM	Anschaltmodul
ASP	Application Service Providing
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHICS	Baggage Handling Information and Control System
BHS	Baggage Handling System
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BSCW	Basic Support for Cooperative Work
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnologie
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
CA	Certificate Authority
CCD	Charge-coupled Device
CCO	Capacitiv Controlled Oscillator
CEPT	Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CRC	Cyclic Redundancy Check
CRM	Customer Relationship Management
DDoS	Distributed Denial of Service
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DESADV	Despatch Advise
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DNS	Domain Name System
DNSSEC	DNS Security Extensions
DoS	Denial of Service
DRG	Diagnosis Related Groups
DVB	Digital Video Broadcasting
EAI	Enterprise Application Integration

EAN	International Article Number, früher European Article Number
EAS	Elektronische Artikelsicherung
EAS	Electronic Article Surveillance
EDI	Electronic Data Interchange
EDIFACT	Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EGStGB	Einführungsgesetz zum Strafgesetzbuch
EICAR	European Expert Group for IT Security
EL	Elektrolumineszenz
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EPC	Electronic Product Code
EPCIS	EPC Information Services
ERP	Enterprise Resource Planning
ESP	Event Stream Processing
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
F&E	Forschung und Entwicklung
FET	Feldeffekttransistor
FFD	Full Function Devices
FIFO	First In – First Out
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
FMCG	Fast Moving Consumer Goods
FSK	Frequency Shift Keying (Frequenzumtastung)
FTF	Fahrerloses Transportfahrzeug
FTK	Forschungsinstitut für Telekommunikation
FTS	Fahrerloses Transportsystem
GG	Grundgesetz
GIAI	Global Individual Asset Identification
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GRAI	Global Returnable Asset Identification
GS1	Global Standards 1
GSM	Global System for Mobile Communications
HBS	Hold Baggage Screening System
HF	High Frequency
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HW	Hardware