



Ultrahochfrequenz (UHF)

Grundlageninformation



Ultrahochfrequenz (UHF)

Grundlagen-Information

Funkregularien zum Einsatz von RFID im
UHF-Spektrum

Lesen Sie mehr:

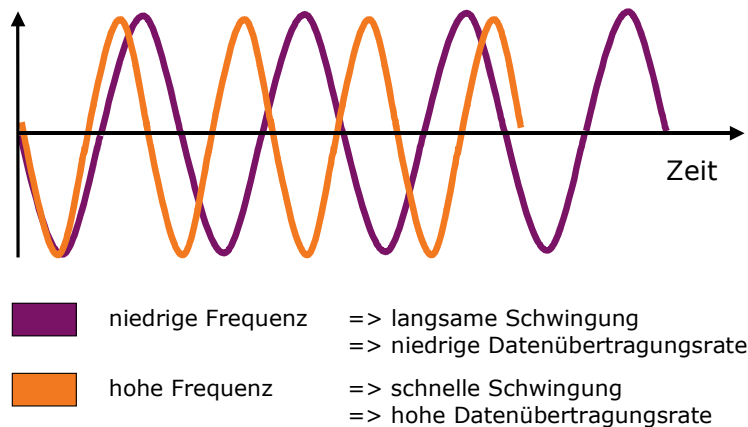
1	Warum UHF?.....	3
2	Funkregulierung.....	6
3	Wir über uns	11

1 Warum UHF?

- **Frequenz entscheidender Parameter eines RFID-Systems**

Radiowellen sind bei RFID-Systemen das Transportmedium von Information und Energie. Eine (Schreib-) / Leseinheit kommuniziert so über Entfernung mit einem Transponder. Anders als beim Musikradio, bei dem der Radiosender als sog. Long Range Device Radiowellen über Kilometer hinweg in den Äther ausbreitet, fallen RFID-Systeme aufgrund der im Meterbereich liegenden Reichweite unter die Kategorie der Short Range Devices. Vergleichbar dem Radio mit den UKW-, Mittelwellen-, Langwellensendern ist grundsätzlich auch bei RFID ein sehr breites Spektrum an Funkfrequenzen einsetzbar.

Von der Wahl der Frequenz hängt entscheidend die Leistungsfähigkeit eines RFID-Systems ab. Um nur einen von vielen Aspekten beispielhaft herauszugreifen: Je höher die Frequenz, umso schneller lässt sich eine Information übertragen, denn die Frequenz gibt die Anzahl der elektromagnetischen Schwingungen pro Zeiteinheit an.



Die Einheit der Frequenz ist Hertz (Hz); ein Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde.

- **Frühe Positionierung von EPCglobal schlägt nunmehr am Markt voll durch**

Wie die Frequenz selbst hat die Frage nach der geeigneten Frequenz in der Vergangenheit Schwingungen und Schwankungen durchlaufen. Galt 13,56 MHz bei einigen lange als der heiße Favorit, wurde prompt an anderer Stelle 135 kHz, 433 MHz oder 2,45 GHz als das Nonplusultra in den Himmel gehoben, je nachdem welche Technologieanbieter, Systemintegratoren oder Beratungsfirmen man in den USA, Deutschland oder Australien zur Verwendung bei Gaszylindern, Rinderidentifikation, Luftfrachtbehältern oder Reisegepäckerkennung hierzu befragte.

Für den generellen Einsatz von RFID in der überbetrieblichen Handelslogistik allerdings ist über die Jahre ein stetig wachsender Trend in Richtung Ultrahochfrequenz um 900 MHz (in Europa bei 865 MHz) unverkennbar. Dass dieses Band bei dem ursprünglichen Frequenzsalat mittlerweile das Rennen gemacht hat, liegt am Zusammenspiel zahlreicher Faktoren:

- **Festlegung auf *ein* Frequenzband**

- Kein Frequenzbereich, auch nicht UHF, ist ein Alleskönner. Dennoch ist es für eine Standardisierung notwendig, für möglichst weit zu fassende, logisch abgrenzbare Bereiche Frequenzaussagen zu treffen. Anderenfalls müsste jeder Multifrequenzlösungen oder mehrere parallele Einzelfrequenzanlagen einsetzen oder sich mit ungewissem Ausgang in die Marktschlacht der Systeme und Ideologien begeben. Der dadurch verursachte Mehraufwand wird die Kosten durch Beschränkungen beim Einsatz nur einer Frequenz vermutlich deutlich übertreffen.
 - EPCglobal fungiert als globale Nahtstelle, an der gegenwärtige wie zukünftige Anforderungen der Wirtschaft zusammenlaufen und ihren Niederschlag in technischen Spezifikationen sowie deren Weiterentwicklung finden. In dieser Funktion überprüft EPCglobal auch regelmäßig, ob über das bestehende Maß hinaus weitere Technologien benötigt werden.

Die diesem Dokument zugrundeliegende Ultrahochfrequenz umfasst den Bereich zwischen 300 Megahertz und 3 Gigahertz, für RFID-Anwendungen 860-960 MHz.

- **Eignung**

Niederfrequenz	Längswellen	Langwellen (LW)	Mittelwellen (MW)	Kurzwellen (KW)	Ultrakurzwellen (UKW)	Dezimeterwellen
Super Low Frequency	Very Low Frequency	Low Frequency	Medium Frequency	High Frequency (HF)	Very High Frequency	Ultra High Frequency UHF
3 Hz – 3 kHz	3-30 kHz	30-300 kHz	300 kHz– 3 MHz	3-30 MHz	30– 300 MHz	300 MHz– 3 GHz
						Präferenz GS1 RFID: 860-960 MHz

Diese Ausrichtung, die zum damaligen Zeitpunkt noch nicht die herrschende Meinung am Markt widerspiegelte, basiert auf profunder Analyse, denn: So wie das AutoID Center des Massachusetts Institute of Technology (MIT) die Potenziale von UHF bereits 1999 hervorhob, traten die Vorzüge durch weitere wissenschaftliche Forschung immer deutlicher zu Tage. Insbesondere die rasche Datenübertragung und Reichweitenpotenziale sind hier zu nennen. Ergebnisse aus Pilotversuchen, etwa der Metro Group Future Store Initiative, stellten die Praxistauglichkeit von UHF ebenfalls eindrucksvoll unter Beweis.

- **Technologischer Fortschritt**

Da UHF immer mehr Verbreitung findet, hat dies die Anstrengungen der Technologieanbieter beflügelt, Probleme zu lösen oder wesentlich abzumildern. So ist z. B eine metallische Umgebung mit ihren Reflexionsstörungen heute nicht mehr zwangsläufig ein Applikationskiller. Dieses Vorankommen unterstreicht einmal mehr, dass Standardisierung ein Motor des technologischen Fortschritts ist.

- **Regulatorischer Rahmen**

Hinzu kommt, dass die historisch bedingten regionalen Unterschiede in den Regularien der Telekommunikationsbehörden immer weiter abgebaut werden. Eine global vernetzte Welt sowie die Exportorientierung von Wirtschaftsnationen dulden auf Dauer keine wettbewerblichen Nachteile durch national restriktivere Funkregularien.

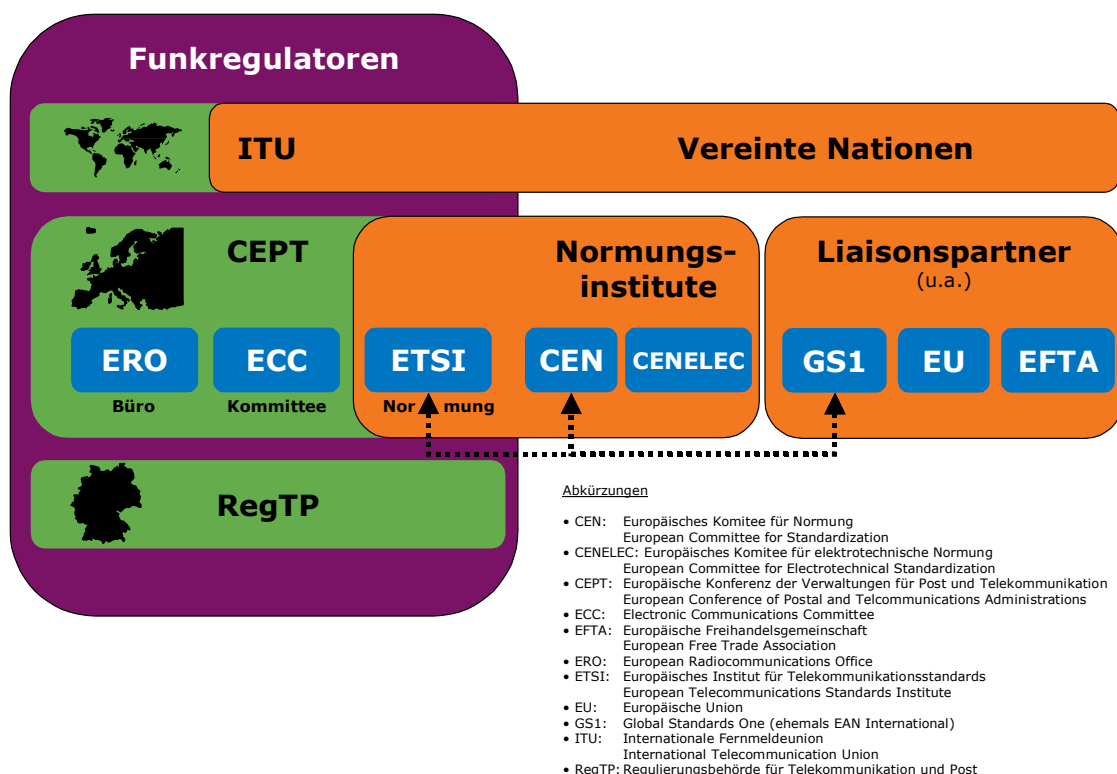
2 Funkregulierung

Damit niemand „dazwischenfunk“, wenn sich Sender und Empfänger über Funk Informationen übermitteln, bedarf es Regelungen, wofür welches Frequenzband nutzbar ist und zu welchen Konditionen. Die Nutzung von Radiofrequenzen für Identifikationszwecke (RFID) stellt dabei keinen spezifischen Anwendungsfall dar, für den eigene Frequenzbänder ausschließlich freigehalten werden. Vielmehr können die für Industrielle, wissenschaftliche (Scientifical) oder Medizinische Anwendungen generell freigegebenen ISM-Frequenzen für RFID genutzt werden, zu denen teilweise konkrete Empfehlungen zur RFID-Anwendung vorliegen. Es handelt sich um eine Handvoll Frequenzbänder, die quer über das gesamte Spektrum vom Kurz- bis Mikrowellenbereich verteilt sind.

Neben der allgemeinen Zuteilung von Frequenzbändern gibt es zudem Möglichkeiten, einzelne RFID-Installationen bei der nationalen Regulierungsbehörde für die Nutzung in gesonderten Frequenzbereichen oder zu anderen Bedingungen auf Antrag freigeben zu lassen.

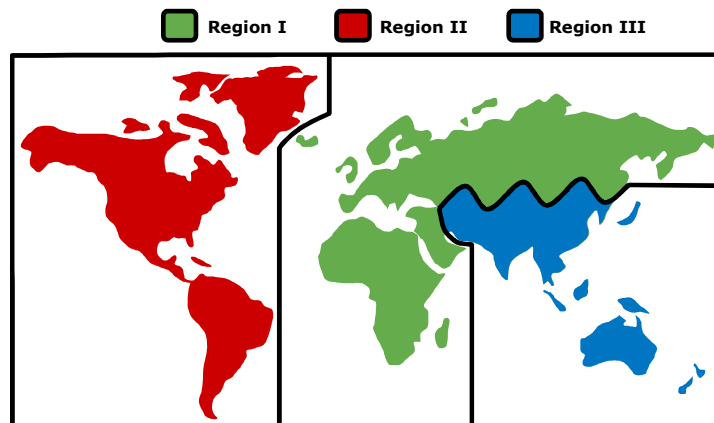
▪ Zuständige Organisationen – wer regelt was?

Hüter der Frequenzordnung sind staatliche Einrichtungen und supra-nationale Organisationen. Nachfolgende Abbildung vermittelt eine Übersicht.



Die Welt ist seitens der Internationalen Fernmeldeunion – einer Sonderorganisation der Vereinten Nationen, die für den privaten wie öffentlichen Sektor globale Telekommunikationsnetzwerke und –dienste koordiniert, in drei Zonen eingeteilt:

- Region 1: Europa (einschließlich ganz Russland), Mittlerer Osten und Afrika
- Region 2: Nord- und Südamerika
- Region 3: Asien und Australien/Pazifik



Zentrale Bedeutung für Europa (Region 1) hat die Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation (CEPT). Sie repräsentiert 46 europäische Länder¹ und erstellt Empfehlungen, die zugleich im Wechselspiel zu Richtlinien der Europäischen Union sowie Europäischen Normen stehen. CEPT unterhält deshalb eine intensive Liaison zur Europäischen Union, von der sie einen Harmonisierungsauftrag und das Mandat für die Normierung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Europa hat. Für diesen Zweck unterhält CEPT das Europäische Institut für Telekommunikationsstandards (ETSI).²

▪ Wichtige Spezifikationen

Im Hinblick auf die UHF-Regulierung in Europa sind aus der Arbeit von CEPT in den vergangenen Jahren drei Dokumente von besonderer Relevanz hervorgegangen:

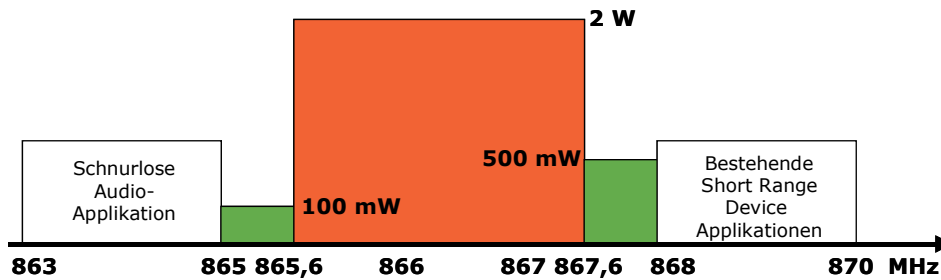
- CEPT Rec 70-03³

Diese CEPT-Empfehlung ordnet Anwendungen Frequenzbereiche zu und gibt die entsprechenden Konditionen für ihre Nutzung an. Anlage 11 vom Februar 2008 sieht explizit für RFID-Anwendungen den Frequenzbereich 865 bis 868 MHz mit folgender Aufteilung vor:

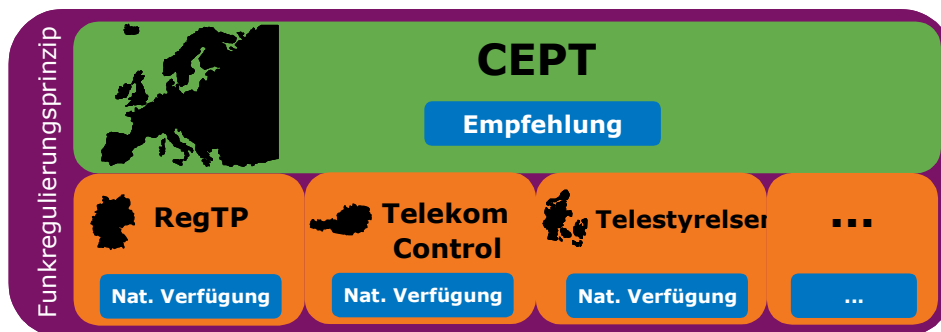
¹ Im Einzelnen sind dies: Albanien, Andorra, Aserbaidschan, Belgien, Bosnien Herzegowina, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Liechtenstein, Litauen, Luxemburg, Malta, Mazedonien, Moldawien, Monaco, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Russland, San Marino, Schweden, Schweiz, Serbien und Montenegro, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechien, Türkei, Ukraine, Ungarn, Vatikan, Weißrussland und Zypern.

² In der Richtlinie 98/34/EC vom 22. Juni 1998 ist das Verfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften in Europa festgelegt (siehe http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/1998/l_204/l_20419980721de00370048.pdf). Mit der Richtlinie 1999/5/EG vom 9. März 1999 über Funkanlagen und Telekommunikationssendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität (Radio & Telecommunications Terminal Equipment, R&TTE) wird ein Regelungsrahmen für das Inverkehrbringen, den freien Verkehr und die Inbetriebnahme von Funkanlagen und Telekommunikationseinrichtungen festgelegt (siehe http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/1999/l_091/l_09119990407de00100028.pdf). In der Entscheidung Nr. 676/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. März 2002 wird der Rechtsrahmen für die Funkfrequenzpolitik in der Europäischen Gemeinschaft (Frequenzentscheidung) festgelegt (siehe http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2002/l_108/l_10820020424de00010006.pdf)

³ Siehe <http://www.ero.dk/documentation/docs/doc98/official/pdf/REC7003E.PDF>.



Da die Frequenzteilung nach wie vor der einzelstaatlichen Länderhoheit unterliegt, bedarf die CEPT-Empfehlung einer Übernahme in die nationalen Funkregularen. Dies geschah etwa in Deutschland im April 2009 durch die BNetzA-Verfügung 7/2009.



- ETSI TR 101 445⁴

Der ETSI-Fachbericht ist ein Referenzdokument, um für RFID-Equipment, das für den Frequenzbereich 862 bis 870 MHz ausgelegt ist, Kompatibilitätsprüfungen vornehmen zu können.

- EN 302 208⁵

Diese aus zwei Teilen bestehende Europäische Norm beschreibt Minimalanforderungen an Test- und Messverfahren, die zu berücksichtigen sind, um aus dem Betrieb von RFID-Systemen im Frequenzbereich zwischen 865 und 868 MHz unter den gegebenen Funkregularen einen möglichst hohen Nutzen ziehen zu können.

▪ Zur Situation in Deutschland

Die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA) hat die aktuelle CEPT-Empfehlung zu UHF im April 2009 in nationales Recht überführt. Dies ist in der BNetzA-Verfügung 7/2009 zur Allgmeinzuteilung von Frequenzen in den Frequenzbereichen 865–868 MHz und 2446–2454 MHz für die Nutzung durch die All-

⁴ Exakter Titel lautet: Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Short-Range Devices (SRD) Intended for Operation in the 862 MHz to 870 MHz Band; System Reference Document for Radio Frequency Identification (RFID) Equipment.

⁵ Exakter Titel lautet: Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) - Funkfrequenz-Identifikationsgeräte zum Betrieb im Frequenzband von 865 MHz bis 868 MHz mit Leistungspegeln bis 2 W - Teil 1: Technische Anforderungen und Messverfahren
Teil 2: Harmonisierte EN nach Artikel 3.2 der R&TTE-Richtlinie

gemeinheit für Funkanwendungen zu Identifikationszwecken (Radio Frequency Identification Applications, RFID) vom 01.04.2009 nachzulesen, die im BNetzA-Amtsblatt 952/2009 veröffentlicht wurde..Es gelten folgende Festlegungen:

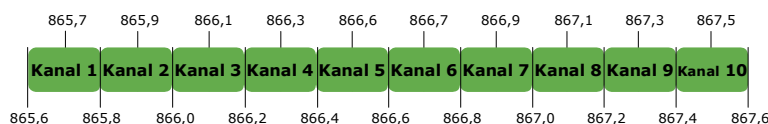
Ultrahochfrequenzband 865-868 MHz				
Frequenzbereich	Strahlungsleistung max.	Rel. Frequenzbelegungsdauer	Kanalbreite/Kanalraaster	Modulationsart
865-868 MHz	100 mW (erp)	listen before talk	200 kHz	Kein Frequency Hopping oder Spread Spectrum
865,6-867,6 MHz	2 Watt (erp)	listen before talk	200 kHz	
865,6-868 MHz	500 mW (erp)	listen before talk	200 kHz	

Folgende Randbedingungen sind u. a. zu beachten:

- Kanalbelegung

Die genannten Frequenzbereiche werden auch für andere Funkanwendungen (z. B. schnurlose Telefonen und allg. Funkanwendungen geringer Reichweite) genutzt.

Es ist keine relative Frequenzbelegungsdauer (duty cycle) einzuhalten, bei der Anlagenbetrieb auf eine bestimmte Zeit pro Stunde befristet wäre. Stattdessen kommt das „Listen Before Talk“ (LBT)-Prinzip zum Tragen. Nach diesem Verfahren wird die Kanalbelegungssituation vor Beginn der Aussendung geprüft, um Kollisionen mit anderen Anwendungen auf gleicher Frequenz auszuschließen. Eine Aussendung von RFID-Signalen erfolgt nur bei freiem Kanal. Gemäß dem sogenannten „4 Channel Plan“, die mit der Veröffentlichung der BNetzA-Verfügung 7/2009 vom 1. April 2009 in Deutschland in Kraft trat, **dürfen die Kanäle 4, 7, 10 und 13 ohne Verwendung von LBT genutzt werden.**



- Anti-Kollisionsverfahren

Es gibt verschiedene technische Anti-Kollisionsverfahren mittels derer sichergestellt wird, dass bei mehreren Tags in einem Feld alle erfasst werden und keine Kollisionen auftreten. Für die Anwendung der Spezifikationen von EPCglobal kommt als Antikollisionsverfahren ein zufallsbasiertes Verfahren (Slotted Random Anticollision) zum Tragen. Bei diesem Verfahren identifizieren sich die Transponder anstelle ihrer Identifikationsnummer über eine bei jedem Lese-/Schreibvorgang neu generierte Zufallszahl.

- Antennen

Der horizontale Öffnungswinkel der Antennen ist beschränkt. Bei Sendeleistungen bis 500 mW beträgt er maximal ± 45 Grad, zwischen 500 und 2000 mW maximal ± 35 Grad.

- Zu beachtende Rechtsvorschriften

RFID-Betriebsgeräte unterliegen dem „Gesetz über Funkanlagen und Telekommunikationseinrichtungen“ (FTEG) und dem „Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten“ (EMVG).

- Befristung

Die Allgemeinanzuteilung ist zunächst auf 10 Jahre befristet (bis 31.12.2019).

▪ **Weltweite Kompatibilität**

In verschiedenen Regionen oder Ländern sind leicht von einander abweichende UHF-Frequenzen für RFID-Anwendungen freigegeben. In Japan beträgt das Frequenzband z. B. 952–954 MHz, in den USA 902-928 MHz und in Europa 865,6-867,6 MHz. Dennoch lässt sich ein und derselbe Transponder bei der Herstellung eines Produktes in Japan über die Veredelung in den USA bis zum Verkauf der Ware in Europa an den unterschiedlichen Stellen der Versorgungskette lesen.



3 Wir über uns



GS1 Germany

GS1 Germany hilft Unternehmen aller Branchen dabei, moderne Kommunikations- und Prozess-Standards in der Praxis anzuwenden und damit die Effizienz ihrer Geschäftsabläufe zu verbessern. Unter anderem ist das Unternehmen in Deutschland für das weltweit überschneidungsfreie Artikelidentensystem GTIN zuständig – die Grundlage des Barcodes. Darüber hinaus fördert GS1 Germany die Anwendung neuer Technologien zur vollautomatischen Identifikation von Objekten (EPC/RFID) und bietet Lösungen für mehr Kundenorientierung (ECR – Efficient Consumer Response).

Das privatwirtschaftlich organisierte Unternehmen mit Sitz in Köln gehört zum internationalen Netzwerk „Global Standards One“ (GS1) und ist die zweitgrößte von mehr als 100 GS1-Länderorganisationen. Paritätische Gesellschafter von GS1 Germany sind der Markenverband und das EHI Retail Institute.



EPCglobal

Die Non-Profit-Organisation EPCglobal Inc. entwickelt Standards für die einheitliche Nutzung der Radiofrequenztechnologie für Identifikationszwecke (RFID) entlang der gesamten Versorgungskette über Länder- und Branchengrenzen hinweg.

EPCglobal wurde 2003 von GS1 und GS1 US (ehemals EAN International und das Uniform Code Council, Inc.) gegründet. Mit der Entwicklung des EPC (Elektronischer Produkt-Code) wurde ein erster Meilenstein in Richtung RFID-Standardisierung gelegt. Der EPC dient der radiofrequenz-basierten Kennzeichnung und Identifikation von Objekten und baut auf den bewährten GS1-Standards auf.

Darüber hinaus steht EPC für ein internationales Informationsnetzwerk (Internet der Dinge), das im Sinne von Herstellern, Handel und Verbrauchern einen schnellen und sicheren Austausch von Produktdaten ermöglicht. Das EPCglobal™-Netzwerk basiert auf Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die vom Auto-ID Center des Massachusetts Institute of Technology (MIT) initiiert wurden.

- **Dokumentationen**

GS1 Germany berichtet kontinuierlich über den Stand der Entwicklung in ihrem Veröffentlichungsorgan, der Zeitschrift *GS1 Magazin*, auf der Webseite sowie weiteren Publikationen.

Darüber hinaus bietet die Mitgliedschaft im EPC/RFID-Umsetzungsnetzwerk von GS1 Germany Zugang zu sämtlichen Arbeitsdokumenten.

- **Veranstaltungen**

Auf Fachtagungen, Seminaren und Workshops haben Sie Gelegenheit, sich bei Vertretern von Unternehmen und GS1 Germany über den Einsatz sowie den Stand der Entwicklungen von EPC/RFID und von ECR-Prozessempfehlungen zu informieren.

Aktuelle Termine und Themen stehen auf den Internetseiten von GS1 Germany im Bereich Weiterbildung, Rubrik EPC/RFID.

- **Weitere Links für Interessierte**

www.epcglobal.de – EPC/RFID-Seite der GS1 Germany GmbH

www.epcglobalinc.org – Homepage von GS1/EPCglobal

	Autoren <i>Dr. Andreas Fübler Leiter Forschung & Entwicklung EPC/RFID Solutions</i>		Kontakt GS1 Germany Maarweg 133 . D-50825 Köln Postfach 30 02 51 . D-50772 Köln Tel. 0221 94714-0; Fax 0221 94714-990 eMail: rfid@gs1-germany.de ; http://www.epcglobal.de
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------