

Kapitel 2

Grundfunktion der RFID-Technologie und ihre Entwicklung

Bevor wir einen Blick auf die Historie der RFID-Technologie und den Einsatz in Bibliotheken werfen, ist es hilfreich, zumindest die grundlegende Funktion von RFID zu verstehen. In Kap. 3 werden diese Grundlagen weiter vertieft.

Ein RFID-System dient, ähnlich wie ein Barcode, zur Identifikation von Objekten, Personen und Tieren. Es besteht aus zwei Teilen, welche zusammenwirken: einem *Transponder* (auch RFID-Etikett oder RFID-Tag genannt) und einem *RFID-Lesegerät* (auch RFID-Reader oder nur Lesegerät genannt, Abb. 2.1). Der Transponder enthält eine eindeutige, kodierte Nummer. Diese Nummer wird vom Lesegerät über eine Luftschnittstelle mittels Radiowellen gelesen. Der Transponder befindet sich am zu identifizierenden Objekt, während das RFID-Lesegerät mobil geführt wird oder fest installiert ist. Das Lesegerät empfängt die kodierte Nummer, sobald sich der Transponder in Lesereichweite befindet. Die Nummer wird direkt auf einem Display angezeigt oder an ein Computersystem weiter geleitet.

Die Verwendung von Radiowellen anstelle einer optischen Erkennung wie beim Barcode hat weit reichende Konsequenzen für die Nutzungsmöglichkeiten (wir beziehen uns hier vorrangig auf Hochfrequenz-Transponder mit 13,56 MHz nach ISO 15693 bzw. ISO 18000-3.1 [25, 26]):

- Es können mehrere Transponder im Lesefeld selektiv gelesen werden,
- die selektiv adressierten Transponder können variable Daten vom Lesegerät empfangen und diese speichern und
- die Transponder können durch Nichtmetalle hindurch gelesen werden, d. h. es muss keine Sichtverbindung zwischen Transponder und Leser vorhanden sein.

Diese drei Eigenschaften machen RFID-Systeme gegenüber Barcodes weit überlegen. Bücher, welche mit RFID-Etiketten ausgestattet sind, können vom Benutzer auf eine Tischplatte mit einer Leserantenne aufgelegt und im gesamten Stapel verbucht werden. Das „Selbstverbuchen“ ist zwar theoretisch auch mit dem Barcode möglich; dies ist aber viel zu umständlich, da die Bücher einzeln vor einem Scanner ausgerichtet werden müssen. Dementsprechend konnten sich auch erste Ansätze zur Barcode-Selbstverbuchung nicht in nennenswertem Umfang durchsetzen. Beim Verbuchungsvorgang an einer RFID-Selbstverbuchungsstation wird eine Meldung an das Bibliotheks-Management-System (im Folgenden auch LMS, Library Ma-

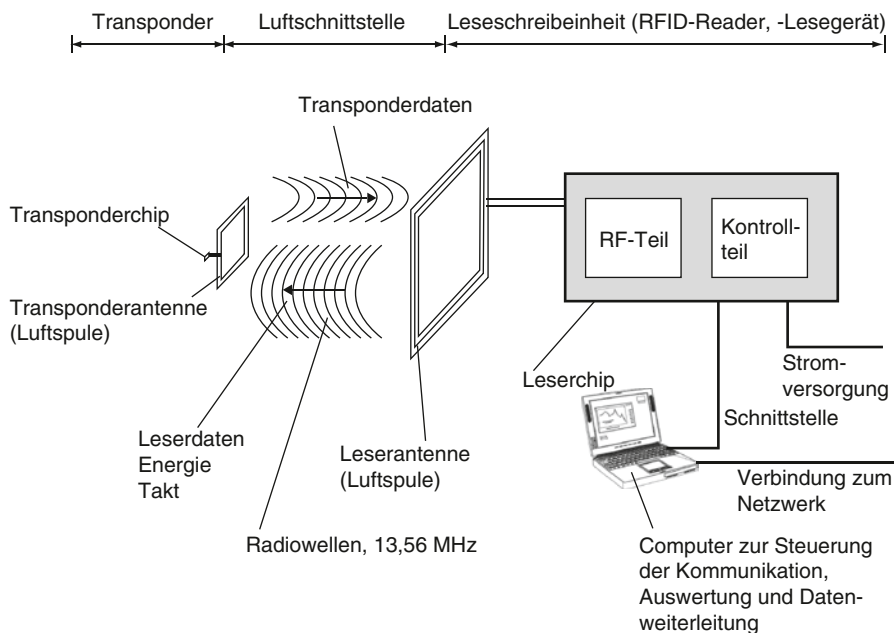


Abb. 2.1 Funktionsweise eines passiven RFID-Systems im Nahfeld [39]

nagement System genannt) gesendet und die Sicherung im Etikett umgeschaltet, so dass am Durchgangsleser (auch Gate genannt, Antennen an einem Eingang zur Diebstahlsicherung) kein Alarm mehr ausgelöst wird.

Im Folgenden wird die Entwicklung der RFID-Systeme zuerst allgemein, anschließend mit dem Schwerpunkt Bibliotheken beschrieben.

2.1 Entwicklung der RFID-Technologie

Es ist schwierig, eine einzelne Keimzelle für den Beginn der RFID-Technologie und ihrer Anwendungen festzulegen, denn es sind mehrere Ausgangspunkte vorhanden. Die *Freund-Feind-Erkennung* für Flugzeuge im zweiten Weltkrieg hat zweifellos eine wichtige Rolle gespielt, gefolgt vom so genannten *Radio-Tracking* von Wildtieren (Abb. 2.2). Eine der wichtigsten technologischen Voraussetzungen war jedoch erst Ende der 70er-Jahre gegeben: Damals hatte der eigentliche Schritt zur Miniaturisierung und massenhaften Herstellung elektronischer Schaltungen auf Chipgröße stattgefunden. Durch die gesunkenen Stückkosten wurden Halbleiter sehr kostengünstig und so war die wichtigste Voraussetzung für die großflächige Anwendung von Transpondern, d. h. für die Kennzeichnung von Millionen einzelner Objekte erfüllt. Zwei weitere Ausgangspunkte werden heute, vermutlich aus Marketinggründen, in der Sekundärliteratur kaum noch erwähnt: in den Laboratorien von Los Alamos und schließlich in den Niederlanden (Universität Waagenin-

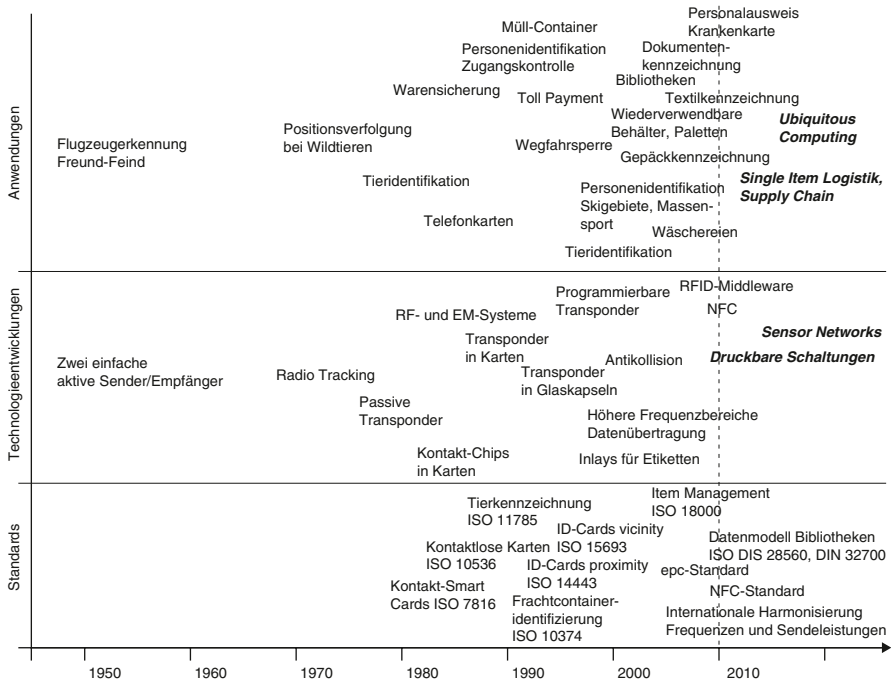


Abb. 2.2 Entwicklung von RFID-Systemen seit 1945 auf drei Ebenen: Standards, Technik und Anwendung

gen) wurden entscheidende Arbeiten für die *Tieridentifikation* mittels RFID durchgeführt, welche wiederum eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung moderner, miniaturisierter Transponder waren. Los Alamos wird kaum erwähnt, weil diesem Ort das Image der Atombombenentwicklung anhaftet und die Tieridentifikation hat mit dem für Innovationen wenig bekannten bäuerlichen Image zu kämpfen. Ein weiterer Ausgangspunkt ist die Entwicklung von kontaktlosen *Smart Cards*, die aus den Telefonkarten hervorgegangen sind.

2.1.1 Anwendungen

Ersten Businessplänen der Halbleiterindustrie zufolge sollten Anfang der 90er-Jahre viele Millionen Nutztiere mit einem Chip unter der Haut (in Form eines kleinen Glasröhrchens) gekennzeichnet werden, um so eine dauerhafte und fälschungssichere Kennzeichnung für die Seuchen- und Qualitätskontrolle zu gewährleisten. Es stellte sich allerdings bald heraus, dass dies kurzfristig nicht durchsetzbar sein würde. Die entsprechende Injektion des Glasröhrchens unter die Haut konnte nicht wie geplant vom Tierhalter selbst, sondern nur vom Tierarzt durchgeführt werden. Die elektronische Tierkennzeichnung ist erst heute, d. h. nach über 15 Jahren, bei Heim-

tieren mit den Glasröhrchen und bei landwirtschaftlichen Nutztieren u. a. mit RFID-Ohrmarken umgesetzt worden. Es mussten also damals, nachdem viel Kapital in die Forschung und Entwicklung geflossen war, neue Amortisationsmöglichkeiten für die RFID-Technologie gesucht werden. Eine der ersten Anwendungen war die elektronische Wegfahrsperrung als Diebstahlsicherung in Motorfahrzeugen. Weitere waren RFID-Tags zur Prozessverfolgung in Produktionslinien und die Ortung von Frachtcontainern. Auch die Identifikation von Müllcontainern zur individuellen Abrechnung der Gebühren gehörte zu den frühen Anwendungen.

Abbildung 2.2 zeigt, wie sich in den 90er-Jahren die Zahl der Anwendungen (in Bibliotheken, Skigebieten, der Logistik usw.) vervielfachte. Als Ziel steht das so genannte „ubiquitous computing“: RFID ist ein Teil der überall um uns herum verteilten kleinen Chips, welche in unsere Alltagsgegenstände eingedrungen sind. Diese Gegenstände werden zunehmend „intelligenter“, d. h. führen selbständig Aktionen aus, reagieren (teilweise mit Sensoren) auf die Änderungen in ihrer Umwelt.

2.1.2 Technologieentwicklungen

Die frühen passiven Transponder arbeiteten vorwiegend im LF-Bereich (Low Frequency $\leq 134,2$ kHz). Aktive Transponder (mit eigener Stromversorgung durch eine Batterie [16]) fanden nur in Nischenmärkten Anwendung, da sie relativ groß und teuer waren und ihre Batterie nur eine begrenzte Lebensdauer aufwies (diese Einschränkung gilt auch heute noch). Eine neue Generation passiver Transponder nutzte schließlich den HF-Bereich (HF: Hochfrequenz) mit einer Frequenz von 13,56 MHz [25]. Durch den Frequenzwechsel war eine der wichtigsten Änderungen der Bauweise und Eigenschaften möglich: Von nun an konnten die Antennen zusammen mit dem Chip in ein flaches Etikett laminiert werden. Zusätzlich konnten durch die Entwicklung von Antikollisions-Algorithmen mehrere Transponder gleichzeitig bzw. selektiv im Lesefeld angesprochen werden. Und schließlich wurden die Speicher dieser RFID-Etiketten wesentlich erweitert und frei beschreibbar. Dadurch wurden die Transponder zu variablen Datenträgern. Die Lesereichweite der neuen HF-Etiketten blieb mit 30–50 cm vergleichbar mit derjenigen der ersten, in Glasröhrchen integrierten LF-Transponder.

Für diese RFID-Etiketten im HF-Bereich eröffneten sich vollkommen neue Anwendungsgebiete, da sie ebenso wie Barcodeetiketten auf jegliche (nichtmetallische), Gegenstände geklebt werden konnten (es gibt allerdings Spezialetiketten für Metalloberflächen). Erste Interessenten für diese Etiketten waren Paketdienste und Fluglinien [39]. Versuche mit dem damaligen Deutschen Paketdienst (DPD) zur Kennzeichnung von Paketen und British Airways zur Kennzeichnung von Fluggepäck zeigten, dass die Technologie ihre erste Bewährungsprobe bestanden hatte [36]. Die Leseraten lagen auch nach mehrmaliger Nutzung nahe 100 % und waren damit deutlich zuverlässiger als die Barcodes. Bei Letzteren lag die Leseraten nach drei Umladevorgängen an den Gepäckbändern alleine durch Abrieb oder Verknitern der Anhängetiketten ca. 30 % tiefer.

Die kontaktlosen Smart Cards sind de facto Transponder – und umgekehrt. Sie entwickelten sich jedoch aus einer anderen Anwendung heraus: den Telefonkarten, welche bereits ab 1984 eingesetzt wurden. Ihnen folgten als kontaktbehaftete Variante EC-Karten, Karten für Krankenkassen oder die SIM-Karten für Mobiltelefone. Die entscheidende Entwicklung waren schließlich die kontaktlosen Smart Cards mit einer RFID-Schnittstelle. Der Bedienungskomfort bei kontaktlosen Karten war gegenüber den Kontaktkarten deutlich höher. Der Trend, Kontaktkarten durch kontaktlose Karten auszutauschen, setzt sich auch heute noch fort, v. a. im öffentlichen Verkehr und bei Zahlungsvorgängen.

1998 wurde am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Chicago ein Auto-ID-Center [8] gegründet. In diesem Center wurde das Thema RFID umfassend für Anwendungen in der Warenlogistik (supply chain management) aufgearbeitet. Die Zusammenarbeit mit der Industrie war sehr eng (mit Firmen wie Walmart, Metro, Marks & Spencer, Gillette, Benetton). Das Auto-ID-Center empfahl die Verwendung höherer Frequenzen im UHF-Bereich (UHF: Ultra High Frequency, 868 MHz in Europa und 915 MHz in den USA), die deutliche Vorteile in der Lesereichweite und der Lesegeschwindigkeit (Datenübertragungsrate) versprachen (s. Kap. 3.1). Außerdem wurde im Speicher des Transponders nur eine eindeutige Nummer abgelegt. Diese wird heute von der Firma GS1 als EPC-Nummer vertrieben und verwaltet (Electronic Product Code, auch GTIN, Global Trade Item Number, Globale Artikelidentnummer). Die Initiative startete damals durch die UCC (Uniform Code Council) und EAN-Organisation (European Article Number), welche später in GS1 zusammengeführt und umbenannt wurden (UCC und EAN waren die Vergabestellen für die Nummernkreise bei Barcodes). Die EPC-Nummer enthält nur wenige direkt verfügbare Informationen. Sie dient dazu weitere, dem Produkt zugeordnete Daten in einer zentralen Datenbank abzurufen.

Durch die Änderungen im Bereich Frequenz und Speicher wurden starke Kostenreduktionen in Aussicht gestellt. Die GS1 sieht auch heute ihre Aufgabe darin, eine zum Barcode ähnliche Nummer zu vergeben, welche zentral registriert ist. Die zentrale Verwaltung der Daten spart zwar Speicher im Transponder, benötigt aber eine permanent verfügbare Infrastruktur, um die zugeordneten Daten abzufragen. Inzwischen werden EPC-Etiketten in breitem Umfang für die Kennzeichnung von Paletten und Transportbehältern in der Zulieferindustrie der Warenhäuser und im US-Militär (DoD, Department of Defense) zur Kennzeichnung von Gütern eingesetzt. Ob und wie die Kennzeichnung allerdings bis hinunter auf die Ebene der Einzelgegenstände (item tagging) vordringt, und ob es sinnvoll ist, alle Anwendungsbereiche einem einheitlichen Nummernschema unterzuordnen, ist einerseits von der Preisentwicklung der Etiketten und der Nummernreservierung, andererseits von den technischen Eigenschaften der jeweiligen Frequenzen abhängig. Es zeichnet sich ab, dass die EPC-Tags mit höheren Frequenzen (UHF) für die Einzelteile in größeren Behältern nur bedingt geeignet sind und gleichzeitig die Preise für die Etiketten (UHF und HF) fallen. Viele Wirtschaftsbereiche (Militär, Medizin, Produktion etc.) unterhalten traditionell ihre eigenen Nummernkreise und sind somit nicht auf eine zusätzliche Institution zur Verwaltung angewiesen (siehe auch geschlossene und offene Systeme [39]).

Die Transponder diversifizierten sich mit der Zeit immer stärker in verschiedenste Bauformen Transponder für unterschiedliche Umweltbedingungen. Gleichzeitig wurden notwendige Software-Programme für die neuen Anwendungen entwickelt. Die Transponder waren, wie bereits erwähnt, zu Beginn nur einfache Träger einer Identitätsnummer – heute sind es über Funk ansprechbare Datenträger mit einer Kapazität bis zu 10 kB bei Smart Cards, teilweise sogar mit eigenen Prozessoren.

2.1.3 Standards

Der Zunahme an Anwendungen und der rasanten Technologieentwicklung folgten auch umfangreiche Standardisierungsarbeiten. Es wurden Protokolle für die Luftschnittstelle (Kommunikation zwischen Transponder und Leser) und maximale Sendeleistungen für verschiedene Frequenzen festgelegt.

Die Standardisierung der Luftschnittstelle war eine der wichtigsten Forderungen der Kunden, da bei den hohen zu erwartenden Stückzahlen pro Anwendung (mehrere hundert Mio. Stück pro Jahr allein beim Fluggepäck) bereits eine Mehrlieferanten-Strategie für die Käufer zwingend erforderlich war.

Während die Prioritäten bei der Kennzeichnung von Gegenständen eher bei der *Lesereichweite und Antikollision* lagen, stand bei den kontaktlosen Smart Cards die Möglichkeit zur *Datenspeicherung und Verschlüsselung* im Vordergrund, um z. B. Missbrauch zu vermeiden. Für Smart Cards wurden zwei Standards entwickelt, der ISO 15693 Standard für Vicinity Cards (mit ca. 30 cm Lesereichweite und Pulklesefähigkeit) und der ISO 14443 Standard für Proximity Cards (mit < 10 cm Lesereichweite und Einzellesung). ISO 15693 wurde für die RFID-Etiketten übernommen und ist heute der wichtigste Standard im Bereich Bibliotheken und vielen anderen Anwendungen.

Auch die IATA (International Air Transport Association) befasste sich intensiv mit der Thematik RFID in der Gepäckerkennung und empfahl zunächst Etiketten an Fluggepäckanhängern im HF-, später auch im UHF-Bereich [22]. Allerdings hat sich RFID bis heute beim Fluggepäck noch nicht flächendeckend durchsetzen können. Die Gründe dafür liegen weniger in technischen als vielmehr in organisatorischen Problemen (weltweite Einführung in allen Flughäfen etc.).

Aktuelle Standardisierungen wie Datenmodelle für Bibliotheken oder NFC (Near Field Communication) werden in gesonderten Kapiteln detailliert behandelt (s. Kap. 9 und 11).

Bevor wir uns in den folgenden Kapiteln der RFID-Technologie und der eigentlichen Anwendung in Bibliotheken zuwenden, sollen ein paar Thesen zu den Eigenschaften von RFID herausgestellt werden, die sich aus der oben aufgezeigten Entwicklung und der ständigen Suche nach neuen Anwendungsfeldern ergeben haben.

1. RFID ist eine *Schlüsseltechnologie innerhalb der Telekommunikation* bzw. der *Wireless Technologies* geworden (Abb. 2.3). RFID ist nicht nur auf die Kommunikation Mensch zu Mensch beschränkt wie beim Telefon oder Mobilfunk, sondern die Kommunikation findet zunehmend auch zwischen Mensch–Maschine

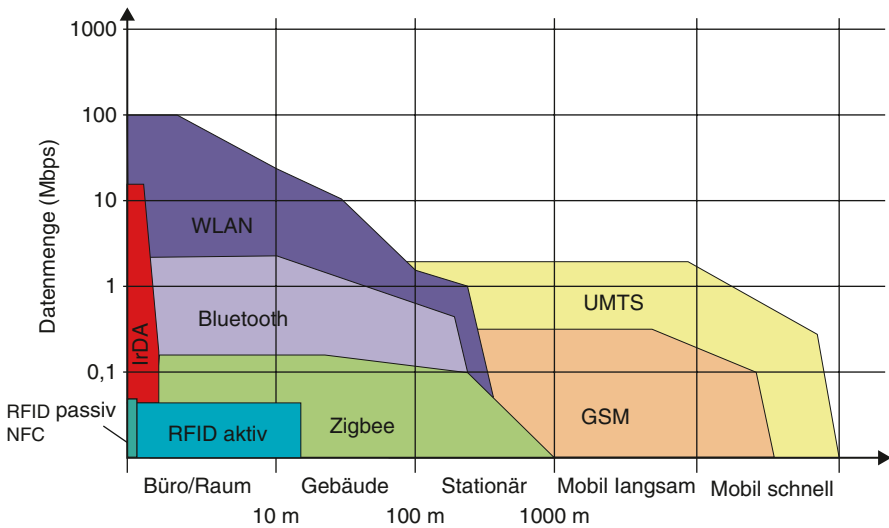


Abb. 2.3 Stellung von RFID innerhalb der Wireless-Technologies. (Ergänzt nach Wollert [62])

und Maschine–Maschine statt. Und im Zusammenspiel mit den anderen Wireless Technologies ergibt sich eine beliebige Skalierbarkeit der Lesereichweite, vom direkten Kontakt(-chip) bis hin zum Satellit.

- Die Anfang 2000 erstmals bekannt gewordene Vision vom *Internet der Dinge* erscheint aus heutiger Sicht zwar als ein allumfassendes Gesamtkonzept, es ist aber auch noch unvollständig. In der ursprünglichen Idee aus dem MIT stand lediglich die Identifikation der Objekte im Zentrum, mit der die Erkennung von Gegenständen plötzlich barrierefrei erfolgte und eine hohe Granularität, d. h. Auflösung in der Abbildung der Sachwelt in der IT-Welt, ermöglichte [17, 18]. Auch der Einsatz von Sensoren und sogar Sensornetzwerken wird diskutiert. Die Funktion von Transpondern als *dezentrale Datenträger* ist heute aber eine *erweiterte* Sichtweise, d. h. RFID-Tags haben sich zu über Funk beschreibbaren Datenträgern entwickelt. Sie gehen damit über die ursprüngliche Funktion der reinen Identifikation von Personen, Tieren und Objekten weit hinaus. Im Unterschied zu bekannten Datenspeichern wie Festplatten oder USB-Sticks ist die Kapazität der Transponder jedoch stark begrenzt (typischerweise nur 1–2 kbit). Der Datenspeicher ist aber der gleiche wie er in der PC-Welt anzutreffen ist, nämlich ein EEPROM.

RFID macht Objekte „intelligent“. Das MIT und die Universität St. Gallen waren 2001 starke Promotoren der Vision vom Internet der Dinge. Dies ist eine Welt, in der die physischen Dinge (und Lebewesen) mit der Informationsebene ständig verbunden (online) sind. Die Maschinen kommunizieren untereinander und die Menschen erhalten auf der Informationsebene ein vollständiges und hoch auflösendes Abbild der Realität. Der Benutzer sieht in dieser Informationsebene, wo sich jedes einzelne Objekt oder Lebewesen in Echtzeit befindet. So wie wir

heute Google benutzen, um Links im Internet zu suchen oder mit Google Earth in jeden Winkel der Welt hineinzoomen, so werden wir RFID benutzen, um Objekte und Lebewesen in der realen Welt zu finden.

Soweit die Definition und die Vision. Tatsächlich wird RFID heute bereits in vielen Anwendungen eingesetzt, die aber allesamt noch weit entfernt sind von der oben genannten Vision. Sie erfüllen stets einfache, klar umgrenzte Aufgaben. Und diese sind nicht die Verknüpfung von Allem mit Jedem, sondern alltägliche Aufgaben, wie die Identifikation einer Person an einer Tür, eines Autoschlüssels am Lenkrandschloss, eines Skifahrers an der Durchgangsschranke des Skilifts usw. Es ist nicht die Vision der weltweiten und totalen Transparenz und Steuerung mit Orwell'schen Szenarien, sondern einfache, innerbetriebliche und in sich geschlossenen Anwendungen.

3. RFID wirkt sich nicht nur darin aus, dass die Transparenz von Versorgungsketten oder der Verfügbarkeit von Teilen aus Lagern verbessert wird oder dass Fälschungen schwieriger herzustellen sind: RFID-Anwendungen *verändern direkt die Arbeitsprozesse*. Die Bibliotheksanwendung ist in dieser Beziehung eine der augenfälligsten, da sehr viele Arbeiten vollständig verändert werden oder sogar ganz entfallen. Die notwendige Umstellung von Arbeitsprozessen ist sehr anspruchsvoll. Daher dauert die Einführung von RFID in vielen Bereichen der Industrie auch viel länger als erwartet. Und daher verschätzen sich auch viele Firmen, die bereits in RFID investiert haben, in den Kosten für die Entwicklung der Anwendungen und die spätere Integration.

In Abb. 2.3 wird deutlich, wo RFID innerhalb der Wireless Technologies einzuordnen ist. Es deckt einen kleinen Bereich unter 10 m Lesereichweite und mit sehr geringen Datenvolumina ab. Ihr Hauptvorteil gegenüber allen anderen Technologien liegt in dem vielfältigen Angebot an Bauformen, den tiefen Stückkosten und dadurch günstigen Preis-Leistungsverhältnis. Wichtig ist aber auch zu verstehen, dass sich durch die Kombination verschiedener Wireless-Technologien fast alle Kommunikationsdistanzen überbrücken lassen. So wird beispielsweise ein NFC-Handy an ein RFID-Etikett gehalten. Dieses übernimmt die darin gespeicherte Information und transferiert sie über GSM an eine zentrale Datenbank. Das NFC-Handy erhält von dieser Datenbank gewisse Berechtigungsschlüssel. Damit kann direkt am Plakat sofort das entsprechende (virtuelle) Ticket für ein Konzert gekauft werden. Dieses Ticket wird auf dem Handy gespeichert und am Konzertabend am Eingang geprüft.

2.2 Entwicklung des RFID-Einsatzes in Bibliotheken

Die Selbstverbuchung zur Ausleihe in Bibliotheken ist kein neues Thema und existiert nicht erst, seit die RFID-Technologie zur Verfügung steht [31–35, 40, 59, 61]. Bereits Anfang der 90er Jahre waren Systeme auf dem Markt, die eine Selbstverbuchung auf der Basis von Barcode-Verbuchung und EM-Sicherung (elektromagnetische Sicherung) ermöglichten. Allerdings gab es dabei zwei gravierende Nachteile:

1) Die Barcode-Etiketten mussten auf der Außenseite der Medien in einem definierten, eng begrenzten Bereich angebracht sein. 2) Für die De- bzw. Reaktivierung der Sicherung war das Verschieben des Mediums auf der Arbeitsplatte über einen Magneten erforderlich. Letzterer Vorgang war den meisten Bibliothekskunden nicht vermittelbar.

Eine Rücknahme der Medien mit anschließender automatischer Sortierung wurde in Europa erstmals in Dänemark in den Zentralbibliotheken von Aarhus und Kopenhagen realisiert (2003/2004). Im gleichen Zeitraum bezogen die Stadtbibliotheken von Wien und Winterthur, sowie die Universitätsbibliothek Luzern und Leuven (Brüssel) Neubauten. Auch die Hauptbibliothek in Stuttgart begann durch den RFID-Einsatz die Routinearbeiten zu rationalisieren. In diesen Bibliotheken war mit einem starken Anstieg der Besucher- und Ausleihzahlen zu rechnen; gleichzeitig war aber absehbar, dass hierfür die Personaldecke nicht ausreichen würde.

Mit der Verfügbarkeit der RFID-Technologie, die vor 2004 nur vereinzelt in Singapur und in den USA eingesetzt wurde, entfiel die umständliche Handhabung der Medien bei der Selbstverbuchung: die Verbuchung und die De- bzw. Reaktivierung der Sicherung für die Nutzer wurde in einen einzigen Schritt zusammengefasst. Die Bibliotheken in Wien und Stuttgart entschieden sich, die Selbstverbuchung mit RFID nur für die Ausleihe einzuführen. Winterthur ging dagegen einen Schritt weiter und führte auch die Rücknahmeverbuchung mittels RFID ein (allerdings aus Platzgründen ohne nachfolgende automatische Sortierung [44]). Die Münchner Stadtbibliothek realisierte die bis dato umfangreichste RFID-Lösung: dort wurde 2006 die Selbstverbuchung in der Ausleihe und Rücknahme und Sortierung vollständig eingeführt. Die Umstellung aller 24 assoziierten Stadtteilbibliotheken und der Zentralbibliothek erfolgte binnen vier Jahren.

In den folgenden beiden Jahren zogen eine ganze Reihe von Bibliotheken nach, darunter große Büchereien wie jene in Hamburg, aber auch viele Bibliotheken in kleineren Städten. Ein besonderes Kapitel sind die Bibliotheken von Fachhochschulen und Universitäten: Manche stellten relativ früh Selbstverbuchungsautomaten auf, ohne jedoch die Studenten konsequent dorthin zu verweisen. Andere nutzten die Möglichkeiten voll, inklusive der 24-Stunden-Rückgabe, sofern es die baulichen Gegebenheiten erlaubten. Beispiele dafür sind die Bibliotheken der Universität Leuven, der Fachhochschulen Augsburg, Regensburg und Wildau sowie die Universitätsbibliothek Karlsruhe.

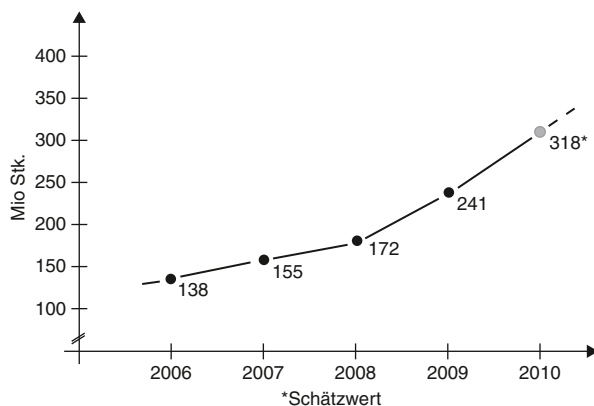
Aber auch Bibliotheken, deren Schwerpunkt nicht auf der Ausleihe lag, fanden mit Hilfe von RFID interessante Möglichkeiten, bestimmte Arbeitsabläufe zu verbessern. So entschied die Bayerische Staatsbibliothek im Jahre 2007, vorrangig nur die Bestände ihres Lesesaals mit RFID-Etiketten auszustatten. Das Ziel lag in der Sicherung sowie im Auffinden falsch eingeordneter Medien, nicht in der Selbstverbuchung.

Die Einschätzung, wie viele Bibliotheken heute bereits RFID einsetzen (Tab. 2.1), ist schwierig, da die Systemanbieter teilweise nur Hauptbibliotheken einer Stadt als Referenz angeben, teilweise aber auch jede einzelne Filialbibliothek aufführen. Dies führt zu einer starken Unsicherheit der Schätzungen. Hinzu kommt die Vermischung zwischen reinen RFID-Bibliotheken und solchen mit Hybridsystemen, d. h.

Tab. 2.1 Geschätzte Anzahl der Bibliotheken mit RFID. ([21, 60], Angaben Halbleiterindustrie anonym, eigene Schätzungen)

	2003	2006	2009
USA/Kanada	168	484	
Europa	24	360	
Asien	1	10	
Australien	21	30	
Deutschland/Österreich/Schweiz	5	40	300
Weltweit	219	924	ca. 1300

Abb. 2.4 Anzahl der im Bibliotheksbereich abgesetzten RFID-Chips. (Quelle: Halbleiterhersteller, anonym)



der Kombination von RFID mit EM-Streifen. Diese wurde von einem einzelnen Systemanbieter als Übergangslösung für Bibliotheken propagiert, welche bereits EM-Streifen einsetzen. Darauf ist vermutlich die hohe Zahl an RFID-Bibliotheken 2003 in den USA zurück zu führen.

Am besten lässt sich der zunehmende Trend für den RFID-Einsatz in Bibliotheken an der Anzahl der eingesetzten RFID-Chips ablesen (Abb. 2.4).

Die Statistik der bereits bestehenden und potenziellen RFID-Bibliotheken lässt sich durchaus detaillierter betrachten. In wissenschaftlichen Arbeiten sind zahlreiche Umfragen durchgeführt worden, u. a. zur Akzeptanz und Verbreitung von RFID in Bibliotheken (Arbeiten von Raith [54], Zahn [63], Beinhorn [7], Keller [30]).

Aus diesen Analysen leitet sich zusammengefasst ab, dass zwei Drittel der Kosten in Bibliotheken durch Personalkosten bedingt sind. Bibliotheken werden daher, angesichts der notorisch knappen Budgets öffentlicher Einrichtungen, zunehmend zu Rationalisierungsmassnahmen gezwungen. Umso wichtiger erscheint es, dass sie auch aus der breiten Palette der verfügbaren RFID-Technologien die am besten geeigneten Komponenten auswählen.