

RFID im Bibliothekswesen: Analyse und Handlungsempfehlungen für deutsche Bibliotheken

Tobias Jatzen

Suggested citation:

Jatzen, Tobias. 2025. "RFID im Bibliothekswesen: Analyse und Handlungsempfehlungen für deutsche Bibliotheken." Hannover: Hochschule Hannover. <https://doi.org/10.25968/opus-3803>.

Abstract

Diese Bachelorarbeit analysiert die Anwendung und Auswahl von RFID-Technologien im deutschen Bibliothekswesen mit dem Ziel, deutschen Bibliotheken eine fundierte Entscheidungsgrundlage für den effizienten Einsatz von RFID-Technologien zu geben.

Im Fokus stehen die beiden dominierenden Frequenzbereiche High Frequency (HF, 13,56 MHz) und Ultra High Frequency (UHF, 860–960 MHz), deren technische Spezifikationen, Einsatzszenarien und normative Grundlagen systematisch verglichen werden. Durch eine Kombination aus Literaturanalyse und einer kriterienorientierten Nutzwertanalyse werden praxisrelevante Entscheidungshilfen für Bibliotheken entwickelt. Zusätzlich werden Datenschutz- und Sicherheitsaspekte gemäß DSGVO berücksichtigt sowie Integrationsfragen mit bestehenden Bibliothekssystemen beleuchtet. Die Arbeit bietet einen umfassenden Marktüberblick sowie Handlungsempfehlungen zur technologiebezogenen Auswahl und Implementierung von RFID-Systemen, wobei spezifische Strategien für Öffentliche und Wissenschaftliche Bibliotheken herausgearbeitet werden.

Terms of use

CC BY 4.0

This document is made available under these conditions:
Creative Commons - CC BY - Namensnennung 4.0 International
For more information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>



Hochschule Hannover
Fakultät III – Medien, Information und Design
Abteilung Information und Kommunikation

RFID im Bibliothekswesen: Analyse und Handlungsempfehlungen für deutsche Bibliotheken

Bachelorarbeit

im Studiengang Informationsmanagement berufsbegleitend

vorgelegt von

Tobias Jatzen

Matrikelnummer:

1708808

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Klaus Gantert

Zweitgutachter: Herr Prof. Dr. Andreas Walker

Rösrath, den 01.12.2025

Selbstständigkeitserklärung

„Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die eingereichte Bachelorarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

KI-Anwendungen, die ich als Hilfsmittel verwendet habe, habe ich im Anhang A meiner Arbeit dokumentiert. Daraus geht hervor, welche KI-Anwendung ich für die dort angegebenen Zwecke in den genannten Teilen der Arbeit eingesetzt habe.“

Rösrath, den 01.12.2025

(Tobias Jatzen)

Abstract

Diese Bachelorarbeit analysiert die Anwendung und Auswahl von RFID-Technologien im deutschen Bibliothekswesen mit dem Ziel, deutschen Bibliotheken eine fundierte Entscheidungsgrundlage für den effizienten Einsatz von RFID-Technologien zu geben.

Im Fokus stehen die beiden dominierenden Frequenzbereiche High Frequency (HF, 13,56 MHz) und Ultra High Frequency (UHF, 860–960 MHz), deren technische Spezifikationen, Einsatzszenarien und normative Grundlagen systematisch verglichen werden. Durch eine Kombination aus Literaturanalyse und einer kriterienorientierten Nutzwertanalyse werden praxisrelevante Entscheidungshilfen für Bibliotheken entwickelt. Zusätzlich werden Datenschutz- und Sicherheitsaspekte gemäß DSGVO berücksichtigt sowie Integrationsfragen mit bestehenden Bibliothekssystemen beleuchtet. Die Arbeit bietet einen umfassenden Marktüberblick sowie Handlungsempfehlungen zur technologiebezogenen Auswahl und Implementierung von RFID-Systemen, wobei spezifische Strategien für Öffentliche und Wissenschaftliche Bibliotheken herausgearbeitet werden.

This bachelor thesis analyzes the application and selection of RFID technologies in German libraries with the aim of providing German libraries with a sound basis for decision-making regarding the efficient use of RFID technologies.

The focus is on the two dominant frequency ranges, high frequency (HF, 13.56 MHz) and ultra-high frequency (UHF, 860–960 MHz), whose technical specifications, application scenarios, and normative foundations are systematically compared. A combination of literature analysis and criteria-oriented utility analysis is used to develop practical decision-making aids for libraries. In addition, data protection and security aspects in accordance with the GDPR are taken into account and integration issues with existing library systems are examined. The work offers a comprehensive market overview and recommendations for action regarding the technology-related selection and implementation of RFID systems, with specific strategies for public and academic libraries being developed.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
1. Einleitung.....	1
2. Theoretische und technische Grundlagen.....	3
2.1 RFID-Technologie: Funktionsweise und Frequenzbereiche.....	3
2.2 Standards und Normierung.....	6
2.3 Entwicklung im Bibliothekswesen.....	7
3. Methodisches Vorgehen.....	10
3.1 Forschungsdesign.....	10
3.2 Festlegung der Untersuchungsphasen.....	10
3.3 Wahl der Forschungsmethode.....	11
3.4 Definition der untersuchten Merkmale.....	12
3.5 Durchführung der Untersuchung.....	13
3.6 Datenauswertung.....	14
4. Technologievergleich HF vs. UHF.....	14
4.1 Technische Spezifikationen nach Standards.....	15
4.1.1 HF-RFID Standards.....	15
4.1.2 UHF-RFID Standards.....	20
4.2 Einsatzbereiche und Anwendungsszenarien.....	22
4.2.1 HF-RFID.....	22
4.2.2 UHF-RFID.....	24
4.2.3 Entscheidungskriterien für HF- und UHF-RFID.....	26
5. Marktanalyse und Anbietervergleich.....	29
5.1 Übersicht verfügbarer Lösungen.....	29
5.1.1 EasyCheck.....	29
5.1.2 Bibliotheca RFID.....	30
5.1.3 Novatec Germany GmbH.....	32
5.1.4 Nexbib.....	32
5.2 Systematische Bewertung nach Produktportfolio.....	33
5.3 Technologietrends und strategische Positionierung.....	34
6. Integration und Implementierungsaspekte.....	36
6.1 Schnittstellen und Protokolle.....	37
6.2 Datenmodelle und Metadaten.....	39

6.3 Kompatibilität und Implementierungsaspekte mit bestehenden Systemen	43
7. Datenschutz und Sicherheit	48
7.1 Rechtliche Rahmenbedingungen (DSGVO)	48
7.2 Technische Sicherheitsmaßnahmen	49
7.3 Risikobewertung und Schutzkonzepte	50
8. Auswahlkriterien für RFID-Technologien für Bibliotheken	51
8.1 Implementierungsstrategien für Öffentliche und Wissenschaftliche Bibliotheken	58
8.1.1 Öffentliche Bibliotheken	58
8.1.2 Wissenschaftliche Bibliotheken	60
8.2 Best Practices und Erfolgsfaktoren	61
9. Fazit und Ausblick	68
Literaturverzeichnis	71
Anhänge	77
Anhang A - Dokumentation KI-Anwendung	77
Anhang B - Rechnungen der Stadtbibliothek Langenfeld	78

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundaufbau von RFID-Systemen in Bibliotheken. (Eigene Grafik)	4
Abbildung 2: RFID-Frequenzen im deutschen Bibliothekswesen (Eigene Grafik)	5
Abbildung 3: RFID-Verbuchung in deutschen Öffentlichen Bibliotheken (Eigene Grafik)	9
Abbildung 4: Großer HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)	16
Abbildung 5: Großer durchsichtiger HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)	17
Abbildung 6: Kleiner HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)	17
Abbildung 7: Kleiner durchsichtiger HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)	18
Abbildung 8: Mittelgroßer HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)	18
Abbildung 9: Großer durchsichtiger HF-RFID Tag für Discs (Eigene Grafik)	19
Abbildung 10: Kleiner HF-RFID Tag für Discs (Eigene Grafik)	19
Abbildung 11: UHF-RFID Tag (Eigene Grafik)	21
Abbildung 12: UHF- und HF-RFID Kombination Tag (Eigene Grafik)	27

Abkürzungsverzeichnis

AC -	Alternating Current (Wechselstrom)
BMS -	Bibliotheksmanagementsystem
dB -	Dezibel
DBS -	Deutsche Bibliotheksstatistik
DC -	Direct Current (Gleichstrom)
DSGVO -	Datenschutz-Grundverordnung
ETSI -	European Telecommunications Standards Institute
HF -	High Frequency (13,56 MHz)
ID -	Identifikator
IT -	Informationstechnik
kg -	Kilogramm
kHz -	Kilohertz
kbit -	Kilobit pro Sekunde
ISO -	International Organization for Standardization
LF -	Low Frequency (125–134 kHz)
LMS -	Library Management System
MHz -	Megahertz
Mm -	Millimeter
mW -	Milliwatt
NCIP -	NISO Circulation Interchange Protocol
OID -	Object Identifier
RFID -	Radio Frequency Identification
SIP2 -	Standard Interchange Protocol 2
TLV-	Type Length Value
UHF-	Ultra High Frequency (860–960 MHz)
V -	Volt
VDI -	Verein Deutscher Ingenieure
W -	Watt

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswertung DBS zur RFID Nutzung in deutschen Öffentlichen Bibliotheken	8
Tabelle 2: Technische Unterschiede zwischen HF und UHF	28
Tabelle 3: Kriterienmatrix zur systematischen Bewertung von RFID-Systemen in Bibliotheken	53

1. Einleitung

Radio Frequency Identification (RFID) hat sich im Bibliothekswesen als Schlüsseltechnologie etabliert. Die RFID-Technologie hat die Abläufe wie Ausleihe, Rückgabe und Inventarisierung durch kontaktlose Medienerfassung, Stapelverarbeitung und umfassende Automatisierung erheblich erleichtert.¹ Vor dem Hintergrund eines umfassenden digitalen Transformationsprozesses in der deutschen Bibliothekslandschaft, geprägt durch veränderte Nutzungsgewohnheiten, gestiegene Serviceerwartungen der Nutzer und technologische Innovationen, kommt ihr eine zentrale Rolle zu. Der deutsche RFID-Bibliotheksmarkt zeichnet sich durch eine heterogene Technologielandschaft aus, in der die drei Frequenzbereiche Low Frequency (LF, 125–134 kHz), High Frequency (HF, 13,56 MHz) und Ultra High Frequency (UHF, 860–960 MHz) um Marktanteile konkurrieren.² Zudem agieren verschiedene Anbieter wie EasyCheck, Bibliotheca RFID, Novatec und Nexbib mit unterschiedlichen technologischen Schwerpunkten und Systemarchitekturen auf dem Markt.³ Die genannten Anbieter setzen hierbei auf verschiedene RFID-Frequenzen bei ihren Produkten. Diese Vielfalt bringt für Bibliotheken spezifische Herausforderungen mit sich. Als Beispiel seien hier fehlende Entscheidungskriterien zur Auswahl geeigneter RFID-Technologien und fehlende fundierte Kosten-Nutzen-Analysen genannt. Die Integration in bestehende Library Management Systems (LMS) gestaltet sich aufgrund der uneinheitlichen Standards komplex und datenschutzrechtliche Anforderungen nach DSGVO verlangen eine sorgfältige Berücksichtigung.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, praxisnahe und technisch fundierte Kriterien zu entwickeln, die deutschen Bibliotheken die Auswahl geeigneter RFID-Lösungen erleichtert. Dabei werden aktuelle Marktentwicklungen und verfügbare Technologien berücksichtigt. Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit lautet:

Wie können deutsche Bibliotheken die verschiedenen RFID-Technologien für Verbuchungs-, Sicherungs- und Inventarisierungsprozesse systematisch bewerten und welche praxisorientierten Handlungsempfehlungen zur Auswahl und zur Einführung lassen sich unter Berücksichtigung der neuesten Technologieentwicklungen und Anbieterstrategien ableiten?

¹ vgl. Kern Christian. (2011), S. 10-12

² vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429

³ Aussteller in der Firmenausstellung auf dem 9. Bibliothekskongress 2025 in Bremen

Ausgehend von der zentralen Forschungsfrage lassen sich die folgenden Teilfragen ableiten:

Teilfrage 1: Welche technischen und anwendungsbezogenen Unterschiede bestehen zwischen HF- und UHF-Technologien im Bibliothekskontext, und wie differieren die spezifischen Charakteristika der verfügbaren Marktangebote?

Teilfrage 2: Wie gestaltet sich die Integration in bestehende Bibliotheksmanagementsysteme hinsichtlich Schnittstellen, Protokollen und Datenmodellen?

Teilfrage 3: Welche Anforderungen ergeben sich aus Datenschutz und IT-Sicherheit für die verschiedenen Technologien unter besonderer Berücksichtigung der DSGVO-Konformität?

Teilfrage 4: Welche wirtschaftlichen Aspekte sind bei der Technologieauswahl zu berücksichtigen, und wie entwickeln sich Total-Cost-of-Ownership-Modelle⁴ für verschiedene Bibliothekstypen?

Die Arbeit widmet sich insbesondere der Aktualisierung veralteter Marktanalysen, dem Vergleich von LF-, HF- und UHF-Technologien sowie der Entwicklung praxisorientierter Entscheidungshilfen für Bibliotheken. Methodisch gliedert sich die Untersuchung in vier aufeinander aufbauende Phasen:

- Einer systematischen Literaturrecherche,
- Einer vergleichenden Technologieanalyse,
- Einer kriterienbasierten Bewertung,
- Sowie der abschließenden Entwicklung von Handlungsempfehlungen.

Nach der Darlegung der theoretischen und technischen Grundlagen in Kapitel 2 sowie der Methodik in Kapitel 3 erfolgt ein Vergleich der HF- und UHF-Technologien in Kapitel 4. Kapitel 5 analysiert den aktuellen deutschen Markt, Kapitel 6 behandelt Integrations- und Implementierungsaspekte. Datenschutz und Sicherheitsanforderungen werden in Kapitel 7 betrachtet. Kapitel 8 fasst konkrete Handlungsempfehlungen zusammen, bevor Kapitel 9 die wesentlichen

⁴ vgl. Springer Gabler Verlag (Hrsg.)

Erkenntnisse abschließend zusammenführt. Damit leistet die Arbeit sowohl einen wissenschaftlichen Beitrag zum aktuellen Status Quo der RFID-Technologie als auch einen praktischen Nutzen für Bibliotheken, indem sie eine fundierte Grundlage für die technologiebezogene Entscheidungsfindung und Anbieterauswahl bietet.

2. Theoretische und technische Grundlagen

RFID stellt eine moderne, kontaktlose Methode zur automatischen Identifikation von Objekten dar, die in verschiedenen Frequenzbereichen unterschiedliche Eigenschaften und Potenziale mit sich bringt.⁵ Dieses Kapitel legt die inhaltliche Grundlage für die folgende Arbeit, indem es die Funktionsweise der RFID-Technologie, die relevanten Frequenzbereiche und die wichtigsten Normen erläutert. Ein historischer Überblick gibt einen Einblick in die Entwicklung und Verbreitung von RFID im Bibliothekskontext, um das Verständnis für den aktuellen Stand der Technik zu vertiefen.

2.1 RFID-Technologie: Funktionsweise und Frequenzbereiche

RFID basiert auf der kontaktlosen Datenübertragung zwischen einem Transponder (Tag) und einem Lesegerät (Reader) mittels elektromagnetischer Wellen⁶. Im Gegensatz zu optischen Identifikationssystemen wie Barcodes ermöglicht RFID die gleichzeitige Erfassung mehrerer Medien ohne direkte Sichtverbindung und bietet erweiterte Funktionalitäten wie Schreib- und Löschvorgänge oder das Erstellen von Medienpaketen⁷.

In Abbildung 1 wird die Grundstruktur von RFID-Systemen mit den einzelnen Komponenten eines RFID-Systems dargestellt, welches sich aus drei Elementen zusammensetzt: dem Transponder (Tag), welcher die zu identifizierenden Informationen speichert, dem Lesegerät (Reader), welches die Kommunikation mit dem Tag initiiert, sowie einer Middleware, welche eine Schnittstelle zwischen dem RFID-Reader und der Anwendungssoftware bildet. Die Anwendungssoftware, welche in diesem Fall das LMS darstellt, ist für die Verarbeitung und Weiterleitung der erfassten Daten zuständig. Die elektromagnetischen Wellen werden in bestimmten Frequenzen vom RFID-Reader gesendet. Der Transponder enthält einen Mikrochip zur

⁵ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S.429

⁶ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S.429; Stoyanova, Tonka. (2015)

⁷ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S.433-435

Datenspeicherung und eine Antenne für die Funkübertragung. Es wird zwischen passiven Tags und aktiven Tags unterschieden. Passive Tags beziehen ihre Energie aus dem elektromagnetischen Feld des Lesegeräts, während aktive Tags über eine eigene Energieversorgung wie zum Beispiel eine Batterie verfügen. Ein Datenaustausch findet beidseitig zwischen RFID-Reader und RFID-Tag statt.⁸

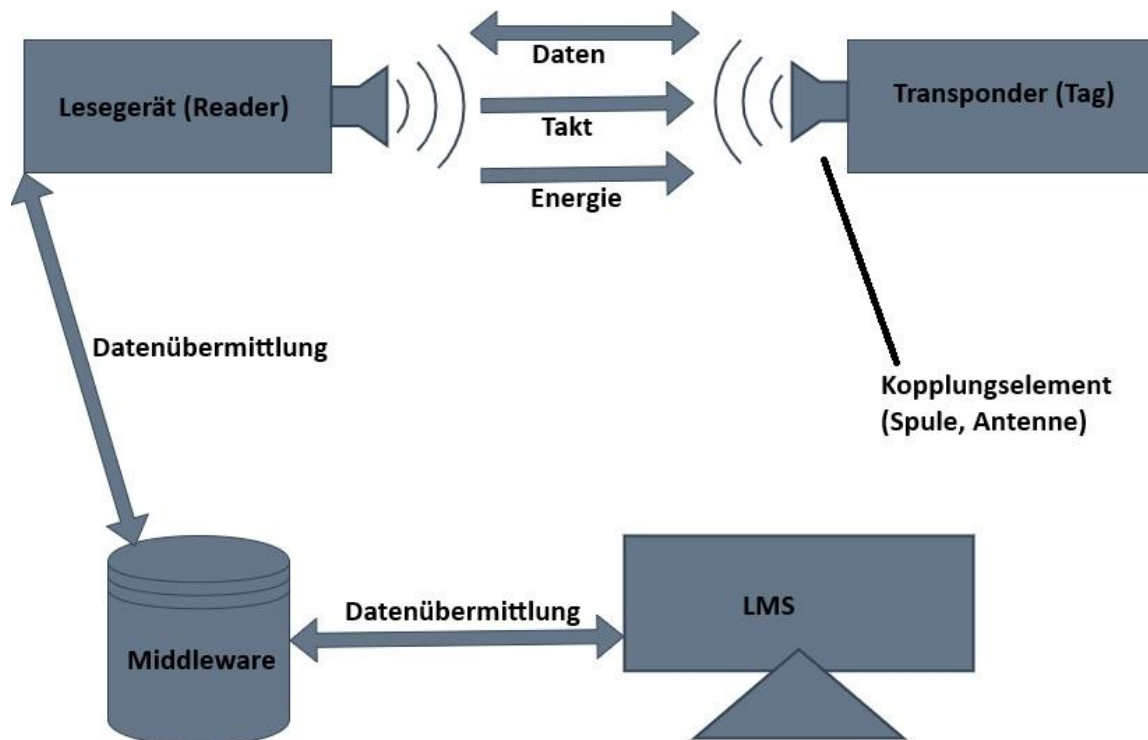


Abbildung 1: Grundaufbau von RFID-Systemen in Bibliotheken. (Eigene Grafik)

Für Bibliotheksanwendungen sind drei Frequenzbereiche relevant, die sich in ihren physikalischen Eigenschaften und Anwendungscharakteristika erheblich unterscheiden. Die in Abbildung 2 dargestellte Übersicht über die im deutschen Bibliothekswesen genutzten RFID-Frequenzen präsentiert die verschiedenen eingesetzten Frequenzbandbereiche:

- Low Frequency (LF)-Systeme operieren im Frequenzbereich von 125 bis 134 kHz und nutzen die induktive Kopplung im Nahfeld. Die geringe Reichweite von wenigen Zentimetern und die Unempfindlichkeit gegenüber metallischen

⁸ vgl. Finkenzeller, Klaus (2023), S.11

Gegenständen begrenzen jedoch den Einsatz in Bibliotheken auf spezielle Anwendungsfälle.⁹

- High Frequency (HF)-Systeme arbeiten bei einer Frequenz von 13,56 MHz und nutzen die induktive Kopplungstechnik. Dadurch erreichen sie eine Lesereichweite von bis zu 0,8 Meter. Diese Technologie hat sich im Bibliothekswesen etabliert und zeichnet sich durch eine ausgereifte Standardisierung sowie bewährte Implementierungserfahrungen aus. Die Analyse von HF-Tags offenbart nur eine moderate Beeinflussung durch Materialien und demonstriert die zuverlässige Erfassung von Medien in diversen Bibliotheksumgebungen.¹⁰
- Ultra High Frequency (UHF)-Systeme operieren im Frequenzbereich von 860-960 MHz und nutzen elektromagnetische Fernfeldkopplung. Diese Technologie ermöglicht signifikant größere Lesereichweiten von mehreren Metern und die simultane Erfassung größerer Mengen von Tags. Allerdings erfordern UHF-Systeme aufgrund ihrer höheren Empfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen und Materialien eine sorgfältigere Implementierungsplanung.¹¹

RFID-Technologie	Frequenzbereich	Reichweite	Lesegeschwindigkeit
LF RFID	125 – 134 kHz	Bis zu 0,1 Meter	Geringe Lesegeschwindigkeit
HF RFID	13,56 MHz	Bis zu max. 0,8 Meter	Höher als bei LF
UHF RFID	865 – 928 MHz	Bis zu 12 Meter	Sehr hoch

Abbildung 2: RFID-Frequenzen im deutschen Bibliothekswesen (Eigene Grafik)

⁹ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429

¹⁰ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429

¹¹ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429

2.2 Standards und Normierung

Die internationale Standardisierung von RFID-Systemen im Bibliothekswesen erfolgt primär durch die ISO 28560-Familie, die ein einheitliches Datenmodell für Bibliotheks-Tags definiert und Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellern gewährleisten soll. Diese Normenfamilie umfasst mehrere Teile, die verschiedene Aspekte der RFID-Implementierung abdecken. Nachfolgend werden die verschiedenen Bestandteile von ISO 28560 erläutert.

ISO 28560-1:2023 definiert die grundlegenden Datenelemente und allgemeinen Implementierungsrichtlinien für RFID in Bibliotheken.¹² Der Standard legt fest, welche Informationen auf einem Tag gespeichert werden sollten und wie diese strukturiert sein müssen, um systemübergreifende Kompatibilität zu erreichen. Zentrale Datenelemente umfassen die primäre Artikel-ID, optionale sekundäre IDs sowie Sicherheits- und Verwaltungsinformationen.

ISO 28560-2:2023 spezifiziert die Kodierung mit variabler Länge und ist besonders für Anwendungen, die flexible Datenstrukturen erfordern, gedacht.¹³ Diese Variante ermöglicht die Anpassung der Datenlänge an spezifische Anforderungen, erhöht jedoch die Komplexität der Implementierung und kann die Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen beeinträchtigen.

ISO 28560-3:2024 definiert die Kodierung mit fester Länge für HF-Systeme (13,56 MHz) und basiert auf den etablierten Standards ISO 15693 und ISO 18000-3.¹⁴ Diese Spezifikation hat sich als Standard für HF-Implementierungen in europäischen Bibliotheken durchgesetzt und bietet eine ausgereifte, praxiserprobte Grundlage für die Systemintegration. Die feste Datenstruktur vereinfacht die Implementierung und gewährleistet hohe Kompatibilität zwischen verschiedenen Anbietern.

ISO/TS 28560-4:2023 ist eine technische Spezifikation für UHF-Systeme (860-960 MHz) mit partitioniertem Speicher und basiert auf ISO 18000-6C (EPC Class 1 Generation 2) Standard.¹⁵ Aufgrund der steigenden Relevanz von UHF-Technologien als jüngste Ergänzung der Normenfamilie, beschreibt sie den Kommunikationsstandard von UHF RFID-Systemen.

¹² vgl. ISO 28560-1:2023

¹³ vgl. ISO 28560-2:2023

¹⁴ vgl. ISO 28560-3:2024

¹⁵ vgl. ISO/TS 28560-4:2023

Die Bedeutung der UHF-Technologie wächst, befindet sich zurzeit jedoch noch in der Spezifizierungsphase und hat daher einen weniger ausgereiften Standardisierungsgrad.

Des Weiteren definiert das **ETSI (European Telecommunications Standards Institute)** die zulässigen Sendeleistungen und Frequenzbereiche für RFID-Anwendungen.

2.3 Entwicklung im Bibliothekswesen

Die ersten Anwendungen von RFID im Bibliothekswesen erfolgten 1998 in der Bukit Batok Community Library in Singapur.¹⁶ In Europa begann die Einführung später: Ab 2003/2004 realisierten die Zentralbibliotheken von Aarhus und Kopenhagen in Dänemark erstmals eine Rücknahme der Medien mit anschließender automatischer Sortierung. Im gleichen Zeitraum folgten Neubauten und Umrüstungen in Wien, Winterthur sowie in den Universitätsbibliotheken Luzern und Leuven, die RFID in unterschiedliche Arbeitsprozesse integrierten.¹⁷

In Deutschland gehörte die Stadtbibliothek Stuttgart zu den frühen Anwendern. Dort stand die Rationalisierung von Routinearbeiten im Vordergrund, da aufgrund wachsender Ausleih- und Besucherzahlen eine Entlastung des Personals notwendig war. Andere Einrichtungen, wie die Münchner Stadtbibliothek, setzten RFID noch umfassender ein: Ab 2006 wurde dort eine vollständige Lösung mit Selbstverbuchung für Ausleihe und Rückgabe sowie einer nachfolgenden automatischen Sortierung eingeführt. Innerhalb von vier Jahren erfolgte die Umstellung aller 24 Stadtteilbibliotheken und der Zentralbibliothek.¹⁸

In den folgenden Jahren zogen zahlreiche Bibliotheken nach, etwa die Bücherhallen Hamburg oder kleinere Stadtbibliotheken. Auch Hochschul- und Universitätsbibliotheken begannen, RFID für verschiedene Einsatzfelder zu nutzen.¹⁹ Teilweise beschränkte sich die Anwendung auf Selbstverbuchungsautomaten in den Bibliotheken zu den Öffnungszeiten, teilweise wurden weitergehende Services wie 24-Stunden-Rückgabe realisiert – je nachdem, welche baulichen und organisatorischen Rahmenbedingungen vorlagen. Ein Sonderfall ist die Bayerische Staatsbibliothek: Dort wurde RFID 2007 in erster Linie für Sicherheits- und Bestandskontrollzwecke im Lesesaal eingeführt, nicht jedoch für die Selbstverbuchung.²⁰

¹⁶ vgl. Kuan, Sung (2013), S. 956

¹⁷ vgl. Kern, Christian (2011), S. 11

¹⁸ vgl. Kern, Christian (2011), S. 11

¹⁹ vgl. Kern, Christian (2011), S. 11

²⁰ vgl. Schwarz, Stephan (2007), S. 8-12

Die Deutsche Bibliotheksstatistik (DBS) fragt in ihrem jährlichen Fragebogen für Öffentliche Bibliotheken seit 2014 ab, ob die Bibliotheken RFID-Technologie für die Verbuchung einsetzen. Eine Auswertung der Berichtsjahre 2014 bis 2024 findet sich in der Tabelle 1: Auswertung DBS zur RFID Nutzung in deutschen Öffentlichen Bibliotheken.

Tabelle 1: Auswertung DBS zur RFID Nutzung in deutschen Öffentlichen Bibliotheken

Berichtsjahr	RFID-Verbuchung JA	RFID-Verbuchung NEIN	RFID-Verbuchung Keine Angaben	Gesamt- angaben
2014	224	5898	1659	7781
2015	267	5133	1491	6891
2016	281	4218	2384	6883
2017	317	4242	4242	6861
2018	343	5284	1183	6810
2019	380	4806	1594	6780
2020	416	4688	1456	6596
2021	484	4578	1541	6603
2022	558	4559	1529	6646

Berichtsjahr	RFID-Verbuchung JA	RFID-Verbuchung NEIN	RFID-Verbuchung Keine Angaben	Gesamtangaben
2023	596	4593	1543	6732
2024	634	5487	604	6725

Eigene Darstellung²¹

Es lässt sich eine deutliche Zunahme der Anzahl Öffentlicher Bibliotheken feststellen, die im Zeitraum von 2014 bis 2024 die RFID-Technologie zur Verbuchung implementiert haben. Diese Entwicklung zeigt eine beinahe Verdreifachung der betreffenden Einrichtungen. Zur Veranschaulichung dieses Trends sei auf Abbildung 3 verwiesen: "RFID-Verbuchung in deutschen Öffentlichen Bibliotheken".

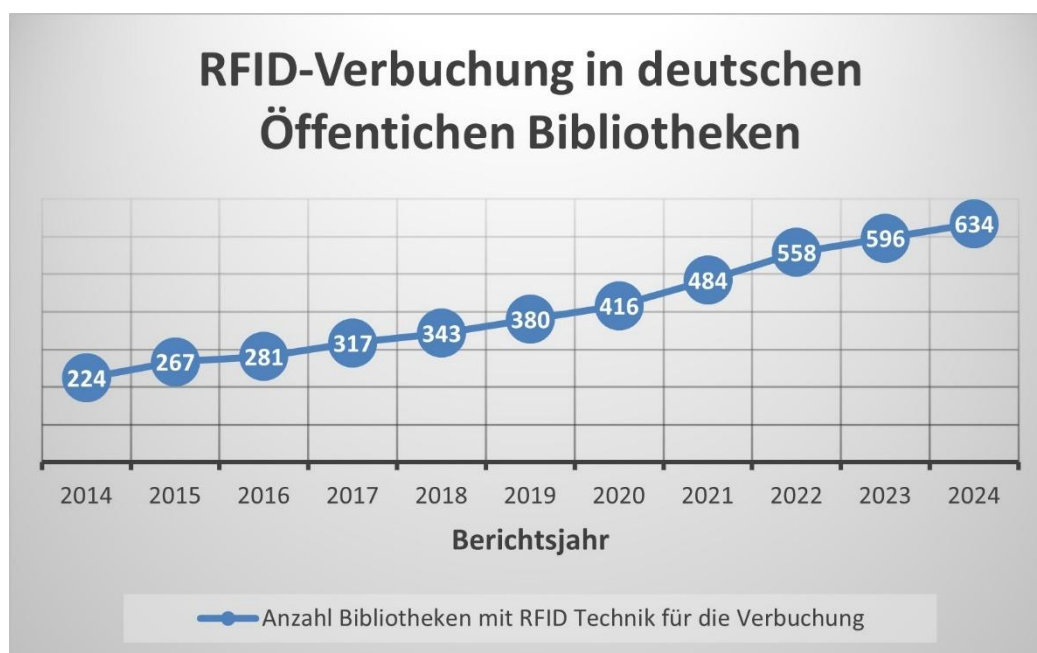


Abbildung 3: RFID-Verbuchung in deutschen Öffentlichen Bibliotheken (Eigene Grafik)

²¹ Die Daten stammen aus der Deutsche Bibliotheksstatistik (DBS) mit der Filter Einstellung unter 6. SERVICES/DIENSTLEISTUNGEN Unterpunkt 103. RFID-Verbuchung.

3. Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen dieser Bachelorarbeit basiert auf einem mehrstufigen Forschungsansatz zur Bewertung von RFID-Technologien im deutschen Bibliothekswesen. Die Untersuchung kombiniert eine qualitative Literaturanalyse mit quantitativen Bewertungsverfahren und mündet in eine kriterienbasierte Nutzwertanalyse, um sowohl technische Spezifikationen als auch praktische Implementierungserfahrungen systematisch zu erfassen und zu bewerten.

3.1 Forschungsdesign

Das Forschungsdesign folgt einem deskriptiv-analytischen Ansatz mit explorativem Charakter und zielt auf die Entwicklung praktischer Handlungsempfehlungen für deutsche Bibliotheken ab. Die anwendungsorientierte Forschung bedient sich eines Mixed-Methods-Ansatzes, der qualitative und quantitative Elemente systematisch miteinander verknüpft.

Der **qualitative Anteil** umfasst die systematische Literaturanalyse sowie die objektive Auswertung von Herstellerdokumentationen, technischen Spezifikationen und dokumentierten Praxiserfahrungen. Damit wird der aktuelle Forschungsstand erfasst sowie die Identifikation relevanter Bewertungskriterien und Implementierungsherausforderungen herausgearbeitet.

Der **quantitative Teil** wird durch eine strukturierte Nutzwertanalyse repräsentiert, die eine objektive und nachvollziehbare Bewertung verschiedener RFID-Technologien und Anbieterprodukte ermöglicht.

Die Untersuchung strukturiert sich in vier aufeinander aufbauende Forschungsphasen: Die systematische Literaturrecherche bildet die konzeptionelle Grundlage durch umfassende Erfassung und Analyse des aktuellen Forschungsstands. Die vergleichende Technologieanalyse untersucht detailliert die technischen Spezifikationen und Anwendungscharakteristika von HF- und UHF-Systemen. Die Entwicklung und Anwendung einer strukturierten Nutzwertanalyse ermöglicht die objektive Technologiebewertung unter Berücksichtigung multipler Kriterien. Schließlich erfolgt die Zusammenführung aller Teilergebnisse zur Ableitung praxisorientierter Handlungsempfehlungen für verschiedene Bibliothekstypen.

3.2 Festlegung der Untersuchungsphasen

Die Untersuchung konzentriert sich auf zwei Hauptuntersuchungsphasen, die für die Beantwortung der zentralen Forschungsfrage von fundamentaler Bedeutung sind.

Die **primäre Untersuchungsphase** befasst sich mit den RFID-Frequenzbereichen, die im deutschen Bibliothekswesen praktische Anwendung finden. Im Zentrum der Analyse stehen HF-Systeme mit einer Arbeitsfrequenz von 13,56 MHz sowie UHF-Systeme im Frequenzbereich von 860-960 MHz. Diese beiden Technologiebereiche repräsentieren die aktuell dominierenden RFID-Ansätze im deutschen Bibliotheksmarkt und weisen fundamentale Unterschiede in ihren physikalischen Eigenschaften auf. LF-Systeme mit Arbeitsfrequenzen zwischen 125-134 kHz finden aufgrund ihrer begrenzten Anwendung im Bibliotheksbereich und ihrer technischen Limitationen lediglich marginale Berücksichtigung. Die Fokussierung auf HF- und UHF-Systeme ermöglicht eine tiefgreifende Analyse der beiden relevanten Technologieoptionen und trägt zur methodischen Schärfe bei.

Die **technologische Untersuchungsphase** umfasst die Analyse der technischen Spezifikationen nach relevanten internationalen Standards, insbesondere ISO 28560-3:2023 für HF-Systeme und ISO/TS 28560-4:2023 für UHF-Systeme. Diese Standardkonformität bildet ein wesentliches Bewertungskriterium, da sie die Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellerlösungen gewährleistet. Funktionale Eigenschaften wie Lesereichweite, Datenkapazität, Verarbeitungsgeschwindigkeit und Stapelverarbeitungsfähigkeiten werden systematisch erfasst und analysiert. Als sekundäre Untersuchungseinheit dienen die verfügbaren Produktportfolios der vier identifizierten Hauptanbieter im deutschen RFID-Bibliotheksmarkt: EasyCheck mit seinem strategischen Fokus auf HF-Technologie, Bibliotheca RFID mit umfassenden HF-Systemlösungen, Novatec mit seiner Spezialisierung auf UHF-Technologie sowie Nexbib als Anbieter für beide Technologien. Diese Anbieterauswahl erfolgte auf Basis ihrer Marktpräsenz im deutschen Bibliothekswesen und der Verfügbarkeit dokumentierter Referenzimplementierungen. Die Datengrundlage wird durch nicht öffentlich verfügbare Produktspezifikationen und technische Dokumentationen der oben genannten Hersteller gewonnen. Außerdem wurden veröffentlichte Referenzimplementierungen sowie dokumentierte Praxiserfahrungen aus Fachpublikationen bzw. Fachtagungen wie dem Bibliothekskongress 2025 verwendet.

3.3 Wahl der Forschungsmethode

Die Forschungsmethodik kombiniert systematische Literaturanalyse mit einer strukturierten Nutzwertanalyse, um sowohl qualitative Erkenntnisse als auch quantifizierbare Bewertungsergebnisse zu erarbeiten.

Dabei bildet die Literaturrecherche das methodische Fundament und erfolgt über eine konzipierte Recherche mittels verschiedener wissenschaftlicher Datenbanken. Als primäre Datenbanken dienen Scopus für internationale wissenschaftliche Literatur, IEEE Xplore für technische Spezifikationen, BASE für Open-Access-Publikationen, LISTA für Bibliothekswissenschaftliche Fachliteratur sowie INFODATA für deutschsprachige Publikationen im Bibliotheks- und Informationswesen. Die Suchstrategie basiert auf entwickelten und getesteten Suchstrings, die sowohl deutsch- als auch englischsprachige Terminologie berücksichtigen. Die Suchkombinationen umfassen Verknüpfungen der Grundbegriffe "RFID" oder "radio frequency identification" mit den anwendungsbezogenen Begriffen "library", "libraries" oder "Bibliothek" sowie spezifischen Technologiebezeichnungen. Für HF-Systeme werden die Begriffe "HF", "13,56 MHz" oder "13.56 MHz" verwendet, während UHF-Systeme durch "UHF", "860 MHz" oder "960 MHz" spezifiziert werden.

Die Nutzwertanalyse fungiert als zentrales quantitatives Bewertungsinstrument für den objektiven Vergleich verschiedener RFID-Technologien. Diese etablierte Methode der Entscheidungsunterstützung ermöglicht die strukturierte Integration multipler Bewertungskriterien unter Berücksichtigung ihrer relativen Bedeutung. Die methodische Umsetzung erfolgt in drei strukturierten Schritten: die Definition umfassender Bewertungskriterien, die aus der Fachliteratur gewonnen werden, die Festlegung einer Bewertungsskala und die Bewertung aller Technologieoptionen für unterschiedliche Bibliothekstypen.

3.4 Definition der untersuchten Merkmale

Die untersuchten Merkmale strukturieren sich in mehrere Kategorien zur umfassenden Bewertung der RFID-Technologien im spezifischen Kontext deutscher Bibliotheken. Diese Kategorisierung erfolgt auf Grundlage der ausgewerteten Fachliteratur und berücksichtigt sowohl technische Spezifikationen als auch praktische Anforderungen verschiedener Bibliothekstypen. Die technischen Merkmale bilden die konzeptionelle Grundlage und umfassen fundamentale physikalische und technische Eigenschaften der RFID-Systeme. Der Frequenzbereich fungiert als primäres Unterscheidungsmerkmal und ist maßgeblich für die Bestimmung weiterer technischer Eigenschaften.

Die wirtschaftlichen Aspekte beinhalten die Anschaffungskosten und die Kosten der Implementierung, welche sich wiederum aus den Personalkosten sowie den laufenden

Betriebskosten und den Kosten für Wartung und Support zusammensetzen. Integrative Merkmale betreffen die Einbindung in bestehende Bibliotheksinfrastrukturen, insbesondere die Kompatibilität mit gängigen Library Management Systems, die Unterstützung etablierter Kommunikationsprotokolle wie SIP2 und die Interoperabilität zwischen Herstellern. Zusätzlich sind qualitative Faktoren als relevant zu erachten. Dazu zählen die Qualität des Herstellersupports, Referenzinstallationen als Nachweis praktischer Bewährung sowie die Einhaltung der DSGVO.

3.5 Durchführung der Untersuchung

Die Untersuchung erfolgt in einem strukturierten dreiphasigen Prozess, der eine systematische Herangehensweise zur Bewertung der RFID-Technologien gewährleistet. Diese Phasenstruktur ermöglicht die aufeinander aufbauende Entwicklung von Erkenntnissen, von der initialen Literatursammlung bis zur finalen Empfehlungsentwicklung.

Die **erste Phase** umfasst die systematische Literaturerfassung durch Sichtung und kritische Bewertung aller relevanten Literaturquellen zur RFID-Technologie im Bibliothekswesen. Die Recherche erfolgt systematisch in allen identifizierten primären Datenbanken unter Verwendung der entwickelten Suchstring-Kombinationen. Die Sichtung und Bewertung der identifizierten Quellen erfolgt nach Kriterien für Relevanz und wissenschaftliche Qualität. Primärkriterien umfassen die thematische Relevanz, die methodische Qualität der Studien, die Aktualität mit Präferenz für Veröffentlichungen ab 2012 sowie die Glaubwürdigkeit der Publikationsorgane. Die methodische Sammlung aktueller Herstellerdokumentationen erfolgt durch direkten Kontakt auf dem Bibliothekskongress 2025 in Bremen. Die Auswertung der Herstellerdokumentationen erfolgt unter objektiver Bewertung der Quellenqualität und Berücksichtigung möglicher Verzerrungen durch Marketinginteressen.

Die **zweite Phase** umfasst die Entwicklung und Anwendung der strukturierten Nutzwertanalyse zur objektiven Technologiebewertung. Die Entwicklung des umfassenden Bewertungskriterienkatalogs erfolgt auf Basis der systematischen Literaturanalyse, der identifizierten Anforderungen deutscher Bibliotheken und persönlicher beruflicher Erfahrung aus der Bibliothekswelt. Die Bewertungsdurchführung beginnt mit der präzisen Festlegung einer einheitlichen Bewertungsskala von eins bis fünf Punkten.

Die **dritte Phase** umfasst die Synthese und methodische Empfehlungsentwicklung durch Integration aller Forschungsergebnisse zur Ableitung fundierter Handlungsempfehlungen. Die

Zusammenführung der quantitativen Nutzwertanalyse-Ergebnisse mit den qualitativen Erkenntnissen aus der Literaturanalyse führt zu einem kohärenten Gesamtbild. Die Entwicklung spezifischer Handlungsempfehlungen für verschiedene Bibliothekstypen berücksichtigt die unterschiedlichen Anforderungen Öffentlicher Bibliotheken sowie Hochschul- und Universitätsbibliotheken.

3.6 Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgt durch eine methodisch fundierte Kombination quantitativer und qualitativer Analysemethoden zur umfassenden Bewertung der RFID-Technologien im spezifischen Kontext deutscher Bibliotheken. Diese integrierte Auswertungsstrategie gewährleistet sowohl die objektive quantitative Bewertung technischer Parameter als auch die angemessene Berücksichtigung qualitativer Aspekte wie Praxiserfahrungen und Implementierungsherausforderungen. Sie liefert wertvolle Erkenntnisse über praktische Herausforderungen, Erfolgsfaktoren und Lessons Learned.

4. Technologievergleich HF vs. UHF

Im Bibliothekswesen konkurrieren primär zwei Frequenzbereiche um die Vorherrschaft: High Frequency (HF) bei 13,56 MHz und Ultra High Frequency (UHF) im Bereich von 860 bis 960 MHz. Diese beiden Technologien unterscheiden sich grundlegend nicht nur in ihrer physikalischen Funktionsweise und den zugrundeliegenden elektromagnetischen Prinzipien, sondern auch in ihren technischen Standards, typischen Anwendungsgebieten, den daraus resultierenden praktischen Konsequenzen für den Bibliotheksbetrieb²² sowie in verschiedenen Parametern wie Frequenzbereich, Kopplungsart, Reichweite, Datenübertragungsrate und Standardisierungsgrad.²³

Während HF-RFID als ausgereifte, standardisierte und in der Praxis vielfach bewährte Lösung gilt, die seit Jahren erfolgreich in Tausenden von Bibliotheken weltweit implementiert ist²⁴, eröffnet UHF-RFID durch seine deutlich größere Reichweite und schnellere Datenübertragung innovative und teilweise revolutionäre Möglichkeiten für automatisierte Bestandsaufnahme,

²² vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429-432

²³ vgl. Kern, Christian (2011), S. 30-32

²⁴ vgl. Kern, Christian (2011), S. 30

Medienlogistik und vollautomatisierte Bibliotheksprozesse wie zum Beispiel, die automatische Buchsuche mit Robotern.²⁵ Die Entscheidung zwischen diesen beiden Technologien ist dabei keineswegs trivial, sondern erfordert eine sorgfältige Abwägung technischer, wirtschaftlicher und organisatorischer Faktoren im spezifischen Kontext der jeweiligen Bibliothekseinrichtung.

4.1 Technische Spezifikationen nach Standards

Die technischen Grundlagen von HF- und UHF-RFID unterscheiden sich fundamental in ihrer physikalischen Funktionsweise, was weitreichende Konsequenzen für die praktische Anwendung in Bibliotheken hat.

4.1.1 HF-RFID Standards

HF-RFID operiert im international harmonisierten Frequenzband von 13,56 MHz und nutzt das Prinzip der induktiven Kopplung im Nahfeld für die Energieübertragung und Datenkommunikation zwischen Lesegerät und Transponder.²⁶ Bei diesem Verfahren erzeugt die Antenne des Lesegeräts ein magnetisches Wechselfeld, das in der Antennenspule des Tags eine Spannung induziert, welche zur Energieversorgung des Mikrochips und zur Datenübertragung genutzt wird. Durch diese physikalische Funktionsweise werden typischerweise Lesereichweiten von wenigen Zentimetern bis zu maximal ca. 80 Zentimeter erreicht, wobei die tatsächliche Reichweite von verschiedenen Faktoren wie der Sendeleistung, der Antennengröße und den Umgebungsbedingungen abhängt.²⁷

Die internationalen ISO-Standards ISO 28560-1 bis ISO 28560-3 regeln für HF-RFID verbindlich alle relevanten Aspekte der bibliotheksspezifischen Anwendung. ISO 28560-1 definiert dabei die grundlegenden Datenelemente und allgemeinen Richtlinien, ISO 28560-2 legt die Codierung von Daten und das Datenmodell fest, während ISO 28560-3 die festen Dateiimplementierungen und technische Spezifikationen für die Nutzung von RFID-Tags beschreibt. Diese umfassende Standardisierung gewährleistet Interoperabilität zwischen Systemen verschiedener Hersteller und ermöglicht einen herstellerunabhängigen Betrieb, was für Bibliotheken von enormer strategischer Bedeutung ist, da sie dadurch nicht an einen einzelnen Anbieter gebunden sind und ihre Systeme flexibel erweitern oder austauschen können.

²⁵ vgl. Schaarwächter, Michael (2023), Folie 19-25

²⁶ vgl. Bohne-Lang, Andreas (2008)

²⁷ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429-431

Ein charakteristisches Merkmal von HF-Tags ist ihre vergleichsweise große Antennengröße, die typischerweise mehrere Zentimeter Durchmesser aufweist. Diese größeren Antennen ermöglichen eine robuste und zuverlässige Leistung selbst in komplexen und herausfordernden Umgebungen. Die induktive Kopplung wird durch metallische Objekte weniger stark beeinflusst als die elektromagnetische Fernfeldkopplung der UHF-Technologie, was HF-RFID für den Bibliotheksalltag prädestiniert.²⁸ Der Speicher auf den RFID Tags wird nicht nur zur Ablage der Medienidentifikation (beispielsweise einer eindeutigen Nummer oder eines Barcodes) verwendet, sondern kann auch zusätzliche Informationen wie Ausleihstatus, Sicherheitsinformationen oder bibliotheksspezifische Metadaten aufnehmen.²⁹ Die Übertragungsraten bei HF-RFID liegt typischerweise bei 26,48 kbit/s.³⁰ Die nachfolgenden Abbildungen 4 – 10 sollen einen besseren Überblick gewährleisten. Diese Abbildungen zeigen verschiedene HF RFID Tags die in Bibliotheken eingesetzt werden können.

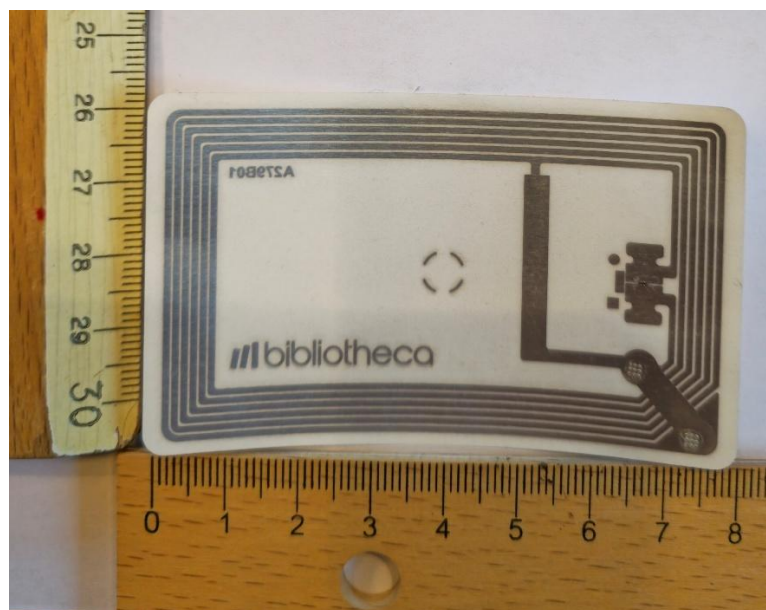


Abbildung 4: Großer HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)

²⁸ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429-431

²⁹ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 432-433

³⁰ vgl. ISO/IEC 15693-2:2000

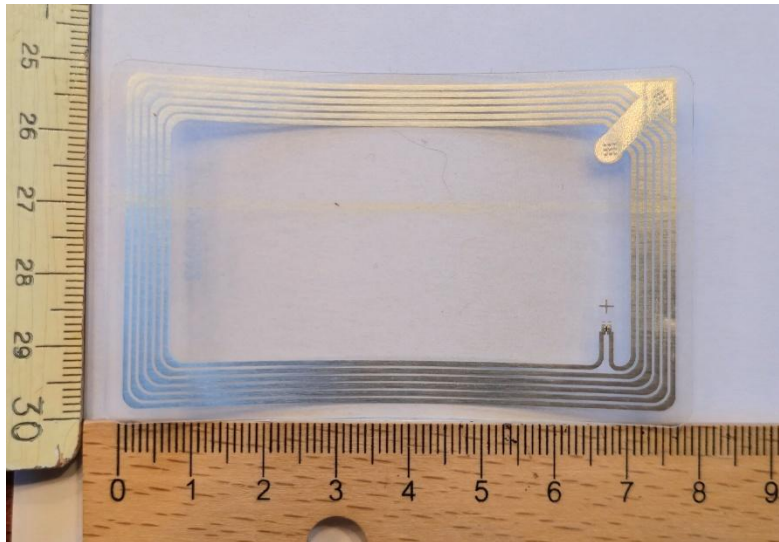


Abbildung 5: Großer durchsichtiger HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)

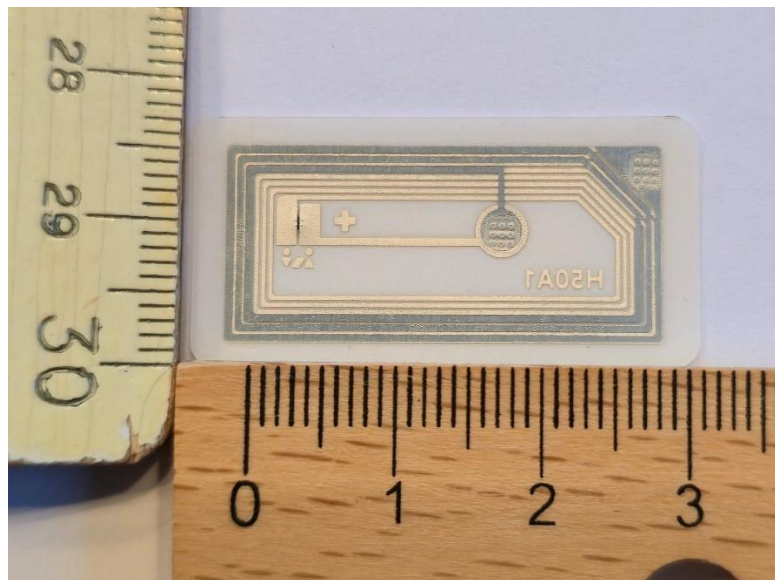


Abbildung 6: Kleiner HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)

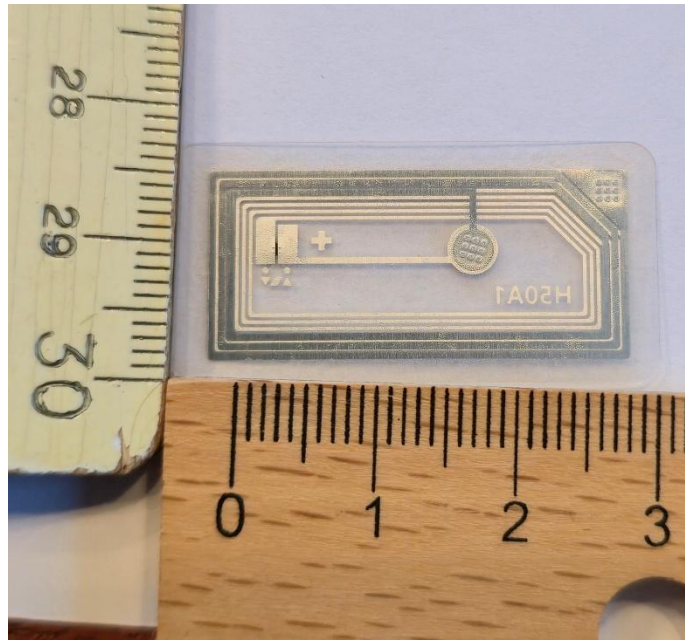


Abbildung 7: Kleiner durchsichtiger HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)

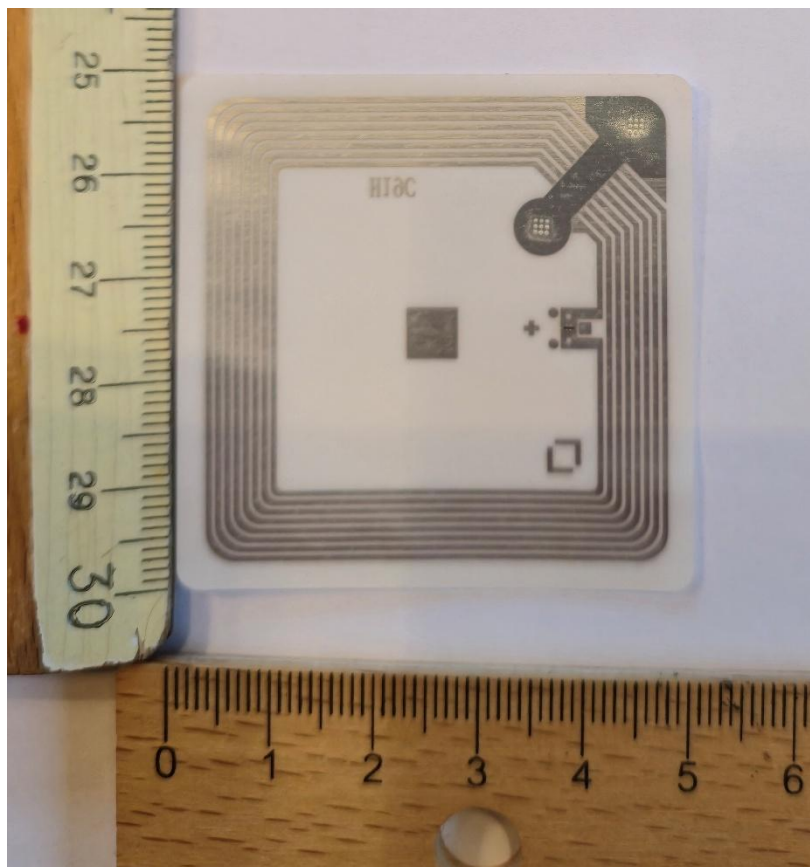


Abbildung 8: Mittelgroßer HF-RFID Tag für Bücher (Eigene Grafik)

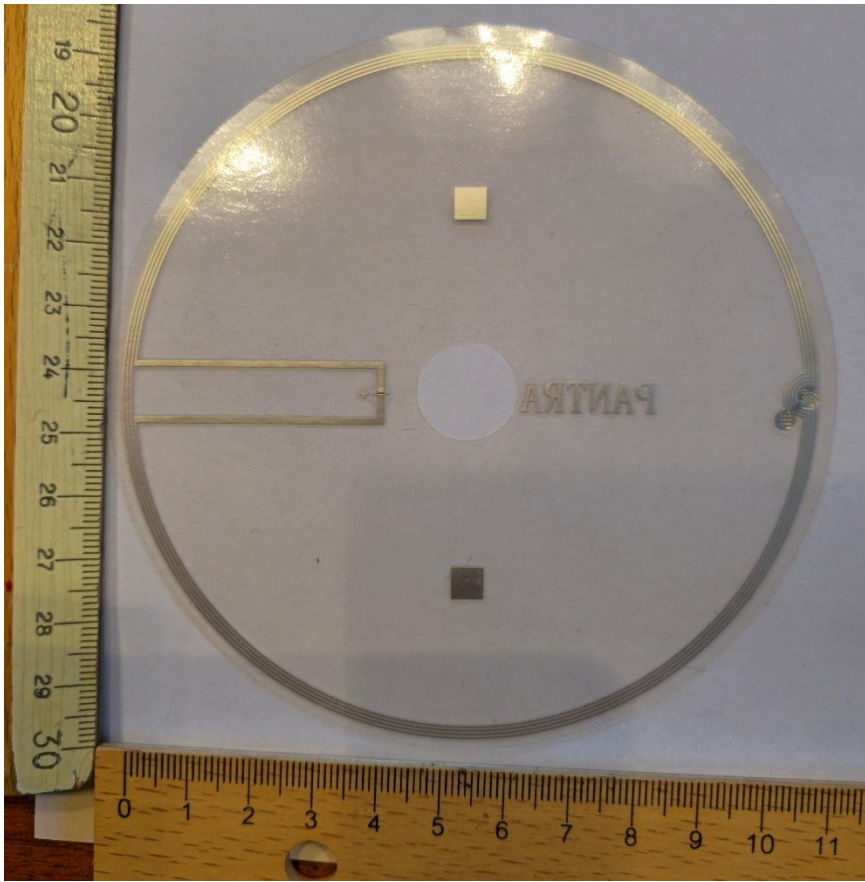


Abbildung 9: Großer durchsichtiger HF-RFID Tag für Discs (Eigene Grafik)

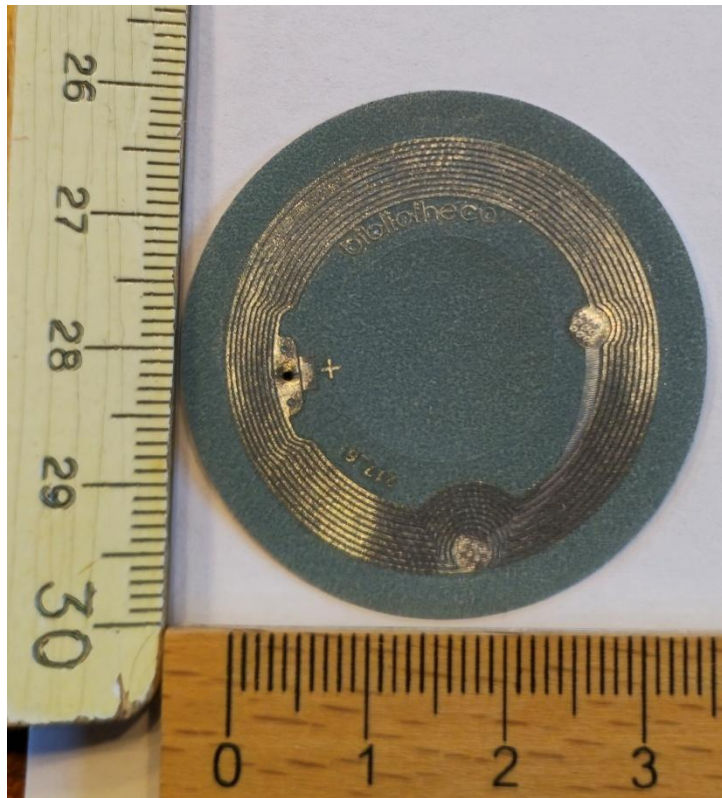


Abbildung 10: Kleiner HF-RFID Tag für Discs (Eigene Grafik)

4.1.2 UHF-RFID Standards

UHF-RFID arbeitet dagegen im deutlich höheren Frequenzbereich von etwa 860 bis 960 MHz, wobei die genaue Frequenz regional unterschiedlich reguliert ist. In Europa liegt der zugelassene Bereich bei 865–868 MHz, während in den USA das Band von 902–928 MHz genutzt wird. Diese regionalen Unterschiede resultieren aus unterschiedlichen Frequenzzuweisungen der nationalen Regulierungsbehörden und müssen bei internationalen Implementierungen berücksichtigt werden.³¹ Im Gegensatz zu HF nutzt UHF die elektromagnetische Fernfeldkopplung, bei der die Energieübertragung nicht über magnetische Induktion, sondern über elektromagnetische Wellen erfolgt.³² Diese unterschiedliche physikalische Grundlage hat weitreichende Konsequenzen für die praktischen Eigenschaften der Technologie.

Die elektromagnetische Wellenausbreitung ermöglicht deutlich größere Reichweiten von mehreren Metern bis zu theoretisch 10 Metern.³³ Die tatsächliche Reichweite hängt dabei stark von der Sendeleistung des Lesegeräts, der Sensitivität des Tags, der Ausrichtung der Antennen zueinander und den Umgebungsbedingungen ab.³⁴ Zudem erreicht UHF-RFID deutlich höhere Datenübertragungsraten von bis zu typischerweise 40-160 kbit/s, mit Maximalraten bis 640 kbit/s, was die Erfassung großer Datenmengen in kürzester Zeit ermöglicht und besonders bei der gleichzeitigen Erfassung vieler Tags von Vorteil ist.³⁵

Für den Einsatz von UHF-RFID in Bibliotheken wurde die Norm ISO/TS 28560-4 entwickelt, die als Technische Spezifikation einen speziellen Leitfaden für UHF-Anwendungen im Bibliothekskontext bietet.³⁶

Ein charakteristisches Merkmal von UHF-Tags ist ihre kompakte Bauweise mit deutlich kleineren Antennen. Der unterschiedliche Antennenaufbau wird bei Betrachtung von Abbildung 11 deutlich.

³¹ vgl. GS1 (2025)

³² vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2020), S. 31–33.

³³ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429

³⁴ vgl. Kern, Christian (2011), S. 21-29

³⁵ vgl. GS1 EPCglobal (2015)

³⁶ vgl. ISO/TS 28560-4:2023

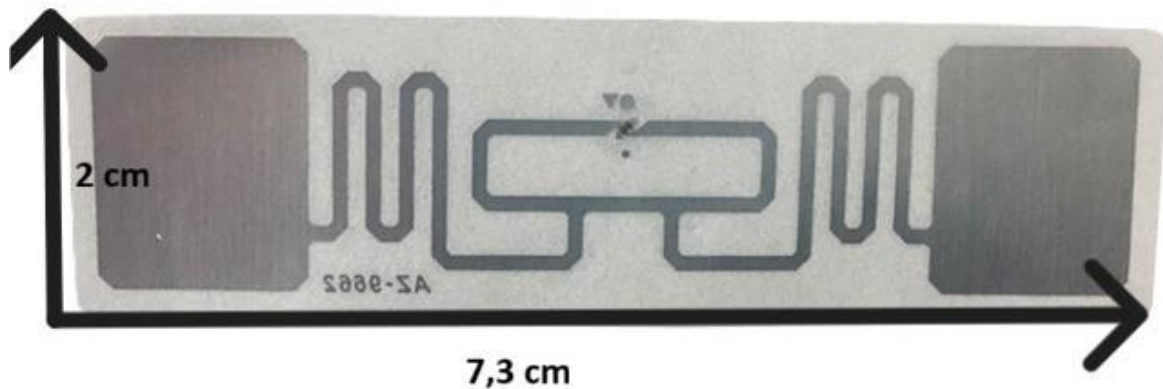


Abbildung 11: UHF-RFID Tag (Eigene Grafik)

Diese Miniaturisierung ist durch die höhere Frequenz möglich, da die Antennengröße bei elektromagnetischen Systemen mit der Wellenlänge skaliert.³⁷ Die kleineren Tags ermöglichen diskretere Platzierungen auf Medien und sind besonders vorteilhaft bei sensiblen oder kleinformatischen Materialien. Allerdings bringt die UHF-Technologie auch spezifische Herausforderungen mit sich: Die elektromagnetischen Wellen werden durch metallische Oberflächen stark reflektiert und absorbiert, was zu Leselücken oder unzuverlässigen Erfassungen führen kann. Ebenso beeinflussen leitfähige Flüssigkeiten und feuchte Materialien die Leseperformance negativ.³⁸

UHF-Lesegeräte sind technisch komplexer als ihre HF-Pendants und entsprechend kostenintensiver.³⁹ Sie müssen über ausgefeiltere Signalverarbeitungsalgorithmen verfügen, um mit den komplexeren Ausbreitungsbedingungen und Mehrwegeeffekten der elektromagnetischen Wellen umzugehen.⁴⁰ Bei der Fernfeldkopplung können Signale durch Reflexionen an Wänden, Regalen oder anderen Objekten mehrfach beim Empfänger ankommen, was zu Interferenzen führt.⁴¹ Moderne UHF-Lesegeräte nutzen daher aufwendige digitale Signalverarbeitungstechniken, um diese Effekte zu kompensieren und eine zuverlässige Kommunikation zu gewährleisten.⁴² Trotz dieser höheren Komplexität und Kosten bieten UHF-Lesegeräte den

³⁷ vgl. Kern, Christian (2011), S. 29-32

³⁸ vgl. Kern, Christian (2011), S. 26-29

³⁹ vgl. Novatec Germany GmbH (o.J.)

⁴⁰ vgl. Kern, Christian (2011), S. 24; Weinländer, Markus; Horst, Dieter (2014), S. 51

⁴¹ vgl. Lechner, Johannes; Günthner, Willibald A. (o. J.), S. 2

⁴² vgl. Novatec Germany GmbH; Weinländer, Markus; Horst, Dieter (2014), S. 51

entscheidenden Vorteil, dass sie große Mengen an Medien in sehr kurzer Zeit erfassen können, was sich insbesondere bei Inventuren und in automatisierten Rückgabesystemen als enormer Effizienzgewinn erweist.⁴³

4.2 Einsatzbereiche und Anwendungsszenarien

Die unterschiedlichen technischen Eigenschaften von HF- und UHF-RFID bestimmen ihre jeweiligen Einsatzgebiete und Anwendungsszenarien in Bibliotheken.⁴⁴ Während HF-RFID sich für präzise, kontrollierte Prozesse eignet, ist UHF-RFID für großflächige, hochautomatisierte Anwendungen mit hohen Durchsatzraten prädestiniert. Die Bewertung beider Technologien erfordert eine differenzierte Betrachtung ihrer jeweiligen Stärken und Schwächen im praktischen Bibliotheksbetrieb.

4.2.1 HF-RFID

HF-RFID hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten als dominierende Technologie für Bibliotheksanwendungen etabliert⁴⁵. Die Kernfunktionen umfassen die individuelle Medienkennzeichnung, die Selbstverbuchung an Ausleih- und Rückgabeterminals sowie die elektronische Diebstahlsicherung.⁴⁶ Die präzise Auslesung einzelner Medien verhindert das versehentliche Erfassen benachbarter Titel. Diese räumliche Selektivität ist besonders wichtig bei der Selbstverbuchung: Wenn ein Nutzende ein Buch am Terminal ausleiht, erfasst das System ausschließlich dieses Medium und nicht weitere Bücher in Tasche oder Rucksack. Diese begrenzte Reichweite trägt maßgeblich zur Zuverlässigkeit und Nutzerakzeptanz bei und minimiert das Risiko unbeabsichtigter Auslesungen. Bei Sicherheitssystemen reduziert sie zudem Fehlalarme durch Medien in benachbarten Bereichen.

Trotz der begrenzten Reichweite unterstützt HF-RFID durch ausgefeilte Antikollisionsverfahren das parallele Auslesen mehrerer Tags.⁴⁷ Moderne Lesegeräte können Stapel von mehreren Medien gleichzeitig erfassen und jedes Medium eindeutig identifizieren. Dies beschleunigt Ausleih- und Rückgabeprozesse erheblich, da Nutzer einen Stapel auf das Lesegerät legen

⁴³ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 429

⁴⁴ vgl. Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025)

⁴⁵ vgl. Kern, Christian (2011), S. 10-13

⁴⁶ vgl. Kern, Christian (2011), S. 10-13

⁴⁷ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 433-435

können. Die Antikollisionsalgorithmen, die auf etablierten Verfahren wie Slotted ALOHA⁴⁸ oder Baumverfahren⁴⁹ basieren, gewährleisten auch bei überlappenden Funksignalen eine zuverlässige Erfassung.

Ein weiterer wichtiger Anwendungsbereich ist die Integration in elektronische Sicherheitssysteme. Die Tags speichern ein Sicherheitsbit, das bei der Ausleihe deaktiviert und bei der Rückgabe wieder aktiviert wird. Sicherheitsgates am Ausgang überprüfen diesen Status und lösen bei nicht ausgeliehenen Medien Alarm aus. Diese Integration von Medienidentifikation und Diebstahlsicherung reduziert Komplexität und Kosten gegenüber separaten Systemen erheblich. Zudem ermöglicht die digitale Erfassung eine präzise Protokollierung aller Sicherheitsergebnisse.⁵⁰

In der täglichen Praxis haben sich HF-Systeme auch für die Unterstützung von Arbeitsabläufen des Bibliothekspersonals bewährt. Handlesegeräte ermöglichen das mobile Erfassen von Medien bei der Regalrevision, beim Einsortieren zurückgegebener Medien oder bei der Suche nach fehlplatzierten Titeln. Die ausgereiften ISO-Standards 28560-1 bis 3 gewährleisten Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellern und langfristige Investitionssicherheit. Bibliotheken können bei Bedarf Komponenten verschiedener Hersteller kombinieren oder Systeme erweitern, ohne an einen einzelnen Anbieter gebunden zu sein.

Lesegeräte für HF-Systeme sind weniger komplex und haben daher niedrigere Anschaffungskosten im Vergleich zu UHF Lesegeräte.⁵¹ Jedoch sind die HF-RFID Tags teurer als die UHF-RFID Tags.⁵² Die Gesamtkosten für die Erstausrüstung einer mittelgroßen Bibliothek (Bestandsgröße ca. 40.000 Medien) mit HF-RFID können um 30 bis 50 Prozent niedriger liegen als bei einer vergleichbaren UHF-Lösung.⁵³ Die in Abschnitt 2.3 dokumentierte Verbreitung von HF-RFID in deutschen Öffentlichen Bibliotheken spiegelt sich in einem ausgereiften Markt mit

⁴⁸ Slotted ALOHA ist ein synchronisiertes Zugriffsverfahren in Computernetzen, bei dem der Übertragungskanal in gleichlange Zeitscheiben ("Slots") unterteilt wird und nur zu Beginn eines solchen Slots gesendet werden darf.

⁴⁹ Das Baumverfahren ist ein strukturiertes Antikollisionsverfahren zur Regelung des Zugriffs mehrerer Teilnehmer auf ein gemeinsames Übertragungsmedium.

⁵⁰ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.a)

⁵¹ Siehe Anhang B Rechnungen für HF-Selbstverbucher Stadtbibliothek Langenfeld

⁵² vgl. JI ARFID Tag (2025)

⁵³ Siehe Anhang B Rechnungen für HF-RFID Tags Stadtbibliothek Langenfeld

zahlreichen Anbietern sowie einem etablierten Ökosystem von Dienstleistern für Installation, Wartung und Support wider.

Als Nachteile von HF-RFID müssen die begrenzte Reichweite und die vergleichsweise langsamere Erfassungsgeschwindigkeit bei sehr großen Beständen genannt werden. Für vollautomatisierte Inventursysteme oder Smart Shelves⁵⁴ ist HF weniger geeignet, da die kurze Reichweite eine direkte Annäherung an die Medien erfordert. Eine Inventur mit HF-Technologie erfordert, dass Mitarbeiter mit Handlesegeräten die Regale abgehen und in relativ kurzer Distanz zu den Medien scannen, was bei großen Beständen zeitaufwendig bleibt. Auch die Größe der HF-Tags kann bei kleinformatigen Medien wie CDs, DVDs oder schmalen Broschüren störend wirken. Bei besonders sensiblen oder wertvollen Materialien kann die diskretere Anbringung kleinerer UHF-Tags bevorzugt werden.⁵⁵

4.2.2 UHF-RFID

UHF-RFID eröffnet durch große Reichweite und schnelle Datenübertragung vollkommen neue Anwendungsmöglichkeiten, die mit HF-Technologie nicht oder nur eingeschränkt realisierbar sind. Eine der vielversprechendsten Anwendungen sind „Smart Shelves“ – intelligente Regale, die mit UHF-Leseantennen ausgestattet sind und kontinuierlich oder auf Anfrage den Bestand erfassen können. Durch die Reichweite von mehreren Metern kann ein einzelnes Lesegerät den Inhalt ganzer Regalabschnitte oder mehrerer Regale erfassen, ohne dass die Medien bewegt oder einzeln angefasst werden müssen. Dies revolutioniert die Bestandsaufnahme, die traditionell einen enormen personellen Aufwand bedeutet. Mitarbeiter müssen nicht mehr mit Handscannern jedes Medium einzeln scannen, sondern können die Inventur automatisiert oder mit mobilen UHF-Lesegeräten deutlich beschleunigt durchführen. In großen Bibliotheken mit Millionen von Medien führt dies zu immensen Zeitersparnissen und ermöglicht häufigere Inventuren, was die Datenqualität erheblich verbessert.⁵⁶

Smart Shelves ermöglichen zudem eine kontinuierliche Bestandsüberwachung in Echtzeit. Das System erkennt automatisch fehlplatzierte Medien und unterstützt Mitarbeiter bei der

⁵⁴ Smart Shelves sind Regale mit integrierten RFID-Antennen oder Sensoren, die Medien automatisch erkennen, sobald sie ins Regal gestellt werden.

⁵⁵ vgl. Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025)

⁵⁶ vgl. Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025); Schaarwächter, Michael (2023)

Bestandspflege. Diese Funktionalitäten verbessern nicht nur die Effizienz, sondern auch die Servicequalität für die Nutzer, da Medien zuverlässiger auffindbar sind und Katalogangaben mit der Realität übereinstimmen.

Ein weiterer wichtiger Einsatzbereich sind automatisierte Rückgabe- und Sortiersysteme. Moderne Bibliotheken, insbesondere größere Öffentliche Bibliotheken und Zentralbibliotheken, setzen zunehmend auf vollautomatisierte Rückgabesysteme, bei denen Nutzer ihre Medien in eine Rückgabestation einwerfen, die diese automatisch erfasst, den Rückgabeprozess durchführt und die Medien nach verschiedenen Kriterien sortiert: Medientyp, Standort, Schadensprüfung oder Zweigstellenzuordnung. UHF-RFID ermöglicht besonders schnelle und zuverlässige Erfassung auch bei hohen Durchsatzraten. Die Stapelerfassung über größere Distanzen reduziert Fehleranfälligkeit und ermöglicht kompaktere Systemdesigns, da Medien nicht einzeln an einem Lesepunkt vorbeigeführt werden müssen.⁵⁷

Die kleinere Bauform der UHF-Tags bietet spezifische Vorteile bei sensiblen oder wertvollen Materialien. Bei Musiknoten, historischen Dokumenten, Archivmaterial oder Medien in Sonderformaten ist die diskrete Anbringung eines kleinen UHF-Tags weniger invasiv und materialschonender als die Verwendung größerer HF-Tags. Auch bei Medien, bei denen die Ästhetik eine Rolle spielt etwa Kunstbände oder hochwertige Bildbände – bietet die unauffälligere UHF-Technologie Vorteile, da die Tags weniger sichtbar sind.

Allerdings bringt UHF-RFID auch erhebliche Herausforderungen mit sich. Die höheren Anschaffungskosten sowohl für Lesegeräte als auch für die gesamte Systeminfrastruktur stellen für viele Bibliotheken, insbesondere kleinere und mittlere Einrichtungen, eine erhebliche Hürde dar.⁵⁸ Die Investitionskosten können um den Faktor zwei bis drei höher liegen als bei vergleichbaren HF-Systemen. Auch die Lesegeräte und die erforderliche Infrastruktur sind deutlich kostenintensiver.⁵⁹ Für eine mittelgroße Bibliothek können sich die Mehrkosten für eine UHF-Implementierung auf mehrere Zehntausend Euro belaufen.⁶⁰

⁵⁷ vgl. Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025)

⁵⁸ vgl. Novatec Germany GmbH (o.J.):

⁵⁹ vgl. Novatec Germany GmbH (o.J.):

⁶⁰ vgl. Novatec Germany GmbH (o.J.):

Die Empfindlichkeit gegenüber metallischen Oberflächen und leitfähigen Flüssigkeiten erfordert sorgfältige Planung und möglicherweise aufwendige technische Lösungen. In Bibliotheken mit vielen Metallregalen können spezielle Tag-Typen erforderlich sein, die mit Abstandshaltern oder speziellen Materialien versehen sind. Auch die Platzierung und Ausrichtung der Leseantennen muss sorgfältig geplant werden, um Reflexionen und Abschattungen zu minimieren.⁶¹

Die größere Reichweite kann in bestimmten Szenarien auch problematisch sein. Bei Selbstverbuchungssystemen besteht die Gefahr, dass unbeabsichtigt Medien erfasst werden, die sich in der Umgebung befinden, aber nicht ausgeliehen werden sollen. Dies kann zu Buchungsfehlern führen. Auch bei Sicherheitssystemen kann die große Reichweite zu Fehlalarmen führen. Diese Probleme erfordern sorgfältige Systemkonfiguration, möglicherweise zusätzliche Abschirmmaßnahmen und ausgefeilte Softwarealgorithmen.⁶²

Die Implementierung von UHF-RFID erfordert zudem typischerweise umfangreichere Schulungen für das Bibliothekspersonal, da die Systeme komplexer sind. Die Fehlersuche bei technischen Schwierigkeiten ist aufwendiger und erfordert oft die Unterstützung durch spezialisierte Techniker, was zu höheren laufenden Betriebskosten führen kann.⁶³

Trotz dieser Herausforderungen gilt UHF als zukunftsweisende Technologie. Die primäre Zielgruppe im Bibliothekswesen sind dabei größere, hochautomatisierte Wissenschaftliche Bibliotheken, Zentralbibliotheken von Bibliothekssystemen und spezialisierte Bibliotheken mit umfangreichen Beständen. Ein weiterer Vorteil der für UHF RFID spricht sind die geringen Kosten für die einzelnen Tags.⁶⁴ Des Weiteren ermöglicht die UHF-RFID-Technologie, herkömmliche Sicherungsgates zum Diebstahlschutz durch Deckenantennen zu ersetzen. Dadurch werden sowohl die Aufenthaltsqualität als auch die Barrierefreiheit in der Bibliothek verbessert.⁶⁵

4.2.3 Entscheidungskriterien für HF- und UHF-RFID

Die Entscheidung zwischen HF und UHF sollte auf einer gründlichen Analyse der spezifischen Anforderungen, Rahmenbedingungen und strategischen Ziele der jeweiligen Bibliothek

⁶¹ vgl. Kern, Christian (2011), S. 27-28

⁶² vgl. Weinländer, Markus; Horst, Dieter (2014), S. 51

⁶³ Nicht öffentlicher Service-Vertrag von Novatec

⁶⁴ vgl. JI ARFID Tag (2025)

⁶⁵ vgl. Novatec Germany GmbH (o.J.)

basieren. Faktoren wie Bestandsgröße, angestrebter Automatisierungsgrad, bauliche Gegebenheiten, verfügbares Budget und langfristige Entwicklungspläne müssen sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. Für viele Bibliotheken, insbesondere Öffentliche Bibliotheken und kleinere Wissenschaftliche Bibliotheken, bleibt HF-RFID aufgrund der ausgereiften Technologie, der hohen Standardisierung, der Robustheit und der günstigen Kostenstruktur die optimale Wahl.

Für größere Bibliotheken mit umfangreichen Beständen, die einen hohen Automatisierungsgrad anstreben und über die erforderlichen Budgets und technischen Kapazitäten verfügen, bietet UHF-RFID überzeugende Vorteile. Die Möglichkeit zur automatisierten Bestandsaufnahme, zur Echtzeit-Bestandsüberwachung und zur hocheffizienten Medienlogistik kann die zusätzlichen Investitionen rechtfertigen und langfristig zu erheblichen Effizienzgewinnen führen. Insbesondere Bibliotheken, die ihre Infrastruktur grundlegend modernisieren oder neue Gebäude beziehen, sollten UHF als zukunftsorientierte Option in Betracht ziehen.

Mittelfristig könnten sich auch Hybridansätze etablieren, bei denen beide Technologien parallel eingesetzt werden: HF-Systeme für Ausleih- und Rückgabeprozesse sowie Diebstahlsicherung, während UHF für Bestandsaufnahme und Medienlogistik zum Einsatz kommt. Ein solcher Kombination Tag aus HF und UHF ist in Abbildung 12 zu sehen.

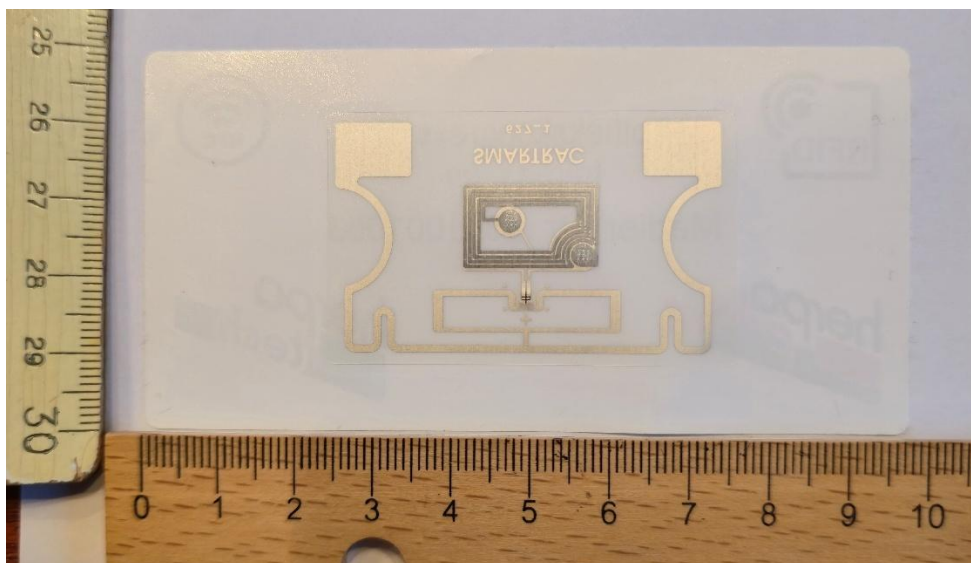


Abbildung 12: UHF- und HF-RFID Kombination Tag (Eigene Grafik)

Um einen übersichtlichen Gesamteindruck von den technischen Unterschieden zwischen HF und UHF zu bekommen vergleiche Tabelle 2: „Technische Unterschiede zwischen HF und UHF“.

Tabelle 2: Technische Unterschiede zwischen HF und UHF

Kriterium	HF-RFID (13,56 MHz)	UHF-RFID (860–960 MHz)
Frequenzbereich	13,56 MHz (international harmonisiert)	860–960 MHz (regional unterschiedliche Zuteilung)
Kopplungsprinzip	Induktive Nahfeldkopplung (magnetisch)	Elektromagnetische Fernfeldkopplung (Wellenbasiert)
Reichweite	Typisch 5–80 cm	Typisch 3–10 m
Standardisierung	ISO 28560-1 bis -3	ISO/TS 28560-4
Antennengröße	Vergleichsweise eher groß (mehrere cm Durchmesser)	Sehr klein durch höhere Frequenz
Empfindlichkeit gegenüber Umgebungseinflüssen	Unempfindlicher gegen Metall und Flüssigkeiten	Starke Beeinflussung durch Metall und Flüssigkeiten
Datenübertragungsrate	typisch 26,48 kbit/s	40-160 kbit/s, mit Maximalraten bis 640 kbit/s
Lesegeräte-Komplexität	Gering, einfache Signalverarbeitung	Hoch, erfordert komplexe Signalverarbeitung
Mehrfacherfassung (Antikollision)	Unterstützt stabile parallele Erfassung mehrerer Tags	Sehr leistungsfähig durch hohe Datenraten

Eigene Darstellung

5. Marktanalyse und Anbietervergleich

Die Analyse des Hardware RFID-Marktes im deutschen Bibliothekswesen offenbart eine diversifizierte Anbieterlandschaft mit ausgeprägten Technologieschwerpunkten und differenzierten Produktportfolios. Zu den führenden Akteuren zählen EasyCheck, Bibliotheca RFID, Novatec Germany GmbH sowie Nexbib, die mit ihren Lösungen sowohl HF als auch UHF-Technologien abdecken. Diese Systeme adressieren unterschiedliche Anforderungen moderner Bibliotheken hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit, Sicherheit, Nachhaltigkeit und Automatisierungsgrad. Die Anbieter stellen ganzheitliche Lösungen für Ausleihe, Rückgabe, Mediensicherung und Bestandsverwaltung bereit, die sich durch technische Reife, Integrationsfähigkeit und zukunftsorientierte Entwicklungsstrategien auszeichnen. Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf einer Analyse nicht öffentlich zugänglicher Produktdatenblätter der genannten Hersteller, die im Rahmen dieser Untersuchung ausgewertet wurden. Der Kontakt zu den Herstellern wurde auf dem Bibliothekskongress 2025 in Bremen über die Firmenausstellung hergestellt.⁶⁶

5.1 Übersicht verfügbarer Lösungen

Nachfolgend werden die verschiedenen Hersteller für Bibliotheks RFID Hardware am deutschen Markt näher beleuchtet.

5.1.1 EasyCheck

EasyCheck präsentiert ein umfassendes Portfolio **HF-basierter** Bibliothekssysteme, das die gesamte Prozesskette der bibliothekarischen Medienbearbeitung abdeckt. Die Mediensicherungsgates EasyGate G14 und G29 verfügen über eine 3D-Erfassung von Transpondern, die durch den Einsatz von einer bis drei Antennen, optional erweiterbar auf bis zu acht Antennen, eine präzise Detektion bei gleichzeitiger Minimierung von Fehlalarmen ermöglicht. Bei nicht ordnungsgemäß verbuchten Medien lösen die Systeme sowohl akustische als auch optische Alarme aus. Die verschiedenen Größenvarianten erlauben eine flexible Anpassung an unterschiedliche Durchgangsbreiten und architektonische Gegebenheiten. Die Stromversorgung erfolgt über 230 V AC mit einer maximalen Absicherung von 16 A. Die Rückgabeautomaten EasyReturn R30 zeichnen sich durch robuste Aluminiumgehäuse aus, die sowohl für den Innen- als

⁶⁶ vgl. Bibliothekskongress (2025)

auch für den witterungsgeschützten Außeneinsatz konzipiert sind. Ergänzend bietet EasyCheck modulare Sortiersysteme EasySort S30 an, die drei bis elf Sortierziele bei einer Gehäusetiefe von 800 mm unterstützen und somit eine effiziente Medienverteilung nach verschiedenen Kategorien ermöglichen. Die Kompatibilität mit Barcode-, Mifare⁶⁷- und Legic-Lesern⁶⁸ sowie die Unterstützung von Stapelverbuchung und Unicode-basierten mehrsprachigen Benutzeroberflächen unterstreichen die hohe Integrationsfähigkeit der Systeme. Die intelligenten Schließfachsysteme EasyShelf basieren auf elektronischen RFID-Schließzylindern und bieten sowohl vernetzte als auch Offline-Funktionalitäten, wobei die Nutzerverwaltung über spezialisierte Softwaretools erfolgt. Die Selbstverbuchungsstationen EasyTerminal sind mit Touchscreens zwischen 10,4 und 15,6 Zoll ausgestattet, optional mit Thermodruckern erweiterbar und ermöglichen eine Autorisierung sowohl per Karte als auch mittels PIN-Eingabe.⁶⁹

5.1.2 Bibliotheca RFID

Die RFID-Technologie bildet das technische Rückgrat der modernen Bibliothekssysteme von Bibliotheca und ermöglicht effiziente, automatisierte Prozesse in der Medienverwaltung. Das Produktportfolio umfasst mobile, stationäre und vollautomatische Lösungen, die alle auf der standardisierten HF-Frequenz von 13,56 MHz basieren und internationale Standards wie ISO 15693 sowie ISO 18000-3 Mode 1 unterstützen.

Das cloudCheck Tablet repräsentiert die mobile Dimension mit einem 10,1 Zoll Touchdisplay, Android-Betriebssystem und integriertem RFID-Pad bei einer Sendeleistung von 1,2 Watt, ergänzt durch einen Barcode-Scanner für hybride Medienverbuchung und flexible Netzwerkanbindung über WLAN oder LAN. Der stationäre selfCheck 1000 bietet mit seinem 22 Zoll Touchscreen erweiterte Funktionalitäten wie Stapelverarbeitung von bis zu fünf Medien gleichzeitig, automatische Entsicherung von Medienhüllen und vielfältige Login-Optionen über RFID-Karten, Barcode oder manuelle Eingabe, wobei auch Benutzerkarten mit einer Betriebsfrequenz von 13,56 MHz und 100mW Übertragungsleistung nach den Standards ISO15693, ISO18000-3 Mode 1 und ISO14443A/B unterstützt werden.

⁶⁷ MIFARE ist eine kontaktlose Chipkartentechnologie auf Basis von HF-RFID, die vor allem für Zutrittskontrolle, Ticketing und Identifikationsmedien eingesetzt wird.

⁶⁸ Legic-Lesegeräte sind spezielle RFID-Lesegeräte, die für den kontaktlosen Zugriff und die sichere Kommunikation mit LEGIC Transpondern (Chips und Karten) entwickelt wurden.

⁶⁹ vgl. EasyCheck (o.J.)

Das vollautomatische flex AMH System nutzt RFID für Hochleistungssortierung von bis zu 2.400 Medien pro Stunde mit vertikalem Transport über mehrere Stockwerke und intelligenter Routensteuerung, wobei der spezialisierte bulkSeparator mit erhöhter Sendeleistung von 5 Watt das stapelweise Einwerfen beliebig vieler Medien und deren automatische Separation ermöglicht.

Ein wesentlicher Vorteil aller Bibliotheca-Systeme ist ihre Technologieoffenheit, da sie nicht nur für RFID ausgelegt sind, sondern auch mit elektromagnetischen Sicherungssystemen und Barcode-Technologie kompatibel sind, wodurch keine Bestandskonvertierung bei der Installation erforderlich ist und ein schrittweiser Technologiewechsel ohne komplette Neuausstattung möglich wird. Die vollständige Integration in die quickConnect Software mit Unterstützung der Protokolle SIP2 und NCIP sowie die optionale zentrale Verwaltung über libraryConnect devices ermöglichen standortübergreifendes Management mit Echtzeitüberwachung, statistischen Auswertungen und dem flex visualizer zur virtuellen Systemansicht.

Alle Geräte erfüllen strenge internationale Normen wie CE, FCC, UL, RCM sowie die europäische Norm DIN EN 300 330 und die Maschinenrichtlinie 2006/42 EN, arbeiten mit unterschiedlichen Stromversorgungen von 100-240 V AC beim cloudCheck über 240 V beim selfCheck bis zu 24V DC Niederspannung beim flex AMH und sind für robuste Betriebsbedingungen mit Geräuschpegeln unter 55 dB, Luftfeuchtigkeit bis 80% und Arbeitstemperaturen von -15°C bis +60°C ausgelegt. Die Systeme verarbeiten Medienformate von minimal 100 × 100 × 5 mm bis maximal 410 × 360 × 120 mm mit einem Maximalgewicht von 4 kg pro Medium. Durch kapazitive Touchscreens, LED-gestützte Benutzerführung, Mehrsprachigkeit sowie Barrierefreiheit nach DIN 18040⁷⁰ wird eine intuitive Bedienung ermöglicht.

Erweiterte Funktionalitäten umfassen diverse Zahlungsmöglichkeiten über Kredit-, EC- und Bankkarten sowie Bargeld und kontaktlose Bezahlung, Veranstaltungskommunikation auf Startbildschirmen, personalisierte Leseempfehlungen und die Integration digitaler Medien über cloudLibrary direkt am selfCheck Terminal. Die RFID-Technologie von Bibliotheca zeichnet sich somit durch Standardkonformität, hohe Leistungsfähigkeit und außergewöhnliche Flexibilität aus, wobei das durchgängige Produktportfolio alle Anforderungen moderner

⁷⁰ vgl. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (o.J.)

Bibliotheken abdeckt, effiziente Arbeitsabläufe ermöglicht, das Bibliothekspersonal nachhaltig entlastet und Nutzern einen komfortablen Service rund um die Uhr bietet, während die hybride Unterstützung verschiedener Erfassungstechnologien Investitionen langfristig absichert.⁷¹

5.1.3 Novatec Germany GmbH

Novatec Germany GmbH positioniert sich als Spezialist für **UHF-Technologie** und bietet mit den Selbstverbuchungslösungen LIBDESK und PHOENIX Systeme an, die nach ISO/TS 28560-4 zertifizierte UHF-RFID-Karten und Labels verarbeiten. Die Geräte operieren in den Frequenzbereichen 865–868 MHz für den europäischen Markt sowie 902–928 MHz für den US-amerikanischen Markt mit einer Sendeleistung von bis zu 1 Watt. Die erheblich größere Lesereichweite im Vergleich zu HF-Systemen ermöglicht die simultane Stapelverbuchung von über 25 Medien, was die Effizienz insbesondere bei großen Medienmengen signifikant steigert. Die Integration erfolgt über standardisierte Schnittstellen wie SIP2 und NCIP, die eine nahtlose Kommunikation mit den gängigen Library Management Systemen gewährleisten. Ein besonderer strategischer Fokus liegt auf cloudbasierten Verwaltungsplattformen, wobei LibNet.online Funktionalitäten für Echtzeitdatenanalyse, zentrale Gerätekonfiguration sowie DSGVO-konforme Datenschutzkontrollen bereitstellt. Diese Cloudintegration ermöglicht insbesondere für dezentrale Bibliotheksnetzwerke eine zentrale Verwaltung und Überwachung der gesamten RFID-Infrastruktur.⁷²

5.1.4 Nexbib

Nexbib präsentiert mit dem Nex.Kiosk Nordic einen Self-Service-Kiosk auf Basis von Windows 10 IoT, der durch ein 22 Zoll großes True-Flat Multi-Touchdisplay mit einer Auflösung von 1920 × 1080 Pixel charakterisiert ist. Das Gerät unterstützt **HF-Technologie** mit 13,56 MHz nach ISO 15693 und ISO 18000-3 Modus 1, wobei die Antennenlesereichweite bis zu 25 cm beträgt und eine Sendeleistung von 1,2 Watt zum Einsatz kommt. Die Integration eines 2D-Barcode-Scanners ermöglicht die Erfassung verschiedenster Medientypen, während der Thermodrucker Papierbreiten von 58 oder 80 mm verarbeitet. Die Stromversorgung ist mit 110–240 V AC bei 50/60 Hz und maximal 2,5 A universell ausgelegt. Besonders hervorzuheben ist die Materialwahl, die Stahl mit FSC-zertifiziertem Holz kombiniert und damit auf eine nachhaltige

⁷¹ vgl. Bibliotheca RFID (o.J.)

⁷² vgl. Novatec Germany GmbH (o.J.)

Bauweise setzt. Die Netzwerkanbindung erfolgt über Ethernet mit 10/100/1000 Mbits, optional ergänzt durch WLAN nach dem Standard 802.11ac. Die Systeme sind mehrsprachig und barrierefrei konzipiert sowie modular konfigurierbar, was eine Anpassung an spezifische Bibliotheksanforderungen ermöglicht.⁷³

5.2 Systematische Bewertung nach Produktportfolio

Bei der Bewertung der Anbieterportfolios zeigt sich, dass EasyCheck durch die präzise Mehrantennen-Technologie der EasyGate-Sicherungsgates mit bis zu acht Antennen eine besonders zuverlässige 3D-Erkennung implementiert, die Fehlalarme auf ein Minimum reduziert und gleichzeitig eine hohe Detektionssicherheit gewährleistet. Die EasyReturn-Rückgabeautomaten zeichnen sich durch ihre verschiedenen Sortiermodule aus, die eine intelligente Medienklassifizierung bereits bei der Rückgabe ermöglichen und somit den nachgelagerten Sortieraufwand erheblich reduzieren. Die Integration mehrerer Lesetechnologien, darunter Barcode, Mifare und Legic, erhöht die Flexibilität und Rückwärtskompatibilität mit bestehenden Systemen. Die robuste Bauweise für Innen- und Außeneinsatz erweitert die Einsatzmöglichkeiten und erlaubt die Platzierung von Rückgabeautomaten auch außerhalb der regulären Öffnungszeiten im Außenbereich. Softwareseitig bietet EasyCheck umfassende Analytik- und Fernwartungstools, die einen präventiven Wartungsansatz ermöglichen und die Systemverfügbarkeit maximieren.⁷⁴

Das cloudCheck Tablet von Bibliotheca verbindet Hardware-Mobilität mit der Stabilität bewährter HF-Technologie und schafft damit eine flexible Lösung für dezentrale Verbuchungsszenarien. Der Rockchip RK3399 Prozessor gewährleistet eine flüssige Bedienung auch bei komplexen Anwendungen, während der kapazitive Touchscreen eine intuitive Nutzererfahrung analog zu modernen Smartphones und Tablets ermöglicht. Die RF-Performance mit 1,2 Watt Sendeleistung im 13,56-MHz-Band ist für alle gängigen Bibliotheksmedien optimal ausgelegt und gewährleistet eine zuverlässige Erfassung ohne unnötige Leistungsreserven. Die Unterstützung einer Vielzahl von Netzwerkprotokollen garantiert eine flexible Anbindung an bestehende Bibliotheksinfrastrukturen und ermöglicht sowohl kabelgebundene als auch drahtlose Betriebsmodi, was die Positionierung der Geräte im Bibliotheksraum flexibilisiert.⁷⁵

⁷³ vgl. Nexbib (o.J.)

⁷⁴ vgl. EasyCheck (o.J.)

⁷⁵ vgl. Bibliotheca RFID (o.J.)

Novatec überzeugt durch den konsequenten Einsatz von UHF-Technologie, die durch signifikant höhere Lesereichweiten, typischerweise mehrere Meter, die Stapelverbuchung großer Medienmengen in Sekundenschnelle ermöglicht. Diese Technologie eignet sich insbesondere für Hochdurchsatzszenarien in großen Bibliotheken mit hohem Nutzeraufkommen. Die Sendeleistung von bis zu 1 Watt gewährleistet eine hohe Auslesegenauigkeit auch bei mehrfach gestapelten oder ungünstig positionierten Medien. Die Integration umfassender Sicherheits- und Datenschutzfunktionen adressiert die besonderen Anforderungen der DSGVO und schafft Vertrauen bei datenschutzsensiblen Anwendungen. Die Unterstützung cloudbasierter Plattformen ist insbesondere für große Bibliotheksnetzwerke mit mehreren Standorten ein starkes Differenzierungsmerkmal, da zentrale Verwaltung, Monitoring und Wartung über eine einheitliche Plattform erfolgen können.⁷⁶

Nexbib verknüpft Hardware, nachhaltige Materialwahl und aktuelle Technik miteinander. Der Nex.Kiosk Nordic unterstützt als Hybridgerät HF-Standards mit einer Lesereichweite von bis zu 25 cm und kombiniert dies mit modernen multifunktionalen Komponenten wie 2D-Barcode-Scannern und Thermodruckern, die eine vollständige Self-Service-Funktionalität ohne zusätzliche Peripheriegeräte ermöglichen. Die modulare Bauweise erlaubt eine bedarfsgerechte Konfiguration und Erweiterung des Systems, während die flexible Netzwerkanbindung über Ethernet oder WLAN die Integration in vielfältige Bibliotheksumgebungen erleichtert. Die Verwendung von FSC-zertifiziertem Holz unterstreicht das Nachhaltigkeitsengagement und adressiert die zunehmende Bedeutung ökologischer Kriterien in öffentlichen Beschaffungsprozessen.⁷⁷

5.3 Technologietrends und strategische Positionierung

Der Markt für RFID-Systeme im Bibliothekswesen konsolidiert sich zunehmend zwischen zwei technologischen Hauptrichtungen, die jeweils spezifische Stärken und Einsatzgebiete aufweisen.

- **HF-Systeme, wie sie von EasyCheck und Bibliotheca** angeboten werden, repräsentieren eine bewährte, massentaugliche Technologie mit benutzerfreundlichen und wartungsarmen Systemen, die sich über Jahre in der Praxis etabliert haben. In Deutschland

⁷⁶ vgl. Novatec Germany GmbH (o.J.)

⁷⁷ vgl. Nexbib (o.J.)

bleiben HF-Systeme aufgrund der Normierungs- und Sicherheitsvorteile der ISO 28560-3 das technologische Rückgrat der überwiegenden Mehrheit der Bibliotheken. Die umfassende Integration, die Verfügbarkeit modularer Komponenten und die vielseitige Medienunterstützung machen Anbieter in diesem Segment zu verlässlichen Partnern für Bibliotheken unterschiedlicher Größe und Ausrichtung.

- **UHF-Technologie, wie sie insbesondere von Novatec** vertreten wird, entwickelt sich zunehmend zur Zukunftstechnologie, die durch erhöhte Automatisierung, größere Lesereichweiten und schnellere Stapelverarbeitung neue Anwendungsfelder erschließt. Neben der klassischen Medienverbuchung ermöglicht UHF-Technologie innovative Konzepte wie intelligente Regalsysteme mit kontinuierlicher Bestandserfassung, automatisierte Inventuren ohne manuelle Scanvorgänge sowie effizientere Logistikprozesse in Magazinen und Depots. Die internationale Standardisierung nach ISO/TS 28560-4 und die konsequente Einhaltung von Datenschutzvorgaben gewährleisten die Marktkonformität und schaffen die Voraussetzung für eine breitere Akzeptanz dieser Technologie.
- **Nexbib** adressiert mit seiner ausgeprägten Ausrichtung auf Nachhaltigkeit und Design die evolvierten Bedürfnisse moderner Bibliotheken, die zunehmend Wert auf ästhetische Integration in zeitgemäße Raumkonzepte und auf ökologische Aspekte in der Materialbeschaffung und Produktlebensdauer legen. Die Kombination aus FSC-zertifizierten Materialien, energieeffizienter Technik und durchdachtem Design positioniert den Anbieter im Schnittpunkt von Funktionalität und Nachhaltigkeitsverantwortung. Diese Positionierung gewinnt insbesondere im Kontext öffentlicher Ausschreibungen an Bedeutung, in denen Nachhaltigkeitskriterien zunehmend als Bewertungsfaktoren verankert werden. Außerdem bietet Nexbib **Kombinationsgeräte** an. Diese können sowohl mit der HF- und der UHF-Frequenz genutzt werden.

Die langfristige Marktposition der einzelnen Anbieter wird durch eine differenzierte Kombination aus technischer Zuverlässigkeit, Innovationsfähigkeit und nutzerorientierter Gestaltung determiniert. HF-Systeme sichern durch ihre etablierte Marktdurchdringung und technische Ausgereiftheit die Kontinuität bewährter Prozesse. UHF-Technologie erschließt durch ihre spezifischen technischen Eigenschaften neue Effizienzpotenziale und Anwendungsfelder, die in großen Bibliothekssystemen signifikante Optimierungen ermöglichen. Die zunehmende Bedeutung von Nachhaltigkeitsaspekten und nutzerorientierten Designkonzepten schafft

zusätzliche Differenzierungsmöglichkeiten, die über rein technische Parameter hinausgehen. Die erfolgreiche Marktbearbeitung erfordert somit eine ausgewogene Berücksichtigung aller drei Dimensionen – technische Exzellenz, innovative Weiterentwicklung und Nutzerorientierung, die in ihrer Gesamtheit die wesentlichen Anforderungen moderner Bibliothekssysteme abdecken und die Grundlage für nachhaltige Wettbewerbsvorteile bilden.

6. Integration und Implementierungsaspekte

Die Einführung von RFID-Systemen in Bibliotheken stellt eine komplexe und vielschichtige Herausforderung dar, die technische, organisatorische und normative Aspekte in gleichem Maße umfasst. Die erfolgreiche Implementierung erfordert ein fundiertes Verständnis der zugrundeliegenden Technologien, der verfügbaren Standards sowie der spezifischen Anforderungen der jeweiligen Bibliothekseinrichtung.⁷⁸ RFID-Technologie ermöglicht Bibliotheken die gleichzeitige Identifikation und Sicherung von Medien durch kontaktlose Funkübertragung, was eine deutlich effizientere und benutzerfreundlichere Abwicklung der Ausleihe, Rückgabe und Inventarisierung bedeutet.⁷⁹

Im Gegensatz zu klassischen Barcode-Systemen, bei denen verschiedene Medienpunkte einzeln und sequenziell gescannt werden müssen und Sicherheitsstreifen separat aktiviert oder deaktiviert werden, erlaubt RFID die Stapelverbuchung von mehreren Medien zugleich und die nahtlose Kombination von Ausleih- und Sicherungsvorgängen in einem einzigen integrierten Prozess.⁸⁰ Diese technologische Innovation führt zu signifikanten Effizienzsteigerungen in allen Bereichen der bibliothekarischen Medienbearbeitung. Besonders die weitreichende Automatisierung von Rückgabe- und Sortierprozessen entlastet das Bibliothekspersonal erheblich von repetitiven Routineaufgaben und steigert gleichzeitig die Nutzerzufriedenheit, indem Medienrückgaben auch außerhalb der regulären Öffnungszeiten durch automatisierte Rückgabestationen ermöglicht werden.⁸¹

Zudem erleichtert RFID die Prozesssicherheit durch automatisierte Fehlerprüfungen und reduziert manuelle Fehler bei der Medienverwaltung, wie beispielsweise Falschverbuchungen oder übersehene Sicherungsaktivierungen, erheblich. Die Technologie ermöglicht darüber

⁷⁸ vgl. Bibliotheksportal (2023)

⁷⁹ vgl. Kern, Christian (2011), S. 10-13; Bibliotheksportal (2023)

⁸⁰ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 433-435

⁸¹ vgl. Kern, Christian (2011), S. 41-48

hinaus eine präzisere Bestandskontrolle und vereinfacht Inventurprozesse durch die Möglichkeit, größere Medienmengen in kürzerer Zeit zu erfassen.⁸² Diese Vorteile machen RFID zu einer Schlüsseltechnologie für die Modernisierung bibliothekarischer Arbeitsabläufe und die Transformation von Bibliotheken zu serviceorientierten, automatisierten Einrichtungen.

6.1 Schnittstellen und Protokolle

Die erfolgreiche Integration von RFID-Systemen in die bestehende Bibliotheksinfrastruktur setzt zuverlässige, standardisierte und interoperable Schnittstellen sowie Kommunikationsprotokolle voraus, die eine reibungslose Datenkommunikation zwischen den verschiedenen Systemkomponenten gewährleisten. Die technische Komplexität moderner Bibliothekssysteme, die aus einer Vielzahl unterschiedlicher Hard- und Softwarekomponenten verschiedener Hersteller bestehen, erfordert standardisierte Kommunikationswege, um eine funktionale Integration zu ermöglichen.⁸³

In Bibliotheksanwendungen haben sich primär zwei Protokolle als Industriestandards etabliert: SIP2 (Standard Interchange Protocol 2) und NCIP (NISO Circulation Interchange Protocol).⁸⁴

SIP2 wurde ursprünglich in den 1990er Jahren von dem Unternehmen 3M entwickelt und hat sich trotz seiner proprietären Ursprünge zu einem De-facto-Standard in der Bibliotheksbranche entwickelt.⁸⁵ Das Protokoll ist weit verbreitet und wird von nahezu allen gängigen Bibliotheksmanagementsystemen und RFID-Hardware-Herstellern unterstützt, was seine praktische Relevanz unterstreicht.⁸⁶ Allerdings weist SIP2 auch Limitationen auf, da es in seiner ursprünglichen Form herstellerabhängig konzipiert wurde und verschiedene Implementierungsvarianten existieren, die teilweise Kompatibilitätsprobleme verursachen können.⁸⁷ Die Spezifikation von SIP2 ist nicht vollständig offen dokumentiert, was zu unterschiedlichen Interpretationen und Implementierungen bei verschiedenen Herstellern führen kann.

NCIP hingegen repräsentiert einen offenen, standardisierten und herstellerunabhängigen Protokollstandard, der von der National Information Standards Organization (NISO) entwickelt

⁸² vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 441-442

⁸³ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.b)

⁸⁴ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.c)

⁸⁵ vgl. NISO (o.J.b)

⁸⁶ vgl. Kern, Christian (2011), S. 177-179

⁸⁷ vgl. OCLC (o.J.)

und gepflegt wird.⁸⁸ NCIP wurde explizit mit dem Ziel konzipiert, die Interoperabilität zwischen verschiedenen Bibliothekssystemen zu verbessern und herstellerübergreifende Implementierungen zu erleichtern.⁸⁹ Das Protokoll basiert auf XML-Strukturen und bietet eine umfassendere Funktionalität als SIP2, einschließlich erweiterter Transaktionstypen und detaillierterer Fehlerbehandlung.⁹⁰ NCIP gewährleistet eine breitere Kompatibilität zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller und fördert die Investitionssicherheit für Bibliotheken, da es die Abhängigkeit von einzelnen Anbietern reduziert. Die offene Spezifikation und die kontinuierliche Weiterentwicklung durch NISO machen NCIP zu einer zukunftssicheren Lösung für moderne Bibliotheksumgebungen.

Die technische Kommunikation zwischen RFID-Komponenten wie Lesegeräten, Selbstverbuchungsterminals, automatisierten Rückgabeautomaten oder intelligenten Sortiersystemen und dem zentralen Bibliotheksmanagementsystem (BMS) wird in den meisten Implementierungen über eine spezialisierte Middleware-Schicht realisiert.⁹¹ Diese Middleware fungiert als intelligente Vermittlungs- und Übersetzungsschicht zwischen den hardwareseitigen Protokollen der RFID-Geräte und den spezifischen Anforderungen und Datenformaten des BMS. Die Middleware übernimmt dabei mehrere kritische Funktionen: Sie übersetzt Datenformate zwischen unterschiedlichen Systemen, synchronisiert Transaktionen in Echtzeit, puffert Daten bei temporären Verbindungsunterbrechungen und implementiert Fehlerbehandlungsroutinen.

Durch den Einsatz einer Middleware-Architektur wird sichergestellt, dass Geräte verschiedener Hersteller interoperabel zusammenarbeiten können, ohne dass aufwendige individuelle Anpassungen für jede Gerätekombination erforderlich sind.⁹² Die Middleware ermöglicht die Abstraktion der hardwarespezifischen Details und präsentiert dem BMS eine einheitliche Schnittstelle, unabhängig von der zugrundeliegenden RFID-Hardware. Dies vereinfacht nicht nur die initiale Systemintegration erheblich, sondern erleichtert auch zukünftige Erweiterungen oder den Austausch einzelner Komponenten.

Die Middleware sorgt dafür, dass verschiedene Arten von Transaktionsdaten wie Ausleihen, Rückgaben, Verlängerungen, Vormerkungen oder Kontenstände zwischen den RFID-Stationen

⁸⁸ vgl. NISO (o.J.a)

⁸⁹ vgl. NISO (2012)

⁹⁰ vgl. Needleman, Mark H.; Bodfish, John; O'Brien, Tony; Rush, James E.; Stevens, Pat (2001)

⁹¹ vgl. Gillert, Frank; Zissel, Hardy (2014), S. 163-180

⁹² vgl. Gillert, Frank; Zissel, Hardy (2014), S. 163-180

und dem BMS in Echtzeit bidirektional synchronisiert werden.⁹³ Diese Echtzeitsynchronisation ist essentiell für die Datenkonsistenz und die Vermeidung von Buchungsfehlern oder Sicherheitslücken.

Die physische Anbindung der RFID-Lesegeräte an das Bibliotheksnetzwerk kann auf verschiedene Arten erfolgen, abhängig von den spezifischen Anforderungen und der vorhandenen Infrastruktur. Eine Möglichkeit ist die direkte USB-Verbindung an lokalen PCs oder Terminals, bei der das Lesegerät als lokales Peripheriegerät fungiert und die Datenkommunikation über den angeschlossenen Computer erfolgt. Diese Lösung eignet sich insbesondere für stationäre Arbeitsplätze des Bibliothekspersonals oder einzelne Selbstverbuchungsterminals.⁹⁴

Alternativ können RFID-Lesegeräte über Netzwerkanschlüsse direkt in die Netzwerkinfrastruktur der Bibliothek integriert werden, was eine zentrale Steuerung und Verwaltung aller Geräte ermöglicht.⁹⁵ Netzwerkbasierte Lösungen bieten signifikante Vorteile hinsichtlich Flexibilität, Skalierbarkeit und Wartbarkeit der Installation. Sie ermöglichen die zentrale Konfiguration und Überwachung aller RFID-Komponenten von einem zentralen Verwaltungssystem aus, vereinfachen Software-Updates und erleichtern die Integration zusätzlicher Geräte bei Erweiterungen des Systems.⁹⁶

Die Wahl der geeigneten Anbindungsarchitektur hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Größe der Bibliothek, die Anzahl der RFID-Stationen, die vorhandene IT-Infrastruktur, das verfügbare Budget sowie die geplanten Erweiterungen und zukünftigen Entwicklungen. Größere Bibliothekssysteme mit mehreren Standorten profitieren typischerweise von zentralisierten, netzwerkbasierten Architekturen, während kleinere Einrichtungen möglicherweise mit dezentralen USB-Lösungen ausreichend bedient sind.

6.2 Datenmodelle und Metadaten

Die Standardisierung der auf RFID-Tags gespeicherten Daten ist fundamental für die systemübergreifende Funktionsfähigkeit, die Interoperabilität zwischen verschiedenen Herstellern und die langfristige Investitionssicherheit von RFID-Implementierungen in Bibliotheken. Die internationale Standardisierung gewährleistet, dass RFID-Tags, die von einem Hersteller

⁹³ vgl. Gillert, Frank; Zissel, Hardy (2014), S. 165.

⁹⁴ vgl. Andea Electronics (o. J.)

⁹⁵ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.d)

⁹⁶ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.d)

produziert wurden, von Lesegeräten anderer Hersteller gelesen und beschrieben werden können, was die Marktvielfalt fördert und Bibliotheken vor Anbieterbindung schützt.

Die in Abschnitt 2.2 beschriebene ISO 28560-Normenfamilie bildet die Basis für die Datenkodierung auf Bibliotheks-RFID-Tags. Nachfolgend werden die für die Implementierung relevanten Teile dieser Norm hinsichtlich ihrer praktischen Bedeutung für deutsche Bibliotheken detailliert analysiert.

Teil 1 (ISO 28560-1:2023) legt die grundlegenden Datenelemente und allgemeinen Implementierungsrichtlinien für RFID in Bibliotheken fest.⁹⁷ Dieser Teil definiert verschiedene Datenfelder, sogenannte „Object Identifiers“ (OIDs), die zur Identifikation und Beschreibung von Bibliotheksmedien verwendet werden. Zu den definierten Datenelementen gehören unter anderem die primäre Medienidentifikation (typischerweise die Barcode-Nummer), optionale sekundäre Identifikatoren, Informationen über die besitzende Bibliothek oder Institution, Sicherheitsstatus-Bits zur Steuerung der Diebstahlsicherung, sowie zusätzliche anwendungsspezifische Daten.⁹⁸

Der Standard ermöglicht die Bildung länderspezifischer oder anwendungsspezifischer Profile, die die jeweils benötigten Datenelemente aus dem definierten Katalog auswählen und kombinieren können. Diese Flexibilität erlaubt es verschiedenen Ländern oder Bibliothekskonsortien, ihre spezifischen Anforderungen innerhalb des gemeinsamen Rahmenwerks zu adressieren, ohne die grundsätzliche Interoperabilität zu gefährden. Die Norm definiert auch Mindestanforderungen, die alle konformen Implementierungen erfüllen müssen, um eine Basis-Interoperabilität zu gewährleisten.

Teil 2 (ISO 28560-2:2023) definiert ein flexibles Speicherlayout auf Basis von Object Identifiers (OIDs), das insbesondere in englischsprachigen Ländern, vor allem in Nordamerika und Großbritannien, breite Anwendung findet.⁹⁹ Dieses Datenmodell basiert auf einem variablen, erweiterbaren Ansatz, bei dem Datenfelder durch OIDs identifiziert werden und unterschiedliche Längen aufweisen können.¹⁰⁰ Der Vorteil dieses Ansatzes liegt in seiner hohen Flexibilität

⁹⁷ vgl. ISO 28560-1:2023; Friedrichs, Wolfgang (2017)

⁹⁸ vgl. Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019), S. 432-433

⁹⁹ vgl. ISO 28560-2:2023

¹⁰⁰ vgl. ISO 28560-2:2023

und Erweiterbarkeit, da neue Datenfelder definiert und hinzugefügt werden können, ohne bestehende Implementierungen zu beeinträchtigen.¹⁰¹

Das OID-basierte Modell verwendet eine Typ-Länge-Wert-Struktur (Type-Length-Value, TLV), bei der jedes Datenelement aus einem Identifier, einer Längenangabe und dem eigentlichen Datenwert besteht.¹⁰² Diese Struktur ermöglicht eine sehr flexible Datenorganisation und die Integration verschiedenster Informationstypen auf einem Tag. Allerdings erfordert dieser Ansatz auch komplexere Lese- und Schreibroutinen in der Software, da die Datenstruktur dynamisch interpretiert werden muss.¹⁰³ Die Implementierung ist technisch anspruchsvoller, bietet jedoch maximale Flexibilität für spezialisierte Anwendungen oder zukünftige Erweiterungen.

Teil 3 (ISO 28560-3:2024) entspricht dem sogenannten „dänischen Datenmodell“, das vor allem in Mitteleuropa, insbesondere in Deutschland, Österreich, der Schweiz und den skandinavischen Ländern verwendet wird.¹⁰⁴ Dieses Modell beschreibt eine fest kodierte, strukturierte Anordnung der Daten in vordefinierten Speicherblöcken mit festen Positionen und Längen.¹⁰⁵ Der wesentliche Vorteil dieses Ansatzes liegt in seiner Einfachheit und Effizienz: Da die Position und Länge jedes Datenfelds fest definiert ist, können Lesegeräte die Daten sehr schnell und mit geringem Rechenaufwand extrahieren und interpretieren.¹⁰⁶

Das dänische Datenmodell definiert einen strukturierten Aufbau des Tag-Speichers in verschiedene Bereiche: einen Bereich für die primäre Medienidentifikation, einen Bereich für die Bibliotheksidentifikation, Felder für Sicherungsinformationen, sowie optionale Bereiche für Medientyp, Teilenummer bei mehrteiligen Werken und weitere bibliotheksspezifische Informationen.¹⁰⁷ Die feste Struktur erleichtert die Implementierung und gewährleistet eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit, da keine dynamische Interpretation der Datenstruktur erforderlich ist. Dieser Ansatz hat sich in der Praxis als besonders robust und zuverlässig erwiesen und ist daher in Europa weit verbreitet.

¹⁰¹ vgl. ISO 28560-2:2023

¹⁰² vgl. ISO 28560-2:2023

¹⁰³ vgl. ISO 28560-2:2023

¹⁰⁴ vgl. Kern, Christian (2014), S. 154

¹⁰⁵ vgl. Kern, Christian (2014), S. 154; IT in Bibliotheken (o. J.a)

¹⁰⁶ vgl. Kern, Christian (2014), S. 154

¹⁰⁷ vgl. Bohne-Lang, Andreas (2008)

Das dänische Datenmodell erlaubt die Speicherung essentieller Daten wie der eindeutigen Mediennummer (typischerweise identisch mit dem Barcode), der Eigentümerkennung zur Identifikation der besitzenden Bibliothek oder Zweigstelle, sowie des Sicherungsstatus direkt auf dem Tag.¹⁰⁸ Diese Informationen ermöglichen eine vollständige Offline-Funktionalität der Sicherungssysteme, da die Gates den Sicherungsstatus direkt vom Tag auslesen können, ohne eine Online-Verbindung zum BMS benötigen. Dies erhöht die Systemzuverlässigkeit und reduziert die Abhängigkeit von der Netzwerkverfügbarkeit.

Das dänische Datenmodell setzt allerdings einen ausreichenden Speicherplatz auf den Tags voraus, um alle definierten Datenfelder aufnehmen zu können.¹⁰⁹ Typische HF-Tags mit 13,56 MHz bieten einen Speicher von 1-2 Kilobyte, was für die Implementierung des vollständigen dänischen Datenmodells ausreichend ist.¹¹⁰ Bei kleineren UHF-Tags, die aufgrund ihrer unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften und Bauweise oft über begrenzteren Speicher verfügen, wird häufig nur eine reduzierte Datenmenge gespeichert.¹¹¹ Diese reduzierte Implementierung umfasst typischerweise die essentiellen Elemente wie die Medien-ID zur eindeutigen Identifikation des Mediums, die Bibliotheks-ID zur Zuordnung zum besitzenden Institut, sowie das Sicherungsbit zur Steuerung der Diebstahlsicherung.¹¹²

Die Entscheidung für ein reduziertes Datenmodell bei UHF-Tags ist ein pragmatischer Kompromiss zwischen der Speicherkapazität der Tags, den Kosten und den funktionalen Anforderungen. Für die meisten Bibliotheksanwendungen sind diese essentiellen Datenelemente ausreichend, da zusätzliche Medieninformationen wie Titel, Autor oder Signatur ohnehin im zentralen BMS gespeichert sind und über die Medien-ID abgerufen werden können. Die Tag-Daten dienen primär der schnellen Identifikation und Sicherungskontrolle, nicht der vollständigen Datenspeicherung.

Die in Abschnitt 2.2 dargelegte Bedeutung der ISO 28560-Standardisierung für die Herstellerunabhängigkeit und langfristige Investitionssicherheit wird durch die praktische Implementierung der verschiedenen Datenmodelle konkretisiert.

¹⁰⁸ vgl. Bohne-Lang, Andreas (2008)

¹⁰⁹ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.d)

¹¹⁰ vgl. Kern, Christian (2014), S. 154

¹¹¹ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.d)

¹¹² vgl. Kern, Christian (2014), S. 154

6.3 Kompatibilität und Implementierungsaspekte mit bestehenden Systemen

Die Kompatibilität von RFID-Systemen mit bestehenden Bibliotheksmanagementsystemen, vorhandener IT-Infrastruktur und weiteren bibliothekarischen Systemkomponenten ist ein kritischer Erfolgsfaktor für die Implementierung und den langfristigen Betrieb. RFID-Systeme existieren nicht isoliert, sondern müssen sich nahtlos in eine komplexe, gewachsene IT-Landschaft integrieren, die typischerweise aus verschiedenen Systemen unterschiedlicher Hersteller und Generationen besteht. Die erfolgreiche Integration erfordert sorgfältige Planung, technisches Know-how und die Berücksichtigung zahlreicher technischer und organisatorischer Faktoren.

Die hersteller- oder technologieübergreifende Zusammenarbeit wird primär durch standardisierte Schnittstellen und internationale Normen sichergestellt, die eine gemeinsame technische Basis für die Kommunikation zwischen verschiedenen Systemkomponenten definieren. Die konsequente Einhaltung dieser Standards ist essenziell, um Interoperabilität zu gewährleisten und die Abhängigkeit von einzelnen Herstellern zu reduzieren. Bibliotheken sollten bei der Auswahl von RFID-Systemen explizit auf Standardkonformität achten und diese als zentrales Auswahlkriterium betrachten.

In Deutschland regelt die VDI-Richtlinie 4478 detaillierte Anforderungen und Qualitätsstandards für die Installation, den Betrieb und die Abnahme von RFID-Systemen in Bibliotheken.¹¹³ Diese vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) erarbeitete Richtlinie bietet einen umfassenden Leitfaden für alle Aspekte der RFID-Implementierung, von der Planung über die Installation bis zum laufenden Betrieb. Die Richtlinie definiert technische Mindestanforderungen, Testverfahren zur Qualitätssicherung, Abnahmekriterien und Best Practices für den Betrieb.¹¹⁴

Die VDI-Richtlinie 4478 gewährleistet Investitionssicherheit für Bibliotheken, indem sie objektive Qualitätskriterien festlegt, die bei Ausschreibungen und Systemabnahmen verwendet werden können. Sie trägt zur nachhaltigen Systemstabilität bei, indem sie bewährte Verfahren dokumentiert und Mindeststandards für Systemleistung und Zuverlässigkeit definiert. Die Einhaltung der VDI-Richtlinie wird zunehmend zur Voraussetzung bei öffentlichen Ausschreibungen und dient als Qualitätssiegel für RFID-Implementierungen. Hersteller und

¹¹³ vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (o. J.)

¹¹⁴ vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (o. J.)

Systemintegratoren, die ihre Lösungen nach VDI-Richtlinie 4478 zertifizieren lassen, signalisieren damit ihre Bereitschaft zur Einhaltung anerkannter Qualitätsstandards.

Die modulare Systemarchitektur moderner RFID-Lösungen erlaubt den flexiblen Austausch einzelner Komponenten wie RFID-Reader, Selbstverbuchungsterminals, Sicherheitsgates oder Sortieranlagen, ohne die Gesamtfunktionalität des Systems zu gefährden. Diese Modularität ist ein wichtiger Vorteil gegenüber monolithischen Systemen und ermöglicht inkrementelle Upgrades und Erweiterungen. Bibliotheken können ihr RFID-System schrittweise aufbauen, beginnend mit grundlegenden Komponenten wie Selbstverbuchungsterminals und Sicherheitsgates, und später um zusätzliche Funktionen wie automatisierte Rückgabesysteme oder Sortieranlagen erweitern.¹¹⁵

Wie bereits dargelegt, ermöglicht die modulare Systemarchitektur die Kombination von Komponenten verschiedener Hersteller, wodurch Bibliotheken für verschiedene Funktionsbereiche jeweils optimale Anbieter auswählen können. Eine häufig angewandte und bewährte Strategie während der Einführungsphase ist die parallele Nutzung von RFID und Barcodes in einer Übergangszeit. Bei diesem hybriden Ansatz werden neue Medien mit RFID-Tags ausgestattet, während bereits vorhandene Medien zunächst weiterhin nur mit Barcodes versehen bleiben. Die RFID-Systeme werden so konfiguriert, dass sie beide Identifikationstechnologien parallel unterstützen und verarbeiten können. Diese Strategie gewährleistet Ausfallsicherheit und ermöglicht eine schrittweise Migration, ohne dass der laufende Bibliotheksbetrieb unterbrochen werden muss.

Der hybride Betrieb erlaubt es Bibliotheken, ihre bestehenden Prozesse schrittweise umzustellen und das Personal sukzessive mit der neuen Technologie vertraut zu machen. Nutzer können sowohl Medien mit RFID-Tags als auch solche mit Barcodes an den Selbstverbuchungsterminals ausleihen, wobei das System automatisch erkennt, welche Technologie verwendet werden muss. Dies erhöht die Nutzerakzeptanz und vermeidet Verwirrung oder Frustration durch abrupte Systemänderungen. Die Übergangsphase kann je nach Größe der Bibliothek und Geschwindigkeit der Medienumrüstung mehrere Monate bis Jahre dauern.

¹¹⁵ vgl. Kern, Christian (2011), S. 41-47

Zum Schutz vor Manipulationen und unbefugten Änderungen werden verschiedene Sicherheitsaspekte wie Passwortschutz oder Verschlüsselung auf RFID-Tags eingesetzt. Ohne solche Schutzmaßnahmen könnten technisch versierte Personen mit handelsüblichen RFID-Lesegeräten die auf den Tags gespeicherten Daten auslesen und modifizieren, beispielsweise das Sicherungsbit deaktivieren, um die Diebstahlsicherung zu umgehen.¹¹⁶ Moderne RFID-Tags für Bibliotheksanwendungen unterstützen verschiedene Sicherheitsmechanismen, um solche Angriffe zu verhindern.

Eine grundlegende Sicherheitsmaßnahme ist die Implementierung eines Passwortschutzes für Schreibzugriffe auf kritische Datenbereiche des Tags.¹¹⁷ Nur Systeme, die das korrekte Passwort kennen, können bestimmte Datenfelder, insbesondere das Sicherungsbit, modifizieren. Dies verhindert, dass Unbefugte mit einfachen RFID-Lesegeräten die Sicherung deaktivieren können. Die Passwörter werden typischerweise nur innerhalb der autorisierten Bibliothekssysteme gespeichert und verwendet und sind nicht öffentlich bekannt.

Erweiterte Sicherheitskonzepte können auch Verschlüsselungsverfahren einsetzen, bei denen die auf dem Tag gespeicherten Daten verschlüsselt werden und nur von autorisierten Systemen mit dem entsprechenden Schlüssel entschlüsselt werden können.¹¹⁸ Solche Verfahren bieten ein höheres Sicherheitsniveau, erhöhen jedoch auch die Komplexität und die Verarbeitungszeit beim Lesen und Schreiben der Tags. Die Wahl der geeigneten Sicherheitsmaßnahmen hängt von der Risikoabwägung der jeweiligen Bibliothek und den Anforderungen an Datenschutz und Systemsicherheit ab.

Die Sicherheitsmaßnahmen verhindern, dass der Sicherungsschutz umgangen oder die Lesbarkeit der Medien durch unbefugte Manipulationen beeinträchtigt wird. Zudem schützen sie vor versehentlichen Fehlkonfigurationen, die durch unsachgemäße Verwendung von RFID-Equipment entstehen könnten. Die Implementierung angemessener Sicherheitskonzepte ist essentiell, um das Vertrauen in die RFID-Technologie zu erhalten und potenzielle Sicherheitsrisiken zu minimieren.

¹¹⁶ vgl. Finkenzeller, Klaus (2023), S.471-473

¹¹⁷ vgl. Finkenzeller, Klaus (2023), S.471-473

¹¹⁸ vgl. Finkenzeller, Klaus (2023), S.471-479

Trotz der Fortschritte in der RFID-Technologie und der kontinuierlichen Verbesserung der Systemkomponenten bleiben physikalische Einschränkungen durch bestimmte Materialien bestehen, die die Funkübertragung beeinträchtigen können. Insbesondere metallische Oberflächen und Gegenstände sowie Flüssigkeiten stellen Herausforderungen für die zuverlässige RFID-Erfassung dar. Metall reflektiert und absorbiert elektromagnetische Wellen, was bei HF-Systemen die induktive Kopplung stört und bei UHF-Systemen zu Reflexionen und Abschattungen führt. Wasser und andere leitfähige Flüssigkeiten beeinflussen ebenfalls die elektromagnetischen Felder und können die Lesereichweite reduzieren oder die Erfassung ganz verhindern.

Diese materialbedingten Interferenzen beeinträchtigen die Funkreichweite der RFID-Kommunikation und limitieren die Erkennungsrate in Sicherheitsgates oder bei der Selbstverbuchung. In der Praxis bedeutet dies, dass RFID-Tags, die direkt auf metallischen Oberflächen angebracht sind oder sich in unmittelbarer Nähe zu Metallteilen befinden, möglicherweise nicht zuverlässig gelesen werden können. Beispiele in Bibliotheken sind Medien mit Metalleinbänden, CDs und DVDs mit metallischen Reflexionsschichten, oder Medien, die in Metallregalen oder metallischen Containern gelagert werden.

Für solche problematischen Anwendungsfälle wurden spezielle RFID-Tags entwickelt, die mit Abstandshaltern, Ferritschichten oder anderen technischen Maßnahmen ausgestattet sind, um die Auswirkungen metallischer Umgebungen zu kompensieren.¹¹⁹ Diese speziellen Tags sind jedoch typischerweise teurer als Standardtags und erfordern eine sorgfältige Auswahl und Platzierung. Bei CDs und DVDs werden häufig spezielle Donut-förmige Tags verwendet, die um das zentrale Loch des Mediums herum angebracht werden und eine ausreichende Distanz zur metallischen Reflexionsschicht gewährleisten.

Auch die Platzierung der RFID-Antennen in Sicherheitsgates oder Selbstverbuchungsterminals muss die Materialeigenschaften der zu erfassenden Medien und der Umgebung berücksichtigen. In Umgebungen mit vielen metallischen Strukturen, wie beispielsweise Bibliotheken mit Stahlregalen oder metallischen Fassadenelementen, ist eine sorgfältige Planung der Antennenpositionierung und gegebenenfalls eine Abschirmung erforderlich, um Interferenzen zu minimieren. Die Hersteller von RFID-Systemen bieten typischerweise Planungsunterstützung

¹¹⁹ vgl. Fraunhofer IIS (o. J.)

und Vor-Ort-Messungen an, um die optimale Konfiguration für spezifische Umgebungen zu bestimmen.

Bei der Systemplanung und Konfiguration müssen diese physikalischen Limitationen berücksichtigt werden, insbesondere in Bibliotheken mit Metallregalsystemen oder bei der Kennzeichnung von Medien mit metallischen Komponenten. Eine realistische Erwartungshaltung bezüglich der Systemleistung in herausfordernden Umgebungen ist wichtig, um spätere Enttäuschungen zu vermeiden. In manchen Fällen kann es notwendig sein, für bestimmte Medientypen Ausnahmen zu definieren oder alternative Sicherungsverfahren zu implementieren.

Ergänzend zu den in Abschnitt 6.3 beschriebenen technischen Integrationsaspekten sind folgende organisatorische Erfolgsfaktoren zu beachten: Die Etablierung eines interdisziplinären Projektteams mit klaren Verantwortlichkeiten sowie die Einbeziehung erfahrener externer Berater können den Implementierungsprozess erheblich erleichtern.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Systemkompatibilität ist die Zukunftssicherheit und Erweiterbarkeit der gewählten Lösung. Bibliotheken sollten bei der Auswahl von RFID-Systemen nicht nur die aktuellen Anforderungen, sondern auch potenzielle zukünftige Entwicklungen berücksichtigen. Die Unterstützung aktueller und absehbarer Standards, die Verfügbarkeit von Software-Updates und die Roadmap des Herstellers für zukünftige Produktentwicklungen sind wichtige Kriterien.

Die Skalierbarkeit des Systems ist ebenfalls von Bedeutung, insbesondere für Bibliotheken, die ein Wachstum ihres Bestandes oder ihrer Nutzerzahlen erwarten oder die möglicherweise weitere Standorte integrieren müssen.¹²⁰ Das gewählte RFID-System sollte flexibel erweiterbar sein, ohne dass grundlegende Systemänderungen erforderlich werden. Cloud-basierte Verwaltungsplattformen, wie sie einige moderne Anbieter bereitstellen, können hier Vorteile bieten, da sie eine zentrale Verwaltung verteilter Systeme ermöglichen und typischerweise leichter skalierbar sind.¹²¹

Die Kompatibilität mit neuen Technologien und zukünftigen Entwicklungen sollte ebenfalls berücksichtigt werden. Dazu gehören beispielsweise die Integration von RFID-Daten in Discovery-Systeme oder Bibliotheks-Apps, die Nutzung von RFID-Informationen für

¹²⁰ vgl. Grobleben, May-Britt; Seeliger, Frank; Kissig, Jan (o. J.)

¹²¹ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.e)

Bestandsvisualisierungen oder die Kombination von RFID mit anderen Technologien wie Indoor-Navigation oder Augmented Reality. Offene APIs (Application Programming Interfaces) und dokumentierte Schnittstellen erhöhen die Flexibilität für solche zukünftigen Integrationen.¹²²

Die in den Abschnitten 2.2, 6.1 und 6.2 analysierten technisch-normativen Grundlagen bilden zusammen ein kohärentes Framework für die erfolgreiche Integration von RFID-Systemen in bestehende Bibliotheksinfrastrukturen.

7. Datenschutz und Sicherheit

Der Datenschutz und die Sicherheit beim Einsatz von RFID-Systemen in Bibliotheken stellen eine anspruchsvolle technische und rechtliche Herausforderung dar, die ein tiefgehendes Verständnis der Datenschutzgrundsätze, der RFID-Technologie sowie deren technischer und organisatorischer Absicherung erfordert. Eine fundierte Betrachtung dieser Thematik umfasst die komplexen Anforderungen der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), die technischen Schutzmechanismen sowie eine detaillierte systemische Risikobewertung und deren Umsetzung in Schutzkonzepten.¹²³

7.1 Rechtliche Rahmenbedingungen (DSGVO)

Die DSGVO stellt einen umfassenden Schutzrahmen dar, der alle Verarbeitungen personenbezogener Daten regelt. Im Kontext von RFID in Bibliotheken bedeutet dies insbesondere, dass personenbezogene Daten nur dann verarbeitet werden dürfen, wenn eine Rechtsgrundlage vorliegt, etwa die Einwilligung oder ein berechtigtes Interesse nach Art. 6 DSGVO.¹²⁴

Wesentlich ist, dass die auf RFID-Tags gespeicherten Daten minimal und vor allem pseudonymisiert sind: Es werden keine Namen, Adressen oder sonstigen direkten personenbezogenen Daten auf den Chips hinterlegt, sondern lediglich anonymisierte Identifikationsnummern, die in den internen Systemen der Bibliothek rückverfolgbar sind. Diese technische Trennung

¹²² vgl. IT in Bibliotheken (o. J.e)

¹²³ vgl. DSGVO-Gesetz.de (o. J.a)

¹²⁴ vgl. DSGVO-Gesetz.de (o. J.b)

zwischen dem öffentlich lesbaren RFID-Tag und den personenbezogenen Daten im Bibliotheksmanagementsystem stellt eine zentrale Datenschutzmaßnahme dar.

Die Bibliotheken sind nach Art. 13¹²⁵ und 14¹²⁶ DSGVO verpflichtet, vollständige Transparenz gegenüber den Nutzern herzustellen, indem sie klar kommunizieren, welche Daten gespeichert werden, wie diese genutzt werden und welche Rechte die Nutzer haben, beispielsweise das Auskunftsrecht oder das Recht auf Löschung. Die Informationspflicht umfasst daher auch die technische Funktionsweise von RFID sowie Schutzmaßnahmen gegen unerlaubtes Auslesen oder Missbrauch.

Bei fehlender Einwilligung müssen alternative Verbuchungsverfahren vorhanden sein, um das Recht auf Widerspruch gegen die Datenverarbeitung gemäß Art. 21 DSGVO zu gewährleisten.¹²⁷ Weiterhin sind Datenschutz-Folgenabschätzungen (DSFA) durchzuführen, wenn die Verarbeitung voraussichtlich hohe Risiken für die Rechte und Freiheiten der Betroffenen birgt. In der Praxis bewerten Datenschutzbehörden RFID-Systeme in Bibliotheken oft als risikoarm, sofern strenge Datenminimierung und Sicherheitsmaßnahmen eingehalten werden.¹²⁸

7.2 Technische Sicherheitsmaßnahmen

Die technische Absicherung von RFID-Systemen in Bibliotheken erfordert vielschichtige Schutzmechanismen. Die passiven HF-RFID-Tags arbeiten mit 13,56 MHz und sind auf sehr kurze Reichweiten ausgelegt, was bereits eine erste physikalische Sicherheitsbarriere darstellt. Im Vergleich dazu weisen UHF-Tags aufgrund ihrer größeren Reichweite ein höheres Risiko für unbefugtes Auslesen auf.

Darüber hinaus kommen Access-Control-Mechanismen zum Einsatz: Der Zugriff auf die Daten der Tags ist nur möglich, wenn das Lesegerät bestimmte Authentifizierungsprotokolle erfolgreich durchlaufen hat. Passwortschutz oder Challenge-Response-Verfahren schützen die schreibbaren Bereiche der Tags, sodass fremde Geräte nicht unbefugt Daten überschreiben oder löschen können.¹²⁹

¹²⁵ vgl. DSGVO-Gesetz.de (o. J.c)

¹²⁶ vgl. DSGVO-Gesetz.de (o. J.d)

¹²⁷ vgl. DSGVO-Gesetz.de (o. J.e):

¹²⁸ vgl. Bundesbeauftragter für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI) (2020), S.18

¹²⁹ vgl. ISO/IEC 29167-12:2015

Die Datenübertragung zwischen Reader und Tag ist oft nicht verschlüsselt, weshalb moderne Systeme zunehmend auf kryptographische Verfahren setzen, um die Vertraulichkeit und Integrität der Kommunikation zu gewährleisten.¹³⁰ Zusätzlich sollten Lesegeräte in einem abgesicherten Netzwerk betrieben werden, mit Zugangsbeschränkungen und Firewalls, um Manipulationsversuche und unautorisierte Zugriffe zu verhindern. Außerdem ist eine sorgfältige physische Installation der Antennen notwendig, um die kontrollierte Erfassung nur in zulässigen Bereichen sicherzustellen und ein Auslesen außerhalb der Aufstellungszonen zu vermeiden.¹³¹

Ein oft unterschätztes Risiko ist die Manipulation oder das „Clonen“ von RFID-Tags, bei dem ein Angreifer legitime Tags kopiert oder verändert, um Sicherheitsmechanismen zu unterlaufen beispielsweise um einen Sicherungszustand zu entfernen.¹³² Moderne Systeme setzen daher auf komplexe Schlüsselverwaltung, Rolling Codes oder verschlüsselte Sicherheitsbits, um solche Angriffe abzuwehren.¹³³

7.3 Risikobewertung und Schutzkonzepte

Die Erstellung einer umfassenden Risikobewertung ist integraler Bestandteil eines sicheren und datenschutzkonformen RFID-Einsatzes. Diese Bewertung berücksichtigt Risiken auf mehreren Ebenen: physisch (z. B. Zugang zu Lesegeräten), technisch (z. B. Schwachstellen in Protokollen oder Tag-Sicherheit), organisatorisch (z. B. Schulungen, Prozesse) sowie juristisch (Compliance mit DSGVO).

Auf Basis der Risikoanalyse werden Schutzkonzepte erarbeitet, die technische Vorkehrungen mit organisatorischen Maßnahmen kombinieren. Dazu gehören Verschlüsselungstechniken auf Tag- und Lesegeräteebene, Passwortschutz und Authentifizierung sowie ein strenges Berechtigungsmanagement für Mitarbeiter mit Zugriff auf RFID-Systeme.

Organisatorisch sind umfassende Schulungen, klare Verantwortlichkeiten und regelmäßige Kontrollen der Prozesse verpflichtend. Datenschutzbeauftragte nehmen eine koordinierende Rolle ein und unterstützen bei der Erstellung, Umsetzung und Überwachung der

¹³⁰ vgl. ISO/IEC 29167-10:2017

¹³¹ vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2020), S. 58-62

¹³² vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2020), S. 64

¹³³ vgl. Eisenbarth, Thomas; Kasper, Timo; Paar, Christof (2008), S. 507-510

Datenschutzmaßnahmen. Dokumentation und regelmäßige Audits sichern die Nachvollziehbarkeit und Compliance.

Darüber hinaus setzen moderne Schutzkonzepte auf Datenminimierung (Speicherung nur notwendiger Daten auf dem Tag), Vertraulichkeitszonen (körpernahe Lesegeräte, Raumabschirmung) und betriebliches Monitoring von Anomalien im RFID-Datenverkehr. Bibliotheken können sich an internationalen Leitlinien orientieren, beispielsweise von der American Library Association (ALA)¹³⁴, die spezielle Datenschutzprinzipien und konkrete Handlungsanweisungen für RFID im Bibliothekskontext formulieren.¹³⁵

Ein ganzheitliches Schutzkonzept schafft einerseits Vertrauen bei Nutzern, unterstützt die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und sichert andererseits den langfristigen Erfolg der RFID-Infrastruktur in Bibliotheken. Die konsequente Umsetzung von Privacy by Design und Privacy by Default gemäß Art. 25 DSGVO¹³⁶ gewährleistet, dass Datenschutz bereits in der Planungsphase berücksichtigt wird und die datenschutzfreundlichsten Voreinstellungen gewählt werden.

8. Auswahlkriterien für RFID-Technologien für Bibliotheken

Auf Basis der Analyseergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln werden im Folgenden konkrete, praxisorientierte Handlungsempfehlungen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anforderungen für deutsche Bibliotheken entwickelt. Diese strukturieren sich in drei Bereiche:

- Die Auswahlkriterien für geeignete RFID-Technologien,
- Spezifische Implementierungsstrategien für verschiedene Bibliothekstypen,
- Bewährte Best Practices und Erfolgsfaktoren.

Die Auswahl einer geeigneten RFID-Technologie stellt eine strategische Entscheidung dar, die langfristige Auswirkungen auf die Arbeitsabläufe, Kosten und Servicequalität einer Bibliothek hat. Ein strukturierter Bewertungsprozess auf Basis klar definierter Kriterien gewährleistet

¹³⁴ vgl. American Library Association (ALA) (o.J.)

¹³⁵ vgl. Verch, Ulrike (2007)

¹³⁶ vgl. DSGVO-Gesetz.de (o. J.f)

eine fundierte Entscheidungsfindung, die sowohl technische Anforderungen als auch organisatorische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die Entscheidung zwischen HF-Technologie (13,56 MHz) und UHF-Technologie (860-960 MHz) bildet den Ausgangspunkt jeder RFID-Implementierung und determiniert zahlreiche nachgelagerte Aspekte.

- **HF-Technologie** empfiehlt sich insbesondere für Öffentliche Bibliotheken mit kleinen bis mittleren Beständen bis etwa 200.000 Medien, für Bibliotheken mit begrenzten Investitionsbudgets, die eine kosteneffiziente Lösung suchen, sowie für Einrichtungen mit einem hohen Anteil an Medien mit metallischen Komponenten wie CDs und DVDs. Die technische Ausgereiftheit von HF-Systemen, die umfassende Standardisierung nach ISO 28560-3 und die breite Verfügbarkeit kompatibler Komponenten verschiedener Hersteller machen diese Technologie zur sicheren Wahl für die Mehrheit deutscher Bibliotheken. Bibliotheken mit Metallregalsystemen oder komplexen baulichen Gegebenheiten profitieren von der höheren Materialtoleranz der HF-Technologie. Die kurze Lesereichweite von typischerweise bis zu 80 cm stellt in den meisten Bibliotheksszenarien keinen Nachteil dar, sondern trägt zur Datenschutzfreundlichkeit und Präzision der Medienerfassung bei, indem unbeabsichtigte Auslesungen minimiert werden.
- **UHF-Technologie** empfiehlt sich dagegen für Wissenschaftliche Bibliotheken und große Öffentliche Bibliotheken mit umfangreichen Beständen über 200.000 Medien, für Einrichtungen mit hohem Automatisierungsgrad als strategischem Ziel sowie für Bibliotheken mit Anforderungen an vollautomatisierte Inventursysteme oder Smart Shelves. Neubauten oder umfassende Sanierungen, bei denen die Infrastruktur optimal auf UHF ausgelegt werden kann, bieten ideale Voraussetzungen für diese Technologie. Magazinbibliotheken mit hohen Anforderungen an effiziente Bestandslogistik sowie Bibliothekssysteme mit mehreren Standorten und zentralisierten Verwaltungsanforderungen können die größeren Lesereichweiten von mehreren Metern und die Fähigkeit zur schnellen Stapelverarbeitung von über 25 Medien nutzen, um Effizienzpotenziale zu erschließen, die mit HF-Technologie nicht erreichbar sind. Allerdings erfordert UHF höhere Investitionskosten, sorgfältigere Planung und umfangreichere technische Expertise, weshalb die Entscheidung von einer realistischen Bewertung der eigenen technischen Kapazitäten und langfristigen Automatisierungsziele begleitet werden sollte.

Für eine objektive und nachvollziehbare Technologiebewertung empfiehlt sich die Anwendung einer strukturierten Nutzwertanalyse, die multiple Bewertungskriterien unter Berücksichtigung ihrer relativen Bedeutung für die spezifische Bibliothekssituation integriert. Die folgende Tabelle 3: „Kriterienmatrix zur systematischen Bewertung von RFID-Systemen in Bibliotheken“ bietet einen Bewertungsrahmen mit den **fünf** Hauptkategorien: **Technische Kriterien, Standardkonformität, Wirtschaftliche Aspekte, Datenschutz & Sicherheit** und **Anbieter & Support**. Diese Matrix wurde auf Grundlage des Umbaus der Stadtbibliothek Langenfeld im Jahr 2020 sowie der in den vorherigen Kapiteln dargelegten Informationen von mir erarbeitet.

Tabelle 3: Kriterienmatrix zur systematischen Bewertung von RFID-Systemen in Bibliotheken

Kriterium	Gewichtung	Bewertungsaspekte	Relevanz
Technische Kriterien 35%			
Lesereichweite	7%	Eignung für spezifische Anwendungsszenarien der Bibliothek	Bestimmt Einsatzmöglichkeiten
Stapelverarbeitung	8%	Erfassungsgeschwindigkeit bei typischen Medienmengen	Beeinflusst Durchsatzraten
Materialverträglichkeit	6%	Robustheit gegenüber metallischen Objekten und Flüssigkeiten	Kritisch für Medienvielfalt
Datenkapazität	4%	Tag-Speicher und Eignung für geplante Anwendungen	Bestimmt Funktionsumfang

Zuverlässigkeit	7%	Medienerfassung unter realistischen Betriebsbedingungen	Zentral für Nutzerakzeptanz
Funktionsintegration	3%	Integration von Sicherungs- und Verbuchungsfunktionen	Reduziert Systemkomplexität
Standardkonformität 20%			
ISO-Konformität	8%	Konformität mit ISO 28560-3 (HF) oder ISO 28560-4 (UHF)	Basis für Interoperabilität
Protokollunterstützung	5%	Unterstützung von SIP2, NCIP	Notwendig für LMS-Integration
Herstellerunabhängigkeit	4%	Verfügbarkeit kompatibler Komponenten verschiedener Anbieter	Vermeidet Vendor Lock-in
LMS-Kompatibilität	3%	Kompatibilität mit bestehenden Library Management Systems	Kritisch für Integration
Wirtschaftliche Aspekte 25%			
Anschaffungskosten	8%	Hardware-Kosten für Tags, Lesegeräte, Gates, Terminals	Initiale Investitionshürde

Implementierungskosten	5%	Planung, Installation, Inbetriebnahme	Einmalige Projektkosten
Betriebskosten	5%	Wartung, Support, Updates	Laufende jährliche Kosten
Total Cost of Ownership	5%	Gesamtkosten über 10 Jahre	Langfristige Wirtschaftlichkeit
Skalierbarkeit	2%	Kosten für zukünftige Erweiterungen	Flexibilität für Wachstum
Datenschutz & Sicherheit 15%			
DSGVO-Konformität	6%	Umsetzung von Privacy by Design und by Default	Rechtliche Compliance
Technische Sicherheit	4%	Verschlüsselung, Authentifizierung, Access Control	Schutz vor Manipulation
Datenminimierung	3%	Pseudonymisierung auf Tag-Ebene	Datenschutzfreundlichkeit
Reichweitenbegrenzung	2%	Physischer Schutz vor unbefugtem Auslesen	Zusätzliche Sicherheitsebene
Anbieter & Support 5%			

Markterfahrung	2%	Erfahrung und Reputation im Bibliotheksmarkt	Indikator für Zuverlässigkeit
Referenzen	1%	Dokumentierte Praxiserfahrungen und Installationen	Nachweis der Praxistauglichkeit
Supportqualität	1%	Qualität und Verfügbarkeit des technischen Supports	Kritisch im Störfall
Produktstrategie	1%	Langfristige Innovationsfähigkeit und Roadmap	Zukunftssicherheit
Summe	100%		

Eigene Darstellung¹³⁷

Die Gewichtungen in dieser Matrix können je nach spezifischen Prioritäten der jeweiligen Bibliothek angepasst werden. Eine Bibliothek mit begrenztem Budget wird den wirtschaftlichen Aspekten möglicherweise eine höhere Gewichtung beimessen und diese Kategorie auf 30% erhöhen, während sie technische Kriterien auf 30% reduziert. Eine Forschungsbibliothek mit sensiblen Beständen könnte den Datenschutz- und Sicherheitskriterien höhere Priorität einräumen und diese auf 20% erhöhen.

- Die **Zusammensetzung und Charakteristika des Medienbestands** beeinflussen die Eignung verschiedener RFID-Technologien erheblich und müssen in den Entscheidungsprozess mit einfließen. Bibliotheken mit hohem Anteil an CDs, DVDs und anderen Medien mit metallischen Reflexionsschichten profitieren von der höheren Materialtoleranz der HF-Technologie, wobei spezielle HF-Tags für optische Medien ausgereift und praxiserprobt sind, während bei UHF-Implementierungen spezielle On-Metal-Tags

¹³⁷ Diese Matrix wurde von mir auf Grundlage des Bibliotheksumbaus 2020 der Stadtbibliothek Langenfeld und den Informationen aus den vorherigen Kapiteln entwickelt.

erforderlich sind, die höhere Kosten verursachen. Die Bestandsgröße korreliert direkt mit dem Nutzen verschiedener Technologien, wobei bei Beständen unter 100.000 Medien die Effizienzgewinne von UHF typischerweise nicht die Mehrkosten rechtfertigen, während bei Beständen über 500.000 Medien die Automatisierungspotenziale von UHF, insbesondere bei Inventuren, signifikante Personalkosteneinsparungen ermöglichen können. Bibliotheken mit hohem Mediuumschlag und entsprechend hohen Durchsatzraten bei Ausleihe und Rückgabe profitieren von den schnelleren Erfassungszeiten der UHF-Technologie, da die Fähigkeit zur simultanen Erfassung großer Medienmengen Wartezeiten reduziert und die Nutzererfahrung verbessert. Für wertvolle Sonderbestände, historische Dokumente oder Archivmaterialien bietet UHF-Technologie den Vorteil diskreterer, kleinerer Tags, die materialschonender angebracht werden können, während die berührungslose Erfassung aus größerer Distanz die Handhabung sensibler Materialien minimiert.

- Die **baulichen und infrastrukturellen Gegebenheiten** einer Bibliothek beeinflussen die Implementierbarkeit und Performance verschiedener RFID-Technologien erheblich. Bibliotheken mit engen Regalfluchten und hohen Regalen profitieren von der größeren Reichweite der UHF-Technologie bei Inventuren, allerdings können metallische Regalsysteme die UHF-Performance beeinträchtigen und erfordern sorgfältige Planung, während HF-Systeme in dieser Hinsicht robuster und weniger anfällig für materielle Interferenzen sind. Die Integration von RFID-Systemen erfordert ausreichende Netzwerkkapazität und moderne IT-Infrastruktur, wobei Cloud-basierte UHF-Lösungen zuverlässige Internetverbindungen voraussetzen, weshalb Bibliotheken ihre IT-Kapazitäten realistisch bewerten und gegebenenfalls Infrastruktur-Upgrades in die Kostenplanung einbeziehen sollten. Die Skalierbarkeit des gewählten Systems sollte bauliche Erweiterungsmöglichkeiten berücksichtigen, wobei modulare Systemarchitekturen schrittweise Erweiterungen ohne grundlegende Systemänderungen ermöglichen.

Die erfolgreiche RFID-Implementierung setzt bestimmte organisatorische Rahmenbedingungen voraus, die bei der Technologieauswahl berücksichtigt werden müssen. UHF-Systeme erfordern höhere technische Expertise für Installation, Konfiguration und Betrieb, weshalb Bibliotheken über ausreichend qualifiziertes IT-Personal verfügen oder externe Dienstleister einbinden müssen, während HF-Systeme in der Regel einfacher zu implementieren und zu

betreiben sind.¹³⁸ Die Einführung von RFID-Systemen verändert etablierte Arbeitsabläufe und erfordert die Bereitschaft des Personals, neue Technologien zu adaptieren, weshalb ein strukturiertes Change-Management mit umfassenden Schulungen erforderlich ist. Die langfristigen strategischen Ziele der Bibliothek sollten die Technologieauswahl leiten, wobei Bibliotheken, die einen hohen Automatisierungsgrad anstreben und das Personal für höherwertige Tätigkeiten freistellen wollen, die höheren Investitionen in UHF in Betracht ziehen sollten.

8.1 Implementierungsstrategien für Öffentliche und Wissenschaftliche Bibliotheken

Die erfolgreiche Implementierung von RFID-Systemen erfordert eine systematische, phasenorientierte Vorgehensweise, die sowohl die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Bibliothekssystems als auch allgemeine Erfolgsfaktoren berücksichtigt. Die in Abschnitt 8 dargelegten spezifischen Anforderungen des jeweiligen Bibliothekstyps müssen dabei berücksichtigt werden. Im Folgenden werden hier Ansätze zur Einführung von RFID auf Grundlage verschiedener Projektberichte vorgestellt.

8.1.1 Öffentliche Bibliotheken

Die Implementierung für **Öffentliche Bibliotheken** beginnt mit einer Bedarfsanalyse und Zieldefinition über einen Zeitraum von zwei bis drei Monaten, in der eine umfassende Analyse der aktuellen Situation und die Definition klarer, messbarer Ziele erfolgt. Zentrale Fragestellungen umfassen dabei, welche Prozesse durch RFID optimiert werden sollen, welche Personalressourcen freigesetzt und für andere Aufgaben umgewidmet werden können, welche Servicezeiten und Selbstverbuchungsquoten angestrebt werden und welches Budget kurz-, mittel- und langfristig zur Verfügung steht. Die Bedarfsanalyse sollte alle Stakeholder einbeziehen, wobei Workshops und strukturierte Interviews helfen, Anforderungen zu identifizieren und Prioritäten zu setzen.

Die Marktanalyse und Anbieterauswahl über drei bis vier Monate basiert auf den definierten Anforderungen und erfolgt systematisch, wobei Öffentliche Bibliotheken prioritär HF-Lösungen evaluieren sollten, da diese das optimale Kosten-Nutzen-Verhältnis bieten und technisch ausgereift sind. Die Anbieterauswahl erfolgt anhand von Referenzinstallationen in

¹³⁸ vgl. IT in Bibliotheken (o. J.f)

vergleichbaren Öffentlichen Bibliotheken, der Vollständigkeit des Produktportfolios, der Kompatibilität mit dem bestehenden Library Management System, der Schulungs- und Supportkonzepte sowie der Total Cost of Ownership über 10 Jahre. Die Einholung von Angeboten sollte auf Basis detaillierter Leistungsbeschreibungen erfolgen, wobei Pilotinstallationen oder Vorführungen in Referenzbibliotheken realistische Bewertungen der Systemleistung ermöglichen.¹³⁹

Nach der Anbieterauswahl folgt die detaillierte Projektplanung und Vorbereitung über zwei bis drei Monate, in der ein interdisziplinäres Projektteam mit klaren Rollen und Verantwortlichkeiten etabliert wird. Der Projektplan umfasst einen Zeitplan mit Meilensteinen für Installation, Testbetrieb und Rollout, eine Budgetplanung mit Pufferreserven für unvorhergesehene Kosten, einen Kommunikationsplan für interne und externe Stakeholder, ein Schulungskonzept für alle Mitarbeiter sowie einen Migrationsplan für die Ausrüstung des Medienbestands mit RFID-Tags. Die Vorbereitung der IT-Infrastruktur umfasst gegebenenfalls Netzwerk-Upgrades, die Integration der Middleware und umfangreiche Tests der Schnittstellen zum Library Management System.¹⁴⁰

Vor dem vollständigen Rollout empfiehlt sich ein Pilotbetrieb über zwei bis drei Monate in einem definierten Teilbereich der Bibliothek, der die Identifikation und Behebung von Problemen unter realen Betriebsbedingungen ohne Gefährdung des gesamten Bibliotheksbetriebs ermöglicht. Der Pilotbetrieb umfasst die Installation einer Selbstverbuchungsstation und eines Sicherheitsgates, die Ausrüstung eines Teilbestands von etwa 5.000 bis 10.000 Medien mit RFID-Tags, das Training einer Pilotgruppe von Mitarbeitern, die Erfassung von Fehlerquoten, Nutzerakzeptanz und Effizienzgewinnen sowie die Dokumentation von Lessons Learned und Ableitung von Optimierungen, wobei die Erkenntnisse aus dem Pilotbetrieb in die Optimierung der Konfiguration und die Anpassung der Schulungskonzepte einfließen.

Der vollständige Rollout über sechs bis zwölf Monate erfolgt schrittweise nach bewährter Pilotierung, wobei bei Bibliothekssystemen mit mehreren Zweigstellen eine sukzessive Implementierung empfohlen wird, beginnend mit kleineren Zweigstellen, um Erfahrungen zu sammeln, bevor die Zentralbibliothek umgestellt wird. Der Rollout umfasst die Installation aller

¹³⁹ vgl. Protokoll Stuttgart (2011)

¹⁴⁰ vgl. Stadtbibliothek Heilbronn (2008)

RFID-Komponenten, die Ausstattung des gesamten Medienbestands mit Tags, umfassende Schulungen aller Mitarbeiter in Gruppen, Nutzerinformationen und Kommunikationskampagnen sowie technischen Support und Troubleshooting während der Einführungsphase. Während des Rollouts sollte ein hybrider Betrieb mit paralleler Barcode-Nutzung aufrechterhalten werden, um Ausfallsicherheit zu gewährleisten.¹⁴¹

Nach Abschluss des Rollouts folgt eine Phase der Optimierung und Konsolidierung über sechs bis zwölf Monate, in der systematisches Monitoring der Systemperformance, regelmäßige Auswertung von Nutzungsdaten und kontinuierliche Prozessoptimierungen die nachhaltige Effizienzsteigerung sichern, wobei regelmäßige Mitarbeiterbefragungen Verbesserungspotenziale identifizieren.

8.1.2 Wissenschaftliche Bibliotheken

Wissenschaftliche Bibliotheken sollten sowohl HF- als auch UHF-Technologie systematisch evaluieren, wobei die Entscheidung von Bestandsgröße, Automatisierungszielen und Budget abhängt. Universitätsbibliotheken mit über einer Million Medien und umfangreichen Magazinbeständen sollten UHF prioritär evaluieren, während Spezialbibliotheken und kleinere Hochschulbibliotheken unter 200.000 Medien mit HF gut bedient sind. Hybridansätze mit HF für Freihandbestände und UHF für Magazinbestände sind ebenfalls möglich.

Die strategische Analyse und Anforderungsdefinition für Wissenschaftliche Bibliotheken erstreckt sich über vier bis sechs Monate und sollte die RFID-Implementierung in die digitale Strategie einbetten.¹⁴² Die Analyse umfasst die Bewertung der aktuellen und zukünftigen Bestandsentwicklung, die Analyse der Nutzungsintensität verschiedener Bestandssegmente, die Evaluation von Automatisierungspotenzialen wie Smart Shelves und Robotik, eine Kosten-Nutzen-Analyse verschiedener Technologieszenarien sowie die Abstimmung mit Hochschul-IT und Rechenzentrum. Die Anforderungsdefinition sollte die Perspektive eines 10-Jahres-Horizonts einnehmen und zukünftige Entwicklungen wie Discovery-Systeme, Forschungsinformationssysteme und digitale Bibliotheksservices berücksichtigen.

Angesichts der höheren Komplexität sollten Wissenschaftliche Bibliotheken umfangreichere Pilotprojekte über sechs bis neun Monate durchführen, die verschiedene

¹⁴¹ vgl. MK Solutions (o.J.)

¹⁴² vgl. Kippelt, Guido (2011), S. 193-193

Anwendungsszenarien testen. Dies umfasst den Freihandbereich mit Selbstverbuchung und Sicherung, typischerweise mit HF-Technologie, den Magazinbereich mit automatisierter Inventur unter Evaluation von UHF, Sondersammlungen mit hochwertigen, sensiblen Materialien sowie die Integration mit bestehenden Bibliotheksmanagementsystemen und Discovery-Systemen. Das Pilotprojekt sollte wissenschaftlich begleitet werden mit systematischer Datenerhebung zu Erfassungsraten, Fehlerquoten, Zeitersparnis und Nutzerakzeptanz.

Der inkrementelle Rollout für Wissenschaftliche Bibliotheken über zwölf bis vierundzwanzig Monate erfolgt nach Bestandssegmenten mit unterschiedlichen Prioritäten. Die erste Priorität liegt auf hochfrequentierten Lehrbuchsammlungen und Freihandbeständen, gefolgt von Zeitschriftenbeständen und elektronischen Ressourcen mit physischen Komponenten in Priorität zwei, Magazinbeständen und Altbeständen in Priorität drei sowie Sondersammlungen und Archivbeständen in Priorität vier. Diese Priorisierung ermöglicht schnelle Nutzenerreichung bei gleichzeitiger Risikominimierung, wobei die Ausrüstung umfangreicher Magazinbestände über mehrere Jahre gestreckt werden kann.

Wissenschaftliche Bibliotheken sollten die RFID-Daten mit anderen Systemen verknüpfen, indem sie RFID-Bestandsdaten in Discovery-Systeme für Echtzeitverfügbarkeit integrieren, Verknüpfungen mit Forschungsinformationssystemen herstellen, RFID-Daten für Bestandsanalysen und Collection Management nutzen sowie Indoor-Navigation und Mediensuche für Nutzer anbieten. Für beide Bibliothekstypen empfiehlt sich der in Abschnitt 6.3 beschriebene hybride Ansatz mit paralleler Barcode- und RFID-Nutzung während der Übergangsphase. Die Wahl der konkreten Migrationsstrategie hängt von verfügbaren Personalressourcen, Budget und gewünschter Geschwindigkeit der Vollumstellung ab.

8.2 Best Practices und Erfolgsfaktoren

Folgende Best-Practices Ansätze werden hier kombiniert beschrieben: Medizinische Fakultät Mannheim¹⁴³, TU Dortmund¹⁴⁴, Universitätsbibliothek Bamberg¹⁴⁵, Zentralbibliothek Sport

¹⁴³ vgl. Bohne-Lang, Andreas (2008); Semmler-Schmetz, Martina; Bohne-Lang, Andreas (2016)

¹⁴⁴ vgl. Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025); Schaarwächter, Michael (2023)

¹⁴⁵ vgl. Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025)

Köln¹⁴⁶, Bücherhallen Hamburg¹⁴⁷, Universitätsbibliothek Leipzig¹⁴⁸, Münchner Stadtbibliothek¹⁴⁹, Universitätsbibliothek Humboldt Berlin¹⁵⁰, Stadtbibliothek Heilbronn¹⁵¹, Stadtbibliothek Halle (Saale)¹⁵², Schleswig-Holsteinische Landesbibliothek Kiel¹⁵³, Stadtbibliothek Langenfeld¹⁵⁴, Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden¹⁵⁵ und HTW Dresden (FH).¹⁵⁶

Die Analyse erfolgreicher RFID-Implementierungen in deutschen Bibliotheken offenbart wiederkehrende Erfolgsfaktoren und bewährte Praktiken, die die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Einführung signifikant erhöhen. Erfolgreiche RFID-Projekte zeichnen sich durch starkes Engagement der Bibliotheksleitung aus, da die Implementierung erhebliche finanzielle und personelle Ressourcen sowie die Bereitschaft erfordert, etablierte Arbeitsabläufe zu verändern. Die Bibliotheksleitung muss das Projekt aktiv unterstützen, Ressourcen bereitstellen und als Change Agent fungieren. Die Etablierung eines interdisziplinären Projektteams mit Vertretern aller betroffenen Abteilungen sichert umfassende Perspektiven und breite Akzeptanz, wobei das Team klare Rollen, Verantwortlichkeiten und Entscheidungskompetenzen haben sollte und ein dedizierter Projektleiter mit ausreichenden Zeitressourcen essentiell ist.

Die frühzeitige und transparente Einbindung des Personalrats beugt Widerständen vor und schafft Akzeptanz, wobei Bedenken bezüglich Arbeitsplatzveränderungen oder Überwachung offen adressiert werden sollten. Die Darstellung von RFID als Instrument zur Entlastung von Routineaufgaben und Ermöglichung höherwertiger Tätigkeiten fördert die Akzeptanz. Erfolgreiche Implementierungen investieren erheblich in Schulungen, die nicht nur technische Aspekte abdecken, sondern auch die Vorteile für Arbeitsabläufe und Nutzerservice verdeutlichen. Mehrschichtige Schulungskonzepte mit Train-the-Trainer-Ansätzen, Hands-on-

¹⁴⁶ vgl. Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025)

¹⁴⁷ vgl. Wesche, Stefanie (2009)

¹⁴⁸ vgl. Universitätsbibliothek Leipzig (o. J.)

¹⁴⁹ vgl. Pohl, Marianne; Schubert, Eva (2006); Pohl, Marianne; Schubert, Eva (2007a); Pohl, Marianne; Schubert, Eva (o.J.); Münchner Stadtbibliothek (2022); Groß, Ute (2007); Pohl, Marianne; Schubert, Eva (2007b)

¹⁵⁰ vgl. Universitätsbibliothek Humboldt Berlin (o.J.)

¹⁵¹ vgl. Stadtbibliothek Heilbronn (2008)

¹⁵² vgl. Stadtbibliothek Halle (o.J.)

¹⁵³ vgl. Schleswig-Holsteinische Landesbibliothek (2025); Schleswig-Holsteinische Landesbibliothek Kiel (2024)

¹⁵⁴ vgl. Landtag NRW (o.J.); Fachstelle Öffentliche Bibliotheken NRW (2021)

¹⁵⁵ vgl. Kluge, Andreas (2006)

¹⁵⁶ vgl. Stenzel, Petra-Sibylle (2007a); Stenzel, Petra-Sibylle (2007b); Stenzel, Petra-Sibylle (2007c); Bibliotheksportal (o.J.)

Workshops und kontinuierlichen Refresher-Schulungen sichern nachhaltige Kompetenzentwicklung.

Die Einführung von RFID verändert etablierte Arbeitsabläufe und Rollen, weshalb ein strukturiertes Change-Management mit transparenter Kommunikation, Einbindung der Mitarbeiter in Gestaltungsprozesse und Berücksichtigung von Bedenken erfolgskritisch ist. Erfolgsgeschichten und Quick Wins sollten kommuniziert werden, um Momentum zu erzeugen. Vor der Installation sollte eine professionelle Standortanalyse durchgeführt werden, die bauliche Gegebenheiten, metallische Strukturen, Raumgeometrie und Publikumsströme berücksichtigt, wobei Testaufbauten mit temporären Installationen helfen, optimale Positionierungen zu identifizieren und böse Überraschungen zu vermeiden.

Die korrekte Anbringung von RFID-Tags ist fundamental für zuverlässige Performance, weshalb Tags standardisiert an definierten Positionen angebracht werden sollten, fernab von Metallklammern, Verstärkungen oder Spiralbindungen. Schulungen für Tag-Anbringung und Qualitätskontrollen sichern konsistente Qualität. Vor dem Produktivbetrieb sollten umfassende Tests durchgeführt werden, die alle Anwendungsszenarien abdecken, wobei Tests mit verschiedenen Medientypen potenzielle Probleme identifizieren und Lasttests hohe Nutzungsdichten simulieren und Systemstabilität prüfen.

Eine umfassende Dokumentation aller Systemkomponenten, Konfigurationen, Schnittstellen und Prozesse ist essentiell für einen nachhaltigen Betrieb, wobei Wikis oder Wissensdatenbanken Troubleshooting-Guides, FAQs und Best Practices für Mitarbeiter bereitstellen sollten. Regelmäßige Updates der Dokumentation gewährleisten Aktualität. Monitoring der Systemperformance ermöglicht proaktive Problemerkennung und kontinuierliche Optimierung, wobei Kennzahlen wie Erfassungsraten, Fehlerquoten, Durchsatzzeiten und Systemverfügbarkeit kontinuierlich erfasst und ausgewertet werden sollten. Dashboards visualisieren Trends und ermöglichen datenbasierte Entscheidungen.

Ein strukturierter Wartungsplan mit regelmäßigen Firmware-Updates, Reinigung der Lesegeräte und präventiver Instandhaltung sichert langfristige Systemstabilität, wobei Service Level Agreements mit dem Anbieter Reaktionszeiten und Eskalationsprozesse definieren sollten. Die Benutzeroberfläche von Selbstverbuchungsterminals sollte selbsterklärend, mehrsprachig und barrierefrei sein, wobei große, gut lesbare Schriftarten, eindeutige Icons und klare

Handlungsanweisungen Nutzerfrust minimieren. Touch-optimierte Interfaces entsprechen den Gewohnheiten moderner Smartphone-Nutzer.

Vor und während der RFID-Einführung sollten Nutzer umfassend informiert werden durch Informationsbroschüren, Website-Inhalte, Social-Media-Posts und Aushänge, die die neue Technologie, ihre Vorteile und die Handhabung erklären, wobei Datenschutzaspekte transparent kommuniziert werden sollten, um Vertrauen zu schaffen. In der Einführungsphase sollten Mitarbeiter als Ansprechpartner an den Selbstverbuchungsterminals präsent sein, um Nutzern bei Bedarf zu helfen, wobei Video-Tutorials oder QR-Codes zu Anleitungen selbstständige Problemlösung unterstützen und eine gut sichtbare Hotline-Nummer oder Chat-Option Hilfe bei technischen Problemen bietet.

Erfassung von Nutzerfeedback identifiziert Probleme und Optimierungspotenziale, wobei kurze Umfragen an Terminals, Feedback-Karten oder Online-Fragebögen wertvolle Insights liefern und Nutzerkommentare ernst genommen und zeitnah bearbeitet werden sollten. RFID-Terminals sollten barrierefrei gestaltet sein mit angemessener Höhe für Rollstuhlfahrer, Sprachausgabe für Sehbehinderte und einfacher Bedienung für Menschen mit eingeschränkter Feinmotorik, wobei die Konsultation von Behindertenverbänden während der Planungsphase inklusive Lösungen sichert.

Datenschutz sollte nicht nachträglich implementiert, sondern von Beginn an durch die Speicherung ausschließlich pseudonymisierter Daten auf Tags, minimale Datenerfassung und kurze Speicherfristen für Ausleihdaten, in die Systemarchitektur eingebettet werden. Bibliotheken sollten proaktiv über ihre Datenschutzpraktiken informieren, wobei Datenschutzerklärungen verständlich formuliert sein und explizit RFID-spezifische Aspekte adressieren sollten. Die Möglichkeit, Auskunft über gespeicherte Daten zu erhalten, sollte niedrigschwellig kommuniziert werden. Auch wenn RFID-Systeme bei korrekter Implementierung als risikoarm gelten, empfiehlt sich die Durchführung und Dokumentation einer Datenschutz-Folgenabschätzung, die die sorgfältige Auseinandersetzung mit Datenschutzaspekten gegenüber Aufsichtsbehörden und Nutzern demonstriert. Periodische interne oder externe Audits überprüfen die Einhaltung der DSGVO und identifizieren Optimierungspotenziale, wobei die Zusammenarbeit mit dem Datenschutzbeauftragten institutionalisiert werden sollte.

RFID-Projekte neigen zu Kostenüberschreitungen, weshalb eine realistische Budgetplanung Pufferreserven von 15 bis 20 Prozent für unvorhergesehene Kosten einplanen sollte. Versteckte Kosten wie Netzwerk-Upgrades, zusätzliche IT-Ressourcen oder externe Beratung sollten antizipiert werden. Die Entscheidung sollte nicht nur auf Anschaffungskosten basieren, sondern die gesamten Lebenszykluskosten über 10 Jahre berücksichtigen, da günstigere Systeme höhere Betriebskosten durch häufigere Wartung, kürzere Tag-Lebensdauer oder teuren Support verursachen können. Bibliotheken sollten verfügbare Förderprogramme von Bund, Ländern oder Stiftungen evaluieren, wobei Kooperationen mit anderen Bibliotheken Skaleneffekte bei der Beschaffung und Wissensaustausch ermöglichen.

Die Quantifizierung von Effizienzgewinnen wie eingesparten Personalstunden, höheren Ausleihquoten und reduzierten Fehlbeständen legitimiert Investitionen und demonstriert den Return on Investment, wobei regelmäßige Berichte an Träger und Gremien den Projekterfolg kommunizieren. Der Austausch mit anderen Bibliotheken, die RFID bereits implementiert haben, ist wertvoll, da Bibliotheksverbände Arbeitsgruppen und Workshops zum Erfahrungsaustausch organisieren und Hospitationen in Referenzbibliotheken realistische Einschätzungen ermöglichen. Größere Implementierungsprojekte profitieren von wissenschaftlicher Begleitung durch Hochschulen oder Forschungsinstitute, wobei systematische Evaluation objektive Erkenntnisse liefert und zur Weiterentwicklung der Technologie beiträgt.

Die Dokumentation eigener Erfahrungen, Probleme und Lösungen trägt zur Professionalisierung der Community bei. Wobei Veröffentlichungen in Fachzeitschriften oder Präsentationen auf Bibliothekskongressen Wissen teilen und so vermeiden, dass andere dieselben Fehler wiederholen. Regelmäßiger Dialog mit Herstellern über Produktentwicklungen, neue Features und Problemlösungen beeinflusst zukünftige Produktgenerationen, wobei Bibliotheken ihre Anforderungen artikulieren und sich in Anwendergruppen einbringen sollten.

RFID-Implementierung ist kein einmaliges Projekt, sondern ein permanenter Prozess, wobei regelmäßige Reviews Optimierungspotenziale in Konfigurationen, Prozessen oder Schulungen identifizieren und eine Kultur der kontinuierlichen Verbesserung langfristige Effizienzgewinne maximiert. Neue Features wie Smart Shelves, Mobile Apps zur Mediensuche oder Indoor-Navigation sollten zunächst in begrenztem Umfang pilotiert werden, wobei Erkenntnisse aus Pilotprojekten in optimierte Vollimplementierungen einfließen. Die RFID-Technologie entwickelt sich kontinuierlich weiter, weshalb Bibliotheken Entwicklungen wie verbesserte UHF-

Standardisierung, neue Tag-Generationen oder KI-basierte Bestandsanalysen verfolgen und Potenziale für die eigene Bibliothek bewerten sollten. RFID sollte nicht isoliert betrachtet, sondern in umfassende digitale Transformationsstrategien eingebettet werden, wobei Synergien mit Discovery-Systemen, digitalen Bibliotheksausweisen, Maker Spaces oder Forschungsdatenmanagement zusätzlichen Nutzen erschließen.

Eine Risikoanalyse identifiziert potenzielle Probleme wie technisches Versagen, Verzögerungen bei Lieferungen, unzureichende Mitarbeiterakzeptanz oder Budgetüberschreitungen, wobei für identifizierte Risiken Wahrscheinlichkeit und Auswirkung bewertet werden. Für kritische Risiken sollten Kontingenzpläne entwickelt werden, die definieren, was bei Systemausfall während Stoßzeiten passiert und wie der Betrieb bei Netzwerkproblemen aufrechterhalten wird. Backup-Systeme und alternative Prozesse sichern Kontinuität. Die Bindung an einen einzelnen Hersteller erhöht Abhängigkeit und Kosten, weshalb die Wahl standardkonformer Systeme und die Vertragsgestaltung mit Migrationspfaden dieses Risiko minimieren und Multi-Vendor-Strategien Flexibilität erhöhen. Übermäßig ambitionierte Zeitpläne führen zu Stress, Qualitätseinbußen und Demotivation, weshalb realistische Zeitplanung mit Puffern für unvorhergesehene Verzögerungen und klaren Meilensteinen den Projekterfolg sichert.

Für kleine Öffentliche Bibliotheken bis 50.000 Medien empfiehlt sich der Fokus auf HF-Technologie mit Basiskomponenten wie ein bis zwei Selbstverbuchungsterminals und einem Sicherheitsgate, eine passive Migrationsstrategie zur Kostenminimierung, die Nutzung von Cloud-Lösungen zur Reduktion von IT-Komplexität sowie die Kooperation mit anderen kleinen Bibliotheken für gemeinsame Beschaffung. Für mittlere Öffentliche Bibliotheken zwischen 50.000 und 200.000 Medien wird HF-Technologie mit erweitertem Funktionsumfang wie automatisierter Rückgabe und Sortiersystemen empfohlen, eine aktive Migrationsstrategie für schnellen Return on Investment, die Integration von Analysetools für datenbasiertes Management sowie professionelles Projektmanagement und Change-Management.

Für große Öffentliche Bibliotheken und Zentralbibliotheken über 200.000 Medien sollte die Evaluation von UHF für Magazinbestände und Logistik erfolgen, vollautomatisierte Rückgabe- und Sortiersysteme implementiert werden, Smart Shelves für Echtzeitbestandsüberwachung genutzt werden sowie die Integration in übergreifende digitale Strategien und Discovery-Systeme erfolgen. Für Wissenschaftliche Bibliotheken hängt die Technologieentscheidung von Bestandsgröße und Automatisierungszielen ab, wobei eine segmentierte Implementierung

nach Bestandstypen, die Integration in Forschungsinfrastrukturen und Learning Analytics sowie wissenschaftliche Begleitung und Evaluation empfohlen werden.

Die Analyse erfolgreicher RFID-Implementierungen zeigt, dass starkes Leadership und eine klare Vision, angemessene Ressourcenausstattung, gezieltes Projektmanagement, Mitarbeiter-Empowerment, Nutzerorientierung, technische Exzellenz, Standardkonformität, Datenschutz-Compliance, kontinuierliche Optimierung sowie Wissensaustausch besonders kritisch für den Projekterfolg sind. Die Bibliotheksleitung muss das Projekt unterstützen und eine klare Vision kommunizieren, wobei ausreichende finanzielle, personelle und zeitliche Ressourcen fundamental sind. Eine strukturierte Planung, klare Verantwortlichkeiten und professionelles Controlling sichern Zielerreichung, während die frühzeitige Einbindung, umfassende Schulung und positive Einstellung der Mitarbeiter erfolgskritisch sind.

Die Bedürfnisse und Erwartungen der Bibliotheksnutzer müssen im Zentrum stehen, wobei sorgfältige Systemauswahl, professionelle Installation und Qualitätssicherung unabdingbar sind. Die Einhaltung internationaler Standards gewährleistet Zukunftssicherheit und Herstellerunabhängigkeit, während eine strikte Einhaltung der DSGVO und transparente Kommunikation Vertrauen schaffen. RFID-Implementierung ist ein kontinuierlicher Prozess und kein abgeschlossenes Projekt, wobei Lernen von anderen Bibliotheken und Teilen eigener Erfahrungen die Professionalisierung beschleunigen.

Die in diesem Kapitel entwickelten Handlungsempfehlungen bieten Bibliotheken einen Entscheidungsrahmen für die Auswahl und Implementierung von RFID-Systemen. Die fundamentale Entscheidung zwischen HF- und UHF-Technologie sollte auf einer realistischen Bewertung der eigenen Anforderungen, Rahmenbedingungen und strategischen Ziele basieren, wobei für die Mehrheit deutscher Bibliotheken HF-Technologie aufgrund ihrer technischen Reife, Standardisierung und günstigen Kostenstruktur die optimale Wahl bleibt, während UHF-Technologie überzeugende Vorteile für große Bibliotheken mit hohen Automatisierungsanforderungen bietet, jedoch höhere Investitionen und technische Expertise erfordert.

Hybride Ansätze mit Barcode- und RFID-Nutzung gewährleisten Kontinuität während der Übergangsphase, minimieren Risiken und maximieren Erfolgschancen. Die identifizierten Best Practices und Erfolgsfaktoren zeigen, dass erfolgreiche RFID-Implementierungen eine Kombination aus starkem Leadership, gezieltem Projektmanagement, technischer Exzellenz,

Mitarbeiter-Empowerment und Nutzerorientierung erfordern. Organisatorische Faktoren wie Change Management und Schulungen sind dabei ebenso wichtig wie technische Aspekte und Datenschutz-Compliance. Transparente Kommunikation schafft zusätzlich Vertrauen bei Nutzern und Mitarbeitern.

Die Handlungsempfehlungen verstehen sich als, Orientierungsrahmen, der an die spezifischen Gegebenheiten jeder Bibliothek angepasst werden sollte. Die Vielfalt der deutschen Bibliothekslandschaft erfordert differenzierte Lösungen, die lokale Besonderheiten berücksichtigen. Durch die Anwendung der dargestellten Auswahlkriterien, Implementierungsstrategien und Best Practices können Bibliotheken jedoch die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen RFID-Einführung signifikant erhöhen und die Potenziale dieser Schlüsseltechnologie optimal nutzen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der RFID-Technologie, fortschreitende Standardisierung und wachsende Erfahrungsbasis in der Bibliothekscommunity werden die Implementierung in Zukunft weiter erleichtern, wobei Bibliotheken diese Entwicklungen aufmerksam verfolgen, von den Erfahrungen anderer lernen und ihre eigenen Erkenntnisse mit der Community teilen sollten, um die gemeinsame Professionalisierung voranzutreiben.

9. Fazit und Ausblick

Diese Arbeit hat eine umfassende Analyse der RFID-Technologie im deutschen Bibliothekswesen durchgeführt und praxisorientierte Handlungsempfehlungen für Technologieauswahl und Implementierung entwickelt. Die Untersuchung zeigt, dass HF-RFID (13,56 MHz) und UHF-RFID (860-960 MHz) zwei grundlegend unterschiedliche Technologieansätze mit spezifischen Stärken darstellen. HF-RFID zeichnet sich durch ausgereifte Standardisierung nach ISO 28560-3, hohe Zuverlässigkeit und eine robuste Funktionsweise auch in Umgebungen mit metallischen Strukturen aus. Diese Technologie hat über zwei Jahrzehnte praktische Bewährung in tausenden Bibliotheken weltweit und ist für die Mehrheit deutscher Bibliotheken optimal. Die Deutsche Bibliotheksstatistik weist für den Zeitraum 2014 bis 2024 eine nahezu Verdreifachung der Bibliotheken mit RFID-Verbuchung aus, wobei dieser Zuwachs primär durch HF basierte Systeme getragen wird. UHF-RFID hingegen bietet durch größere Lesereichweiten von mehreren Metern und höhere Datenübertragungsraten völlig neue Anwendungspotenziale wie Smart Shelves, automatisierte Inventuren und hocheffiziente Medienlogistik. Die jüngere Standardisierung nach ISO/TS 28560-4 und fortschreitende Kostensenkungen für die Tags deuten darauf

hin, dass UHF mittelfristig auch für mittlere Bibliotheken attraktiver wird, erfordert aber aktuell noch höhere Investitionen und technische Expertise.

Die Marktanalyse zeigt eine konsolidierte Anbieterlandschaft mit differenzierten Technologieschwerpunkten. EasyCheck und Bibliotheca RFID vertreten bewährte HF-Lösungen mit stabilen Produktportfolios, Novatec positioniert sich als UHF-Spezialist mit innovativen Cloud-Plattformen, und Nexbib adressiert moderne Anforderungen durch die Kombination von HF und UHF-Technologie mit Nachhaltigkeitsengagement. Die Anbieterauswahl sollte nicht auf Technologiepräferenz, sondern auf systematische Bewertung standardisierter Schnittstellen, Herstellerunabhängigkeit, LMS-Kompatibilität, Supportqualität und Innovationsfähigkeit basieren.

Die Integration in bestehende Bibliotheksmanagementsysteme wird durch internationale Standards wie ISO 28560-Normenfamilie und das dänische Modell nach ISO 28560-3 gewährleistet. Standardisierte Kommunikationsprotokolle wie SIP2 und NCIP sowie Middleware-Lösungen gewährleisten Interoperabilität zwischen Herstellerkomponenten. Die Implementierung verlangt strukturiertes, phasenorientiertes Vorgehen mit Bedarfsanalyse, Anbieterauswahl, detaillierter Planung, Pilotbetrieb und inkrementellem Rollout. Hybrid-Ansätze mit paralleler Barcode- und RFID-Nutzung während der Übergangsphase gewährleisten Ausfallsicherheit und kontinuierliche Betriebsfähigkeit.

Die in Kapitel 7 dargelegte Datenschutzanalyse zeigt, dass RFID-Systeme bei Beachtung der dokumentierten Anforderungen vollständig DSGVO-konform betrieben werden können. Wirtschaftlich zeigen die Kostenvergleiche, dass HF-Systeme 30 bis 50 Prozent unter vergleichbaren UHF-Implementierungen liegen. Hierfür wurden Rechnungen aus der Praxis der Stadtbibliothek Langenfeld verwendet, diese finden sich in Anhang B. Für Bibliotheken bis etwa 200.000 Medien führt dies zu besseren Return-on-Investment-Szenarien. Für Bibliotheken über 500.000 Medien können Effizienzgewinne durch UHF-Automatisierung die höheren Investitionen innerhalb von 10 Jahren amortisieren. Eine differenzierte Total-Cost-of-Ownership-Analyse muss Anschaffung, Implementierung, laufende Betriebskosten und qualitative Faktoren wie Personalentlastung berücksichtigen.

Die Integration in bestehende Systeme wird durch die in Kapitel 2.2, 6.1 und 6.2 analysierten Standards gewährleistet, wobei die Wirtschaftlichkeit von Bestandsgröße,

Automatisierungszielen und verfügbarem Budget abhängt. Hybridansätze mit HF für Freihandbereiche und UHF für Magazinbestände sind technisch und wirtschaftlich vielversprechend.

Ausblick: Die Zukunftsperspektiven zeigen, dass RFID-Technologie im Bibliothekswesen weiterhin dynamisch ist. Die Standardisierung von UHF wird sich intensivieren, Kostensenkungen durch Skaleneffekte UHF-Implementierungen attraktiver machen, und neue Tag-Generationen die Praxistauglichkeit bei kritischen Materialien verbessern. Innovationspotenziale liegen in Smart Shelves mit Echtzeitbestandsüberwachung, KI-gestützten Bestandsanalysen, vollautomatisierten Rückgabe- und Sortiersystemen sowie Integration mit Discovery-Systemen, Indoor-Navigation und Augmented Reality. Cloud-basierte Verwaltungsplattformen werden zunehmend Standard, insbesondere für dezentrale Systeme mit mehreren Standorten. Nachhaltigkeitsaspekte gewinnen als Differenzierungsmerkmal an Bedeutung. Service-orientierte Modelle und Pay-per-Use-Konzepte könnten die Investitionshürde für kleinere Bibliotheken senken.

Die in Kapitel 8 entwickelten Handlungsempfehlungen zeigen, dass keine universelle Lösung für alle Bibliotheken existiert. Die Technologieentscheidung muss auf gründlicher Analyse spezifischer Anforderungen, Rahmenbedingungen und langfristiger Ziele basieren. Bibliotheken, die die dargelegten Auswahlkriterien, Implementierungsstrategien und Best Practices systematisch anwenden, können die Potenziale der RFID-Technologie optimal nutzen und ihre Position als moderne, serviceorientierte Institutionen stärken.

Literaturverzeichnis

Gesetze und Verordnungen

DSGVO-Gesetz.de (o. J.a): Art. 2 DSGVO – Sachlicher Anwendungsbereich. Online: <https://dsgvo-gesetz.de/art-2-dsgvo/> (abgerufen am 18.11.2025).

DSGVO-Gesetz.de (o. J.b): Art. 6 DSGVO – Rechtmäßigkeit der Verarbeitung. Online: <https://dsgvo-gesetz.de/art-6-dsgvo/> (abgerufen am 18.11.2025).

DSGVO-Gesetz.de (o. J.c): Art. 13 DSGVO – Informationspflicht bei Erhebung von personenbezogenen Daten. Online: <https://dsgvo-gesetz.de/art-13-dsgvo/> (abgerufen am 18.11.2025).

DSGVO-Gesetz.de (o. J.d): Art. 14 DSGVO – Informationspflicht, wenn die personenbezogenen Daten nicht bei der betroffenen Person erhoben wurden. Online: <https://dsgvo-gesetz.de/art-14-dsgvo/> (abgerufen am 18.11.2025).

DSGVO-Gesetz.de (o. J.e): Art. 21 DSGVO – Widerspruchsrecht. Online: <https://dsgvo-gesetz.de/art-21-dsgvo/> (abgerufen am 18.11.2025).

DSGVO-Gesetz.de (o. J.f): Art. 25 DSGVO – Datenschutz durch Technikgestaltung und durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen. Online: <https://dsgvo-gesetz.de/art-25-dsgvo/> (abgerufen am 18.11.2025).

Normen und Standards

GS1 (2025): UHF Regulations for RFID. GS1 EPCglobal, 2025. Online verfügbar unter: https://www.gs1.org/docs/epc/uhf_regulations.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

GS1 EPCglobal (2015): EPC Radio-Frequency Identity Protocols Generation-2 UHF RFID Standard, Version 1.1.0. Online: https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/Gen2_Protocol_Standard.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

ISO 28560-1:2023 Information and documentation – RFID in libraries – Part 1: Data elements and general guidelines for implementation. Genf: ISO, 2023. Online verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/85148.html> (abgerufen am 18.11.2025).

ISO 28560-2:2023 Information and documentation – RFID in libraries – Part 2: Encoding of RFID data elements based on rules from ISO/IEC 15962. Genf: ISO, 2023. Online verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/85149.html> (abgerufen am 18.11.2025).

ISO 28560-3:2024 Information and documentation – RFID in libraries – Part 3: Fixed length encoding. Genf: ISO, 2024. Online verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/89939.html> (abgerufen am 18.11.2025).

ISO/IEC 15693-2:2000 Cards and security devices for personal identification – Contactless vicinity objects – Part 2: Air interface and initialization. Genf: ISO/IEC, 2000. Online verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/39693.html> (abgerufen am 18.11.2025).

ISO/IEC 29167-10:2017 – Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Part 10: Crypto suite AES-128 security services for air interface communications. Online verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/69410.html> (abgerufen am 18.11.2025).

ISO/IEC 29167-12:2015 – Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Part 12: Crypto suite ECC-DH security services for air interface communications. VDE Verlag, Berlin. Online verfügbar unter: <https://www.vde-verlag.de/iec-normen/225010/iso-iec-29167-12-2015.html> (abgerufen am 18.11.2025).

ISO/TS 28560-4:2023 Information and documentation – RFID in libraries – Part 4: Encoding of data elements based on rules from ISO/IEC 15962 in an RFID tag with partitioned memory structure. Genf: ISO, 2023. Online verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/85151.html> (abgerufen am 18.11.2025).

Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (o. J.): VDI 4478 – RFID in Bibliotheken. Richtlinie. Düsseldorf: VDI e.V. Online verfügbar unter: <https://www.vdi.de/mitgliedschaft/vdi-richtlinien/details/vdi-4478-blatt-1-testverfahren-zur-vereinheitlichung-der-leistungsbestimmung-von-rfid-gates-fuer-den-einsatz-in-bibliotheken> (abgerufen am 18.11.2025).

Monografien und Sammelbände

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2020): Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Online: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/ElekAusweise/RFID/RIKCHA_barriere-frei_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (abgerufen am 18.11.2025).

Bundesbeauftragter für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI) (2020): Die DSGVO in der Bundesverwaltung. BfDI – Info 6. Bonn. Online: https://www.bfdi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/INFO6.pdf?__blob=publicationFile&v=11 (abgerufen am 18.11.2025).

Finkenzeller, Klaus (2023): RFID-Handbuch. Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC. 8., aktualisierte Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2023. ISBN 978-3-446-44885-8

Gillert, Frank; Zissel, Hardy (2014): Qualitätsbestimmung von RFID-Komponenten auf der Basis von allgemein anerkannten Normen und Richtlinien – Vereinfachung von Ausschreibungen. in: Seeliger, Frank; Gillert, Frank; Buschhart, Cliff (Hrsg.): RFID für Bibliothekare. Ein Vademecum, 3. Aufl., Berlin: Verlag News Media, S. 163–180. ISBN: 978-3-936527-32-2

Kern, Christian (2011): RFID für Bibliotheken. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, ISBN 978-3-642-05393-1

Kern, Christian (2014): Die Datenmodellstandardisierung und ihre Auswirkungen auf RFID-Bibliotheken, in: Seeliger, Frank; Gillert, Frank; Buschhart, Cliff (Hrsg.): RFID für Bibliothekare. Ein Vademecum, 3. Aufl., Berlin: Verlag News Media, S. 151–160. ISBN: 978-3-936527-32-2

Kippelt, Guido (2011): A long way round – Implementierung eines RFID Systems in einer neu gegründeten Bibliothek, in: Seeliger, Frank; Gillert, Frank; Buschhart, Cliff (Hrsg.): RFID für Bibliothekare. Ein Vademecum, 3. Aufl., Berlin: Verlag News Media, S. 193–198. ISBN: 978-3-936527-32-2

Lang, Elke; Bohne-Lang, Andreas (2019): Praxishandbuch IT-Grundlagen für Bibliothekare. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin/Boston: De Gruyter Saur, 2021. ISBN 978-3-11-106673-8

Weinländer, Markus; Horst, Dieter (2014): HF oder UHF – Welche Frequenz darf es sein? Vor- und Nachteile der gängigen RFID-Technologien. in: Seeliger, Frank; Gillert, Frank; Buschhart, Cliff (Hrsg.): RFID für Bibliothekare. Ein Vademecum, 3. Aufl., Berlin: Verlag News Media, S. 45–52. ISBN: 978-3-936527-32-2

Zeitschriftenartikel

Eisenbarth, Thomas; Kasper, Timo; Paar, Christof (2008): Sicherheit moderner Funktürföfnersysteme. *DuD* 32, 507–510 (2008). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11623-008-0121-9>

Kuan, Sung (2013): RFID What Went Right? What Went Wrong? In: *Bibliotheksdienst*, 40. Jahrgang, Heft 89, S. 956–965. DOI: <https://doi.org/10.1515/bd.2006.40.89.956>

Needleman, Mark H.; Bodfish, John; O'Brien, Tony; Rush, James E.; Stevens, Pat (2001): The NISO circulation interchange protocol (NCIP) – an XML based standard. In: Library Hi Tech, Vol. 19, No. 3, S. 222-230
DOI:[10.1108/07378830110405526](https://doi.org/10.1108/07378830110405526)

Schwarz, Stephan (2007): RFID-Technologie im Allgemeinen Lesesaal der Bayerischen Staatsbibliothek. In: Bibliotheks Magazin – Mitteilungen aus den Staatsbibliotheken in Berlin und München, Heft 3, S. 8-12. URL: https://www.bsb-muenchen.de/fileadmin/pdf/publikationen/bibliotheksmagazin/BM2007_3.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Stoyanova, Tonka. (2015). Anwendung von RFID in Bibliotheken. *Perspektive Bibliothek*, 4(1), 68–92. DOI: <https://doi.org/10.11588/pb.2015.1.21647>

Online-Quellen und Websites

American Library Association (ALA) (o.J.): RFID Guidelines. URL: <https://www.ala.org/advocacy/intfreedom/statementspols/otherpolicies/rfidguidelines> (abgerufen am 18.11.2025).

Andea Electronics (o. J.): 13.56MHz Bibliotheks-Arbeitsplatz HF RFID Leser-RFID (Modell TPAD20L). Online: <https://german.iotrfidreader.com/sale-37325805-rfid-library-workstation-for-books-check-in-out-hf-rfid-reader-staff-station-13-56mhz-reader-usb-man.html> (abgerufen am 18.11.2025).

Bibliotheksportal (2023): RFID – Integration und Infrastruktur in Bibliotheken. URL: <https://bibliotheksportal.de/fuer-bibliotheken/digitale-services/rfid/> (abgerufen am 18.11.2025).

Bibliotheksportal (o.J.): Erfahrungsberichte RFID. URL: <https://bibliotheksportal.de/fuer-bibliotheken/digitale-services/rfid/praxis/erfahrungsberichte/> (abgerufen am 18.11.2025).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (o.J.): DIN 18040 - Barrierefreies Bauen. Online: <https://www.dguv.de/barrierefrei/grundlagen/gesetze/standards/din18040/index.jsp> (abgerufen am 18.11.2025)

Fraunhofer IIS (o. J.): RFID-Tags für Anwendungen auf Metall. Online: https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lv/net/projekte/rfid_metal.html (abgerufen am 18.11.2025).

Friedrichs, Wolfgang (2017): RFID Normung und Datenmodelle, ISO 28560. URL: <https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/NormenW.Friedrichs.pdf> (abgerufen am 18.11.2025).

IT in Bibliotheken (o. J.a): Technische Infrastruktur in Bibliotheken – Datenmodelle für RFID. Online: <https://it-in-bibliotheken.de/infrastruktur.html#datenmodelle> (abgerufen am 18.11.2025).

IT in Bibliotheken (o. J.b): Technische Infrastruktur in Bibliotheken – RFID. Online: <https://it-in-bibliotheken.de/infrastruktur.html#rfid> (abgerufen am 18.11.2025).

IT in Bibliotheken (o. J.c): Bibliotheksmanagementsysteme – Datenverwaltung in BMS. Online: <https://it-in-bibliotheken.de/bibliotheksmanagementsysteme.html#datenverwaltung-in-bms> (abgerufen am 18.11.2025).

IT in Bibliotheken (o. J.d): Technische Infrastruktur in Bibliotheken. Online: <https://it-in-bibliotheken.de/infrastruktur.html> (abgerufen am 18.11.2025).

IT in Bibliotheken (o. J.e): Bibliotheksmanagementsysteme. Online: <https://it-in-bibliotheken.de/bibliotheksmanagementsysteme.html> (abgerufen am 18.11.2025).

IT in Bibliotheken (o. J.f): Management von IT-Systemen – Betriebssicherheit und Risikomanagement. Online: <https://it-in-bibliotheken.de/management.html#betriebssicherheit-und-risikomanagement> (abgerufen am 18.11.2025).

Ji ARFID Tag (2025): Leitfaden zur Preisgestaltung für RFID-Tags 2025: Fabrikkosten und Einsparungen bei Großbestellungen. Online: <https://jarfidtag.com/de/understanding-rfid-tag-costs/> (abgerufen am 18.11.2025).

MK Solutions (o.J.): Hybrid-Technologie. URL: <https://www.mksolutions.com/de/hybrid-technologie/> (abgerufen am 18.11.2025).

NISO (2012): NISO Publishes New Version of NCIP. URL: <https://www.niso.org/press-releases/2012/08/niso-publishes-new-version-ncip-niso-circulation-interchange-protocol> (abgerufen am 18.11.2025).

NISO (o.J.a): NCIP – NISO Circulation Interchange Protocol. URL: <https://www.niso.org/standards-committees/ncip> (abgerufen am 18.11.2025).

NISO (o.J.b): SIP2 Standard. URL: <https://www.niso.org/standards-committees/sip> (abgerufen am 18.11.2025).

OCLC (o.J.): About Wise SIP2 Protocol. URL: https://help.wise.oclc.org/Staff_client/Library_self-service/SIP2_for_Wise/About_Wise_SIP2_protocol (abgerufen am 18.11.2025).

Springer Gabler Verlag (Hrsg.), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Total Cost of Ownership, online im Internet: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/total-cost-ownership-49401> (abgerufen am 18.11.2025).

Hochschulschriften und Forschungsberichte

Lechner, Johannes; Günthner, Willibald A. (o.J.): Neuartige Methode für Vermessung und Visualisierung von Lesefeldern an RFID-Installationen. Technische Universität München. URL: <https://media-tum.ub.tum.de/doc/1244049/1244049.pdf> (abgerufen am 18.11.2025).

Wesche, Stefanie (2009): RFID in den Bücherhallen Hamburg – konsensorientierte Projektgestaltung und -umsetzung. Bachelorarbeit, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Online: https://reposit.haw-hamburg.de/bitstream/20.500.12738/9807/1/Wesche_Stefanie_20090825.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Institutionelle Dokumente und Berichte

Bibliothekskongress (2025): Informationen zur Firmenausstellung. 9. Bibliothekskongress Bremen. URL: <https://2025.bid-kongress.de/der-kongress/informationen-von-a-z/#1555491464035-392f26dc-6af4> (abgerufen am 18.11.2025).

Fachstelle Öffentliche Bibliotheken NRW (2021): Sachbericht über die Neukonzeption und Renovierung der Stadtbibliothek Langenfeld. URL: <https://fachstelle-oeffentliche-bibliotheken.nrw/wp-content/uploads/2021/09/Sachbericht-ueber-die-Neukonzeption-und-Renovierung-der-Stadtbibliothek-Langenfeld.pdf> (abgerufen am 18.11.2025).

Landtag NRW (o.J.): Dokument MMD16/12585. URL: <https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument?id=MMD16/12585%7C1%7C0> (abgerufen am 18.11.2025).

Münchener Stadtbibliothek (2022): Digitale Strategie. URL: https://www.muenchner-stadtbibliothek.de/fileadmin/Dokumente_PDFs/Digitale_Strategie/Muenchner_Stadtbibliothek_Digitale_Strategie_11-2022.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Semmler-Schmetz, Martina; Bohne-Lang, Andreas (2016): Zehn Jahre RFID-Einsatz in der Bibliothek der Medizinischen Fakultät Mannheim. Bibliotheksdienst 50 (2016), S. 556–566. Online verfügbar unter <https://archiv.ub.uni-heidelberg.de/volltextserver/27492/1/bd-2016-0064.pdf> (abgerufen am 18.11.2025).

Universitätsbibliothek Humboldt Berlin (o.J.): RFID-Projekt. URL: <https://www.ub.hu-berlin.de/de/ueber-uns/projekte/rfid-projekt/rfid-projekt> (abgerufen am 18.11.2025).

Universitätsbibliothek Leipzig (o. J.): Nutzung der RFID-Technik zur Automatisierung standardisierter Bibliotheksprozesse und zur Erweiterung des Service. Online: <https://www.ub.uni-leipzig.de/forschungsbibliothek/projekte/projekte-chronologisch-alle/rfid-technik> (abgerufen am 18.11.2025).

Konferenzbeiträge und Vorträge

Bohne-Lang, Andreas (2008): Die RFID-Bibliothek 2.0. Vortrag an der Medizinischen Fakultät Mannheim, Universität Heidelberg, 03. Juni 2008. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/bohne_lang.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Grobleben, May-Britt; Seeliger, Frank; Kissig, Jan (o. J.): Standortrevision in Bibliotheken mit RFID-Technologie. Vortrag. Online: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/10/Vortrag_WCI_final_Bibliotheksportal.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Groß, Ute (2007): Selbst ist der Kunde. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Gross_RFID2007_Selbst-ist-der-Kunde-1.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Kluge, Andreas (2006): Selbstbedienung für Benutzer: Ausleih- und Rückgabeautomaten im Einsatz (Best-Practice-Erfahrungen der SLUB). Vortrag am 22. März 2006, Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden. Online verfügbar unter https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/12/Kluge_RFID2006_Selbstbedienung.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Pohl, Marianne; Schubert, Eva (2006): 100 Prozent RFID. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Pohl_Schubert4_100Prozent_RFID2006.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Pohl, Marianne; Schubert, Eva (2007a): RFID in der Münchner Stadtbibliothek. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Pohl_Schubert_MuenchnerStadtbibliothek_RFID2007.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Pohl, Marianne; Schubert, Eva (2007b): RFID in der Münchner Stadtbibliothek. In: Bibliotheksportal.de. Online: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Pohl_Schubert2_RFID-in-der-MuenchnerStadtbibliothek.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Pohl, Marianne; Schubert, Eva (o.J.): Selbstverbuchung mit RFID. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Pohl_Schubert3_Selbstverbuchung-mit-RFID.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Protokoll Stuttgart (2011): RFID-Workshop. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Protokoll_Stuttgart_2011_2.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Schaarwächter, Michael (2023): RFIDolt Yourself – Automatisierung, RFID-UHF, Suchroboter. Präsentation, Österreichischer Bibliothekskongress, 04.05.2023, Technische Universität Dortmund. URL: <https://opus4.kobv.de/opus4-bib-info/frontdoor/index/index/docId/18673> (abgerufen am 18.11.2025).

Schaarwächter, Michael; Illig, Steffen; Lerche, Lukas; Gütling, Johannes; Popke, Harald; Rehsöft, Andreas (2025): Alle auf einer Wellenlänge? Warum bei RFID die Frequenz entscheidet. Podiumsdiskussion, 9. Bibliothekskongress 2025, Bremen, 25.06.2025. Universität Bamberg, Universität Dortmund, ZBSport Köln, HERPA-Tech. URL: <https://opus4.kobv.de/opus4-bib-info/frontdoor/index/index/year/2025/docId/19572> (abgerufen am 18.11.2025).

Schleswig-Holsteinische Landesbibliothek (2025): Die Schleswig-Holsteinische Landesbibliothek auf dem Weg zum Dritten Ort. Online unter <https://bibliotheksportal.de/schleswig-holsteinische-landesbibliothek/> (abgerufen am 18.11.2025).

Schleswig-Holsteinische Landesbibliothek Kiel (2024): RFID-Projekt. In: b.i.t.online, Heft 06/2024. URL: <https://www.b-i-t-online.de/heft/2024-06-sponsored-novatec.pdf> (abgerufen am 18.11.2025).

Stadtbibliothek Halle (o.J.): RFID-Implementierung. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Stadtbibliothek_Halle.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Stadtbibliothek Heilbronn (2008): RFID-Projekt. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Stadtbibliothek_Heilbronn_Oktober08.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Stenzel, Petra-Sibylle (2007a): RFID Leipzig – Abstract. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Stenzel2_RFID_Leipzig_2007_Abstract.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Stenzel, Petra-Sibylle (2007b): RFID Leipzig – Folien. URL: https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Stenzel3_RFID_Leipzig_2007_Folien.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Stenzel, Petra-Sibylle (2007c): Abenteuer RFID: Ein Erlebnisbericht nach 3 Monaten Nutzung im Bibliotheksneubau der HTW Dresden (FH). Vortrag, Leipzig 2007. Online verfügbar unter https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/Stenzel_RFID_Leipzig_2007_Vortrag.pdf (abgerufen am 18.11.2025).

Verch, Ulrike (2007): Selbstklebend, selbstverbuchend und auch selbstverpflichtend? Rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von RFID-Chips in Bibliotheken. Vortrag, Leipzig. Online: <https://bibliotheksportal.de/wp-content/uploads/2017/11/verch-leipzig-2007.pdf> (abgerufen am 18.11.2025).

Nicht öffentliche Quellen

Bibliotheca RFID (o.J.): Nicht öffentliche Produktdatenblätter. Erhalten durch Kontakt auf dem Bibliothekskongress 2025 in Bremen

EasyCheck (o.J.): Nicht öffentliche Produktdatenblätter. Erhalten durch Kontakt auf dem Bibliothekskongress 2025 in Bremen

Nexbib (o.J.): Nicht öffentliche Produktdatenblätter. Erhalten durch Kontakt auf dem Bibliothekskongress 2025 in Bremen

Novatec Germany GmbH (o.J.): Nicht öffentliche Produktdatenblätter und Service-Verträge. Erhalten durch Kontakt auf dem Bibliothekskongress 2025 in Bremen

Anhänge

Anhang A - Dokumentation KI-Anwendung

Kapitel	Zweck	Eingesetzte KI
3. Methodisches Vorgehen	Unterstützung bei der Formulierung einzelner Sätze	DeepL Write - https://www.deepl.com/de/write
6. Integration und Implementierungsaspekte	Unterstützung bei der Formulierung einzelner Sätze	DeepL Write - https://www.deepl.com/de/write
8. Auswahlkriterien für RFID – Technologien für Bibliotheken	Unterstützung bei der Formulierung einzelner Sätze	DeepL Write - https://www.deepl.com/de/write

Anhang B - Rechnungen der Stadtbibliothek Langenfeld



Angebotsnummer: QUO-153130-X0P0, Rev: 0
Angebotsdatum: November 06, 2020
Ansprechpartner: Alexandra Neumann
Email: a.neumann@bibliotheca.com
Telefon: +49 7121 9264119

Empfänger:

Stadtbibliothek Langenfeld
 Martina Seuser
 Hauptstrasse 131,
 Langenfeld, 40764

Artikel-Nr.	Produktbeschreibung	Anzahl	Einheit	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
AAA000285-000-DE	Mi-fare Desktop Reader ID CPR40.30-USB Mifare USB Desktop Reader für die Theke (Classic und Desfire)	1	Stück	249,00 €	249,00 €
SER000916-049-DE	Services Stundensatz Installation Installation von Hard- und Software - Stundensatz	1	Stunde	150,00 €	150,00 €
SHP000001-000-DE	Versandkostenpauschale	1	Stück	10,00 €	10,00 €
Gesamt: (ohne MwSt):					409,00 €

Gesamt (ohne MwSt):	409,00
16 % MwSt	65,44
Gesamtpreis brutto	474,44

Weitere Informationen zum Angebot:

Alle Preise verstehen sich netto, zzgl. 19 % MwSt.
 Zahlungsbedingungen: 30 Tage netto
 Lieferbedingungen: ab Werk
 Angebotsgültigkeit: 30 Tage

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Wir danken für Ihre Anfrage und würden uns freuen, wenn unser Angebot Ihre Zustimmung findet.

Bei Fragen und Anregungen stehen wir Ihnen sehr gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

bibliotheca Germany GmbH

bibliotheca Germany
 GmbH
 Grafthwohlstraße 5
 72762 Reutlingen
 Telefon: 07121 / 92641-0
 Fax: 07121 / 92641-11

Baden-Württembergische Bank
 IBAN: DE61600501010004767284
 BIC: SOLADE33600

Steuernummer: 78105/00403
 UID-Nr.: DE 250354096
 Sitz der Gesellschaft: Reutlingen
 Geschäftsführer: Markus Rösch
 Stuttgart, HRB 721696

Empfänger:

Stadtbibliothek Langenfeld
 Daniela Esser
 Hauptstraße 131
 40764 Langenfeld

Artikel-Nr.	Produktbeschreibung	Anzahl	Einheit	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
TAG000013-000-DE	RFID tag™ rectangle (1,500/Rolle) RFID Buchetikett 49 x 81 mm Papier, weiß, unbedruckt SLI-X2 Chip VE: 1500 Stück pro Rolle	6	Rolle	165,00 €	990,00 €
TAG000004-000-DE	RFID tag™ hub (2,000/Rolle) w reg. Mark RFID Ringetikett Ø 40 mm (16 mm) für CD Papier, weiß, unbedruckt SLI-X2 Chip VE: 2.000 Stück pro Rolle	3	Rolle	260,00 €	780,00 €
4057-DE	Versandkostenpauschale	1	Stück	10,00 €	10,00 €
Gesamt:					1.780,00 €

Gesamt Netto	1.780,00
19 % MwSt.	338,20
Gesamtpreis Brutto	2.118,20

Weitere Informationen zum Angebot:

Alle Preise verstehen sich netto, zzgl. 19 % MwSt.
 Zahlungsbedingungen: 30 Tage netto
 Lieferbedingungen: ab Werk
 Angebotsgültigkeit: 30 Tage

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Wir danken für Ihre Anfrage und würden uns freuen, wenn unser Angebot Ihre Zustimmung findet.

Bei Fragen und Anregungen stehen wir Ihnen sehr gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

bibliotheca Germany GmbH

Automatische Anpassung Ihres Servicevertrags:

Bestellte Bibliotheca Produkte werden automatisch in den Umfang eines bereits existierenden Servicevertrags aufgenommen. Hierzu erhalten Sie mit der Lieferung eine entsprechende Vertragsanpassung zur Gegenzeichnung.

Empfänger:

Stadtbibliothek Langenfeld
Martina Seuser
Hauptstraße 131
40764 Langenfeld

Artikel-Nr.	Produktbeschreibung	Anzahl	Einheit	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
SCK600015-000-DE	selfCheck 1000 weiß mit Sammelbehälter Selbstverbuchungssystem Standmodell inkl. - 22"-Portraitbildschirm für eine bessere Übersicht - Rückgabebehälter - selfCheck Software QuickConnect - Betriebssystem Windows - animierte, LED-geführte Benutzerführung - integrierter Quittungsdruck - Barcodereader - RFID-Reader und Antenne - abgeschirmte Ablagefläche - Schnittstellenkommunikation über SIP2, NCIP - optional: diverse Bezahlssysteme in das Gehäuse integrierbar	2	Stück	7.500,00 €	15.000,00 €
SCK200018-000-DE	Milare Reader CPR40.00	2	Stück	249,00 €	498,00 €
SCK200053-049-DE	Halterung für CCV EC/NEFC Bezahlmodul	2	Stück	299,00 €	598,00 €
SCK600021-000-DE	selfCheck 1000 weiß mit Höhenverstellung Selbstverbuchungssystem Standmodell inkl. - 22"-Portraitbildschirm für eine bessere Übersicht - SelfCheck Software QuickConnect - Betriebssystem Windows - animierte, LED-geführte Benutzerführung - integrierter Quittungsdruck - Barcodereader - RFID-Reader und Antenne - abgeschirmte Ablagefläche - Schnittstellenkommunikation über SIP2, NCIP - optional: diverse Bezahlssysteme in das Gehäuse integrierbar	1	Stück	6.900,00 €	6.900,00 €
SCK200018-000-DE	Milare Reader CPR40.00	1	Stück	249,00 €	249,00 €
SCK200053-049-DE	Halterung für CCV EC/NEFC Bezahlmodul	1	Stück	299,00 €	299,00 €
SCK200054-049-DE	Bezahlmodul – Münzen und Scheine	1	Stück	1.800,00 €	1.800,00 €
SCK600015-000-DE	selfCheck 1000 weiß mit Sammelbehälter Selbstverbuchungssystem Standmodell inkl. - 22"-Portraitbildschirm für eine bessere Übersicht - Rückgabebehälter - selfCheck Software QuickConnect - Betriebssystem Windows - animierte, LED-geführte Benutzerführung - integrierter Quittungsdruck - Barcodereader - RFID-Reader und Antenne	1	Stück	7.500,00 €	7.500,00 €

	- abgeschirmte Ablagefläche - Schnittstellenkommunikation über SIP2, NCIP - optional: diverse Bezahlsysteme in das Gehäuse integrierbar				
SCK200018-000-DE	Mifare Reader CPR40.00	1	Stück	249,00 €	249,00 €
SCK200053-049-DE	Halterung für CCV EC/NEFC Bezahlmödul	1	Stück	299,00 €	299,00 €
SCK200054-049-DE	Bezahlmödul – Münzen und Scheine	1	Stück	1.800,00 €	1.800,00 €
SCK200013-000-DE	RAL-Farbwahl für 4 Geräte	1	Farbe	990,00 €	990,00 €
SER000915-049-DE	Services Tagespauschale Installation Installation von Hard- und Software	2	Tage	1.200,00 €	2.400,00 €
SUP000001-000-DE	Servicevertrag SOLID: In den ersten beiden Jahren nach Installation werden nur 50% der Gesamtkosten berechnet * Kostenlose Service Hotline: - für Fehlermeldung, -Fehlerferndiagnose und -behebung (durch Fernwartungszugang) - Reaktionszeiten von 4 Stunden während den üblichen Büroöffnungszeiten von Montag-Freitag in der Zeit von 9 - 17h - professionelles Ticketsystem zur transparenten Fehlerbehebung und Dokumentation. * Kostenloser Software Support: - Software (SW) Fehleranalyse und -behebung - Zugriff auf Software Updates für die durch diesen Vertrag abgedeckten bibliotheca Produkte. - reduzierte Preise für Service (Arbeitszeit, Reisezeit) und Ersatzteile gemäß aktueller Service Preisliste	3	Jahre		2.400,00 €
		1.	Jahr	600,00 €	
		2.	Jahr	600,00 €	
		3.	Jahr	1.200,00 €	

Gesamt: 40.982,00 €
(ohne MwSt):

Gesamt (ohne MwSt):	40.982,00
19 % MwSt	7.786,58
Gesamtpreis brutto	48.768,58

Weitere Informationen zum Angebot:

Alle Preise verstehen sich netto, zzgl. 19 % MwSt.
Zahlungsbedingungen: 30 Tage netto
Lieferbedingungen: ab Werk
Angebotsgültigkeit: 30 Tage

Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Bauseitige Bereitstellung von Elektro- und Netzwerkanschlüssen muss durch den Kunden erfolgen.

Bei Bibliotheksausweisen kann es herstellungsbedingt zu einer Über- oder Unterproduktion kommen.

Wir danken für Ihre Anfrage und würden uns freuen, wenn unser Angebot Ihre Zustimmung findet.

Bei Fragen und Anregungen stehen wir Ihnen sehr gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

bibliotheca Germany GmbH

Automatische Anpassung Ihres Servicevertrags:

Bestellte Bibliotheca Produkte werden automatisch in den Umfang eines bereits existierenden Servicevertrags aufgenommen. Hierzu erhalten Sie mit der Lieferung eine entsprechende Vertragsanpassung zur Gegenzeichnung.

bibliotheca Germany
GmbH
Grathwohlstraße 5
72762 Reutlingen
Telefon: 07121 / 92641-0
Fax: 07121 / 92641-11

Baden-Württembergische Bank
IBAN: DE6 1600501 010004767284
BIC: SOLADE3300

Steuernummer: 78105/00403
UID-Nr. DE 250354096
Sitz der Gesellschaft: Reutlingen
Geschäftsführer: Markus Rösch
Stuttgart, HRB 721696



Isabel Ana, 6
28019 Madrid-Spanien
E-Mail Bibliotheken: bibliothek@pantra.info
E-Mail Hotels: pantra.sales@gmail.com
www.pantra.info

TÉCNICAS PANTRA, S.L.

Telefon Deutschland: 030 16636964
Telefon Österreich: 0463 265242
Telefon Schweiz: 021 5606140
(Telefon Spanien: +34 91 4719826)

Rechnungsanschrift:

Stadtbibliothek Langenfeld
Hauptstraße 131
40764 Langenfeld
ALEMANIA

3.12.2024
Eingang:

Rechnungs-Nr.:	240354	BITTE BEI ZAHLUNG ANGEBEN!
Datum:	25.11.2024	
Zahlungsart:	Überweisung	

USt-ID Kunde: DE 121 396 773
USt-ID TÉCNICAS PANTRA S.L.: ES B79714622

AUFTRAGS-NR. KUNDE:
Bestellung per E-Mail vom 05.11.2024
Angebot per E-Mail vom 05.11.2024

LIEFERANSCHRIFT Stadtbibliothek Langenfeld
Herr Jatzén
Hauptstraße 131
40764 Langenfeld
ALEMANIA
Tel.Nr. Kunde: +49 2173 / 794-4212

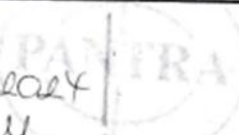
ARTIKEL	REF.NR.	ANZAHL	EUR/PREIS/EINHEIT	EUR/TOTAL
RFID-Sicherungsetikett, 50x50 mm, Papier weiß, Rolle mit 1.000 Stück	00650	10.000	120,00€/1.000Stk.	1.200,00
RFID-Sicherungsetikett für CD/DVD, Ø 116 mm, "sting-ray" mit Chip und verstärkter Antenne, Polyester transparent, Rolle mit 500 Stück	00655	500	331,00€/1.000Stk.	165,50
RFID Kabelbinder, Etikettteil Plastik Ø 28 mm, Schleife Plastik 200 mm, Farbe Rot, Chip SLIX	KB-002	1.000	820,00€/1.000Stk.	820,00
Total netto				2.185,50
	TOTAL NETTO	%	MWST.	TOTAL EURO
	2.185,50	0	EU - steuerfreie innergemeinschaftl. Lieferung	2.185,50

Unsere Bankverbindung:

HypoVereinsbank München
Konto-Nr. 15125363
BLZ 700 202 70
IBAN: DE64700202700015125363
SWIFT/BIC: HYVEDEMMXXX

Schwäbisch und Rechnerisch

Langenfeld, den 3.12.2024



183

USt-ID ES B 79714622