



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Inhaltsverzeichnis

11	Verwendung der RFID-Technologie in der Instandhaltung	2
11.1	Grundlagen	2
11.1.1	Verschiedene RFID-Tags /-Transponder	5
11.1.2	RFID Sensor Transponder	9
11.1.3	Sende und Empfangseinheiten	12
11.1.3.1	Stationäre Schreib- / Lesestation der Fa. Pepperl + Fuchs	15
11.1.3.2	Mobile Geräte, Handheld.....	16
11.2	Architektur von RFID-Systemen	18
11.2.1	Betriebsarten und Datensicherheit.....	19
11.2.1.1	Betriebsart.....	19
11.2.1.2	Datensicherheit	20
11.3	Anwendungsbeispiele.....	21
11.3.1	Allgemeiner Überblick.....	21
11.3.1.1	Anwendung in der Logistik	24
11.3.2	Einsatz in der Instandhaltung	27
11.3.2.1	Temperaturüberwachung von Schaltanlagen.....	27
11.3.2.2	Inspektion und Wartung im Bereich der Analysetechnik	31
11.3.2.3	Zeiterfassungssysteme	35



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11 Verwendung der RFID-Technologie in der Instandhaltung

11.1 Grundlagen

RFID (Radio Frequency Identification, „Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen“) ist der Oberbegriff für ein Objekterkennungssystem, das zur Datenübertragung zwischen Objekt und Datenerfassungssystem Funkwellen verwendet. Dadurch ist eine Kommunikation zwischen Erfassungsgerät ('Reader') und Datenträger (Transponder, Tag, RFID Tag) ohne direkte Sichtverbindung möglich.



Die Datenspeicherung erfolgt in einem Halbleiterspeicher, der bei entsprechendem Aufbau nicht nur gelesen, sondern auch beschrieben werden kann. Dadurch können, z.B. während des Durchlaufs eines Werkstücks durch einen Produktionsprozess, entsprechend dem Produktionsfortschritt andere oder zusätzliche Daten gespeichert werden.

Wesentliche Bestandteile eines RFID-Systems sind:

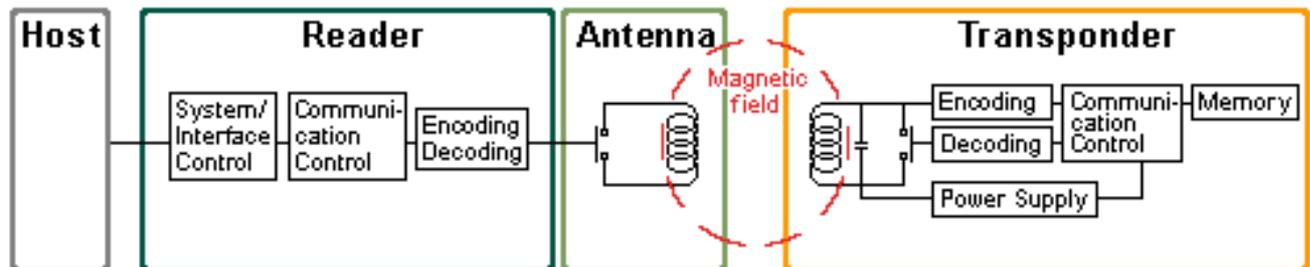
- RFID Tag / Transponder in verschiedensten Bauformen
- Sende-Empfangs-Einheiten ('Reader'), fest installiert oder mobil, mit integrierter oder separater Antenne
- Drucker mit integriertem RFID Reader
- Soft- und Hardware zur Integration in die Datenverarbeitungs- Infrastruktur (Warenwirtschaftssystem)



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024



Prinzipielle Funktionsweise



Das RFID-Lesegerät fungiert als Sende- und Empfangseinheit indem es ein elektromagnetisches Feld erzeugt. Dieses wird von der Antenne des Transponders empfangen und lädt dessen Energiespeicher auf. Dadurch wird der im Transponder enthaltene Microchip aktiviert und kann über die Antenne Befehle vom Lesegerät empfangen und aussenden.

Bei RFID unterscheidet man abhängig vom jeweiligen Frequenzbereich zwischen induktiver und elektromagnetischer Kopplung.

Nahfeld (induktive Kopplung)

Die vom Lesegerät ausgesendeten Feldlinien erzeugen über die Antenne mittels Induktion in der Antennenspule des Transponders Energie und versorgen somit den Transponder mit Spannung.

Fernfeld (elektromagnetische Kopplung)

Bei den Fernfeld-Systemen dient eine Dipolantenne der Chip-Energieversorgung und der Datenübertragung



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024



<http://www.qs-schindler.de>

Frequenzen

Die derzeit gebräuchlichen RFID-Systeme verwenden Frequenzbänder, deren Nutzung ohne besondere Lizenz zulässig ist. Dies sind:

- 125 kHz (Low Frequency, LF)
- 13,56 MHz (High Frequency, HF)
- 868 (USA: 915) MHz (Ultra High Frequency, UHF)

Die benutzte Frequenz bestimmt ganz wesentlich die Eigenschaften des Systems:

	125 kHz	13,56 MHz	868 (915) MHz
Reichweite	ca. 0,8 m	ca. 1 m	ca. 6 m
Kopplung	induktiv	induktiv	Fernfeld
Antenne	Spule	Spule	Dipol
Lesegeschwindigkeit	bis 20 Tags pro sekunde	bis 100 Tags pro sekunde	bis 250 Tag: pro sekunde



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

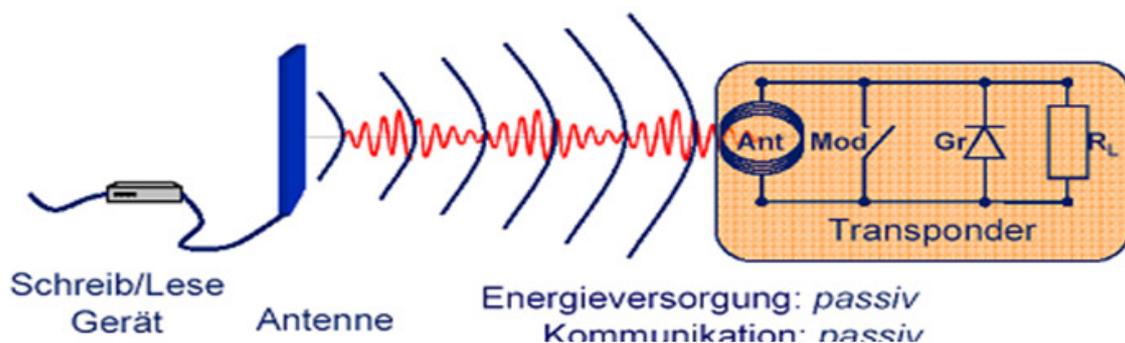
11.1.1 Verschiedene RFID-Tags /-Transponder

Bei den RFID-Tags / -Transpondern unterscheidet man zwischen passiven und aktiven Tags, zwischen vorprogrammierten, beschreibbaren und lesbaren.

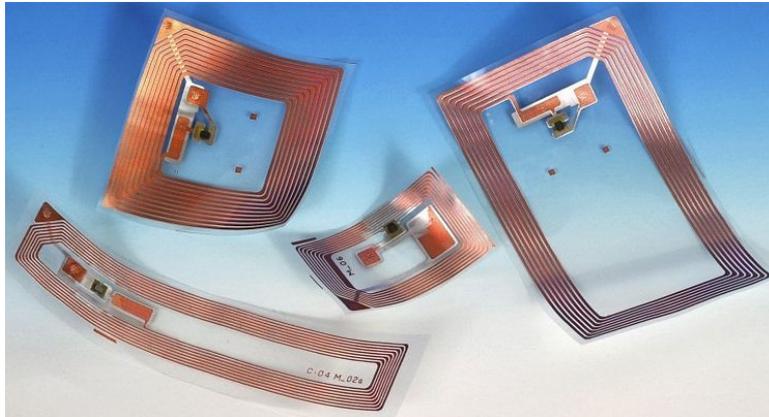
Verschiedene entfernungsabhängige RFID-Systeme

RFID-Systeme	Entfernung	Frequenzbereiche
Close-Coupling	typ. 1 cm	LF bis 30 MHz
Remote-Coupling	unter 1 m	135 kHz, 13,56 MHz 27,125 MHz
Long-Range	1 m bis 15 m	868 MHz, 915 MHz, 2,5 GHz, 5,8 GHz

Passive RFID-Tags haben keine eigene Stromversorgung, die Versorgungsspannung wird über Funk vom Lesegerät zum Tag übertragen. Bei der Aktivierung eines Tags sendet dieser seine Signale zurück zum Lesegerät.



Die Auslesezeit liegt im Millisekunden-Bereich und die überbrückbare Entfernung ist abhängig von der RFID-Frequenz und der RFID-Übertragung. Hinsichtlich der Anwendung sind passive RFID-Tags für die Nahfeldkommunikation konzipiert.

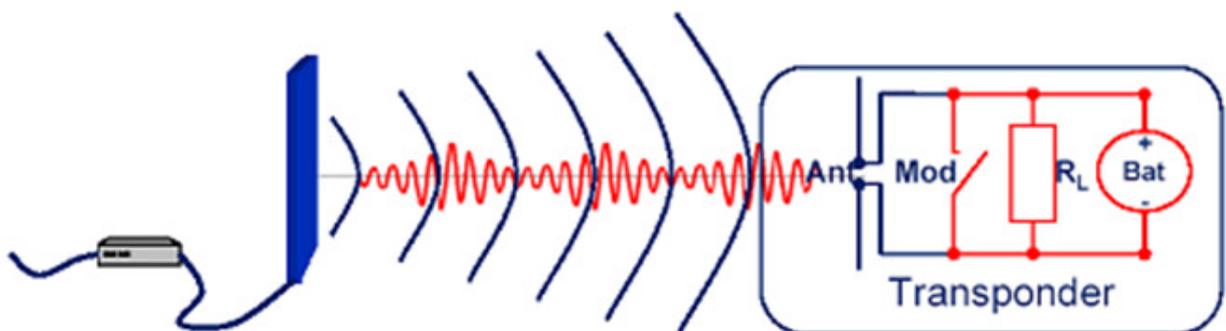


Man unterscheidet dabei zwischen den so genannten Close Coupling Tags, bei denen eine direkte Interaktion erforderlich ist um auf die gespeicherten Daten zuzugreifen, und den Remote Coupling Tags, die im Entfernungsbereich von etwa 1 m aktiviert werden können.

Da passive RFID-Tags ausschließlich für die Nahfeldkommunikation geeignet sind, ist es nicht möglich sie aus größeren Entfernungen auszulesen.

In der Logistik werden die beiden genannten Systeme nur selten eingesetzt, hier kommen die Long Range RFID-Systeme zum Einsatz, die aus größeren Entfernungen ausgelesen und beschrieben werden können.

Im Gegensatz zu den passiven Tags haben aktive RFID-Tags eine eigene Stromversorgung und können auf Anforderung ihre gespeicherten RFID-Daten senden.





Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

RFID-Tags können in verschiedenen Aufbauformen zum Einsatz kommen. Die folgenden Beispiele zeigen einige Ausprägungsformen.

▼ D14-TAG

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 15693, ISO 14443
Chip Types: SLI-X, iID-X, iID-G, iID-K
others on request

Communication Distance: 0 ... 30 mm

Memory: 1 kbit or 2 kbit or 16 kbit or 64 kbit

Storage Temperature: -45°C ... +125°C, short time +175°C

Packaging: plastic packed, black EP
type B: half lentil case, one side EP
type C: lentil case, both sides EP

Size: type B: D 14.0 mm, TH 2.5 mm
type C: D 14.0 mm, TH 3.0 mm



D14-TAG B-type

▼ QUIN-TAGspecial ATEX

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 15693, ISO 14443
Chip Types: my-D (ISO 1593),
iID-K (ISO 14443)

Communication Distance: 0 ... 50 mm

Memory: 2 kbit, 64 kbit EEPROM

Storage Temperature: -45°C ... +125°C, short time +150°C

Packaging: multi layer plastic package
carrier glass fibre reinforced
front side black EP
with robust stainless steel socket

Size: approx. 33 x 30 mm, TH max. 3.0 mm

Special Features:

- for industrial applications
- equipment and item tagging
- fastening by screw or blind rivet
- maintenance solutions
- certified for ATEX II 2G Ex ib IIC T6



QUIN-TAGspecial ATEX

<http://www.microsensys.de>



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

▼ LABEL 1836special

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 15693
Chip Types: I-Code SLI-X, others on request
Communication Distance: 0 ... 30 mm
Memory: 896 bit EEPROM

Storage Temperature: -25°C ... 80°C,
Packaging: chip in multi ferrite layer packaging
front side clear PPU
Size: approx. 20 x 38 mm², max. TH 2.0 mm

Special Features:

- part and equipment tagging
- self adhesive backside
- designed for maintenance apps
- optional barcode printings
- TAG initialization possible
- on metal tag



LABEL1836special



download the technical datasheet.



SCREW-TAG plastic



ELMI-TAG



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.1.2 *RFID Sensor Transponder*

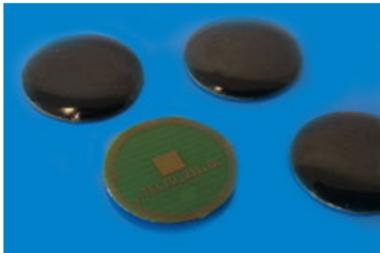
Die HF- und UHF-Sensortransponder von microsensys zum Beispiel, stellen eine Produktkategorie dar, welche die Eigenschaften von Transpondern um die Messung von sensorischen Größen erweitert. Diese passiven drahtlosen Sensoren arbeiten ohne eine Batterie und werden allein durch die Antenne des Lesegerätes mit Energie versorgt.

Die RFID Sensor Transponder sind eine Kombination aus RFID-Transponder und Sensorik zur Messung von physikalischen Messgrößen. Hierbei sind insbesondere Druck, Beschleunigung, Dehnung, Feuchte und elektrische Leitfähigkeit von wesentlichem Interesse. Eine Zustandserfassung just-in-time und das Ablegen der eben gemessenen Werte im integrierten Speicher stellt einer der Hauptfunktionen dar.

Das Angebot an RFID-Sensortranspondern wird seit Jahren von den Herstellern ständig erweitert, so dass inzwischen eine große Produktpalette für verschiedenste Applikationen verfügbar ist.

TELID@211.01 - RFID temperature sensor transponder

RFID Technology:	13.56 MHz, ISO 14443
Chip Types:	iID-L
Communication	0 ... 20 mm
Distance:	
Memory:	128 bit EEPROM free memory
Sensor:	semiconductor sensor, temperature
Range:	-40°C ... 140°C
Resolution:	0.0625 Kelvin
Measure Mode:	GET VALUE, on line measurement
Storage Temperature:	-25°C ... +90°C
Packaging:	epoxy glass fiber enforced (black), half lens housing
Size:	approx. D 14 mm, max. TH 2.0 mm
Special Features:	<ul style="list-style-type: none">passive sensor deviceon metal type availablevery useful for wireless sensor communicationin industry solutions and maintenancefor quick quality checks



RFID Temperatur Sensor Transponder



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

▼ TELID@231 - RFID humidity sensor transponder

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 14443
Chip Types: iID-L
Communication 0 ... 20 mm
Distance:
Memory: 128 bit EEPROM free memory

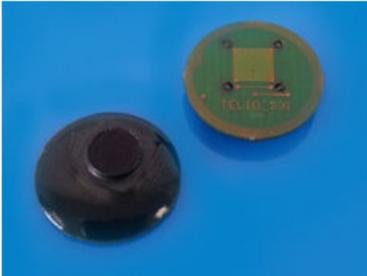
Sensor: capacitive CMOS sensor, humidity
Range: 0% RH ... 100% RH
Resolution: 0.7% RH (8bit ADC)
Measure Mode: GET VALUE, on line measurement

Storage Temperature: -40°C ... +120°C

Packaging: epoxy glass fiber enforced (black), half lens housing
Size: approx. D 14 mm, max. TH 2.0 mm

Special Features:

- passive sensor device
- on metal type available
- very useful for wireless sensor communication



RFID Humidity Sensor Transponder

▼ TELID@243 - RFID pressure sensor transponder

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 14443
Chip Types: iID-L
Communication 0 ... 20 mm
Distance:
Memory: 128 bit free memory

Sensor: piezo-resistive MEMS technology sensor (pressure)
silicon sensor (temperature)
Range: 0 bar ... 3 bar
-40°C ... +110°C
Resolution: 16 bit
0.05°K
Measure Mode: GET VALUE, on line measurement

Storage Temperature: -40°C ... +125°C

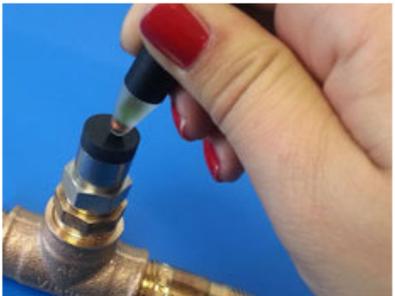
Packaging: stainless steel, PEEK (black) for RFID antenna
Size: 1/4" fitting, SW 22, max. length 40mm

Special Features:

- passive sensor device
- very useful for wireless sensor communication
- in industry solutions and maintenance



RFID Pressure Sensor Transponder



Gemeinsam mit iID@PENmini



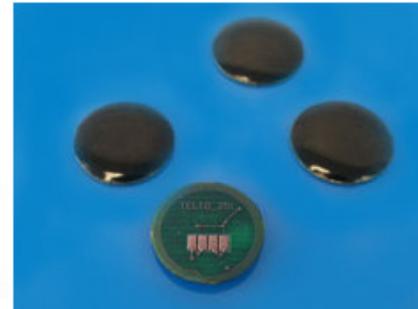
Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

▼ TELID®251.ADC - RFID voltage measurement transponder

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 14443
Chip Types: iID-L
Communication: 0 ... 20 mm
Distance:
Memory: 128 bit free memory

Sensor: low power, 16 bit ADC with internal reference
Range: -2.048 V ... +2.048 V, analog input voltage
Resolution: 16 bit
Measure Mode: GET VALUE, on line measurement

Storage Temperature: -40°C ... +150°C



Voltage & Resistance Measurement Transponder

▼ TELID®281.3D - RFID vibration 3D sensor transponder

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 14443
Chip Types: iID-L
Communication: 0 ... 20 mm
Distance:
Memory: 128 bit EEPROM free memory

Sensor: MEMS sensor, 3D acceleration (x, y,z-axis)
Range: 0 g ... +/-2 g, +/-4 g, +/- 8 g
Resolution: 8 bit
Measure Mode: GET VALUE, on line measurement

Storage Temperature: -35°C ... +125°C



RFID vibration 3D sensor transponder

▼ TELID®282.i - RFID inclination measurement transponder

RFID Technology: 13.56 MHz, ISO 14443
Chip Types: iID-L
Communication: 0 ... 20 mm
Distance:
Memory: 128 bit or 256 kbit EEPROM free memory

Sensor: MEMS sensor, 3D acceleration (x, y,z-axis)
Range: +2.0 g ... -2.0 g
Resolution: 12 bit
Measure Mode: GET VALUE, on line measurement

Storage Temperature: -40°C ... +125°C



RFID inclination sensor transponder

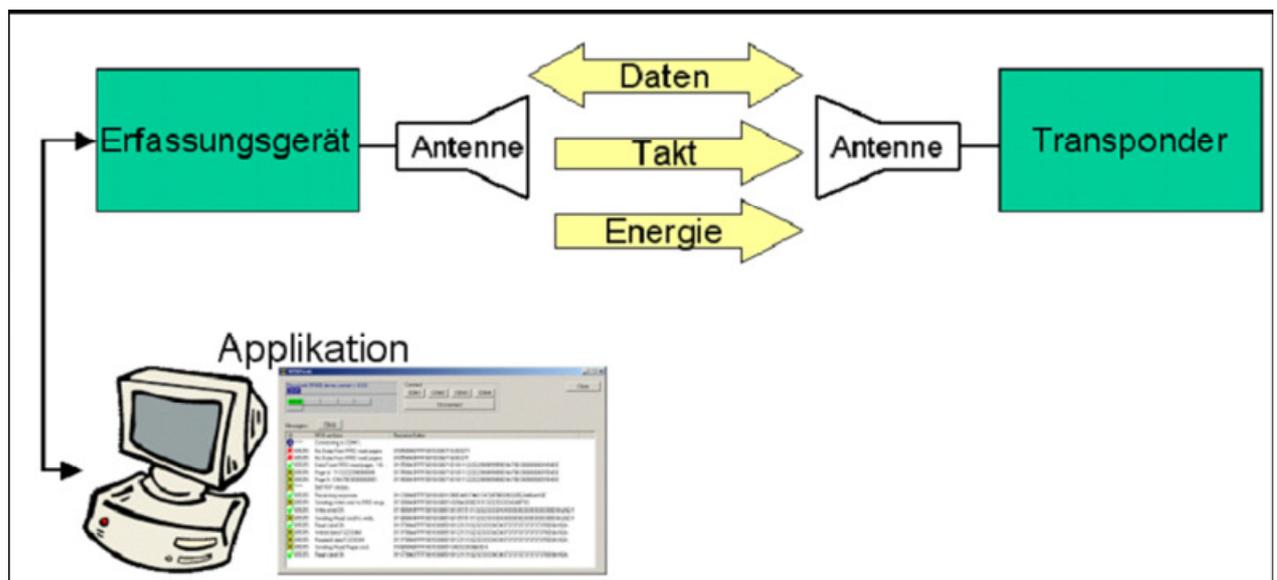


Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.1.3 *Sende und Empfangseinheiten*

RFID-Sende- und Empfangsgeräte werden auch sehr oft als RFID-Schreib-Lese-Geräte bezeichnet.

Mit Hilfe des Lesegerätes, welches aus einem Hochfrequenzmodul, einem Controller und einer Antenne besteht, kann man die Daten des Transponders auslesen und ggf. auch auf diesen schreiben. Über eine Schnittstelle (z.B. seriell oder WLAN) können die Daten vom Erfassungsgerät an andere Geräte zur Auswertung weitergeleitet werden (PC, PPS-System).



Zum Schreiben und Lesen der Tag-Informationen wird eine RFID-Reader-Antennen-Einheit benötigt. Dazu gehören die Antennen sowie das eigentliche Schreib-Lesegerät. Zur besseren Erkennung der Tags können an ein Gerät oftmals mehrere Antennen angeschlossen werden.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Die Reader unterscheiden sich je nach Anwendungszweck und Umgebungsbedingungen in ihrer funktionalen und technischen Ausprägung:

Gate Reader

Montage an Verladetoren oder Durchfahrten von Lastwagen oder Gabelstaplern. Hier kommt es auf die zuverlässige Erkennung bei großen Abständen oder unterschiedlichen Positionierungen der Tags an. Gate Reader arbeiten in der Regel mit mehreren Antennen.

Compact Reader

Antenne und Schreib-Lesegerät sind in einem kompakten Gehäuse kombiniert. Dieser Reader-Typ bildet eine kostengünstige Alternative zum Gate Reader, wenn kürzere Abstände zu den Tags und unproblematische Bedingungen vorliegen

Fahrzeuggebundene Reader

zur Montage an Fahrzeugen, z.B. Gabelstaplern

Mobile Reader

Handgeräte zur mobilen Verwendung. Diese Geräte übertragen entweder die gelesenen Tag-Daten sofort über eine Funkverbindung (z.B. WLAN) oder sammeln die Daten in einem eingebauten Speicher. Von dort werden die Daten nach dem Einsetzen des Gerätes in eine Docking-Station z. B. zu einem PC übertragen. Aus dem Anwendungszweck ergeben sich weitere Anforderungen, z. B. an die Schutzart der Geräte. So benötigen Reader und Antennen an Verladetoren eine hohe Temperaturtoleranz und Schutz gegen Staub und Feuchtigkeit. Zur Integration in die höheren (Software-) Schichten der RFID-Architektur, zur Konfiguration und zur Diagnose müssen die RFID-Reader geeignete Schnittstellen unterstützen, z.B.:

- Für WLAN und Internet (über Ethernet und TCP/IP).
- Für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen: RS422 zur Anbindung an speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder RS232.
- Für die mobile Kommunikation: GSM, GPRS oder UMTS.



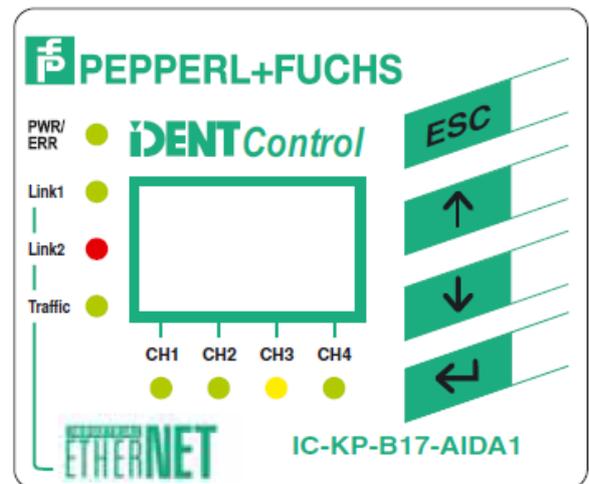
Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Daneben gibt es bei einigen Readern Anschlussmöglichkeiten, um einfache Prozess-Steuerungen vorzunehmen, z. B. digitale Ein- und Ausgänge mit 24 V. Diese können zur Ansteuerung von Ampeln oder Schranken verwendet werden, die zur Freigabe nach Prüfung der Tag-Daten am Warenein- oder -ausgang dienen. Auch einfache SPS-Kopplungen sind damit realisierbar..



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.1.3.1 Stationäre Schreib- / Lesestation der Fa. Pepperl + Fuchs



- Max. 4 Schreib-/Leseköpfe anschließbar
- Alternativ 2 Schreib-/Leseköpfe und 2 Triggersensoren anschließbar
- LED-Zustandsanzeige für Buskommunikation und Schreib-/Leseköpfe
- TCP/IP, MODBUS/TCP, EtherNet/IP und PROFINET IO Protokoll
- Steckverbinder gemäß AIDA-Vorgaben
- Integrierter Switch ermöglicht Linientopologie





Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.1.3.2 Mobile Geräte, Handheld

Neben den stationären Schreib- /Lesestationen, deren Haupteinsatzgebiete im Bereich der Logistik und im industriellen Umfeld zu sehen sind, nehmen die mobilen Geräte einen großen Raum im Bereich der mobilen Datenerfassung und -verfolgung ein.



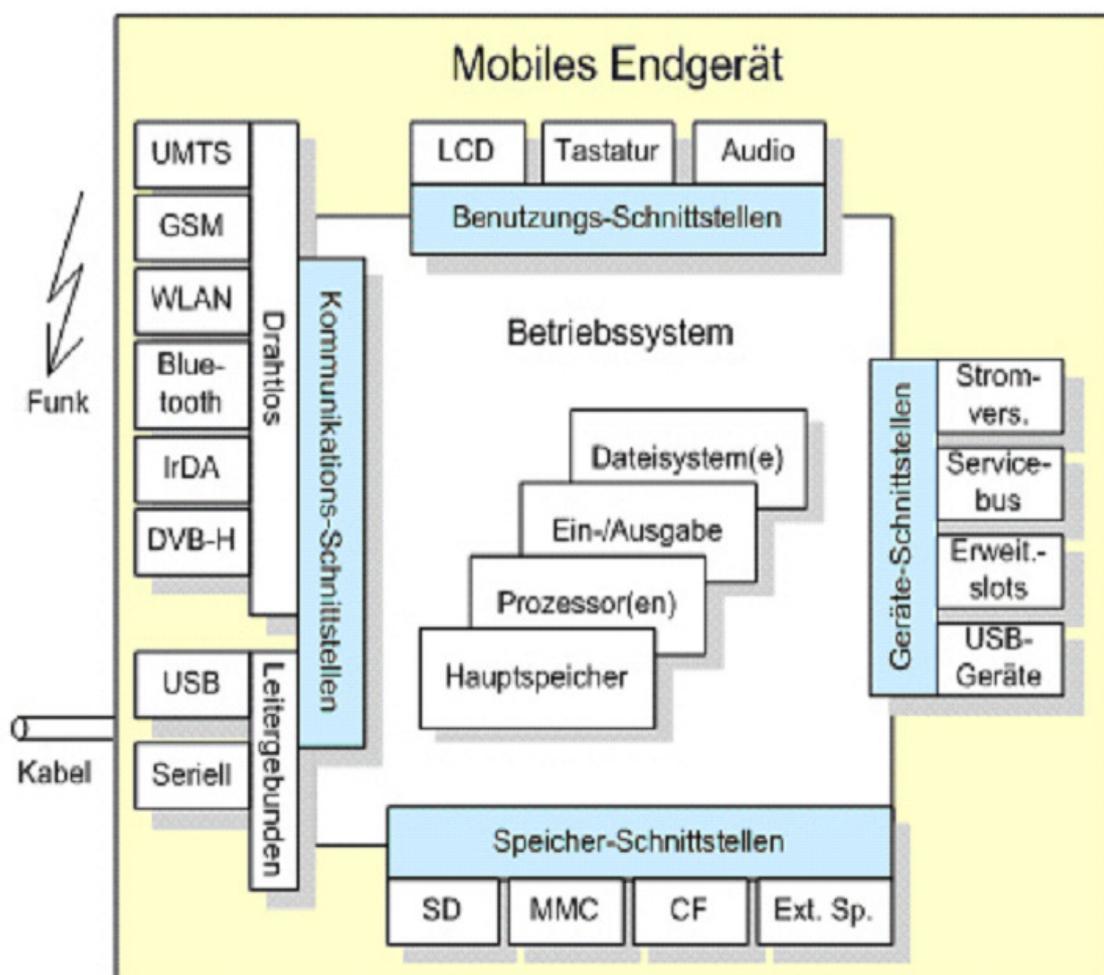
Ob es nun darum geht die lückenlose Aufrechterhaltung einer Kühlkette im Bereich des Nahrungsmitteltransportes zu kontrollieren, nachzuvollziehen und zu dokumentieren, oder Daten von unter der Haut von Tieren implantierten RFID-Chips auszulesen, oder im Rahmen von Inspektions- und Wartungsarbeiten Gerätedaten von EMSR-Geräten von außen auslesbar zu machen, Handheldgeräte finden breitflächig Anwendung.

Jedes mobile Endgerät stellt heute einen leistungsfähigen Computer dar, dessen Struktur grundsätzlich dem eines herkömmlichen Arbeitsplatzrechners entspricht. Mobile Endgeräte enthalten zudem spezialisierte, für den jeweiligen Einsatzzweck benötigte Hardwarekomponenten.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Alle Bestandteile des Systems sind auf niedrigen Stromverbrauch ausgerichtet und besitzen für den mobilen Einsatz spezialisierte Benutzungsschnittstellen. Das folgende Bild zeigt den allgemeinen Aufbau mit wichtigen Komponenten eines mobilen Endgerätes.



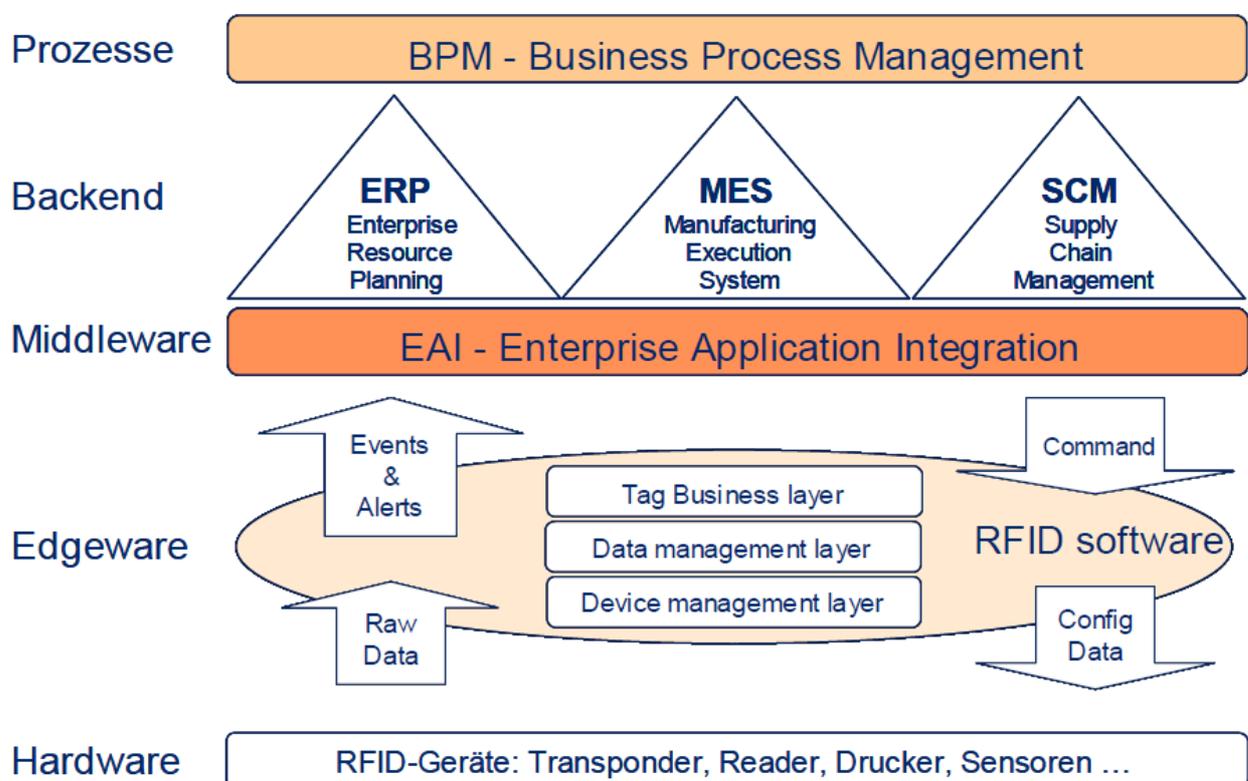
Mittels der mobilen Lösung und dem Einsatz mobiler Endgeräte können die Dokumentations- und Erfassungstätigkeiten am Computer reduziert werden und Informationen direkt am Ort des Entstehens erfasst werden.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.2 Architektur von RFID-Systemen

Eine umfassende IT-Architektur ist notwendig, um die RFID-Systeme darin stabil einzubetten und einen zuverlässigen Betrieb sicher zu stellen. In einer solchen Architektur werden typischer Weise die System- und Anwendungsfunktionen in Ebenen angeordnet, zwischen denen Daten ausgetauscht werden.



In der sind die RFID-Reader, die die RFID-Tags lesen, in der unteren Hardware-Ebene angeordnet. Die gelesenen Daten ("raw data") werden in die Ebene "Edgware" übertragen. Diese ist z.B. auf einem Server im Lagerhaus implementiert. Hier werden die Daten gefiltert und nur die Daten ("Events" oder "Alerts") weiter zur Middleware übertragen, die für die darüber liegenden Ebenen wichtig sind. Die Middleware ist typischer Weise im Rechenzentrum installiert.

Eine solche Architektur erleichtert den Entwicklungsprozess, die Installation, den Betrieb und die Wartung von RFID-Systemen. Middleware schlägt die Brücke zu den vorhandenen

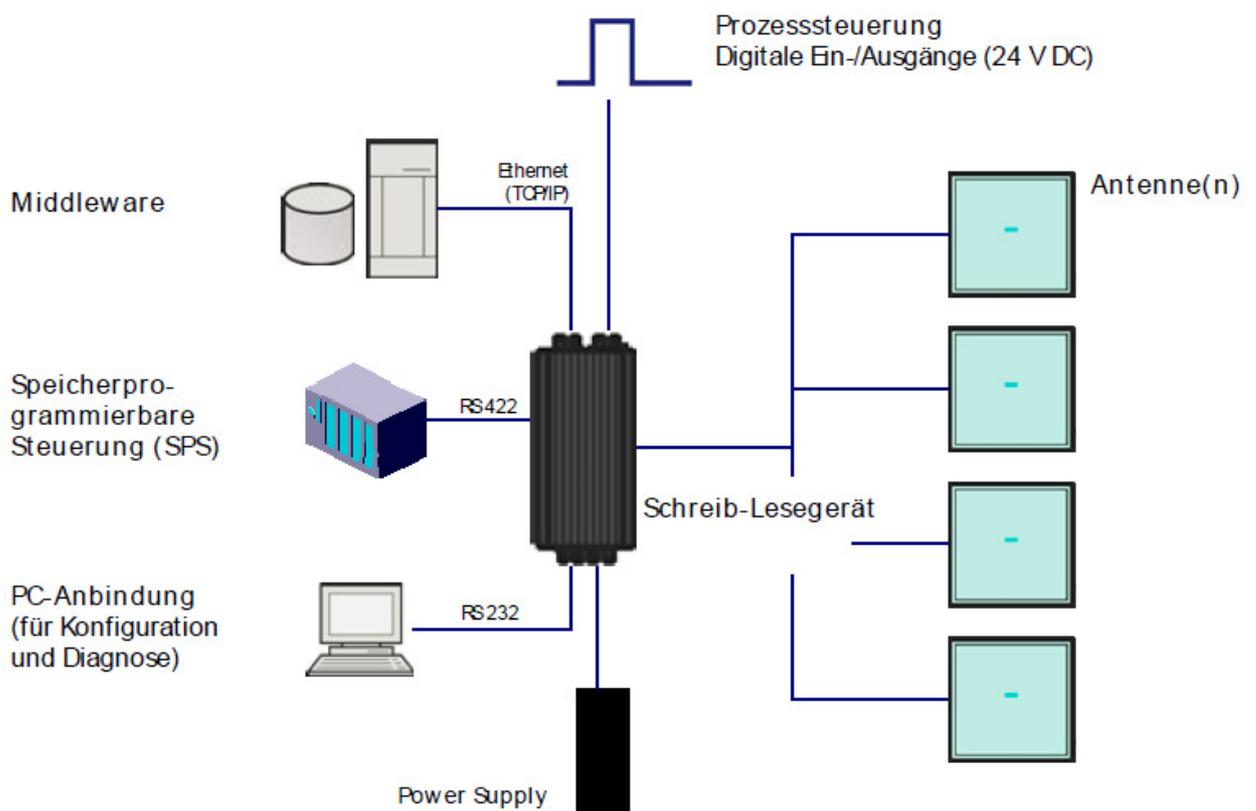


Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Geschäftsapplikation im „Backend“. Unterstützt wird dieses Modell von einer Infrastruktur, die für Überwachung und Update der Komponenten und für die Kommunikation zwischen den Komponenten verantwortlich ist.

Typisches Anschluss-Schema eines Readers mit RFID-Antennen

Quelle: Siemens



11.2.1 Betriebsarten und Datensicherheit

11.2.1.1 Betriebsart

Grundsätzlich kann zwischen zwei Betriebsarten unterschieden werden. Dem Offline und dem Online-Betrieb. Was immer gewährleistet sein muss ist der Offline-Betrieb. Er ist unabhängig von z.B. gestörten Funkverbindungen zwischen mobilem Reader und Datenkonzentrator (Middleware).



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Bei der **Online-Variante** hat der Techniker während seines gesamten Einsatzes Zugriff auf alle notwendigen Daten, wie z.B. die Wartungshistorie, die Wartungshandbücher und bei Bedarf hat er auch den direkten Zugriff auf das Ersatzteillager. Wartungs- und Reparaturberichte können schnell und mit wenig Aufwand direkt vor Ort erstellt werden. Das mobile Endgerät erlaubt die Erfassung des Arbeitsprotokolls vor Ort: Eingabe der ausgeführten Arbeiten, verwendetes Material, Ersatzteilbestellungen, Erfassung der Arbeitszeiten.

Im Unterschied zu Online Variante müssen bei der **Offline-Variante** sowohl vor der Tätigkeit als auch danach, die mit Endgerät erfassten Daten, mit dem ERP-System synchronisiert werden. Dazu wird das Endgerät in die entsprechende Station gestellt und die Synchronisation ausgelöst. Die Offline Systeme zeichnen sich durch redundante Datenhaltung aus.

11.2.1.2 Datensicherheit

Um den Datenfluss zwischen Unternehmens-IT und den RFID-Systemen vor dem Einsatz von Störsendern, dem unauthorisierten Auslesen bzw. Verändern von Informationen oder dem Abhören der Kommunikation zwischen Tag und Erfassungsgerät zu schützen, werden die Daten mit Hilfe von eingesetzter Middleware verschlüsselt.

Die einfachste Möglichkeit der Authentifizierung des Lesegeräts gegenüber dem Tag ist der Passwortschutz. Das Lesegerät identifiziert sich beim Tag durch Übertragung des Passworts. Der Transponder vergleicht es mit dem im Speicher abgelegten Passwort. Stimmen beide überein, gewährt der Tag vollen Zugriff auf die gespeicherten Daten



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.3 Anwendungsbeispiele

Der Einsatz der RFID-Technologie bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten in den verschiedensten Bereichen und Branchen. In der Nahrungsmittelindustrie, in der Logistik, in der Medizin, in der chemischen Industrie, im Warenverkehrswesen etc..



11.3.1 Allgemeiner Überblick

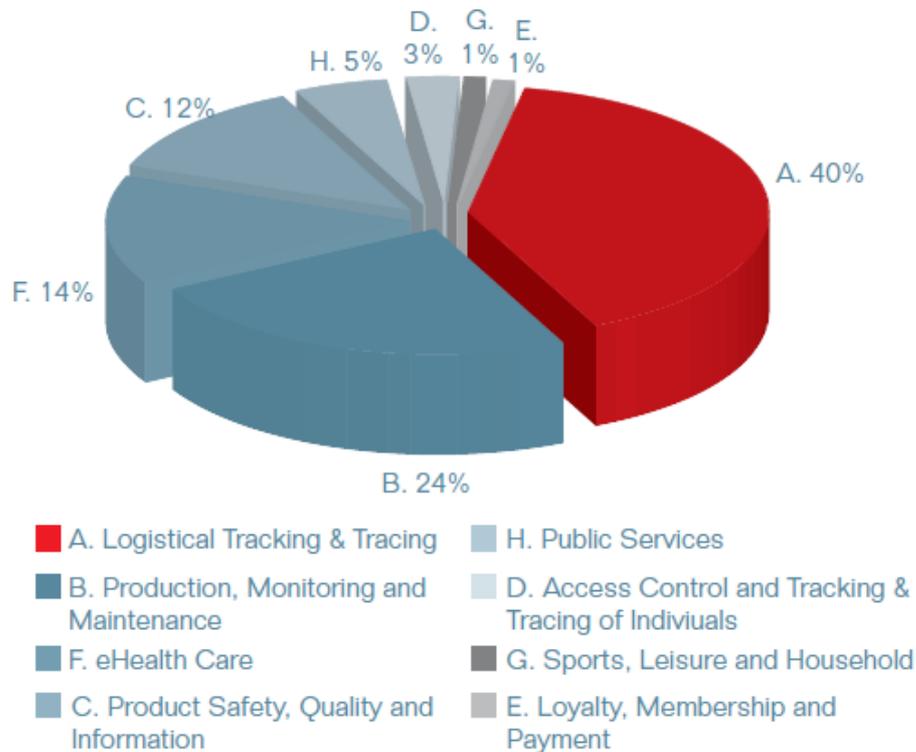
Auszug aus der Metastudie RFID
<http://www.aim-d.de>

Es können derzeit dem Bereich der Identifikation und Lokalisierung von Objekten mit 40% die meisten Anwendungsfälle zugeordnet werden. Am zweithäufigsten (24%) kommen RFID-Systeme in der industriellen Produktion und der damit verbundenen Prozessüberwachung und -steuerung sowie Wartung zum Einsatz. Weitere große Anwendungsfelder sind der Gesundheitssektor (14%) und Anwendungen des Handels, die Produktsicherheit und -qualität gewährleisten und zusätzliche Informationen über die Ware am Point of Sale (PoS) bereitstellen sollen (12%). Die übrigen Anwendungsfelder haben jeweils nur einen Anteil von unter 5% an der Gesamtheit der Fälle. Die große Zahl von über 140 Fallstudien erlaubt eine repräsentative Auswertung. Von der Verteilung der untersuchten Anwendungsfälle kann also auf die Verteilung tatsächlich implementierter RFID-Systeme in Deutschland geschlossen werden.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Verteilung der Anwendungsfälle auf die Hauptkategorien des CE RFID Reference Model

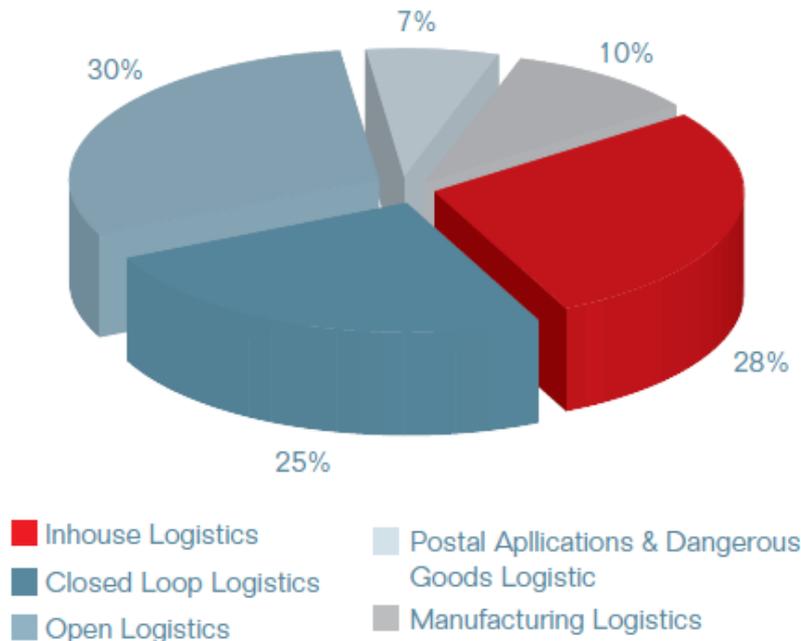


Die Betrachtung der Unterkategorien des Anwendungsfeldes „A. Logistical Tracking and Tracing“ zeigt, dass 64% der verwendeten RFID-Systeme in geschlossenen Prozessketten zum Einsatz kommt, während 36% der Anwendungen in offenen Systemen zu finden sind. Empirische Studien bestätigen, dass RFID-Systeme momentan hauptsächlich in geschlossenen logistischen Prozessen Anwendung finden. Gründe dafür sind unter anderem die leichtere Implementierung, da geschlossene Kreisläufe häufig innerhalb des eigenen Unternehmens realisiert werden sowie für Unternehmen aller Größen und Branchen bietet. Viele Unternehmen wissen um den Nutzen von RFID-Systemen. Es ist jedoch schwer zu ermitteln, wo dieser Nutzen im Einzelfall erzielt werden kann und in welchen Erfolgsgrößen er sich niederschlägt.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Verteilung der Anwendungsfälle in der Kategorie A. Logistical Tracking and Tracing



Exemplarische Anwendungsgebiete:

- Industrielle Fertigung
- Logistik/ Transport
- Einzelhandel
- Leihbüchereien
- Tieridentifikation
- Tracking und Tracing an Flughäfen
- Temperaturüberwachung
- Zugangskontrollen
- Instandhaltung
- Inspektion und Wartung

Anwendung	Tags (Mio.)
Transport	1000
Finanzen / Sicherheitstechnik	670
Handel / Konsum	230
Freizeit	100
Wäschereien	75
Bibliotheken / Archive	70
Fertigung	50
Landwirtschaft / Tier-ID	45
Gesundheit	40
Luffahrt	25
Logistik	10
Militär	2
Sonstige	80
Gesamt	2.397

Die Verbreitung von RFID nach Anwendungen veranschaulicht diese Tabelle. Dabei wurden die verkauften Tags in den Jahren 1944 bis 2005 zugrunde gelegt (kumuliert).

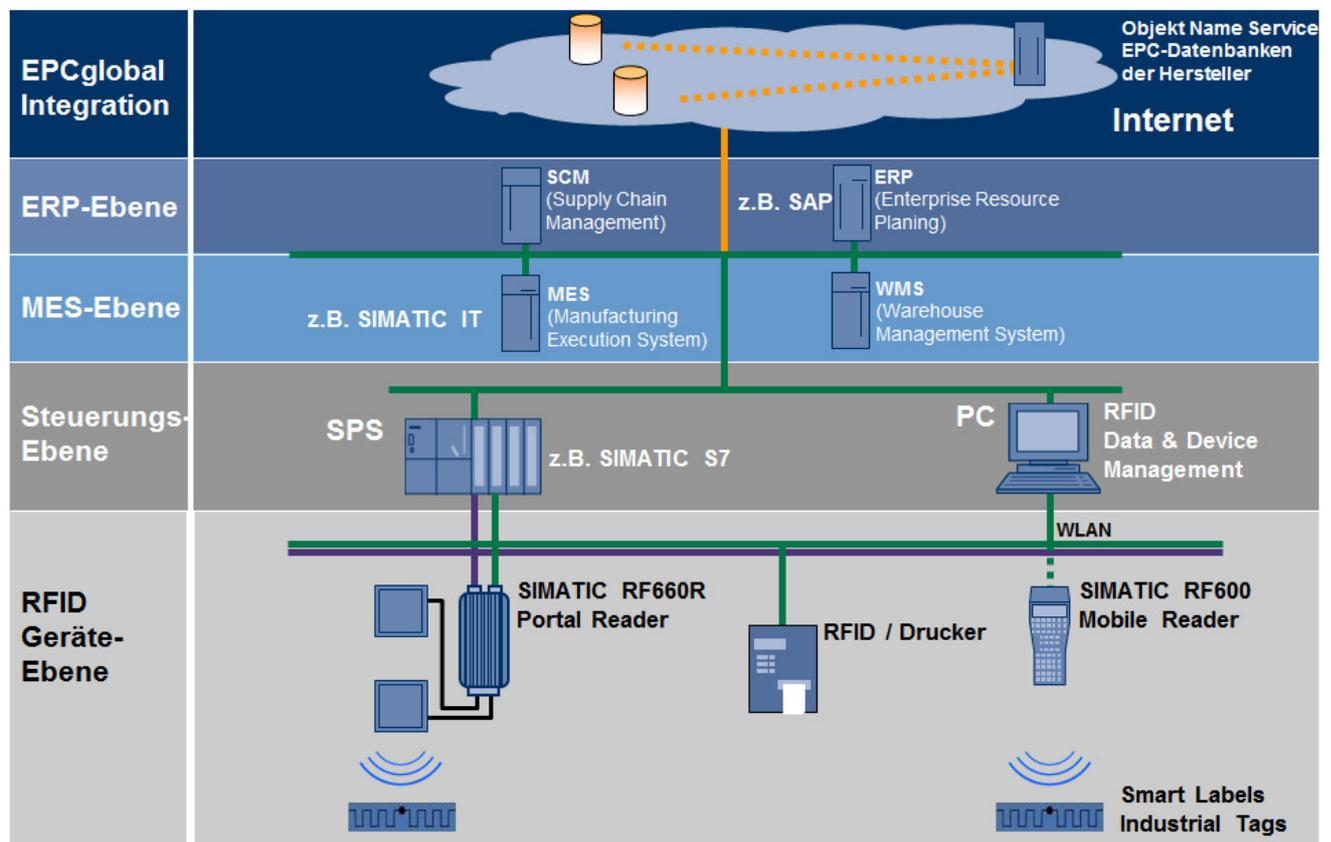


Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.3.1.1 Anwendung in der Logistik

Im Bereich der Logistik bringen RFID einige Vorteile, jedoch verlangt dies nach einer lückenlosen und zuverlässigen technischen Umsetzung.

- Erfassung der Warenströme an Verladetoren (z.B. Wareneingang)
- Automatische Kontrolle der Beladung am Warenausgang
- Automatisierte Geschäftsprozesse (z.B. Warenflussbuchungen in SAP)
- Warenbegleitende Information
- Lager Management
- Produkt-Rückverfolgung und Track and Trace





Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Neben Produktinformationen, der eindeutigen ID des Sackes, werden für den Transport auf der Fördertechnik auch Weginformationen gespeichert, die unterwegs an den Entscheidungsstellen abgerufen werden und die Transportwegedementsprechend stellen.



Antennen der Schreib-/
Lesestation



Barcode/ RFID-Transponder:

Der Transponder wird beschrieben, während der Karton bzw. Sack weiter transportiert wird



Rheinische Hochschule Köln

University of Applied Sciences

Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Technische Probleme im Rahmen eines Feldversuches in einem Logistik-Zentrum

Lnd. Nr.	Bereich	Problem => Folgen	Verbesserung
1	Zuführstrecke 1,2,3	Mangelhafte Sackrückverfolgung, „höhere Genauigkeit“ nicht erreichbar Hohe Ausschleusung gutgewichtiger Ware wegen nicht identifizierbare Säcke	
2	Fördertechnik, HRL, Palettierung, Packmaschine	Lichtmelder/ Sensoren verstauben im gesamten Bereich => hoher I&W-Aufwand Versatz der Sensorik	
3	Packmaschine	Keine Kontrolle bei der Leersackzugabe => Produktverwechslung: falscher Sack wird der Packmaschine zugestellt	
4	Palettierung	Unzureichende Scannung => falsche Säcke im Stapel	Das Personal holt den Sack aus der Palettierung
5	Lot-Nr. Druck	Mangelhafte Sackrückverfolgung => falscher LOT-Druck/ Sonderdruck, hoher I&W-Aufwand	keine Tinte etc. nötig
6	Ausschleusung, Zuführstrecke 1-3	Bilanzierung der Ausschleusung => Zählung von Hand	
7	NiO-Platz	Ausgeschleuste Palette: Ursache nicht direkt sichtbar	
8	Palettenetikettierung	Hoher Aufwand, bei der Bewirtschaftung der Verbrauchsmaterialien sowie I&W-Maßnahmen Applikation der Etiketten bei BB's von Hand	Ersatz durch RFID-Sonderetikett weiterhin möglich => es werden keine Etiketten mehr benötigt und I&W entfällt
9	HRL	Datenversatz im HRL => Produktverwechslung	
10	Versandhalle/ Auslagerung	Manuelle Scannung der Palette => Palettenverwechslung, der Kunde bekommt die falsche Anzahl der Paletten	Handscannung entfällt, z. Zeit keine finale Scannung vorhanden => Senkung von Produktreklamationen z.B. bei Gebindekennzeichnung, Lieferpapiere, APZ, falsche 14

11	BBA	Mangelhafte Sackrückverfolgung/ kein LOT-Druck	Bestandsführung vereinfacht sich
12	Kunde	=> Produktinformationen werden über Zeugnisse dem Kunde übermittelt	=> die Produktinformationen werden durch RFID übermittelt
13	Palettenpressung/ Umschumpfung	Mangelhafte Palettengrößenerkennung, Folienüberhang => falsche Positionierung der Paletten im HRL	diverse anfällige Sensorik im Transportbereich entfällt
14	FLS/ VPS	Hohe Belastung von FLS/VPS	RFID führt zur Entlastung vom FLS/ VPS
15	System PCS 7	z. Zeit müssen verschiedene Programmsteuerungen mit verschiedenen Ständen kommunizieren	keine Vielfalt mehr, weniger Schnittstellenprobleme
16	Packmaschine	keine 100%-ige Sackrückverfolgung auf den Füllstutzen bezogen =>Manuelle Bilanzierung	Automatisierung der Bilanzierung z.B. der nicht aufgesteckten Säcke
17	Halle 1/2	Manuelle Bewirtschaftung	automatische Bewirtschaftung der Leersäcke
18	Kontrollwaage	keine 100%-ige Sackrückverfolgung => Protokollierung der Fehlgewichtigkeit Unter- oder Übergewicht; handelt es sich um Umstellware oder Fehlgewichtige Ware (QS- Forderung)	=> eindeutige Zuordnung der Packmaschinen bei Fehlern
19	Fördertechnik	Hoher Instandssicherungsaufwand	Reduzierung des Programmieraufwandes nach Demontage diverser Lichtmelder und sonst. Sensorik inklusive Reduzierung der Schnittstellenvielfalt, Pulkfahrweise entfällt 15



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.3.2 *Einsatz in der Instandhaltung*

11.3.2.1 *Temperaturüberwachung von Schaltanlagen*



Anwendung:

Berührungslose und kontinuierliche Temperaturüberwachung der Hauptstromverbindungen in Schaltanlagen.

Warnmeldung beim Überschreiten von frei konfigurierbaren Maximal Temperaturwerten.

Trendbildung von über Jahre aufgezeichneten Temperaturwerten (vorausschauende Instandhaltung). Diagnosehilfe zur Verbesserung der Energieeffizienz der Schaltanlagen.

Mehrwert

Erhöhung der Personen und Anlagensicherheit von Schaltanlagen. Kostenersparnis bei Instandhaltung durch kontinuierliche Observation (auch in den für Thermografie unsichtbaren Verbindungsstellen).

Kenntnisse vom Verhalten der Anlage in allen Lebensphasen. Aufdeckung/Bewertung von Alterungsprozessen in Schaltanlagen.

Aspekte der Wirtschaftlichkeit mit Messdaten gestützt. Reduzierung von Verlustleistung.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

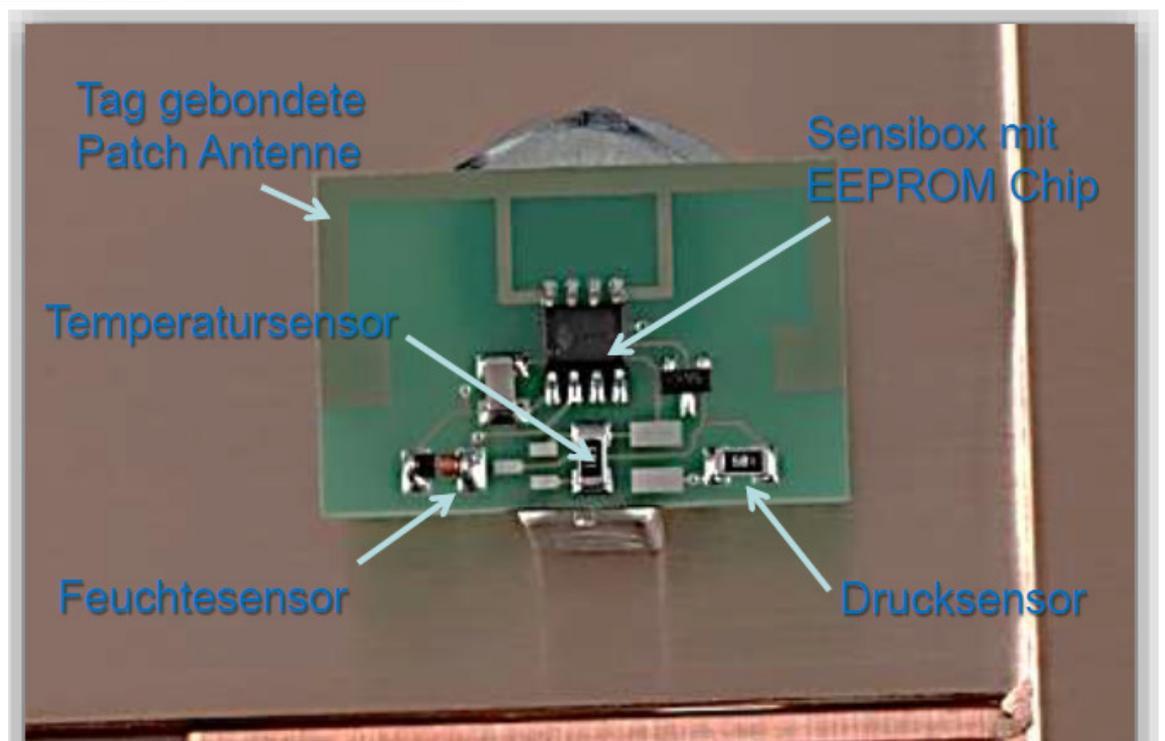
Verkaufsargumentation der Fa. Köhl:

Alterungserscheinungen durch Temperatureinflüsse:

heiße Kontaktstellen und Isolierungen

- Stromwärmeverluste in dem von Strom durchflossenen Leitern
- Erhöhung der Wärmeverluste durch die Verengung an der Kontaktstelle
- Wirbelstrom- und Hysterese-Verluste in leitfähigen Kapselungen und in ferromagnetischen Metallteilen im Wechselfeld
- Dielektrische Verluste im Isoliermaterial
- Generelle Umgebungstemperatur bis mögliche Sonneneinstrahlung

Passiver RFID TAG der fest mit der Schraubverbindung fixiert ist, ohne Luft- und Kriechstrecken negativ zu beeinflussen!!!

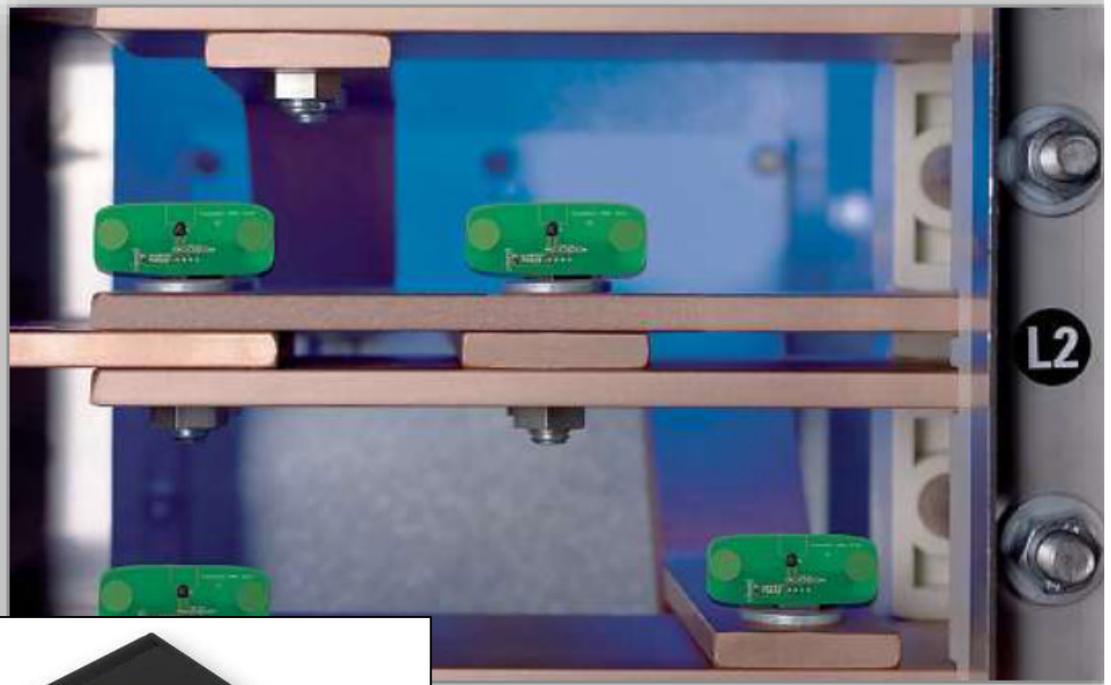




Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

STÖRFESTIGKEIT:

Frequenzbereich 868 MHz, daher keine Beeinflussung von 50/60Hz.



READER:

Steuergerät für Kommunikation mit dem Sensor-Tag. Verschiedene Typen von unterschiedlichen Herstellern einsetzbar. Diese können bis 16 Antennen bedienen.

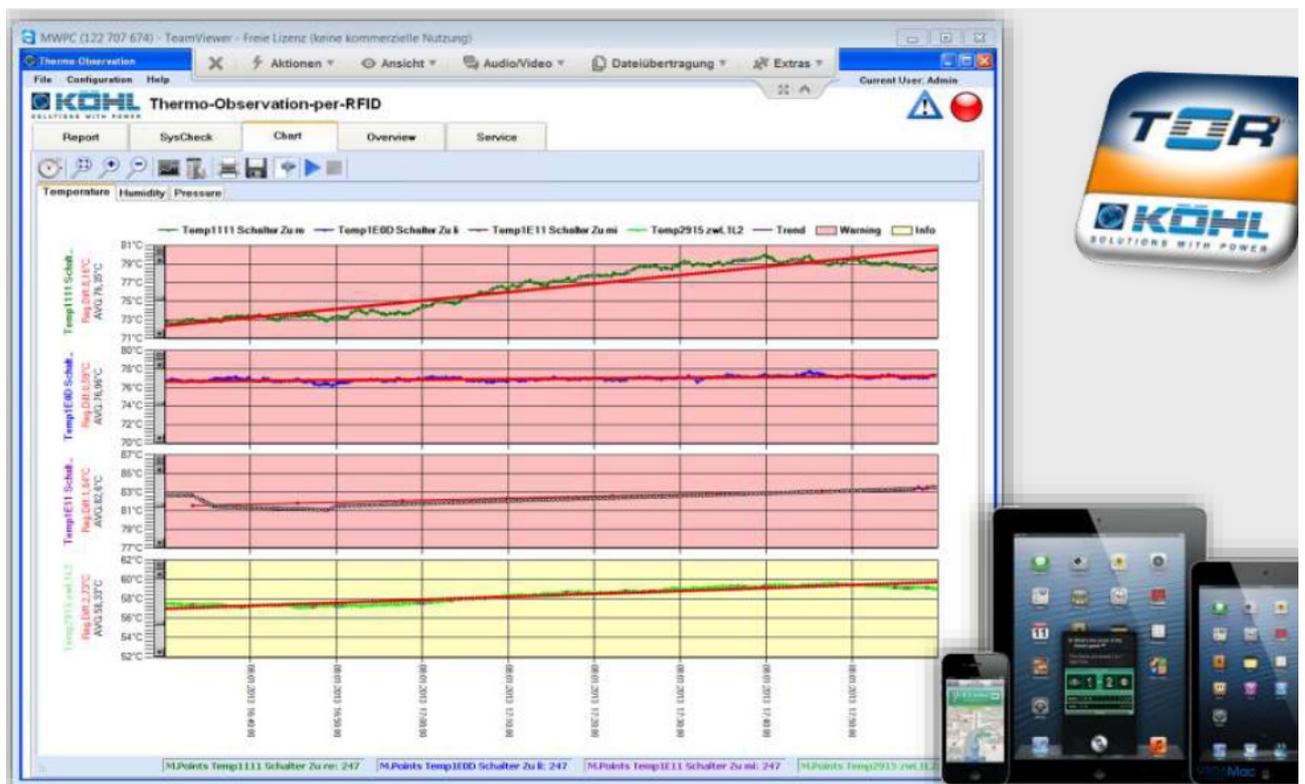
Mehrere Hundert Tags können somit detektiert und die Messwerte daraus ausgelesen werden.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

DATENBANK:

- Eigens entwickelte Software mit LLRP Protokoll (Low Level Reader Protocol).
- Frei konfigurierbar.
- Grafikanzeige für Messstelle, Temperaturverlauf im Zoom Modus mit Trendanzeige



- Alle Daten werden in einer SQL-Datenbank mit eindeutiger ID der Mess-Stelle gespeichert. (eindeutig im Fotomaßbild)
- Maximalwert kann für jede Mess-Stelle frei definiert werden (Warnmeldung... bis Alarm).
- Trend kann von einzelnen Mess-Punkten (Phase/zum Referenz oder zueinander, Phase/Phase, Anlage/Umgebung) ermittelt/dargestellt werden.
- Mess-Intervall = 2-16 Minuten (mit Trägheit um Lastschwankungen auszugleichen)



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.3.2.2 Inspektion und Wartung im Bereich der Analysetechnik

Grundlage jeder Produktivitätserhöhung im Unternehmen sind störungsfreie und effektive Kernprozesse. Ob Inspektion, Wartung oder Instandsetzung von Geräten und Anlagen – es kommt auf eine schnelle und zuverlässige Instandhaltung an.

Mobilität wird heute für eine moderne Instandhaltung vorausgesetzt. Ein funktionierendes mobiles Instandhaltungssystem verringert und verkürzt administrative Vorgänge, unterstützt die Fachkraft bei termingerechter Planung und lückenloser Durchführung der Wartungstätigkeiten und erhöht die Qualität der Information.

Der Übergang von der papiergestützten Instandhaltung zur mobilen Instandhaltung wird heute durch Einsatz moderner mobiler IT-Technik möglich.

Stand der Technik ist es heute, Daten elektronisch zu erfassen und an ein sogenanntes ERP-System (Enterprise Resource Planning d.h. Unternehmensressourcenplanungssystem) abzugeben. Wartungsterminmanagement findet heute nicht mehr auf dem Papier statt, sondern wird durch die Terminplanung im IT-System ersetzt. Die oben genannten Prozesse, die elektronische Wartungserfassung und Wartungsterminmanagement sind Merkmale der mobilen Instandhaltung.

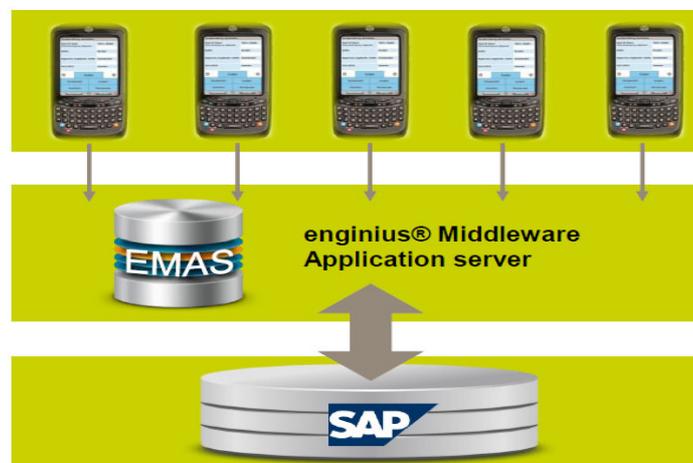
Im Bereich der Inspektion und Wartung (I&W) kann als eine der wesentlichsten Anforderungen an eine vorausschauende Instandhaltungsstrategie die lückenlose und fehlerfreie Erfassung aller Informationen gesehen werden, sowie die Rückmeldung von plausiblen, wenig fehlerbehafteten Ergebnissen. Zudem nehmen die Anforderungen an die Flexibilität des Instandhaltungsmanagements zu, was mit der herkömmlichen, papierbasierenden Datenerfassung nicht mehr so einfach zu realisieren ist.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Im Rahmen von Inspektions- und Wartungsvorgängen fallen eine Vielzahl von zu dokumentierenden Vorgängen in Zusammenhang mit der Instandhaltungsabwicklung an. Diese werden üblicherweise meist ausgedruckt und dann entsprechend abgearbeitet. Nach Abschluss der Tätigkeiten werden die Aufträge dann manuell in das ERP-System zurückgemeldet. Dies ist ein sehr aufwendiges und damit auch ein sehr kostenintensives Vorgehen, wobei die Möglichkeit der fehlerhaften Eingaben, ein zusätzliches Problemfeld darstellt.

Um das Ziel "die Reduktion des administrativen Aufwands für die Datenrückmeldung in das ERP-System" realisieren zu können, ergibt sich der Lösungsansatz aus dieser Betrachtung heraus fast zwangsläufig. Der Schlüssel dazu liegt in der Schließung der systemischen Lücke und der Vermeidung von Medienbrüchen, durch den Einsatz von mobilen Erfassungsgeräten, mobilen Readern oder den sog. PDAs (Personal Digital Assistant, ein kompakter, tragbarer Computer).



Im folgenden Fall soll das Thema mobile I&W im Bereich der Prozessanalysetechnik (PAT) verdeutlicht werden.

Die Prozessanalysetechnik beschäftigt sich hauptsächlich mit Wartung und Instandsetzung verschiedener Analysensysteme, bestehend aus Analysator und Probenaufbereitung. Die Analysatoren müssen regelmäßig kalibriert bzw. justiert werden. Die Probenaufbereitung beinhaltet Komponenten wie Filter, Messgaskühler, Förderpumpen, Druckarmaturen etc. für die Förderung, Filterung und Konditionierung der Probe. Alle diese Komponenten benötigen eine regelmäßige Wartung.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Die Inspektion und Wartung gehört in den Bereich der vorbeugenden Instandhaltung. Neben der regelmäßigen Überprüfung des rotierenden Equipment, werden ebenso eine Vielzahl von Wartungen im Bereich der PAT durchgeführt.

Regelmäßigen Kalibrierungen mit der dazugehörigen Erfassung der Werte wie z.B. dem aktuellen pH-Messwert vor der Kalibrierung und nach der Kalibrierung. Zusätzliche Daten bzw. Informationen wie eventuelle Schäden, Auffälligkeiten oder Unregelmäßigkeiten. Vordefinierte Schadenscodes können im mobilen Erfassungsgerät ausgewählt werden.

Mobiler Reader mit einer Frondend Lösung der Fa. Enginius (<http://www.enginius.com>)



Mit Hilfe der virtuellen Tastatur können Messwerte z.B. die Kalibrierungsdaten der Überprüfung einer pH-Wertmessung eingetragen werden.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

Die zu inspizierenden bzw. zu wartenden Geräte werden mit entsprechenden Transpondern versehen. Im Folgenden werden exemplarisch die Daten abgebildet, die mindestens auf den Transpondern hinterlegt sein sollten, um eine eindeutige Identifizierung und damit den Abgleich mit der auf dem ERP-System oder der Middleware hinterlegten Datenbank sicher zu stellen..

- Messstellen-Tag, bestehend aus Messstellenkennzeichen, Positionsnummer und Zählnummer
- Hersteller des Gerätes
- Typ des Gerätes
- Seriennummer
- Messbereich

Neben der Eingabe der Messwerte und eventueller Schadencodes, hat der Techniker zumindest bei der Online-Variante während seines gesamten Einsatzes Zugriff auf alle notwendigen Daten, wie z.B. die Wartungshistorie, die Wartungshandbücher, Gerätebeschreibungen oder MSR-Loops bzw. die MSR-Dokumentation.

Wird die Offline-Variante genutzt, hängt es vom Arbeitsspeicher des mobilen Readers ab, welche Dokumentation (vorzugsweise pdf-files) dort pro Loop zusätzlich abgelegt werden kann.

Im Unterschied zu Online-Variante müssen bei der **Offline-Variante** sowohl vor der Tätigkeit als auch danach, die mit Endgerät erfassten Daten, mit dem ERP-System synchronisiert werden. Dazu wird das Endgerät in die entsprechende Station gestellt und die Synchronisation ausgelöst.



Ingenieurwesen II	Automatisierungstechnik (AUT)	Dipl.-Ing. M. Trier
Elektrotechnik (BEII)	RFID in der Instandhaltung	25. 02 2024

11.3.2.3 Zeiterfassungssysteme



Zeiterfassung mit RFID/NFC-Chip und optional via Fingerabdruck

