

**VDA**

**RFID zur Verfolgung von Teilen und Baugruppen  
in der Automobilindustrie**

**5510**

Mit der vorliegenden unverbindlichen VDA-Empfehlung werden folgende Zielsetzungen verbunden:

- Standardisierung von technischen Anforderungen an passive RFID-Transponder für die Verfolgung von Teilen und Baugruppen
- Standardisierung der auf den RFID-Transpondern gespeicherten Datenstrukturen inklusive der zu verwendenden Data Identifier und Datenstruktur
- Zusätzliche optische Kennzeichnung von Teilen und Baugruppen

**Version 2.0 vom April 2015**  
(ersetzt Version 1.0 aus dem Jahr 2008)

**AutoID Projektgruppe**

Herausgeber: Verband der Automobilindustrie  
Behrenstrasse 35  
10117 Berlin  
Telefon 030/897842-0  
Telefax 030/897842-606  
Internet: [www.vda.de](http://www.vda.de)

Copyright  
Nachdruck und jede sonstige Form  
der Vervielfältigung ist nur mit  
Angabe der Quelle gestattet.

**VDA**

Verband der  
Automobilindustrie

## **Haftungsausschluss**

Die VDA-Empfehlungen sind frei verfügbar und haben lediglich empfehlenden Charakter. VDA-Empfehlungen bieten unternehmensübergreifende Orientierung, berücksichtigen jedoch keine fallspezifischen Rahmenbedingungen. Sie bedürfen der weiterführenden Auslegung und Interpretation prozessbeteiligter Geschäftspartner.

VDA-Empfehlungen berücksichtigen den zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrschenden Standardisierungsgrad und Stand der Technik. Durch das Anwenden der VDA-Empfehlungen entzieht sich niemand der Verantwortung für sein eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Eine Haftung des VDA und derjenigen, die an den VDA-Empfehlungen beteiligt sind, ist ausgeschlossen.

Nutzer werden gebeten, auf Mängel und ausstehende Abstimmungsinhalte hinzuweisen, und sich über den VDA am fortlaufenden Standardisierungsprozess zu beteiligen.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	6
1.1	Positionierung von RFID im VDA-Umfeld .....	6
1.2	Potential des RFID Einsatzes in der Teile- und Baugruppenverfolgung .....	7
2	Technische Anforderungen an RFID-Transponder .....	9
2.1	Funktionsweise passiver RFID-Transponder .....	9
2.2	Luftschnittstelle und Frequenzbereiche .....	9
2.3	Aufbau und Größe der Speicherbereiche .....	9
2.4	Transponderauswahl, Positionierung und Befestigung .....	10
2.5	Rahmenbedingungen für den Transpondereinsatz .....	11
2.6	Zusätzliche Umwelteinflüsse und Lebensdauer .....	11
3	Aufbau von RFID-Datenstrukturen .....	13
3.1	Nutzung von Speicherbereichen .....	13
3.2	Auswahl von Datenstandards (ISO/IEC, GS1) .....	13
3.3	Beschreiben des Speicherbereichs MB 01 (ISO/IEC) .....	13
3.4	Beschreiben des Speicherbereichs MB 11 (ISO/IEC) .....	18
3.5	Umsetzung des Schreib-/Leseschutzes und des Kill-Befehls .....	18
3.6	Methoden zur Umsetzung des Plagiatschutzes .....	19
4	Zusätzliche optische Kennzeichnung von Objekten .....	22
4.1	Verwendung von Klarschrift und 1D/2D-Codes .....	22
4.2	Verwendung des RFID-Symbols .....	22
5	Unternehmensinterner und -übergreifender Datenaustausch .....	23
6	Referenzen .....	24
7	Anhang .....	25
7.1	Data Identifier für die Bauteil- /Baugruppenverfolgung (ISO/IEC) .....	25
7.2	Kodierungstabelle (6-bit Encoding) .....	26
7.3	Kodierungsbeispiele nach ISO 17367 .....	27

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Plagiatschutz - Objektorientierte Methode.....	20
Abbildung 2: Plagiatschutz - Systemseitige Methode.....	21
Abbildung 3: DataMatrix-Label für Teile und Baugruppen.....	22
Abbildung 4: Symbol für RFID-gekennzeichnete Teile und Baugruppen .....	22

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Application Family Identifier (AFIs) .....	14
Tabelle 2: Empfohlener Data Identifier (DI) .....	14
Tabelle 3: Issuing Agency Code (IAC) .....	15
Tabelle 4: Datenstruktur zur Teile- und Baugruppenkennzeichnung.....	16
Tabelle 5: Kodierungsbeispiel für Teile und Baugruppen in MB 01 .....	17
Tabelle 6: Data Identifier gemäß ANSI MH10.8.2 .....	25
Tabelle 7: 6-Bit-Character-Encoding nach ISO 17367 Table C.1 .....	26

## Abkürzungsverzeichnis

0b	binary format
0h	hexadecimal format
AFI	Application Family Identifier
an	Alphanumerisch
BZD	Bauzustandsdokumentation
CIN	Company Identification Number
CRC	Cyclic Redundancy Check
DI	Data Identifier
DUNS	Data Universal Numbering System
EDI	Electronic Data Interchange
EDIFACT	Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport
EOT	End of Transmission
EPC	Electronic Product Code
EPCIS	Electronic Product Code Information Services
ESD	Electrostatic Discharge
GS1	Global Standards One
IAC	Issuing Agency Code
IEC	International Electrotechnical Commission
IP	International Protection
ISO	International Organization for Standardization
JAIF	Joint Automotive Industry Forum
MB	Memory Bank
n	numerisch
OEM	Original Equipment Manufacturer
OID	Object Identifier
PC	Protocol Control
PN	Part Number
PSN	Part Serial Number
PWD	Password
RFID	Radio Frequency Identification
SN	Serial Number
TID	Tag Identification
UHF	Ultra High Frequency
UII	Unique Item Identifier
UM	User Memory
VDA	Verband der Automobilindustrie

# 1 Einleitung

Die Radiofrequenzidentifikation (engl. Radio Frequency Identification, RFID) ermöglicht eine höhere Automatisierung und eine feingranularere Datenerfassung als etablierte Techniken zur automatischen Identifikation, wie Barcode. Das gilt insbesondere für RFID-Technik im Ultrahochfrequenzbereich (UHF). Aufbauend auf dem Prinzip der Objektserialisierung ermöglicht RFID die eindeutige Kennzeichnung und automatisierte Erfassung von Objekten. Die Technik ermöglicht beispielsweise die Pulkerfassung von Objekten ohne Sichtkontakt. Auf diese Weise können in kurzer Zeit zahlreiche Objekte erfasst werden. Aufgrund dieser technologiespezifischen Eigenschaften birgt der RFID-Einsatz hohes Potential für die Verbesserung von Objekt- und Informationsflüssen in der automobilen Supply Chain.

## 1.1 Positionierung von RFID im VDA-Umfeld

Typische Anwendungsfälle für RFID sind die Steuerung und Verfolgung von Fahrzeugen, Bauteilen und Behältern. RFID wird seit vielen Jahren erfolgreich in der Automobilindustrie eingesetzt. Bislang kam RFID überwiegend in unternehmensinternen, geschlossenen Kreisläufen zum Einsatz (closed loop). Seit einigen Jahren rückt der RFID-Einsatz in unternehmensübergreifenden, offenen Kreisläufen in den Fokus (open loop). Das setzt Standards und Richtlinien voraus, damit die verwendeten RFID-Transponder und gespeicherten Dateninhalte über Unternehmensgrenzen hinweg genutzt werden können.

Vor diesem Hintergrund hat der Verband der Automobilindustrie (VDA) die folgenden, industriespezifischen Empfehlungen für den Einsatz der RFID-Technologie erarbeitet:

- VDA 5500 – Grundlagen zum RFID-Einsatz in der Automobilindustrie
- VDA 5501 – RFID im Behältermanagement der Supply Chain
- VDA 5509 – AutoID/ RFID-Einsatz und Datentransfer zur Verfolgung von Bauteilen und Komponenten in der Fahrzeugentwicklung
- VDA 5510 – RFID zur Verfolgung von Teilen und Baugruppen
- VDA 5520 – RFID in der Fahrzeugdistribution

Diese Industrieempfehlungen spiegeln wesentliche Anwendungsempfehlungen und Einsatzbereiche der RFID-Technik in den unternehmensübergreifenden Prozessen der Automobilindustrie wider.

Die vorliegende Industrieempfehlung VDA 5510 spezifiziert die anwendungsspezifischen Details für die Identifikation von Teilen und Baugruppen. Dabei greift die VDA 5510 auf die allgemeinen Anforderungen an den RFID-Einsatz nach VDA 5500 - Grundlagen zum RFID-Einsatz in der Automobilindustrie - zurück.

Gleichzeitig werden die Vorgaben des Joint Automotive Industrie Forums (JAIF) für die Kennzeichnung von Teilen und Baugruppen berücksichtigt.

Der Aufbau dieses Dokuments gestaltet sich wie folgt: In Kapitel 2 werden technische Anforderungen an den Einsatz passiver RFID-Transponder definiert. Kapitel 3 spezifiziert Grundsätze bei der Gestaltung RFID-spezifischer Datenstrukturen für die Teile und Baugruppenverfolgung. Kapitel 4 beschreibt die zusätzliche optische Kennzeichnung von mit RFID-Transpondern ausgestatteten Teilen und Baugruppen. In Kapitel 5 werden relevante Anforderungen an den RFID-spezifischen Datenaustausch beschrieben.

## **1.2 Potential des RFID Einsatzes in der Teile- und Baugruppenverfolgung**

Für die automatische Identifikation von Teilen und Baugruppen zur Verfolgung und Steuerung verfügt die RFID-Technik gegenüber anderen AutoID-Techniken, wie der optischen Identifikation mittels Barcode oder DataMatrix-Codes, im Wesentlichen über folgende Vorteile:

- Teile und Baugruppen können automatisch und ohne direkten Sichtkontakt identifiziert werden
- Mehrere Teile und Baugruppen können gleichzeitig identifiziert werden (Pulkerfassung)
- Teile und Baugruppen können auch unter widrigen Bedingungen, wie z. B. Staub und Schmutz identifiziert werden
- RFID-Transponder können hohen mechanischen Belastungen widerstehen

Die genannten Vorteile der RFID-Technik in Verbindung mit der Serialisierung von Teilen und Baugruppen mithilfe von eindeutigen Objekt-IDs ermöglicht die automatisierte Unterstützung folgender Anwendungsszenarien:

- Produktionssteuerung
- Verbauprüfung und Bauzustandsdokumentation (BZD)
- Eingrenzung von Rückrufaktionen durch das Speichern von Fahrzeugdaten einschließlich der verbauten Teile und Baugruppen
- Erzeugung und Abruf von durchgängigen Produktlebenszyklusdaten von Teilen und Baugruppen
- Absicherung gegen Fälschungen mithilfe der RFID-Transponder sowie intelligenter IT-Systeme
- Bereitstellung von Informationen für das Recycling

### **1.2.1 Rückverfolgbarkeit von Fahrzeugteilen und Baugruppen**

Die eindeutige Kennzeichnung von Teilen und Baugruppen ermöglicht die Verfolgung über die gesamte Wertschöpfungskette und den Produktlebenszyklus.

Auf Ebene der Teile und Baugruppen werden relevante Herstellerinformationen dokumentiert und archiviert (z. B. Charge verwendeter Rohmaterialien, Hersteller der Zulieferteile, Prüfergebnisse, Einstellwerte, Fertigungsort und -einrichtung), sodass bei Bedarf schnelle und eindeutige Aussagen zur Funktions-, Herstell- und Materialqualität zu dem Teil oder der Baugruppe möglich sind. Weiterführende Informationen sind VDA 5005 zu entnehmen.

Im Rahmen der Bauzustandsdokumentation (BZD) werden die Daten der Teile- und Baugruppen fahrzeugbezogen erfasst und archiviert, sodass im Fall von Rückruf-, Gewährleistungs- oder Schadensersatzfällen präzise eingegrenzt und ermittelt werden kann, welche Fahrzeuge betroffen sind.

### **1.2.2 Fälschungssicherheit und Plagiatschutz**

Verfahren zur Absicherung der Produkt- und Markenoriginalität gewinnen zunehmend an Bedeutung, um Originalteile von Plagiaten unterscheiden zu können. Das ist unter anderem für die Abwicklung von Gewährleistungsfällen entscheidend. Für die konkrete Umsetzung kommen objekt- und systemseitige Methoden in Betracht. Weitere Informationen sind dem Abschnitt 3.6 zu entnehmen.

## 2 Technische Anforderungen an RFID-Transponder

Im Folgenden werden die wesentlichen technischen Anforderungen an den RFID-Einsatz in der Teile und Bauteilverfolgung beschrieben. Die Inhalte konkretisieren die allgemeinen Empfehlungen für den RFID-Einsatz in der Automobilindustrie nach VDA 5500.

### 2.1 Funktionsweise passiver RFID-Transponder

Der Einsatz von RFID-Transpondern in der Teile- und Baugruppenverfolgung über deren Lebenszyklus erfolgt basierend auf passiven RFID-Transpondern gemäß VDA 5500.

### 2.2 Luftschnittstelle und Frequenzbereiche

Der Aufbau der Luftschnittstelle entspricht ISO/IEC 18000-63/EPC Class1 Gen2. Weiterführende Details zum Einsatz gültiger Frequenzbereiche und zur Anwendung passiver RFID-Transponder in der Automobilindustrie sind VDA 5500 zu entnehmen.

### 2.3 Aufbau und Größe der Speicherbereiche

Passive RFID-Transponder nach ISO/IEC 18000-63/EPC Class1 Gen2 verfügen über vier logische Speicherbereiche/ Memory Banks (MB).

- MB 00 „RESERVED“ – Kill- and Access-Password
- MB 01 „EPC“ – Unique Item Identifier (UII)
- MB 10 „TID“ – Tag Identification.
- MB 11 „USER“ – User Memory (UM).

Für das Speichern der eindeutigen Objekt-ID wird der Speicherbereich MB 01 genutzt. Der Speicherbereich wird nach dem Beschreiben mit Hilfe eines Passworts durch einen Lock- oder Permalock-Befehl geschützt, um das nachträgliche Verändern der Objekt-ID zu verhindern (vgl. Abschnitt 3.5).

Im Speicher MB 01 befindet sich neben dem UII auch der Header (CRC und PC) der grundsätzlich 32 Bit nutzt. Um eine eindeutige Objektidentifizierung mit bis zu 40 Zeichen (240 Bit) im UII abzubilden, benötigt man bei empfohlener 6-Bit Kodierung einen Transponder mit einer Speicherkapazität von 272 bit (240 Bit + 32 Bit) im MB 01. Es ist zu berücksichtigen, dass sich bei der Verwendung von mehr als 40 Zeichen im UII ggf. die Schreib-/Lesegeschwindigkeit verringert.

Der Speicherbereich MB 11, auch als User Memory bezeichnet, ist zur Ablage von zusätzlichen Objekt- und Prozessdaten vorgesehen.

Für die Speicherbereiche MB 01 und MB 11 können jeweils 32 Bit lange Passwörter im MB 00 abgelegt werden. Der MB 00 ist gegen unerlaubten Lese-/Schreibzugriff zu schützen (vgl. Abschnitt 3.5).

Im MB 10 befindet sich die TID (Transponder Identification), die eine durch den Transponderhersteller vergebene, eindeutige Kennzeichnung beinhaltet.

## 2.4 Transponderauswahl, Positionierung und Befestigung

Die Auswahl von RFID-Transpondern, deren Positionierung, und die Art der Befestigung haben wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit passiver UHF-Systeme. Grundsätzlich ist zwischen zwei Transpondertypen zu unterscheiden: nonMetal und onMetal (vgl. VDA 5500). Typischerweise werden im Rahmen der Bauteil- und Baugruppenverfolgung aufgeklebte Smart-Labels eingesetzt. Dabei ist zu gewährleisten, dass die Smart-Label ohne Blasen- oder Faltenbildung sowie unbeabsichtigtes Einreißen aufgebracht werden. Einige Bauteile und Baugruppen sind besonders starken Umwelt- und Medieneinflüssen ausgesetzt (z. B. Flüssigkeiten, Temperatur), sodass alternative Transpondertypen (z. B. Hard-Tags) und mechanische Befestigungsarten eingesetzt werden. Alternativ können die RFID-Transponder in Abstimmung mit den Konstruktionsabteilungen der Automobilhersteller auch in die Bauteile und Baugruppen integriert werden. Dazu bieten sich insbesondere Spritzgussteile aus Kunststoff (z. B. Stoßfänger), sowie Leiterplatten in Elektronikbauteilen an. In Sonderfällen können die RFID-Transponder auch in metallische Bauteile und Baugruppen integriert werden. Hierbei wird der RFID-Chip in die metallische Oberfläche eingebracht und die Antenne in Form einer Schlitzantenne ausgeführt, sodass das Material des Bauteils als Antenne dient.

Die Wahl der richtigen Transponder, Positionierung und Befestigung hängt von den spezifischen Bauteilen und Baugruppen, sowie deren Verbauort im Fahrzeug ab. Dabei ist im Wesentlichen zwischen folgenden Verbauorten zu unterscheiden:

- **Innenraum (Interieur)/ Karosserie (Exterieur):** Sicherstellen, dass die Anbringung der RFID-Transponder nicht auf für den Kunden sichtbaren Flächen erfolgt.
- **Unterboden/ Motorraum:** Starke Umwelt- und Medieneinflüsse berücksichtigen (Temperatur, Flüssigkeiten, etc.).

Aus den o.g. Gründen setzt der RFID-Einsatz umfangreiche Tests und entsprechende Dokumentationen voraus. Die Vorgaben zur Auswahl der RFID-Transponder und der Positionierung am Bauteil werden durch den Fahrzeughersteller getroffen oder freigegeben und in den jeweiligen Zeichnungen der Bauteile und Baugruppen verankert. Abweichungen von den Herstellervorgaben sind mit den Konstruktionsabteilungen der Automobilhersteller abzustimmen.

**Hinweis:**

Die RFID-Transponder dürfen die Eigenschaften und Funktionen der gekennzeichneten Teile und Baugruppen nicht negativ beeinflussen.

## 2.5 Rahmenbedingungen für den Transpondereinsatz

Innerhalb der Automobilindustrie kommt eine Reihe von Einflussfaktoren zum Tragen, die die Leistungsfähigkeit von RFID-Systemen (z. B. Schreib-/Lese-Geschwindigkeit, Reichweite) beeinflussen. Dazu zählen insbesondere:

- Reflexionen und Abschirmung durch Metall und Flüssigkeiten
- Absorbierende Oberflächen (z. B. Carbon)
- Resonanzverstimmende Oberflächen (z. B. Glas)
- Interferenzen durch andere Funksysteme (betrifft Fremdfunksender in gleichen bzw. in abweichenden Frequenzbändern)
- Elektrostatische Entladungen

Das Tracking & Tracking von Bauteilen und Baugruppen impliziert im Wesentlichen zwei Erfassungsszenarien:

- Erfassung von nicht verbauten Teilen und Baugruppen (Einzel- oder Pulklesung)
- Erfassung von Teilen und Baugruppen nach Verbau im Fahrzeug (Einzel- oder Pulklesung)

In der Regel kommen im Rahmen der Bauteil- und Baugruppenverfolgung beide Szenarien zum Tragen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass je nach Anwendungsfall abweichende Rahmenbedingungen wirken. Ein typisches Beispiel ist das Auslesen von Bauteilen zum Zweck der BZD. Ein einzelnes Bauteil wird in einem frühen Montageschritt problemlos ausgelesen. Zu einem späteren Zeitpunkt innerhalb der Fahrzeugmontage kann das Bauteil durch nachträglich montierte Bauteile oder Baugruppen abgeschirmt werden (z. B. durch Karosserieteile), sodass die Erfassung im Fall von nachgelagerten Montageschritten oder bei kompletten Fahrzeugen ggf. zu Herausforderungen führt. Das unterstreicht die Notwendigkeit umfangreicher Tests und entsprechender Dokumentationsschritte (vgl. Abschnitt 2.4).

## 2.6 Zusätzliche Umwelteinflüsse und Lebensdauer

Die Anforderungen richten sich im Wesentlichen nach dem Verbauort und den jeweiligen Rahmenbedingungen der Bauteilumgebung. Grundsätzlich müssen die RFID-Transponder für die gleichen physikalischen Rahmenbedingungen (z. B.

Temperatur-, Freibewitterungs- und Medienbeständigkeit) ausgelegt sein wie das gekennzeichnete Bauteil oder die Baugruppe. Das betrifft auch die Befestigungsart des RFID-Transponders. Im Regelfall ist mindestens die Umsetzung der Schutzklasse IP 54 erforderlich:

- Vollständiger Schutz gegen Berührung und Staubeintritt
- Schutz gegen allseitiges Spritzwasser

Der RFID-Transponder und die Befestigung sollten für Temperaturen von -40° bis +70° Celsius ausgelegt werden.

Bei Einsatz der RFID-Transponder unter Rahmenbedingungen, in denen es zu höheren Temperatur- und Feuchtigkeitswerten kommt (z. B. Lackier- und Trocknungsprozesse), ist sicherzustellen, dass die Funktionalität der RFID-Transponder unter den gegebenen Voraussetzungen sichergestellt ist.

Die RFID-Transponder sollen im Allgemeinen eine Lebensdauer von mindestens 10 Jahren gewährleisten.

## 3 Aufbau von RFID-Datenstrukturen

Die Auswahl und Definition eindeutiger Datenstrukturen ist ein wichtiger Faktor für die unternehmensübergreifende Identifikation von Teilen und Baugruppen. Die wesentlichen Grundsätze zum Aufbau von RFID-spezifischen Datenstrukturen sind der VDA 5500 zu entnehmen. Im Folgenden werden die wesentlichen Details der Kennzeichnung von Teilen und Baugruppen mit RFID-Transpondern beschrieben.

### 3.1 Nutzung von Speicherbereichen

Für das Speichern der eindeutigen Objekt-ID im Rahmen der Bauteil- und Baugruppenkennzeichnung wird der Speicherbereich MB 01 genutzt. Der Speicherbereich MB 01 wird nach dem initialen Beschreiben mit einem Lock- oder Permalock-Befehl vor weiterem Schreibzugriff geschützt (vgl. Abschnitt 3.5).

Im Speicherbereich MB 11 (UM) können zusätzliche Daten abgelegt werden. Dazu zählen insbesondere Objekteigenschaften und Prozessdaten. Die Verwendung des UM ist in jedem Fall mit den prozessbeteiligten Parteien abzustimmen, da der UM-Inhalt im Gegensatz zum UII nicht definiert ist. Zum Schutz des MB 11 siehe Abschnitt 3.5.

### 3.2 Auswahl von Datenstandards (ISO/IEC, GS1)

Bezüglich des Aufbaus von RFID-spezifischen Datenstrukturen haben sich in der Automobilindustrie zwei alternative Vorgehensweisen etabliert:

- Aufbau von Datenstrukturen nach ISO/IEC
- Aufbau von Datenstrukturen nach GS1

Für die Abwicklung von unternehmensübergreifenden RFID-Applikationen wird durch den VDA die Umsetzung von ISO/IEC-Standards empfohlen (siehe VDA 5500).

Aus diesem Grund wird im Folgenden die RFID-Datenstruktur der Speicherbereiche MB 01 und MB 11 für die Kennzeichnung von Teilen und Baugruppen gemäß ISO/IEC-Standards beschrieben.

### 3.3 Beschreiben des Speicherbereichs MB 01 (ISO/IEC)

Die Grundsätze zur ISO/IEC-basierten, eindeutigen Objektkennzeichnung werden in der VDA 5500 ausgeführt. An dieser Stelle werden lediglich die typischen Ausprägungen für Teile und Baugruppen erläutert. Die weltweit eindeutige Objekt-ID wird 6-Bit-kodiert und im Speicherbereich MB 01 hinterlegt.

ISO/IEC bietet innerhalb des Speicherbereichs MB 01 im Wesentlichen zwei Mechanismen zur Datenidentifizierung und -filterung: Application Family Identifiers (AFI) und Data Identifiers (DI). Diese und weitere wichtige Merkmale der ISO/IEC-basierten Bauteil- und Baugruppenkennzeichnung werden im Folgenden erläutert.

### 3.3.1 Application Family Identifier (AFI)

Im Rahmen der Teile- und Baugruppenkennzeichnung nach ISO/IEC sind folgende AFIs vorgesehen:

AFI	Standards
A1	ISO 17367 – Supply chain applications of RFID – Product tagging
A4	ISO 17367 – Supply chain applications of RFID – Product tagging (Hazardous Materials)

**Tabelle 1: Application Family Identifier (AFIs)**

### 3.3.2 Data Identifier (DI)

Für die Umsetzung von Datenstrukturen im Rahmen der Teile- und Baugruppenkennzeichnung wird die Verwendung des Data Identifiers (DI) 37S empfohlen. Beim DI 37S werden die Part Number (PN) und die Part Serial Number (PSN) durch einen Separator (+) getrennt. Dadurch ist die Nutzung flexibler Datenlängen in der Objekt-ID gewährleistet, sodass die unterschiedlichen Anforderungen der Supply Chain Partner an die Feldlängen der PN und PSN abgedeckt werden können.

Damit gestaltet sich der grundsätzliche Aufbau der Datenstruktur wie folgt:

DI	IAC	CIN	PN	+	PSN
Data Identifier	Issuing Agency Code	Company Identification Number	Part Number	Separator	Part Serial Number

**Tabelle 2: Empfohlener Data Identifier (DI)**

In der Version 1.0 der VDA 5510 bzw. den ISO Normen wird die Verwendung des DI 25S beschrieben (vgl. Anhang 7.1). Dieser verwendet eine Serial Nummer (PN und PSN) ohne Trennzeichen, sodass die Supply Chain Partner sich bilateral auf fixe Feldlängen einigen müssen, um PN und PSN nach dem Lesen der RFID-Daten IT-technisch separieren zu können. Der DI 25S bleibt weiterhin gültig. Die Praxis zeigt allerdings, dass Unternehmen der Automobilindustrie unterschiedliche Anforderungen an die Länge der PN und PSN stellen, sodass der DI 37S gegenüber dem DI 25S flexibler einsetzbar ist und damit explizit für zukünftige RFID-Applikationen empfohlen wird.

### 3.3.3 Issuing Agency Code (IAC)

Der Issuing Agency Code (IAC) gibt an, welche Vergabestelle die Company Identification Number (CIN) ausgegeben hat. Bei der Vergabestelle muss es sich um eine offizielle Institution nach ISO/IEC 15459-2 handeln. Tabelle 3 beinhaltet zwei der im europäischen und internationalen Raum gebräuchlichen Vergabestellen für die CIN, die in der Automobilindustrie genutzt werden.

Vergabestelle	Beschreibung	IAC	Zeichen
Dun & Bradstreet	Data Universal Numbering System (DUNS)	UN	2 (an)
Odette Europe	Odette Numbering System	OD	2 (an)

**Tabelle 3: Issuing Agency Code (IAC)**

Der VDA empfiehlt gemäß VDA 5006 die Nutzung von DUNS-Nummern.

### 3.3.4 Company Identification Number (CIN)

Die Company Identification Number (CIN) wird von den o. g. offiziellen Vergabestellen vergeben und stellt die eindeutige Identifikation von Unternehmen und/oder Organisationseinheiten sicher. Damit ist im Kontext der Teile- und Baugruppenverfolgung in erster Linie der Hersteller der Teile- und Baugruppen gemeint. Nach DUNS besteht die CIN aus neun numerischen Zeichen. Odette dagegen spezifiziert die Zeichenlänge mit vier alphanumerischen Zeichen. Das mit der CIN identifizierte Unternehmen oder die entsprechende Organisationseinheit stellt die weltweit eindeutige Bezeichnung der Teile und Baugruppen sicher.

### 3.3.5 Part Number (PN) + Part Serial Number (PSN)

Die eindeutige Beschreibung von Teile und Baugruppen bei Nutzung des DI 37S wird mithilfe der Teilenummer (PN) und der Seriennummer (PSN) sichergestellt. Die PN beschreibt den Teile- und Baugruppentyp. Die PSN gewährleistet deren eindeutige Kennzeichnung. Die PN und die PSN werden mithilfe eines Trennzeichens (+) separiert. Dadurch sind die Feldlängen von PN + PSN grundsätzlich variabel (vgl. Anhang 7.1) und kann IT-seitig ohne zusätzliche Längenvereinbarungen identifiziert werden. Gleichzeitig können PN und die PSN bzgl. ihrer Länge variieren, sodass eine hohe Flexibilität gegeben ist und die Feldlängen an die jeweiligen Anforderungen der Geschäftspartner angepasst werden können. Bei der Wahl der Zeichenlänge muss die Verfügbarkeit des benötigten Speichervolumens auf dem Chip des RFID-Transponders sichergestellt werden (vgl. Abschnitt 2.3). Tabelle 4 zeigt den Aufbau einer Datenstruktur, die den o. g. Prinzipien entspricht:

<b>DI</b>	<b>IAC</b>	<b>CIN</b>	<b>PN</b>	<b>+</b>	<b>PSN</b>
Data Identifier	Issuing Agency Code	Company Identification Number	Part Number	Separator	Part Serial Number
37S	UN	Variable	Variable	Fix	Variable
3 char (an)	2 char (an)	9 char (n)	x char (an)	1 char (an)	y char (an)

**Tabelle 4: Datenstruktur zur Teile- und Baugruppenkennzeichnung**

**Hinweis:** Die RFID bezogene Serialisierung in der Objekt-ID muss nicht mit der herstellereigenen Serialisierung von Bauteilen übereinstimmen.

### 3.3.6 MB 01 Kodierungsschema für Teile und Baugruppen

Das Kodierungsschema für serialisierte Teile und Baugruppen bei Nutzung des DI 37S gestaltet sich wie folgt:

Bit Location (HEX)	Data Type	Value	Size	Description
<b>MB 01: CRC + Protocol Control Word (Header)</b>				
00 – 0F	CRC-16	Hardware assigned	16 bits	Cyclic Redundancy Check
10 – 14	Length	Variable	5 bits	Represents the number of 16-bit words excluding the PC field and the Attribute/AFI field.
15	PC bit 0x15	0b0 or 0b1	1 bit	0 = No valid User Data, or no MB11 <sub>2</sub> 1 = Valid User Data in MB11 <sub>2</sub>
16	PC bit 0x16	0b0	1 bit	0 = "Extended PC word" not used
17	PC bit 0x17	0b1	1 bit	1 = Data interpretation rules based on ISO
18 – 1F	AFI	<b>0xA1 or 0xA4</b>	8 bits	Application Family Identifier used according to ISO/IEC 15961 and ISO 17367. For hazardous parts use A4.
	<b>Subtotal</b>		<b>32 bits</b>	

MB 01: Unique Item Identifier (UII) with 6 bit encoding					
Start at location 20 Go to end of data / end of available memory	DI	<b>"37S"</b>	3 an	Data Identifier 37S for Part Identification	
	Issuing Agency Code (IAC)	"OD" or "UN"	2 an	Issuing Agency Code, according to DUNS, Odette	
	Company Identification Code (CIN)	As defined by the IAC	4 an (OD) or 9 an (UN)	Company Identification Number	
	Serial Number (SN)  <i>Consist of Part Number, Separator and Part Serial Number</i>	Part Number (PN)		1...X an	X alphanumeric characters for the PN ID assigned by the owner
		+	(Separator)	1 an	+ sign separator (2B <sub>n</sub> )
		Part Serial Number (PSN)		1...Y an	Up to y alphanumeric characters in capital letters
	<EoT>	0b100001	6 bit	End of Transmission ISO 17367 Table C.1	
Padding until the end of the last 16-bit word	0b10, 0b1000, 0b100000, 0b10000010, 0b1000001000, 0b100000100000, or 0b10000010000010	2, 4, 6, 8, 10, 12 or 14 bits	Bit Padding Schema according to ISO/IEC 15962 chapter 13.1		
<b>Subtotal</b>		<b>Variable</b>	<b>Up to 240 bits</b>		
<b>TOTAL MB01<sub>2</sub> BITS:</b>		<b>VARIABLE</b>	<b>UP TO 272 BITS</b>		

Tabelle 5: Kodierungsbeispiel für Teile und Baugruppen in MB 01

**Hinweis**

<EoT> und eventuelle Paddingbits innerhalb des UII (MB 01) und UM (MB 11) werden als Steuer- und Füllzeichen verwendet. Sie sind jedoch kein Bestandteil des eigentlichen Dateninhalts und werden deshalb beim Dekodieren entfernt und nicht an nachgelagerte IT-Anwendersysteme weitergegeben.

### 3.4 Beschreiben des Speicherbereichs MB 11 (ISO/IEC)

Im Speicherbereich MB 11 können zusätzliche Objekt- und Prozessdaten abgelegt werden. Aus diesem Grund wird der Speicherbereich MB 11 auch als User Memory (UM) bezeichnet. Der Aufbau des UM ist objektunabhängig. Das bedeutet, dass die Struktur des UM unabhängig vom gekennzeichneten Objekt (Bauteil, Ladungsträger, Fahrzeug, etc.) immer demselben Schema folgt, das in der VDA 5500 im Detail beschrieben ist. Ein Kodierungsbeispiel für den UM ist dem Anhang zu entnehmen (Abschnitt 7.3.2).

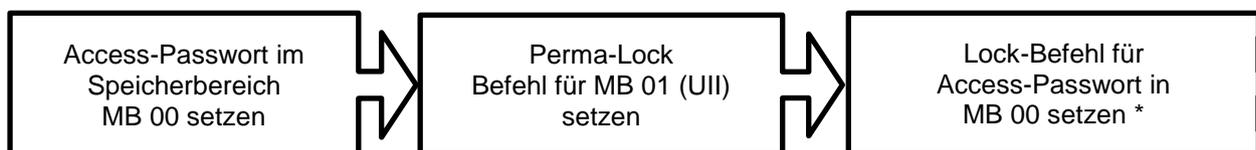
Bei der Nutzung des UM ist zu berücksichtigen, dass es in einigen Szenarien zu prozesskritischen Einschränkungen der Schreib-/Leseperformanz kommen kann. Das gilt insbesondere bei der Erfassung von vielen und/oder bewegten Objekten, also z. B. bei der Pulkerfassung von verbauten Teilen und Baugruppen in bewegten Fertigfahrzeugen. Diese Rahmenbedingungen sind bei der Planung von RFID-Projekten besonders zu berücksichtigen, um mögliche Schreib-/Lesefehler auszuschließen.

### 3.5 Umsetzung des Schreib-/Leseschutzes und des Kill-Befehls

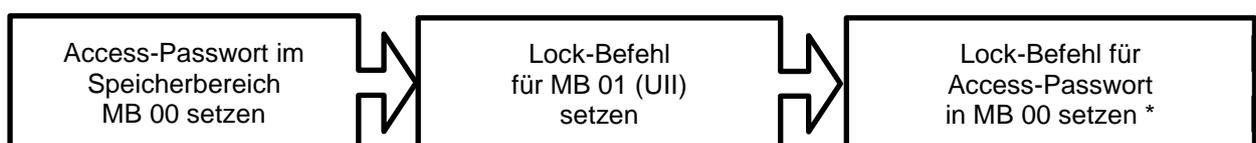
Die mit RFID-gekennzeichneten Teile- und Baugruppen durchlaufen einen komplexen Wertschöpfungs- und langandauernden Nutzungsprozess, sodass die zweckfremde Nutzung der RFID-Transponder mitunter nicht zuverlässig verhindert werden kann. Um die vorgesehene, langfristige Nutzung der RFID-Transponder sicherzustellen, werden diese vor unberechtigten Schreibzugriffen geschützt. Das gilt insbesondere für die eindeutige Objekt-ID.

Nach Beschreiben des Unique Item Identifiers (UII) wird dieser Speicherbereich MB 01 vor weiteren Schreibzugriffen geschützt. Damit wird sichergestellt, dass die eindeutige Objekt-ID für die Teile bzw. Baugruppen über die Nutzungsdauer nicht verändert werden kann. Darüber hinaus wird das Kill-Passwort im Speicherbereich MB 00 unveränderbar mit einem „Null“-Passwort versehen, um das Deaktivieren des RFID-Transponders dauerhaft zu verhindern. Im Folgenden sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen dargestellt.

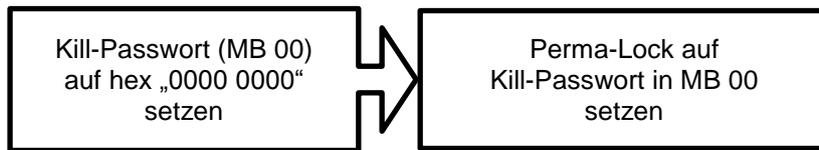
Permanenter Schutz des UII (unveränderbar):



Schutz des UII (mit Access-Passwort veränderbar):



Nach dem Setzen des Access-Passworts ist ein dauerhafter Schutz vor dem Deaktivieren des Transponders (Kill-Befehl) mit folgenden Schritten möglich:



**\* Hinweis:**

Der Lock oder Perma-Lock auf ein Passwort in MB 00 sorgt dafür, dass das Passwort vor Lesezugriffen geschützt ist. Bei Verwendung des Perma-Locks ist der zusätzliche Lock des Access-Passworts nicht zwingend erforderlich, da der Perma-Lock auch bei Angabe des korrekten Access-Passworts nicht zurückgenommen werden kann.

Weitere Details zum Schreib-/Leseschutz bzw. dem Kill-Befehl sind VDA 5500 zu entnehmen.

### 3.6 Methoden zur Umsetzung des Plagiatschutzes

Für das Unterscheiden von Originalteilen und Plagiaten kommen im Wesentlichen zwei Verfahren zum Einsatz:

- Objektorientierte Methode
- Systemseitige Methoden

**Objektorientierte Methoden** konzentrieren sich auf den Schutz der Identifikation des Objekts. Dabei werden die Objekt-ID im UII sowie ggf. vorhandene Daten im UM z. B. verschlüsselt abgelegt, um ausschließlich autorisierten Geschäftspartnern den Zugriff zu erlauben. Weiterführende Informationen hierzu können ISO TC 247 entnommen werden.

Eine weitere, objektorientierte Methode, um die Fälschungssicherheit der eindeutigen Objekt-ID sicherzustellen ist die Verknüpfung des UII mit der durch den Chiphersteller vergebenen, einzigartigen und unveränderlichen TID zu einer zusammengesetzten Referenz-ID gemäß (Abbildung 1). Der kombinierte Schlüssel wird in einer zentralen Datenbank hinterlegt. Bei Teilen und Baugruppen, für die kein entsprechender Schlüssel in der zentralen Datenbank hinterlegt ist, kann davon ausgegangen werden, dass es sich nicht um Originalteile handelt.

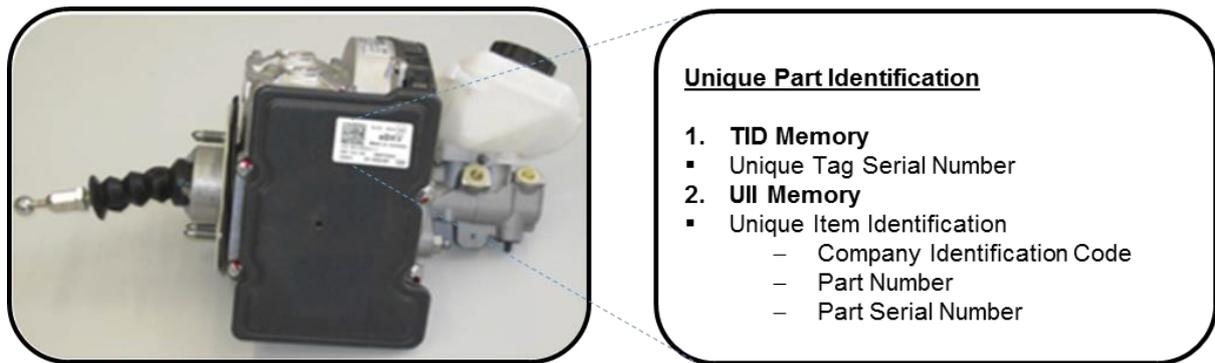
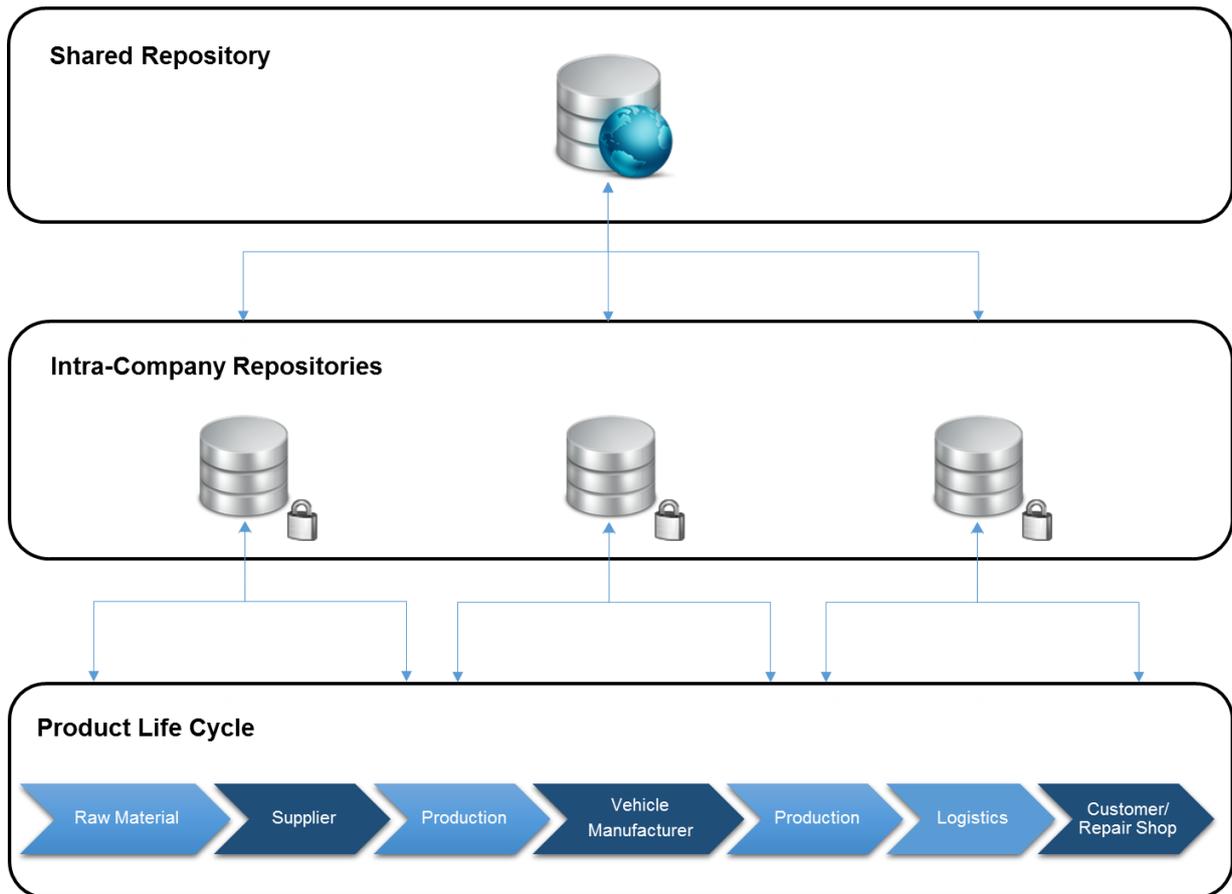


Abbildung 1: Plagiatschutz - Objektorientierte Methode

**Systemseitige Methoden** werden durch Transparenz über die gesamte Wertschöpfungskette und den Produktlebenslauf von Teilen und Baugruppen realisiert: Die Teile und Baugruppen werden regelmäßig in verschiedenen Stadien des Produktlebenszyklus erfasst. Ergebnis ist ein elektronischer Produktlebenslauf. Mithilfe dieser durchgängigen Dokumentation können IT-seitige Plausibilitätstests realisiert werden. Dadurch können mögliche Unstimmigkeiten aufgedeckt und potentielle Fälschungen und deren Quellen eingrenzt und sogar identifiziert werden. Voraussetzung ist eine möglichst hohe Anzahl von Erfassungsereignissen und ein hoher Grad der Systemintegration, d. h., dass die beteiligten Prozesspartner ihre Daten beispielsweise in einem „Shared Repository“ ablegen (vgl. Abbildung 2). Das „Shared Repository“ der Geschäftspartner dient hierbei zum durchgängigen Nachweis der durchlaufenen Wertschöpfungsschritte. Ist für ein Bauteil oder eine Baugruppe keine ausreichende Durchgängigkeit gegeben, dann kann folglich von einer Fälschung ausgegangen werden.



**Abbildung 2: Plagiatschutz - Systemseitige Methode**

## 4 Zusätzliche optische Kennzeichnung von Objekten

Ergänzend zur RFID-Kennzeichnung wird eine zusätzliche optische Kennzeichnung der Teile und Baugruppen empfohlen.

### 4.1 Verwendung von Klarschrift und 1D/2D-Codes

Teile und Baugruppen sollten zusätzlich zu dem RFID-Transponder mit Klarschrift und Data Matrix (2D) gekennzeichnet werden. Die Datenstrukturen der DataMatrix-Codes und der RFID-Transponder basieren auf den gleichen Prinzipien, d. h., es wird die eindeutige Referenz-ID der Bauteile und Baugruppen abgebildet. Darüber hinaus können auch weitere Informationen kodiert werden. Abbildung 3 zeigt ein entsprechendes Beispiel-Label, das die eindeutige Referenz-ID beinhaltet.

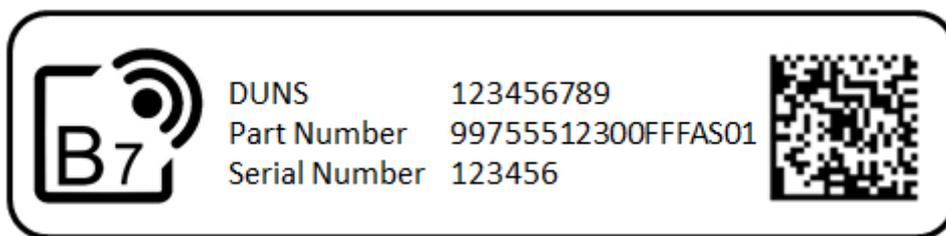


Abbildung 3: DataMatrix-Label für Teile und Baugruppen

Weiterführende Informationen zum Aufbau des DataMatrix sind VDA 5500 zu entnehmen.

### 4.2 Verwendung des RFID-Symbols

Im Rahmen der RFID-Kennzeichnung wird empfohlen zur optischen Kennzeichnung das RFID-Emblem nach ISO/IEC 29160 zu verwenden (Abbildung 4).



Abbildung 4: Symbol für RFID-gekennzeichnete Teile und Baugruppen

Zusätzliche Informationen zum RFID-Emblem sind unter <http://www.rfidemblem.eu/> zu finden.

## 5 Unternehmensinterner und -übergreifender Datenaustausch

Der unternehmensübergreifende Datenaustausch wird mithilfe von etablierten EDI-Nachrichten realisiert (z. B. EDIFACT). Alternativ können WebServices, wie z. B. der für die Datenübertragung in der Automobilindustrie entwickelte Web Service *auto-gration*, genutzt werden. Weitere Informationen sind unter <http://www.auto-gration.eu/> zu finden.

Ergänzend dazu können im unternehmensinternen und -übergreifenden Datenaustausch lizenzfreie EPCIS-Nachrichten eingesetzt werden. Damit können über den bisher verbreiteten Datenaustausch hinaus detaillierte Ereignisdaten zu Objekten und Prozessen erfasst, ausgetauscht und ggf. in gemeinsamen Datenspeichern („Shared Event-Repositories“) der beteiligten Partner abgelegt werden. Weitere Details hierzu sind in der VDA 5500 bzw. in den EPCIS Standards von GS1 unter <http://www.gs1.org/epcis> zu finden.

## 6 Referenzen

- ANSI MH10.8.2-2013 - Data Identifier and Application Identifier Standard
- IEC 60529 - Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
- ISO/IEC 15418 - Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - GS 1 Application Identifiers and ASC MH 10 Data Identifiers and Maintenance
- ISO/IEC 15459-2 - Information technology - Unique identifiers - Part 2: Registration procedures
- ISO/IEC 15961-1 - Information technology - Radio frequency identification (RFID) for item management - Data protocol: application interface
- ISO/IEC 15962 - Information technology - Radio frequency identification (RFID) for item management - Data protocol: data encoding rules and logical memory functions
- ISO 17367 - Supply Chains Applications of RFID - Product tagging
- ISO/IEC 18000-63 - Information technology - Radio frequency identification for item management - Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz
- ISO/IEC 29160 - Information Technology - Radio Frequency Identification for Item Management - RFID Emblem
- ISO TC 247 - Fraud Countermeasures and Controls
- JAIF Global Radio Frequency Identification (RFID) Item Level Standard
- VDA 5500 - Grundlagen zum RFID-Einsatz in der Automobilindustrie
- VDA 5505 - Vor- und Rückverfolgbarkeit von Fahrzeugteilen und Identifizierbarkeit ihrer technischen Ausführung
- VDA 5006 - Einheitliche Identifizierung von Partnerunternehmen
- VDA 5509 - AutoID / RFID-Application and Data Transfer for Tracking Parts and Components in the Vehicle Development Process.

## 7 Anhang

### 7.1 Data Identifier für die Bauteil- /Baugruppenverfolgung (ISO/IEC)

Aufbau	Data Identifier	Beschreibung
an 3 + an... <undefined>	37S	Unique Item Identifier comprised of a sequence of 5 data elements: "IAC", followed by "CIN", followed by "Part Number (PN)", followed by the "+" character, followed by the supplier assigned (or managed) "Part Serial Number (PSN)" that is globally unique within the CIN holder's domain; in the format IAC CIN PN + PSN (spaces provided for visual clarity only; they are not part of the data). See Annex C.11.
	25S	Identification of a party to a transaction assigned by a holder of a Company Identification Number (CIN) and including the related Issuing Agency Code (IAC) in accordance with ISO/IEC 15459 and its registry, structured as a sequence of 3 concatenated data elements: IAC, followed by CIN, followed by the supplier assign serial number that is unique within the CIN holder's domain (See Annex C.11)

**Tabelle 6: Data Identifier gemäß ANSI MH10.8.2**

## 7.2 Kodierungstabelle (6-bit Encoding)

Character	Binary Value	Character	Binary Value	Character	Binary Value	Character	Binary Value
Space	100000	0	110000	@	000000	P	010000
<EoT>	100001	1	110001	A	000001	Q	010001
<Reserved>	100010	2	110010	B	000010	R	010010
<FS>	100011	3	110011	C	000011	S	010011
<US>	100100	4	110100	D	000100	T	010100
<Reserved>	100101	5	110101	E	000101	U	010101
<Reserved>	100110	6	110110	F	000110	V	010110
<Reserved>	100111	7	110111	G	000111	W	010111
(	101000	8	111000	H	001000	X	011000
)	101001	9	111001	I	001001	Y	011001
*	101010	:	111010	J	001010	Z	011010
+	101011	;	111011	K	001011	[	011011
,	101100	<	111100	L	001100	\	011100
-	101101	=	111101	M	001101	]	011101
.	101110	>	111110	N	001110	<GS>	011110
/	101111	?	111111	O	001111	<RS>	011111

Tabelle 7: 6-Bit-Character-Encoding nach ISO 17367 Table C.1

## 7.3 Kodierungsbeispiele nach ISO 17367

### 7.3.1 Kodierungsbeispiel Ull (MB 01)

Die Referenz-ID (Klarschrift) wird 6-Bit kodiert (vgl. Tabelle 7). Der Datenstring wird mit Paddingbits aufgefüllt bis die Gesamtlänge des Ull eine gerade Anzahl von Bytes erreicht. Damit kann die Ull-Länge innerhalb des PC-Bereichs (Header) in 16-Bit Worten (2 Bytes) angegeben werden.

Reference-ID (plain text)
37SUN12345678999755512300FFAS+123456

Compaction 6-bit code including <EoT>					
110011	110111	010011	010101	001110	110001
110010	110011	110100	110101	110110	110111
111000	111001	111001	111001	110111	110101
110101	110101	110001	110010	110011	110000
110000	000110	000110	000110	000001	010011
101011	110001	110010	110011	110100	110101
110110	<b>100001</b>				

Split into 8-bit fragments including padding bits					
11001111	01110100	11010101	00111011	00011100	10110011
11010011	01011101	10110111	11100011	10011110	01111001
11011111	01011101	01110101	11000111	00101100	11110000
11000000	01100001	10000110	00000101	00111010	11110001
11001011	00111101	00110101	11011010	0001 <b>1000</b>	<b>00100000</b>

Hex code representation					
CF	74	D5	3B	1C	B3
D3	5D	B7	E3	9E	79
DF	5D	75	C7	2C	F0
C0	61	86	05	3A	F1
CB	3D	35	DA	18	20

#### PC data (cf. Section 3.3):

Ull-length of 16-bit words:	0b <b>0111 1</b>	(30 bytes → #15 words)
Valid User Memory:	0b <b>1</b>	(user memory)
XPC:	0b <b>0</b>	(not used – reserved)
EPC or ISO code:	0b <b>1</b>	(ISO)
All PC bits:	0b <b>0111 1101</b>	(hex 7D)

Protocol Control	AFI
7D	A1

**Kompletter Inhalt des MB 01 (inklusive Header):**

P C I	A F I	UII Reference-ID																													
		7D	A1	CF	74	D5	3B	1C	B3	D3	5D	B7	E3	9E	79	DF	5D	75	C7	2C	F0	C0	61	86	05	3A	F1	CB	3D	35	DA

**7.3.2 Kodierungsbeispiel UM (MB 11)**

Die Dateninhalte des UM werden auf vergleichbare Weise kodiert, wie die Daten im UII. Der erste Teil des Datensatzes stellt den *Header* dar. Die Länge des *Headers* beträgt in Abhängigkeit von der Länge der folgenden Daten drei oder vier Bytes (siehe VDA 5500).

Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der Kodierung des UM detailliert beschrieben:

**Beispieldaten:**

DI	Description	Sample	Length
1P	supplier part number	5221886	9
2P	engineering change level	00C	5
52P	color code	F1F	6
2Q	weight	2	3
4D	manufacturing date (Julian yyddd)	15045	7

Der Datenstring aus Data Identifier, Daten und Datentrennzeichen wird gemäß Kapitel 3.4 erstellt und 6-bit kodiert. Der zusammengesetzte String wird in Byte-Segmente aufgeteilt und mit Paddingbits gemäß ISO/IEC 15962 Annex T4.1 for MB 11 aufgefüllt, sodass sich zusammen mit den Bytes im Header eine gerade Anzahl von Bytes ergibt.

**UM Data (plain text)**

```
1P5221886<GS>2P00C<GS>52PF1F<GS>2Q2<GS>4D15045
```

Der Beispiel-String besteht aus 30 Nutzzeichen. Zusätzlich werden 5 Steuerzeichen verwendet (inklusive <EoT>). Das ergibt insgesamt 35 Zeichen. Für die Abbildung des Beispiel-Strings werden demnach  $35 * 6 = 210$  Bit benötigt. Die Länge des Headers beträgt damit 3 Bytes (24 Bit). Das ergibt eine Gesamtlänge von 234 Bit. Um eine gerade Anzahl von Bytes aus der Summe von Beispiel-String und Header zu erreichen, wird der Beispiel-String mit 6 Paddingbits aufgefüllt. Die Gesamtlänge inklusive Padding beträgt damit 240 Bit (30 Byte = 15 Worte von jeweils 16 Bit).

**Compaction 6-bit code including <EoT>**

110001	010000	110101	110010	110010	110001
111000	111000	110110	011110	110010	010000
110000	110000	000011	011110	110101	110010
010000	000110	110001	000110	011110	110010
010001	110010	011110	110100	000100	110001
110101	110000	110100	110101	<b>100001</b>	

**Split into 8-bit fragments including padding bits**

11000101	00001101	01110010	11001011	00011110	00111000
11011001	11101100	10010000	11000011	00000000	11011110
11010111	00100100	00000110	11000100	01100111	10110010
01000111	00100111	10110100	00010011	00011101	01110000
11010011	01011000	<b>01100001</b>			

**Hex code representation**

C5	0D	72	CB	1E	38
D9	EC	90	C3	00	DE
D7	24	06	C4	67	B2
47	27	B4	13	1D	70
D3	58	61			

**Header data (cf. Section 3.4):**

DSFID: 0h **03**  
 PreCursor: 0h **46**  
 Byte Count Indicator Switch: 0b **0** (only one length byte)  
 Byte Count Indicator Length: 0b **001 1011** (27 byte of "6-bit data")  
 All header bytes: 0h **03 46 1B**

**Kompletter Inhalt des MB 11 (inklusive Header):**

DSFID	Precursor	Byte Count Indicator	UM																											
03	46	1B	C5	0D	72	CB	1E	38	D9	EC	90	C3	00	DE	D7	24	06	C4	67	B2	47	27	B4	13	1D	70	D3	58	61	