



# Berührungslose Identifikation mit Transpondern Teil 1

***Transponder sind hermetisch gekapselte Datenträger für die berührungslose Identifikation bei der Zutrittskontrolle, Zeiterfassung sowie in unterschiedlichen industriellen Anwendungen. Sowohl die Energiezufuhr als auch der Datenaustausch erfolgen induktiv nach dem Transformatorprinzip. Dieser Artikel beschreibt nun die Funktionsweise sowie die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten.***

## Kontaktlose Identifikation

Im Gegensatz zu Magnetstreifen, Chipkarten und anderen konventionellen Datenträgern ist für das Auslesen von Transpondern keine Kontaktierung erforderlich. Der Datenaustausch zwischen Transponder und Lesegerät bzw. der Auswertelektronik erfolgt vollkommen berührungslos

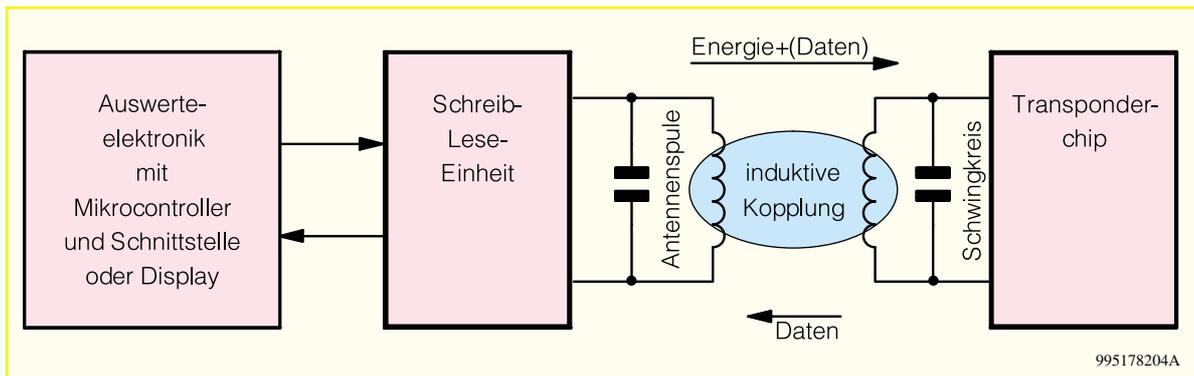
auf induktiver Basis und somit auch absolut verschleißfrei. Da keine elektrischen Verbindungen zur Außenwelt erforderlich sind, kann die staub- und wasserdichte Integration in unterschiedlichste Gehäuse erfolgen.

Passive Transpondersysteme nutzen ausschließlich die elektrische Energie aus dem elektromagnetischen Feld, so daß zur Spannungsversorgung keine Batterien erforder-

lich sind und diese Transpondertypen dadurch praktisch eine nahezu unendliche Lebensdauer haben.

Abbildung 1 illustriert die grundsätzliche Funktionsweise eines Transpondersystems, wobei die Energiezufuhr zum Datenträger und der Datenaustausch durch induktive Kopplung erfolgen.

Die induktive Kopplung der Antennenspule der Leseinheit und der Schwing-



**Bild 1:**  
Grundsätzliche Funktionsweise eines Transpondersystems

kreisspule des Transponders ist in Abbildung 2 (im Schnitt) dargestellt. Es ist leicht zu erkennen, daß der maximal erreichbare Leseabstand wesentlich von der Spulengröße abhängig ist. Mit entsprechend großen Antennenspulen sind Leseabstände bis zu 1 m realisierbar, wobei in den meisten Anwendungen Abstände von wenigen Zentimetern ausreichen oder gewünscht werden, da z. B. Zeiterfassungs- und Zutrittssysteme nicht auf vorbeigehende Personen mit gültigen Transpondern reagieren dürfen.

### Anwendungsbereiche

Anwendungsbereiche für die kontaktlose Identifikation und somit für Transponder sind äußerst vielfältig. Die bekannteste Anwendung im täglichen Leben dürfte wohl die Kfz-Wegfahrsperrung sein, die heute nahezu ausnahmslos mit Transpondern realisiert wird. Der Transponder wird dabei im Kfz-Zündschlüssel integriert, und die Lesespule ist um das Zündschloß oder direkt daneben angeordnet.

Versteckt eingebaute Datenträger (Transponder) können zur Eigentumssicherung mit unterschiedlichsten Informationen beschrieben werden und so zur eindeutigen

Identifikation von hochwertigen Gegenständen dienen.

Weitere Anwendungsgebiete sind Zugangskontrollen von Personen, Materialkennzeichnungen, Parktickets, das Verbuchen von Mülltonnenleerungen sowie die Überwachung und Steuerung von Bewegungen im industriellen Bereich.

In Verbindung mit elektronischen Zeiterfassungssystemen ist die zuverlässige Buchung von Arbeitszeiten und Pausen auch unter rauhesten Umweltbedingungen mit Transpondern möglich.

In der Produktion können am Objekt befestigte Schreib-/Lesetransponder bei Eintritt in die Fertigungsstraße Informationen über eine individuelle Ausstattung enthalten, oder bei Bedarf sind während der Fertigung Einstell- und Testdaten auf den Datenträger zurückzuschreiben und stehen zur späteren Archivierung zur Verfügung.

Auch für viele automatische Produktionsabläufe ist eine eindeutige Identifikation von Objekten eine wichtige Voraussetzung, die mit der Transpondertechnik realisierbar ist.

Die aufgeführten Beispiele zeigen, daß für Anwendungen kaum Grenzen gesetzt sind.

Wie bereits erwähnt sind je nach Anwendung und Dimensionierung der Schreib-/Lesespule des Basisgerätes Leseabstände von wenigen Zentimetern bis hin zu einem Meter realisierbar.

Für die Datenträger, d. h. die eigentlichen Transponder, sind hermetisch geschlossene Gehäuse in Münzenform, als Schlüsselanhänger oder als Standard-ISO-Karten (Scheckkartengröße) erhältlich.

Auch die meisten Transponderhersteller bieten für ihre Chips unterschiedliche Gehäuseformen an.

### Aufbau eines Transponders

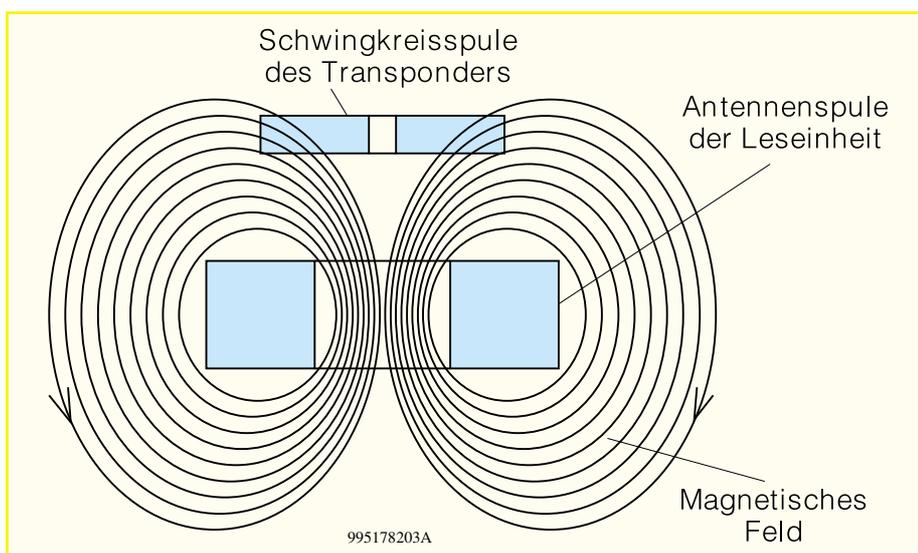
Transponder sind zunächst hybride Bauelemente, die aus einem Chip (Mikrocontroller mit Speicher), einer Antennenspule und einem Kondensator bestehen. Je nach Hersteller sind die Bauteile evtl. noch auf einer kleinen Leiterplatte untergebracht.

Der Silizium-Chip beinhaltet alle zum Betrieb erforderlichen Baugruppen inkl. Mikrocontroller und Speicher auf engstem Raum. Die bei vielen Herstellern aus 64 Bit bestehende Identifikationsnummer befindet sich in einem nicht flüchtigen Speicher. Man unterscheidet dabei zwischen Systemen mit fest einprogrammiertem Code (Read-only-Transponder) und Systemen mit nachträglich veränderbarem Code bzw. Beschreiben des Chips durch das Basissystem (Read/Write-Transponder).

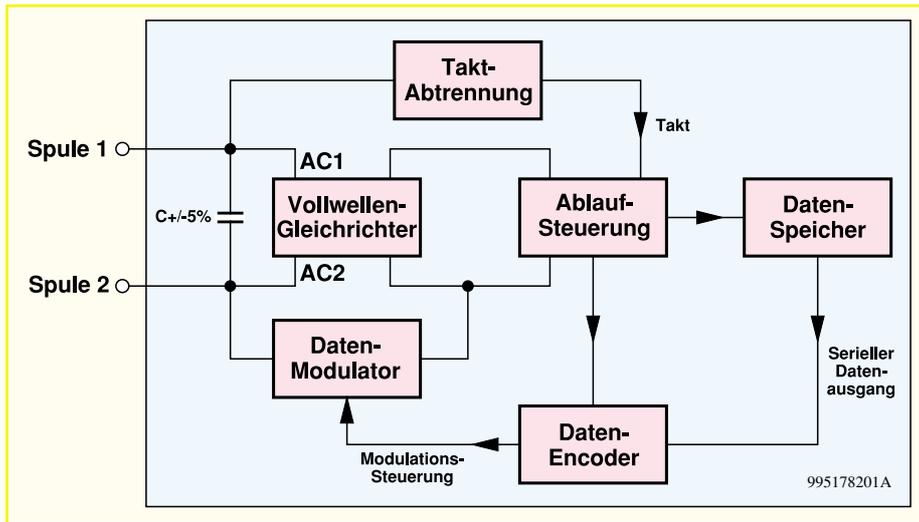
Bei den Read-only-Transpondern wird der Code bereits bei der Fertigung mit Hilfe eines Lasers fest in den Chip eingebrannt (ROM-Version), während Read/Write-Bausteine als nicht flüchtige Speicher EEPROM-Zellen oder F-RAMs (Ferroelektrische RAMs) nutzen.

Das Blockschaltbild in Abbildung 3 zeigt den internen Aufbau eines modernen Transponderchips von Silway, dessen Abmessungen lediglich 2 mm x 1,8 mm betragen.

An externer Beschaltung ist dann nur noch die Antennenspule anzuschließen. Je nach Induktivität der Spule ist die chipinterne Kapazität von 50 pF durch einen externen, parallel geschalteten Kondensator zu erhöhen.



**Bild 2:** Induktive Kopplung der Antennenspule des Lesers mit der Schwingkreisspule des Datenträgers



**Bild 3:** Das Blockschaltbild zeigt den internen Aufbau eines Transponder-Chips von Silway.

In Abbildung 4 ist der auf einer kleinen Leiterplatte gebondete Transponderchip von Silway mit extern angeschlossenem Schwingkreis zu sehen. Wie bei den meisten Transpondersystemen liegt die Resonanzfrequenz des Schwingkreises bei ca. 130 kHz.



**Bild 4:** Transponderchip von Silway mit externem Schwingkreis bestehend aus Spule und Kondensator. Das Streichholz verdeutlicht die geringen Abmessungen.

Neben der vorgestellten Bauform ist dieser Transponderchip auch im 14-poligen Dual-Inline-Gehäuse lieferbar. Bei diesem Read-only-CID (Contactless Identifikations Device) stehen Speichergrößen von 64 Bit (SW 015) und 128 Bit (SW 017) zur Verfügung.

Aufgrund der kleinen Bauform ist, wie in Abbildung 5 zu sehen, der Einbau in unterschiedliche Gehäuse vom Schlüsselanhänger bis zur ISO-Karte möglich. Für



**Bild 5:** In unterschiedliche Gehäuse untergebrachte Transponder. Selbst flache ISO-Karten sind kein Problem für diese modernen Schlüssel.

Anwendungen in der Landwirtschaft sind Miniaturtransponder im Glasgehäuse unter die Haut von Tieren implantierbar und können so z. B. die Futterzufuhr regulieren.

Weitere große Hersteller von kontaktlosen Identifikationssystemen, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten, sind z. B. TEMIC, Philips und TIRIS (Texas Instruments). Abbildung 6 zeigt die Standard-Bauformen der TEMIC- und Philips-Transponder, die intern mit einer Spule als Antenne und einem Kondensator beschaltet sind.

**Datenstruktur**

Den Codeaufbau der 64-Bit-Version von Silway zeigt Tabelle 1, wobei die 64-Bit-Information in 5 Gruppen aufgeteilt ist. Die ersten 9 Bit sind maskenprogrammiert immer 1 und dienen als Header. Dann sind 10 Reihen Paritäts-Bits (P 0 bis P 9) und 4 Spalten-Paritäts-Bits (PC 0 bis PC 3) vorhanden. Die Daten-Bits D 00 bis D 03 sowie D 10 bis D 13 enthalten kundenspezifische Informationen. 32 Daten-Bits erlauben 4 Billionen unterschiedliche Codekombinationen. Das Stop-Bit (C) ist grundsätzlich auf logisch 0 gesetzt. Für die Datenübertragung wird der 130kHz-Träger

abhängig von den 64 Daten-Bits amplitudenmoduliert.

Die Datenstruktur der 128-Bit-Version (SW 017) sieht folgendermaßen aus:

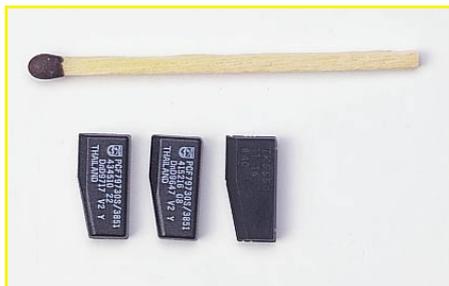
Zunächst wird auch hier zur Identifikation der Startsequenz ein Header, bestehend aus 11 Daten-Bits, gesendet, wobei die ersten 10 Bit Null und das elfte Bit grundsätzlich 1 ist. Danach folgt der 64-Bit-Identifikationscode, organisiert in 8 Blocks mit jeweils 8 Bit. Nach jedem 8-Bit-Block erfolgt ein Kontroll-Bit mit logisch 1, um zu verhindern, daß die Codeinformation des Headers im Identifikationscode vorkommen kann. Bit 64 des Identifikationscodes wird zuerst gesendet. Des weiteren stehen für den Identifikationscode 8 Zusatz-Bits zur Verfügung.

Nach dem Identifikationscode folgen dann zwei 8-Bit-Blocks mit 16 CRC-CCITT-Fehlererkennungsbits. Auch hier wird nach jedem 8-Bit-Block ein Kontrollbild auf logisch 1 gesetzt. Zuletzt werden drei Erweiterungsblocks mit jeweils 8 Bit und je einem Kontrollbild mit logisch 1 gesendet. Abbildung 7 zeigt den beschriebenen Codeaufbau zur besseren Übersicht in grafischer Form.

Betrachten wir nun den 72 Bit langen Informationscode in Abbildung 5 etwas

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9-Bit-Header				D00	D01	D02	D03	P0	
8-Bit kundenspezifische Information (D00 bis D03 sowie D10 bis D13)				D10	D11	D12	D13	P1	
32 Datenbits ermöglichen 4 Billionen Code-Kombinationen				D20	D21	D22	D23	P2	
P0 bis P9 = Reihen-Paritäts-Bits				D30	D31	D32	D33	P3	
PC0 bis PC3 = Spalten-Paritäts-Bits				D40	D41	D42	D43	P4	
C = Stop-Bit				D50	D51	D52	D53	P5	
				D60	D61	D62	D63	P6	
				D70	D71	D72	D73	P7	
				D80	D81	D82	D83	P8	
				D90	D91	D92	D93	P9	
				PC0	PC1	PC2	PC3	C	

**Tabelle 1:** Typischer Codeaufbau eines 64-Bit-Transponders



**Bild 6: Standard-Bauform der Transponder von Philips und TEMIC, komplett mit integriertem Schwingkreis**

detaillierter. Entsprechend ISO 11784 wird Bit 1 bei Tieranwendungen (z. B. bei unter die Haut implantierte Miniatur-Transponder) auf 1 gesetzt, und Bit 2 bis Bit 15 sind für zukünftige Anwendungen reserviert. Bit 16 ist ein „Flag“ und gibt Auskunft darüber, ob der 3x8-Bit-Erweiterungsblock genutzt wird oder nicht. Bei verwendetem Erweiterungsblock wird Bit 16 auf logisch 1 gesetzt. Bit 17 bis Bit 26 enthalten den Ländercode, entsprechend ISO 3166, und Bit 27 bis Bit 64 sind für den Identifikationscode vorgesehen.

### Weitere Transponderhersteller

Für extreme Umweltbedingungen und außergewöhnliche Belastungen bieten einige Hersteller Glastransponder an, wobei der TEMIC-Transponder mit 12 mm Länge und nur 2,1 mm Ø die geringsten Abmessungen aufweist. Eines der Hauptanwendungsgebiete für diesen Transpondertyp ist im Bereich der Viehzucht die Tieridentifikation (Implantat). Der ausschließlich als Read-only-Typ lieferbare Glas-transponder hat zudem mit -40 °C bis +85 °C einen extrem hohen Temperaturbereich und ist somit auch für andere Extremanwendungen interessant.

Eine Abbildung des Glastransponders ist in Bild 8 zu sehen.

TEMIC bietet die drei Standard-Transpondertypen TK 5530, TK 5550 und TK 5560 im gleichen Plastikgehäuse (L x B x H: 12 x 6 x 3 mm) an.

Der TK 5530 ist ein Nur-Lese-Transponder und arbeitet mit einer nominellen Frequenz von 125 kHz. Als Datenspeicher steht für diesen Typ ein 128Bit-PROM zur Verfügung, und der zulässige Temperaturbereich reicht von -40 °C bis +85 °C. Die geringe Baugröße hat jedoch den Nachteil, daß maximal 3 cm Arbeitsabstand realisierbar sind.

Ein Schreib-/Lesetransponder mit wählbaren Bit-Raten und Modulation ist der TK 5550. Dieses Bauteil ist mit einem 264Bit-EEPROM, aufgeteilt in 8 Blöcke zu je 33 Bit, ausgestattet und kann Identifikationscodes und beliebige andere Daten speichern. Das EEPROM kann von der Basisstation blockweise beschrieben und ausgelesen werden. Einzelne Blöcke können bei Bedarf gegen Überschreiben geschützt werden, wobei ein Block für die Betriebsarteneinstellung reserviert ist und ein anderer Block mit einem Paßwort ein unbefugtes Beschreiben verhindern kann.

Der Schreib-/Lese-Kryptotransponder TK 5560 ist für Anwendungen mit hohen Sicherheitsanforderungen konzipiert. Hier ist in einem zusätzlichen Block ein Verschlüsselungs-Algorithmus gespeichert, der jeden unzulässigen Zugriff erkennt. Für den Identifikationscode ist im Baustein ein anwenderprogrammierbares 128-Bit-EEPROM vorhanden.

Philips bietet Read-/Write-Transponderchips und Chipmodule unter der Bezeichnung HITAG 1, HITAG 2 und MIFARE an, die sich auch ideal für die ISO-Card-Produktion eignen. Philips Transponder bieten



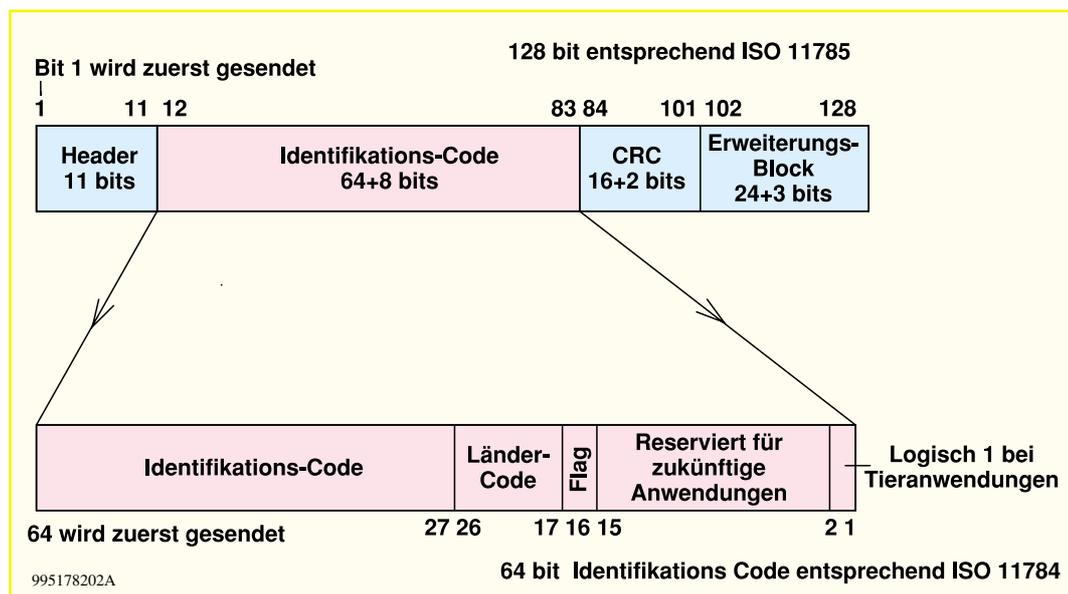
**Bild 8: Dünner als ein Streichholzkopf, wasserdicht gekapselt im Glasgehäuse und trotzdem mit allen Funktionsgruppen ausgestattet, der TEMIC-Glastransponder, z. B. für die Tieridentifikation**

grundsätzlich die Möglichkeit der Datenverschlüsselung sowie das Wegsperrern von Daten in einen Sicherheitsbereich des Speichers. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Speicher zu partitionieren, wobei auch ein Bereich für die Übertragung von allgemein zugänglichen, unverschlüsselten Daten zur Verfügung steht.

Die HITAG 2-Variante besitzt im Vergleich zu der HITAG 1-Version einen kleineren Speicher, d. h. anstatt einen 2-kBit-EEPROMs steht ein 256-Bit-EEPROM für die Datenspeicherung zur Verfügung. Weiterhin kann die HITAG 2-Variante mit unterschiedlichen Kommunikationsprotokollen, Bit-Codierungen und Informationslängen arbeiten. Natürlich hat der hohe Leistungsumfang der Philips Transponder und der erforderlichen Schreib-/Lesegeräte seinen Preis.

TIRIS (Texas Instruments)-Transponder stehen in einem 32 mm langen oder 23 mm langen Glasgehäuse mit 3,85 mm Ø sowie im nahezu identischen Wedge-Gehäuse wie die TEMIC- und Philips-Transponder (Abbildung 6) zur Verfügung. Diese Transponder sind als Read-only oder als Read-/ Write-Typ lieferbar. Auch bei TIRIS beträgt die Trägerfrequenz ca. 130 kHz. Die Read-only-Varianten haben einen werkseitig programmierten 64-Bit-Speicher, während die Read-/Write-Typen einen 80-Bit-Speicher besitzen. Des weiteren steht eine Multipage-Ausführung mit 1360 Bit Speicherkapazität im 32 mm langen Glasgehäuse zur Verfügung.

Im zweiten Teil dieses Artikels („ELVjournal“ 6/99) befassen wir uns ausführlich mit der Technik der Schreib-/Leseeinheiten sowie eines berührungslosen Zugangskontrollsystems auf der Basis von Passiv-Transpondern. **ELV**



**Bild 7: Datenstruktur und Codeaufbau eines 64-Bit-Silway-Transponders**