



Foto: accelab, Kusterdingen

Probentracking via Barcode und RFID

Der Einsatz von Barcodes und RFID-Technologie im Labor

Der erste und populärste Vertreter der Ident-Technologie ist ohne Frage der Barcode, jeder kennt ihn von der Supermarktkasse. Doch längst sind Identifikationsprozesse und -technologien nicht mehr auf spezielle Branchen beschränkt, auch im Labor sind die optischen Kodierungen über Composite Codes, Stapelcodes oder Dotcodes immer häufiger zu finden. Seit einigen Jahren tauchen nun – auch im Labor – vermehrt die RFID-Chips auf. Welche Technologie bietet welche Vorteile?

Automatische Identifikationssysteme sind heute aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Man stelle sich nur vor, im Supermarkt würden an der Kasse alle Preise manuell eingegeben – bei täglich neuen Angeboten. Lange Schlangen wären die Folge. Ähnlich verhält es sich an allen Positionen einer Produktkette, von der Herstellung einer Ware, ihrer Verpackung, Versand, Lagerung und Verkauf. Kurz gesagt: bei allen Arten von Logistikprozessen. Dabei kommt es immer darauf an, Objekte schnell und

sicher zu identifizieren. Der folgende Beitrag gibt eine kurze Einführung in die Barcode- und RFID-Technologie und ihren Einsatz im Labor.

Barcode-Technologie: Problemlos zu managen

Vor der Einführung von Barcode-Systemen sind eine Reihe von Entscheidungen zu treffen, die den reibungslosen Einsatz dieser Technologie sicherstellen. Im Wesentlichen sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

• Etiketteneigenschaften

Hier werden die Anforderungen an die Etiketten definiert. Davon hängt u.a. ab, ob handelsübliche Standard-Etiketten eingesetzt werden können oder ob sie individuell angefertigt werden müssen. Letztere sind in mittelgroßen Serien heute nicht mehr viel teurer als Standardetiketten. Beeinflussende Größen sind dabei:

- Gefäßarten, die etikettiert werden sollen
- Ausgabe nur des Codes und/oder Klartext
- Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit, Hitze, Chemikalien etc.

- Ablösbarkeit
- vorgesehenes Druckverfahren (Thermotransfer, Laser etc.)

• Codes

Die einzusetzenden Codes ergeben sich aus dem Einsatzbereich. Hier ist insbesondere zwischen numerischen und alphanumerischen Codes zu unterscheiden. In der Industrie werden sehr häufig die alphanumerischen Codes der 2/5-Familie, Code 128, Code 39 oder Codabar verwendet. Durch die Codes wird auch die Einschränkung der möglichen Hardware-Komponenten definiert.

• Druckverfahren und Drucker

Prinzipiell können Barcodes auf allen gängigen Druckern ausgegeben werden. Aber auch hier ist der Einsatzbereich zu beachten: Werden Proben hohen Temperaturen ausgesetzt, scheiden Thermotransfer-Verfahren von vornherein aus. Können Etiketten in großen Mengen vorgedruckt werden, so eignen sich dafür handelsübliche Laser- oder Tintenstrahldrucker, weil hier das Trägermaterial als A4-Format geliefert wird. Sollen dagegen Einzeletiketten (z.B. in der

Annahme direkt im Labor) gedruckt werden, kommt man in der Regel um einen speziellen Etikettendrucker nicht herum. Häufigstes Einsatzszenario für Barcodes im Labor ist das Probentracking. Die Einzelproben werden individuell etikettiert und dann jeweils an den einzelnen Arbeitsstationen durch einen Scanvorgang identifiziert. Dabei kann das Etikett selbst durchaus weitere Informationen wie Klartext und Gefahrstoff-Symbole enthalten. Insbesondere in Zusammenhang mit einem LIMS lässt sich so das Probenhandling deutlich vereinfachen. Neben der Kennzeichnung von Proben können Barcodes im Labor auch auf andere Art und Weise eingesetzt werden. So ist es z.B. denkbar, IDs von Prüfplänen, Parametern etc. auszudrucken und sie bei der Probenregistrierung einfach zu scannen anstatt sie einzugeben.

Report-Erstellung per Barcode

Ein weiteres Einsatzgebiet erschließt sich in der Report-Erstellung und im Berichtswesen, insbesondere in klinisch-chemischen Bereichen, in denen noch

sehr oft mit Faxübertragungen gearbeitet wird. Die folgende Tabelle (Tab. 1) enthält einen typischen Auszug aus einer Laboruntersuchung im klinischen Umfeld. Beim Ausdruck des Berichtes wird dann zusätzlich auf dem Dokument der Inhalt dieser Tabelle vollständig in einem zweidimensionalen Code (Abb. 1) ausgegeben. Dieser Code ist extrem fehlertolerant, d.h. er kann auch nach einer Übertragung über eine schlechte Faxleitung immer noch sicher gelesen werden. Ergebnisdaten können so sehr einfach in eigene Applikationen eingelesen werden. Barcode-Lösungen sind heute weit verbreitet. Sie sind einfach und sicher, haben aber auch systembedingte Nachteile. Tabelle 2 stellt Vor- und Nachteile dieser Technik einander gegenüber.

Neue Einsatzgebiete durch RFID-Chips

RFID steht für „Radio Frequency Identification“ und beschreibt eine Technologie zur elektronischen Erfassung und Verwaltung von nahezu beliebigen Objekten mit Hilfe von Radiowellen. Insbesondere in letzter Zeit ist diese Technik in die Schlagzeilen geraten, weil sich durch die zunehmende Miniaturisierung der Komponenten Einsatzgebiete erschließen, die noch vor wenigen Jahren undenkbar waren. Dies ruft aber auch zunehmend Datenschützer auf den Plan.

RFID ist nicht neu. Bereits in den 80er Jahren gab es Versuche, diese Technik für die Objektidentifizierung auch im Labor einzusetzen. Allerdings war damals die Technik noch nicht ausgereift und Lösungen damit entsprechend teuer. Im Folgenden werden die wichtigsten Komponenten einer RFID-Lösung grob beschrieben, ohne auf Details einzugehen.

Eine RFID-Infrastruktur besteht aus verschiedenen Komponenten, die exakt aufeinander abgestimmt sind. Am zu identifizierenden Objekt wird der Transponder (auch: RFID-Tag) angebracht. Dieser Transponder besteht aus einer Sendekomponente (analog) zum Abgeben der angefragten Daten sowie einer

Speicherkomponente (digital), die die zu übertragenden Daten enthält. Transponder gibt es in den unterschiedlichsten Bauformen und Größen, abhängig vom geplanten Einsatzgebiet. Grob unterscheiden kann man zwischen aktiven und passiven Transpondern. Die wesentlichen Unterschiede sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Transponder geben ihre Informationen nur preis, wenn sie von einer Sende- Empfangsvorrichtung direkt angesprochen werden. Die Kommunikation läuft über ein eng definiertes Frequenzband, wobei die Anfrage verschlüsselt werden kann, so dass ein unbefugtes Auslesen zumindest erschwert wird.

Die empfangenen Daten werden in der Regel in einen Rechner eingelesen und dort durch eine spezielle Anwendungssoftware weiter verarbeitet. Im einfachsten Fall, wenn nur eine Identnummer gelesen wird, kann dies ein Lagerhaltungssystem sein, aus dem kontinuierlich Bestände abgebucht werden (z.B. Supermarkt). Bei aufwändigeren Lösungen kann aber auch der Standort eines Objektes, z.B. im Zusammenspiel mit einem GPS, jederzeit verfolgt werden.

RFID im Labor

Grundsätzlich können natürlich auch im Labor beliebige Arten von Objekten mit RFID erfasst und verwaltet werden, aber beim Einsatz dieser Technologie dürfte es in den meisten Fällen um die Verfolgung von Einzelproben gehen. Dazu sind die Probengefäße entsprechend mit RFID-Chips ausgestattet. Bei typischen Glasgefäßen können diese bereits vom Hersteller mit einem eingegossenen Tag bezogen werden. Die Proben-ID wird bei der Registrierung gelesen und im Rechner system erfasst. Danach kann sie praktisch an allen Stellen in den Labors wiedererkannt werden, z.B. beim Eintreffen im Labor durch entsprechende Empfänger im Eingangsbereich. Die Identifizierung an den Arbeitsplätzen erfolgt weitestgehend automatisch, und auch die Bestückung und der Betrieb von Analyseautomaten in Zusammenhang mit einem Autosampler lässt sich auf diese Weise stark vereinfachen. Hier gibt es

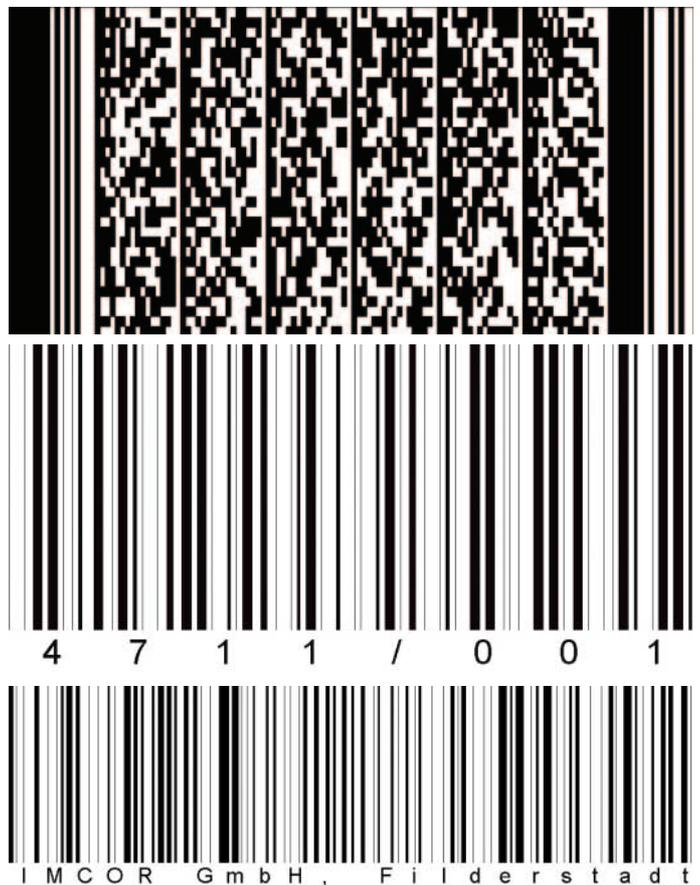


Abb. 1: Die Familie der Barcodes ist groß: 1D-Codes, 2- oder 3D-Codes, Matrix-, Stapel- oder Dot-Codes. – Im Bild ein Code mit der zweidimensionalen Codierung der Inhalte aus Tabelle 1 sowie zwei eindimensionale Barcodes (Abbildungen stark vergrößert).

Tab. 1: Auszug aus einem klinisch-chemischen Analyseprotokoll

| Parameter | Soll-Bereich | Ist-Wert |
|-------------------------|--------------|----------|
| Calcium i.S., mmol/l | 2,15–2,55 | 2,22 |
| Phosphat i.S., mg/dl | 2,50–4,80 | 7,31 |
| Transferrin, g/l | 2,00–3,60 | 1,9 |
| Transferrinsättigung, % | 16,0–45,0 | 21,6 |
| Cholesterin, mg/dl | < 200 | 173 |

Tab. 2: Die Vorteile und Nachteile von Barcodes

| Vorteile | Nachteile |
|---|--|
| sicherer und schneller als manuelle Eingabe | niedrige Informationsdichte |
| niedriger Preis gegenüber anderen ID-Systemen | Lesesicherheit stark von Umwelteinflüssen abhängig |
| hoch standardisiert | hoher Druckerverschleiß |
| einfach und schnell in vorhandene Lösungen integrierbar | wenig Hersteller für 2D-Hardware |
| geringe Fehlerquote durch integrierte Plausibilitätschecks | geringe Erkennungsreichweite |
| Form und Größe der Etiketten beliebig und selbst erstellbar | |
| bei Bedarf um Klartext erweiterbar | |
| kurze Einarbeitungszeit der Mitarbeiter | |
| kostengünstige Hardware | |

Tab. 3: Die Unterschiede zwischen aktiven und passiven Transpondern

| | Aktive RFID-Tags | Passive RFID-Tags |
|---------------------|-------------------|--------------------------------|
| Energieversorgung | eigene Batterien | aus den Funkwellen des Senders |
| lesbar/beschreibbar | ja/ja | ja/nein |
| interner Speicher | > 1 MByte möglich | nur einige KByte |
| Größe | Mindestgröße | nur durch den Chip begrenzt |
| Reichweite | mehrere 100 Meter | maximal zwei bis drei Meter |
| Lebensdauer | begrenzt | praktisch unbegrenzt |
| Preis | mittel bis hoch | niedrig bis sehr niedrig |

Tab. 4: Vorteile und Nachteile der RFID-Technologie

| Vorteile | Nachteile |
|---|---|
| kein Sichtkontakt zum Transponder erforderlich | nur elektronisch lesbar |
| Identifizierung über relativ große Entfernungen | noch nicht durchgängig standardisiert |
| Umwelteinflüsse beeinflussen Lesesicherheit kaum | lesen, aufzeichnen und erneutes Senden durch Unbefugte möglich |
| mehrere Objekte sind gleichzeitig erfassbar | keine individuellen (passiven) Tags erstellbar |
| Form und Größe praktisch beliebig (Wasser, Metall). | sinnvoll nur in Verbindung mit einer leistungsfähigen DV-Infrastruktur einsetzbar |
| Bei Einsatz von Verschlüsselungs- und Authentifizierungsmechanismen sehr sicher | Lesesicherheit kann durch den Inhalt oder Behälter beeinflusst werden |
| | Identifikation durch Abschirmung verhindert |
| | Hoher Planungsaufwand bei der Einführung |

Tab. 5: Gegenüberstellung RFID-Technologie versus Barcode

| | RFID | Barcode |
|--------------------------------|---|---------------------------------|
| Technologie | Transponder und Sender | Papieretikett und Lesegerät |
| Reichweite | Wenige Zentimeter bis mehrere 100 Meter | Wenige Zentimeter |
| Visuell lesbar | nein | ja |
| Einsetzbarkeit | Lesesicherheit vom Material des Containers und dessen Inhalt abhängig (massives Metall, großes Flüssigkeitsvolumen) | praktisch auf allen Materialien |
| Sicherheit | mittel | hoch |
| Kosten | mittel | niedrig |
| Manuelle Eingriff beschreibbar | nicht erforderlich | Scannvorgang erforderlich |
| Softwarelösung | komplex | einfach |

bei Barcode-Lösungen häufig das Problem, dass die Wechselmechanik bei etikettierten Probengefäßen nicht mehr sicher funktioniert, weil der Gefäßdurchmesser durch das Etikett vergrößert wird. Darüber hinaus lassen sich Funktionen realisieren, die gezielt darauf ausgerichtet sind, eine

beliebige Anzahl von Tags gleichzeitig zu lesen, z.B. Realtime-Übersichten über

- alle zur Bearbeitung zur Verfügung stehenden Proben im Eingangsbereich
- Rückstellmuster, Stabilitätsproben, zwischengelagerte Proben

- vorhandene Chemikalien
- vorhandene Leergefäße im Lager
- etc.

In allen Fällen wird dabei ein geeigneter Empfänger im Lagerbereich dieser Objekte angebracht und mit dem EDV-System verbunden. Wird dann z.B. eine Probe aus dem Zwischenlager entnommen und zur Bearbeitung in ein Labor transportiert, erkennt der Empfänger im Lager, dass die Probe fehlt, und im Eingangsbereich des Labors wird der Zugang erkannt. Eine manuelle Buchung ist nicht mehr notwendig.

Durch die Kennzeichnung der Probengefäße sind als RFID-Tags nur kleine, passive Einheiten einsetzbar, die heute nicht beschreibbar sind. Dies bedeutet, dass über ein geeignetes EDV-System im Hintergrund eine Zuordnung der ID des Tags zu einer realen Probennummer erfolgen muss. Diese Zuordnung muss auch immer dann nachgeführt werden, wenn ein Gefäß gewechselt oder eine Probe geteilt wird. Dies erfordert also eine deutlich aufwändigere DV-Infrastruktur als bei klassischen Barcode-Lösungen, bei denen man die Etiketten mit der realen Probennummer individuell beschriften kann.

Dazu kommt das Problem, dass Proben und damit auch Probengefäße unter Umständen zwischen verschiedenen Labors

ausgetauscht werden, z.B. bei Auftragslabors. Dabei wäre es fatal, wenn dieselbe ID in mehreren Labors parallel existieren würde. Um dies auszuschließen, müssten die IDs der passiven Tags zentral vergeben und verwaltet werden, ähnlich wie die MAC-Adressen bei Netzwerkkarten. Die Tabelle 4 stellt die Vor- und Nachteile der RFID-Technologie gegenüber.

Ohne Frage werden auch auf längere Sicht Barcode- und RFID-Lösungen parallel nebeneinander bestehen. Für den Barcode spricht vor allem die einfache Einsetzbarkeit und seine visuelle, unmittelbare Lesbarkeit. RFID-Lösungen setzen höhere Aufwendungen in die EDV-Infrastruktur voraus und werden daher zunächst nur größeren Unternehmen und bestimmten Anwendungen vorbehalten bleiben. Vorteil hier ist vor allem die Lesbarkeit mehrerer Objekte zur selben Zeit und damit eine Realtime-Darstellung von z.B. Lagerbeständen.

Tabelle 5 stellt Barcode und RFID-Lösungen gegenüber. Der Einsatz beider Technologien setzt in jedem Fall eine gute Planung voraus, wobei deren Umfang bei RFID deutlich höher ausfällt.

Frank Knoff
Imcor GmbH
 Turnacker Str. 62/1
 70794 Filderstadt
 info@imcor.de
 www.imcor.de
 www.lims.de