

Berührungsloser Zugang zur Piste

Ohne Kramen und klamme Finger in den Skilift – eine Technik, die Sender und Empfänger geschickt kombiniert, macht es möglich. Diese so genannten RFID-Systeme könnten auch einmal den Strichetiketten den Rang ablaufen, allerdings erst, wenn sich billige Elektronik auf Polymerbasis realisieren lässt.

Von Ende Oktober bis Anfang Mai ist in den Alpen (falls der Schnee mitspielt) Skivergnügen pur angesagt. Nun, so ganz pur ist das Vergnügen nicht – ein Skiurlaub kann auch seine Macken haben, angefangen von stolzen Preisen über störrisches Wetter bis hin zum Komfort, der so gar nicht den Ankündigungen des Prospekts entsprechen will. Zu den lästigen Aspekten zählt für viele Wintersportler auch

1) <http://www.my-skipass.com>



Abb. 1: Dank kontaktloser Zugangskontrolle können die Liftkarten in der Jacke und die Hände in den Handschuhen bleiben. (Quelle: Skidata)

das Liftfahren, nicht nur wegen der manchmal ziemlich langen Wartezeiten, die man dabei in Kauf nehmen muss, denn schon das Zücken des Skitickets kann unangenehm genug sein. Wer sich einmal bei fiesen Minustemperaturen der Handschuhe entledigen musste, um mit frostklammen Fingern die Jackentaschen nach einem durchweichten Papierticket zu durchwühlen, dürfte sich eine Erkennungs- und Bezahlmethode wünschen, bei der das Ticket unbehelligt in der Tasche bleiben kann.

Automatische Identifikationsverfahren haben in den letzten Jahren weite Verbreitung gefunden. Die meisten Leser werden sich noch an die Einführung der Strichetiketten erinnern, welche die Supermarktkassen revolutionierten. Ihr Funk-

tionsprinzip ist denkbar einfach. Die Balken repräsentieren eine Nummer, die auf einen Eintrag in einer Datenbank verweist, wo sämtliche Informationen zu dem Produkt abgelegt sind. Beim Auslesen – egal, ob mit einem Lesestift, einem Laser oder einem CCD-Chip – wird das optische Signal (dunkle Striche und weiße Zwischenräume) mittels einer Photozelle in ein elektrisches umgewandelt, das sich dann weiterverarbeiten lässt.

Barcodes haben aber den gravierenden Nachteil einer sehr geringen Speicherkapazität sowie einer fehlenden Umprogrammierbarkeit. Außerdem brauchen sie immer Sichtkontakt zum Lesegerät: Der Skifahrer muss also weiterhin mit klammen Fingern sein Ticket hervorkramen, um wieder nach oben gondeln zu können.

RFID-Systeme

Auch die Chipkarte mit Kontaktfeld, die einen Siliziumchip als Speicher enthält und z.B. als EC-Karte weit verbreitet ist, hilft nicht weiter, da sie immer noch den mechanischen Kontakt zum Lesegerät braucht. Am flexibelsten in der Praxis (nicht nur für den Skifahrer) ist eine kontaktlose Datenübertragung zwischen Chip und Lesegerät. Solche Verfahren werden entsprechend ihrer Arbeitsweise als RFID-Systeme (Radio Frequency Identification) bezeichnet.

Der RFID-Markt wächst zurzeit immens. Allein für Funketiketten (RF-Tags) als Nachfolger der Barcodes erwartet das Bundesministerium für Bildung und Forschung bis 2010 einen weltweiten Umsatzanstieg von 1,3 auf rund 50 Milliarden US-Dollar. Die Einsatzmöglichkeiten der RFID-Systeme reichen von Bibliotheken über Paketdienste und sonstiger Warenlogistik bis zu Zugangskontrollen, dem öffentlichen Nahverkehr und automatischen Buchungssystemen. Mehrere Speicherebenen des Chips erlauben kombinierte Anwendungen auf dem selben Ticket, also beispielsweise die Liftkarte kombiniert mit dem Hotelzugang und einer Bezahlfunktion. Die österreichische Firma Skidata bietet diesen Winter für 30 Skigebiete ein Online-Buchungssystem an – der Skifahrer kann sich damit am heimischen PC seinen individuellen Skipass zusammensetzen, der an jedem Lift aufgrund der eindeutigen Nummern seines RFID-Tickets erkannt wird¹⁾.

Herzstück eines RFID-Datenträgers ist ein mobiler *Transponder* (Kunstwort aus *transmitter* und *responder*, Sender und Antwortgeber), der sowohl senden als auch empfangen kann. Die meisten Transponder in der Praxis sind passive Einheiten ohne eigene Stromversorgung, beispielweise auch das Skiticket für den Liftzugang. Die nötige Energie ziehen sie aus einem hochfrequenten Magnetfeld, das von einem kombinierten Lese- und Schreibgerät erzeugt wird. Die benutzten Frequenzen stammen aus dem international für technische, wissenschaftliche und medizinische Anwendung frei gegebenen ISM-Bändern; typisch für die Chipkarten sind 13,56 MHz oder 135 kHz. In die Chipkarten sind Windungen eingelassen (etwa 5 bei 13,56 MHz, einige 100 bei 135 kHz), in denen das hochfrequente Magnetfeld des Lesegerätes eine Spannung induziert, die gleichgerichtet wird und somit die Spannungsversorgung der Karte, quasi als Batterieersatz, sicherstellt. Solange der Skifahrer auf der Piste unterwegs ist, trägt er nur ein Stück Plastik mit einem Chip bei sich – zum „Leben“ erweckt wird es erst in unmittelbarer Nähe des Lesegerätes.

Damit die Energieübertragung besonders effektiv ist, wird in den Stromkreis auf der Karte ein zusätzlicher Kondensator eingebaut, sodass ein Parallelschwingkreis entsteht, der auf die Sendefrequenz abgestimmt wird und durch Resonanzüberhöhung dem Magnetfeld

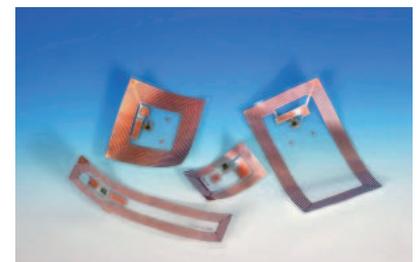


Abb. 2: Das Innenleben einer RFID-Karte (Quelle: Texas Instruments)

zusätzliche Energie entzieht. Die Kopplung zwischen der Spule im Lesegerät und der Spule im Transponder ist rein induktiv, spielt sich also im Nahfeld der Antenne ab. Damit das System überhaupt funktioniert, muss die Entfernung zwischen Sender und Transponder deutlich kleiner sein als die Wellenlänge der Sendefrequenz (bei 13,56 MHz beträgt diese 22,1 m).

Natürlich gibt es RFID-Systeme, die tatsächlich mit Funk, also elektromagnetischen Wellen im Fernfeld, arbeiten, aber die zugehörigen Transponder brauchen dann ihre eigene Energieversorgung.

Zum Aufspielen der Daten auf die Karte werden die Informationen im einfachsten Fall mittels so genannter Amplitudentastung (ASK, amplitude shift keying) übertragen, bei der das hochfrequente Magnetfeld ein- und ausgeschaltet wird.

Der umgekehrte Weg von der Karte zum Lesegerät basiert auf der Transformatorkopplung zwischen der Kartenspule und der Leseantenne: Ändert sich der Strom auf der Karte (in der Sekundärspule), ändert sich dieser auch im Lesegerät (also in der Primärspule). Die Stromänderung auf der Kartenseite

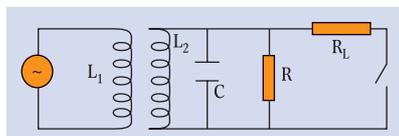


Abb. 3: Vereinfachtes Ersatzschaltbild des Systems Leseantenne-Chipkarte: Leseantenne L_1 und Chipkartenspule L_2 sind induktiv gekoppelt; durch das Ein- und Ausschalten des Lastwiderstands R_L werden Daten an das Lesegerät gesendet.

wird durch so genannte Lastmodulation erreicht, d. h. durch das An- und Ausschalten eines zusätzlichen Lastwiderstands, was über ein Kommunikationsprotokoll gesteuert wird. Im einfachsten Fall findet die Lastmodulation für einen bestimmten Schwingungszyklus abwechselnd statt bzw. nicht statt. Das verringert zwar die Datenübertragungsrate (typisch sind 26 kbit/s,

ein Lesevorgang dauert etwa 200–300 Millisekunden), erhöht aber die Übertragungssicherheit.

Der Begriff Lastmodulation täuscht ein wenig, weil durch die Modifikation des eingestrahlten Magnetfelds lediglich der Träger für die Datenübermittlung vom Chip zum Lesegerät geschaffen wird, nicht aber die Kodierung der Daten. Die einzelnen Bits lassen sich etwa dadurch kodieren, dass der Zeitpunkt für das Schalten des zusätzlichen Lastwiderstandes leicht verschoben wird, was einer Phasenmodulation entspricht.

Um im 13,56-MHz-Band mehr Störsicherheit in bestimmten Umgebungen zu erreichen, verwendet man häufig einen Hilfsträger abseits der Grundfrequenz. Wird beispielsweise durch den Lastwiderstand nur jede 16. Schwingung gedämpft, entstehen ein Hilfsträger bei 847 kHz und dadurch an der Leseantenne zwei Modulationsseitenbänder mit jeweils 847 kHz Abstand zur Sendefrequenz, von denen eines durch entsprechende Abstimmung im Empfänger des Lesegerätes zur Datenübertragung genutzt wird; das starke Sendesignal wird dann unterdrückt. Die Aufprägung der Daten auf diesen Hilfsträger kann durch Amplituden-, Frequenz- oder Phasenmodulation erfolgen.

Mit Polymerelektronik zum Massenmarkt

Um tatsächlich Massenmärkte mit RFID-Systemen aufrüsten zu können, arbeiten eine Reihe von Technologiekonzernen an preiswerten und noch flexibleren Alternativen zur Siliziumtechnik. Dabei ist gar nicht mal der Chippreis der

Hemmschuh, sondern die aufwändige Halbleiterfertigung im Reinraum sowie der hybride Aufbau des RF-Tags aus IC und Plastik. Ziel der Bemühungen ist ein Produkt, das irgendwann so gut wie nichts mehr kosten soll: der Wegwerfchip aus Plastik. Deren physikalische Grundlage, die Polymerelektronik, also die Ausnutzung der Leitfähigkeit bestimmter Kunststoffverbindungen, wurde in den letzten Jahren eingehend erforscht.

Elektronische Bauteile aus Kunststoffen sind zwar viel langsamer als Siliziumchips, der große Vorteil der Polymere besteht aber darin, dass sie sich gut in Lösung bringen lassen und die entsprechenden Schaltungen einfach gedruckt werden können. Das fertige Produkt ist zwar kein Leistungswunder, aber reicht voll aus für den Einsatz als Verpackungen, Etiketten und Tickets.

Den IPC (Integrated Polymer Circuit) von der Druckrolle gibt es zwar noch nicht, einer Siemens-Forschungsgruppe um den Erlanger Wolfgang Clemens gelang aber kürzlich die Herstellung eines Schaltkreises aus löslichen Polymeren mit einer stabilen Taktfrequenz von 106 kHz, allerdings noch produziert mit Spincoating und lithographischer Strukturierung und nicht mittels Drucktechnik.

Bis also das Preisschild einer neuen Jacke gleichermaßen als Etikett und Skipass einsetzbar ist, wird es wohl noch etwas dauern.

ULRICH KILIAN