

■ Von Start bis Ziel erfasst

Bei sportlichen Massenveranstaltungen wie Volksläufen erfolgt die Zeitnahme mit Hilfe von Transpondern.

Der Freizeitsport hat in den vergangenen Jahrzehnten einen gewaltigen Aufschwung erlebt. Laut dem Deutschen Leichtathletik-Verband nehmen an Volksläufen – also Laufsportveranstaltungen für Breitensportler – allein in Deutschland jährlich mehr als zwei Millionen Menschen teil. Andere sportliche Großveranstaltungen sind Radrennen oder kombinierte Wettkämpfe wie Biathlons und Triathlons. Um die Zeiten der Teilnehmer zu messen, kamen früher Stoppuhr oder Videokamera zum Einsatz. Heute beruht die Zeitmessung auf Transpondern – kleinen Sende-Empfangs-Einheiten, deren Arbeitsfrequenzen im Radiobereich liegen. Jeder Sportler trägt einen solchen Transponder und wird dadurch in Start und Ziel identifizierbar. Eine nachgeschaltete Auswerterroutine leitet aus dieser Kennung und den erfassten Zeitpunkten die Wettkampfzeit ab. Einige Systeme können die Ergebnisse sogar in aufbereiteter Form direkt an Dritte liefern, beispielsweise an Sportverbände.

Die Transponder arbeiten wie RFID-Tags (Radio Frequency Identification), die aus der Warenlogistik nicht mehr wegzudenken sind, weil sie es erlauben, Güter schnell zu erfassen. Jeder Tag besitzt eine eindeutige, auslesbare Kennung. Die Identifikation eines Sportlers erfolgt berührungslos: Ein Lesegerät gibt dazu über seine



Zeiterfassung mit Stoppuhr ist passé: Heute kommen bei Volksläufen RFID-

Transponder zum Einsatz, deren Technologie in der Warenlogistik verbreitet ist.

Antenne Energie ab. Nähert sich ein Transponder dem Gerät, stört er das Feld der Antenne, sodass das Lesegerät die eindeutige Kennung des Tag auslesen kann. Die Antennen befinden sich meist in großen Mattenflächen, welche die Sportler im Wettkampf überqueren. Sowohl bei den Transpondern, welche die Sportler tragen, als auch bei den Zeiterfassungssystemen gibt es inzwischen eine große Vielfalt an Produkten und Technologien.

Im Breitensport sind passive Transponder gängig. Sie bestehen im Kern aus einem Schwingkreis, dessen Frequenz zur Sendefrequenz des Lesegeräts passt. Meist arbeiten Transponder für Volksläufe bei Frequenzen um 134 kHz (LF-Band) oder um 868 MHz (UHF-Band). Passive RFID-Tags besitzen keine eigene Stromversorgung, sondern beziehen ihre Energie aus dem elektromagnetischen Feld des Lesegeräts. Nähert sich ein Transponder dem Lesegerät, schwingt er in Resonanz mit. Der Tag entzieht dadurch dem Feld Energie, mit der er dann seine Kennung überträgt. Bei einer Frequenz von 134 kHz sind die Wellenlängen mehr als 2,2 km lang. Deshalb bewegt sich der Sportler mit einem solchen Tag bei der Erfassung im Nahfeld des Lesegeräts, sodass die Kopplung zwischen Transponder und Antenne induktiv

erfolgt. Die induzierte Spannung wird im RFID-Tag gleichgerichtet. Dies stellt die Energieversorgung des Transponders sicher. Bei 868 MHz und einer Wellenlänge von etwa 35 cm erfolgt dagegen die Kopplung über die elektromagnetischen Wellen, welche die Antenne des Lesegeräts abstrahlt.

Sportler können die beiden passiven Transponder-Technologien auf den ersten Blick nicht unterscheiden. Immerhin kann die Stelle, an der sie den Tag anbringen müssen, etwas weiterhelfen: UHF-Transponder sind meist in die Startnummern integriert, die am Oberkörper angebracht sind, oder dürfen am Handgelenk getragen werden; LF-Transponder müssen sich an Fußgelenk oder Schuh befinden, weil die Lesereichweite neben anderen Faktoren von der Feldstärke abhängt (Abb. 1). Die LF-Kopplung erfolgt im Nahfeld, wo die Feldstärke sehr rasch mit der dritten Potenz der Entfernung sinkt. Im Fernfeld, das der UHF-Transponder (Abb. 2) nutzt, fällt die Feldstärke dagegen nur proportional zur Entfernung ab. Deshalb erreichen LF-Tags eine zuverlässige Kopplung nur bei geringeren Abständen als UHF-Tags.

Der Transponder überträgt die Kennung des Sportlers an das Lesegerät, sobald er mit Energie



Abb. 1 In Deutschland sind LF-Transponder weit verbreitet, die am Schnürsenkel befestigt werden. Der Transponder befindet sich in der Mittelachse in einem Glasröhrchen, sodass er gut vor Witterungseinflüssen geschützt ist.

versorgt ist. Für LF-Transponder geschieht dies per Modulation, d. h. die Gegeninduktivität des Transponders verändert sich. Das Lesegerät demoduliert diese Spannungsschwankungen und verarbeitet die empfangene Kennung in Verbindung mit der erfassten Zeitmarke weiter. Bei UHF-Transpondern, bei denen die Kopplung mittels elektromagnetischer Wellen erfolgt, funktioniert das Prinzip ähnlich. Allerdings verursacht nun nicht mehr die variierende Gegeninduktivität des RFID-Tags die Spannungsschwankungen, die das Lesegerät detektiert, sondern der variierende Rückstrahlquerschnitt – also wie wirksam der Transponder die elektromagnetischen Wellen reflektiert.

Eindeutig identifiziert

Unabhängig vom Transponder erhält das Lesegerät in der Theorie Start- und Zielzeiten für jede Sportler-Kennung, aus denen sich die Laufzeit ergibt. Im realen Wettkampf muss das Lesegerät jedoch häufig viele Transponder-Kennungen gleichzeitig erfassen. Zum Beispiel drängen sich beim Start sehr viele Sportler auf engem Raum, sodass sie auch das Lesegerät im Pulk passieren. Wenn das Lesegerät permanent Signale aussendet, kann es in dieser Situation

viele Tags nicht separat erfassen. Deswegen arbeitet die Antenne des Lesegeräts im Pulsbetrieb. Um möglichst viele Transponder zu erfassen, ist ein Algorithmus notwendig, der an die konkrete Situation angepasst ist. Wichtige Einflussfaktoren sind die Dimensionen der Start- und Zieleinlaufflächen, die Zahl der verwendeten Lesegeräte und die Geschwindigkeit der Sportler. Die Veranstalter wollen natürlich sicher sein, dass jeder Transponder von mindestens einem der beteiligten Lesegeräte erfasst wird – aber die Erkennungsrate ist geringer als 100 Prozent. Durch die doppelte Auslegung der Zeiterfassungssysteme jedoch lassen sich die Erkennungsrate, abhängig von der verwendeten Transponder-Technologie, auf 99,5 bis 99,97 Prozent steigern. Will man eine noch höhere Zuverlässigkeit, wird der Zieleinlauf zudem parallel mit einem zweiten Verfahren überwacht, beispielsweise mit einem kamerabasierten System. Die Nichterkennungsrate geht dadurch faktisch auf null zurück.

Bei kleineren Teilnehmerfeldern, wie sie im Leistungssport üblich sind, erhalten die Sportler daher aktive RFID-Tags. Diese Transponder verfügen über eine eigene Energiequelle in Form einer Knopfzelle. Dadurch erfassen die Lesegeräte



Abb. 2 UHF-Transponder lassen sich bequem auf die Startnummer kleben. Sie sind in hohen Stückzahlen günstig herzustellen und gelten im Gegensatz zu LF-Transpondern als Wegwerfprodukt.

neben dem reinen Zieldurchlauf auch die Veränderung der Feldstärke aufgrund der Geschwindigkeit der Sportler und nutzen diese zur exakten Zeitmessung und Identifikation. Die Erkennungsrate dieser Systeme liegt quasi bei 100 Prozent. Allerdings kosten aktive Transponder fast eine Größenordnung mehr als passive LF-Transponder und kommen daher für den Breiten-sport nicht infrage.

*

Ich danke Harald Mika von der mika:timing GmbH, Bergisch-Gladbach, für hilfreiche Erläuterungen.

Michael Vogel