



Prof. Dr.-Ing. habil.  
Rolf Jansen



Dipl.-Inform.  
Sebastian Entian

# Multisensorische RFID-Transponder

## Aus Smart wird Smarter – RFID-Transponder mit Sinn und Verstand

**Dient ein Kennzeichnungssystem nur zur reinen Objektidentifikation, um beispielsweise eine Rückverfolgbarkeit von Waren in Transportprozessen zu erreichen, so müssen sich RFID-Systeme grundsätzlich gegen optische Verfahren wie Barcodes oder 2D-Codes behaupten. Anders sieht es bei Anwendungen aus, in denen über die reine Identifikation hinaus der Zustand des gekennzeichneten Objekts zu prüfen ist, wozu kein optisches Kennzeichnungsverfahren in Frage kommt. Ein besonders vielversprechendes Beispiel hierfür ist die qualitative Transportüberwachung. Gelänge es, Identifikation und Zustandsüberwachung in einem Transponder zu vereinen und lägen die Kosten hierfür in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen, so wäre eine vollständig transparente Distributionskette realisierbar. Immer leistungsfähigere RFID-Transponder und kleinere sowie sparsamere Sensoren lassen dieses Ziel nun in greifbare Nähe kommen.**

Das Thema Zustandsüberwachung wird in der Distributionslogistik bislang nur sehr sträflich behandelt. Systeme, die eine lückenlose Überwachung ermöglichen, sind die Ausnahme. Eine Transportüberwachung wird derzeit zumeist nur in der Tiefkühl- und Kühllogistik umgesetzt, indem fest installierte Temperaturmessfühler zur Überwachung des gesamten Laderaums zum Einsatz kommen. [1] Soll hier für den Transport einer tiefgekühlten Ladeeinheit der Temperaturverlauf nachvollzogen werden, muss von der Ladeeinheit auf die aufgezeichnete Laderaumtemperatur geschlossen werden können.

Zu diesem Zweck muss jede Ladeeinheit anhand eines optischen oder radiofrequenten Identifikationselementes zunächst einem Transportprozess eindeutig zugeordnet werden, dessen Temperatur kontinuierlich durch fest installierte Messfühler eines fahrzeugseitigen Telematiksystems überwacht wird. Sowohl die Identifikations- als auch die Temperaturdaten müssen in einem zentralen Datenspeicher abgelegt werden, der wiederum allen Prozessbeteiligten offen steht. Ist nach dem Transport für eine Ladeeinheit der Temperaturverlauf zu prüfen, kann mit Hilfe des Identifikationselements der Ladeeinheit der zentrale Datenspeicher nach den richtigen Temperaturdaten durchsucht werden. Ein solches System stellt hohe Anforderungen an alle beteiligten Prozesspartner. Neben der aufwendigen Infrastruktur, die über mehrere Unternehmen hinweg aufgebaut werden muss, führen Fehler bei einem der Beteiligten schnell zu einem Totalausfall des gesamten Systems. Funktionierte bspw. das Telematiksystem an

Bord des LKW nicht einwandfrei, kann für die transportierte Ladeeinheit auch keine Überprüfung der Transportbedingungen erfolgen. Und selbst bei einem ordnungsgemäßen Systembetrieb ist in der Regel nur eine partielle Überwachung der gesamten Transportkette möglich.

Da gewöhnlich aus Kostengründen nicht in der Nähe jeder Ladeeinheit Temperaturmessfühler vorhanden sind und zusätzlich eine genaue Zuordnung der Ladeeinheit zum nächsten Messfühler praktisch unmöglich ist, kann die reale Umgebungstemperatur der Ladeeinheit nur annähernd bestimmt werden. Dieses ist problematisch, da die Temperaturdifferenzen zwischen unterschiedlichen Positionen auf der Ladefläche – bspw. beim Be- oder Entladen – erheblich sein können. Weiterhin wird insbesondere beim Umschlag sowie bei einer möglichen Zwischenlagerung die Überwachung der Ladeeinheiten nicht durch die ortsgebundenen Messgeräte auf der Ladefläche übernommen. Steht eine kühlpflichtige Ladeeinheit nach der Entladung längere Zeit in einem ungekühlten Bereich, so lässt sich dies als Ursache für eine mögliche Beschädigung der Ware später nicht mehr nachvollziehen.

Um Informationen über die gesamte Distributionskette erhalten zu können, setzen einige Hersteller auf den Einsatz von mobilen Datenloggern, die sporadisch einzelnen Ladeeinheiten bei der Ladeeinheitenbildung beigefügt werden. Hiermit lassen sich jedoch nur systematische Fehler aufdecken. Außerdem ist das Auslesen der Daten mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden, da die Datenlogger zunächst manuell von der Ladeeinheit entfernt werden müssen, um anschließend an einem Leseplatz kabelgebunden ausgelesen werden zu können. Individuelle Missachtungen der Verlade- oder Transportvorschriften sind auf diese Weise nur zufällig zu erkennen, so dass wiederum die Verursacher für etwaige Transportschäden kaum zu ermitteln sind. Die mit den Schäden verbundenen Kosten sowie der einhergehende Imageverlust werden ausschließlich dem Hersteller angelastet.

Nur eine kontinuierliche und regelmäßige Überwachung der einzelnen Ladeeinheiten vom Produzenten bis hin zum Händler ermöglicht, neben systematischen Fehlern zusätzlich individuelle Fehler aufzudecken. Darüberhinaus kann so auch schleichen Verschlechterungen der Transportbedingungen, die sich im Verlaufe wiederkehrender Transportprozesse entwickeln, frühzeitig begegnet werden, bevor kritische Grenzwerte überschritten werden und die Ware verdorben ist. Erfolgt die Überwachung mit Hilfe von multisensorischen RFID-Transpondern, so lässt sich das Auslesen der Überwachungsdaten an

allen Punkten der Transportkette automatisiert und ohne Einfluss auf die Ladeeinheit durchführen. Somit können alle Prozessbeteiligten prüfen, ob die Transportbedingungen bislang eingehalten wurden.

RFID-Transponder mit Temperaturerfassung – wie sie für die Kühl- oder Tiefkühllogistik interessant sind – sind bereits seit einigen Jahren erhältlich und werden mittlerweile auch in praktischen Anwendungen eingesetzt [2]. Das IDH konnte schon 2005 als Grundlage für spätere kommerzielle Umsetzungen im Rahmen des Forschungsprojektes „Trakü“ [3] die technische Machbarkeit sowie den wirtschaftlichen Nutzen einer lückenlosen Temperaturüberwachung für Kühl- und Tiefkühltransporte mit Hilfe sensorgestützter RFID-Transponder nachweisen. Betrachtet wurden damals aktive Transponder mit 868 MHz und semiaktive Transponder mit 13,56 MHz Übertragungsfrequenz. Aufgrund der fortschreitenden Entwicklungen im Bereich der Sensorik sowie der RFID-Technik wird es in den nächsten Jahren möglich sein, weit mehr als die Umgebungstemperatur der Transponder zu bestimmen. Schon jetzt beschäftigen sich verschiedene Technologieanbieter mit der Integration von Luftfeuchte- oder auch Beschleunigungssensoren auf RFID-Transpondern.

Interessante Entwicklungen gibt es insbesondere im Bereich semiaktiver UHF-Transponder, die eine hohe Lesereichweite bei gleichzeitig langer Lebenserwartung der Energiezelle versprechen. Durch den Einsatz der MEMS-Technologie bei der Sensorintegration werden neben einer noch effizienteren Energienutzung auch kleinere Bauformen und geringere Produktionskosten realisiert werden können. So vielseitig und vielversprechend die neuen Entwicklungen sind, so unübersichtlich wird hierbei die Marktlandschaft in Zukunft sein. Es gibt schon jetzt Unternehmen, die mit neuen RFID-Chip-Generationen – ausgestattet mit integrierter Sensorik bzw. offenen Sensorschnittstellen – auf dem Markt vertreten sind oder kurz vor der Markteinführung stehen.

Als Beispiel ist in der Abbildung der UHF-Sensor-Transponderchip PE3001 von Productivity Engineering zu sehen, der auf einer Demonstrationsplatine appliziert ist. Der Chip verfügt bereits über einen integrierten Temperatursensor und kann über SPI darüber hinaus mit weiteren Sensoren ausgestattet werden. Auf der Grundlage solcher und ähnlicher Transponderchips werden in Zukunft Transponderhersteller neue Produkte mit verschiedenen Sensoren in angepassten Gehäusen für die unterschiedlichsten Anwendungen entwickeln.

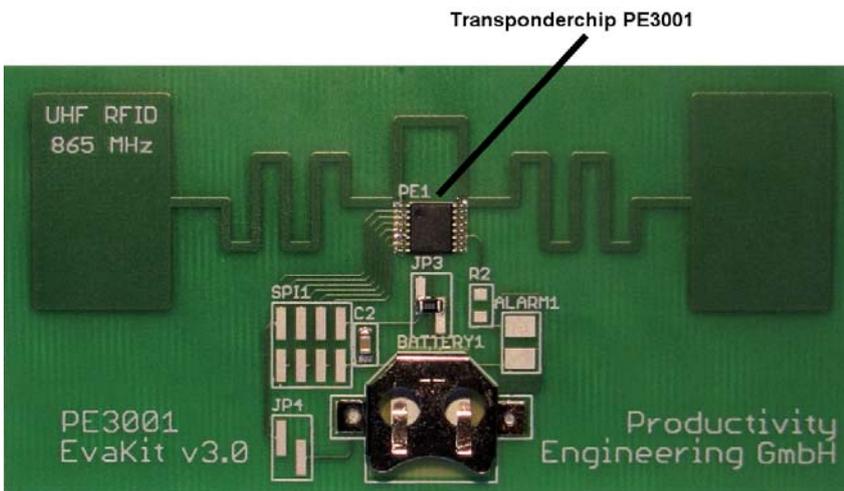


Abbildung: Demoplatine mit UHF-Sensortransponderchip PE3001  
(Quelle: Productivity Engineering GmbH)

Innerhalb des Forschungsprojektes „Multisensorischer Transponder“ [4], welches das IDH im Jahr 2009 abgeschlossen hat, wurden unterschiedliche Anwendungen und Entwicklungsansätze für sensorische RFID-Transponder untersucht. Hierbei konnten eine Reihe wichtiger Erkenntnisse gewonnen werden, die für die zukünftige Einführung der neuen Technologie in verschiedenen Anwendungsszenarien von entscheidender Bedeutung sein werden. Einen wesentlichen Anteil wird zweifelsohne die Standardisierung einnehmen, die sich von den Sensoren über das RFID-Frontend bis hin in die Middleware und die Anwendungsebene erstrecken muss. Nur so lässt sich garantieren, dass die Investitionen von heute nicht schon morgen ihren Wert verloren haben. Es ist bereits zum heutigen Zeitpunkt absehbar, dass es auch in Zukunft keinen universellen multisensorischen Transponder geben wird, der allen Anwendungen gerecht wird. Zu unterschiedlich sind die Anwendungsfelder und deren Anforderungen an die Komponenten des Transponders. Ziel sollte es daher sein, eine Entwicklungsplattform zu schaffen, auf der sich möglichst kostengünstig neue Transponder für die unterschiedlichsten Anwendungen aufbauen lassen.

Die im Vergleich zu reinen Identifikations-transpondern verhältnismäßig hohen Kosten werden oft als Argument gegen die Nutzung sensorischer Transponder angeführt. Aufgrund der weitaus vielseitigeren Informationsgewinnung durch sensorische Transponder sind diese jedoch einer gesonderten Wirtschaftlichkeitsanalyse zu unterziehen. Die Analyse kann mitunter sehr aufwendig sein und ist für viele Anwender häufig nicht ohne externe Unterstützung durchzuführen. Kommt beispiels-

weise eine Einwegkennzeichnung für eine Anwendung aus Kostengründen nicht in Frage, so sollte der komplette Prozess darauf hin untersucht werden, ob nicht ein Mehrwegsystem etabliert werden kann. Im Rahmen dieser Fragestellung kann u. A. geprüft werden, ob bisherige Einwegladungsträger durch Mehrwegladungsträger ersetzt werden, die dauerhaft mit multisensorischen Transpondern ausgestattet werden. Auf diese Weise lässt sich ggf. eine Amortisierung der Investitionskosten schon nach kurzer Zeit erreichen.

Auf Basis der langjährigen Erfahrungen, die das IDH im Bereich RFID und Sensorik neben dem klassischen Themenschwerpunkt Verpackungslogistik bereits gesammelt hat, ist es ein zuverlässiger Ansprechpartner bei der zukunftssicheren Einführung multisensorischer RFID-Systeme sowohl für Technologieanbieter als auch -anwender. Das IDH arbeitet darüber hinaus innerhalb aktueller und geplanter Forschungsprojekte daran, die Technologie weiter voranzutreiben sowie diese in weiteren Anwendungsfeldern bekannt zu machen. Interessierte Anwender sind daher eingeladen, ihre Problemstellungen, in denen eine Überwachung von Umgebungsgrößen angezeigt ist, an das Institut heranzutragen, um gemeinsam eine technische Realisierung auf Basis von multisensorischen Transpondern zu erörtern.

[1] Irrgang, R.: Temperaturgeführte Transporte, URL: <http://www.mm-logistik.vogel.de/distributionslogistik/articles/194225/>, abgerufen am 14.12.2009

[2] N. N.: Fühlbare Innovation – Smart Sensor Temperature, DHL Solutions & Innovations, URL: <http://dsi.dhl-innovation.com/produkte/smartsensor/index>, abgerufen am 24.09.2010

[3] Gras, D.: Abschlussbericht: Entwicklung eines Integrationskonzepts zur transponderbasierten Überwachung der Kühlkette bei der Distribution von Lebensmitteln und medizinischen Produkten (AiF Projekt 124 ZN 1), Fachgebiet Logistik der TU Dortmund, Dortmund, 2007.

[4] Entian, S.: Abschlussbericht: Entwicklung eines multisensorischen Transponders zur Überwachung und Steuerung von logistischen Prozessen (AiF-Nr. 15606N), Institut für Distributions- und Handelslogistik des VVL e. V., Dortmund, 2009.

**Autoren:**

**Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Jansen**  
Institutsleiter, Institut für Distributions- und Handelslogistik des VVL e. V.

**Dipl.-Inform. Sebastian Entian**

Projektleiter, Institut für Distributions- und Handelslogistik des VVL e. V.  
Telefon: 0049/231/56 07 79-85  
E-Mail: [s.entian@idh.vvl-ev.de](mailto:s.entian@idh.vvl-ev.de)

**Kontakt:**

**IDH des VVL e. V.**

D-44319 Dortmund  
Giselherstr. 34  
Telefon: 0049/231/56 07 79-80  
Telefax: 0049/231/56 07 79-88  
E-Mail: [info@idh.vvl-ev.de](mailto:info@idh.vvl-ev.de)  
Internet: [www.vvl-ev.de](http://www.vvl-ev.de), [www.logidlab.de](http://www.logidlab.de)