

Susanne Theis, Steffen Pache, Steffen Zietzschmann und Heinz Bernhardt

Neue elektronische Tierkennzeichnung mit SAW-basiertem RFID-System im 2,4 GHz ISM-Band

Gegenwärtig genutzte RFID-Systeme zur elektronischen Kennzeichnung von Nutztieren arbeiten meist im Niederfrequenzbereich (Low-Frequency, LF, 134,2 kHz). Für eine sichere Erkennung hat diese Technik ihre Einsatzgrenzen bei der Lesereichweite (bis zu 1 m) und bei Objekten, die sich schnell mit mehr als 3 m/s bewegen. Das zur elektronischen Tierkennzeichnung neu entwickelte SAW-basierte RFID-System im lizenzfreien 2,4 GHz ISM-Band kann diese Einsatzgrenzen überwinden. Die Praxistauglichkeit der entwickelten Hard- und Software wird in Feldversuchen an Milchkühen untersucht. Erste Ergebnisse bestätigen das Potenzial für die Anwendung in der Nutztierhaltung.

Schlüsselwörter

Elektronische Tierkennzeichnung, SAW-Technologie, Erkennungsrate

Keywords

Electronic animal identification, SAW-technology, identification rate

Abstract

Theis, Susanne; Pache, Steffen; Zietzschmann, Steffen and Bernhardt, Heinz

New electronic animal identification with a SAW-based RFID system using the ISM-Band 2.4 GHz

Landtechnik 65 (2010), no. 4, pp. 248-251, 3 figures, 13 references

Currently used RFID-systems for electronic identification in livestock husbandry are usually based on a low frequency range (LF, 134.2 kHz). This technology has its limitations with regards to a reliable identification, namely in a maximum range of 1 m and in a maximum speed for moving objects of 3 m/s. The newly developed SAW-based RFID system at a licence free radio frequency of 2.4 GHz for electronic animal identification overcomes these limi-

tations. The suitability and practicability of the newly developed SAW technique devices are currently being tested in field tests with dairy cows. Initial results have confirmed the potential for application in livestock husbandry.

Die elektronische Tierkennzeichnung ist eine Schlüsseltechnologie im Precision Livestock Farming und wird zur Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen genutzt. Zur elektronischen Kennzeichnung von Nutztieren werden gegenwärtig überwiegend Radiofrequenz-Identifikationssysteme (RFID-Systeme) im Niederfrequenzbereich (Low-Frequency, LF, 134,2 kHz) eingesetzt [1; 2]. LF-Transponder sind passive, induktiv gekoppelte Transponder mit integriertem Schaltkreis und Antennenspule. Das technische Konzept und die Codestruktur der LF-Transponder sind in den internationalen ISO Standards 11784 und 11785 [2; 3; 4] definiert. Seit 2010 werden in der Europäischen Union Schafe und Ziegen ab dem vollendeten ersten Lebensjahr mit einer visuellen Ohrmarke und zusätzlich mit einem LF-Transponder gekennzeichnet. Der Transponder muss den gleichen tierindividuellen, 15-stelligen Code wie die visuelle Ohrmarke beinhalten [5; 6; 7]. Rinder müssen obligatorisch mit zwei visuellen Ohrmarken gekennzeichnet werden, wobei das Zweitkennzeichen eine elektronische Ohrmarke sein kann [7; 8; 9] (**Abbildung 1**).

Bereits seit Juli 2009 ist die Kennzeichnung von Equiden mit einem injizierbaren LF-Transponder vorgeschrieben [10].

Bei der Identifizierung mithilfe eines LF-Lesegerätes sollten die Tiere vereinzelt und das Lesegerät tiernah platziert werden. Bei stationären Lesegeräten werden Lesereichweiten von bis zu

Abb. 1



Offizielle Kennzeichnung eines Kalbes mit visueller Ohrmarke und einem LF-Transponder nach [7; 8; 9]. Fotos: Theis
 Fig. 1: Official animal identification of a calf with a visual ear tag and a LF ear transponder [7; 8; 9]

1 m erreicht [1]. Die Lesereichweiten von mobilen Handlesegeräten liegen im Bereich von ca. 12-40 cm [5]. Es gibt jedoch Situationen, in denen die Nähe des Tieres zur Ausleselektronik nicht gewährleistet werden kann bzw. soll. Auch die Vereinzelung der Tiere zur Schaffung besserer Lesebedingungen kann nicht immer realisiert werden. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn Mutterkühe auf der Weide mit einem passiven Transponder einzeln elektronisch erkannt werden sollen. Die Herausforderung besteht darin, dass sich die Tiere bewegen und ihre Entfernung vom Lesegerät größer ist als ihre Fluchtdistanz. Um auch in solchen Situationen eine sichere Erkennung der Trans-

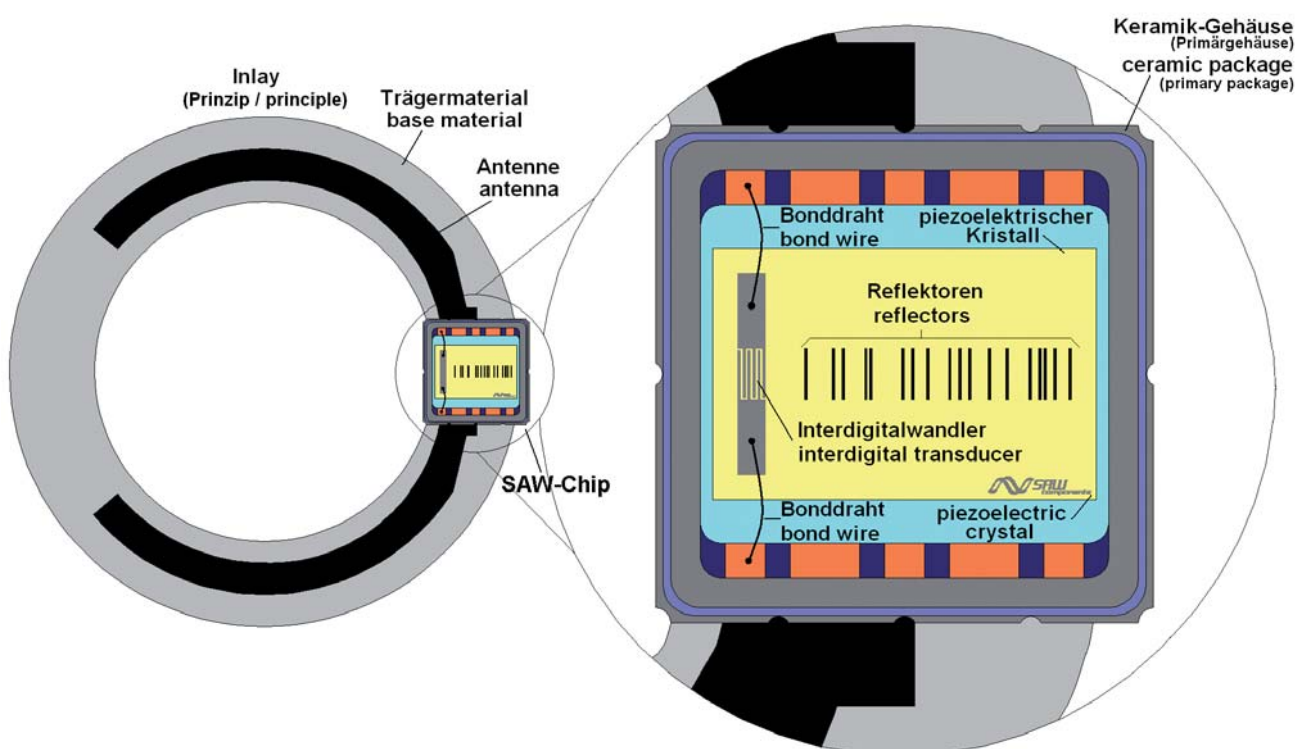
ponder am Tier zu erreichen, wird untersucht, inwiefern sich die SAW-Technologie (Surface Acoustic Wave) im lizenzfreien ISM-Frequenzband (Industrial, Scientific and Medical Band) von 2,4 GHz zur sichereren Erkennung eignet.

Die SAW-Technologie unterscheidet sich in Aufbau und Funktionsprinzip grundsätzlich von LF-Systemen. Trotz passiver Arbeitsweise der SAW-Transponder wird bei Industrieanwendungen eine sichere Erkennung von sich bewegenden Objekten bei Lesereichweiten von bis zu 10 m erzielt. Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Erprobung eines SAW-basierten RFID-Systems zur elektronischen Tierkennzeichnung.

Aufbau von SAW-Transpondern

Der SAW-Transponder besteht aus einem Chip in einem Primärgehäuse, einer Antenne (beide ergeben zusammen das Transponder-Inlay, **Abbildung 2**) sowie einem Sekundärgehäuse. Die Grundstruktur des Chips besteht aus einem piezoelektrischen Substrat. Im Herstellungsprozess werden darauf ein Interdigitalwandler sowie Reflektoren zur Hardwarecodierung aufgebracht. Über Bonddrähte werden die Verbindungen zwischen dem Chip und den Kontakten des Primärgehäuses hergestellt. Auf ein Trägermaterial wird die Transponder-Antenne aufgebracht, die mit dem Primärgehäuse verbunden ist. Als Sekundärgehäuse können beispielsweise ein Ohrmarkengehäuse aus Kunststoff oder andere Formen und Materialien dienen.

Abb. 2



Schematische Darstellung des Inlays eines SAW-Transponders. Quelle: SAW COMPONENTS Dresden GmbH
 Fig. 2: SAW transponder inlay – schematic

Funktionsweise von SAW-Transpondern

Der SAW-Transponder funktioniert nach dem Prinzip einer reflektiven Verzögerungsleitung. Ein hochfrequenter Abfrageimpuls (Burst) wird über die Transponder-Antenne eingekoppelt und im Chip mittels inversem piezoelektrischem Effekt über den Interdigitalwandler (IDT) in eine akustische Oberflächenwelle umgewandelt. Durch hardwarecodierte Reflektoren erfolgt eine zeitlich selektive Reflexion, die nach dem umgekehrten Wirkprinzip (Piezoelektrischer Effekt) ein codiertes Hochfrequenz-Signal an das Lesegerät zurückgibt. Dieser Code ermöglicht eine ein-eindeutige Zuordnung zu den Standards der elektronischen Tierkennzeichnung [5; 7; 9].

Entwicklung neuer Systemkomponenten

SAW-Ohrmarken: Die Konstruktion der im Rahmen des Projektes entwickelten und getesteten SAW-Ohrmarken erfolgte in Anlehnung an ein konventionelles Ohrmarkengehäuse einer LF-Rund-Ohrmarke. Für den Anwender ist äußerlich kein Unterschied zwischen LF-Rund-Ohrmarke und SAW-Ohrmarke erkennbar (**Abbildung 1** und **Abbildung 3**).

Die Applikation der SAW-Ohrmarken am Tier erfolgte analog der von LF-Rund-Ohrmarken mit handelsüblichen Ohrmarkenzangen. Die ersten Feldtests wurden mit SAW-Ohrmarken durchgeführt, bei denen ein 6-stelliger Tiercode dargestellt wird. Der Coderaum betrug 2^{20} Codes. Im weiteren Verlauf der Feldversuche werden SAW-Ohrmarken mit einem Coderaum von 2^{50} Codes eingesetzt, womit der weltweit standardisierte 15-stellige Tiercode dargestellt wird.

Mobile und stationäre Lesegeräte: Für die praktische Verwendung in der Tierhaltung wurden mobile und stationäre Lesegeräte entwickelt. Sie bestehen aus der elektronischen Sendeeinheit sowie dem Antennensystem. Verwendet wurden FMCW-Reader (FMCW = Frequency Modulated Continuous Wave). Bei dem FMCW-Reader handelt es sich um eine spezielle Art der Frequenzbereichsabtastung mit kontinuierlicher Aussendung des Abfragesignals mit konstanter Amplitude, aber wechselnder Frequenz. Die am Reader verwendete RFID-

Antenne SPA 2400/70/9/0/LCP ist eine Standardantenne [11]. Für die Auswertung der Lesedaten wurde das spezielle Programm SAW11 entwickelt und auf dem System-PC Touchscreen Computer Schneider A4F® [12] installiert.

Feldversuche

Die Untersuchungen im Feld auf landwirtschaftlichen Betrieben wurden im April 2009 beim Rind begonnen. Das im Rahmen des Projektes entwickelte SAW-basierte RFID-System besteht aus passiven Transpondern, die an den zu identifizierenden Kühen angebracht wurden, mobiler und stationärer Lesetechnik, einer PC-Architektur als Schnittstelle zum Lesegerät sowie entsprechender Software zur Parametrierung, Signalauswertung und Codeerkennung.

Vor Versuchsbeginn wurden auf Betrieb 1 mit dem EMV-Messempfänger PR 100 (Hersteller: Rhode und Schwarz) Feldstärkemessungen der Umgebung durchgeführt, ohne dass Auffälligkeiten festgestellt wurden.

Die Applikation der SAW-Ohrmarken erfolgte in allen Versuchen mit handelsüblichen Ohrmarkenzangen. Die Untersuchung des Merkmals Erkennungsrate der SAW-Ohrmarken mit dem stationären Lesegerät bei aktiver Bewegung des Tieres (dynamische Identifizierung) erfolgte im Zeitraum vom 3. Juli bis 30. September 2009 in der Selektionsschleuse des Milchviehstalls von Betrieb 1. Insgesamt wurden 15 Kühe des Betriebes 1 mit SAW-Ohrmarken gekennzeichnet. Die Identifizierung der Probanden durch das stationäre Lesegerät erfolgte zwei Mal täglich nach dem Verlassen des Melkstandes.

In einem weiteren Versuch wurden 304 Kühe des Betriebes 2 mit SAW-Ohrmarken gekennzeichnet. Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom 12. März bis 8. April 2010 jeweils zwei Mal täglich zu den Melkzeiten durchgeführt. Das stationäre Lesegerät wurde im Eingangsbereich des 26er-Melkkarussells positioniert. Die Identifizierung der gekennzeichneten Kühe erfolgte nach dem Betreten des Melkkarussells im vorgewählten Erkennungsbereich des stationären Lesegerätes. Dabei befanden sich die Kühe in einer semi-aktiven Bewegung, weil ihre Position auf der Plattform des Melkkarussells zwar fix, ihre Bewegungsfreiheit jedoch nicht vollkommen eingeschränkt war.

In beiden Betrieben dienten die tagaktuellen, im Melkstand über das LF-Tiererkennungssystem gewonnenen Daten als Referenz für die Berechnung der Erkennungsrate. Hierzu wurde der Quotient zwischen den vom SAW-System erkannten und den im Melkstand anwesenden Tieren berechnet. Die Lesedaten des SAW-basierten Verfahrens wurden auf dem System-PC Touchscreen Computer Schneider A4F® mit der speziell entwickelten System-Software SAW11 ausgewertet. Anschließend wurden die über den Melkstand gewonnenen Daten mit denen des SAW-Systems verrechnet.

Im Ergebnis wurde in Betrieb 1 am stationären Lesegerät eine mittlere Erkennungsrate der SAW-Ohrmarken bei aktiver Bewegung (dynamische Identifizierung) von 91,4 % (n = 1 238 Lesungen) beobachtet. Im Betrieb 2 wurde am stati-



Visuelle und SAW-Ohrmarke
Fig. 3: Visual and SAW ear tag

onären Lesegerät im Melkkarussell bei semi-aktiver Bewegung eine deutlich höhere Erkennungsrate von im Mittel 98,4 % (n = 7 496 Lesungen) erreicht.

In Anlehnung an das Prüffintervall im IDEA-Projekt [13] wurde die Funktionsfähigkeit aller SAW-Ohrmarken mithilfe des mobilen Handlesegerätes überprüft.

Bei den SAW-Ohrmarken, die sich seit einem Jahr im Versuch befinden, konnten bisher keine Funktionsausfälle festgestellt werden. Ebenso wurden während des Untersuchungszeitraums weder Tier- noch Transponder-Verluste, z. B. durch Ausreißen der Ohrmarke, beobachtet.

Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Projektes wurde ein SAW-basiertes RFID-System zur elektronischen Tierkennzeichnung für den Einsatz in der Nutztierhaltung entwickelt. Die Untersuchungen zeigen, dass die SAW-Technologie im 2,4 GHz ISM-Band zur elektronischen Tierkennzeichnung von Rindern eingesetzt werden kann und unter Praxisbedingungen funktioniert. RFID-Systeme auf SAW-Basis bieten grundsätzlich das Potenzial, funktionale Grenzen von LF-Systemen zu überwinden. Eine mögliche Ursache für unterschiedliche Erkennungsraten ist die Position der SAW-Ohrmarke am Rinderohr. Weitere Versuche und Analysen werden zeigen, inwiefern die Erkennungsrate durch die Position der SAW-Ohrmarke am Rinderohr optimiert werden kann. Mit der Optimierung des Gesamtsystems wird eine annähernd 100 %ige Erkennungsrate von SAW-Ohrmarken in Verbindung mit mobilen und stationären Lesegeräten angestrebt, und zwar sowohl bei aktiver als auch bei semi-aktiver Bewegung des Tieres. Das erklärte Entwicklungsziel der hardwarecodierten Darstellung eines 15-stelligen Tiercodes wurde mit der 50-Bit-SAW-Ohrmarke realisiert, die ab Juni 2010 bei 1 000 Milchkühen eingesetzt werden.

Literatur

- [1] Klindworth, M. (2007): Elektronische Tierkennzeichnung – Anwendung und Perspektiven. In: Precision Dairy Farming. Elektronikeinsatz in der Milchviehhaltung. Hg. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, KTBL-Schrift 457, S. 89-98
- [2] ISO 11785 (1996): Radio-frequency identification of animals – Technical concept. Hg. International Organization of Standardization, Geneva
- [3] ISO 11784 (1996): Radio-frequency identification of animals – Code structure. Hg. International Organization of Standardization, Geneva
- [4] ISO 11784 (2004): Radio-frequency identification of animals – Code structure. Amendment 1. Hg. International Organization of Standardization, Geneva
- [5] VO (EG) Nr. 21/2004 (2003): Verordnung des Rates vom 17. Dezember 2003 zur Einführung eines Systems zur Kennzeichnung und Registrierung von Schafen und Ziegen und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 sowie der Richtlinien 92/102/EWG und 64/432/EWG
- [6] VO (EG) Nr. 1560/2007 (2007): Verordnung des Rates vom 17. Dezember 2007 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 21/2004 hinsichtlich des Zeitpunkts der Einführung einer elektronischen Kennzeichnung von Schafen und Ziegen
- [7] ViehVerkV (2007): Verordnung zum Schutz gegen die Verschleppung von Tierseuchen im Viehverkehr (Viehverkehrsverordnung – ViehVerkV) vom 6. Juli 2007. BGBl. I, S. 1274
- [8] VO (EG) Nr. 1760/2000 (2000): Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juli 2000 zur Einführung eines Systems zur Kennzeichnung und Registrierung von Rindern und über die Etikettierung von Rindfleisch und Rindfleischerzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 820/97 des Rates
- [9] VO (EG) Nr. 911/2004 (2004): Verordnung der Kommission vom 29. April 2004 zur Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 1760/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf Ohrmarken, Tierpässe und Bestandsregister
- [10] VO (EG) Nr. 504/2008 (2008): Verordnung der Kommission vom 06. Juni 2008 zur Umsetzung der Richtlinien 90/426/EWG und 90/427/EWG des Rates in Bezug auf Methoden zur Identifizierung von Equiden
- [11] Huber + Suhner (2008): RFID Antennen. Produktkatalog. Ausgabe 2008, S. 27. URL: www.hubersuhner.de/co-de-tk/hs-p-rf-ant-rfid-cat_de.pdf, Zugriff am 21.04.2010
- [12] Schneider, P. (2010): Schneider A4F®. Lüfterloser 15“-Touchscreen. URL: <http://www.mappit.de/content/index/index2.shtml>, Zugriff am 21.04.2010
- [13] IDEA-Project (1998-2001): Final Report. URL: <http://idea.jrc.it/pages%20idea/index%20of%20final%20report.htm>, Zugriff am 26.05.2008

Autoren

M.Sc. Susanne Theis und **Dr. agr. Steffen Pache** sind Referenten beim Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Abteilung Tierische Erzeugung, Am Park 3, 04886 Arzberg-Köllitsch, E-Mail: Susanne.Theis@smul.sachsen.de

Dipl.-Phys. Steffen Zietzschmann ist Geschäftsführer der SAW COMPONENTS Dresden GmbH.

Prof. Dr. agr. Heinz Bernhardt ist Ordinarius des Lehrstuhls für Agrarsystemtechnik an der TU München.

Danksagung

Das Projekt Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur elektronischen Tierkennzeichnung auf der Grundlage der SAW-Technologie zur Erhöhung der Identifikationssicherheit (FKZ 28153T0907) wird gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.