

Aus dem Institut für Agrartechnik
Universität Hohenheim
Fachgebiet: Verfahrenstechnik der Tierhaltungssysteme
Prof. Dr. Thomas Jungbluth

und

der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Forschungsgruppe: Bau, Tier und Arbeit
PD Dr. Matthias Schick

**Elektronische Ohrmarken für eine lückenlose
automatische Identifikation von Schweinen
von der Geburt bis zur Schlachtung**

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Agrarwissenschaften

vorgelegt

der Fakultät Agrarwissenschaften

von

M. Sc. Frank Burose
aus Rinteln

2010

Die vorliegende Arbeit wurde am 27. Januar 2010 von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Thomas Jungbluth

Hauptberichter: Prof. Dr. Thomas Jungbluth

Mitberichter: Prof. Dr. Wolfgang Büscher

Mündliche Prüfung: Prof. Dr. Thomas Jungbluth

Prof. Dr. Wolfgang Büscher

Prof. Dr. Reiner Doluschitz

Tag der mündlichen Prüfung: 27. April 2010

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des Autors urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2010

D 100

Im Selbstverlag: Frank Burose

Bezugsquelle: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Tänikon
8356 Ettenhausen
Schweiz

Onlineshop:
<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/suche>

Gedruckt mit Genehmigung der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hohenheim.

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Projekt wurde durchgeführt an der

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Forschungsgruppe Bau, Tier und Arbeit
Tänikon
8356 Ettenhausen
Schweiz

<http://www.agroscope.ch>

im Auftrag und teilfinanziert vom

Bundesamt für Veterinärwesen BVET
Schwarzenburgstrasse 155
3003 Bern
Schweiz

<http://www.bvet.admin.ch>

Im Internet ist das Projekt auf der Homepage <http://www.pig-ID.ch> dargestellt und weiteres Informationsmaterial abrufbar.

Inhalt

Inhalt.....	I
Abbildungen.....	IV
Tabellen.....	VII
Abkürzungen und Einheiten.....	X
Zusammenfassung.....	1
Summary.....	3
Résumé.....	5
1 Einleitung	7
1.1 Problemstellung	7
1.2 Zielsetzung	9
2 Stand des Wissens	11
2.1 Elektronikeinsatz in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung.....	11
2.2 Elektronikeinsatz in der Rinderhaltung	11
2.3 Elektronikeinsatz in der Schweinehaltung.....	13
2.4 Radio-Frequenz-Technologie und deren Anwendung	15
2.5 Kennzeichnungssysteme in der Schweinehaltung.....	18
2.5.1 Kunststoff-Ohrmarke	18
2.5.2 DOT-Code Ohrmarke.....	19
2.5.3 Elektronische Ohrmarke.....	19
2.5.4 Injektat	19
2.6 Untersuchungen zu Kennzeichnungssystemen	20
2.6.1 DOT-Code Ohrmarke.....	20
2.6.2 Kunststoff-Ohrmarke, elektronische Ohrmarke und Injektat.....	20
3 Stationäre RFID-Antennensysteme zur automatischen Identifikation von Schweinen in der Gruppe.....	25
3.1 Problemstellung und Ziel	25
3.2 Methodisches Vorgehen	26
3.2.1 Stationäre Antennensysteme beim Treiben von Schweinen.....	26
3.2.2 Stationäre Antennensysteme bei der Simulation des Treibens von Schweinen	32
3.3 Ergebnisse	37
3.3.1 Stationäre Antennensysteme beim Treiben von Schweinen.....	37
3.3.2 Stationäre Antennensysteme bei der Simulation des Treibens von Schweinen	38

4	Bewertung von Ohrmarken in verschiedenen Haltungs- und Produktionssystemen	47
4.1	Problemstellung und Ziel	47
4.2	Methodisches Vorgehen	47
4.3	Ergebnisse	54
4.3.1	Ohrmarkenverluste	54
4.3.2	Funktionssicherheit von elektronischen Ohrmarken	58
5	Bewertung von Ohrmarken bei der Enthaarung im Schlachtbetrieb	63
5.1	Problemstellung und Ziel	63
5.2	Methodisches Vorgehen	63
5.2.1	Vergleich von Kunststoff-Ohrmarke und elektronischer Ohrmarke	63
5.2.2	Vergleich von verschiedenen Dornteilen für elektronische Ohrmarken	66
5.2.3	Test einer neuen elektronischen Ohrmarke	68
5.3	Ergebnisse	69
5.3.1	Vergleich von Kunststoff-Ohrmarke und elektronischer Ohrmarke	69
5.3.2	Vergleich von verschiedenen Dornteilen für elektronische Ohrmarken	74
5.3.3	Test einer neuen elektronischen Ohrmarke	78
6	Elektronische Kennzeichnung zur Rückverfolgbarkeit von Mastschweinen – Umfrage zu Nutzen und Kosten	81
6.1	Problemstellung und Ziel	81
6.2	Methodisches Vorgehen	81
6.3	Ergebnisse	82
6.3.1	Rückverfolgbarkeit	82
6.3.2	Kennzeichnungssystem	83
6.3.3	Elektronische Ohrmarken	85
6.3.4	Nutzen und Kosten der Rückverfolgbarkeit	87
6.3.5	Allgemeine Betriebsangaben	89
7	Diskussion	91
7.1	Bewertung des methodischen Vorgehens	91
7.1.1	Versuche mit stationären RFID-Antennensystemen	91
7.1.2	Bewertung von elektronischen Ohrmarken im Praxiseinsatz	91
7.1.3	Umfrage zu Nutzen und Kosten einer elektronischen Kennzeichnung von Mastschweinen	92

7.2	Bewertung der Ergebnisse.....	93
7.2.1	Versuche mit stationären RFID-Antennensystemen	93
7.2.2	Bewertung von elektronischen Ohrmarken im Praxiseinsatz	97
7.2.3	Umfrage zu Nutzen und Kosten einer elektronischen Kennzeichnung von Mastschweinen	102
8	Schlussfolgerungen und Ausblick	103
9	Literatur	105
10	Anhang	113

Zusammenfassung

Die Kennzeichnung von landwirtschaftlichen Nutztieren mit einer Ohrmarke ist obligatorisch und ermöglicht, jedes Tier seinem Halter zuzuordnen. Der zusätzliche Einsatz einer elektronischen Komponente (Transponder) diente bis anhin hauptsächlich dazu, die Tiere mittels stationärer Antenne an der Futterstation zu identifizieren und das Futter tierindividuell zuzuteilen. Während bisher vor allem Milchkühe und Muttersauen mit Halsband- oder Ohrmarkentranspondern ausgestattet wurden, wird deren Einsatz in den letzten Jahren verstärkt auch für Masttiere diskutiert und geprüft. Dazu wird in dieser Arbeit das in anderen Wirtschaftsbereichen bereits eingesetzte Erkennungssystem zum Lesen einzelner Transponder aus einer Gruppe (Pulkerfassung) in der Mastschweineproduktion getestet.

Ziel dieser Untersuchung ist, die Handhabbarkeit von elektronischen Ohrmarken und stationären Antennensystemen zur Identifikation des Einzeltieres aus der Gruppe zu bewerten. Dazu wurden in Zusammenarbeit mit mehreren Firmen verschiedene Ohrmarkentypen und Identifikationssysteme im Praxiseinsatz getestet. Die Verlustquote und die Funktionssicherheit von elektronischen und der offiziellen Kunststoff-Ohrmarke wurden sowohl auf landwirtschaftlichen Betrieben als auch in Schlachtbetrieben in der Schweiz erhoben.

Zur Bewertung verschiedener Antennensysteme wurden mit Ohrmarken gekennzeichnete Schweine in der Gruppe durch eine stationäre Antenne getrieben. Zum Einsatz kamen neben standardisierten (ISO-)Transpondern auch solche mit Anti-Kollisions-Algorithmus (AK-Transponder). Diese Technik erlaubt die quasi zeitgleiche Erfassung mehrerer Transponder von nur einer Antenne. In einem neu entwickelten Prüfstand simulierten auf einer Kunststoffplatte montierte Transponder eine Gruppe von Schweinen. Die Identifikationssicherheit (Lesequote) der in unterschiedlicher Anzahl, Ausrichtung und Geschwindigkeit durch das Lesefeld geführten Transponder stand dabei im Mittelpunkt. In Tests mit AK-Transpondern und zwei verschiedenen Antennen konnten durchschnittlich 65 bzw. 84 % der Schweine erkannt werden. Bei ISO-Ohrmarken mit verschiedenen Antennen lag die Lesequote zwischen 60 und 98 %. Die Simulation des Treibens einer Tiergruppe verdeutlichte die technischen Grenzen der RFID-Technologie. Bei einer horizontalen Ausrichtung des Transponders zu den Feldlinien des magnetischen Feldes war ein Lesen des Transponders nicht möglich. So streuten die Ergebnisse in Abhängigkeit des Versuchsaufbaus zwischen 0 und 100 %. Im Mittel der getesteten Varianten konnten bei Absetzferkeln, Aufzuchtferkeln und Mastschweinen zwischen 43 und 48 % der AK- und zwischen 68 und 85 % der ISO-Transponder automatisch identifiziert werden.

Die Handhabbarkeit von verschiedenen elektronischen und der offiziellen Kunststoff-Ohrmarke wurde in unterschiedlichen Haltungs- und Produktionssystemen bewertet. Unterschieden wurden Label- (Markenfleischprogramm) und QM-Betriebe (konventionelle Haltung) sowie geschlossene (Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast auf einem Betrieb) und spezialisierte (höchstens zwei der eben genannten drei Produktionsstufen auf einem Betrieb) Produktion. Die Versuchstiere wurden spätestens mit dem Absetzen von der Muttersau mit einer Ohrmarke gekennzeichnet. Der Verbleib und die Funktionsfähigkeit der Ohrmarken wurden im Produktionsablauf bis zum Ende der Mastphase geprüft. Die Kunststoff-Ohrmarke ging gegenüber den drei elektronischen Ohrmarken weniger häufig verloren (1,3 % zu 2,0 bis 5,9 %). Die Funktionssicherheit betrug in den

vier untersuchten Betriebstypen zwischen 98,6 und 99,5 %. Zwischen den jeweils zwei Haltungs- und Produktionssystemen sowie den vier Ohrmarkentypen ergab sich weder bei den Verlustquoten der Ohrmarken noch bei den Funktionsausfällen ein signifikanter Unterschied.

Bei der Bewertung von verschiedenen, zum Teil nicht handelsüblichen Ohrmarken im Schlachtbetrieb zeigten der Ohrmarkentyp (Form und Größe der Ohrmarke) sowie die Enthaarungsmaschine einen großen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, dass eine Ohrmarke bei der Enthaarung herausgerissen wurde. Eine herkömmliche ISO-Ohrmarke verzeichnete mit 25,7 % gegenüber der offiziellen Kunststoff-Ohrmarke eine zweieinhalbmal so hohe Verlustquote. Beim Test mit vier verschiedenen Formen von Ohrmarken überzeugte in erster Linie die handelsübliche, runde Bauform der Dorn- und Lochteile. In zwei Versuchen mit zwei bzw. vier Ohrmarkentypen in fünf bzw. zwei Schlachtbetrieben traten zwischen den Ohrmarkentypen und deren Verlustquote signifikante Unterschiede auf.

Mit einer Umfrage bei Praxisbetrieben wurden Erfahrungen, Vorstellungen, Nutzen und Kosten zu einem elektronischen Kennzeichnungssystem bei Mastschweinen erörtert. Die Ergebnisse dienten dazu, eine Aussage zur Akzeptanz eines solchen Systems zu treffen. Die befragten Landwirte lehnten die Rückverfolgbarkeit von Mastschweinen auf Einzeltierbasis mehrheitlich ab. Eine große Mehrheit der Schweinehalter sieht keine Notwendigkeit, Änderungen am heutigen Kennzeichnungssystem vorzunehmen. Nutzen bei der Rückverfolgung des Einzeltiers sahen die Befragten dagegen beim Herkunftsnachweis der Tiere und der Qualitätssicherung des Fleisches. Aus Sicht der Befragten dürften die Kosten für eine elektronische Ohrmarke nicht höher als die der heute verwendeten Kunststoff-Ohrmarke liegen.

Ein Kennzeichnungssystem mit elektronischen Ohrmarken für eine lückenlose automatische Identifikation von Schweinen von der Geburt bis zur Schlachtung ist noch nicht praxisreif. Die Ohrmarkenverluste im Produktionsprozess und bei der Enthaarung im Schlachtbetrieb führten dazu, dass der Anteil bis nach dem Enthaaren automatisch identifizierbarer Schlachttiere teilweise zu gering ausfiel. Somit war und ist eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der Tiere nicht gewährleistet. Die Ergebnisse beim Lesen des Einzeltieres aus der Gruppe zeigten das Potential dieser Technik auf. Wenngleich die Lesequote durch Weiterentwicklungen und Veränderungen an den Antennen gesteigert werden konnte, blieb eine 100%-ige Lesequote aller Transponder die Ausnahme. Um das Ziel einer ausreichend hohen Lesequote bei der Identifikation von Schweinen beim Treiben in der Gruppe zu erreichen, besteht weiterer Forschungsbedarf bei der Optimierung der stationären Antennen.

Onlineshop:

<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/suche>

Summary

Labelling agricultural livestock with an ear tag is compulsory and makes it possible to assign each animal to its keeper. Currently, the main additional use of an electronic component (transponder) is to identify the animals by means of a stationary antenna at the automatic feeder and to apportion the feed to each animal individually. Traditionally, neckband or ear tag transponders have mainly been fitted to dairy cattle and sows; however, extending their use to include fattening animals has been increasingly debated and tested in recent years. To this end, in the present study, the identification system already used in other sectors to read individual transponders from a group (bulk reading) is being tested in fattening pig production.

The aim of this study is to evaluate the manageability of electronic ear tags and stationary antenna systems for the identification of individual animals in a group. To do this the practical application of various ear tag types and identification systems was tested in collaboration with companies. The loss rate and functional reliability of electronic and official plastic ear tags were surveyed on both farms and abattoirs in Switzerland.

The study involved pigs being herded in a group through a stationary antenna in order to evaluate different antenna systems. Both standardised (ISO) transponders and those with anti-collision algorithms (AC transponders) were used. This technology allows the virtually simultaneous detection of several transponders by only one antenna. Transponders mounted on a plastic panel in a recently developed test rig simulated a group of pigs. The focus here was on the identification reliability (reading rate) of the transponders passing through the detection area in different numbers, orientations and speeds. In tests with AC transponders and two different antennas it was possible to identify an average 65 and 84 % of the pigs respectively. In the case of ISO ear tags with various antennas the quota read was between 60 and 98 %. The simulation of herding a group of animals highlighted the technical limitations of RFID technology. It was impossible to read the transponder when the transponder was horizontally aligned with the field lines of the magnetic field, so the results varied between 0 and 100 %, depending on the test set-up. Of the variants tested an average of between 43 and 48 % of the AC transponders and between 68 and 85 % of the ISO transponders were automatically identified on weaners, rearers and fatteners.

The manageability of various electronic ear tags and the official plastic tag was evaluated in different farming and production systems. A distinction was made between label (branded meat scheme) and QM farms (conventional husbandry) as well as closed production (piglet production, rearing and pig fattening on one farm) and specialised production (a maximum of two out of the three aforementioned production stages on one farm). The test animals were identified by an ear tag no later than on being weaned from the mother sow. The performance of the ear tags and their ability to stay in place were tested in the production sequence to the end of the fattening phase. The loss rate of the plastic ear tag was lower than the three electronic ear tags (1.3 % compared with between 2.0 and 5.9 %). Operational reliability of the electronic ear tags was between 98.6 and 99.5 % in the four types of farm investigated. There was no significant difference between the two farming systems, two production systems and four ear tag types, either in ear tag loss rates or operational failures.

When evaluating different ear tags in the abattoirs, some of which were not of standard commercial design, both the type of ear tag (ear tag shape and size) and the dehairing machine greatly influenced the probability of an ear tag being torn off during dehairing. At 25.7 % a traditional ISO ear tag recorded a loss rate two and a half times higher than that of the official plastic ear tag. During tests with four different ear tag shapes the standard round design of hole and pin components inspired the most confidence. In two trials with two and four types of ear tag in five and two abattoirs respectively there were significant differences between the ear tag types and their loss rate.

Experiences, ideas, benefits and costs relating to an electronic identification system for fattening pigs were discussed in a survey carried out on commercial farms. The results served to provide evidence for the acceptance of such a system. The majority of farmers questioned opposed the traceability of fattening pigs on an individual animal basis. A large majority of pig farmers saw no need to make any changes to the present tagging system. However, the respondents also saw benefits of tracing an individual animal: certifying the provenance of animals and assuring the quality of the meat. From the perspective of those questioned an electronic ear tag should not incur higher costs than those of the plastic ear tag currently in use.

A tagging system with electronic ear tags for the complete automatic identification of pigs from birth to slaughter is not yet ripe for practical application. The upshot of ear tag losses in the production process and during dehairing in the abattoir was that the proportion of animals for slaughter automatically identifiable until after dehairing turned out to be unacceptably low in some cases. The complete traceability of animals therefore could not be guaranteed. The results when reading the individual animal from the group demonstrated the potential of that technology. Although it was possible to improve the reading rate by means of refinements and alterations to the antennas, a one hundred percent readout reliability of all transponders remained the exception. Further research is needed to optimise stationary antennas in order to achieve a sufficiently high reading rate when identifying pigs during herding.

Please note that the full version of the PhD thesis is only available in German.

Onlineshop:

<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/suche>

Résumé

L'identification des animaux de rente par une marque auriculaire est obligatoire et permet d'attribuer chaque animal à son propriétaire. Jusqu'à présent, l'utilisation d'un composant électronique supplémentaire (transpondeur) servait principalement à identifier les animaux à l'aide d'une antenne fixe à la station d'affouragement et à distribuer des rations individuelles. Jusque-là, c'étaient surtout les vaches laitières et les truies qui étaient équipées de transpondeurs placés dans des marques auriculaires ou des colliers. Ces dernières années, leur utilisation est de plus en plus souvent envisagée et testée pour les animaux à l'engrais. La présente étude teste le système d'identification déjà utilisé dans d'autres secteurs économique pour lire les transpondeurs d'un groupe de porcs à l'engrais.

L'étude a pour but d'évaluer la convivialité des marques auriculaires électroniques et des systèmes d'antennes fixes pour l'identification individuelle d'animaux dans un groupe. Différents types de marques auriculaires et de systèmes d'identification ont été testés dans la pratique en collaboration avec diverses entreprises. Le pourcentage de pertes et la sécurité de fonctionnement des marques auriculaires électroniques et de la marque auriculaire plastique officielle ont été testés dans des exploitations agricoles ainsi que dans des abattoirs en Suisse.

Afin d'évaluer les différents systèmes d'antennes, on a fait passer des porcs portant des marques auriculaires dans le groupe au travers d'une antenne fixe. Les transpondeurs utilisés étaient les transpondeurs ISO standards ainsi que les transpondeurs avec algorithme anti-collision (transpondeurs AC). Cette technique permet la saisie quasiment simultanée de plusieurs transpondeurs par une seule antenne. Sur un nouveau banc d'essai, des transpondeurs montés sur une plaque en plastique simulaient un groupe de porcs. Le paramètre prioritaire était la fiabilité d'identification (pourcentage de lecture) des transpondeurs qui traversaient le champ de lecture en nombres différents, dans plusieurs sens et à des vitesses variables. Les tests avec des transpondeurs AC et deux antennes différentes ont permis d'identifier en moyenne 65 resp. 84 % des porcs. Dans le cas des marques auriculaires ISO avec différentes antennes, le pourcentage de lecture était compris entre 60 et 98 %. La simulation du passage d'un groupe d'animaux a mis en évidence les limites techniques de la technologie RFID. Lorsque le transpondeur était orienté parallèlement aux lignes du champ magnétique, la lecture n'était pas possible. Les résultats fluctuaient donc entre 0 et 100 % en fonction de la structure de l'essai. Si l'on établit la moyenne des variantes testées, entre 43 et 48 % des transpondeurs AC et entre 68 et 85 % des transpondeurs ISO ont pu être identifiés pour les porcelets sevrés, les porcelets d'élevage et les porcs à l'engrais.

La convivialité des différentes marques auriculaires électroniques et de la marque auriculaire plastique officielle a été évaluée dans différents systèmes de détention et de production. Les exploitations sous label (programme de viande de marque) et les exploitations QM (détention conventionnelle) ont été différenciées, de même que la production fermée (production de porcelets, élevage de porcelets et engraissement de porcs sur la même exploitation) et la production spécialisée (au maximum deux des trois étapes de production précédemment citées dans une même exploitation). Les animaux testés ont été pourvus d'une marque auriculaire au plus tard lors du sevrage. Le maintien et la fonctionnalité des marques auriculaires ont été contrôlés pendant toute la production jusqu'à la fin

de la phase d'engraissement. Les pertes étaient nettement plus fréquentes avec la marque auriculaire en plastique qu'avec les trois marques auriculaires électroniques (1,3 % contre 2,0 à 5,9 %). Dans les quatre types d'exploitation étudiés, la fiabilité de fonctionnement était comprise entre 98,6 et 99,5 %. Aucune différence significative n'a été relevée entre les deux systèmes de détention et les deux systèmes de production, ainsi qu'entre les quatre types de marques auriculaires en ce qui concerne le pourcentage de pertes des marques ou les pannes.

L'évaluation à l'abattoir de différentes marques auriculaires, dont certaines ne sont pas disponibles dans le commerce a montré que le type de marque auriculaire (forme et taille de la marque auriculaire) et la machine à épiler avaient une grande influence sur la probabilité d'arrachage de la marque auriculaire lors de l'épilation. Une marque auriculaire ISO classique affichait 25,7 % de pertes, soit un taux deux fois et demi plus élevé que la marque auriculaire plastique officielle. Parmi les quatre formes de marques auriculaires différentes testées, la forme qui s'est avérée la plus convaincante est la forme ronde des parties femelle et mâle, telles qu'on les trouve dans le commerce. Deux essais réalisés avec deux, resp. quatre types de marques auriculaires dans cinq, resp. deux abattoirs ont révélé des différences significatives entre les types de marques auriculaires et les pourcentages de pertes qui leur correspondent.

Une enquête auprès de différentes exploitations a porté sur les expériences, les concepts, les avantages et les coûts d'un système d'identification électronique des porcs à l'engrais. Les résultats ont permis de voir dans quelle mesure un tel système est accepté. La plupart des agriculteurs interrogés ne voyaient pas d'intérêt à la traçabilité individuelle des porcs à l'engrais. De même, une grande majorité de producteurs porcins ne voient pas la nécessité de modifier le système d'identification actuel. Par contre, les personnes interrogées ont vu un intérêt à une traçabilité individuelle pour identifier l'origine de l'animal et pour l'assurance qualité de la viande. Du point de vue des personnes interrogées, le coût de la marque auriculaire électronique ne devrait pas être plus élevé que celui de la marque auriculaire en plastique utilisée aujourd'hui.

Aucun système d'identification à base de marques auriculaires électroniques pour une identification automatique sans faille des porcs de la naissance à l'abattage n'est encore mûr pour la pratique. Etant donné les pertes de marques auriculaires durant la production et à l'épilation à l'abattoir, le nombre de carcasses automatiquement identifiables après l'épilation était parfois trop limité. Par conséquent, la traçabilité sans faille des animaux n'était et n'est toujours pas garantie. Les résultats concernant l'isolement d'un animal dans un groupe ont montré le potentiel de cette technique. Même si des développements et des transformations des antennes ont permis d'améliorer le pourcentage de lecture, un résultat de 100 % pour tous les transpondeurs restait une exception. Pour atteindre un pourcentage de lecture suffisamment élevé en termes d'identification des porcs lors du passage d'un groupe, les antennes stationnaires devront encore faire l'objet d'optimisations.

A noter: La version intégrale de la thèse n'est disponible qu'en allemand.

Boutique Internet:

<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/suche>