

Sabine G. Gebhardt-Henrich, Ernst K. F. Fröhlich, Frank Burose, Jonathan Fleurent, Michael Gantner und Michael Zähler

Registrierung des Auslaufverhaltens einzelner Legehennen mit einem RFID-System

Im Rahmen einer Studie über die Auslaufnutzung von Legehennen wurde in einem Labortest die Wahrscheinlichkeit der Registrierung eines Niedrigfrequenz-RFID-Systems ermittelt. Im Test wurden auf einer Kunststoff-Plattform befestigte RFID-Transponder mit unterschiedlichen Ausrichtungen und Geschwindigkeiten unter einer unterschiedlichen Anzahl Antennen hindurch bewegt. Die Wahrscheinlichkeit der Registrierung nahm bei einer Geschwindigkeit über 1,5 m/s ab. Im Praxisversuch wurden bei 12 Legehennenställen Antennen vor und hinter jede Öffnung gelegt und eine Stichprobe der Hennen wurde mit Transpondern ausgestattet. Dabei lag die Wahrscheinlichkeit der Registrierung einer Henne bei 94 %. Um die Tiere bis zu einer Geschwindigkeit von 3,2 m/s zuverlässig lesen zu können, musste die Codierung des Transponders von 64 auf 32 bit reduziert werden. Auf Praxisbetrieben wurde zudem geprüft, ob die zur Transpondererkennung erzeugten Magnetfelder einen Einfluss auf das Auslaufverhalten der Hennen hatten. Dazu wurde das System an einem von zwei Schlupflöchern zeitweise ausgeschaltet. Da die Nutzung der zwei Schlupflöcher dadurch nicht beeinflusst wurde, erscheint das System nach der vorgeschlagenen Modifikation für das Auslaufverhalten von Hennen geeignet.

eingereicht 4. Juni 2014

akzeptiert 29. Oktober 2014

Schlüsselwörter

Legehennen, Auslaufverhalten, Tierschutz, RFID, Transponder

Keywords

Laying hen, ranging behavior, welfare, RFID, transponder

Abstract

Gebhardt-Henrich, Sabine G.; Fröhlich, Ernst K. F.; Burose, Frank; Fleurent, Jonathan; Gantner, Michael; Zähler, Michael

Individual tracking of laying hens with an RFID-System

Landtechnik 69(6), 2014, pp. 301–307, 7 figures, 3 tables, 15 references

In a laboratory test of a low-frequency RFID system the probability of registration was assessed and this system was used

to study ranging behavior of laying hens. To test the equipment, tags with various orientations on a platform were moved with varying speeds across a different number of antennas. The probability of registration declined when the speed of tags was greater than 1.5 m/s. In the field test on 12 farms antennas were placed on both sides of every pophole and tags were attached to a sample of laying hens. The probability of registration of a hen was 94%. It is suggested to decrease the ID of the tag from 64 bit to 32 bit in order to read tags up to a speed of 3.2 m/s, reliably. In order to find a possible influence of the magnetic fields that were generated by reading the tags on ranging behavior, the use of two popholes was evaluated while the system at the popholes was alternatively switched off. The use of the two popholes was not affected by that so with the proposed modification of the tag this system seems suitable to study ranging behavior in laying hens.

■ In der Schweiz haben die meisten Legehennen Zugang zu einem überdachten Außenklimabereich (AKB) und zu einem nicht überdachten Auslauf (Weide). Um die Nutzung der beiden Außenbereiche zu untersuchen, wurde ein RFID-System mit stationären Antennen eingesetzt. Im Folgenden wird das

geprüfte RFID-System beschrieben und die Ergebnisse zur Zuverlässigkeit, die im Rahmen von Labortests und in einer Praxisanwendung ermittelt wurden, werden dargestellt.

RFID-Systeme haben sich beim Erkennen von landwirtschaftlichen Nutztieren [1], einschließlich Legehennen [2–4], bewährt. Allerdings gibt es auch Probleme bei der Anwendung von RFID-Technologie in der Landwirtschaft [5], z. B. die geringe Reichweite bei Transpondern ohne Batterien. In der vorliegenden Studie wurde die individuelle Nutzung des Auslaufs von Legehennen in unterschiedlich großen Herden untersucht, ohne dabei die Anzahl und die Größe der Schlupflöcher zu ändern.

Vögel und somit auch Hühner können elektromagnetische Felder wahrnehmen [6–10]. Da der Einsatz von RFID-Technologie elektromagnetische Felder generiert, wurde ein möglicher Einfluss von RFID auf das Auslaufverhalten der Legehennen untersucht. Außerdem wurde diskutiert und bewertet, ob das geprüfte RFID-System für das Registrieren des Auslaufverhaltens von Legehennen grundsätzlich geeignet ist.

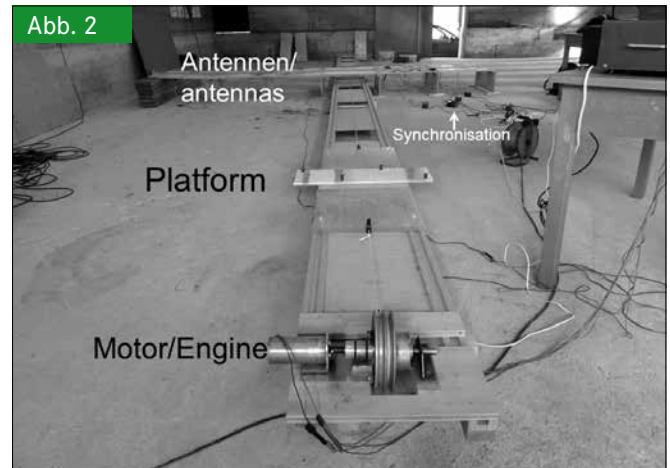
Labortest

Material und Methode

Der Labortest wurde mit einem Teil der Anlage, die in der Praxis verwendet wurde, durchgeführt. Das RFID-System (Gantner Pigeon Systems GmbH, Schruns, Österreich) bestand aus RFID-Transpondern, Antennen und Datenloggern mit Zeiterfassung. Die RFID-Antennenblöcke bestanden aus 12 einzelnen Antennenspulen, welche überlappen, um ein Lesefeld ohne Lücken zu erreichen. Sie waren in 2 Reihen hintereinander arrangiert, um jeden Transponder pro Durchlauf mindestens zweimal zu lesen (**Abbildung 1**). Die RFID-Transponder (Ø 4,0/34,0 mm Hitag S 2 048 bits, 125 kHz) wurden vom Hersteller des RFID-Systems programmiert. Immer wenn ein Transponder von einer Antenne gelesen wurde, erfasste der Datenlogger die ID-Nummer des Transponders, den Lesezeitpunkt (mit einer Genauigkeit von 0,1 s) und die Nummer der Antenne. Die ID-Nummer war 64 bit lang. Diese Daten wurden zum zentralen PC über-



Ein Antennenblock („Antenne“) aus 12 einzelnen Antennenspulen in zwei Reihen, ohne Abdeckung (Foto: S. Gebhardt-Henrich)
 Fig. 1: Antenna pad („antenna“) with 12 single antennas in two rows, top of the antenna is removed



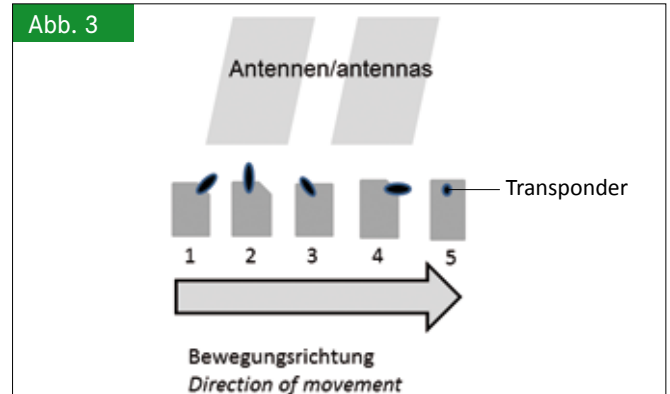
Aufbau des Labortests: Kunststoffplattform mit 4 Transpondern wurde unter 2 Reihen von Antennen durchgezogen. Der Elektromotor ermöglichte verschiedene Geschwindigkeiten. (Foto: S. Gebhardt-Henrich)

Fig. 2: Set-up of the laboratory test: plastic platform with 4 tags was moved underneath two rows of antennas. The engine moved the platform with varying velocities.

tragen und alle 0,5 s in eine .csv-Datei geschrieben (Software „Chicken Tracker“, Gantner Pigeon Systems GmbH).

Auf einer beweglichen Kunststoffplattform, die mit einem Elektromotor durch das Magnetfeld eines stationären Antennensystems bewegt wurde, wurden vier RFID-Transponder angebracht (**Abbildung 2**). Über der Laufbahn der Plattform wurden eine bis sechs Antennen Seite an Seite befestigt. Eine zweite Reihe mit der gleichen Anzahl Antennen wurde im Abstand von 30 cm mit der Oberseite nach unten angebracht. Alle RFID-Antennen wurden synchronisiert. Der Abstand zwischen der Spitze der Transponder zu den Antennen betrug 4,5 cm. Drei Parameter wurden variiert:

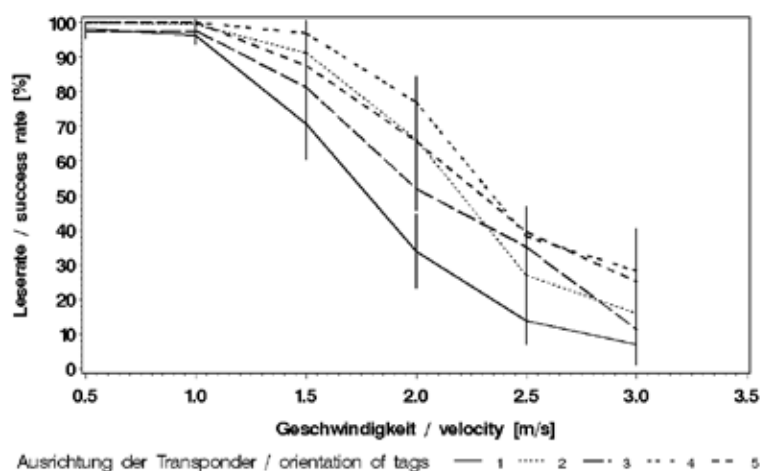
- Anzahl Antennen: 1, 3, 5 oder 6 pro Seite
- Geschwindigkeit: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0 m/s
- fünf verschiedene Ausrichtungen der Transponder (**Abbildung 3**)



Ausrichtung der Transponder auf der Plattform in Bezug auf die Bewegungsrichtung

Fig. 3: Orientation of the tags on the platform regarding to the direction of movement

Abb. 4



Leseraten in Abhängigkeit der Ausrichtung der Transponder auf der Plattform und der Geschwindigkeit während des Tests

Fig. 4: Success rate of registration depending on orientation of the tags on the platform and the velocity during the test

Tab. 1

Resultate zu Leseraten während des Antennentests mit bis zu 12 Antennen (Anzahl der Antennen, die Geschwindigkeit und die Ausrichtung der Transponder wurden variiert)

Table 1: Results of the test with up to 12 antennas (number of antennas, velocity and orientation of the tags were varied)

Quelle/Source	df	X ²	Signifikanz/Significance
Anzahl Antennen (2–12)/Number of antennas	1	0,89	n.s.
Orientierung der Transponder (1–5)/Orientation of the tags	4	38,19	p < 0,0001
Geschwindigkeit der Transponder (0,5 bis 3,5 m/s)/Velocity of the tags	1	365,99	p < 0,0001
Anzahl × Geschwindigkeit/Number × velocity	1	2,23	p = 0,1356
Orientierung × Geschwindigkeit/Orientation × velocity	4	27,60	p < 0,0001

df = Freiheitsgrade / degrees of freedom

n.s. = Nicht signifikant / not significant

Die Ausrichtung war für alle vier geprüften Transponder auf der Plattform identisch. Bei jeder Kombination der Parameter wurde die Plattform in beiden Richtungen fünf Mal unter den Antennen hin- und herbewegt, dies ergab insgesamt zehn Passagen.

Die Leserate wurde als die Anzahl registrierter Transponder pro Passage definiert und konnte einen von fünf Werten annehmen, da entweder 0, 1, 2, 3, oder alle 4 Transponder gelesen werden konnten. Um den Einfluss der Geschwindigkeit der Transponder und der Anzahl Antennen auf die Leserate zu testen, wurden die multinomial verteilten Daten mit einem generalisierten linearen Modell (Proc Genmod, SAS® 9.1.3) ausgewertet.

Resultate

Die Leserate (Registrierung) der vier Transponder nahm mit zunehmender Geschwindigkeit ab und war für die unterschiedlichen Ausrichtungen der Transponder verschieden (**Abbildung 4**). Im generalisierten linearen Modell gab es eine signifikante Interaktion zwischen der Geschwindigkeit, mit der die Transponder durch das Lesefeld geführt wurden, und der

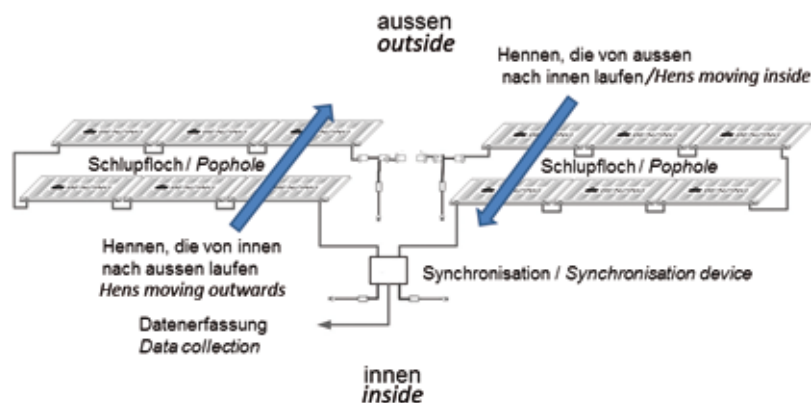
Ausrichtung der Antennen (**Tabelle 1**). Die Leserate (Anzahl gelesener Transponder) verringerte sich mit zunehmender Geschwindigkeit am schnellsten, wenn die Transponder vertikal zu den Antennen ausgerichtet waren. Waren die Transponder horizontal zu den Antennen ausgerichtet, nahm die Leserate bei höherer Geschwindigkeit am wenigsten ab. Die Anzahl der Antennen beeinflusste die Leserate nicht, auch nicht, als die Anzahl auf 16 Antennen erhöht wurde (Anzahl Antennen: df = 1, $\chi^2 = 0,19$, n.s.).

Anwendung auf Praxisbetrieben

Im Praxiseinsatz wurde das RFID-System in zwölf Herden mit 2000 bis 18000 Legehennen untersucht. Die Schlupflöcher befanden sich jeweils an den Längsseiten der Ställe zum überdachten Außenklimabereich (AKB) und zum nicht überdachten Auslauf. Spätestens drei Wochen vor der Datenaufnahme wurden die Antennen an beiden Seiten eines jeden Schlupflochs verlegt (**Abbildung 5** und **6**).

Die Schlupflöcher waren 1,2 bis 4,6 m breit. Je Schlupfloch wurden bis zu 12 Antennen, d. h. 6 auf jeder Seite, platziert, um die gesamte Breite des Schlupflochs abzudecken. Nicht synchro-

Abb. 5



Set-up des RFID-Systems an zwei Schlupflöchern bei der Anwendung auf Praxisbetrieben

Fig. 5: Set-up of the RFID system at two popholes during the on-farm application

Abb. 6



RFID-Antennen auf beiden Seiten eines Schlupflochs während des Praxistest (Foto: S. Gebhardt-Henrich)

Fig. 6: RFID antennas on both sides of a pophole during the field test

Abb. 7



Henne mit Transponder (Foto: S. Gebhardt-Henrich)

Fig. 7: Hen with tag

nisierte Antennen waren mindestens 1 m voneinander entfernt, um Interferenzen zwischen den Antennen auszuschließen. Bis zu acht Datenlogger waren an einen Multiplexer (Com Server Moxa 8-port Nport 5650-8) angeschlossen, der jeweils per Ethernet mit einem Laptop verbunden war. Je nach Größe des Stalls waren bis zu 120 Antennen mit 15 Datenloggern im Einsatz.

Die Stichprobenanzahl (Anzahl der Tiere mit Transponder) betrug 5 % pro Herde, d. h. je nach Herdengröße wurden 100 bis 900 Tiere nachts, wenn die Hennen im Stall schliefen, mit Transpondern versehen. Die Glastransponder wurden in Kunststoffflügelmarken gesteckt, die mit RFID-Bändern an einem Bein der Henne befestigt waren (alle Produkte von der Firma Roxan, Schottland) (**Abbildung 7**). Bei der Ausstellung der Hennen wurden die Transponder eingesammelt. Einige Transponder konnten nicht wieder aufgefunden werden und wurden somit in der Analyse nicht berücksichtigt.

Resultate

Die Leserate wurde zur Validierung der Methode als binomiale Variable mit 1 modelliert, wenn 100 % der Hennen, die

den Stall oder den AKB verließen, bei der Rückkehr registriert wurden und mit 0, wenn weniger als 100 % registriert wurden. Diese binomiale Variable wurde mit einem generalisierten linearen Model (Genmod Prozedur, SAS) analysiert. Dabei wurde berücksichtigt, dass sich Hennen der gleichen Herde gegenseitig beeinflussen.

In diesem Beitrag werden nur Resultate zur technischen Funktion der Anlage präsentiert, die Ergebnisse zum Auslaufverhalten wurden bereits publiziert [11]. Generell war die Wahrscheinlichkeit höher, dass Hennen registriert wurden, wenn sie den Stall oder den AKB verließen, als wenn sie zurückgingen (Verlassen des Stalls = 94,3 %, Rückkehr in den Stall = 83,5 %, Wilcoxon-Test $p < 0,0008$, $n = 10$, vom AKB auf die Weide = 94,8 %, von der Weide zurück in den AKB = 83 %, Wilcoxon-Test $p < 0,0005$, $n = 12$). Die Leseraten waren je nach Betrieb, Tag und Herdengröße unterschiedlich (**Tabelle 2**).

Einfluss des RFID-System auf das Auslaufverhalten

Der Einfluss des RFID-Systems auf das Auslaufverhalten wurde bei einer Herde von 2000 weißen Legehennen getestet. Die

Tab. 2

Einfluss der Faktoren Betrieb, Tag und der Herdengröße auf die Leseraten
 Table 2: Influence of the factors farm, day, and size of the flock on registration rates

Schlupflöcher zwischen Stall und Außenklimabereich/ <i>Popholes between house and veranda</i>			
Quelle/Source	df	X ²	Signifikanz/Significance
Herdengröße/ <i>Flock size</i>	2	16,4	p < 0,0003
Betrieb (Herdengröße)/ <i>Farm (flock size)</i>	7	87	p < 0,0001
Tag (Betrieb, Herdengröße)/ <i>Day (farm, flock size)</i>	10	195,8	p < 0,0001
Schlupflöcher zwischen Außenklimabereich und Auslauf/ <i>Popholes between veranda and free range</i>			
Quelle/Source	df	X ²	Signifikanz/Significance
Herdengröße/ <i>Flock size</i>	2	45,3	p < 0,0003
Betrieb (Herdengröße)/ <i>Farm (flock size)</i>	9	60,1	p < 0,0001
Tag (Betrieb, Herdengröße)/ <i>Day (farm, flock size)</i>	12	195,8	p < 0,0001

zwei Schlupflöcher zwischen AKB und Weide wurden unter verschiedenen Bedingungen – die RFID-Anlage war entweder in Betrieb oder ausgeschaltet – auf Video aufgenommen (**Tabelle 3**). Die Antennen waren bereits fünf Wochen vor dem Test an den Schlupflöchern installiert worden, das RFID-System wurde drei Wochen vor dem Test eingeschaltet. Die Videoaufnahmen wurden zwischen 10:30 und 12:00 Uhr Lokalzeit gemacht, als die Hennen auf die Weide gelassen wurden. Während der Aufnahmen war das Wetter konstant. Mithilfe der Videoaufnahmen wurde alle fünf Minuten die Anzahl Hennen, die durch die Schlupflöcher liefen, gezählt und die Richtung der Bewegung notiert. Vor der Analyse wurden die Daten auf Normalverteilung untersucht. Die Ausgänge und Eintritte durch die Schlupflöcher wurde mit einem generellen linearen Model analysiert (PROC GLM, SAS[®] Institute). Ob das RFID-System ein- oder ausgeschaltet war, hatte keinen Effekt (**Tabelle 3**). Bei Schlupfloch Nr. 2 waren allerdings mehr Bewegungen als bei Schlupfloch Nr. 1 zu verzeichnen (Schlupfloch $F_{1,19} = 37.86$, $p < 0,0001$, RFID $F_{1,19} = 0.7$, n.s.).

Diskussion

Die Anforderungen an die Methode zur Registrierung des individuellen Auslaufverhaltens wurden durch ein mobiles System erfüllt, das für mehrere Wochen in Legehennenställen installiert, danach abgebaut und zum nächsten Betrieb transportiert wurde. Die untersuchten Ställe unterschieden sich im Hinblick auf Anzahl und Größe der Schlupflöcher sehr. Bei einzelnen Betrieben waren die Schlupflöcher erhöht und konnten durch Rampen, Plattformen oder Sitzstangen erreicht werden. Um das Auslaufverhalten der Legehennen nicht zu beeinflussen, musste verhindert werden, dass die Öffnungen der Schlupflöcher durch die Versuchsanordnung verkleinert werden.

Das beschriebene RFID-System erfüllte die Anforderungen zu einem gewissen Grad und wies in einigen Aspekten Mängel auf. Große Schlupflöcher abzudecken, war kein Problem. Wie der Labortest zeigte, war die Leseraten mit 2 oder 16 Antennen

pro Synchronisationspunkt gleich. Die größte Herausforderung im Hinblick auf eine zufriedenstellende Lesequote war der Einfluss der Geschwindigkeit, mit der die Transponder durch das Lesefeld geführt wurden (= Bewegungsgeschwindigkeit der Tiere). Wie der Labortest zeigte, ging die Leseraten bei Geschwindigkeiten von über 1,5 m/s deutlich zurück. Für eine weitere Anwendung bei Legehennen sollte die ID des Transponders auf 32 bit reduziert werden, sodass die messbare Höchstgeschwindigkeit auf 3,2 m/s ansteigen könnte.

Auf einem Betrieb wurde die Geschwindigkeit der Hennen beim Verlassen des Stalls geschätzt (Daten unveröffentlicht). Der Median der geschätzten Geschwindigkeiten lag bei 1,5 m/s, einzelne Tiere erreichten mehr als 4,5 m/s. Mit den 32-bit-Transpondern könnten die meisten Legehennen registriert werden. Die höhere Geschwindigkeit der Legehennen rührte zum Teil daher, dass die Tiere durch den Tierbetreuer in den Stall getrieben wurden. Die höhere Geschwindigkeit der Hennen wirkte sich so aus, dass sich die Leseraten der Transponder verringerte und die Transponder aufgrund der größeren Schritte der Hennen außerhalb der Reichweite der Antennen gerieten. Dies könnte erklären, warum die Leseraten beim Verlassen von Stall und Wintergarten höher war, als beim Wiedereintritt. Die Geschwindigkeit und die damit verbundene Wahrscheinlichkeit, auf eine Antenne zu treten, waren vermutlich auch der Grund für die unterschiedlichen Leseraten, die sich im Vergleich zwischen den Betrieben und den Tieren ergaben. Die Wahrscheinlichkeit der Registrierung zwischen Stall und AKB war bei den fünf Betrieben mit Rampen an den Schlupflöchern am höchsten. Die Rampen könnten die Hennen in ihrer Bewegung verlangsamt haben.

Ein ähnliches RFID-System wurde in anderen Studien zum Auslaufverhalten von Legehennen benutzt [12, 13] und das gleiche System wurde von Hörning et al. gebraucht [14]. In diesen Fällen war die Zuverlässigkeit der Anlagen nicht überprüft oder die Ergebnisse waren nicht publiziert worden. Für die Validität der Analysen und Interpretation der Daten ist es

Tab. 3

Set-up des Tests zum Einfluss des RFID-Systems auf das Auslaufverhalten der Legehennen

Table 3: Set-up of the test on the influence of the RFID system on ranging behavior of laying hens

	Stichprobe Sample n	Schlupfloch 1/Pophole 1			Schlupfloch 2/Pophole 2		
		Antenne Antenna	Austritte Exits	Eingänge Entries	Antenne Antenna	Austritte Exits	Eingänge Entries
Tag/Day 1	14	an/on	255	226	an/on	341	390
Tag/Day 2	18	an/on	264	262	an/on	390	441
Tag/Day 3	14	an/on	228	188	an/on	321	350
Tag/Day 4	12	aus/off	204	141	aus/off	– ²⁾	– ²⁾
Tag/Day 5	17	aus/off	331	347	aus/off	386	468
Tag/Day 6	16	aus/off	235	162	aus/off	296	324
Tag/Day 7	15	an/on	262	197	aus/off	432	448
Tag/Day 8	16	an/on	298	226	aus/off	382	421
Tag/Day 9	16	aus/off	259	186	an/on	362	389
Tag/Day 10	18	aus/off	359	286	an/on	473	560
Tag/Day 11	13	aus/off ¹⁾	224	133	aus/off ¹⁾	378	250
Tag/Day 12	13	aus/off ¹⁾	267	215	aus/off ¹⁾	339	394
Total	182		3 186	2 569		4 100	4 435
Durchschnitt [/5 min] Mean [/5 min]			17,51	14,12		24,12	26,09
Verhältnis Austritte/Eintritte Ratio exits/Entries			55 %	45 %		48 %	52 %
Bewegungen pro Schlupfloch Movements per pophole			42 %			58 %	
Eintritte/Entries				35 %			65 %
Austritte/Exits			39 %			61 %	

¹⁾ Keine Antennen, keine Kabel/no antennas, no cables.

²⁾ Keine Daten/data missing.

allerdings wichtig, die Zuverlässigkeit zu kennen. Daher wird ein Test des Systems bei der Anwendung in Feldstudien empfohlen.

Schlussfolgerungen

Die Zuverlässigkeit der Registrierung war bei schnell laufenden Hennen limitiert. Beim Einsatz des Niedrigfrequenz-RFID-Systems sollte sichergestellt sein, dass die Geschwindigkeit der Hennen nicht 1,5 m/s übersteigt. Alternativ wären Systeme in höheren Frequenzbereichen mit einer schnelleren Lesegeschwindigkeit zu testen. Das Verhalten der Hennen schien in Bezug auf die Nutzung der Schlupflöcher nicht von der elektromagnetischen Strahlung beeinflusst zu worden zu sein. Deshalb wird erwartet, dass weiterführende Untersuchungen zum Nestverhalten durch dieses RFID-Systems auch nicht beeinträchtigt werden und somit die Legenestnutzung automatisch erfasst werden könnte [15].

Literatur

- [1] Voulodimos, A. S.; Patrikakis, C. Z.; Sideridis, A. B.; Ntafis, V. A.; Xylouri, E. M. (2010): A complete farm management system based on animal identification using RFID technology. *Computers and Electronics in Agriculture* 70(2), pp. 380–388
- [2] Icken, W.; Preisinger, R. (2009): New techniques to select laying hens for alternative systems. *British Poultry Science Abstracts* 5(1), pp. 14–15
- [3] Icken, W.; Thurner, S.; Cavero, D.; Schmutz, M.; Wendl, G.; Preisinger, R. (2010): Free-range behaviour as a new potential selection trait in laying hens. XIIIth European Poultry Conference, Tours, France, p. 221
- [4] Thurner, S. (2008): Entwicklung und Untersuchung eines verbesserten elektronischen Schlupflochs mit neuer Transponder-Technologie für die Gruppenhaltung von Legehennen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, D-85354 Freising, unveröffentlicht
- [5] Ruiz-Garcia, L.; Lunadei, L. (2011): The role of RFID in agriculture. Applications, limitations and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture* 79(1), pp. 42–50
- [6] Freire, R.; Munro, U.; Rogers, L.; Sagasser, S.; Wiltshcko, R.; Wiltshcko, W. (2008): Different responses in two strains of chickens (*Gallus gallus*) in a magnetic orientation test. *Animal Cognition* 11(3), pp. 547–52
- [7] Freire, R.; Munro, U. H.; Rogers, L. J.; Wiltshcko, R.; Wiltshcko, W. (2005): Chickens orient using a magnetic compass. *Current Biology* 15(16), pp. R620–R621

- [8] Heyers, D.; Manns, M.; Luksch, H.; Güntürkün, O.; Mouritsen, H. (2007): A visual pathway links brain structures active during magnetic compass orientation in migratory birds. *PLoS ONE* 2(9), p. e937
- [9] Rogers, L. J.; Munro, U.; Freire, R.; Wiltschko, R.; Wiltschko, W. (2008): Lateralized response of chicks to magnetic cues. *Behavioural brain research* 186(1), pp. 66-71
- [10] Wiltschko, W.; Freire, R.; Munro, U.; Ritz, T.; Rogers, L.; Thalau, P.; Wiltschko, R. (2007): The magnetic compass of domestic chickens, *Gallus gallus*. *J Exp Biol* 210(13), pp. 2300-2310
- [11] Gebhardt-Henrich, S. G.; Toscano, M. J.; Fröhlich, Ernst K. F. (2014): Use of outdoor ranges by laying hens in different sized flocks. *Applied Animal Behaviour Science* 155, pp. 74-81
- [12] Richards, G. J.; Wilkins, L. J.; Knowles, T. G.; Booth, F.; Toscano, M. J.; Nicol, C. J.; Brown, S. N. (2011): Continuous monitoring of pop hole usage by commercially housed free-range hens throughout the production cycle. *Veterinary Record* 169(13), p. 338
- [13] Richards, G. J.; Wilkins, L. J.; Knowles, T. G.; Booth, F.; Toscano, M. J.; Nicol, C. J.; Brown, S. N. (2012): Pop hole use by hens with different keel fracture status monitored throughout the laying period. *Veterinary Record* 170(19), pp. 494-498
- [14] Hörning, B.; Trei, G.; Düsing, S.; Ludwig, A.; Hackenschmidt, T. (2009): Untersuchungen zum Verhalten von Masthühnern mit unterschiedlichen Wachstumsintensitäten. Investigations on the behaviour of broilers differing in growth intensity. 41. International Arbeitstagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren, 19. - 21. November, Freiburg, Germany, S. 142-151
- [15] Gebhardt-Henrich, S. G.; Fröhlich, E. K. F. (2012): Auftreten von Brustbeinfrakturen und individuelles Verhalten bei Legehennen. Keel bone fractures and individual behavior in laying hens. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, S. 52-60

Autoren


Dr. Sabine G. Gebhardt-Henrich und **Ernst K.F. Fröhlich** waren zur Zeit der Untersuchung wissenschaftliche Mitarbeiter und **Jonathan Fleurent** war Praktikant am Zentrum für tiergerechte Haltung für Geflügel und Kaninchen, 3052 Zollikofen, Schweiz, E-Mail: sabine.gebhardt@vetsuisse.unibe.ch.

Dr. sc.agr. Frank Burose war Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter in den Gruppen Bau, Tier und Arbeit sowie Betriebswirtschaft und **Dr. sc. nat. ETH Michael Zähler** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, 8356 Ettenhausen, Schweiz.

Michael Gantner ist Geschäftsführer der Gantner Pigeon GmbH, 6780 Schruns, Österreich.

Danksagung

Dieses Projekt wurde von den Schweizer Bundesämtern BVET und BLW, den Schweizer Großverteilern COOP und Migros und dem Schweizer Tierschutz STS finanziert. Experten der RFID-Technik wie Oliver Sanders, Stefan Thurner, M. Lampe und S. Eisen standen uns mit Rat beiseite. Dominik Frei half beim Testen der Anlage.

 **Buch-Tipp**

NEU



Energiebedarf in der Milchviehhaltung

2014, 44 S., 8 €, ISBN 978-3-945088-00-5 (Best.-Nr. 40104)

Wovon hängt der Bedarf an Strom und Wärme in der Milchviehhaltung ab und wie setzt er sich im Detail zusammen? Mit dem Heft können Landwirte und Planer den Energiebedarf kalkulieren und vergleichen. Die Bedarfswerte werden bezogen auf den Tierplatz und die Milch ausgewiesen. Anhand von Beispielen wird der Berechnungsweg gezeigt.

NEU



Energiebedarf in der Schweine- und Hühnerhaltung

2014, 52 S., 8 €, ISBN 978-3-945088-01-2 (Best.-Nr. 40105)

Wovon hängt der Bedarf an Strom und Wärme in der Schweine- und Hühnerhaltung ab und wie setzt er sich im Detail zusammen? Mit dem Heft können Landwirte und Planer den Energiebedarf kalkulieren und vergleichen. Die Bedarfswerte werden bezogen auf den Tierplatz und das Produkt ausgewiesen. Anhand von Beispielen wird der Berechnungsweg gezeigt.

KTBL
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

www.ktbl.de

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstr. 49 | 64289 Darmstadt
Tel.: +49 6151 7001-189
Fax: +49 6151 7001-123
E-Mail: vertrieb@ktbl.de