

Mariana Schmidt, Gundula Hoffmann, Christian Ammon, Peter Schön, Christian Manteuffel und Thomas Amon

# Anwendung der Infrarotthermografie bei ferkelführenden Sauen

In der Nutztierpraxis gilt die Rektaltemperatur als einer der wichtigsten Indikatoren für die Tiergesundheit. Die rektale Temperaturmessung ist jedoch zeitaufwendig und erfordert direkten Tierkontakt. Die Infrarotthermografie (IR-Thermografie) stellt hingegen eine nichtinvasive, kontaktlose Methode dar, um die Körpertemperatur zu messen. Ein Versuch an Sauen im Abferkelbereich unter Praxisbedingungen hat gezeigt, dass sich die Körperregionen Auge und Ohrrücken zur Erfassung der Körpertemperatur mittels IR-Thermografie gut eignen. Damit kann die IR-Thermografie einen wesentlichen Beitrag zur gezielten Krankheitsprävention und zur Verbesserung des Tierwohls ferkelführender Sauen leisten.

## Schlüsselwörter

Infrarotthermografie, Sau, Fieber, Lokalisation

## Keywords

Infrared thermography, sow, fever, localisation

## Abstract

Schmidt, Mariana; Hoffmann, Gundula; Ammon, Christian; Schön, Peter; Manteuffel, Christian and Amon, Thomas

## Application of infrared thermography on lactating sows

Landtechnik 68(4), 2013, pp. 228–231, 2 figures, 1 table, 12 references

One of the most important disease indicators in livestock is the rectal temperature. This procedure is, compared to the infrared thermography, more time consuming and needs animal contact. The infrared thermography is a contactless and non-invasive method to detect the body temperature. Regarding to animal welfare the infrared thermography is a good method to detect the body temperature. A trial with sows in farrowing crates under practical conditions has shown that the body regions eye and back of the ear are appropriate localisations to record the body temperature using infrared thermography. Therefore the infrared thermography can provide an essential contribution to disease prevention and can improve the welfare of lactating sows.

■ In der Sauenhaltung sind Puerperalerkrankungen, wie der Mastitis-Metritis-Agalaktie-Komplex (MMA), ein häufiges Phänomen [1]. Diese Krankheit geht in den meisten Fällen mit Fieber einher [2]. Für die rechtzeitige Einleitung gezielter Präventionsmaßnahmen ist die frühzeitige Symptomerkennung eine wesentliche Voraussetzung. Die Möglichkeit einer kontinuierlichen Überwachung der Körpertemperatur von Sauen ist deshalb vor allem im Abferkelbereich von großer Bedeutung. Nicht nur gute wirtschaftliche Ergebnisse und der damit einhergehende Gewinn, sondern auch der Tierschutzgedanke spielen dabei eine entscheidende Rolle. Die Messung der rektalen Körpertemperatur gilt als die gängige Methode in der Praxis. Allerdings ist diese Methode meist mit Stress für die Tiere verbunden und zeitaufwendig.

In vorhergehenden Untersuchungen an Sauen kam man bereits zu dem Ergebnis, dass die IR-Thermografie eine Möglichkeit bietet, die Messung der Körperoberflächentemperatur zur frühzeitigen Erkennung von Erkrankungen zu nutzen [3]. In einer weiteren Studie wurde beschrieben, dass Fieber mit einer Sensitivität von 74,6 % durch IR-Messungen am Auge von Ponys detektiert werden kann [4]. Berücksichtigt man Einflussfaktoren wie das Klima, circadiane Rhythmen oder verschmutzte Oberflächen bei der Beurteilung der Messergebnisse, so gibt es Hinweise, dass die IR-Thermografie durchaus eine Möglichkeit bietet, Temperaturerhöhungen und somit Krankheiten frühzeitig zu erkennen [5].

In anderen Studien [5; 6] wurde bereits untersucht, welcher Bereich sich am besten eignet, um die Körpertemperatur von Nutztieren nichtinvasiv zu erfassen. Im vorgestellten Versuch sollte geklärt werden, welche IR-Technik geeignet ist und ob die Lokalisationen Auge und Ohrrücken zur Temperaturmessung beim Schwein herangezogen werden können.

## Tiere, Material und Methodik

Die Untersuchung fand in einem Schweineproduktionsbetrieb mit 340 Zuchtsauen (Large White x Deutsche Landrasse) und 17 000 Masttieren statt. Eine Woche ante partum wurden die Tiere in die Abferkelstation eingestallt, in der die Messungen stattfanden. Die Sauen befanden sich in einem handelsüblichen Kastenstand. Die Länge eines Kastenstands betrug ca. 2,25 m. Jede Abferkelbucht war 1,80 m breit und 2,40 m lang. Die Tiere hatten freien Zugang zu Wasser und die Fütterung erfolgte zweimal täglich. Die Futtermenge wurde jeder Sau nach dem Abferkeln individuell zugeteilt. Der Versuch wurde in zwei Abschnitte unterteilt.

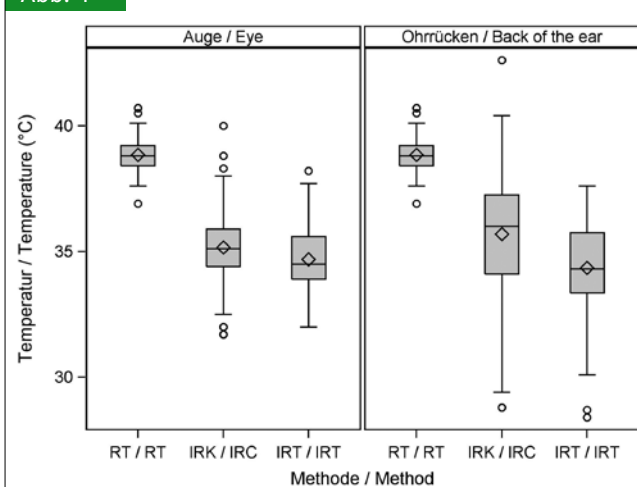
Der erste Versuchsabschnitt wurde mit 15 Sauen durchgeführt. An Tag eins bis vier wurden 10 Sauen zweimal täglich untersucht (insg. acht Messungen pro Sau und Lokalisation). An Tag drei und vier wurden 5 weitere Sauen zweimal täglich untersucht (insg. vier Messungen pro Sau und Lokalisation). Im zweiten Versuchsabschnitt wurden 30 Sauen über einen Zeitraum von insgesamt 4 Tagen betrachtet. Jede Sau wurde jeden zweiten Tag untersucht.

Die Messungen fanden in beiden Versuchsdurchgängen zwischen den Fütterungen statt. Eine Untersuchung dauerte etwa 10 Minuten pro Sau und erfolgte immer in der gleichen Reihenfolge:

1. Messung der Rektaltemperatur (RT) mit einem micro-life VT 1831 Digitalthermometer (ApoNorm, Hillscheid, Deutschland)
2. Messung der Körperoberflächentemperatur mit einer Infrarotkamera (IRK) (PI 160, Optris, Berlin, Deutschland)
3. Messung der Körperoberflächentemperatur mit einem Infrarotthermometer (IRT) (Raytek, Berlin, Deutschland).

Für beide Infrarotmesstechniken wurde ein Emissionsfaktor von 0,985 eingestellt, was dem Emissionsfaktor der menschlichen Haut entspricht. Jede Infrarotmessung erfolgte mit einem Abstand von 30–40 cm zwischen Tier und Messgerät. Die Filme der IRK wurden gespeichert und später mit einer Analysesoftware (PI Connect, Optris, Berlin) ausgewertet. Durch die Software war es im Nachhinein möglich, Messfelder festzulegen und dafür die Durchschnitts- und Maximaltemperatur anzuzeigen. Die ermittelten Daten der IRT-Messungen wurden unmittelbar nach der Messung für jedes Tier notiert. Hierbei handelt es sich um Durchschnittswerte über eine Messdauer von etwa 10 Sekunden. Der Messfleckdurchmesser betrug bei einem Messabstand von 30–40 cm etwa 2 cm. Die Messung am Auge umfasste den Augapfel und die Umgebung, wobei darauf geachtet wurde, dass kein vermehrter Tränenfluss am Auge vorhanden war. Die Messung am Ohrücken erfolgte am Übergang der knorpeligen Ohrmuschel zum dahinter liegenden Muskel (M. cutaneus colli). Auch hier wurde auf ein sauberes Messareal geachtet. Als Schwellenwert für eine erhöhte Körperkerntemperatur wurde bei den Sauen 39,5 °C [7] gewählt und bei der IR-Thermografie wurde dazu das 90 %-Quantil definiert.

Abb. 1



Vergleich der Rektaltemperatur (RT) mit Körperoberflächentemperaturen, gemessen mit der Infrarotkamera (IRK) oder dem Infrarotthermometer (IRT) am Auge und am Ohrücken von 15 Sauen (Versuchsabschnitt 1, n = 97 pro Boxplot)

Fig. 1: Comparison of the rectal temperature (RT) with the body surface temperatures, measured with an infrared camera (IRC) or an infrared thermometer (IRT) at the eye and at the back of the ear of 15 sows (part 1 of the trial, n = 97 per box plot)

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina). Um die Ergebnisse graphisch darzustellen, wurden für den ersten Versuchsabschnitt Box-Whisker-Plots angefertigt. Die Daten der Tiergruppe aus dem zweiten Versuchsabschnitt wurden mit der Methode nach Bland und Altman [8] graphisch ausgewertet. Der Einfluss der IR-Messmethode und der Lokalisation auf die Schwankungsbreite zwischen den RT und den Infrarottemperaturen wurde mit einem zweifaktoriellen ANOVA-Modell ohne Wechselwirkungen auf einem Signifikanzniveau von 5 % getestet.

## Ergebnisse

Die gemessenen Infrarottemperaturen lagen bei beiden Lokalisationen unter den gemessenen Rektaltemperaturen und zeigten zudem eine größere Streuung (**Abbildung 1**). Bei der Lokalisation am Ohrücken lag die mit der IRK gemessene Durchschnittstemperatur aller Sauen näher an der RT als bei der Lokalisation am Auge, allerdings war die Spannweite der IRK-Werte am Ohrücken größer. Bei beiden Lokalisationen lagen die IRT-Temperaturen im Schnitt knapp unter 35 °C, wobei die Spannweite der Messwerte am Auge geringer war als am Ohrücken.

In **Tabelle 1** sind Temperaturwerte aus dem zweiten Versuchsabschnitt jeweils für die Lokalisation und die Messmethode dargestellt. Die Temperaturen, die mit der IRK gemessen wurden, lagen stets über denen, die mit dem IRT erfasst wurden, wobei die Spannweite der IRT-Temperaturen stets geringer war.

Bei den Messungen der Körpertemperatur am Ohrücken mit der IRK wurden 7 von 10 fieberigen Sauen (Rektaltemperatur > 39,5 °C) ebenfalls als fieberig erkannt, wobei das 90 %-Quantil der IR-Temperaturen bei 38,1 °C lag. Die Messungen am Auge

Tab. 1

Minimum, arithmetisches Mittel, Maximum und Spannweite der Körpertemperaturen, gemessen mit Rektalthermometer (Rektaltemperatur = RT), Infrarotkamera (IRK) und Infrarotthermometer (IRT) bei 30 Sauen (Versuchsabschnitt 2)

Table 1: Minimum, arithmetic mean, maximum and range of the body temperatures, measured with a rectal thermometer (rectal temperature = RT), an infrared camera (IRC) and an infrared thermometer (IRT) at 30 sows (part 2 of the trial)

Lokalisation Region	Methode Method	Minimum Minimum	Arithm. Mittel Arithmetic Mean	Maximum Maximum	Spannweite Range
Rektal/Rectal	RT/RT	38,0	38,8	40,3	2,3
Auge/Eye	IRK/IRC	34,41	36,93	40,64	6,23
	IRT/IRT	32,97	34,69	36,01	3,04
Ohrücken/Back of the ear	IRK/IRC	33,19	36,79	41,29	8,10
	IRT/IRT	32,73	35,19	37,54	4,81

mit der IRK führten dazu, dass 6 von 10 Sauen als fiebrig eingestuft wurden, das 90%-Quantil der IR-Temperaturen lag hier bei 36,9 °C.

Der Bland-Altman-Plot der Differenzen der RT- und IRK-Temperaturen im Verhältnis zu den arithmetischen Mittelwerten zeigt, dass die meisten Werte innerhalb der 95%-Grenze lagen. Es ist allerdings zu beachten, dass die Spannweite der tierindividuellen Temperaturen groß war. Bei beiden Lokalisationen lag die mittlere Differenz zwischen RT- und IRK-Temperatur bei etwa 2 Kelvin (**Abbildung 2**).

## Diskussion

Die Rektaltemperaturen waren jeweils höher als die Temperaturen, die mit den Methoden der IR-Thermografie gemessen wurden, was mit den Ergebnissen von Johnson et al. [4] und Traulsen et al. [3] übereinstimmt. Dies war zu erwarten, da die

IR-Thermografie die Temperatur der Körperoberfläche misst und nicht die Körperkerntemperatur.

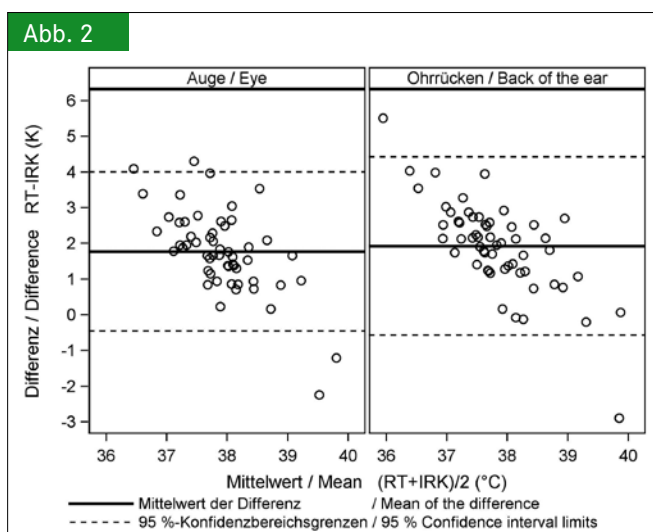
Zwischen der IRK und dem IRT zeigten sich ebenfalls Unterschiede. Die Ergebnisse der Messungen mit der IRK zeigten geringere Abweichungen gegenüber dem Standardverfahren (rektale Messung mit digitalem Thermometer) als die Werte des IRT. Dies lässt sich dadurch erklären, dass mit der IRK der wärmste Punkt im Bild gemessen werden konnte, das IRT aber lediglich Durchschnittstemperaturen des Messflecks erfasste. Des Weiteren könnte die Verdunstung oder die Beschaffenheit der Haut die Messungen mit dem IRT stärker beeinflusst haben.

Die Messungen ergaben, dass die Spannweite der IRT-Messwerte geringer als die der IRK-Messungen war. Scheinbar weisen die Durchschnittswerte des IRT eine geringere Streuung auf als die Maximalwerte der IRK-Temperaturen. Eine geringere Varianz zwischen den einzelnen Messungen ist jedoch bedeutender als die Differenz zur RT, wenn eine kontinuierliche Überwachung der Körpertemperatur angestrebt wird.

Mit der IRK konnten 7 von 10 fiebrigen Sauen durch die Messungen am Ohrücken erkannt werden, während es bei der Lokalisation am Auge nur 6 von 10 Tieren waren. Diese Ergebnisse stimmen zum Teil mit den Ergebnissen von Loughmiller et al. [9], Johnson et al. [4] und Schaefer et al. [10] überein. So berichteten Loughmiller et al. [9], dass die Detektion von Tieren mit Fieber durch Messungen der Körperoberflächentemperatur möglich ist. Das Auge und der Ohrücken eignen sich aufgrund anatomischer und thermoregulatorischer Gründe besonders gut, um IR-Messungen durchzuführen. Des Weiteren sprechen verfahrenstechnische Aspekte für diese Lokalisationen. Da Schweine nur sehr wenige Schweißdrüsen besitzen, wird die Thermoregulation vor allem durch eine Steigerung der Hautdurchblutung realisiert [11; 12]. Somit könnten Hautareale, die eine geringe subkutane Fettschicht aufweisen, besonders gut für die Detektion der Temperatur geeignet sein.

Der Bland-Altman-Plot zeigte, dass es wenige Übereinstimmungen zwischen den RT- und den Infrarottemperaturen gibt. Daher kann die Messung der Rektaltemperatur als Referenzwert bei klinisch gesunden Tieren im Moment nicht ersetzt werden.

Abb. 2



Bland-Altman-Plot für die Rektaltemperatur (RT) und die mit der Infrarotkamera (IRK) gemessenen Temperaturen von 30 Sauen (Versuchsabschnitt 2, n = 58 pro Lokalisation)

Fig. 2: Bland-Altman-Plot for rectal temperatures (RT) and temperatures measured with an infrared camera (IRC) of 30 sows (part 2 of the trial, n = 58 per localisation)

Der Abstand zwischen den Infrarotmessgeräten und der zu messenden Oberfläche hat einen großen Einfluss auf die gemessene Temperatur. Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Methode könnte daher sein, den Messabstand weiter zu standardisieren und den Messfleck des Messgeräts zu minimieren. Dies trifft besonders für das IRT zu. Eine weitere Schwierigkeit, die im Zusammenhang mit der Infrarotthermografie zu beachten ist, sind die Augen- und Ohrbewegungen, die ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Messgenauigkeit haben können. Eine tierindividuelle Betrachtung über einen längeren Zeitraum könnte außerdem dazu beitragen die Erkennungsrate zu steigern.

### Schlussfolgerung

Die Infrarotmessungen führten bei klinisch gesunden Sauen zu keiner signifikanten Übereinstimmung mit den Rektalmessungen. Dagegen wurden bei klinisch auffälligen Sauen zum Teil gute Ergebnisse und Übereinstimmungen mit der gemessenen Rektaltemperatur erzielt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine einmalige Messung der Körpertemperatur mit der IRK oder dem IRT keine ausreichenden und reproduzierbaren Ergebnisse unter praktischen Bedingungen brachte. Weitere Untersuchungen und Entwicklungen sind notwendig, um diese Methode für die Praxis zu etablieren.

Die Lokalisationen am Auge und am Ohrücken eignen sich aufgrund der anatomischen Verhältnisse gut zur Erfassung der Körpertemperatur durch IR-Thermografie. Durch seine geringere Varianz scheint das IRT gut geeignet zu sein, um eine kontinuierliche Überwachung der Körpertemperatur zu realisieren. Aber auch die videobasierte IRK stellt eine vielversprechende Methode dar, da vielfältigere Auswertungsmöglichkeiten bestehen als beim IRT.

### Literatur

- [1] Plonait, H. (2004): Geburt, Puerperium und perinatale Verluste. In: Lehrbuch der Schweinekrankheiten, Hg. Waldmann, K. H.; Wendt, M.; Plonait, H.; Bickhardt, K., Hannover, Parey Verlag, 4. Aufl., S. 493–502
- [2] Furniss, S.J. (1987): Measurement of rectal temperature to predict mastitis, metritis and agalactia (MMA) in sows after farrowing. *Preventive Veterinary Medicine* 5(2), S. 133–139
- [3] Traulsen, I.; Naunin, K.; Müller, K.; Krieter, J. (2010): Untersuchungen zum Einsatz der Infrarotthermographie zur Messung der Körpertemperatur bei Sauen. *Züchtungskunde* 82(6), S. 437–446
- [4] Johnson, S. R.; Rao, S.; Hussey, S. B.; Morley, P. S.; Traub-Dargatz, J. L. (2011): Eye thermographic temperature as an index to body temperature in ponies. *Journal of Equine Veterinary Science* 31(2), pp. 63–66
- [5] Knizkova, I.; Kunic, P.; Gürdil, G.; Pinar, Y.; Selvi, K. (2007): Applications of infrared thermography in animal production. *Journal of the Faculty of Agriculture* 22(3), pp. 329–336
- [6] Röhlinger, P.; Grunow, C.; Reichmann, A.; Zimmerhackel, M. (1979): Voruntersuchungen zur Ermittlung der Anwendungsgebiete der Infrarotmeßtechnik in der Veterinärmedizin. *Monatshefte für die Veterinärmedizin* (34), S. 287–291
- [7] Blood, D. C.; Henderson, J. A. (1983): *Veterinary Medicine*. Eastbourne, Baillière Tindall, 6. Aufl.
- [8] Bland, J. M.; Altman, D. G. (1999): Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical methods in medical research* 8, pp. 135–160
- [9] Loughmiller, J. A.; Spire, M. F.; Dritz, S. S.; Fenwick, B. W.; Hosni, M. H.; Hogge, S. B. (2001): Relationship between mean body surface temperature measured by use of infrared thermography and ambient temperature in clinically normal pigs and pigs inoculated with *Actinobacillus pleuropneumoniae*. *American Journal of Veterinary Research* 62(5), pp. 676–681
- [10] Schaefer, A. L.; Cook, N.; Tessaro, S. V.; Deregt, D.; Desroches, G.; Dubeski, P. L.; Tong, A. K. W.; Godson, D. L. (2004): Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Canadian Journal of Animal Science* 84(1), pp. 73–80
- [11] Montagna, W.; Yun, J. S. (1964): The Skin of the domestic pig. *Journal of Investigative Dermatology* 43(1), pp. 11–21
- [12] Moritz, A. R.; Henriques, F. C. (1947): Studies of Thermal Injury part 2: The relative importance of time and surface temperature in the causation of cutaneous burns. *American Journal of Pathology* 23(5), pp. 695–720

### Autoren

Tierärztin **Mariana Schmidt** und **Dr. med. vet. Gundula Hoffmann** sind Wissenschaftlerinnen, **Dr. agr. Christian Ammon** ist technisch-wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Technik in der Tierhaltung am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim und **Univ. Prof. Dr. Thomas Amon** begleitet die Professur für Nutztier-Umwelt-Wechselbeziehungen am Institut für Tier- und Umwelthygiene im Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin und ist Abteilungsleiter der Abteilung Technik in der Tierhaltung am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, E-Mail: mschmidt@atb-potsdam.de

**Dr. Ing. Peter Schön** und **Dipl.-Inf. Christian Manteuffel** sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf

### Danksagung

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. Lahrmann von der Freien Universität Berlin und der Firma Big Dutchman Pig Equipment GmbH für die Unterstützung. Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.