



SCHWEINEHITZE UND SAUKÄLTE

Warum gerade das Schwein gerne genutzt wird, um Wetterextreme zu beschreiben ist sprachwissenschaftlich nicht ganz klar. Vermutlich liegt es daran, dass das Haustier Schwein uns schon seit sehr langer Zeit begleitet und so auch ein wichtiger Teil in unserer Sprache geworden ist.

Priv.Do. Dr.rer.nat. Claudia Bieber, Forschungsinstitut für Wildtierkunde (FIWI), Vet. Med. Uni Wien

Während das Hausschwein sein Dasein also schon seit Jahrtausenden in Menschennähe und somit im warmen Stall verbringt, stellt sich die Frage wie eigentlich ein Wildschwein unter natürlichen Bedingungen mit Hitze oder Kälte zurechtkommt? Diese Frage ist gerade zu Zeiten des Klimawandels interessant und beschäftigt uns auch am Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Dabei geht es uns sowohl um das bessere Verständnis der Temperaturregulation bei Säugetieren im allgemeinen, als auch darum, Effekte der saisonalen Anpassung und damit des Klimawandels besser verstehen zu können.

Schweine sind besonders

Warum aber ist gerade das Wildschwein Gegenstand unserer Forschung? Unser heimisches Schwarzwild ist in dieser Hinsicht spannender als von manchem vermutet. Der Ursprung

der Familie Suidae, also der Schweinartigen, liegt in Asien und damit in einem warmen, tropischen Klima. Kälte mögen Schweine daher nicht, das haben alle Mitglieder dieser Familie gemeinsam. Trotzdem haben die Schweine ihren Siegeszug um die Welt angetreten. Während der Eiszeiten mussten sie kurzfristig immer wieder in wärmere Areale weichen, das ist in Zeiten der globalen Erderwärmung aber kein Thema mehr. Die Wildschweinbestände explodieren und das nicht nur in Österreich, sondern in ganz Europa. Auch der Alpenraum ist mittlerweile vor ihnen nicht mehr sicher. Dies liegt vor allem an dem hohen Reproduktionspotential und der im milden Klima hohen Überlebensrate der Jungtiere. Frischlinge sind tatsächlich besonders empfindlich gegen Kälte. So fehlt ihnen, im Gegensatz zu vielen anderen Säugetieren, das sogenannte braune Fett, ein Gewebe, welches sehr effizient Wärme produzieren kann. Ohne diese „innere Heizung“ kühlen Frischlinge sehr schnell und le-

bensgefährlich aus. In den tropischen Ursprungsgebieten der Schweineartigen war dieser Möglichkeit der Wärmeproduktion nicht nötig und so ist sie im Laufe der, auf Effizienz ausgerichteten Evolution, abhandengekommen. Einzig das Muskelzittern scheint den Wildschweinen geblieben, wie man sehr schnell erkennt, wenn es Frischlingen so richtig kalt wird.

Die innere Heizung

Gibt es aber neben dem braunen Fett vielleicht noch alternative Mechanismen um Wärme zu produzieren? Am FIWI haben wir uns die Wärmeproduktion bei Wildschweinen genauer angeschaut. Schon an ihrem 1. Lebenstag wurden Frischlinge im Team um Julia Nowak und Thomas Ruf untersucht. Tatsächlich konnte gefunden werden, dass ein Protein, das in jedem Muskel den Kalziumhaushalt regelt, auch dazu genutzt werden kann, um mit der Skelettmuskulatur zitterfrei Wärme zu bilden. Es wird vermutet, dass dies ein

sehr ursprünglicher Mechanismus der Wärmeerzeugung ist, da er auch bei Vögeln schon gefunden werden kann. Ganz schutzlos sind die Frischlinge also nicht, wenn sie in einem kalten Frühling geboren werden aber so effizient wie braunes Fett ist diese Form der „Heizung“ nicht.

Wildschweinforschung und High-Tech

Unser Interesse am FIWI geht aber über diese Grundlagenforschung hinaus und so untersuchten wir in einem weiteren Forschungs-Projekt, in dem, neben meiner Person, Sebastian Vetter mitarbeitete, wie sich milde Winter und heiße Sommer auf den Reproduktionserfolg und die Populationsdynamik bei Wildschweinen auswirken. Zunächst haben wir uns auf den Winter konzentriert. Wie verändern sich Körpertemperaturen, wenn es in der Umgebung kalt ist und wie gehen die Tiere damit um? Dazu wurden 13 Bachen, mit einem Körpergewicht von 60 bis 108 kg, welche in einem großen Gehege gehalten wurden, Temperaturlogger an unterschiedlichen Körperstellen implantiert. Ein Logger unter der Haut im Nackenbereich, also in der sogenannten Körperschale, ein anderer in der Bauchhöhle und somit im Körperkern. Diese Logger, die speziell bei uns am FIWI von Gerhard Fluch entwickelt und gebaut worden sind, obwohl sehr klein, sehr effizient. Sie messen die Körpertemperatur alle 4 Minuten und speichern 209.484 Messwerte.

Wärme produziert das Säugetier im Körperkern, hier sitzt also das Zentrum der Heizung und das nicht umsonst. Speziell die inneren Organe und auch das Gehirn brauchen eine hohe Betriebstemperatur, damit alles normal funktionieren kann. In der Peripherie, der Körperschale, kann es auch mal kälter werden, wenn die Umgebungstemperatur sehr niedrig ist oder, wenn die Tiere im Winter die Wärme im Körper-

kern halten wollen und die Durchblutung der Körperschale reduzieren. So kann viel Energie gespart werden, wie am FIWI von Walter Arnold schon für z.B. das Rotwild gezeigt werden konnte.

Vom sonnenbaden, kuscheln und suhlen

Durch die Körperschale kann aber auch Wärme aufgenommen werden. Von einigen Säugetierarten, ist bekannt, dass sie gerne ein Sonnenbad nehmen, das sogenannte Basking. Nach einer kalten Nacht kann man so aufwärmen ohne eigene Energiereserven dafür verbrauchen zu müssen. Auch das soziale Leben des Wildschweins gibt Möglichkeiten die Körpertemperatur und damit den Energieverbrauch zu beeinflussen. So ist ein aneinander kuscheln in kalten Nächten, das sogenannte Huddling, äußerst effizient um ein Auskühlen über die große Körperoberfläche zu minimieren. All diese genannten Mechanismen gehören zum Bereich des thermoregulatorischen Verhaltens. Durch dieses spezielle Verhalten haben Tiere die Möglichkeit sowohl enorme Kosten der Wärmeproduktion zu sparen, als auch zu hohe Betriebstemperaturen effizient runterzuregulieren. Wie aber nutzen Wildschweine diese Verhaltensweisen? Dieser Frage ist Timo Rath in seiner Masterarbeit bei uns am FIWI nachgegangen. Durch die Implantation der Temperaturlogger in den verschiedenen Körperbereichen konnten er bei diesen Tieren die Temperaturen im Körperkern und in der Peripherie mit den Umgebungstemperaturen und dem Tag- und Nachtrhythmus vergleichen.

Detektivarbeit

Schauen wir uns die Körpertemperaturen über den Tagesverlauf genauer an, so ergeben sich tatsächlich Muster, die auf die Nutzung von thermoregulatorischen Verhaltensweisen hinweisen. Schon fast detektivisch muss man bei

der Auswertung vorgehen. Sehen wir z.B. in der Nacht einen Anstieg der Temperatur in der Körperschale aber nicht im Körperkern, können wir davon ausgehen, dass das Tier sich an ein Rottenmitglied gekuschelt hat. Irgendwo muss von außen Wärme auf das Tier eingewirkt haben, anders lässt sich das nicht erklären. Eine erhöhte Aktivität, also Wärme durch Muskelarbeit, hätte z.B. auch einen Anstieg der Temperatur im Körperkern verursacht. Noch dazu wäre der Anstieg nicht so schnell. Das Kuscheln oder auch Huddling ist in Abbildung 1 gezeigt. Das Sonnenbaden hingegen führt zu einem raschen Anstieg der Temperatur in der Körperschale (Abb. 2). Dieses Verhalten findet in den Morgenstunden statt und kann mit der Sonneneinstrahlung korreliert werden. Die Nutzung des Sonnenbadens zur passiven Aufwärmung hat übrigens eine interessante Geschichte. Lange war dieses Phänomen bei Säugetieren weitgehend unbekannt, da alle Studien im Labor bei konstanten Temperaturen durchgeführt wurden. Erst durch die Entwicklung neuer Technologien besteht heutzutage die Möglichkeit Körpertemperaturen von Säugetieren im Freiland, also unter natürlichen Bedingungen zu erfassen. So konnte am FIWI bereits von Claudia Signer und Walter Arnold gefunden werden, dass z.B. auch Steinböcke regelmäßig morgens in der Sonne liegen, um sich passiv aufzuwärmen. Heutzutage haben wir daher einen ganz anderen Blick auf die Nutzung von thermoregulatorischen Verhalten bei großen Säugetieren.

Was macht das Wildschwein?

Bei unseren Wildschweinen konnten wir erkennen, dass das Sonnenbad auch schnell zu einem Zuviel an Körperwärme werden kann und dann ist eine Abkühlung nötig. Vermutlich hat ein kühles Schlammbad der Bache in Abbildung 2 dazu verholfen ihre Körpertemperatur wieder abzusenken. Nässe - genau

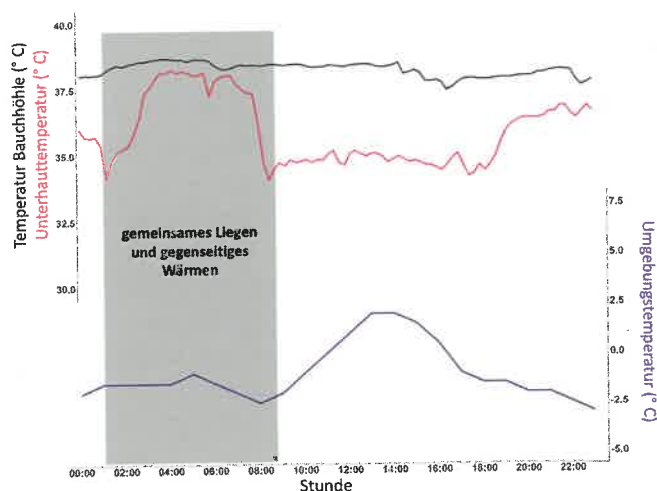


Abb. 1 Ein Tag im Leben einer Bache aus unserem Forschungsgehege. Gezeigt sind die Temperatur der Körperschale (Unterhauttemperatur), des Körperkerns (Bauchhöhle), sowie die Umgebungstemperatur in 2m Höhe. Das graue Feld zeigt als Beispiel den Zeitraum thermoregulatorischen Verhaltens, in diesem Fall gemeinsames Kuscheln oder auch Huddling. Wir sehen einen starken und schnellen Anstieg der Temperatur in der Unterhaut, wo der Logger implantiert war.

In diesem Fall wissen wir, dass diese Bache mit einer anderen in einem gemeinsamen Unterschlupf gekuschelt hat (Abbildung von Timo Rath).

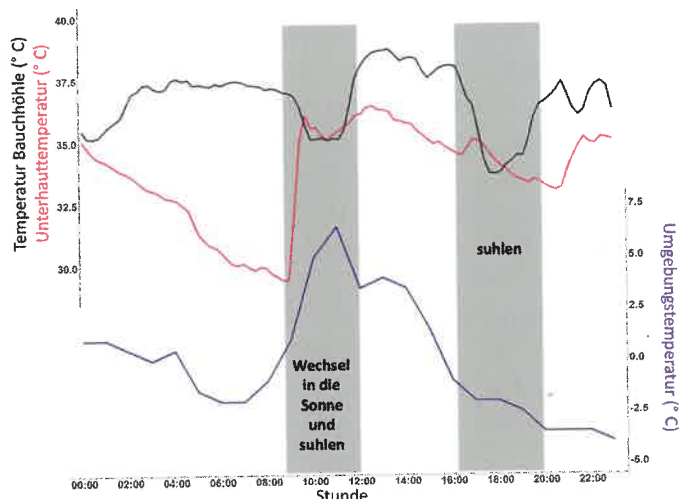


Abb. 2 Ein Tag im Leben einer anderen Bache. Viel passiert, wie wir erkennen können. Erläuterung zu der Achsenbeschriftung siehe Abb. 1. Am Vormittag geht sie in die Sonne, die Körperschale (speziell im seitlichen Nacken) wärmt sich sehr schnell auf, auch die Umgebungstemperatur steigt. Da die Temperatur im Körperkern absinkt gehen wir davon aus, dass das Tier mit dem Bauch in der Suhle liegt. Nach dem Trocknen steigt die Temperatur im Körperkern schnell an. Jetzt ist sie auch aktiv und um die Mittagszeit gibt es Futter.

Später am Nachmittag geht es nochmal in die Suhle (Abbildung von Timo Rath).

genommen Verdunstungskälte - ist, wie wir alle wissen, ein guter Mechanismus um überschüssige Wärme abzuleiten. Dem Schwein fehlen Schweißdrüsen, schwitzen ist also nicht möglich. Aber ein Bad im nassen Schlamm hilft genauso gut. Dabei wird Wärme direkt per Wärmeleitung ans Wasser abgegeben, beim Trocknen entsteht zusätzlich noch Verdunstungskälte.

Das Suhlen in den Körpertemperaturdaten zu detektieren war allerdings etwas schwieriger. So haben wir beobachtet, dass es bei unseren Wildschweinen öfters und über den ganzen Tag verteilt zur Absenkung der Temperatur im Körperkern kam, die Temperatur in der Körperschale aber höher war. Anders als beim Sonnenbaden, wurde aber parallel kein Anstieg der Temperatur in der Körperschale beobachtet. Wie kann es dann sein, dass das Tier außen wärmer ist als in-

nen? Von Schweinen weiß man, dass sie sich gerne bäuchlings in ein Schlammbad werfen, könnte dieses Verhalten dieses Phänomen erklären? Tatsächlich war der Logger, der die Kerntemperatur des Tieres aufzeichnete an der Innenseite der Bauchwand fixiert. Also im Körperkern aber nahe an der Körperschale im Bauchbereich. Es ist also wahrscheinlich, dass ein bäuchlings im kalten Schlamm liegendes Tier, an dieser Stelle eher einen Abfall der Temperatur zeigt als in dem im Nacken sitzenden Logger, der direkt unter der Haut sitzt und weit weg vom kalten und nassen Boden ist. Wir haben dieses Muster in der Körpertemperatur daher als Suhlen bezeichnet, allerdings mit dem Vorbehalt, dass die Tiere auch einfach auf dem kalten Boden gelegen haben könnten. Um auf Nummer sicher zu gehen, haben wir die Tage mit Schneebedeckung in unserer Auswertung unbe-

rücksichtigt gelassen und nur kurzfristige und rapide Abkühlungen berücksichtigt. Um den Beweis zu führen, müssen wir hier aber noch weiter forschen und das Verhalten des zweifelsfrei beobachteten Suhlens direkt mit den Körpertemperaturen in Verbindung bringen.

Wir sehen an dem in Abbildung 2 gezeigten Verhaltens von Sonnenbad und anschließendem Schlammbad sehr schön, dass die genannten Verhaltensweisen nicht unabhängig voneinander sind und in allen möglichen Kombinationen genutzt zu einer optimalen Regulierung der Körpertemperatur beitragen. Wie effizient das bei Wildschweinen abläuft und welche Bedeutung es hat, konnten wir in dieser Studie erstmals feststellen. Vorteil unserer Methode über die Interpretation der Körpertemperaturverhältnisse zwischen Körperkern und Körperschale ist dabei, dass

wir genau sehen wann und wie häufig thermoregulatorisches Verhalten biologisch und energetisch relevante Auswirkungen auf die Körpertemperatur hat. Mit anderen Worten: reine Verhaltensbeobachtungen sagen nichts über die Effekte auf die Körpertemperatur aus.

Fakten zur Thermoregulation

All diese Auswertungen wurden in unserer Arbeitsgruppe von Timo Rath im Rahmen seiner Masterarbeit durchgeführt. Timo hat bei unseren Bachen gefunden, dass die Körperkerntemperatur im Mittel bei $37.9 \pm 0.4^\circ\text{C}$ lag und die Temperatur in der Körperschale bei $34.6 \pm 1.1^\circ\text{C}$. Im Zeitraum von Dezember bis Februar konnte die Verhaltensweise des Suhlers 310-mal den Körpertemperaturdaten zugeordnet werden. Die Dauer betrug im Mittel $2,8 \pm 0,7$ Stunden. Dabei lag die Bache nicht jedes Mal fast 3 Stunden in der Suhle, vielmehr hielt der Effekt der Abkühlung so lange an. Das Sonnenbaden wurde 149-mal den Daten zugeordnet und dauerte im Mittel $4,1 \pm 1,0$ Stunde. Zuletzt konnte während der Dunkelphasen das Huddling festgestellt werden, welches 331-mal auftrat und durchschnittlich $4,4 \pm 1,1$ Stunden andauerte. Alle Verhaltensweisen wurden entscheidend von der Umgebungstemperatur beeinflusst. Huddling kam häufiger vor, wenn es kälter war. Beim Suhlen war es umgekehrt. Das Verhalten des Sonnenbadens wurde speziell von der Morgentemperatur beeinflusst. Je kälter es in den Morgenstunden bei Sonnenschein war, umso mehr nutzen die Bachen diese Form des passiven Aufwärmens. Huddling wurde zusätzlich auch vom Körpergewicht beeinflusst. Leichtere Tiere zeigten eine höhere Wahrscheinlichkeit dieses Verhaltens. Durchaus nachvollziehbar, da der Wärmeverlust über die Oberfläche bei kleineren Tieren größer ist als bei größeren. Nicht alle Ergebnisse sind allerdings so eindeutig und logisch nachvollziehbar. Es zeigte sich z.

B. ein negativer Effekt der Körpermasse auf das Suhlen. Dies bedeutet, dass kleine Tiere sich signifikant häufiger suhlten als ihre größeren Artgenossen. Gesetzen der Physik folgend sollte es umgekehrt sein, da wie auch beim Huddling, große Tiere durch ihr ungünstigeres Oberflächen-Volumen Verhältnis schwerer Wärme abgeben können. Hier müssen wir noch weiter forschen und erkunden welche Faktoren dieses Verhalten noch beeinflussen können. Sind leichtere Bachen vielleicht etwas aktiver und müssen daher mehr Wärme abgeben? Vielleicht spielt aber auch die Parasitenbelastung eine Rolle und die Abkühlung wird in Kauf genommen, um der lästigen Plagegeister Herr zu werden. Dies sind aber Spekulationen die uns Ideen für neue Forschungsfragen aufgeben.

Im Winter suhlen?

Berücksichtigen wir bei der Interpretation unserer Ergebnisse, dass wir uns im Winter befinden, ist es sicher außergewöhnlich, dass die Tiere sich anscheinend häufiger abkühlen (suhlen) als sie Zeit beim Sonnenbaden verbringen. Speziell, da das Wildschwein uns doch als so wärmeliebend beschrieben ist. Im Mittel hat sich jede Bache während der Beobachtungszeit von Dezember bis Februar 67 Stunden gesuhlt, 47 Stunden in der Sonne gebadet und 112 Stunden in der Nacht gekuschelt. Während Sonnenbaden natürlich auf den Tag beschränkt war und Huddling auf die Nacht, suhlten sich die Tiere rund um die Uhr mit Spitzenwerten am Vormittag (11.00 Uhr, 33% der Werte) und am Nachmittag (17.00 Uhr, 30% der Werte). Natürlich war uns bekannt, dass Schweine sich gerne suhlen, dass es aber in solch einem Ausmaß im Winter vorkam, war für uns überraschend. Da wir nicht das Suhlen direkt, sondern die insgesamt abkühlende Wirkung erfasst haben, können wir derzeit noch nicht eindeutig sagen, dass die Tiere tatsäch-

lich im nassen Schlamm lagen. Unabhängig davon ist aber klar, dass sie zu diesen Zeiten im Körperkern abgekühlt sind und zwar immer von einem höheren Niveau aus. Ein Mechanismus der „gewollten Abkühlung“ scheint daher eine logische Erklärung. Bei einem Ungulaten mit der Körpermasse eines ausgewachsenen Wildschweins muss einem klar sein, dass erst ab einer Umgebungstemperatur von unter -10°C ein Effekt der Auskühlung eintritt. Bis dahin reichen die enorme Körpermasse und das isolierende Winterfell aus, um die Wärme im Körper zu halten. Scheinbar ging es im Winter 2016/17 bei den alten Bachen auch um die Abkühlung und nicht nur um das Aufwärmen. Tatsächlich waren die mittleren Temperaturen von Dezember bis Februar im Mittel mit $-0.7 \pm 4.8^\circ\text{C}$ nicht so niedrig. Lediglich in einer Nacht wurde ein Minimalwert von -15°C gemessen.

Noch viel zu tun

Nach unseren Ergebnissen hatte in der Nacht das soziale Kuscheln eine große Bedeutung und es ist das in der Beobachtungszeitspanne am häufigsten beobachtete thermoregulatorische Verhalten. Das soziale Leben der Wildschweine hat also mehr und andere Konsequenzen als bisher vermutet. Tatsächlich ist diese am FIWI durchgeführte Studie die erste, die die Thermoregulation beim Wildschwein untersucht hat, mit, wie wir finden, sehr spannenden Ergebnissen. Noch stehen wir ganz am Anfang der Auswertung, da wir nach dieser Teilstudie von Timo Rath jetzt alle Daten gemeinsam auswerten wollen. Mittlerweile liegen uns Körpertemperaturdaten von 55 Bachen vor, die eine Zeitspanne von 3 Jahren abdecken. In dieser Zeit haben wir extrem heiße Sommer verzeichnet und wir sind schon sehr gespannt, wie sich diese hohen Temperaturen auf das thermoregulatorische Verhalten auswirken haben.