

THERMOGRAFIE INSTITUT BERLIN



„Equine Thermografie“ kann nicht funktionieren!

Im Gespräch mit Miriam Lewin über den Einsatz der Infrarot-Wärmebild-Kamera in der Veterinärmedizin gibt der Physiker Thomas Zimmermann vom Thermografie-Institut Berlin sich streitbar

Kreuth (Bayern), im August 2007: Die europäische Prominenz der Distanzreiter gibt sich die Ehre beim Internationalen Drei-Sterne-Distanzritt (CEI***) und Nationenpreis im Rahmen der 10. Bundesleistungsschau für Arabische Pferde. Kennzeichen aus fünfzehn verschiedenen Ländern, darunter sogar arabische Schriftzüge, zieren die Stoßstangen der Crewfahrzeuge.



Am Rande des Wagenparks haben Thermograf Thomas Zimmermann und FEI-Tierarzt Martin Grell, diesmal als behandelnder Tierarzt (Treating Vet) dabei, ihre Fahrzeuge im Carre aufgebaut. Seit 2005 arbeiten der Physiker und der Veterinär Hand in Hand, so-

wohl im diagnostischen Bereich, um aktuelle Befunde erheben oder stützen zu können als auch auf dem Gebiet der Forschung über die Anwendung der Infrarot-Thermografie auf veterinärmedizinischem Gebiet.

Die Zusammenarbeit mit Martin Grell sei durch seine Lebensgefährtin zustande gekommen, deren Pferd der Tierarzt betreut, erzählt Thomas Zimmermann. „Meine Erfahrung mit Pferden begrenzte sich bis dahin auf den Zivildienst, wo es hieß, 23 Pferde boxen am Tag auszumisten. Zuvor hatte ich lediglich humanmedizinische Aufnahmen gemacht, unter anderem eine Studie für Carsten Niemitz, Professor der Humanbiologie an der Freien Universität Berlin. Dabei ging es um die Thermoregulationsfähigkeit im Vergleich von Fettschichten im Zusammenhang seiner „Studie zum aufrechten Gang“. Es wurden Schichtstärkenmessungen an Probanden vorgenommen und gemessen, wie sich die Temperaturmuster in Abhängigkeit von der Stärke der Fettschicht auf der Haut verteilen (Veröffentlichung: 2007, Freie Universität Berlin).

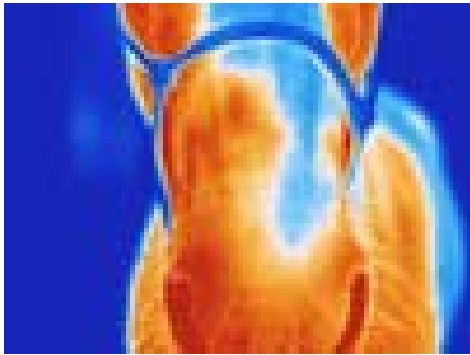
*Titel:
Darstellungsbeispiel
(Applikationsbeispiel ohne Farb- und
Temperaturskala) für technisch mögliche
Bildschärfe- und Tiefe.*

Die veterinärmedizinische Schiene kam erst weitgehend über Martin Grell, später dann auch über die Freie Universität Berlin. Es fing an mit den Versuchen, die Aufnahmen auszuwerten, um eine Statistik mit allen vorliegenden Fällen zu beginnen. Martin kam immer mit den Ideen, was zu untersuchen interessant wäre. Für mich als Werkstoffprüfer und Wissenschaftler war der Ansatz, das Pferd als solches als Stoff zu betrachten und thermische Anomalien durch die Eingrenzung von Normen zu kennzeichnen, um zu erfahren, was ist normal am Pferd und was nicht. Dafür gibt es in der Humanmedizin bereits eine Formel, eine so genannte Diffusionsgleichung. Die weitere Ableitung davon ist die metabolische Diffusionsgleichung, die jetzt vervollständigt wird, um sie übertragbar zu machen auf verschiedene Pigmentierungen: dunkel, hell, Haut,

Fell, Haare und Strukturen wie Porendichte, Porenvolumen und Rauhtiefe. Das war bis dahin alles nur unter Labor- und Idealbedingungen entwickelt, aber diese Bedingungen findet man so gut wie nirgendwo.“

In der „Reiten und Zucht in Berlin und Brandenburg“ vom August 2007 wird ein – nach einem absolviertem Curriculum auf einem bekannten Rittergut („Das sind die, die ohne jedwede Qualifikation und nicht nach EU Norm arbeiten und Zertifikate verteilen, obwohl sie selbst keines durch profundes Wissen oder Ausbildung erworben haben!“; wettert Zimmermann) – selbst ernannter „Equiner Thermografiespezialist“ – zitiert: „Ein paar Regeln müssen beachtet werden, um zu guten Messergebnissen zu kommen. Ideal wäre, wenn das Pferd vorher in einem zugfreien Stall gestanden hat, weiterhin soll

Metabolismus, oder metabolische, kreislaufabhängige Vorgänge sind naturgemäß dynamisch. Innerhalb eines dynamischen Prozesses kann eine Infrarot-Aufnahme nur unter Einbeziehung der dynamisch begründeten Algorithmen zum Messergebnis führen. Eine statische Aufnahme, wie in der so genannten „equinen“ und auch sonstigen, passiven Thermografie üblich, ist immer nur eine Momentaufnahme innerhalb eines dynamisch flinken Prozesses, und kann von daher keine Tendenz oder Entwicklungsprozesse sichtbar/berechenbar machen. Eine Ableitung aus der visuellen Darstellung allein ist ohne Einbeziehung der Strahlungsgesetze, Biophotonik und genauer Kenntnis der vorherrschenden Umweltparameter bestenfalls eine grobe Schätzung. Alle diese Parameter werden in der anzuwendenden metabolischen Diffusionsgleichung zusammengefasst, in der der Gradient „Zeit“ eben auch eine Rolle spielt. Dies ist der einzige Weg, physikalisch genaue, und medizinisch präzise Passiv-Infrarot-Aufnahmen herzustellen.



Nasenbeinbruch / Fissur

geht's schlecht, wir wollen wissen, warum. Schnell, sicher und so genau wie möglich. Wenn ich das Pferd dann noch damit quäle, dass ich es aus seinem normalen Umfeld herausnehme, verfälsche ich in diesem Moment die Bilder schon. Ausschließlich unter Laborbedingungen arbeiten zu wollen, funktioniert im Feld einfach nicht, das schließt sich schon vom Namen her aus. Deshalb ging es Martin Grell und mir darum, die



Auch "Knut" aus dem Berliner Zoo gehört zu den prominenten Probanden von Thomas Zimmermann

Thermografie im Feld anwendbar zu machen, um im Wettbewerb damit arbeiten zu können, da geht es um Sekunden und nicht um Tage! Stellen sie sich mal vor, ein



es keine Bandagen noch eine Decke getragen haben, auch sollte es vorher nicht geritten worden sein. Die Abdrücke des Sattels und des Sattelgurts führen zu falschinterpretierbaren Messergebnissen, ebenso sind schwitzende Pferde und eine Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit für die Aufnahmen ungeeignet. An ihre Grenze stößt die Infrarotkamera bei Tieren mit langem Fell, vornehmlich im Winter."

Ärgerlich wischt der Wissenschaftler Zimmermann diese Aussage beiseite: „Die so genannte „Equine Thermographie“ und alles andere, was aus diesem Segment kommt, ist so nicht anwendbar und völlig unnützlich. Das basiert auf irgendwelchen Idealbedingungen, die so nicht zu schaffen sind und so gut wie nirgendwo vorkommen. Eine thermografische Untersuchung wird gemacht, wenn wir eine akute Lahmheit haben oder einen Befundsverdacht oder etwas aus einer individuellen, derzeitigen Normsituation kennzeichnen wollen. Das heißt: Dem Pferd

Leistungssportpferd würde aus dem Wettbewerb heraus in die Box gestellt. Zwölf Stunden lang. Einfach so zum ausschwingen? So ein Quatsch!"

Die Thermografie, wie sie Thomas Zimmermann praktiziert, wird nicht nur im Wettbewerb erfolgreich angewandt, sondern findet auch internationale Anerkennung in Forschung und Wissenschaft: „Mit den von uns entwickelten Methoden werden mittlerweile auch Wildtier-Untersuchungen von Universitäten wie der Freien Universität Berlin bis zur Cummings School of Veterinary Medicine at Tufts University in Massachusetts gestützt.“

Eine multilinguale „Reisegruppe“ schiebt sich durch Zimmermanns Kleinbus, der mit mehreren Computern zur Hightech-Messstation



umgerüstet ist. Bei den Besuchern handelt es sich um die Teilnehmer an einer Schulung für FEI-Tierärzte, die gerade in Kreuth stattfindet. „Das geht hier wie im Taubenschlag“, berichtet Zimmermann. Beim Fachpublikum



Eines von zwei Labor-/Messfahrzeugen

herrscht reges Interesse und Meinungsaustausch, beim Laien auch schon einmal Skepsis. Neugierig sind jedenfalls alle.

Thomas Zimmermann öffnet ein grobkörniges Wärmebild auf dem Monitor, so eines, wie man es schon in diversen Pferdezeitschriften im Zusammenhang mit Beiträgen über Infrarot-Thermografie immer mal gesehen hat. Rot, Grün, Gelb, Blau, Weiß. „Dieses Bild ist vor anderthalb Jahren für 160 Euro verkauft worden“, erklärt er, „da kann man die Pixel mit den Fingern mitzählen.“ Die Aufnahme einer „Berufskollegin“, die 2003 in der „Cavallo“ schrieb: „Im Idealfall sollte ein Pferd 24 Stunden vor der Aufnahme in der Box stehen. Sonne führt zu falschen Ergebnissen. Das Pferd sollte 24 Stunden keine Bandagen, mindestens eine Stunde vor der

Untersuchung keine Decke tragen und nicht trainiert werden. [...] Das irritiert bei der Interpretation der Bilder.“

„Das hier sind Aufnahmen, die schwer zu deuten sind oder überhaupt nicht up to date vom technisch Machbaren her“, hält Zimmermann dagegen und zeigt noch ein paar weitere Bilder. „Dennoch wurden diese Aufnahmen alle, wie sie hier stehen, zusammen mit einer Diagnose verkauft, was einfach nicht sein darf. Wer sich als „Thermograf“ betätigt – wobei eigentlich Thermologe der richtige Ausdruck wäre – kann in den wenigsten Fällen in der Lage sein, eine Diagnose zu stellen. Keiner von den „Spezialisten“ hier ist Veterinärmediziner. Ich persönlich kenne auch nur einen, der von beidem etwas versteht, und der sitzt in Warendorf, im olympischen Trainingszentrum und ist IOC-angemerkt. Über die Thermografie sagt er aber, dass ihm die Zeit fehlt, da tiefer einzusteigen. Also muss ich alle anderen anzweifeln, die behaupten, sie könnten sowohl Diagnose als auch Infrarot-Thermografie professionell betreiben.“

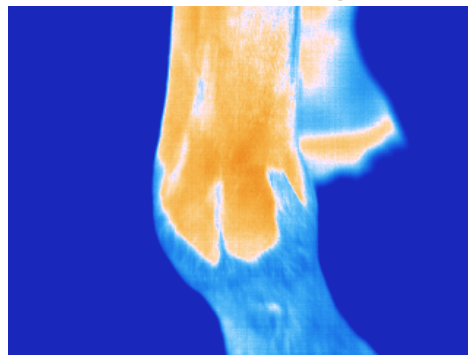
Die Schwierigkeit ist, dass diese Leute gern schnelle Diagnosen verkaufen von miserablen Bildern, die sie technisch nicht auswerten können, weil sie die Basis der Physik nicht kennen. Man muss zwar nicht Physiker sein, um gute Aufnahmen zu machen, aber man sollte sich dann wenigstens mit den Diagnosen zurückhalten.



Wenn man dazu noch diese Bilder sieht, würde ich sagen, sollte man sich auch mit den Bildbeispielen zurückhalten.“

Aber wie funktioniert es denn nun? Wenn Thomas Zimmermann seine Aufnahmen am Pferd macht, ist er schweigsam und konzentriert, hält sich mit Aussagen zurück. Er mag es nicht, wenn man ihm ins Bild rennt, denn die hochsensible Kamera registriert auch den Menschen neben dem Pferd als Wärmequelle. „Spiegelungen

*Starke Beanspruchung der Bänder (Vr)
Aufnahme von der DM, Göttingen 2007*



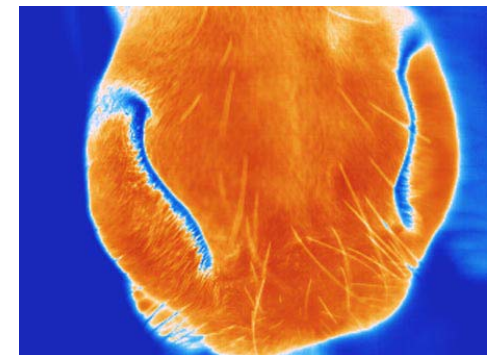
und Reflexionen sind die Hauptfehlerquelle und da reicht es schon, wenn der Mensch am anderen Ende des Stricks eine raucht und sich die Glut im Huf spiegelt. - Fertig ist das equin thermografierte Hufgeschwür“.

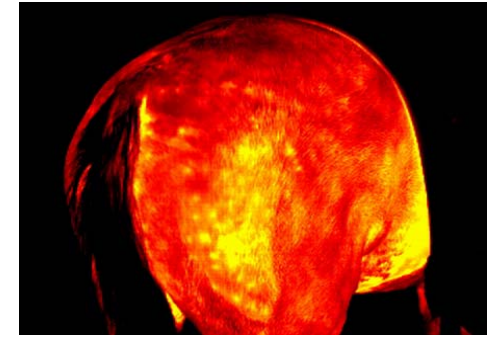
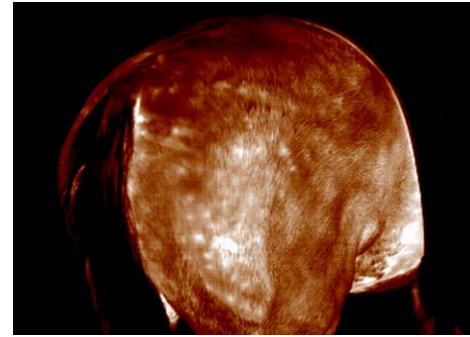
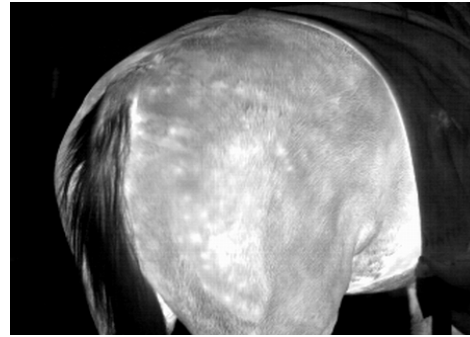
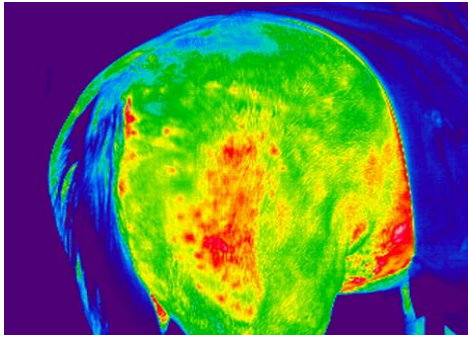
Wenn man ihm über die Schulter blickt, kommentiert er die visuelle Wahrnehmung sparsam. „Natürlich hat man mittlerweile ein geschultes Auge, sodass man schon durch den Sucher oder auf dem Display sieht: da ist anscheinend eine Anomalie, da müssen wir mal genauer draufgucken. Selbst Martin Grell ist inzwischen so geübt, dass er Sachen sieht, die da eigentlich nicht hingehören. Für mich als Nicht-Mediziner ist es wiederum schwierig, Dinge zu benennen, die fehlen.“

Erst später, am Computer beginnt für Thomas Zimmermann die eigentliche Arbeit. „Mit Hilfe der entsprechenden Software, kann man, wenn man die einzelnen Areale kennzeichnet, herauslesen, welche Temperaturbereiche hier gegeben sind. Dazu kann man aber nicht das Bild als solches allein verwenden, sondern man muss auch den Datensatz des Bildes aufrufen. Um das dann umsetzen und einfließen zu lassen, muss man was vom Aufbau der Kamera, von Strahlungsgesetzen und von Mathematik verstehen.“

Mein Ansatz als Physiker ist es, alle Umweltparameter in die Berechnung einfließen zu lassen, die

wir ja kennen und messen können: Wind, Sonne, Temperatursturz, Tendenz, Windchill-Auskühlungsfaktor usw. In Wettbewerben mache ich das in der Regel so, dass ich einen Tag vorher anreise. Ab da läuft ein Datenlogger mit, der die entsprechenden Daten sammelt und in die Bearbeitung der Bilder einfließen lässt. Das gilt für das Klima „draußen“ sowie das Klima im Stall oder in der Halle und läuft alles voll automatisch, die Software erledigt das für mich. Das ist ein recht komplexer Rechenvorgang, also hier findet sich der erwähnte Algorithmus, den ich aber auch immer noch einmal prüfe. Das heißt also: Taschenrechner raus, los geht's. Die Formel ist so komplex, dass es im Wettbewerb zu lange dauern würde, sie per Hand anzuwenden, deshalb haben wir das, so weit es geht, automatisiert. Die Softwareentwicklung erledigen wieder andere Kollegen, die glücklicherweise so gut damit umgehen können, denen ich einfach nur sage, was ich möchte, und sie realisieren es dann.“





Wenn also diese Parameter herausgerechnet, oder besser „eingeflossen“ sind, haben wir den Rohling, den wir sonst nur unter Laborbedingungen bekommen würden. – Violá, so einfach ist das!“ Zimmermann zuckt mit den Achseln. „Wenn man allerdings von der Physik der Sache nichts versteht, dann ist man angewiesen auf diese Laborbedingungen selbst.“

vom anderen Fach um Unterstützung. „Wir haben immer wieder Fälle, wo wir überlegen, ob das überhaupt möglich ist“, berichtet Zimmermann. „Ergibt sich aus dem Vorhandenen, dass etwas Neues vorliegt, beraten wir uns gemeinsam. Dabei ist die Statistik insofern von Bedeutung, als ich nur anhand der gesammelten Daten die Norm immer weiter verfeinern kann. Um die Datensätze auszuwerten, brauche ich viel länger als Martin für die Vor-Diagnose. Deshalb ist die Zusammenarbeit auch so wichtig. Ich kann immer nur die oberen Spitzenwerte kennzeichnen, die unteren sehe ich meistens nicht, weil mir das Grundwissen in der Anatomie und der Veterinärmedizin fehlt.“

da vorliegt, hat eine bestimmte Wellenausbreitung. Und daran, wie die Welle geformt ist, können wir bestimmen, ob etwas gerade anfängt oder abklingt oder ob es ausgeheilt ist. Das steht im engen Zusammenhang mit der Photonenfolge. Der Abstand des Eintreffens der Photonen kennzeichnet unter anderem die Wellenlänge und Form, es gibt also einen amplitudischen Peak, der da zu sehen und zu messen ist.

sehr, sehr schwierig durchzuführen. Aber wenn man, wie wir jetzt am Pferd, schon entsprechend viele Daten gesammelt hat und in der Lage ist, diese Wellen zu bestimmen, dann kann man auch erkennen: Das ist neu, das ist alt, das kommt oder das geht.

Mittlerweile kommt Leben in die Behandlungsboxen nebenan, wo obligatorisch all jene Pferde landen, die von der Veterinärkommission wegen metabolischer Probleme oder Lahmheiten aus dem Rennen genommen wurden. Martin Grell bittet den Kollegen

Damit befinden wir uns im Bereich Biophotonik. Am Körper und am lebenden Objekt sind solche Messungen immer etwas ganz anderes als am statischen Objekt – Stahl, Stein, Holz, Glas, was auch immer – und sie sind

Eine einzelne Aufnahme von einem Pferd enthält 151 kb Daten. Das ist zunächst nicht viel mehr als eine tabellarische Aneinanderreihung von Zahlen. Wenn man dann aber nicht in der Lage ist, diesen Datensatz hinterher am Rechner auszuwerten, dann Finger weg, Geld sparen, Profis anrufen!“



Innerhalb eines Wettbewerbs wie in Kreuth sammle ich ungefähr 4 Gigabyte Daten, also alle Einzelaufnahmen, plus der Umweltdaten. Aufgrund der hohen Statistikwerte können wir mittlerweile schon unterscheiden, ob eine Verletzung alt oder frisch ist oder ob eine alte Verletzung gerade wieder aktiv wird. Jede Aktivität, die

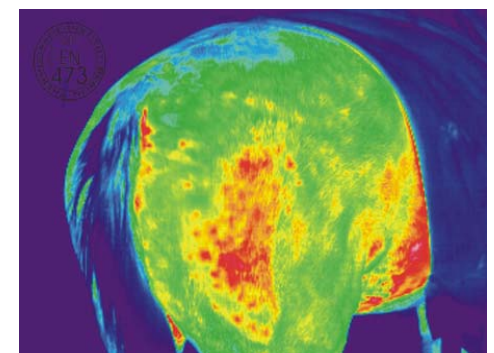
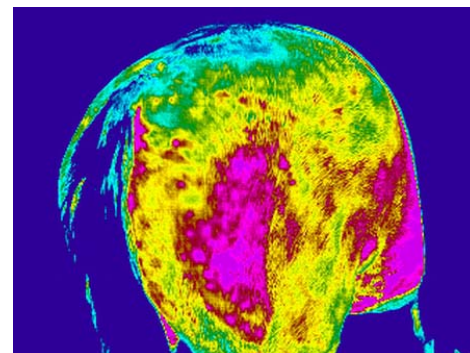


Abb. oben und unten rechts: Muskelriss