

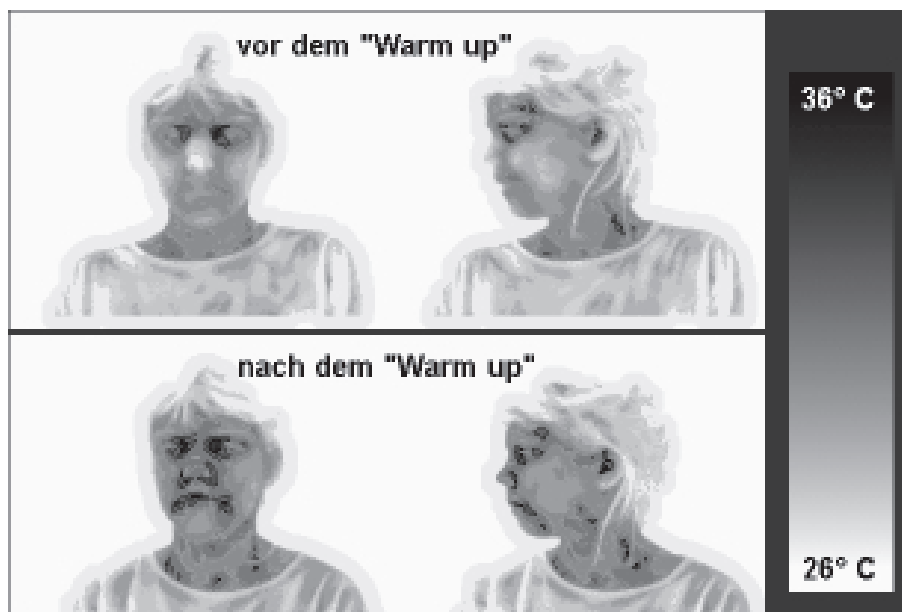
# „Warm up“ Studie

von Matthias Bertsch und Thomas Maca

*Ein bisher kaum bewußt untersuchter Aspekt, der jedoch für jeden Spieler täglich von Bedeutung ist, ist der Aufwärmvorgang mit dem Instrument. Das im Deutschen umgangssprachlich als "einblasen" bezeichnete „Ritual“ wird im Englischen treffender als "warming up" bezeichnet. Tatsächlich konnte bei dieser Studie die Erwärmung der bei der Tongebung beteiligten Muskelpartien - sowohl bei Profis als auch bei Studenten und Trompetenschülern - mit Hilfe einer Wärmekamera festgestellt und dokumentiert werden.*

## Muskeln bei der Arbeit

Sportler wärmen sich vor dem Training oder Wettkampf auf und versuchen, sich anschließend warmzuhalten. Dies ist allgemein bekannt. Auch jeder Blechbläser macht in der Regel täglich zu Beginn einige Aufwärmübungen auf dem Instrument. Im Fachjargon wird dieser Vorgang "einblasen" oder "warm up" genannt. Ohne diese Prozedur kann die ausreichende Beherrschung der feinmotorischen Spielmechanismen fehlen.



Jeder Bläser kennt zum Beispiel das Problem in einer kalten Kirche spielen zu müssen oder bei normaler Temperatur nach einer längeren Spielpause eine schwierige Passage zu blasen, wenn die beteiligten Muskelpartien bereits wieder abgekühlt sind. Zuhörer kennen meist die daraus resultierenden „Kiekser“ oder „Aussetzer“.

Bei jeder Art von Muskeltätigkeit ist also der Aufwärmvorgang von großer Wichtigkeit. Durch die Beanspruchung der Muskulatur wird die Durchblutung in dieser Gegend verstärkt und daher auch die Hautoberfläche wärmer. Das Erwärmen der Hautoberflächentemperatur kann mit einer Wärmekamera demonstriert werden.

Um eine genaue physiologische Lokalisation der beteiligten Muskeln und Regionen zu sichern, wurde die Zusammenarbeit mit Medizinern gesucht. Gemeinsam mit Dr. Thomas Maca - Assistenzarzt an der Universitätsklinik für Innere Medizin II, Abteilung für Angiologie (Gefäßabteilung) am AKH Wien - wurde im Oktober 1995 eine Versuchsreihe mit 16 Versuchspersonen gestartet. Die Beschreibung der Studie und die resultierenden Ergebnisse sollen hier im folgenden zusammengefasst werden.

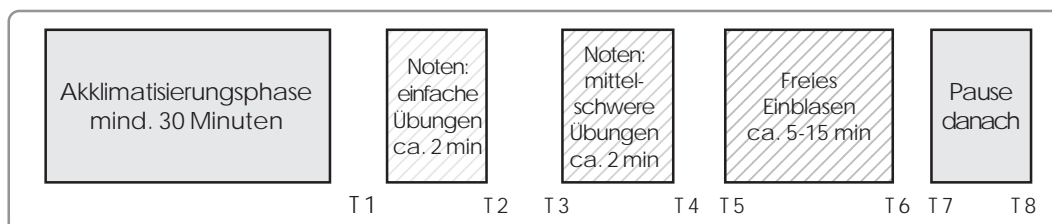
#### Funktion des „Warm up“

Das „Warm up“ hat verschiedene Auswirkungen. Einerseits fördert das Erwärmen der Muskulatur den feinen Kontrollmechanismus über die vielen beteiligten Muskelpartien die zur Tonerzeugung benötigt werden. Zum anderen dient es bei den meisten Spielern als Auflockerung der Ansatzmuskulatur. Ferner wird mittels Konzentration die geistige Bereitschaft für das Musizieren begünstigt.

Die Feinabstimmung der Kontrollmechanismen - die Tonerzeugung ist ja ein gekoppeltes System aus der Interaktion Spieler und Instrument - ist besonders wichtig für die kritischen Bereiche des Zusammenspiels. Hohe Töne sind meist am schwierigsten zu erzeugen, besonders wenn sie kontrolliert und leise zu spielen sind.

#### Ablauf der Thermographie-Aufnahmen

Die folgende Abbildung zeigt die fünf Blöcke im zeitlichen Ablauf. Die Akklimatisierungsphase, die drei Spielphasen des „Warm up“ sowie die abschließende Ruhepause.



Die Akklimatisierungsphase von 30 Minuten hat die Funktion der Anpassung der Versuchsperson an die Raumtemperatur. In dieser Zeit wurde von ihnen ein Fragebogen zum „Warm up“ ausgefüllt. Die Spieler wurden außerdem mit dem Versuchsablauf vertraut gemacht.

Bei den Zeitpunkten T1, T2, T4, T6 und T8 wurden die frontalen, rechten und linken Wärmekamerabilder auf den PC abgespeichert. Außerdem wurden von jeder Versuchsperson zu den Zeitpunkten T1, T6, und T8 folgende Vitalwerte gemessen:

- Blutdruck (RR systolisch/ RR diastolisch; nach Riva-Rocchi in mmHg)
- Pulsfrequenz /min
- Axilläre Temperatur in °C
- Fingertemperatur °C

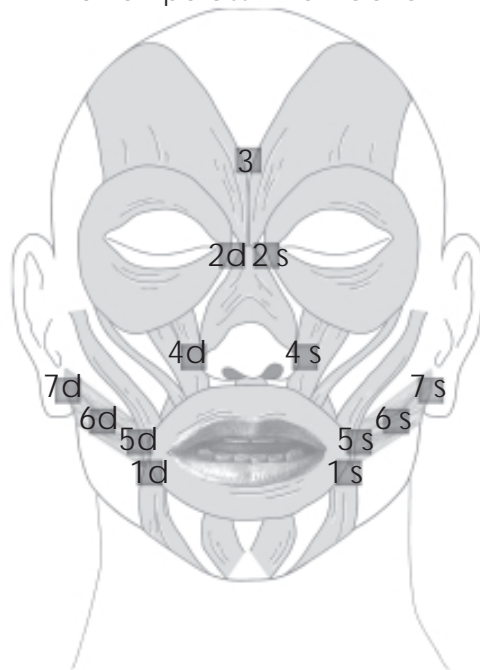
#### Meßpunkte

Beim Vergleich der Thermobilder auf der Analysestation im AKH fielen deutlich bei fast jeder der 15 Versuchspersonen folgende "hot spots" auf:

Der Bereich um die Mundwinkel, insbesondere in Richtung unten außen (Anguli oris inferior) sowie die Augenwinkel, also der Bereich der Augenhöhle am Fuße der Nasenwurzel (siehe Thermo-Abbildungen).

Aufgrund dieser Beobachtungen wurden die nachfolgend bezeichneten frontalen und seitlichen je 1cm<sup>2</sup> großen Meßflächen ausgewählt :

13 Temperatur-Meßflächen



1s (links) 1d (rechts)	<b>Mundwinkel</b>	{anguli oris inferior}
2s (links) 2d (rechts)	<b>Augenwinkel</b>	{anguli oculi }
3 (mitte)	<b>Stirnmitte</b>	{ frontal }
4s (links) 4d (rechts)	<b>Nasenseite</b>	{perinasal }
5s (links) 5d (rechts)	<b>Wange innen</b>	{ buccal rostral }
6s (links) 6d (rechts)	<b>Wangenmitte</b>	{buccal central }
7s (links) 7d (rechts)	<b>Wange außen</b>	{buccal auricular }

## Die Versuchspersonen

Insgesamt nahmen 16 Trompeter und Trompeterinnen in unterschiedlichen Altersstufen und mit unterschiedlicher Spielerfahrung als Versuchspersonen an der Studie teil. Um die Spieler zu kategorisieren wurden die 3 Hauptgruppen - Schüler, Student und Profimusiker - ausgewählt.. Die mittlere Spielerfahrung liegt bei den Schülern bei 4,6 Jahren, bei den Studenten bei 14,2 Jahren und bei den Profimusikern bei 21,8 Jahren.

## Meßmethode

Die Thermokamera ist ein hochempfindliches Infrarot-Thermometer, das ohne Kontakt arbeitet. Die Kamera fängt die Infrarot-Energie, die von jeder Objekt-oberfläche abgestrahlt wird, ein und wandelt sie mit Hilfe des Infrarot-Empfängers in elektronische Signale um. (Dieser Empfänger wird mit flüssigem Stickstoff laufend gekühlt.) Die optisch erfasste Infrarot-Energie wird schließlich als farbkodiertes Wärmebild dargestellt.

Zur Temperaturmessung nach dem Prinzip der Infrarot-Strahlung: Infrarot-Strahlen sind elektromagnetische Wellen mit einer Wellenlänge von etwa  $0,72\mu$  bis  $1000\mu$ , die oberhalb des sichtbaren Bereiches und unterhalb des Mikrowellenbereiches liegen. Die Infrarot-Strahlen sind eng mit der Temperatur von physischen Körpern verbunden. Jedes Objekt, dessen Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunkts ( $-273^\circ$  Celsius) liegt, strahlt kontinuierlich Infrarot-Energie ab.

## Technische Spezifikationen der Kamera:

Das System besteht aus drei Einheiten:

- Der Kamera (= Empfänger-Einheit), die die Infrarot-Energie einfängt und in elektronische Signale umwandelt.
- Der Steuereinheit, welche die Signale verarbeitet, auf einem kleinen Monitor darstellt, abspeichert oder weiterleitet.
- Dem PC und der Software IRIS, welche es ermöglicht, die Bilder darzustellen, zu speichern, zu bearbeiten und zu analysieren.

Der Temperatur-Meßbereich geht von von  $-50^\circ$  bis  $200^\circ$  Celsius. Die Temperatur-Auflösung beträgt  $0,1^\circ$  Celsius (bei  $30^\circ$  Celsius)

Bei den Aufnahmen wurde stets ein gleicher Objekt-Abstand von 66cm eingehalten. Der fixe Abstand stellte sich bei Vorversuchen als eine wesentliche Konstante ein, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten.

## Thermographien

Die auf der nächsten Seite abgebildeten Thermographien sind Beispiele für je einen Profi, einen Studenten und einen Schüler, die zu den Zeitpunkten T1 („vorher“) und T6 („nach dem dritten „Warm up“ ad libidum, also ohne Zeit- und Notenvorgabe“) frontal aufgenommenen wurden. Die Temperaturskala geht von  $26^\circ$  Celsius bis  $36^\circ$  Celsius und wird in 10 Farbwerten wiedergegeben.

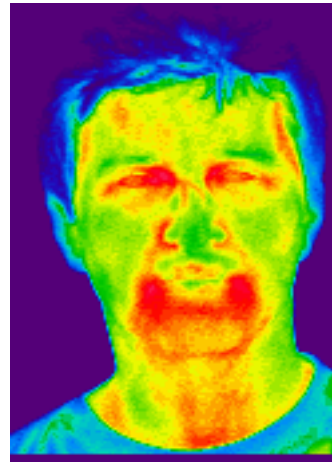
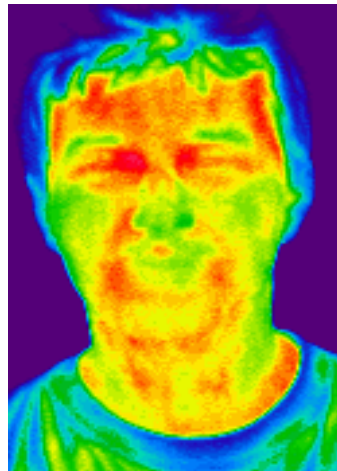
---

Vor dem „Warm up“

Nach dem „Warm up“

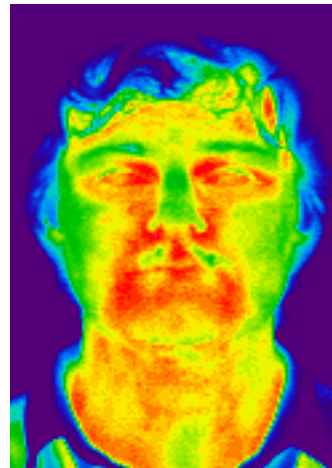
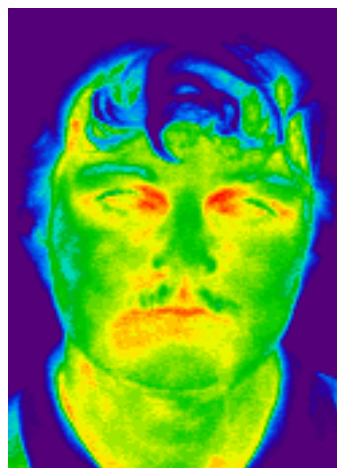
Zeitpunkt T1

Zeitpunkt T6



Profi-  
Musiker

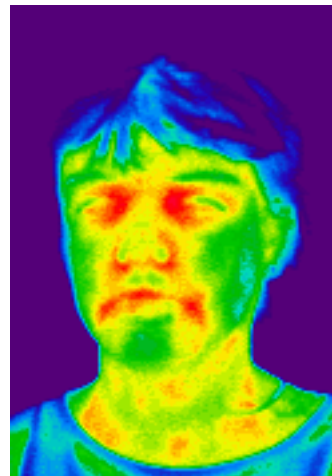
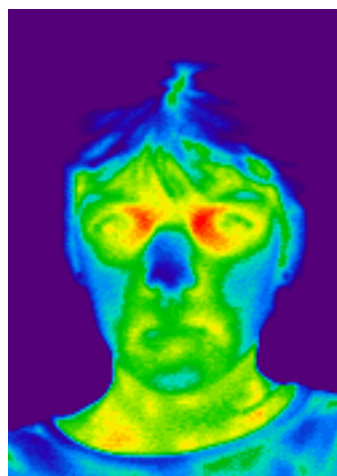
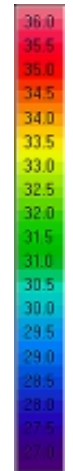
1 - V16KM



Musik-  
Student

3 - V06MW

warm



Schülerin

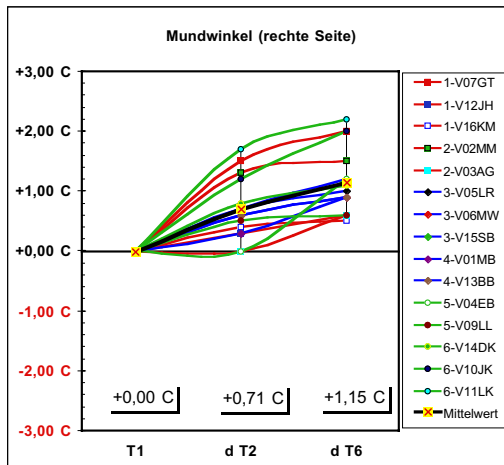
6 - V10JK

kalt

## Statistische Auswertung

Die nachfolgenden Graphiken zeigen den Temperaturverlauf beim „Warm up“ an den Meßflächen „Mundwinkel (rechte Seite)“, „Augenwinkel (rechte Seite)“ und „Wange außen (rechte Seite)“. Der Zeitpunkt T1 ist die Messung vor dem „Warm up“, d T2 entspricht der Änderung nach dem ersten „Warm up“ und d T6 der Änderung nach dem dritten „Warm up“. Der Mittelwert aller Spieler ist jeweils in den Kästchen unten angegeben.

### Mundwinkel

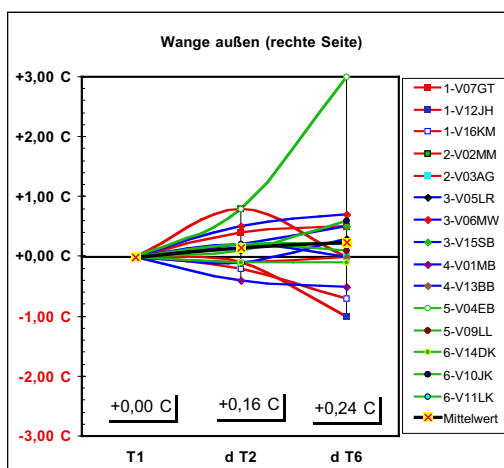


Alle Temperaturmeßwerte an den Mundwinkeln zeigen deutlich einen Temperaturanstieg. Der Mittelwert aller 15 Spieler steigt nach der ersten Spielphase um  $+0,71^{\circ}$  und nach der dritten Spielphase um  $+1,15^{\circ}$ . Die Extremwerte des Temperaturanstieges liegen bei einigen Spielern deutlich über  $2^{\circ}\text{C}$  und werden von Profis und Studenten erreicht.

Die Erwärmung zeigt die starke Beteiligung der Muskulatur in diesem Bereich für die Tongebung sehr wichtigen Bereich, die im Laufe des „Warm up“ stärker durchblutet wird. An dieser Stelle verlaufen die mimischen Muskeln: Mundringmuskel (*orbicularis oris*) und der Mundwinkelherabzieher (M. depressor anguli oris). Zum Teil liegt auch der Lachmuskel (M. risorius) in diesem Bereich.

Die Erwärmung zeigt die starke Beteiligung der Muskulatur in diesem Bereich für die Tongebung sehr wichtigen Bereich, die im Laufe des „Warm up“ stärker durchblutet wird. An dieser Stelle verlaufen die mimischen Muskeln: Mundringmuskel (*orbicularis oris*) und der Mundwinkelherabzieher (M. depressor anguli oris). Zum Teil liegt auch der Lachmuskel (M. risorius) in diesem Bereich.

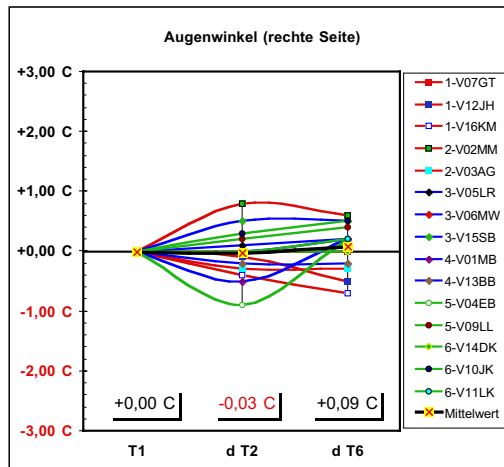
### Wange außen



Die Temperaturmeßwerte an der äußeren Wangenpartie zeigen einen unterschiedlichen Temperaturverlauf. Der Mittelwert aller 15 Spieler steigt nach der ersten Spielphase nur um  $+0,16^{\circ}$  und bleibt nach der dritten Spielphase auf dem Wert  $+0,24^{\circ}$ . Die Extremwerte des Temperaturanstieges liegen bei einigen Spielern deutlich über  $1^{\circ}\text{C}$ , bei manchen fällt die Temperatur um über  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Der Temperaturanstieg ist vorwiegend bei den Schülern stark, der Abfall ist am häufigsten bei den Profis zu finden.

Die teilweise Erwärmung zeigt deren mehr oder weniger starke Beteiligung der Muskulatur in diesem Bereich. An dieser Stelle verläuft der mimische Lachmuskel (M. risorius) sowie der sogenannte Trompetermuskel (M. buccinator). Dieser wird beim Aufblasen der Backen beschäftigt, welches nur bei einem Schüler (V04EB) besonders deutlich beobachtet werden konnte.

## Augenwinkel



Die Temperaturmeßwerte an den Augenwinkeln (siehe Abb. Seite 5) zeigen keine einheitliche Temperaturänderung im Verlauf des „Warm up“. Diese Meßfläche wurde gewählt, da sie auf allen Thermobildern als besonders warmer Bereich auffiel. Es zeigt sich aber bei der Analyse keine korrelierende Temperaturänderung.

Der Mittelwert aller 15 Spieler ändert sich nur sehr gering: nach der ersten Spielphase um  $-0,04^{\circ}$  C und nach der dritten Spielphase um  $+0,1^{\circ}$  C.

## Ergebnisse

- Erwärmung der Hauttemperatur

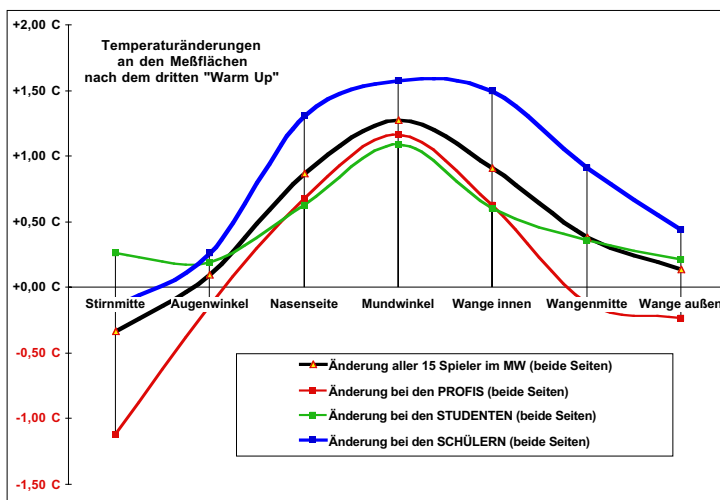
Die Analysen der Thermoaufnahmen erbrachten erstmals den eindeutigen Nachweis der Erwärmung der Hauttemperatur im Bereich der Ansatzmuskulatur beim "Warm up" von Trompetern. Diese Erwärmung fördert die feinmotorischen Kontrollmechanismen die zu einer nuancierten Tonerzeugung benötigt werden.

- Blut-Umverteilung

Die Studie zeigt, daß beim „Warm up“ von Trompetern eine eindeutige Blutumverteilung hin zu den zentral aktiven Gesichtspartien zu erkennen ist. Die Intensität ist von lateral zu distal (Gesichtsmitte) zunehmend. Die gewonnenen Kenntnisse waren apriori nicht zu erwarten, da zur Spieltechnik unterschiedliche Lehrmeinungen existieren.

- Gesichtspartien

Die Studie konnte die graduell unterschiedlich starken Erwärmungen einzelner Gesichtspartien beim "Warm up" zeigen.



An den Temperaturmeßflächen am Mundwinkel konnten die stärksten Erwärmungen gemessen werden. Der Mittelwert des Temperaturanstieges aller Spieler betrug 1,3° Celsius. Ebenfalls Bereiche deutlicher Erwärmung sind die Nasenseiten und die inneren Wangenpartien.

Die Wangenpartien zeigen eine klare Tendenz zur relativen Blutumverteilung in die zentrale Gesichtsmuskulatur mit deutlicher Erwärmung der inneren, geringerer der zentralen und praktisch fehlender Erwärmung der äußeren Wangenabschnitte. Die Temperatur an den Augenwinkeln bleibt unverändert (sie sind Wärmepole vor und nach dem Einblasen). An der Stirn konnte keine einheitliche Temperaturänderung gemessen werden. Sie kühlte bei einigen Spielern durch Schweißbildung deutlich ab.

- Dauer

Die Dauer des "Warm up" hat Einfluß auf den Erwärmungsgrad. Die Werte sind relativ und vom Spieler abhängig, jedoch waren z.B. die Mundwinkelbereiche bei allen Spielern nach dem 3. „Warm up“ stets wärmer als nach dem ersten „Warm up“ (siehe Grafik „Mundwinkel“).

Um einen Einblick in die Bedeutung des „Warm up“ in der täglichen Routine der Trompeter zu bekommen, wurden die Musiker nach der ungefähren Dauer gefragt, die sie sich für das „Warm up“ vor dem Üben, bzw. vor einem Konzert nehmen. Aus den unterschiedlichen Angaben (zwischen 0 und 90 Minuten) kann man folgendes ableiten :

- Fast alle Trompeter blasen sich sowohl vor dem Konzert als auch beim Üben mehr oder weniger lange ein.

- Der Mittelwert aller ergibt ca. eine halbe Stunde Aufwärmphase
- Die Dauer des „Warm up“ ist eher Ansatz- und Typfrage des Spielers und ist weniger von der Spielerfahrung geprägt.
- Dennoch blasen sich Profis vor einem Konzert durchschnittlich 50 Minuten, mindestens aber 25 Minuten ein und übertreffen damit Studenten und Schüler bei weitem.

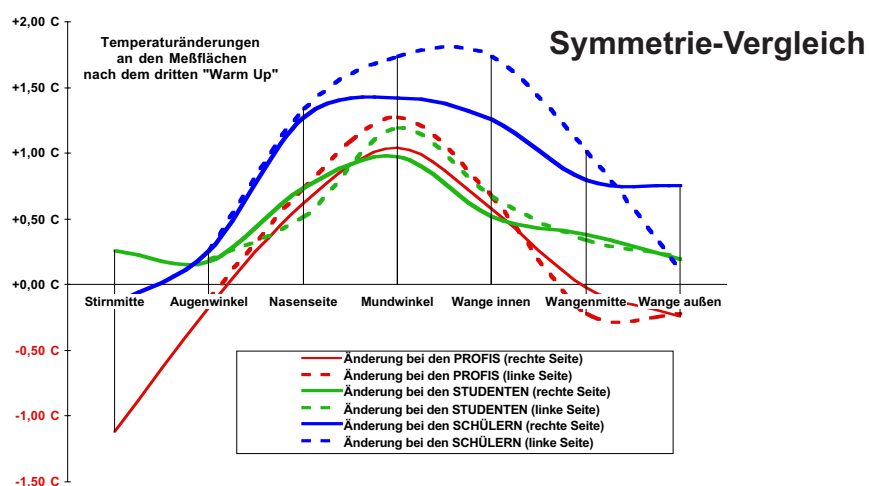
- Schüler, Studenten und Profis

Der Vergleich der Schüler, Studenten und Profis zeigte deutliche Unterschiede in der Intensität der Temperaturanstiege. Die Abbildung „Temperaturänderungen an den Meßflächen...“ zeigt bei den Schülern die stärksten Anstiege. In den weniger relevanten Partien sind auch die Werte der Studenten höher als die der Profis, was aus deren Erfahrung in der gezielten Aufwärmung der benötigten Bereiche zu resultieren scheint.

Auffallend ist, daß insbesondere die Wange außen, aber auch die Wangenmitte bei den Profis nicht so erwärmt wird wie bei den Studenten oder gar den Schülern. Der ruhiger werdene Pulsschlag der Profis ist ein weiteres Zeichen für deren gezieltes Vorgehen. Die Varianzanalyse brachte jedoch nur wenig signifikante Zusammenhänge zwischen der Erwärmung und dem Spielerstatus hervor.

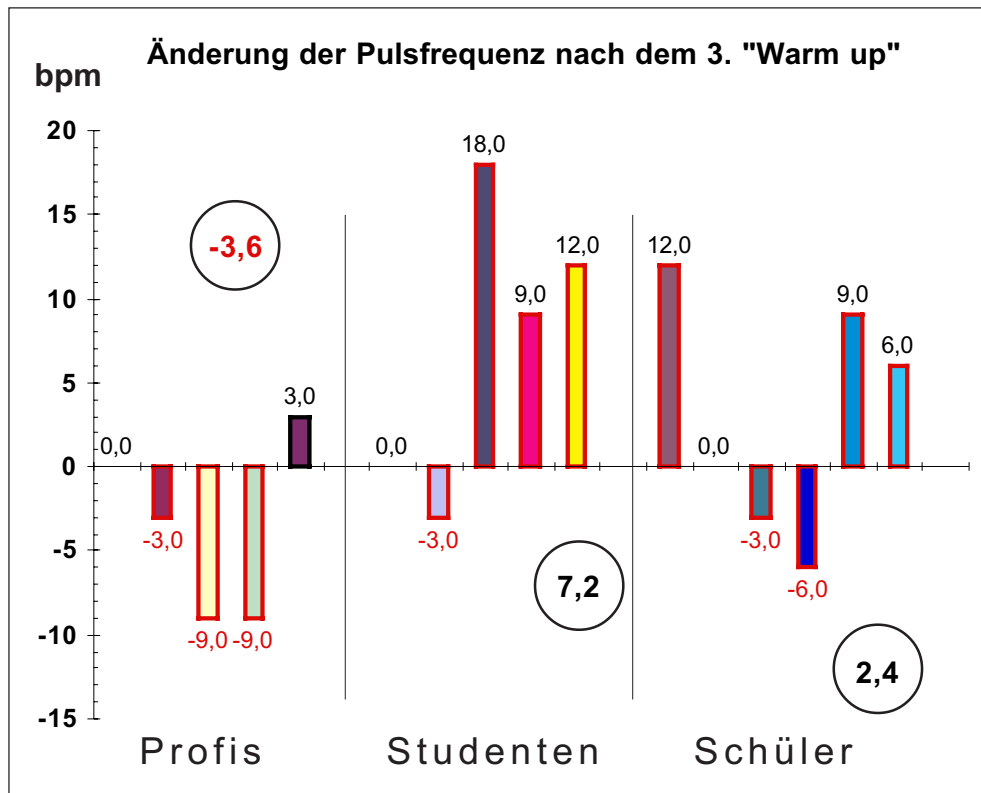
- Symmetrie

Die getrennte Analyse der rechten und linken Gesichtshälfte erlaubt, Aussagen über die Symmetrie zu machen. Auffallend sind die unsymmetrischen Meßwerte der Schülergruppe, deren Abweichungen deutlich höher sind als die der Studenten oder Profis. (Siehe Grafik „Symmetrie-Vergleich“)



Als interessantes Phänomen wurde festgestellt, daß bei allen Spielern die linke Seite etwas wärmer war als die rechte.

- Vitalwerte



Die Untersuchung der Vitalwert-Änderungen beim "Warm up" zeigte, daß der Pulsschlag der Profis eher abfiel und jener der Studenten eher anstieg. Dies deutet auf die Erfahrung, größere „Coolness“ und besseren Trainingzustand der Profis hin, währenddessen die höhere Anstrengung der Studenten sich in der Pulsfrequenzerhöhung widerspiegelt. Der Pulsverlauf der Schüler war jedoch recht unterschiedlich, und läßt keine einheitliche Aussage zu. Der Vergleich der Blutdruckänderungen zeichnet kein einheitliches Bild. Jede Versuchsperson reagierte unterschiedlich auf die gestellte Situation.

- Treffsicherheit hoher Töne

Die Erhebung der Einblas-Gewohnheiten der Versuchspersonen mittels Fragebogen ergab, daß fast alle Spieler sich vor dem Üben und vor einem Konzert einblasen. Die Dauer ist jedoch recht unterschiedlich. Sie schwankt zwischen 0 und 90 Minuten. Der Mittelwert beträgt ca. 30 Minuten. Nach der Schätzung der Versuchspersonen zufolge erhöht das „Warm up“ deutlich die Treffsicherheit höherer Töne. Der Schnitt der Treffsicherheit stieg bei den Profis um 23% und bei den Studenten gar um 30%.

---

- Methode „Thermographie“

Die für diese Untersuchung entwickelte und angewandte Methode stellt eine einfache, da nicht invasive Untersuchungsmöglichkeit für die Spieltechnik auf Blasinstrumenten dar. Durch die aussagekräftige optische Darstellung besteht eine Anschaulichkeit, die Untersucher-unabhängig ist. Auch ohne tiefgehende medizinischen Vorkenntnisse kann der Musiker selbst oder ein Instrumental-Pädagoge neue Informationen aus den farbkodierten Thermobilder gewinnen.

- Einsatzgebiete

Mögliche Einsatzgebiete dieser Methode im Bereich der Instrumental-Physiologie sind:

- die Kontrolle des Trainingszustandes und der Symmetrie
- die Bestimmung des Spielertypus, (Oral, Buccal, ...)
- Überprüfung von bestehenden oder neu entwickelten Hilfsmitteln (Ansatztrainer) auf ihre Wirkung und Sinnhaftigkeit
- Optimierung und anschauliche Führung der Spieltechnik



#### Dank

Vielen Dank an die Abteilung für Angiologie an der Universitätsklinik für Innere Medizin II (AKH Wien), die die Thermokamera für diese Studie zur Verfügung stellten.

Herzlichen Dank auch an die Trompeter, die sich den Unannehmlichkeiten der Versuche im Krankenhaus stellten: Tinsobin Günther; Hofbauer Josef; Monsberger Konrad; Mühlfellner Martin; Gruber Andreas; Raab Lorenz; Weber Martin; Brugger Stefan; Budil Bernhard; Buchinger Ernst; Leszkovics Lucia; Kuppelwieser Daniel; Kaiser Julia; Rodharth Lukas und Fritsch Geraldine.

---