



Bericht

## **Hitzestressmessungen bei Fiakerpferden in Wien**

**November 2008**

Auftraggeber: Tierschutzombudsstelle Wien (TOW)

Bearbeitung durch: Bacc. Anna Damberger

Betreuer: Prof. Dr. J. Troxler, Prof. Dr. R. Van den Hoven , Prof. Dr. Chr. Winckler

## Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG .....	4
2. FRAGESTELLUNG .....	5
3. MITARBEITER UND AUFGABENVERTEILUNG .....	5
4. TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....	6
4.1. Tiere.....	6
4.2. Versuchsaufbau .....	7
4.2.1. Tagesablauf <i>Fiaker</i> .....	7
4.2.2. <i>Versuchsablauf</i> .....	7
4.3. Methoden.....	8
4.3.1. <i>Physiologische Messungen</i> .....	8
4.3.1.1. <i>Bestimmung der Kortisolmetaboliten im Kot</i> .....	8
4.3.1.2. <i>Bestimmung der Atemfrequenz</i> .....	8
4.3.1.3. <i>Bestimmung der Rektaltemperatur</i> .....	9
4.3.1.4. <i>Ermittlung des Elektrolytstatus</i> .....	9
4.3.2. <i>Verhaltensaufnahme</i> .....	9
4.3.3. <i>Physikalische Messungen</i> .....	10
4.3.3.1. <i>Klimamessungen</i> .....	10
4.3.3.2. <i>Bodentemperatur</i> .....	11
4.3.4. <i>Sonstige Aufzeichnungen</i> .....	11
5. STATISTIK.....	12
6. ERGEBNISSE .....	13
6.1. Atemfrequenz .....	13
6.2. Körpertemperatur .....	14
6.3. Kortisolmetaboliten .....	15
6.3.1. <i>Effekt Klima</i> .....	15
6.3.2. <i>Effekt Tageszeit</i> .....	15
6.3.3. <i>Effekt Anzahl Rundfahrten</i> .....	15
6.3.4. <i>Variationskoeffizient</i> .....	15
6.4. Hämatologische Parameter .....	16
6.4.1. <i>Hämatokrit</i> .....	16
6.4.2. <i>Elektrolyte</i> .....	16
6.4.3. <i>Hautturgor</i> .....	17
6.5. Verhalten .....	17
6.5.1. <i>Stehen und Dösen</i> .....	17
6.5.2. <i>Fliegenabwehr</i> .....	18
6.5.3. <i>Negative soziale Interaktionen</i> .....	18
6.5.4. <i>Aufstampfen mit den Extremitäten</i> .....	18
6.5.5. <i>Schwitzen</i> .....	19
6.6. Leistung der Pferde .....	20
6.7. Wartezeiten an den Standplätzen.....	21
6.8. Tränken der Pferde an den Standplätzen .....	21
6.9. Bodentemperatur.....	21
7. DISKUSSION .....	22
7.1. Atemfrequenz.....	22
7.2. Körpertemperatur .....	23
7.3. Kortisolmetaboliten.....	23
7.4. Hämatologische Parameter.....	24
7.5. Tränken der Pferde an den Standplätzen.....	25
7.6. Verhaltensbeobachtungen.....	25
7.6.1. <i>Dösen</i> .....	26
7.6.2. <i>Aufstampfen mit den Extremitäten</i> .....	26
7.7. Schwitzen .....	26
7.8. Leistung der Pferde .....	26
7.9. Bodentemperatur .....	27

<b>8. SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>27</b>
<b>9. LITERATUR.....</b>	<b>28</b>
<b>10. ANHANG.....</b>	<b>31</b>

## 1. Einleitung

An die Wiener Fiaker richtet das Publikum im Hochsommer immer wieder Fragen nach dem Wohlbefinden der Pferde vor den Kutschen. Die Kutschfahrten in der Wiener Innenstadt stellen durch die Hitze und verringerte Luftbewegung zwischen den Hochhäusern, den einseitig harten Boden und den Autoverkehr eine spezielle Situation für die Pferde dar. Somit tauchen Zweifel in der Öffentlichkeit auf, ob die Belastung für die Pferde zumutbar ist.

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss der Klimabedingungen in der Stadt auf die Fiakerpferde anhand mehrerer Parameter untersucht.

Derzeit ist es möglich mit einem Fiakergespann, inklusive An- und Abschirren sowie der Anfahrt zum und Heimfahrt vom Standplatz, zwischen 9 und 23 Uhr zu arbeiten (WIENER FIAKER- UND PFERDEMIETWAGENGESETZ, 2000). An den Standplätzen der Fiaker (Milchgasse, Albertinaplatz, Burgtheater, Heldenplatz, Stephansplatz, Peterskirche) gibt es für die Pferde unterschiedlich viel Schatten bedingt durch die umliegenden Gebäude. Weiters sind nicht alle Standplätze mit einem Wasserschlauch ausgestattet, um die Pferde im Hochsommer abzukühlen. Der Heldenplatz ist über den Sommer bis inklusive 30. September als Fiakerstandplatz gesperrt, da tagsüber kein Schatten vorhanden ist. Die Fiaker müssen in dieser Zeit auf den Michaelerplatz ausweichen. Dieser Platz liegt ab etwa 14 Uhr im Schatten.

Unter Arbeit können bei Pferden enorme Wärmebelastungen entstehen. Grundsätzlich besteht im Pferdekörper ein thermoregulatorisches System, das auch bei verschiedenen sportlichen Leistungen den Anstieg der Körpertemperatur gering hält. Fehler in der Thermoregulation können jedoch auftreten, wenn die Wärmeproduktion während der Arbeit die Hitzeabgabe übersteigt. Dies passiert am ehesten, wenn die Pferde gezwungen sind in ungünstigen Umweltbedingungen zu arbeiten, unzureichend trainiert sind oder an einer Schwäche im thermoregulatorischen System leiden. Die rechtzeitige Erkennung von Symptomen von Hitzestress und die Ergreifung von Gegenmaßnahmen kann das Risiko einer Hyperthermie minimieren (HODGSON et al., 1994).

Bei Umgebungstemperaturen zwischen 5 und 25°C bleibt die Wärmeabgabe und Herzfrequenz von Pferden in Ruhe konstant (MORGAN et al., 1997, MORGAN 1997a). Dieser Temperaturbereich wird beim Pferd als thermoneutraler Bereich bezeichnet. Innerhalb dieser Temperaturen kann die Körpertemperatur mit wenig oder ohne zusätzlichen Energieaufwand konstant gehalten werden. Die obere kritische Temperatur wird aber von anderen Autoren als variable Größe zwischen 20, 25 und 30°C je nach Definition angegeben. WEBSTER (1991) argumentiert, die kritische Obergrenze hänge davon ab, ob man Hitzestress als Problem in der Produktivität erachtet oder nicht und welchen physiologischen Parameter man wählt (zB. Hitzeproduktion, Atemfrequenz oder Rektaltemperatur). Auch MORGAN (1997b) gibt den Anstieg der Wärmeabgabe nur durch Verdunstung (=über Körperoberfläche und Atmungstrakt) ab 20°C an und die Erreichung maximaler, peripherer Vasodilatation (=minimale thermische Isolierung des Gewebes) bei 30°C als kritische obere Temperatur für Pferde an.

Die Ergebnisse von MORGAN stimmen mit vorangehenden Untersuchungen überein und bestätigen, dass Schwitzen und Wärmeabgabe über den Atmungstrakt vor Erreichung eines Minimalwertes der Gewebebeständigkeit einsetzt und zusammen mit Vasodilatation zur thermischen Regulation im Pferd auftritt.

Wählt man die Rektaltemperatur als Indikation für Hitzestress, so gilt es folgendes zu berücksichtigen: Bei einem Anstieg der Kernkörpertemperatur auf 43° C oder mehr ist die Lebensfähigkeit von Körperzellen beeinträchtigt. Die Rektaltemperatur liegt 0,5 bis 1,5° C niedriger als die Kerntemperatur. Daraus ergibt sich die Empfehlung bei einer Rektaltemperatur von 42° C die Arbeit für das Pferd einzustellen und sofort Kühlungsmaßnahmen zu ergreifen (SCHOTT et al., 1990; HODGSON et al., 1994).

Lindinger et al (1994) beschreiben Pferde, im Unterschied zum Menschen, als eher schlecht dazu befähigt länger andauernde Arbeitsperioden unter erhöhter Umgebungstemperatur und Luftfeuchte zu absolvieren.

Ziel dieser Studie ist es, anhand von Messungen und Verhaltensbeobachtungen an sechs Fiakergespanssen, das Ausmaß der Belastung durch die Hitze für Pferde in der Stadt zu erfassen und festzustellen inwieweit das Wohlbefinden der Tiere beeinträchtigt ist. Nach der Auswertung der Ergebnisse erfolgt gegebenenfalls eine Erarbeitung von möglichen Maßnahmen gegen Hitzestress.

Für diese Studie wurde eine Tierversuchsbewilligung beantragt und mit Bescheid des BMWF vom 9. Juli 2008 bewilligt (Nr. 68.205/0146-II/10b/2008).

Das Klima des Sommers 2008 entsprach, verglichen mit dem Durchschnitt der letzten zehn Jahre, einem typischen Wiener Sommer (Quelle: ZAMG).

## **2. Fragestellung**

Zeigen die Fiakerpferde in Wien subklinische bis klinische Symptome von Hitzestress?

Hypothese: Die erhöhten Umgebungstemperaturen im Sommer in der Innenstadt Wiens führen zusammen mit den wenigen Möglichkeiten Maßnahmen zur Abkühlung der Pferde anzuwenden dazu, dass die Fiakerpferde Hitzestress ausgesetzt sind.

## **3. Mitarbeiter und Aufgabenverteilung**

### **Betreuung der Studie**

Univ. Prof. Dr. J. Troxler, VUW, Institut für Tierhaltung und Tierschutz

Univ. Prof. Dr. R. Van den Hoven, VUW, Klinik für Pferde

Univ. Prof. Dr. Chr. Winckler, BOKU, Institut für Nutztierwissenschaften

Mag. H. Gsandtner, Tierschutzombudsmann, Tierschutzombudsstelle der Stadt Wien

### **Analytik und Messtechnik**

Ao. Univ. Prof. Dr. E. Möstl, Institut für Biochemie (Analyse Stresshormone)

Ao. Univ. Prof. Dr. Günther Schaubberger (Wetterstation)

### **Praktische Durchführung der Studie**

Bacc. Anna Damberger

Kontakt: [anna.damberger@gmx.at](mailto:anna.damberger@gmx.at)

## Zeitplan

Die Projektplanung nahm von März bis Juni dieses Jahres Zeit in Anspruch. Noch im Juni konnte ein Vorversuch abgehalten werden, der Hauptversuch lief von 15. Juli bis 2. Oktober 2008. Die Datenauswertung und Laborarbeit fand von September bis November statt.

## 4. Tiere, Material und Methoden

### 4.1. Tiere

Für die Messungen wurden 6 Fiakergespanne zu je zwei Pferden herangezogen. Die Gespanne wurden in Fiakerbetrieben zufällig ausgewählt und blieben für die Dauer der gesamten Studie gleich. Die Einzeltiere waren immer in derselben Zusammenstellung und Position zu zweit vor die Kutsche gespannt.

Die 12 Pferde gehörten entweder Warmblutrassen oder der Rasse Traber an (Tab.1). Zwei Pferde waren als KWPN (Koninklijk Warmbloed Paard Nederland, Niederländisches Warmblut) und eines als ungarisches Warmblut registriert. Bei den Trabern waren sowohl Vollblut- als auch Warmbluttypen vertreten.

Unter den verwendeten Pferden waren eine Stute sowie 11 Wallachen. Der Anteil der Farbverteilung der Pferde war je ein Drittel Rappen, Braune sowie Fuchse.

Pferde der Farbe Schimmel wurden vor der zufälligen Auswahl der Tiere herausgenommen, um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch ihre weiße Fellfarbe auszuschließen.

In einem Modell zeigte MOSTERT et al. (1996), dass die Absorptionsrate, die durch die Fellfarbe bestimmt wird, die Erhöhung der Körpertemperatur durch Sonneneinstrahlung nicht signifikant beeinflusst.

Da beim Rind bekannt ist, dass überwiegend schwarze Tiere im Unterschied zu vorwiegend weißen Tieren, deutlich auf Hitze reagieren (MAIA et al., 2005; GOODWIN et al., 1997; HANSEN, 1990), wurden sicherheitshalber keine weißen Fiakerpferde in die Untersuchung miteinbezogen.

Um Messungen auch an weißen Pferde durchzuführen und Ergebnisse daraus statistisch zu überprüfen, wäre eine gleiche Anzahl an Schimmeln nötig gewesen, was im Rahmen dieser Studie nicht möglich war.

**Tab. 1:** Daten der verwendeten Pferde (MW,  $\pm$ SD)

	Warmblut	Traber
Alter [Jahre]	12 $\pm$ 2	11 $\pm$ 2
n	4	8

### Haltung und Management

Die verwendeten Pferde entstammten zwei verschiedenen Fiakerbetrieben. Anfahrtsweg für Betrieb 1 zu den Fiakerstandplätzen in der Wiener Innenstadt beträgt im Mittel 5,3 km, während Betrieb 2 eine Entfernung von 7 km bis zu den Standplätzen zurücklegt. In Betrieb 1 waren drei Pferde in Innenboxen und drei in Anbindehaltung aufgestellt. Betrieb 2 hatte fünf Pferde in Außenboxen und eines

zeitweise in Anbindung. An arbeitsfreien Tagen erhielten die Pferde Koppelgang je nach Wetterlage. In beiden Betrieben wurde an freien Tagen für die Pferde morgens und abends Kraftfutter, sowie dreimal täglich Heu zugeteilt. An Arbeitstagen erhielten die Pferde morgens und abends Heu. Betrieb 1 bot den Pferden in Anbindehaltung Stroh zur freien Aufnahme im Kopfbereich an.

## **4.2. Versuchsaufbau**

### **4.2.1. Tagesablauf Fiaker**

In den untersuchten Betrieben erhielten die Pferde morgens Kraft- und Raufutter im Stall und wurden danach angeschirrt und zwischen 9 Uhr und 10:30 Uhr zu den Standplätzen gefahren. Dort reihte sich der Fahrer in der Schlange der bereits wartenden Fiaker ein und verbrachte am Standplatz Michaelerplatz sowie Albertina zwischen ein und zwei Stunden Wartezeit bis die erste Rundfahrt gefahren werden konnte. Danach beliefen sich die Wartezeiten zwischen den Rundfahrten auf ca. 30 Minuten bis zwei Stunden.

Am Standplatz Stephansplatz beträgt die Wartezeit bis zur ersten Rundfahrt meist 30 bis 60 Minuten und verringert sich dann tagsüber auf 10 min bis ca. 30 Minuten. Diese Zeiten gelten für die Monate Juli und August. Ab September geht die Anzahl der täglichen Rundfahrten stark zurück. Hier werden selbst am Stephansplatz nur etwa 4 bis 6 Rundfahrten gemacht (zwischen 9 und 18 Uhr). An den anderen Standplätzen meist weniger.

An den Standplätzen kann der Fahrer kaum bis gar nicht aus der Reihe ausfahren. Dies macht es unmöglich einem standardisierten Zeitplan für den Versuch zu folgen. Somit wurden die Messungen an den Pferden in den normalen Tagesablauf des Fiakers integriert und innerhalb fixer Zeitfenster, sowie zu allen zusätzlichen Möglichkeiten Werte genommen.

Vertraglich festgelegte Rahmenbedingungen waren vom Betriebsleiter und Fahrer einzuhalten. Darunter fiel etwa, die Pferde während den Versuchstagen nicht mit Wasser am Körper abzukühlen, medizinischen Behandlungen bekannt zu geben und Bedingungen für die Pferde nicht zu verändern, die zB. Fütterung, Haltung oder die Arbeit mit den Pferden betrafen.

### **4.2.2. Versuchsablauf**

Alle Gespanne durchliefen an jeweils 3 heißen und 3 kühlen Tagen eine festgelegte Reihenfolge von Messungen (Tab. 2), die zwischen 8 und maximal 22 Uhr stattfand.





























Die kühlen Tage dienten als Vergleichswerte zu den heißen Tagen. Ein Tag galt als heiß, wenn eine erwartungsgemäße Mittagstemperatur von 25 ° C erreicht wurde und es sonnig war. Ein kühler Tag musste bedeckt bis regnerisch sein und eine erwartungsgemäße Tageshöchsttemperatur unter 25 ° C aufweisen.

Die Zeitpunkte der Probennahmen waren aufgrund des Tagesablaufs der Fiaker mit einem Zeitfenster von plus/minus einer Stunde versehen. In Tabelle 2 sind die fix durchzuführenden Messzeitpunkte aufgezeigt.

Neben diesen Messungen wurden zusätzlich Werte über den Tagesverlauf zu Uhrzeiten zwischen 9 und 22 Uhr aufgezeichnet, wenn sie zumindest eine Stunde Abstand zwischen einander aufwiesen.

Die Messungen in der Spalte „10 Uhr“ wurden direkt nach Ankunft am Standplatz durchgeführt, die der Spalte „20 Uhr“ wurden auf jeden Fall für alle Gespanne an heißen Tagen direkt nach Rückkehr in den Stall, oder bei längerem Einsatz der Pferde, an den Standplätzen durchgeführt. An kalten oder regnerischen Tagen waren die Pferde nicht immer zu dieser Uhrzeit noch im Einsatz.

**Tab. 2:** Messreihenfolge

Uhrzeit	8	10	13	15	18	20
Atemfrequenz + Rektaltemperatur						
Verhaltensaufnahme (Dauer: 10 min)						
Atemfrequenz						
Verhaltensaufnahme (Dauer: 10 min)						
Rektaltemperatur nach 30 Min						
Blutabnahme						
Kotproben						

### 4.3. Methoden

#### 4.3.1. Physiologische Messungen

##### 4.3.1.1. Bestimmung der Kortisolmetaboliten im Kot

Beim Pferd ist nach einem Stressgeschehen mit einem Anstieg der Kortisolmetaboliten im Kot nach etwa 24 Stunden zu rechnen. 24 Stunden folgend auf jeden Versuchstag wurde um 10 Uhr (mit einem Zeitfenster von 8 bis 11 Uhr) und um 15 Uhr (Zeitfenster von 13 bis 17 Uhr) eine frische Kotprobe von beiden Pferden des am Tag davor beobachteten Gespanns genommen und unmittelbar eingekühlt. Die Kotproben wurden unverzüglich in eine Tiefkühltruhe verbracht und nach dem Einfrieren im Labor für Biochemie an der Veterinärmedizinischen Universität ausgewertet. Die Kortisolmetaboliten wurden mit einem 11-Oxoetiocholanolon Enzymimmunoassay (EIA) bestimmt (PALME und MÖSTL, 1997).

##### 4.3.1.2. Bestimmung der Atemfrequenz

Die Bestimmung der Atemfrequenz erfolgte vor der Messung der Rektaltemperatur um eine Beeinflussung dadurch auszuschließen. Die Atemzüge pro Minute wurden direkt und am stehenden Tier ermittelt, und jeweils ein Wert in Ruhe direkt nach Belastung und ein Wert 10 Minuten nach Anstrengung um zumindest 10, 13, 15, 18 und 20 Uhr (in einem Zeitfenster von +/- 1 h) erfasst.



#### 4.3.1.3. *Bestimmung der Rektaltemperatur*

Die Rektaltemperatur wurde mit einem digitalen Thermometer zumindest jeweils um 10, 13, 15, 18 und 20 Uhr (in einem Zeitfenster von +/- 1 h) jeweils direkt und 30 min nach Anstrengung bestimmt.

#### 4.3.1.4. *Ermittlung des Elektrolytstatus*

Die Blutprobennahme erfolgte jeweils durch einen Tierarzt der Klinik für Pferde der VUW morgens im Stall vor Arbeitsbeginn, um 15 Uhr und abends im Stall nach Ende des Arbeitseinsatzes (ROSE et. al., 1980). Bestimmt wurden die Blutelektrolyte (Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Chlorid) sowie der Hämatokrit. Parallel zur Blutabnahme wurde der Hautturgor bestimmt (=Bestimmung der Hautelastizität): Seitlich am Übergang vom 2. zum 3. Halsdrittel wurde eine Hautfalte mit der Hand abgehoben, anschließend ausgelassen und beobachtet, ob sie rasch oder langsam verstreicht oder ob sie stehen bleibt. Die Elastizität der Haut ist in erster Linie durch den physiologischen Wassergehalt des Gewebes bedingt. Verstreicht die Hautfalte sofort, so ist dies ein physiologischer Befund – die Hautelastizität ist erhalten. Verstreicht die Hautfalte langsam, so ist die Hautelastizität je nach der Dauer gering, mittel oder hochgradig vermindert. Bleibt die Hautfalte bestehen, so ist die Hautelastizität aufgehoben (hochgradiges Dehydratationszeichen). Die Feststellung der verminderten Hautelastizität gilt als Gradmesser zur Eruiierung des Dehydratationsgrades des Pferdes. Hauptursache ist die Verminderung des Wassergehaltes der Haut, bedingt durch starke Flüssigkeitsverluste zum Beispiel aufgrund von Anstrengung. Die Bestimmung erfolgte immer durch die gleiche Person (BAUMGARTNER, 2005).

### 4.3.2. **Verhaltensaufnahme**

Folgende Verhaltensparameter wurden mittels Direktbeobachtung für die Dauer von jeweils 2x10 Minuten zumindest um 10, 13, 15 und 18 Uhr (in einem Zeitfenster von +/- 1 h) als Häufigkeiten bzw. als Dauer erfasst:

- 🐾 Schwitzen: Hierbei wird nur ein „ja“ oder „nein“ pro Beobachtungsperiode festgehalten.
- 🐾 Kopfschütteln: Als neuerliche Häufigkeit zählt Kopfschütteln sobald der Kopf in die physiologische Haltung zurückgeführt ist und daraus ein erneutes Schütteln beginnt. Es wird kein Kopfschütteln zur Fliegenabwehr gezählt.
- 🐾 Fliegenabwehr: Hierzu zählen Verhaltensweisen wie Schweifschlagen, Kopfschütteln in sichtbarer Anwesenheit von Fliegen, Abwehr von Fliegen durch Einsatz des Kopfes, des Maules, durch Bewegungen der Gliedmaßen sowie durch Muskelzittern.
- 🐾 tiefe, hängende Kopfhaltung
- 🐾 Aufstampfen mit den Extremitäten
- 🐾 Stehen: Die Pferde stehen hierbei mit Kopf-Halshaltung über der Waagrechten, sind aufmerksam und zeigen eventuell auch Schildern.
- 🐾 Dösen: Die Pferde schildern, zeigen eine Kopfhaltung unterhalb der Waagrechten, ein typisches Dösgesicht und kaum Ohrenspiel.
- 🐾 Abwehrbewegungen: Bewegungen von Kopf oder Hals eines Pferdes, das bei negativen sozialen Interaktionen mit dem anderen Pferd neben dem es vor die Kutsche gespannt ist, ausweicht oder sich zur Wehr setzt.

- 🐾 Apathie
- 🐾 geblähte Nüstern

### 4.3.3. Physikalische Messungen

#### 4.3.3.1. Klimamessungen

Über eine Wetterstation auf der Kutsche (Anhang Abb. 5) wurden Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windstärke gemessen (6 Werte pro Stunde). Die Windstärke wurde durch Aufzeichnungen, wann die Pferde stehen und wann sie in Bewegung sind, bei der Auswertung dazu in Relation gesetzt.

Weiters wurde ein Black Globe-Thermometer (Messung der Temperatur als integraler Effekt von Globalstrahlung und Wind, 6 Werte pro Stunde) auf der Kutsche mitgeführt.

Aus diesen Messwerten wurden der Temperatur-Feuchtigkeits-Index THI (Formel 1; CARGILL u. STEWARD 1966, HAHN u. MADERER 1997, HAHN et al. 1998) und die Abkühlungsgröße AKG (Formel 2; KRÜGER 1960, BÄHR et al. 1983) berechnet und für die Auswertung der Ergebnisse verwendet.

$$\text{THI} = 0.8 * \text{Temperatur} + \text{rel. Feuchtigkeit}_{\text{Dezimalform}} * (\text{Temperatur} - 14.4) + 46.6 \quad \text{Formel 1}$$

Windgeschwindigkeit über 1 m/s:  
 $\text{AKG}[\text{W}/\text{m}^2] = 36.5 - \text{Temperatur} * (0.14 + 0.49\sqrt{\text{Windgeschwindigkeit}}) \quad \text{Formel 2}$

Windgeschwindigkeit unter 1 m/s:  
 $\text{AKG}[\text{W}/\text{m}^2] = 36.5 - \text{Temperatur} * (0.20 + 0.40\sqrt{\text{Windgeschwindigkeit}})$

Die Daten zum Klima während der Studie sind in den Tabellen 3 bis 6 angeführt.

**Tab. 3:** Außentemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Black-Globe-Temperatur (jeweils MW ± SD) während der Studie an als „heiß“ definierten Tagen.

Monat	Außentemp (°C)	Luftfeuchte (%)	Windgeschwindigkeit (m/s)	Black-Globe Temp (°C)	Anzahl gemittelter Tage
Juli	29,3 ± 2,6	41,9 ± 7,3	3,2 ± 3,7	31,0 ± 3,6	5
August	28,2 ± 2,8	41,0 ± 5,9	4,2 ± 4,4	29,3 ± 3	12
September	27,4 ± 3	44,0 ± 9	2,4 ± 3,2	28,2 ± 3,2	2

**Tab. 4:** Maxima in Außentemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Black-Globe-Temperatur während der Studie an als „heiß“ definierten Tagen.

Monat	Außentemp (°C)	Luftfeuchte (%)	Windgeschwindigkeit (m/s)	Black-Globe-Temp (°C)	Anzahl gemittelter Tage
Juli	34,9	59,1	16,5	37,9	5
August	34	57,9	19	37,1	12
September	34,9	67,4	13	37,7	2

**Tab. 5:** Außentemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Black-Globe-Temperatur (jeweils MW  $\pm$  SD) während der Studie an als „kühl“ definierten Tagen.

Monat	Außentemp (°C)	Luftfeuchte (%)	Windgeschwindigkeit (m/s)	Black-Globe Temp (°C)	Anzahl gemittelter Tage
Juli	20,5 $\pm$ 2,1	57,6 $\pm$ 7,5	5,2 $\pm$ 5,5	22,6 $\pm$ 3	6
August	23,2 $\pm$ 1,6	52,3 $\pm$ 5,4	6,7 $\pm$ 5,6	23,8 $\pm$ 1,9	3
September	16,0 $\pm$ 2,9	54,5 $\pm$ 9,5	3,2 $\pm$ 4,6	16,3 $\pm$ 3,3	8
Oktober	17,4 $\pm$ 1,3	51,8 $\pm$ 3,8	5,4 $\pm$ 6,2	17,7 $\pm$ 1,7	1

**Tab. 6:** Maxima in Außentemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Black-Globe-Temperatur während der Studie an als „kühl“ definierten Tagen.

Monat	Außentemp (°C)	Luftfeuchte (%)	Windgeschwindigkeit (m/s)	Black-Globe Temp (°C)	Anzahl gemittelter Tage
Juli	25,4	73,5	24,5	29,5	6
August	25,7	65,2	25	27,2	3
September	22	76,3	27,9	24,8	8
Oktober	19,9	62,6	19,8	22,5	1

#### 4.3.3.2. Bodentemperatur

Stündlich wurde mit einem Infrarot-Thermometer die Bodentemperatur gemessen. Hierbei wurde immer der jeweilige Bodentyp dazu vermerkt (Asphalt, Kopfsteinpflaster). Weiters wurde auch die Temperatur der umliegenden Gebäude mit diesem Thermometer ermittelt.

#### 4.3.4. Sonstige Aufzeichnungen

Die täglich gefahrenen Kilometer wurden mittels GPS-Gerät (Geko 201, Fa. Garmin) berechnet und die Fütterung der Pferde in Futtermittelart und -menge sowie auch das Tränken erfasst.

Im Tagesjournal wurden Besonderheiten, die tägliche Stehzeit an den Standplätzen, Position in Sonne oder Schatten und Zeiten auf Rundfahrten festgehalten.

Mit einem Programm („In Zukunft Wien, Stadtvermessung“), welches Licht- bzw. Schattenverhältnisse an den Standplätzen der Fiaker anzeigt, wurden diejenigen Standplätze ermittelt, an denen die Pferde der Sonneneinstrahlung am meisten ausgesetzt sind. Nur diese Standplätze wurden für die Untersuchungen herangezogen. Die Standplätze, welche in der Studie Verwendung fanden, sind: Albertina, Stephansplatz und Michaelerplatz.

## 5. Statistik

Für die deskriptive Darstellung der Rohdaten wurden die abhängigen Variablen nach den Klassen „heiß“ bzw. „kühl“ oder in Temperaturbereiche aufgeteilt, und über alle Versuchstiere gemittelt sowie je Einzeltier ausgegeben.

Als Dauer erfasste Verhaltensweisen, wurden in Prozent ausgedrückt der weiteren Auswertung zugeführt.

Mit dem Statistikprogramm SAS (Version 9.1) wurde mittels Shapiro-Wilk Test überprüft, ob die Daten von einer Normalverteilung abweichen. Zur Schätzung der Effekte auf die abhängigen Parameter wurde jeweils mit einem Modell, welches die Temperatur in „heiß“ und „kühl“ klassifiziert, und mit einem Modell, das die Temperatur als Covariable berücksichtigt, gerechnet. Auf diese Weise wurde für die erhobenen Parameter Atemfrequenz, Körpertemperatur, alle hämatologische Parameter, die Kortisolmetaboliten und das Verhalten Stehen und Dösen vorgegangen.

Der durch Methoden deskriptiver Statistik berechnete Variationskoeffizient der Kortisolmetaboliten wurde mit Hilfe einer einfachen Varianzanalyse überprüft.

Die Daten der als Häufigkeiten erfassten Verhaltensweisen folgten einer negativ-binomialen Verteilung. Zur multiplen Prüfung des p-Werts zwischen den Klassen innerhalb eines Faktors wurde der Stepdown Bonferoni Test verwendet.

Für die Parameter Atemfrequenz, Körpertemperatur, Hämatokrit, Magnesium, Kalium, Kortisolmetaboliten und Aufstampfen wurden Korrelationen mit der Temperatur, dem Temperatur-Feuchtigkeits-Index, der Abkühlungsgröße und der Black-Globe-Temperatur gerechnet.

Bei den Daten zur Variable „Schwitzen“ wurde die Häufigkeitsverteilung mit dem Chi<sup>2</sup>-Homogenitätstest auf Signifikanz überprüft.

Die Auswertung der Ergebnisse zu Leistung, Wartezeiten und Tränkverhalten erfolgte nach Methoden deskriptiver Statistik.

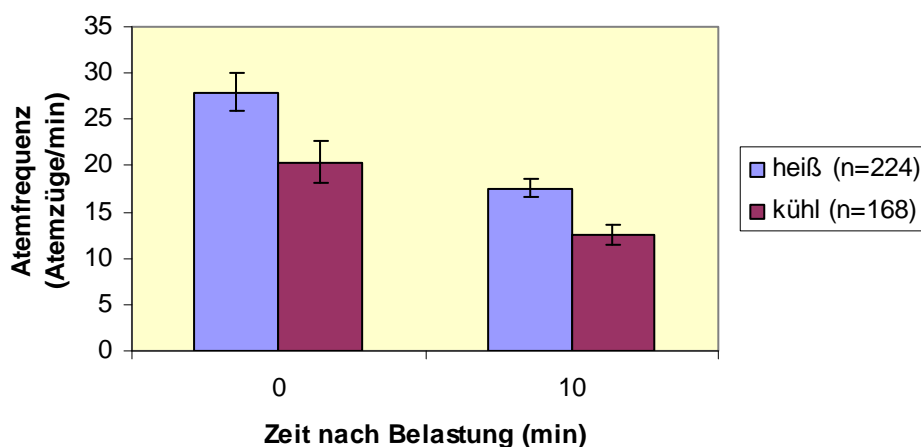
Das Signifikanzniveau wurde mit 5 % festgelegt.

## 6. Ergebnisse

### 6.1. Atemfrequenz

Der Verlauf der Atemfrequenz nach Belastung ist in Abb. 1 dargestellt. Die Temperatur hatte einen hochsignifikanten Einfluss auf die Atemfrequenz ( $p < .0001$ ). An heißen Tagen wurden im Mittel 28 und an kühlen Tagen 20 Atemzüge/min direkt nach einer Rundfahrt gezählt. Die Hälfte aller gemessenen Atemfrequenzen lag an heißen Tagen bei maximal 24 (Tabelle 7).

Nach zehn Minuten kehrte die Atemfrequenz an kühlen Tagen mit durchschnittlich 12 Atemzügen/min wieder zum Ruhewert zurück und lag an heißen Tagen mit 18 Atemzügen/min annähernd im Normalbereich.



**Abb. 1:** Atemfrequenz an heißen und kühlen Messtagen (Mittelwert  $\pm$  SE,  $p < .0001$ ).

**Tab. 7:** Verteilung der nach Belastung gemessenen Atemfrequenzen (Atemzüge/min) an heißen und kühlen Messtagen.

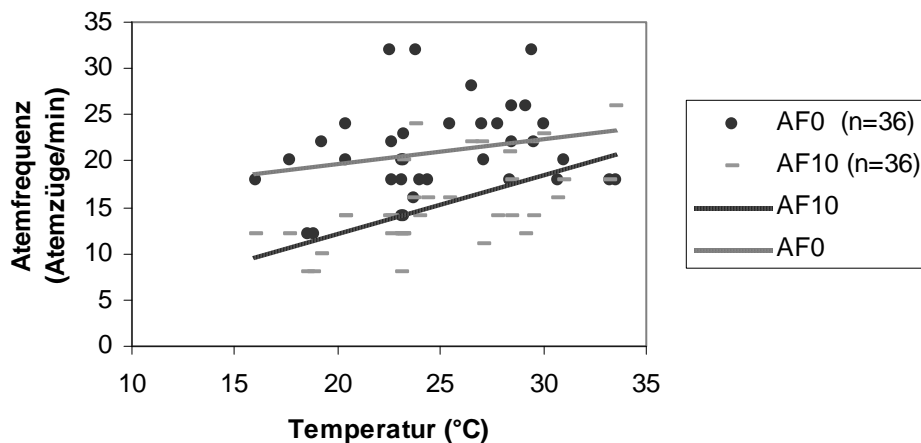
Quantile	direkt n. Bel.		10 min n. Bel.	
	heiß	kühl	heiß	kühl
100 % Max	104	56	62	38
75 %	32	24	22	14
50 % Median	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
25 %	18	14	12	10
0% Min	8	8	8	6
Anzahl Messungen	224	168	224	168

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Atemfrequenz und Temperatur, so zeigt nur ein Pferd von 12 eine mittlere Korrelation direkt nach Belastung ( $r=0.69$ ). Alle anderen Tiere zeigten einen sehr geringen bis geringen Zusammenhang ( $r < 0.5$ ).

Bei zwei Pferden besteht nach 10 Minuten ein deutlicher Zusammenhang ( $r=0.61$  u.  $0.54$ ) wobei dies direkt nach Belastung nicht der Fall war ( $r=0.25$  u.  $0.41$ ). In Abb. 2 sind die Werte eines der beiden Pferde dargestellt.

Die übrigen Tiere zeigen wiederum eine sehr geringe bis geringe Korrelation ( $r < 0.5$ ).

Alle Korrelationskoeffizienten können im Anhang, in Tabelle 3, abgelesen werden.



**Abb. 2:** Korrelation von Atemfrequenz und Temperatur für Pferd 3Aa ( $r=0,25$  bzw.  $0,61$ ).

## 6.2. Körpertemperatur

Die Körpertemperatur der Pferde direkt nach Belastung wurde von der Umgebungstemperatur nicht signifikant beeinflusst.

Der Effekt der Umgebungstemperatur als auch der Black-Globe Temperatur wirkte signifikant auf die Körpertemperatur, welche 30 Minuten nach Belastung erhoben wurde ( $p < .05$ ).

An heißen Tagen zeigte sich die rektale Temperatur 30 Minuten nach Belastung signifikant höher als an kühlen Tagen, allerdings entsprachen beide Mittelwerte der normalen Körpertemperatur beim Pferd.

In Tabelle 8 sind neben der Körpertemperatur direkt nach Belastung, Daten eines Pferdes angeführt, welches stellvertretend für den Großteil der untersuchten Tiere steht (30 Minuten n. Belastung), sowie Daten zu einem anderen Pferd, welches am deutlichsten auf die Umgebungstemperatur reagierte (30 Min. n. Belastung).

**Tab. 8:** Rektale Körpertemperatur gemittelt und als Betrachtung von Einzeltieren.

	KTo		KT30		Pferd 1Aa		Pferd 1Ba	
	heiß	kühl	heiß	kühl	heiß	kühl	heiß	kühl
Max.	39,6	39,4	38,9	38,4	38,1	38	38,9	38,4
Median	38	37,9	37,8	37,7	37,6	37,6	38,3	38
Min.	37,4	37	37	37	37,4	37,2	37,9	37,7
N	223	168	216	164	17	11	19	13

## 6.3. Kortisolmetaboliten

### 6.3.1. Effekt Klima

Weder die Umgebungstemperatur, noch der Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Index, die Black-Globe-Temperatur oder die Abkühlungsgröße hatte einen signifikanten Einfluss auf die Kortisolmetaboliten im Kot der Fiakerpferde.

An heißen bzw. kühlen Messtagen betrug die Konzentration im Mittel 126,6 ng/g ( $\pm 7,4$  SE) bzw. 118 ng/g Kot ( $\pm 7,8$  SE).

### 6.3.2. Effekt Tageszeit

Am Morgen betragen die Kortisolmetaboliten durchschnittlich 123,3 ng/g Kot. Am Nachmittag konnte mit einem Mittelwert von 121,3 ng/g kein signifikanter Unterschied zum Morgenwert festgestellt werden.

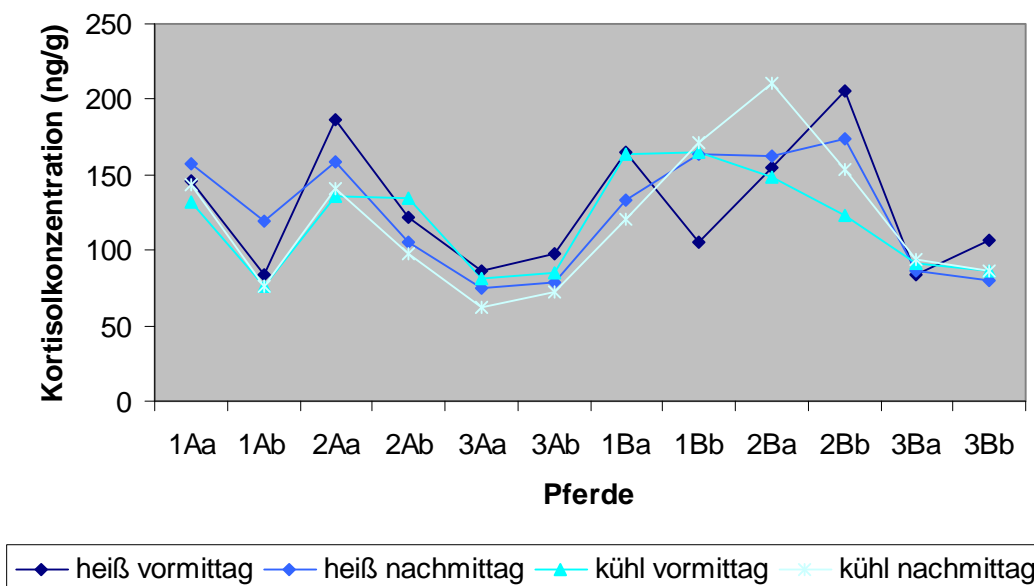
Betrachtet man die Werte der einzelnen Tiere, so zeigten vier Pferde einen Tagesrhythmus mit höheren Morgen- und niedrigeren Nachmittagswerten, zwei Pferde hatten tagsüber gleich hohe Werte und drei wiesen höhere Werte am Nachmittag auf. Weitere drei Pferde zeigten an heißen Tagen einen Rhythmus, jedoch an kühlen Tagen gleich hohe Werte bzw. erhöhte Nachmittagswerte.

### 6.3.3. Effekt Anzahl Rundfahrten

Betrachtet man die Anzahl der Rundfahrten zum Zeitpunkt der zweiten Kotprobennahme, so zeigten sich in den Kortisolmetaboliten keine signifikanten Unterschiede zwischen zwei, drei, vier oder fünf bis sechs gefahrenen Rundfahrten.

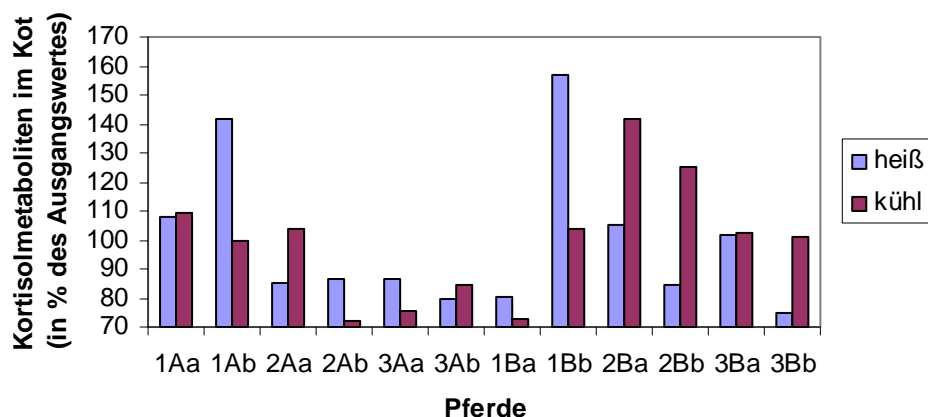
### 6.3.4. Variationskoeffizient

Es bestanden starke individuelle Schwankungen in den Werten der Kortisolmetaboliten innerhalb und zwischen den untersuchten Pferden (Abb.4). Dies kann anhand des Variationskoeffizienten verdeutlicht werden. Die statistische Untersuchung dieser Kenngröße belegte, dass auch die Variabilität der Mittelwerte von der Umgebungstemperatur nicht signifikant beeinflusst wurde.



**Abb. 4:** Mittlere Kortisolkonzentration je Pferd an heißen und kühlen Messtagen zu unterschiedlichen Tageszeiten (N=3; Ngesamt=144).

In Abbildung 5 ist die Veränderung der Kortisolmetaboliten vom Nachmittag, in Relation zum morgens erhobenen Wert, dargestellt.



**Abb. 5:** Relative Veränderung der Kortisolmetaboliten am Nachmittag in % der Ausgangswerte (Kotproben am Morgen). Die Säulen bezeichnen die Mittelwerte für jedes Einzeltier an heißen und kühlen Messtagen.

Die gesamten Daten zu den Kortisolwerten aller untersuchten Pferde können im Anhang, Tabelle 1, abgelesen werden.

#### 6.4. Hämatologische Parameter

Insgesamt 216 Blutproben gelangten zur Auswertung.

##### 6.4.1. Hämatokrit

Die mittleren Werte für den Hämatokrit lagen zu jeder Zeit innerhalb des Normbereichs und waren für heiße oder kühle Messtage nicht signifikant unterschiedlich (Tab. 10).

**Tab. 10:** Hämatokrit (%) an heißen und kühlen Messtagen, sowie zu unterschiedlichen Tageszeiten (Mittelwert  $\pm$  SE).

Effekt		MW	SE
Temperatur	kühl	29.7	0.5
	heiß	29.0	0.5
TZ	08:00	29.0	0.5
	15:00	29.3	0.5
	19:00	29.6	0.5

##### 6.4.2. Elektrolyte

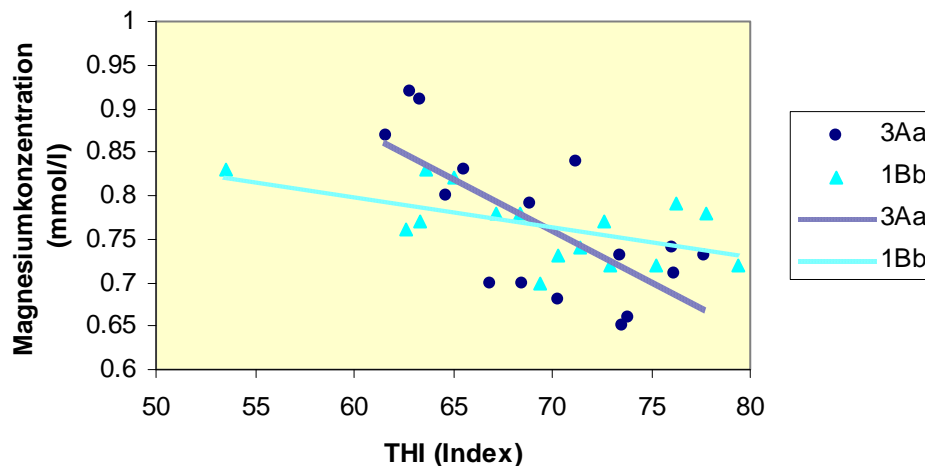
Alle im Blut der Pferde erhobenen Werte lagen innerhalb der Normbereiche.

Die Natrium-, Calcium- und Chloridwerte waren von der Umgebungstemperatur nicht signifikant beeinflussbar, jedoch Kalium- und Magnesiumwerte zeigten signifikante Veränderungen:



Die Kaliumkonzentration lag an heißen Messtagen im Mittel bei 4,0 mmol/l und zeigte sich an kühlen Tagen mit 3,6 mmol/l signifikant niedriger ( $p < 0,05$ ). Bei Berücksichtigung der jeweiligen Umgebungstemperatur anstelle der Klassifizierung der Werte in „heiß“ oder „kühl“ war der Effekt nicht signifikant ( $p = 0,8$ ). In beiden Berechnungsmodellen zeigte sich ein signifikanter Effekt durch die Tageszeit in einem Anstieg der Kaliumkonzentration ( $p < .0001$  bzw.  $p < .0004$ ).

Die Magnesiumkonzentration sank mit steigender Umgebungstemperatur signifikant ab ( $p < 0,05$ ). In Abbildung 6 sind die Werte jener zwei Pferde abgebildet, die am deutlichsten reagierten.



**Abb.6:** Zusammenhang zwischen Magnesiumkonzentration und THI einzelner Versuchstiere (Korrelationskoeffizient 3Aa= -0.71, 1Bb= -0.6).

Die Mittelwerte ( $\pm$  SE) aller untersuchten Elektrolyte je Temperaturbereich und Tageszeit können aus Tabelle 2 im Anhang entnommen werden.

### 6.4.3. Hautturgor

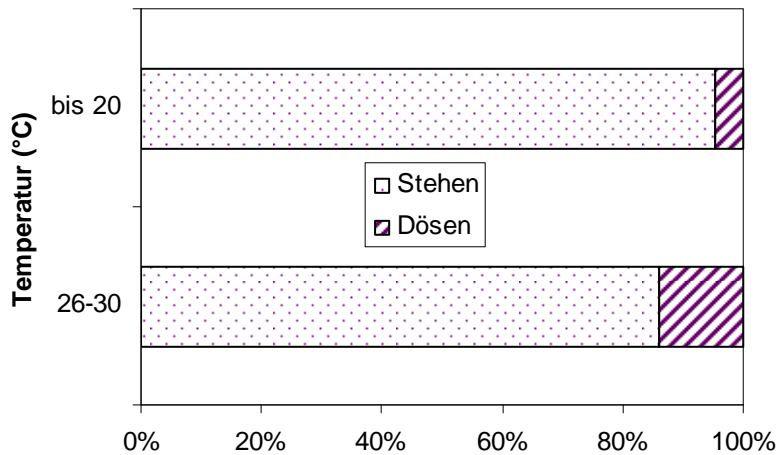
Die Hautelastizität war, bis auf wenige Ausnahmen, bei allen Beurteilungen erhalten.

## 6.5. Verhalten

An den untersuchten Pferden wurden 370 Verhaltensbeobachtungen durchgeführt und ausgewertet. Die relevanten Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten näher besprochen.

### 6.5.1. Stehen und Dösen

Beide Verhaltensweisen waren signifikant von der Umgebungstemperatur beeinflusst ( $p < 0,05$ ). An heißen Messtagen zeigten die Pferde weniger Stehen als an kühlen Tagen und dösen dafür mehr (Abb. 7, Tab. 11).



**Abb. 7:** Stehen und Dösen in unterschiedlichen Temperaturbereichen in % des Beobachtungszeitraums ( $p < 0,05$ ).

**Tab. 11:** Stehen und Dösen (%) in unterschiedlichen Temperaturbereichen, sowie zu unterschiedlichen Tageszeiten als Mittelwert  $\pm$  SE ( $* = p < 0,05$ ).

Effekt		Stehen	Dösen
Temperatur (°C)	$\leq 20$	95.2* $\pm$ 3.3	4.8* $\pm$ 3.3
	21-25	92.5 $\pm$ 2.9	7.5 $\pm$ 2.9
	26-30	85.9* $\pm$ 2.7	14.1* $\pm$ 2.7
	$> 30$	86.7 $\pm$ 5.0	13.3 $\pm$ 5.0
Tageszeit	9-12	90.2 $\pm$ 2.8	9.8 $\pm$ 2.8
	12-14	92.9 $\pm$ 2.9	7.1 $\pm$ 2.9
	14-16	91.1 $\pm$ 2.9	8.9 $\pm$ 2.9
	16-19	88.4 $\pm$ 2.9	11.6 $\pm$ 2.9
	19-22	87.8 $\pm$ 4.1	12.2 $\pm$ 4.1

### 6.5.2. Fliegenabwehr

An heißen Messtagen lag die mittlere Häufigkeit der Fliegenabwehr mit 0,29 pro Pferd und Beobachtungszeitraum signifikant höher, als an kühlen Tagen, wo sie im Mittel 0,04 mal sichtbar war ( $p < 0,001$ ).

Über den Tagesverlauf zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

### 6.5.3. Negative soziale Interaktionen

Abwehrverhalten von Pferden innerhalb des Gespanns bei sozio-negativen Interaktionen war insgesamt sehr wenig vorhanden und wies auch keinen signifikanten Unterschied zwischen heißen oder kühlen Messtagen auf.

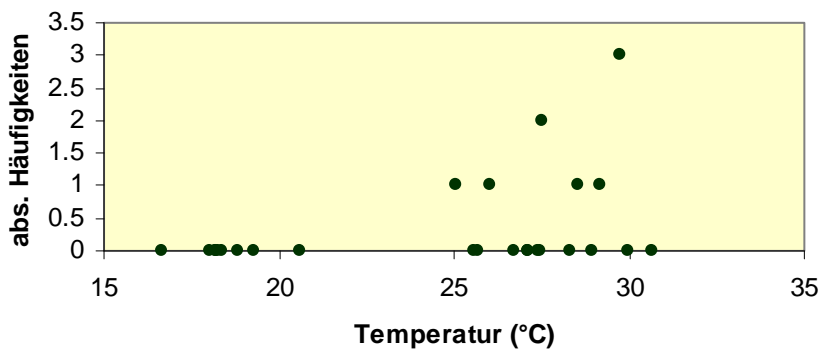
Die mittlere relative Häufigkeit betrug an kühlen bzw. heißen Tagen 0,03 und 0,02 pro Pferd und Beobachtungszeitraum.

Über den Tagesverlauf änderte sich diese Verhaltensweise nicht signifikant.

### 6.5.4. Aufstampfen mit den Extremitäten

Die Umgebungstemperatur hatte einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten dieses Verhaltens ( $p < 0,001$ ). In Abbildung 8 ist der Zusammenhang zwischen

Temperatur und dem untersuchten Verhalten verdeutlicht. Die dargestellten Werte stammen von einem Pferd, das aus allen beobachteten Tieren bei diesem Parameter die größte Korrelation zeigte.

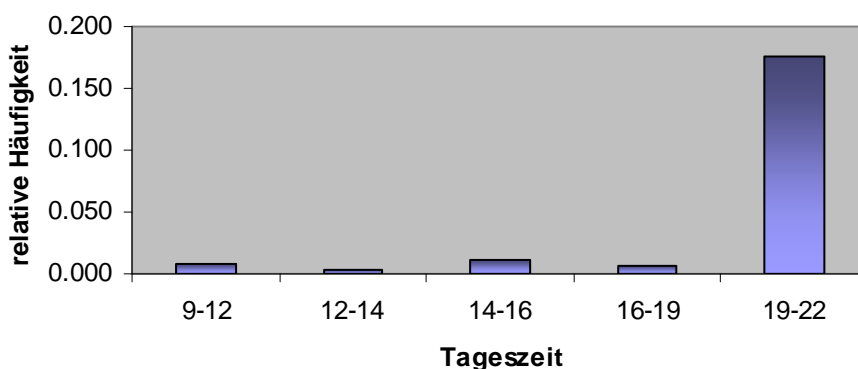


**Abb. 8:** Korrelation von Temperatur und Aufstampfen bei Pferd 1Ab ( $r=0,37$ ).

Die Tageszeit beeinflusste das beobachtete Verhalten signifikant bei  $p<0,001$ . In der Zeit von 19 bis 22 Uhr trat im Durchschnitt signifikant mehr Aufstampfen mit den Extremitäten auf, als von 14 bis 19 Uhr ( $p<0,5$ ), bzw. von 9 bis 14 Uhr ( $p<0,01$ ; siehe Abb. 9). Der Verlauf der mittleren Häufigkeiten über die Tageszeit ist in Tabelle 12 und Abbildung 8 ersichtlich.

**Tab. 12:** Relative Häufigkeit Aufstampfen mit den Extremitäten pro Tier und Beobachtungszeitraum zu unterschiedlichen Tageszeiten (Mittelwert  $\pm$  SE).

Effekt	MW	SE
Tageszeit		
<b>9-12</b>	0.008	0.6
<b>12-14</b>	0.003	0.8
<b>14-16</b>	0.011	0.8
<b>16-19</b>	0.007	0.7
<b>19-22</b>	0.176	0.6



**Abb. 9:** Mittlere relative Häufigkeiten des Verhaltens Aufstampfen pro Pferd und Beobachtungszeitraum zu unterschiedlichen Tageszeiten.

### 6.5.5. Schwitzen

Von insgesamt 372 Messungen wurde 120 Mal Schwitzen und 252 kein Schwitzen beobachtet. Die Aufteilung nach Temperaturbereichen ist in Tabelle 13 dargestellt.

**Tab. 13:** Absolute Häufigkeiten aufgetretenen Schwitzens.

Effekt		kein Schwitzen	Schwitzen	N
Temperatur (°C)	≤ 20	76	12	88
	21-25	73	27	100
	26-30	95	73	168
	>30	8	8	16
Summe		252 (68%)	120 (32%)	372 (100%)

Schwitzen trat ab 26°C signifikant vermehrt auf als bei Temperaturen unter 20°C. Weiters schwitzten die Pferde zwischen 26 und 30°C deutlich häufiger als dies im Bereich von 21 bis 25°C der Fall war (siehe Tabelle 14).

**Tab. 14:** P-Werte der Unterschiede zwischen Temperaturbereichen hinsichtlich Schwitzens (\*= p<0.05, \*\*= p<0.01, \*\*\*= p<0.001).

Temperaturbereich	p-Wert
≤ 20°C zu 21-25°C	0.0723 n.s.
≤ 20°C zu 26-30°C	0.0006***
≤ 20°C zu > 30°C	0.0035**
21-25°C zu 26-30°C	0.0284*
21-25°C zu > 30°C	n.s.
26-30°C zu > 30°C	n.s.

## 6.6. Leistung der Pferde

Es gibt drei verschieden Standardtouren, die neben speziellen Fahrten mit den Fiakerpferden in der Stadt gefahren werden. Die kleine Rundfahrt war durchschnittlich 1,9 km lang. Die mittlere und große Rundfahrt umfasste durchschnittlich 3,35 und 4,6 km.

Die Pferde gingen durchschnittlich  $25 \pm 4.9$  km an jedem Messtag vor der Kutsche. Die Pferde hatten je nach Haupt- oder Nebensaison, Standplatz und Wetter unterschiedliche Leistungen zu erbringen (Tabelle 15). Dargestellt sind die zwei wichtigsten Fiakerstandplätze, wobei anstelle des Heldenplatzes der Michaelerplatz in der Zeit von 15. Juli bis 1. Oktober vorgeschrieben war.

**Tab. 15:** Täglich gelaufene Kilometer in 10 h (Mittelwert ± SD)

Monat	Schönwetter Stephanspl.	Schönwetter Michaelerpl.	Schlechtwetter Stephanspl.	Schlechtwetter Michaelerpl.
Hauptsaison (Juli + Aug)	29.7 ± 3.7	24.1 ± 2.5	24.1 ± 3.8	21.8 ± 7
Nebensaison (Sept. + Okt.)	26.3 ± 5.7	17.7	24.0 ± 4	18.1
Anzahl gemittelter Tage HS/NS	8/4	9/1	3/5	4/1

## 6.7. Wartezeiten an den Standplätzen

Dargestellt sind die Wartezeiten für die Pferde an den Standplätzen Stephansplatz und Michaelerplatz.

An heißen Tagen verbrachten die Pferde durchschnittlich 2,1 Stunden Wartezeit in direkter Sonneneinstrahlung und 4,0 Stunden im Schatten. Das Minimum betrug 0,75 Stunden, das Maximum lag bei 3,5 Stunden in der Sonne. Im Schatten variierte die Wartezeit von 1,9 bis 6,0 Stunden.

**Tab. 16:** Durchschnittliche tägliche Wartezeit in Stunden (von 10 h)

Monat	Schönwetter Stephanspl.	Schönwetter Michaelerpl.	Schlechtwetter Stephanspl.	Schlechtwetter Michaelerpl.
Hauptsaison (Juli + Aug)	5.1	6.4	6	5.1
Nebensaison (Sept. + Okt.)	5.7	5.6	5.3	3.5
Anzahl gemittelter Tage HS/NS	8/4	9/1	3/5	4/1

## 6.8. Tränken der Pferde an den Standplätzen

Im Durchschnitt wurden die untersuchten Pferde zweimal tagsüber am Standplatz getränkt. Die höchste Tränkhäufigkeit lag bei vier und wurde in diesem Ausmaß nur an heißen Tagen praktiziert. Das Minimum zeigte sich an kühlen Tagen (gar kein Tränken tagsüber an den Standplätzen).

Bei 14 Prozent aller Tränkvorgänge wurde der ganze Kübel auf einmal vom Pferd ausgesoffen (= etwa 10 Liter). Bei allen anderen Situationen wurde nur ein Teil des angebotenen Wassers vom Pferd aufgenommen.

Etwas weniger als ein Fünftel aller Situationen, wo vom Pferd der ganze Kübel Wasser aufgenommen wurde, fanden zu „kühl“ definierten Klimabedingungen statt.

An Messtagen, wo die Pferde 10 Liter Wasser auf einmal aufnahmen, wurden sie, mit Ausnahme von drei Situationen, immer mehr als einmal getränkt.

## 6.9. Bodentemperatur

Die Temperatur des Bodens und der umliegenden Fassaden an den Fiakerstandplätzen wurde stündlich erhoben. Diese Daten sind im Hinblick auf die Ergebnisse der anderen Parameter dieser Studie nicht von Bedeutung und wurden somit keiner weiteren Auswertung zugeführt.

## 7. Diskussion

Die Temperaturen, zu denen Hitzestressmessungen im Sommer 2008 durchgeführt wurden, entsprachen, verglichen mit den Temperaturen der letzten zehn Jahre (Quelle: ZAMG), jenen eines durchschnittlichen Sommers in Wien.

Aufgrund der Bereitschaft der Fiaker war es möglich 12 verschiedene Pferde von zwei unterschiedlichen Betrieben zu nutzen. Die Fellfarbe der untersuchten Pferde repräsentierte, mit Ausnahme der Schimmel, die Fiakerpferdepopulation.

Im Folgenden galt es die Belastung durch die Hitze zu bewerten. Als Grundlage dafür dienten Messungen verschiedener Parameter, an denen eine Überforderung der Pferde in ihrer Anpassungsfähigkeit feststellbar ist.

### 7.1. Atemfrequenz

Für Rinder wird das Monitoring der Atemfrequenz als Indikator für Hitzestress empfohlen (BROWN-BRANDL, 2004). Für Pferde kann dies analog übernommen werden, da auch HODGSON et al. (1993) als Reaktion auf Wärmebelastung die Erhöhung der Atemfrequenz nennt. Bei den Untersuchungen von BROWN-BRANDL war die Atemfrequenz von allen THI-Bereichen beeinflusst. Weiters sank die Atemfrequenz bei Tieren, die sich im Schatten aufhielten im Vergleich zu den Tieren in der Sonne, ab.

Bei den Fiakerpferden hatte die Umgebungstemperatur einen signifikanten Einfluss auf die Atemfrequenz. Für die Beurteilung des Zustandes eines Pferdes ist die nach Erholung vorliegende Atemfrequenz wichtiger als der Wert direkt nach Belastung. Die Werte zehn Minuten nach Belastung waren an heißen Tagen noch signifikant höher als an kühlen Tagen, lagen aber nur knapp über dem Normalbereich (17, Normalbereich 8-16 Atemzüge/min). Somit kann die Beurteilung der Atemfrequenz der Pferde im Verlauf direkt nach einer Rundfahrt und zehn Minuten danach vom Fahrer selbst beurteilt und der 10-Minuten-Wert mit dem Normalwert verglichen werden.

Bei 50 Prozent der Messungen kamen die Pferde selbst an heißen Tagen mit nur leicht erhöhten Atemfrequenzen von der Rundfahrt zurück. Diese Pferde absolvierten ihre Rundfahrten fast ausschließlich im Schritt. Wurden Pferde vermehrt getrabt, kamen sie mit einer entsprechend höheren Atemfrequenz am Standplatz an, erholten sich aber innerhalb von zehn Minuten. Ein Pferd reagierte abweichend, obwohl es sich in vergleichbarem Trainingszustand befand (Bild siehe Anhang Abb. 3). Wenn es während der Fahrt viel oder sehr schnell trabte oder auch kurze Passagen galoppierte, so kam es mit einer drei- bis vierfach erhöhten Atemfrequenz am Standplatz an. Die Atemfrequenz sank in diesem Fall beim in der Sonne stehenden Pferd nach zehn Minuten noch nicht auf den Normalwert ab. Im Schatten wurden solche Situationen im Rahmen dieser Studie im Sommer 2008 nicht festgestellt.

In so einem Fall können Kühlungsmaßnahmen, wie das Abspritzen der Pferde mit eiskaltem Wasser, innerhalb von zehn Minuten die rektale Körpertemperatur um 1°C absenken (JEFFCOTT, 1995). MARLIN et al. (1998) stellten fest, dass mehrfach hintereinander durchgeführtes Abkühlen mit 6° C kaltem Wasser für jeweils eine halbe Minute die Abgabe von Hitze beschleunigt, und keine schädlichen Effekte hat.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass der Fahrer um eine weniger anstrengende Gangart und Geschwindigkeit während der Rundfahrt bemüht sein sollte, wenn die Pferde auch nach zehn Minuten Ruhe eine erhöhte Atemfrequenz zeigen. Diese Maßnahme ist unumgänglich, da es nicht immer möglich ist, die Pferde

aus der Reihe auszufahren, um sie je nach Notwendigkeit in den Schatten zu stellen. Die Tiere wären somit gezwungen, falls sie sich nach zehn Minuten noch nicht erholt hätten, in direkter Sonneneinstrahlung zu verharren.

## **7.2. Körpertemperatur**

Die Einwirkung von Umgebungstemperatur und direkter Sonnenstrahlung, erfasst als Black-Globe Temperatur, erhöhte innerhalb von 30 Minuten die rektale Körpertemperatur signifikant.

MOSTERT et al. (1996) zeigte an einem Modell, dass Sonneneinstrahlung die Höhe der Körpertemperatur beim Pferde beeinflusst. Die Fellfarbe hatte dabei keinen signifikanten Einfluss auf die Körpertemperatur. In der vorliegenden Studie war die Körpertemperatur von Pferden mit verschiedenen Fellfarben nicht signifikant unterschiedlich.

Der erhobene Unterschied in diesem Parameter ist in der vorliegenden Studie biologisch nicht relevant, und zeigt, dass der Einfluss der Hitze das thermoregulatorische System in den untersuchten Pferden nicht überforderte.

## **7.3. Kortisolmetaboliten**

Die Kortisolmetaboliten im Kot wurden mit einem 11-Oxoetiocholanolon EIA bestimmt (PALME und MÖSTL, 1997). Diese Methode ist validiert und wurde bei Pferden erfolgreich angewendet (MÖSTL et al., 1999; MERL et al., 2000; TOUMA und PALME, 2005; BERGHOLD et al., 2007; GORGASSER et al., 2007).

Für die Probennahme wurde die Tageszeit der größten Hitze gewählt, sowie ein Zeitfenster am Vormittag. Die Durchführung der Probennahme wurde nach den Empfehlungen von TOUMA und PALME (2005) für jeden Tag gleich gehalten.

Die am Morgen gemessenen Kortisolmetaboliten lagen zwischen 41,6 und 297 ng/g (Median 116,5 ng/g) und sind damit deutlich höher als in bisherigen Studien: In Quarterhorses wurden während der Phase des Einreitens am Morgen 20,1 ng/g gemessen (GORGASSER et al., 2007). Diese Pferde wurden allerdings nur 20 Minuten pro Tag trainiert und verbrachten die restliche Zeit des Tages in sehr großzügigen dimensionierten Boxen. Auch MÖSTL et al. (1999) gab geringere Basalwerte in seinen Untersuchungen an.

Ein Grund für die große Differenz könnte die Tatsache sein, dass in der vorliegenden Studie kein Basalwert erhoben wurde, sondern der Wert der Kortisolmetaboliten zum Zeitpunkt kühlerer klimatischer Bedingungen, der als Vergleichswert zur Probe zum Zeitpunkt der größten Hitze diente. Das vorgegebene Zeitfenster lag zwischen 8 und 11 Uhr, dies wiederum schloss ein, dass die Pferde bereits bei der Anfahrt in die Stadt oder bei weiteren Rundfahrten aktiv gewesen waren.

Die gemessenen Kortisolmetaboliten waren zwischen verschiedenen heißen und kühlen Klimabedingungen nicht signifikant unterschiedlich.

Untersuchungen von WILLIAMS et al. (2002) zeigten signifikante Unterschiede der Kortisolkonzentration im Plasma von Pferden bei Laufbandtests in kühl-trockenem zu heiß-feuchtem Klima. Allerdings waren die Bedingungen für die Pferde wesentlich anspruchsvoller, als für die Fiakerpferde. Der Laufbandtest simulierte die Anforderungen des Geschwindigkeits- und Ausdauerstests eines three-day events für Pferde. Zudem wurde die Untersuchung in heiß-feuchtem Klima bei 30°C und 80% Luftfeuchte durchgeführt. MARLIN et al. (1994) bestätigte, dass in heiß-feuchtem

(LF = 80-85%) Klima die kritische innere Körpertemperatur beim Pferd (41,5°C) fast doppelt so schnell erreicht wird, als unter kühl-trockenen Bedingungen.

In einer Studie von RAMMERSTORFER et al. (2001) wurden nicht akklimatisierte Quarter Horses bei 30°C und 80% Luftfeuchte unter standardisierten Bedingungen gearbeitet und zeigten nach fünf Tagen, bei der dritten Wiederholung des Tests, keine signifikanten Unterschiede in Plasma Kortisol Konzentrationen verglichen mit akklimatisierten Quarter Horses. Diese Werte zeigen, in welcher Zeit Pferde sich an extrem unterschiedliche Klimabedingungen anpassen können.

In dieser Studie, wie auch in anderen Untersuchungen (GORGASSER et al., 2007; MÖSTL et al., 1999) unterlag die Konzentration der Kortisolmetaboliten sehr großen individuellen Schwankungen.

IRVINE und ALEXANDER (1994) beschrieben einen Tagesrhythmus von Plasma Glucocorticoiden beim Pferd mit höchsten Werten in den Morgenstunden und einem Abfall in den Nachmittags- und Abendstunden. Dieser Rhythmus kann schon allein durch kleine Beeinflussungen durch den Menschen wie etwa das Verbringen des Pferdes in eine neue Umgebung unterbrochen werden.

Ebenso führt das Arbeiten des Pferdes zu einem Anstieg der Kortisolwerte (FREESTONE et al., 1991; LASSOURD et al., 1996; MARC et al., 2000; QUARANTA, A. et al., 2006). Wobei IRVINE und ALEXANDER (1994) feststellten, dass Pferde, die an ihren Arbeitseinsatz gewöhnt sind, trotz ihrer künstlichen Umwelt, den gleichen täglichen Kortisolrhythmus wie frei auf der Weide lebende Artgenossen zeigen.

In der vorliegenden Studie fand man bei vier von 12 Pferden einen Tagesrhythmus, allerdings war die Standardabweichung der Mittelwerte sehr groß. Die anderen Tiere wichen alle von einem normalen Tagesrhythmus ab. Im Mittel zeigte sich daher kein Rhythmus.

Von neun abweichenden Pferden kann man nur bei dreien die erhöhten Werte durch fehlende Routine in ihrem Arbeitsablauf erklären. Diese Pferde werden nicht täglich in der Stadt gefahren bzw. sind sie noch nicht so lange als Fiakerpferd im Einsatz wie andere.

GORGASSER et al. (2007) fand in den Kotkortisolmetaboliten von Quarterhorses während der Phase des Einreitens einen Tagesrhythmus mit höheren Morgen- als Abendwerten. Die Abendproben wurden jedoch zwischen 16 und 18 Uhr gesammelt. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Probe früher genommen, wodurch die Kortisolmetaboliten nicht den Tagestiefpunkt widerspiegeln konnten.

Die Höhe des Variationskoeffizienten kann Aufschluss darüber geben, ob die Anpassungsfähigkeit eines Tieres überfordert ist. Der Mittelwert des Koeffizienten war geringer als bei LINDNER et al. (2000) für Vollblutpferde beschrieben. Die Autoren bezeichneten 34,1% vor, und 36,4% nach einem Laufbandtest, als große individuelle Variabilität. Der Variationskoeffizient einzelner Fiakerpferde war beinahe doppelt so hoch und gibt Hinweis darauf, dass diese Pferde, mit den an sie gestellten Aufgaben, in ihrer Anpassungsfähigkeit überfordert sein könnten.

#### **7.4. Hämatologische Parameter**

Signifikante, tageszeitliche Unterschiede befinden sich immer innerhalb des Normalbereichs und beruhen auf homöostatischer Regulation des Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Gleichgewichts im Körper des Pferdes (BLACKMORE und BROBST, 1981; KANEKO et al., 2008).



Magnesium geht mit dem Schweiß verloren und fällt dadurch bei höherer Umgebungstemperatur physiologisch ab (BAUMGARTNER, 2005). Auch bei der größten, erreichten Umgebungstemperatur liegt die Magnesiumkonzentration im Blut innerhalb des Normbereichs.

Die Kaliumwerte waren an heißen Tagen signifikant erhöht. Diese Veränderung resultiert aus der physiologischen Verringerung des extrazellulären Flüssigkeitsvolumens, bedingt durch das Absinken der Natriumkonzentration (BLACKMORE und BROBST, 1981; KANEKO et al., 2008) und ist nur an heißen Tagen sichtbar, aufgrund der höheren Anzahl an Fahrten.

Pferde der Rasse Traber haben vergleichbare hämatologische Werte mit Vollblutpferden. Gemessen an den diesen Angaben sind die untersten Kaliumwerte eher etwas niedrig. BLACKMORE gibt 4,2 mmol/l für Vollblutpferde an, KANEKO 4,3 und BAUMGARTNER allgemein 2,8-4,8 für Pferde.

Eventuell sind die Werte der Traber fütterungsbedingt erniedrigt, da es betriebliche Unterschiede in der Supplementierung gibt.

Der standardisierte Hautturgor Test wurde in dieser Studie durchgeführt. Nach Abschluss der Messungen veröffentlichte PRITCHARD et al. (2008) die Ergebnisse seiner Untersuchung, welche zeigten, dass der Hautturgor kein gültiger oder wiederholbarer Indikator für Dehydrierung ist. Die zur Zeit bedeutendsten Hinweise über den Wasserhaushalt arbeitender Pferde, sind die Menge konsumierten Wassers und die Dauer der Trinkzüge bei ad libitum Wasserangebot.

### **7.5. Tränken der Pferde an den Standplätzen**

Im Tagesjournal wurde aufgezeichnet, wie oft die Fahrer den Pferden pro Tag Wasser anboten und welche Wassermenge jedes Pferd pro Tränken konsumierte.

In den meisten Fällen wurde den Pferden am Standplatz ein- bis dreimal Wasser angeboten. Im Durchschnitt wurde zweimal getränkt. Die höchste Tränkhäufigkeit lag bei vier und wurde in diesem Ausmaß nur an heißen Tagen praktiziert. Das Minimum zeigte sich an kühlen Tagen (gar kein Tränken tagsüber an den Standplätzen).

Bei 14 Prozent aller Tränkvorgänge wurde der ganze Kübel auf einmal vom Pferd ausgesoffen (= 10 Liter). Bei allen anderen Situationen wurde nur ein Teil des angebotenen Wassers vom Pferd aufgenommen.

Etwas weniger als ein Fünftel aller Situationen, wo vom Pferd der ganze Kübel Wasser aufgenommen wurde, fanden zu „kühl“ definierten Klimabedingungen statt.

An Messtagen, wo die Pferde 10 Liter Wasser auf einmal aufnahmen, wurden sie, mit Ausnahme von drei Situationen, immer mehr als einmal getränkt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass den Pferden in der Mehrzahl der Fälle ausreichend oft Wasser angeboten wird. Zum Teil wird der Wasserbedarf der Pferde an kühlen Tagen unterschätzt, auch hier sollte Wasser angeboten werden.

### **7.6. Verhaltensbeobachtungen**

Typisches, hitzestressrelevantes Verhalten wie Apathie, geblähte Nüstern, Schwanken, Stolpern (PRITCHARD, 2006) konnte bei den untersuchten Pferden nicht festgestellt werden.

Die Pferde zeigten erwartungsgemäß an heißen Tagen signifikant mehr Fliegenabwehr als an kühlen Messtagen. Die Belästigung durch Fliegen ist aber

allgemein sehr gering, verglichen mit anderen Aufenthaltsorten der Pferde, wie Stall oder Koppel. Allerdings muss man bedenken, dass die Pferde auch in ihren Möglichkeiten Fliegenabwehr auszuführen durch die Fixierung im Geschirr und den „Pooh-bag“ eingeschränkt sind.

#### **7.6.1. Dösen**

Große Hitze veranlasst Pferde in der Regel zu längeren Ruhezeiten während der Mittagsstunden (ZEITLER-FEICHT, 2008). In der vorliegenden Untersuchung dösen die Pferde bei Temperaturen unter 20° C signifikant weniger (4,8 % des Beobachtungszeitraumes) als bei Temperaturen zwischen 26 und 30° C (14,1 %). Das vermehrt beobachtete Dösen findet, aufgrund der Arbeitseinteilung der Pferde, nicht nur zur Mittagszeit statt, sondern nicht signifikant unterschiedlich über den Tag verteilt.

Mit vermehrtem Dösen zeigten die Fiakerpferde eine Reaktion auf die Hitze, wie es ihre Artgenossen in natürlicher Umgebung oder in Haltungssystemen unter menschlicher Obhut ebenfalls tun.

Bei fünf Fiakerpferden wurde zeitweise vom Normalverhalten abweichendes Dösen beobachtet. Hierbei dösen die Pferde entweder mit einer sehr hohen Kopfhaltung (Anhang Abb. 4) oder sie schilderten nicht (Anhang Abb. 1), sondern belasteten alle vier Beine. Zwei dieser Pferde zeigten auf der Koppel typisches Dösen, in der Stadt jedoch immer Abweichungen. Dies lässt eine Konditionierung der beobachteten Körperhaltung in Zusammenhang mit der Arbeit vor der Kutsche vermuten.

Bei den übrigen drei Pferden traten die Abweichungen nicht immer auf und ihre Ursache ist unbekannt.

#### **7.6.2. Aufstampfen mit den Extremitäten**

Dieses Verhalten nahm bei höherer Umgebungstemperatur signifikant zu. Diese Zunahme könnte an Belästigung durch Insekten an den Beinen liegen, die für den Beobachter nicht sichtbar waren zum Zeitpunkt der Aufzeichnung des Verhaltens.

Gegen Ende des Tages trat häufigeres Aufstampfen auf, wofür Hitze als Ursache ausgeschlossen werden kann. Vermutlich zeigten die Pferde damit ihr Bedürfnis, den Weg in den Stall antreten zu wollen.

### **7.7. Schwitzen**

Schwitzen ist der Hauptmechanismus beim Pferd um Wärmebelastung zu bekämpfen und die Körpertemperatur zu regulieren (HODGSON et al., 1994). Die Effizienz dieses Geschehens wird durch hohe Luftfeuchte beeinträchtigt (FOREMAN, 1996).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie spiegeln die physiologische Reaktion wider, Hitze über die Körperoberfläche abzugeben (MORGAN, 1998).

In den oberen Temperaturbereichen gibt es mehr Pferde, die nicht schwitzen als solche, die schwitzen. Über 30°C ist das Verhältnis ausgeglichen. Dies lässt erkennen, dass die untersuchten Fiakerpferde weder mit der Umgebungstemperatur noch mit der Intensität der Arbeitsbelastung überfordert sind.

### **7.8. Leistung der Pferde**

Die Aufzeichnungen des verwendeten GPS-Gerätes wurden durch Vergleich mit den Messungen eines weiteren, in der Kutsche eingebauten, GPS-Gerätes, auf Richtigkeit überprüft.

## **7.9. Bodentemperatur**

Die Temperaturen des Bodens und der umliegenden Fassaden an den Fiakerstandplätzen wurden erhoben, um gegebenenfalls die Wärmeabstrahlung zu den Pferden zu berechnen. Aufgrund der eindeutigen Ergebnisse aus der Summe der ermittelten Parameter, wurde die Fassadentemperatur keiner weiteren Auswertung zugeführt. Die Temperatur des Bodens hat keine direkte negative Auswirkung auf das Pferd, da der Huf als Isolator fungiert.

## **8. Schlussfolgerungen**

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen klimatischen Bedingungen entsprachen einem typischen Wiener Sommer und überforderten die untersuchten Fiakerpferde in ihrem physiologischen Anpassungsvermögen nicht.

Hitzestress, in Form einer Überforderung des thermoregulatorischen Systems im Pferd, wurde in keiner der annähernd 400 Messungen an den Tieren festgestellt.

Der Vergleich der Atemfrequenz zehn Minuten nach Belastung mit den Normalwerten eignet sich für die Fahrer als Indikator für Hitzestress.

Erholt sich ein Pferd nach einer Rundfahrt innerhalb von zehn Minuten nicht, so ist die beschriebene Kühlungsmaßnahme zu ergreifen (Kap. 7.1). Hierzu ist es von Notwendigkeit jeden Fiakerstandplatz mit einem Wasserschlauch von ausreichender Länge, der auch die zuletzt angekommenen Pferde versorgen kann, auszustatten. Zudem sollte der Fahrer in weiteren Rundfahrten um eine weniger anstrengende Gangart und Geschwindigkeit bemüht sein.

An heißen Tagen verbrachten die Pferde durchschnittlich 2,1 von sechs Stunden Wartezeit am Standplatz in direkter Sonneneinstrahlung. Dies lässt, gemeinsam mit der insgesamt guten Anpassung an die Hitze, die Notwendigkeit von Beschattungsvorrichtungen an den Fiakerstandplätzen in den Hintergrund rücken.

Während der Arbeiten an den Fiakerstandplätzen fielen Missstände im Fütterungsmanagement und Umgang mit den Tieren auf, die das Wohlbefinden der Pferde betrafen.

Die meisten Pferde erhielten in der Stadt keine Futtermittel. Zwischen der morgendlichen Fütterungen und der Futtervorlage abends nach der Arbeit lag eine Pause von mindestens zehn Stunden. Das Bundestierschutzgesetz (TSchG, 2004) sieht bei rationierter Vorlage von Grundfutter eine täglich dreimalige Gabe vor. Es wäre sinnvoll, Heucobs in der Stadt zu verfüttern, da Kraftfuttergaben nach langen Futterpausen Magen und Darm belasten (MEYER, 2002), wohingegen Cobs, durch ihre komprimierte Form, die Verfütterung von Grundfutter in der Stadt ermöglichen.

Die Peitsche ist für viele Fiaker, neben der eigentlichen Funktion zur Hilfengebung beim Fahren, ein Instrument um unerwünschtes Verhalten der Pferde abzustellen.

Der Umgang mit den Pferden könnte verbessert werden, indem man Schulungen abhält, in denen Fiakerfahrer lernen, richtig auf das Verhalten ihrer Pferde zu reagieren. Zudem wäre es von Wichtigkeit, die Fahrer im Erkennen von Lahmheiten zu schulen. Die Beurteilung des Gangbildes sollte auch in die Kontrollen der Amtstierärzte an den Standplätzen einbezogen werden.

## 9. Literatur

- BÄHR H., SCHRÖDER G. und ODIN H.U. (1983): Bauhygienische Messmethoden. In: Kurweg W. und Wickler K., Angewandte Tierhygiene 8. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BAUMGARTNER, W. (2005): Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere. S. 65, 315.
- BERGHOLD, P., MÖSTL, E., AURICH, C. (2007): Effects of reproductive status and management on cortisol secretion and fertility of oestrous horse mares. *Anim. Reprod. Sci.* 102, 276-285.
- BLACKMORE, D.J, BROBST, D. (1981): Biochemical Values in Equine Medicine.
- BROWN-BRANDL, T.M., EIGENBERG, R.A., NIENABER, J.A., HAHN, G.L. (2004): Indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. *ASAE Annual International Meeting 2004*, 4723-4738.
- BUNDESTIERSCHUTZGESETZ (TSchG, 2004).
- CARGILL B.F. and STEWARD R.E. (1966): Effect of humidity on total heat and total vapor dissipation of Holstein cows at 65°, 80° and 90° F. *Transaction of the ASAE* 9, 439.
- FOREMAN J.H. (1996): Thermoregulation in the horse exercising under hot and humid conditions. *Pferdeheilkunde*, 12, 405-8.
- FREESTONE, J.F., WOLFSHEIMER, K.J., KAMERLING, S.G., CHURCH, G., HAMRA, J., BAGWELL, C. (1991): Exercise induced hormonal and metabolic changes in Thoroughbred horses: effects of conditioning and acepromazine. *Equ. Vet. J.* 23 (3), 219-223.
- GOODWIN, P.J., GAUGHAN, J.B., SCHOORL, T.A., YOUNG, B.A., HALL, A., (1997): Shade type selection by Holstein-Friesian dairy cows. *Livestock environment 5*, Volume 2 Proceedings of the Fifth International Symposium, Bloomington, Minnesota, USA, 29-31 May 1997, 915-922.
- GOODWIN, P.J., GAUGHAN, J.B., SKELE, P., JOSEY, M., HALL, A., YOUNG, B.A. (1997): Coat color and alleviation of heat load in Holstein-Friesian cows. *Livestock environment 5*, Volume 2 Proceedings of the Fifth International Symposium, Bloomington, Minnesota, USA, 29-31 May 1997, 923-927.
- GORGASSER, I., TICHY, A., PALME, R. (2007): Faecal cortisol metabolites in Quarter Horses during initial training under field conditions. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 94, 226-230.
- HAHN G.L. and MADERER T.L. (1997): Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behaviour and mortality of feedlot cattle. In: 5<sup>th</sup> International Symposium in Livestock Environment, Bloomington Minneapolis, 563-571.
- HAHN G.L., NIENABER G.A. and EIGENBERG R.A. (1998): Responses of livestock to thermal environments as a basis for rational management. In: *AgEng Conference*, Oslo, 103-104.
- HANSEN, P.J. (1990): Effects of coat colour on physiological responses to solar radiation in Holsteins. *Veterinary Record*, 127(13): 333-334.
- HODGSON, D.R., DAVIS, R.E. and McCOAGHY, F.F. (1994): Thermoregulation in the horse in response to exercise. *Br. Vet. J.* 150, 219-235.
- HODGSON, D. R., McCUTCHEON, L. J., BYRD, S. K., BROWN, W. S., BAYLY, W. M., BRENGELMANN, G. L. u. GOLLNICK, P. D. (1993): Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. *J. Appl. Physiol.* 74, 1161-1170.
- IRVINE, C.H.G. und ALEXANDER, S.L. (1994): Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Dom. Anim. Endocr.* 11 (2), 227-238.
- JEFFCOTT, L.B. (1995): Veterinary aspects of the Three-day-event at the 1994 World Equestrian Games. *Equine Vet. Educ.* (1995) 7 (5) 249-252.

- KANEKO, J.J., HARVEY, J.W., BRUSS, M.L. (2008): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 531 ff.
- KRÜGER L. und STEPHAN E. (1960): Grundzüge der Bioklimatologie der Haustiere. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* 74, 361-392.
- LASSOURD, V., GAYRARD, V., LAROUTE, V., ALVINERIE, M., BENARD, P., COURTOT, D., TOUTAIN, P.L. (1996): Cortisol disposition and production rate in horses during rest and exercise. *Am. J. Physiol.* 271 (1 40-1), 25-33.
- LINDINGER, M.I., MARLIN, D.J. (1995): Heat stress and acclimation in the performance horse: Where we are and where are we going. *Equine Vet. Educ.* (1995) 7 (5) 256-262.
- LINDNER, A., FAZIO, E., FERLAZZO, A.M., MEDICA, P., FERLAZZO, A. (2000): Plasma cortisol concentration in Thoroughbred horses during and after standardized exercise tests on a treadmill and effect of conditioning on basal cortisol values. *Pferdeheilkunde*, 16 (5), 502-510.
- MAIA, A.S., SILVA, R.G., BERTIPAGLIA, E.C., MUNOZ, M. (2005): Genetic variation of the hair coat properties and the milk yield of Holstein cows managed under shade in a tropical environment. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 42(3): 180-187.
- MARC, M., PARVIZI, N., ELLENDORFF, F., KALLWEIT, E., ELAESSER, F. (2000): Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. *J. Anim. Sci* 78 (7), 1936-1946.
- MARLIN, D.J., HARRIS, R.C., HARRIS, P.A., SCOTT, C.M., MILLS, P.C., ORME, C.E., ROBERTS, C.M., SCHROTER, R.C and BARRELET, F.E. (1994): Physiological responses of horses exercising at 20°C/40%RH, 30°C/40%RH and 30°C/80%RH. In: *On to Atlanta '96. An International Veterinary Update for Eventing Enthusiasts*. Eds: A.F. Clarke and L.B. Jeffcott. Equine Research Centre, Guelph, Canada. Pp 25-26.
- MARLIN, D.J., SCOTT, C.M., ROBERTS, C.A., CASAS, I., HOLAH, G.B , SCHROTER, R.C. (1998): Post exercise changes in compartmental body temperature accompanying intermittent cold water cooling in the hyperthermic horse. *Equine Veterinary Journal*, 30 (1), 28-34.
- MERL, S., SCHERZER, S., PALME, R., MÖSTL, E. (2000): Pain causes increased concentrations of glucocorticoid metabolites in horses feces. *J. Equine Vet. Sci.* 20, 586-590.
- MEYER, H. (2002): *Pferdefütterung*. 4., erweiterte und aktualisierte Auflage. Parey Buchverlag Berlin.
- MÖSTL, E., MESSMANN, S., BAGU, E., ROBIA, C., PALME, R. (1999): Measurement of glucocorticoid metabolite concentrations in faeces of domestic livestock. *J. Vet. Med. A* 46, 621-632.
- MORGAN, K. (1997a): Effects of short term changes in ambient temperature or altered insulation in horses. *J. Therm. Biol.* 22, 187-194.
- MORGAN, K. (1997b): Thermal insulation of peripheral tissue and coat in sport horses. *J. Therm. Biol.* 22, 169-175.
- MORGAN, K., EHRLEMARK, A., SÄLLVIK, K. (1997): Dissipation of heat from standing horses exposed to ambient temperatures between -3°C and 37°C. *J. Therm. Biol.* 22, 177-186.
- MORGAN, K. (1998): Thermoneutral zone and critical temperature of horses. *J. therm. Biol.* 23 (1), 59-61.
- MOSTERT, H. J., LUND, R. J., GUTHRIE, A. J. u. CILLIERS, P. J. (1996): Integrative model for predicting thermal balance in exercising horses. *Equine vet. J., Suppl.* 22: 7-15.
- PALME, R., MÖSTL, E. (1997): Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *Z. Säugetierkunde* 62 (Suppl. II), 192-197.

PRITCHARD, J.C., BARR, A.R.S., WHAY, H.R. (2006): Validity of a behavioural measure of heat stress and a skin tent test for dehydration in working horses and donkeys. *Equ. Vet. J.*, 38 (5), 433-438.

PRITCHARD, J.C., BURN, C.C., BARR, A.R.S., WHAY, H.R. (2008): Validity of indicators of dehydration in working horses: A longitudinal study of changes in skin tent duration, mucous membrane dryness and drinking behaviour. *Equ. Vet. J.*, 40 (6), 558-564.

QUARANTA, A., TATEO, A., SINISCALCHI, M., PADALINO, B., IACOVIELLO, R., CENTODUCATI, P. (2006): Influence of training on cortisol plasma levels and other hematic parameters in standardbred trotters. *Ippologia*, 17(1), 5-10.

RAMMERSTORFER, C., POTTER, G.D., BRUMBAUGH, G.W., GIBBS, P.G., VARNER, D.D., RAMMERSTORFER, E.H. (2001): Physiologic responses of acclimatized or non-acclimatized mature reining horses to heat stress: I. heart rate, respiration rate, lactate, rectal temperature, cortisol and packed cell volume. *J. Equ. Vet. Sci.*, 21 (9), 431-438.

ROSE, R.J., ARNOLD, K.S., CHURCH, S., PARIS, R. (1980): Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. *Equine vet. J.*, 12 (1), 19-22.

SCHOTT, H.C., NAYLOR, J.R.J., HODGSON, D.R. (1990-91): Aspects of heat production, dissipation and exhaustion in the exercising horse. *The Equine Athlete* 3, 15-19; 4, 7-10, 16-19.

TOUMA, C., PALME R. (2005): Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: The importance of validation. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1046, 54-74.

WEBSTER, A.J.F. (1991): Metabolic responses of farm animals to high temperature. *EAAP Publ.* 55, 15-22.

WIENER FIAKER- UND PFERDEMIETWAGENGESETZ, LGBL.Nr. 57/2000.

WILLAMS, R. J., MARLIN, D.J., SMITH, N., HARRIS, R.C., HARESIGN, W., DAVIES MOREL, M.C. (2002): Effects of cool and hot humid environmental conditions on neuroendocrine responses of horses to treadmill exercise. *Vet. J.*, 164 (1), 54-63.

ZEITLER-FEICHT, M.H. (2008): *Handbuch Pferdeverhalten*. 2. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

## 10. Anhang

**Tab.1:** Kortisolkonzentration je Pferd [Mittelwert(MW) und Standardabweichung (SD) in ng/g, Variationskoeffizient (Vk) in %]. vm= Vormittag, nm= Nachmittag

Pferd:		1Aa	1Ab	2Aa	2Ab	3Aa	3Ab	1Ba	1Bb	2Ba	2Bb	3Ba	3Bb
heiß	SD	37.2	35.3	97.3	38.2	20.1	27.3	26.0	14.2	40.8	60.0	9.5	50.5
vm	MW	146.4	84.3	186.4	121.5	86.1	98.3	164.8	104.8	155.0	205.6	84.2	106.8
	Vk	25.4	41.8	52.2	31.4	23.4	27.7	15.8	13.5	26.3	29.2	11.3	47.3
heiß	SD	16.3	77.4	56.7	28.5	10.8	6.0	27.8	28.7	23.3	18.5	8.0	33.7
nm	MW	157.6	119.6	158.4	105.5	74.4	78.4	132.8	164.1	162.7	173.6	85.7	79.8
	Vk	10.3	64.7	35.8	27.1	14.5	7.7	20.9	17.5	14.3	10.6	9.3	42.2
kalt	SD	18.8	10.6	26.4	32.8	55.0	25.6	20.6	37.6	10.9	8.9	6.3	10.8
vm	MW	131.4	76.4	136.3	135.0	81.5	84.9	164.2	165.0	148.2	123.3	91.3	85.7
	Vk	14.3	13.8	19.4	24.3	67.4	30.2	12.5	22.8	7.4	7.2	6.9	12.6
kalt	SD	29.1	35.7	38.2	40.1	39.1	11.5	29.7	38.8	23.2	10.1	21.5	30.1
nm	MW	143.4	76.1	141.1	97.1	61.8	71.9	120.0	171.8	210.3	154.1	93.5	86.7
	Vk	20.3	46.9	27.1	41.3	63.2	16.0	24.7	22.6	11.0	6.6	23.0	34.7

**Tab. 2:** Elektrolytkonzentrationen im Blut (mmol/l).

Effekt		Na (MW±SE)		Ca (MW±SE)		Cl (MW±SE)		K (MW±SE)		Mg (MW±SE)	
Temperatur	kühl	136.6	0.5	2.9	0.03	100.4	0.9	3.65	0.1	0.79	0.01
	heiß	135.8	0.5	2.9	0.02	99.6	0.8	4.04	0.1	0.77	0.01
TZ	08:00	136.3	0.4	3.0	0.02	100.5	0.6	3.55	0.1	0.81	0.01
	15:00	136.4	0.4	2.9	0.02	99.8	0.6	4.00	0.1	0.76	0.01
	19:00	135.9	0.5	2.8	0.02	99.7	0.6	3.99	0.1	0.77	0.01

**Tab. 3:** Korrelationskoeffizienten für den Zusammenhang zwischen Atemfrequenz (AF) und Temperatur. \* Pferd 2Ab zeigte zeitweise unregelmäßige Atmung.

Pferd:	1Aa	1Ab	1Ba	1Bb	2Aa	2Ab*	2Ba	2Bb	3Aa	3Ab	3Ba	3Bb
AF 0	0.26	0.45	0.69	0.36	0.33	0.76	0.08	0.13	0.25	0.41	0.04	0.29
AF 10	0.44	0.51	0.47	0.22	0.45	0.75	-0.03	0.31	0.61	0.54	-0.15	0.32



**Abb. 1:** Dösen ohne Schildern (linkes Pferd).



**Abb. 2:** Übliches Erscheinungsbild der untersuchten Pferde nach einer Rundfahrt an heißen Tagen.



**Abb. 3:** Erscheinungsbild des abweichend reagierenden Pferdes (Nr. 1Ba) nach einer Rundfahrt an heißen Tagen.





**Abb. 4:** Dösen mit erhobenem Kopf.



**Abb. 5:** Klimamessstation auf der Kutsche.