

# **Hitzestress beim Pferd**

-

**Wie viel Anpassungsfähigkeit haben Pferde und wo liegen die Grenzen?**

Dagmar S. Trachsel  
Dr. med. vet., DiplECEIM, PhD  
Veterinärmedizinische Universität Wien

**Hitzestress = Aufnahme von Wärme die nicht mehr über die Thermoregulation ausgeglichen werden kann**

**Hitzestress = Aufnahme von Wärme die nicht mehr über die  
Thermoregulation ausgeglichen werden kann**

## Thermoregulation

- Aufrechterhaltung einer konstanten inneren Körpertemperatur (IKT)
  - **Bereich zwischen 37 und 40°C**

Guthrie et al., 1998, Vet Clin North Am, 14 (1), 45-59; Geor, 1998, Vet Clin North Am, 14 (1), 97-120; McCutcheon et al., 2014, Thermoregulation and exercise-associated heat illnesses, in Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders
  - **Wärmeproduktion**
  - **Wärmeabgabe**

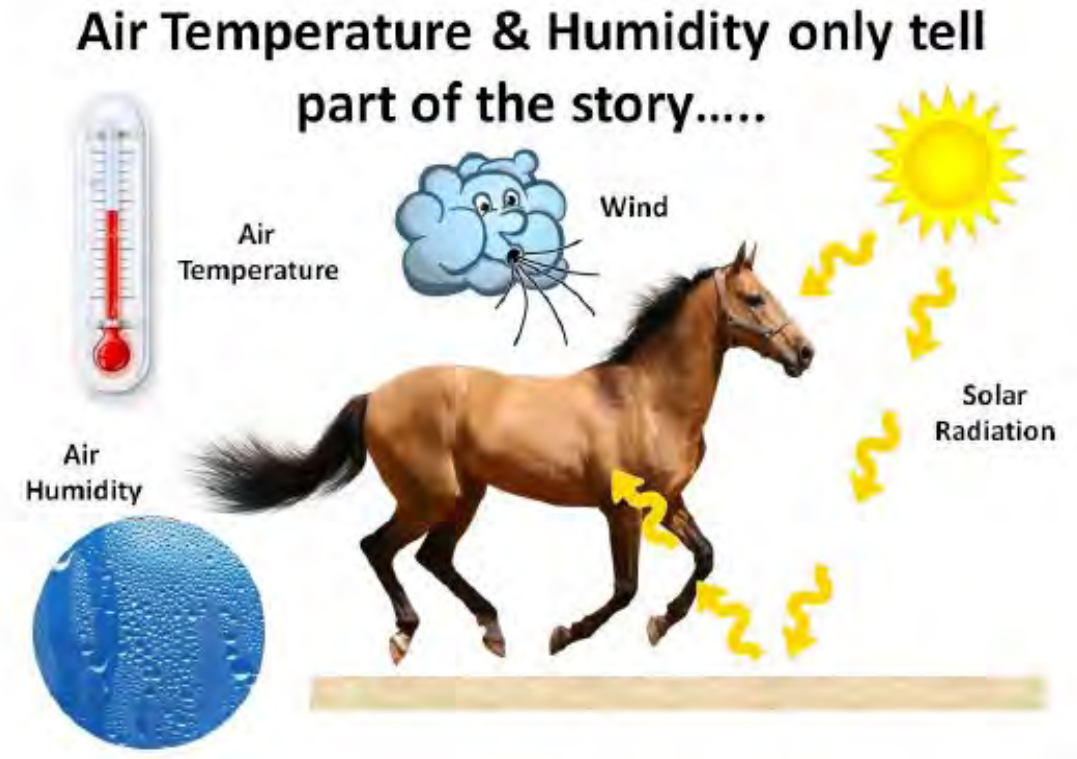
## Thermoregulation

- Aufrechterhaltung einer konstanten inneren Körpertemperatur (IKT)
  - **Bereich zwischen 37 und 40°C**

Guthrie et al., 1998, Vet Clin North Am, 14 (1), 45-59; Geor, 1998, Vet Clin North Am, 14 (1), 97-120; McCutcheon et al., 2014, Thermoregulation and exercise-associated heat illnesses, in Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders
  - **Wärmeproduktion**
    - Metabolische Rate, inkl. körperliche Arbeit: **Muskelarbeit => 75-80% in Wärme**
    - Äussere Faktoren

## Thermoregulation

- Äussere Faktoren
  - **Umgebungstemperatur** (°C im Schatten)
    - > 35-36 °C keine Abstrahlung mehr
  - **Luftfeuchtigkeit** (% relative Feuchtigkeit)
    - Schweiß tropft ab
      - Nur 5-10% der Wärmeabgabe vs. Verdunstung
      - Zunehmende Abgabe über de Respirationstrakt
  - **Sonneneinstrahlung**
  - **Reflektion des Bodens**
  - **Wind**



Marlin et al., Session 6 - Optimising Performance in Challenging Climate, FEI Sports Forum, 2018

## Thermoregulation

- Aufrechterhaltung einer konstanten inneren Körpertemperatur (IKT)
  - **Bereich zwischen 37 und 40°C**  
Guthrie et al., 1998, Vet Clin North Am, 14 (1), 45-59; Geor, 1998, Vet Clin North Am, 14 (1), 97-120; McCutcheon et al., 2014, Thermoregulation and exercise-associated heat illnesses, in Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders
  - **Wärmeabgabe**
    - **Verdunstung: **Schweiss und Respirationstrakt****
      - **1 l Schweiss kann 2.4 MJ Energie verdunsten** (Produktion bis 6-15 l/h möglich)  
=Wärme Produktion von 6 min Ausdauerleistung (optimale äussere Bedingungen)  
2 min Arbeit bei maximale Intensität (optimale äussere Bedingungen)
    - Konduktion: Wärmetransfer über direkten Kontakt (statisch, z.B. Stallboden)
    - Konvektion: Wärmetransfer über Austausch zu Umgebungsluft/Wasser (in Bewegung, z.B. Wind)
    - Abstrahlung

## Thermoneutrale Zone - Grenzwerte

- **Thermoneutralzone – Behaglichkeitszone**  
 Cymbaluk et al., 1990, Vet Clin North Am, 6 (2), 355- 372; Morgan et al., 1998, J therm Biol, 23 (1), 59-61; McCutcheon et al., 2014, Thermoregulation and exercise-associated heat illnesses, in Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders
  - Rasse, Alter, Geschlecht
  - Akklimatisation (Region, Saison)
- **WBGT Index = Wet Bulb Glob Temperature Index**  
 Schroter et al., 1995, EVJ Suppl. 20, 16-22; Schroter et al., 1996, EVJ Suppl. 22, 3-6
  - Seit 1996 in Gebrauch bei Sportanlässen mit Pferden

	Pferdhaltung	Akklimatisation
UK	10 bis 30°C 5 bis 27 °C	
US	7 bis 29°C	26 bis 36 °C (Esel, Nevada)
Canada	-7 bis 29°C	-15 bis 10° Winter
Schweden	-25 bis 30 °C	

	<b>Behaglichkeitszone</b>	<b>5-25°C</b>
	<b>Schwitzen ab</b>	<b>25 - 30°C</b>
	<b>Fatigue</b>	<b>Blut: 42-43°C Muskel: 44-45°C ZNS: 41.5°C</b>



## Thermoneutrale Zone - Grenzwerte

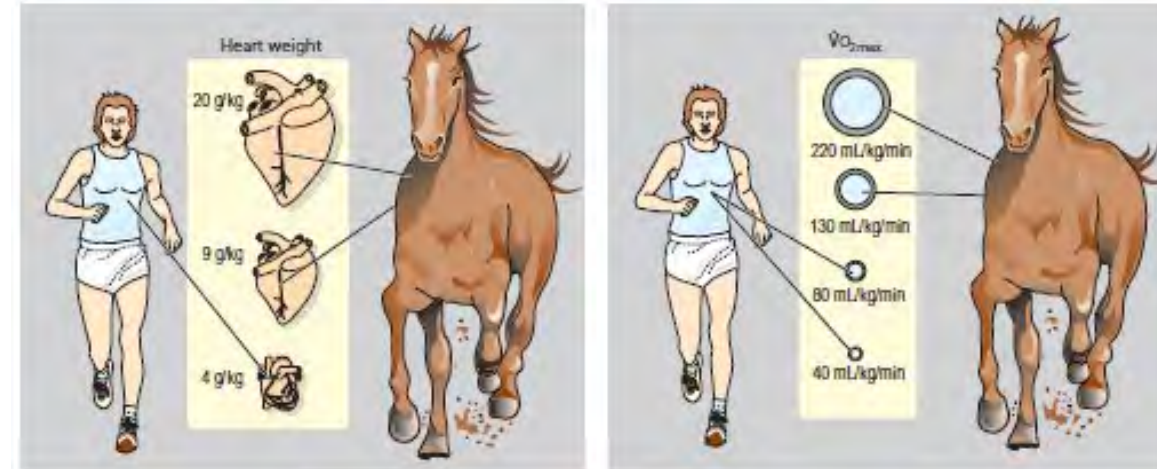
- **Pferd**

- Effizienteren O<sub>2</sub> Aufnahme und Austausch
- Grösseres Herz
- Speichermilz („EC Reserve“)
- **Proportional mehr Muskelmasse (50%)**
  - **Verhältnis Oberfläche: Masse 1 : 90–100 m<sup>2</sup>/kg.**

- **Mensch**

- Effizientere Thermoregulation
  - Besseres Verhältnis Oberfläche: Masse 1: 30-45 m<sup>2</sup>/kg

Pool et al., 2014, Heart and vessels: function during exercise and training adaptations. in Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders



## Thermoneutrale Zone - Grenzwerte

- **Pferd vs. Mensch**

- 2-3 x Wärmeproduktion durch die Muskelarbeit
- 4 x mehr Wärmeabgabe pro Einheit Körperoberfläche

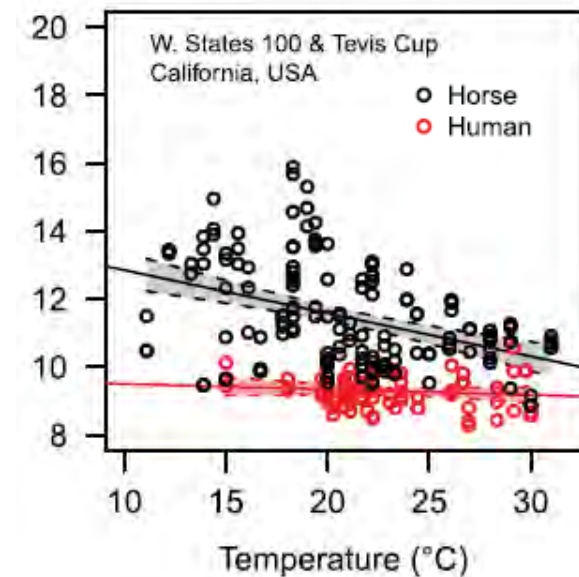
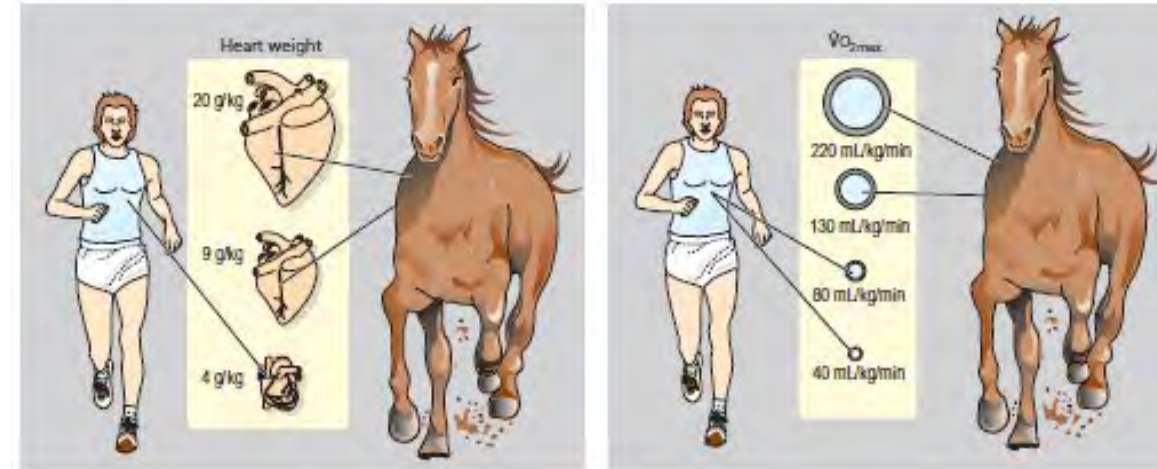
- Behaglichkeitszone

- Pferd: 5 - 25 °C
- Mensch: 25 - 30 °C

- **Anpassung**

- Lokal Gegebenheiten

Pool et al., 2014, Heart and vessels: function during exercise and training adaptations. in Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders



## WBGT Index = Wet Bulb Glob temperature Index

- $WBGT = 0.7 T_{wb} + 0.3 T_g$ 
  - Umgebungstemperatur
  - Luftfeuchtigkeit
  - Windstärke
  - Radiation/Sonneneinstrahlung

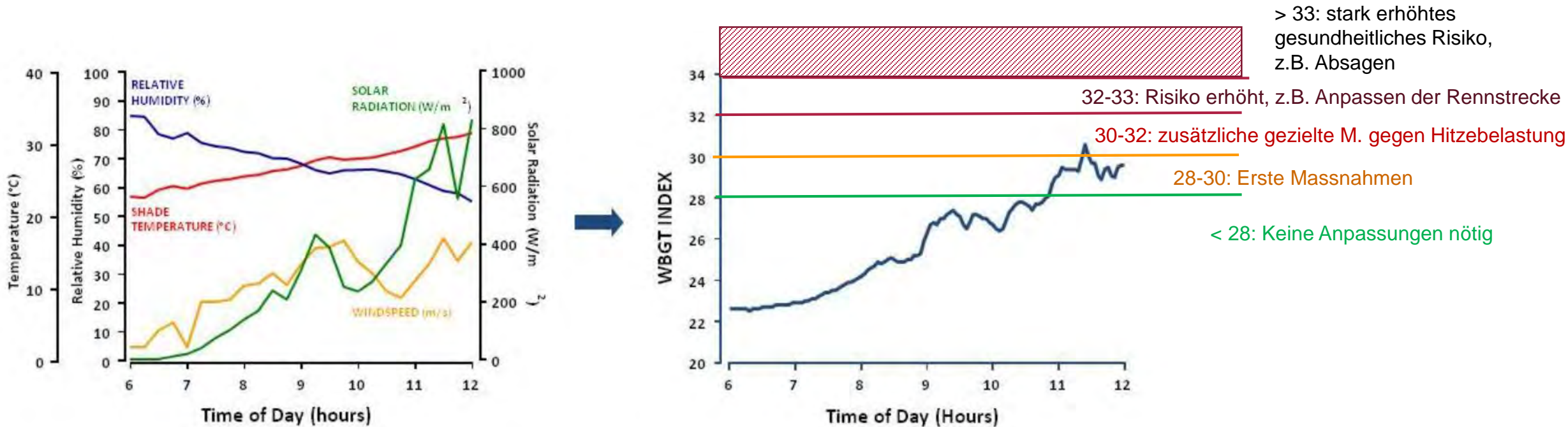
$T_{wb}$  = Temperaturen des Wet Bulb = Feuchtkugeltemperatur

$T_g$  = Black globe Temperature = innerhalb der schwarzen Kugel



Figure 1. Equipment measuring WBGT index from black globe temperature (°C) and wet bulb temperature (°C) inside a shaded screen.

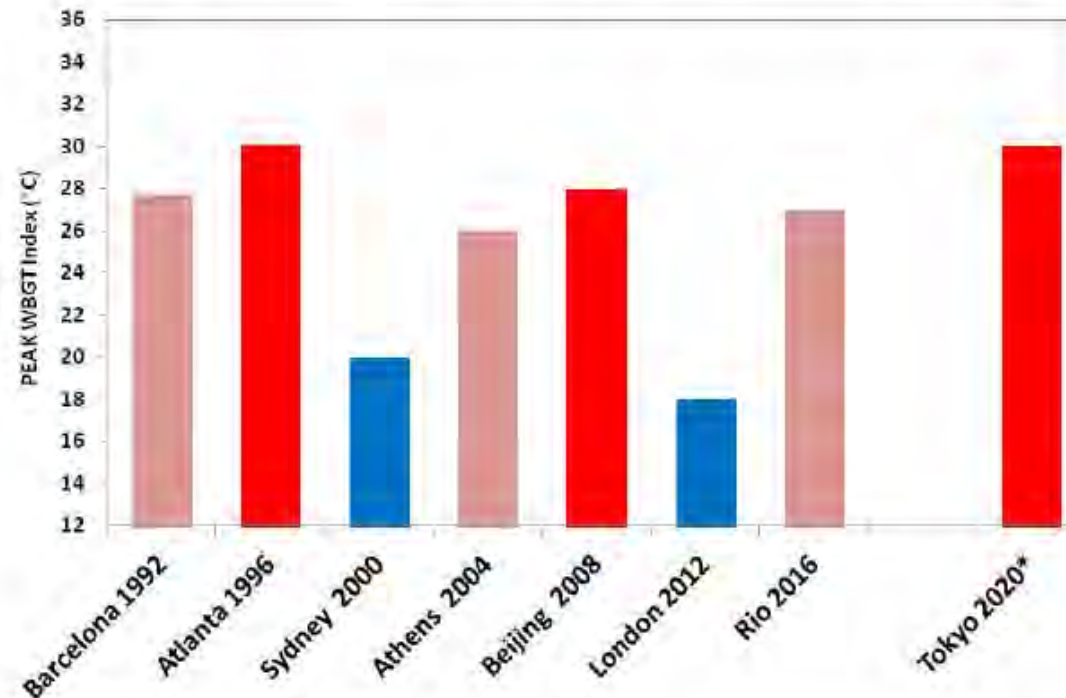
## WBGT Index = Wet Bulb Glob temperature Index



**Figure 3. Simultaneous measurements of shade air temperature, relative humidity, wind speed and solar radiation (left) and WBGT index (right).**

**WBGT Index = Wet Bulb Glob temperature Index**

**Peak WBGT Index at previous Olympics**

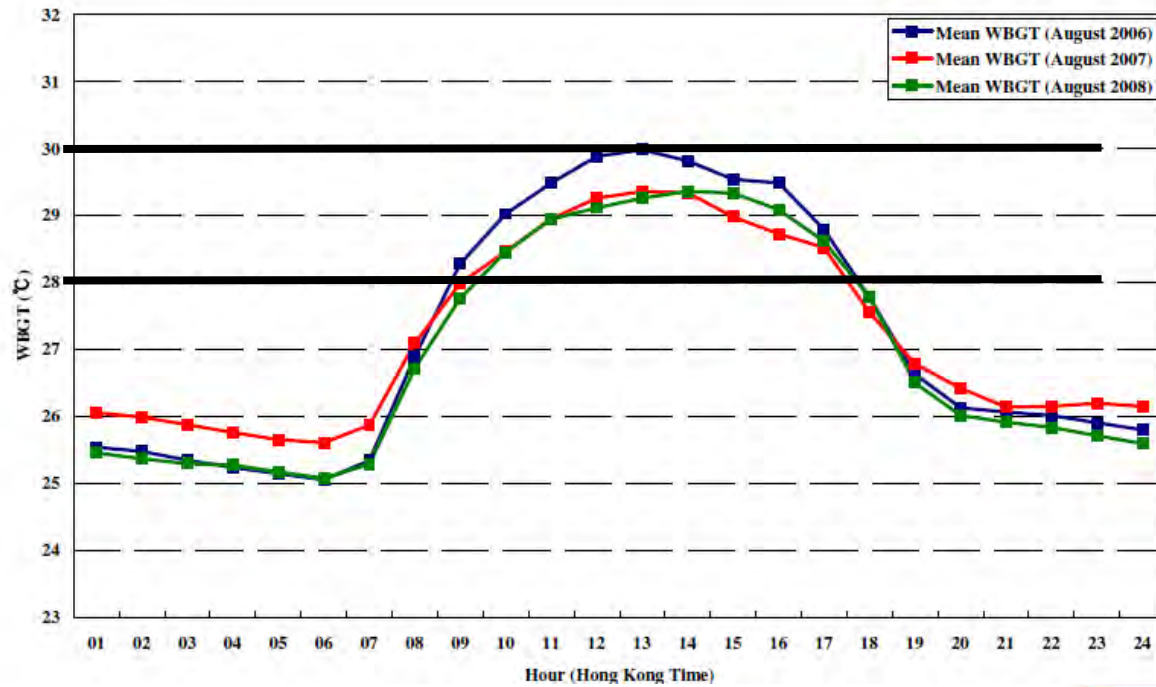


Marlin et al., Session 6- Optimising Performance in Challenging Climate, FEI Sports Forum, 2018

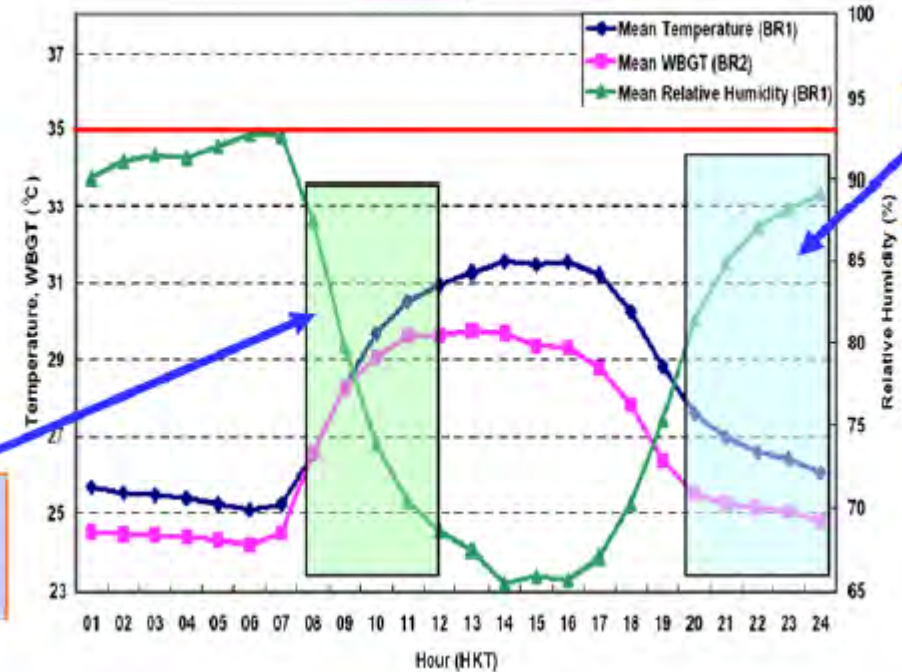
The Veterinary Journal 182 (2009) 412–429

## Managing the effects of the weather on the Equestrian Events of the 2008 Beijing Olympic Games

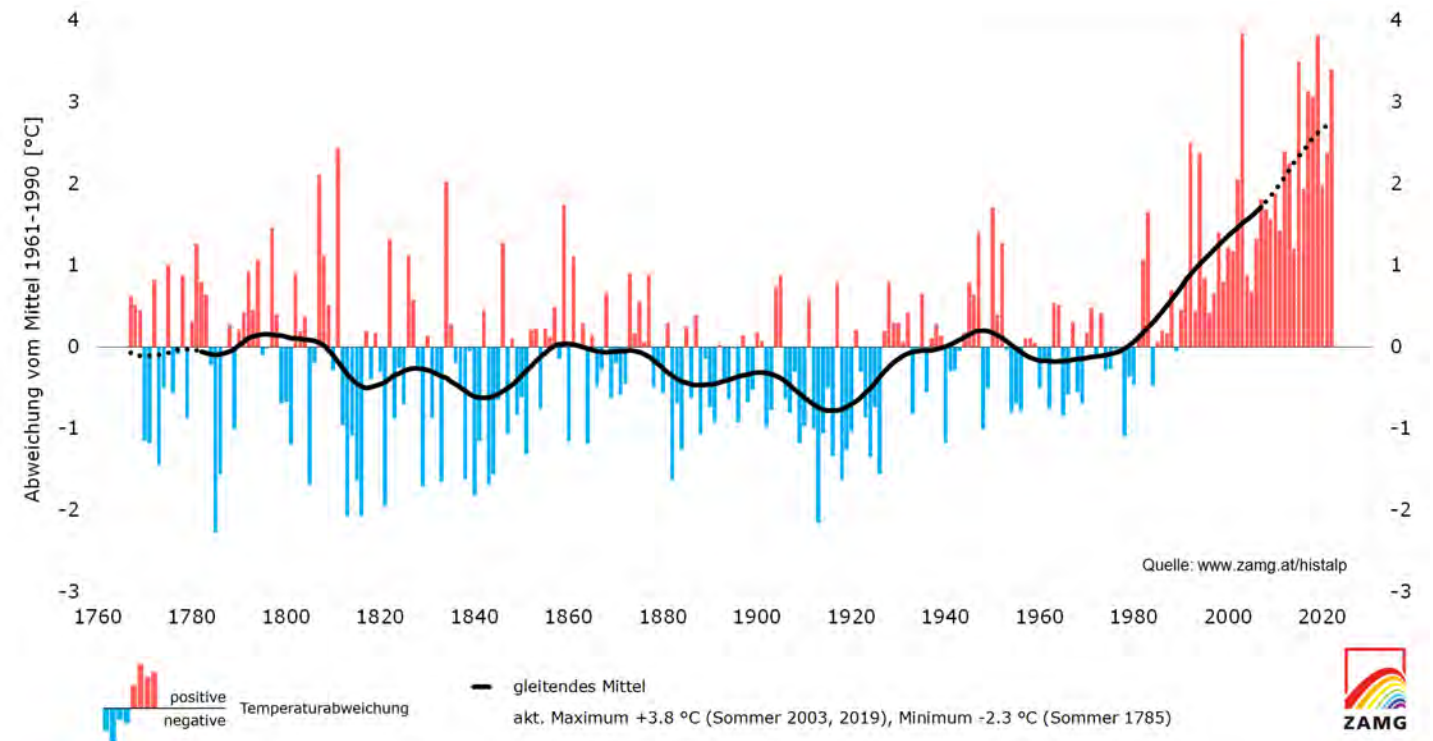
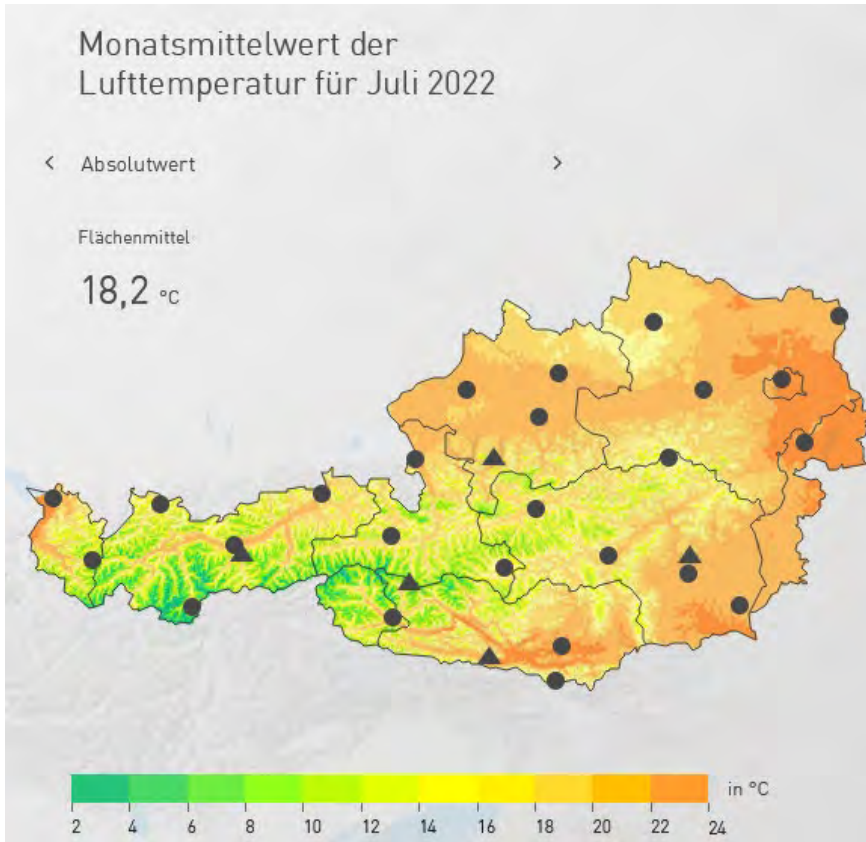
Leo Jeffcott<sup>a\*</sup>, Wing-Mo Leung<sup>b</sup>, Christopher Riggs<sup>c</sup>



Optimum time for cross country



Optimum Competition time



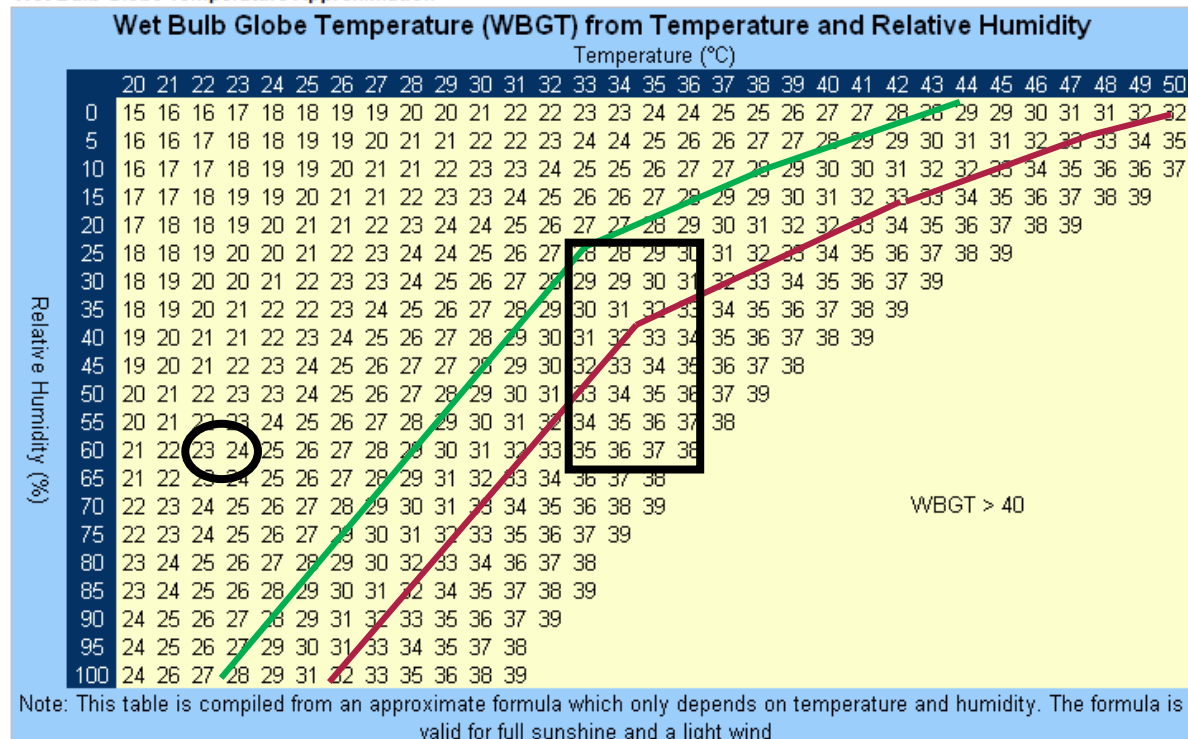
Jahr, Monat	Lufttemperatur in °C					Frost- tage **	Eistage ***	Sommer- tage ****	Hitze- tage *****
	mittlere	Normal- wert *	Abwei- chung vom Normal- wert	höchste	tiefste				
Mai 2022	17,6	15,7	1,9	31,4	7,1	0	0	10	1
Juni 2022	21,9	18,7	3,2	33,9	12,0	0	0	25	7
Juli 2022	22,7	20,8	1,9	35,5	13,0	0	0	26	13
August 2022	22,6	20,2	2,4	36,3	14,5	0	0	26	10
September 2022	15,3	15,4	-0,1	27,9	4,2	0	0	6	0

Quelle: GeoSphere Austria (Messwerte von Wien 19., Hohe Warte).

Jahr, Monat	Heitere Tage *	Trübe Tage **	Relative Feuchtigkeit in Prozent				
			mittlere	Normal- wert ****	Abwei- chung vom Normal- wert	höchste	tiefste
Mai 2022	2	10	60	67	-7	96	18
Juni 2022	4	6	61	67	-6	98	27
Juli 2022	6	2	54	65	-11	96	18
August 2022	4	10	60	68	-8	96	23
September 2022	0	13	74	75	-1	97	33

Australian Gov/Bureau of Meteorology  
[http://www.bom.gov.au/info/thermal\\_stress/](http://www.bom.gov.au/info/thermal_stress/)

### Wet Bulb Globe Temperature Approximation





## Klinik

### Fliessender Übergang: „nicht gewohntes Leistungsniveau“ – „klinische Erkrankung“ individuelle Hitzetoleranz

- Rennpferde: Australien, Japan, Südafrika  
Brownlow et al., 2016, Aust Vet J, 94 (7), 240-247; Brownlow et al., 2022, Eq vet Educ, 34 (5), 259-271; Takahashi et al., 2020, EVJ, 52, 364–368
  - **Exertional heat illness (EHI) ~ Hitzeschlag**
    - Max. Intensität (65 km/h), anaerob, kurze Distanz (800 - 5000m)
- Endurance/Distanzritt/Vielseitigkeit-Pferde Foreman, 1998, Vet Clin North Am, 14 (1), 205-219, Robert, 2014, Veterinary aspects of training and racing endurance horses, in Equine Sports Medicine and Surgery, Saunders
  - **Heat exhaustion syndrome (HES) ~ Erschöpfungssyndrom**
    - Submaximale Intensität (25-29 km/h), aerob/anaerob, lange Distanz (80 bis 160 km)
- Andere Disziplinen
  - Erfahrungen/Studien für OG vor allem seit Atlanta 1996  
Marlin et al., Session 6- Optimising Performance in Challenging Climate, FEI Sports Forum, 2018; Jeffcott et al., 1999, EVJ. Suppl. 30, 347-355; Jeffcott et al., 2009, Vet J, 182, 412–429

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Warm/heisse Haut</li> <li>-Erhöhte IKT</li> <li>-Starkes Schwitzen</li> <li>-Verzögerte Erholung:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-RR &gt; 60-100/min, Dyspnoe</li> <li>-HR &gt; 150/min</li> </ul> </li> </ul>			<b>Schick Symptomatik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Gerötete SH</li> <li>-Erhöhte KRF</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Verhalten normal</li> <li>- <b>Unruhe/Kopfnicken</b>, will/kann nicht ruhig stehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Zunehmend <b>aggressiv</b></li> <li>-Ausschlagen</li> <li>-Leichte Gangabnormalität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-<b>Apathie-Desorientierung</b></li> <li>-Unvorsehbares Verhalten, losrennen</li> <li>-deutliche <b>Ataxie</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-<b>Deutlich neurologische Symptome:</b> gestörte Wahrnehmung, Renne in Gegenstände/Personen</li> <li>-Bewusstseinsverlust, Konvulsionen</li> <li>-Tot</li> </ul>

## EHI ~ Hitzeschlag



Fig 4: At level 2, horses display 'kicking out' behaviours. These may be violent and continuous or spasmodic. Irritability and restlessness are escalating.



Fig 5: Horses at Level 3 can display bizarre behaviours which are manifestations of central nervous system dysfunction. Misdiagnosis at this stage is most common.



Fig 6: a) Horses at Level 4 have substantial levels of ataxia: they may fall over, stagger to their feet, crash into objects and are a risk to themselves and their handlers. b) Note the 'glazed' expression. This horse is disoriented, has a proprioception deficit and is about to fall over.

Allgemein	Flüssigkeitshaushalt	Muskel	Verhalten
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Erhöhte ITK</li> <li>-Verzögerte Erholung:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-↑↑RR, ↑↑ HR</li> <li>(&gt; als 30 min)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dehydratation:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-stehende Hautfalte</li> <li>-Verlängerte KRF</li> <li>-trockene SH</li> <li>-wenig Urin/trockener Kot</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Myopathie/Tying up                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Krämpfe/Steifheit</li> <li>--Schwellung</li> </ul> </li> <li>-Lahmheit</li> <li>-Hufrehe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Apathie</li> <li>-Inappetenz</li> <li>-keine Wasseraufnahme</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Elektrolytenverlust (Schweiss)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- ↓ K<sup>+</sup>, ↓Ca<sup>++</sup>, ↓Cl<sup>-</sup></li> <li>=&gt; Zwerchfellsflattern</li> <li>=&gt; Vorhofflimmern</li> <li>=&gt; Kolik: reduzierte Darmmotorik</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Glukogen Depletion</li> </ul>	

## HES ~ Erschöpfungssyndrom

## Häufigkeit

- EHI ~ Hitzeschlag
  - **0.4-0.6/1000 => 1 alle 2000 Starts (Japan)**

Takahashi et al., 2020, EVJ, 52, 364–368, Nomura et al., 2019, J. Equine Sci, 30 (2), 17–23

- **9 alle 100 Starts (Australien)**

Brownlow et al., 2021, Aust Vet J; 99:473–481

- HSS ~ Erschöpfungssyndrom

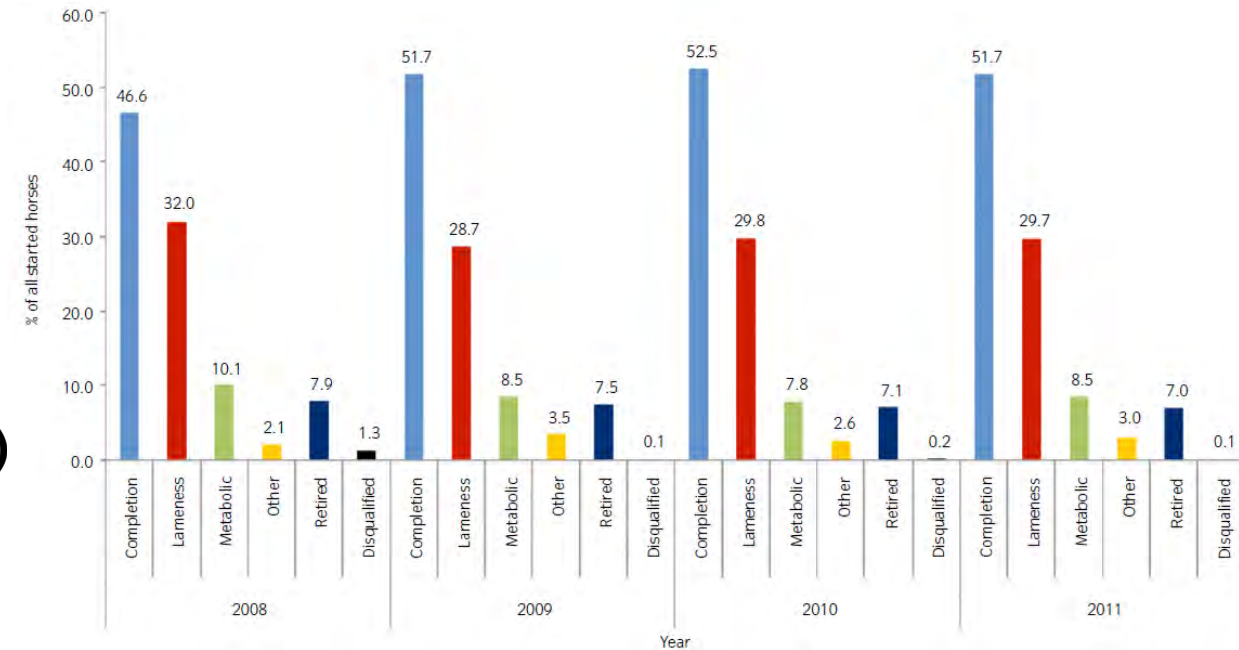
- **Gesamt Eliminationsrate 34-50%**

- FEI-Daten: 80-160 km 2010-2015 / 100-160 km 2008-2011 / 1 Tag 2012-2019)

Nagy et al., 2014, EVJ, 46, 38–44, Bennett et al., 2018, Vet J, 236, 44–48, Zuffa et al., 2022, Prev Vet Med, 198, 105534

- UK 31% (lokales Register: 60 – 120+ km, 2017-2018) Bloom et al., 2022, EVJ,13, 1–10

- Lahmheit: 23-32 %, (56%, UK)
- **Metabolisch: 5,4-10,1% (12,2%, UK)**

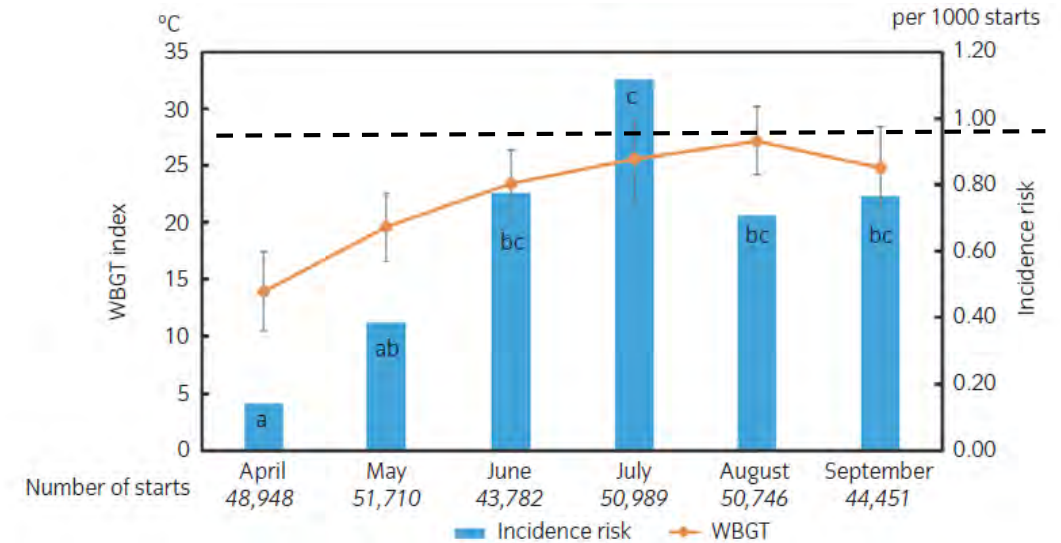


Nagy et al., 2014, EVJ, 46, 38–44

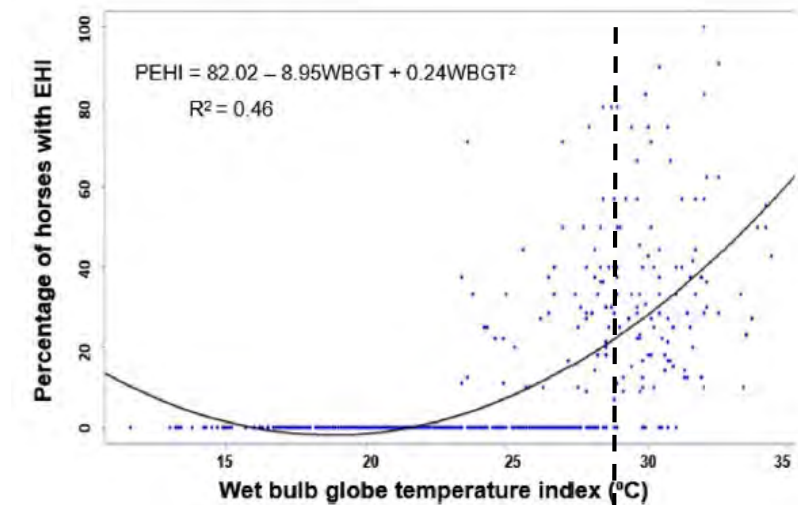
## Risikofaktoren

Takahashi et al., 2020, EVJ, 52 364–368; Brownlow et al., 2021, Aust Vet J; 99:473–481  
 Zuffa et al., 2022, Prev Vet Med, 198, 105534; Bennet et al., 2018, Vet J, 236, 44–48;  
 Bennet et al., 2018, Vet J, 236, 37–43; Bennet et al., 2020, EVJ, 52, 268–272

- **WBGT Index (> 28)**
- Umgebungstemperatur, Austragungsort
- **Alter (> 4 J, pro zusätzlichem Jahr)**
  - Erfahrung des Pferdes reduziert die Wahrscheinlichkeit
  - Elimination bei vorigem Rennen erhöht die Wahrscheinlichkeit
  - Ruhe Tage zwischen Rennen (> 120 d) reduzieren die Wahrscheinlichkeit
- **Renndistanz (> 1600m, > 90km )**
- **Renngeschwindigkeit (> 16-20km/h)**
- Körpergewicht
- Geschlecht
- Fellfarbe, Felldichte
- Reiter
- Boden



Takahashi et al., 2020, EVJ , 52 364–368



Brownlow et al., 2021, Aust Vet J; 99:473–481

## Prävention

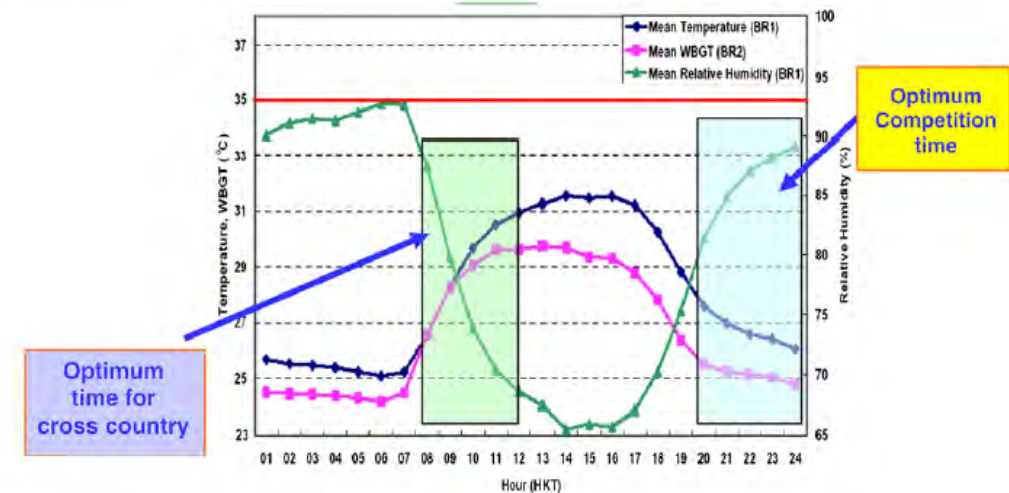
- **Organisation**

- Planung
  - Zeitplan der Wettbewerbe an Wetterdaten anpassen
  - Distanz gegebenenfalls anpassen
  - Kühlstationen
- Wetterdaten erheben am Tag des Anlasses
- Information
  - Teilnehmer
  - Tierärzt:in vor Ort



Figure 1. Equipment measuring WBGT index from black globe temperature (°C) and wet bulb temperature (°C) inside a shaded screen.

Marlin et al., Session 6- Optimising Performance in Challenging Climate, FEI Sports Forum, 2018



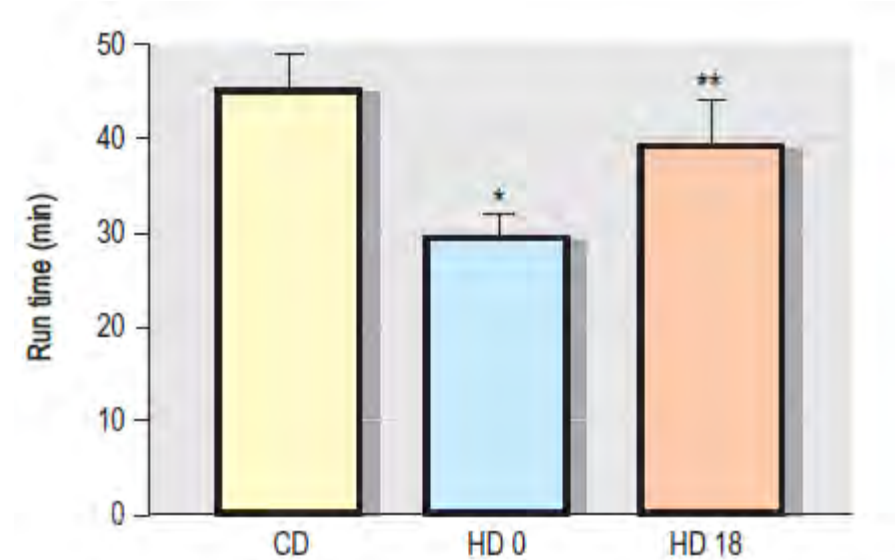
Jeffcott et al., The Veterinary Journal 182 (2009) 412–429



Brownlow et al., 2022, Eq vet Educ, 34 (5), 259-271

## Prävention

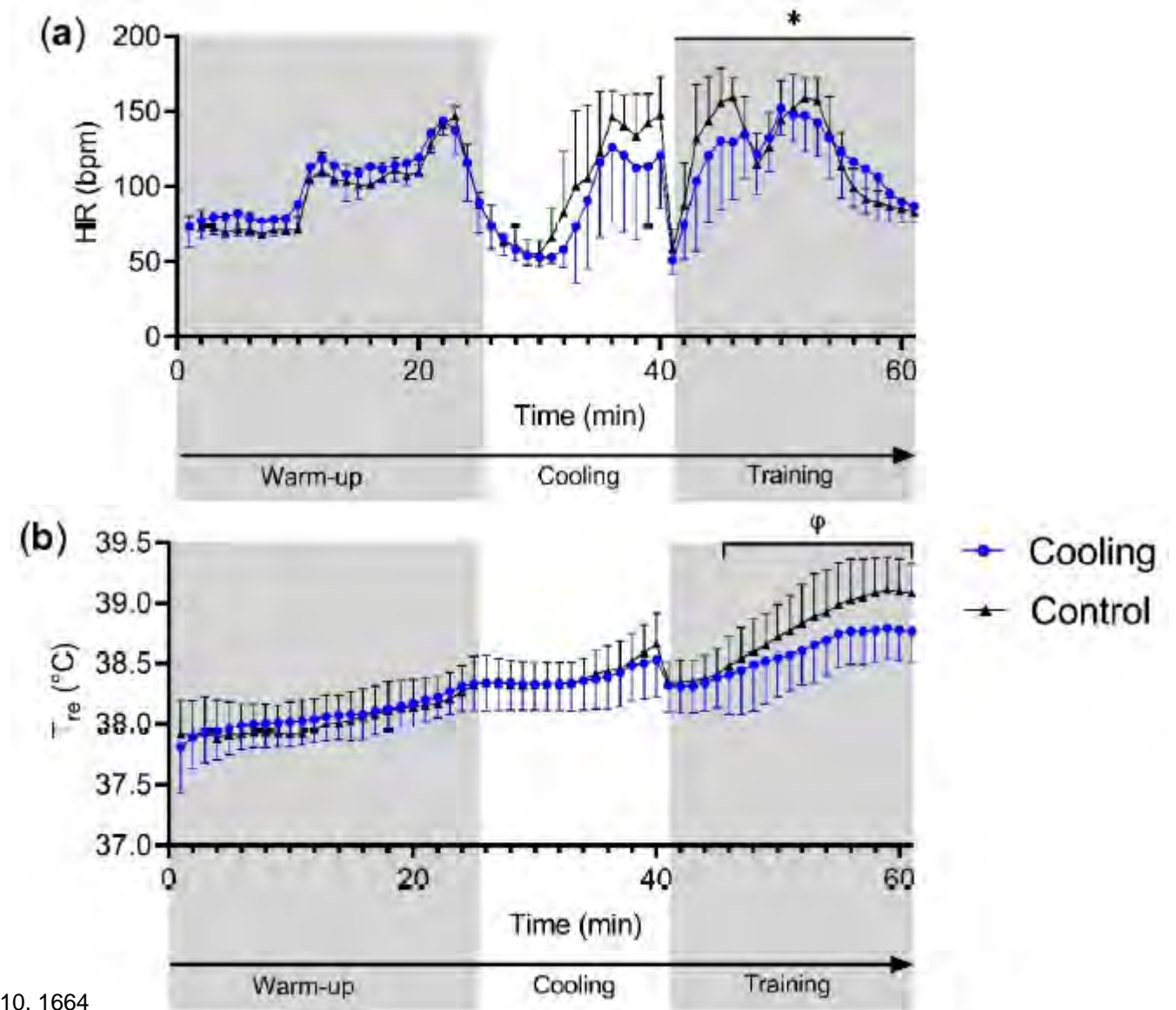
- **Trainingszustand** (Pferd und Reiter)
  - Fitness
    - Training verbessert auch Hitzetoleranz
  - Gesundheit: orthopädisch, Respirationstrakt, etc.
- **Akklimatisation (7-14 d)**
  - Progressives Training unter warmen Bedingungen (Trainingseinheiten in den wärmsten Stunden, beheizte Reithallen, etc.)
- Am Ausgrabungsort
  - Planung: Ankunft, Akklimatisation



Geor et al., 2000, J Appl Physiol, 89, :2283-93

## Prävention

- Scheren
- Hydratation
  - Wasseraufnahme kontrollieren
  - Gewicht kontrollieren  
(vor allem nach längeren Transport)
- Kühlen vor der Belastung

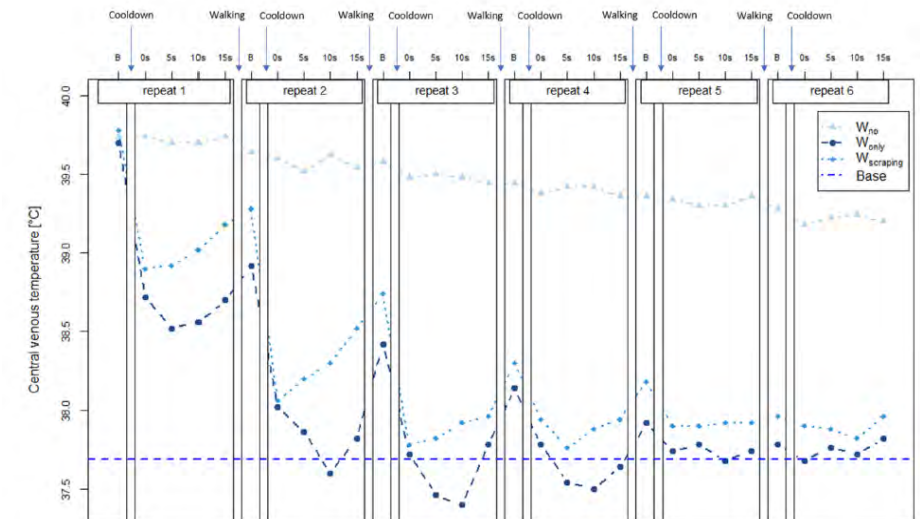
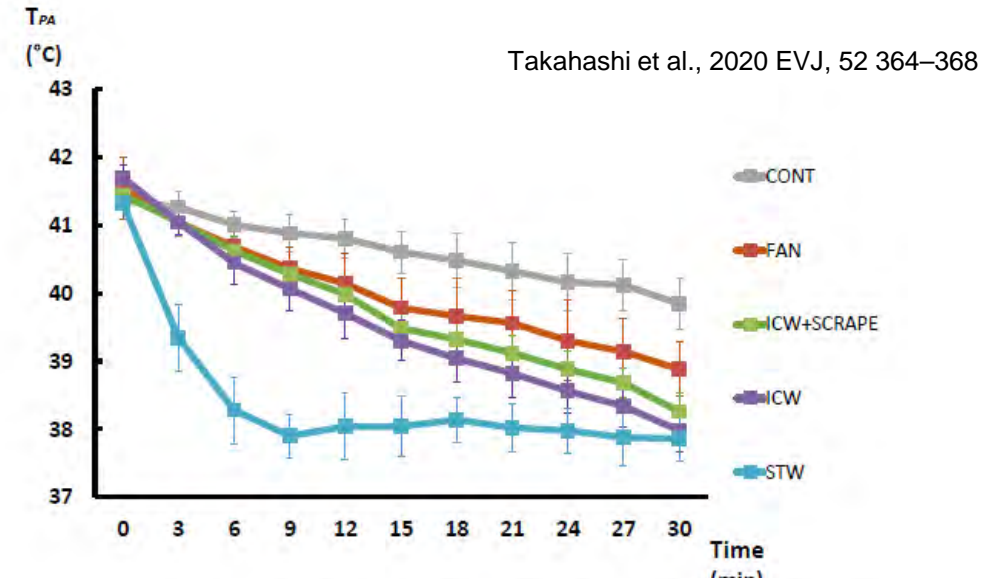




## Massnahmen

- Erkennen der Symptome, schnell handeln
  - RR sehr zuverlässig
- Beschattung, Kühlstationen
- **Kühlen (> 30 min)**
  - Wasser: -Leitungswasser, kontinuierlich
  - Eiswasser
- Ventilator (min. 3,5 m/s)
  - mässiger Effekt

Takahashi et al., 2020, EVJ, 52, 364–368; McGill et al., 2021, JEVS, 102, 103641



## Massnahmen

- **Flüssigkeitsersatz**
  - Tränken vs. Infusionen
- **Elektrolyten-Ersatz**
- **Tierärztliche Betreuung**
  - Beruhigung :
    - $\alpha$ 2 Agonisten: Detomidin
  - Entzündungshemmend
    - NSAID
    - Steroide
  - Etc.....



## Zusammenfassung

- **Hitzestress**
  - Umgebungstemperaturen und Luftfeuchtigkeit
  - Objektive Einschätzung wichtig (z.B. WBGT-Index)
  - Speziespezifische Thermoregulation und Behaglichkeitstemperatur beachten
- **Rechtzeitig Erkennen und Handeln**
- **Kühlen mit Wasser**
- **Prävention**

