

Die Elektrolyterganzung beim Sportpferd – quo vadis?

Ingrid Vervuert

Institut für Tierernährung, Ernahrungsschaden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät, Leipzig

Zusammenfassung: Pferde, die z.B. bei körperlichen Belastungen schwitzen, verlieren beträchtliche Mengen an Wasser und Elektrolyten, wobei neben dem Wasser im Wesentlichen Natrium (Na), Kalium (K) und Chlorid (Cl) über den Schweiß verloren gehen. Signifikante Schweiverluste zwischen 7–10 L können selbst bei Freizeitpferden (500–600 kg Körpermasse) bei moderaten Belastungen auftreten, deutlich höhere Schweiverluste sind z.B. bei Vielseitigkeits- oder Distanzritten zu beobachten. Zahlreiche Studien belegen, dass die meisten Freizeit- und Sportpferde den erhoherten Bedarf an Na und Cl nicht über die Aufnahme über einen Salzleckstein abdecken können, wohingegen die K-Zufuhr über eine adäquate Raufutterversorgung selbst bei einem hohen K-Bedarf abgedeckt werden kann. Die ergänzende orale Zufuhr von Elektrolyten, insbesondere von Na und Cl, ist somit bei Freizeit- und Sportpferden eine notwendige Strategie, um Elektrolyte ersetzen zu können, die durch das Schwitzen verloren gehen. Adäquate Elektrolytpraparate sollten so konzipiert sein, dass sie die durch das Schwitzen verlorenen gegangenen Na- und Cl-Verluste ersetzen können. Auch wenn der Markt zahlreiche Elektrolyterganzen anbietet, so sind diese meist nicht sinnvoll zusammengesetzt, so dass die Fütterung von Salz (Speise- oder Viehsalz ohne Fluor und Jod) zu präferieren ist. Bei der Aufnahme von Elektrolyten muss Tränkwasser frei verfügbar sein, um (i) die Wasserverluste durch das Schwitzen auszugleichen, (ii) die Elektrolytresorption im Magen-Darm-Trakt zu fördern und (iii) den Risiken einer Salzuberdosierung entgegenzuwirken, da die renale Ausscheidung von der Wasserzufuhr abhängt. Pferde sollten an die Elektrolyt- bzw. Salzgabe gewöhnt werden, damit diese vor oder nach sportlichen Belastungen freiwillig z.B. in Kombination mit schmackhaften Futtermitteln aufgenommen werden. Die Applikation von Elektrolyten über das Tränkwasser ist vielfach nicht zu empfehlen, da die Akzeptanz salzhaltiger Lösungen bei Pferden gering ist und individuell stark schwanken kann.

Schlusselwort: Schweiß, Salz, Natrium, Wasseraufnahme, Pferd

Electrolyte supplementation in sport horses – quo vadis?

Horses that sweat during exercise lose considerable amounts of water and electrolytes, such as sodium (Na), potassium (K) and chloride (Cl). Significant sweat losses between 7–10 L can occur even during moderate exercise in leisure horses (500–600 kg body mass); significantly higher sweat losses can be observed in endurance riding or in Three-day eventing competitions. Numerous studies have shown that most leisure and sport horses cannot compensate their increased Na and Cl requirements via a salt lick, whereas the K supply can be covered by an adequate roughage intake, even under situations with a high K requirement. The oral supplementation of electrolytes, especially Na and Cl, is a useful strategy in order to replace electrolytes that are lost by sweating in leisure and in sport horses. Although there are numerous electrolyte supplements on the market, commercial products are usually not well formulated, so that salt supplementation (e.g., table salt without fluorine and iodine) is recommended in the nutritional management of horses. Adding electrolytes into the diet, sufficient water must be always freely available in order (i) to compensate water losses through sweating; (ii) promoting electrolyte absorption in the gastrointestinal tract; and (iii) counteracting the risks of salt overdosing, as renal elimination is dependent on water supply. Horses should be adapted to the oral supplementation of electrolytes/salt e.g., in combination with palatable feed. The application of electrolytes via the drinking water is often not recommended, as the palatability of saline solutions in horses is low and can individually vary from horse to horse.

Keywords: sweat, salt, sodium, sater intake, horse

Zitation: Vervuert I (2024) Die Elektrolyterganzung beim Sportpferd – quo vadis? Pferdehkl Equine Med 40, 345–349, DOI 10.21836/PEM20240407

Korrespondenz: Prof. Ingrid Vervuert, Institut für Tierernährung, Ernahrungsschaden und Diätetik, Veterinärmedizinische Fakultät, An den Tierkliniken 9, 04103 Leipzig; ingrid.vervuert@vetmed.uni-leipzig.de

Eingereicht: 5. April 2024 | **Angenommen:** 23. April 2024

Einleitung

Bei körperlicher Arbeit werden rd. $\frac{3}{4}$ der Energie in Wärme transformiert, so dass bei intensiven Belastungen die Körperkerntemperatur bei Pferden auf $> 40^\circ\text{C}$ ansteigen kann.^[1] Der notwendige Wärmetausch der freiwerdenden thermischen Energie in die Umgebung erfolgt dabei durch Evaporation, Radiation, Konvektion und Konduktion. Für den Export der

Wärme stehen die Hautoberfläche und der Atmungstrakt zur Verfügung. Die Sekretion von Schweiß ist bei Pferden ein wesentlicher Teil der Evaporation und unabdingbar mit dem Verlust von Wasser und Elektrolyten verknüpft.^[2] Proportional zur Arbeit nimmt dabei der Verlust von Wasser und Elektrolyten über die Schweiverluste bei Pferden zu. Die Schweißdrüsen können weder die Wasser- noch die Elektrolytgabe maßgeblich regulieren, d.h. dass die kutanen Schweiabgaben auch

bei erheblichen Wasser- und Elektrolytdefiziten nicht gedrosselt werden können.^[3]

Wie leitet sich der Bedarf an Elektrolyten (Na, K und Cl) ab?

Im Gegensatz zum Menschen, die einen hypotonen Schweiß sezernieren, ist der Schweiß bei Pferden hyperton zusammengesetzt (Tabelle 1). Pro L Schweiß verlieren Pferde dabei im Wesentlichen rund 2,8g Natrium (Na), 5,3g Chlorid (Cl)

Tab. 1 Schweiverluste und -zusammensetzung beim Menschen und bei Pferden.^[3,5,6] | *Sweat loss and composition in humans and horses.^[3,5,6]*

Parameter	Mensch	Pferd
Körpermasse (KM, kg)	80	500
Kontrahierende Muskulatur (kg)	16	200
Oberfläche (O) zum Kühlen (m ²)	1,8	5,09
Verhältnis KM : O	40	100
Schweibildungsrate (L/h)	2–3	10–15
Anteil des Schweies zur Kühlung (%)	30–50	25–30
Na-Gehalte im Schweiß, mmol/L	10–90	100–110 (~2,8g/L)
K-Gehalte im Schweiß; mmol/L	2–8	28–40 (~1,4g/L)
Cl-Gehalte im Schweiß, mmol/L	10–90	120–150 (~5,3g/L)

Tab. 2 Schätzung von Schweimengen bei arbeitenden Pferden (600 kg KM).^[7] | *Estimation of sweat quantities for working horses (600 kg KM).*^[7]

Schweiß Score	Veränderungen	Schweiß-verluste (L)
1	Fläche unter dem Sattel teilweise trocken, teilweise dunkle, klebrige und feuchte Areale Halsbereich klebrig Flanken dunkler als normal	1–4
2	Fläche unter dem Sattel und Areale am Hals nass Evtl. kleine weiße Areale in der Sattellage infolge von Schaumbildung Reibungsflächen zwischen Hals und Zügel sowie zwischen den Innenschenkeln können infolge von Schaumbildung weiß sein	> 4–7
3	Trense hinterlässt einen deutlich feuchten Abdruck (häufig mit Schaumbildung an Backenstuck und Nasenriemen) Hals und Fläche unter Sattel und Gurt durchgängig nass Flanken deutlich feucht	> 7–9
4	Hals und Flanken komplett nass Feuchte, dunkle Falten über den Augen Schaumbildung zwischen den Hinterbeinen	> 9–12
5	Pferde zusätzlich über dem Auge und unter dem Bauch tropfend nass	> 12–18

und 1,4g Kalium (K),^[4] weitere Elektrolyte wie Calcium (Ca), Magnesium (Mg), oder auch Spurenelemente sind in deutlich geringeren Mengen enthalten ohne das ein nennenswerter Mehrbedarf selbst bei hohen Schweiverlusten entsteht.^[2]

Um die Schweimengen einschätzen zu können, die während der Belastung bei Pferden auftreten können, kann ein sogenannter Schweiscore genutzt werden (Tabelle 2).

Tägliche Ergänzung von Elektrolyten, ein Muss!

Die regelmäßige tägliche adäquate Zufuhr von Elektrolyten (Na, K und Cl) ist für die Erhaltung der Gesundheit und für das Erbringen von Leistungen essentiell. Als gesundheitliche Störungen massiver Elektrolyt- und Wasserverluste über den Schweiß sind Leistungsabfall sowie Störungen im Säure-Basen-Haushalt und im Muskelstoffwechsel zu nennen,^[8,9] so dass ein adäquates Elektrolyt- und Wassermanagement erforderlich ist.

Der K-Bedarf wird bereits über das Grundfutter wie z.B. Gras, Heu oder Heulagen bei Pferden im Erhaltungs-, aber auch im Leistungsstoffwechsel bedarfsuberschreitend abgedeckt, wohingegen Na und Cl bei Freizeit- und Sportpferden mit mittleren bis hohen Schweiverlusten über typische Futtermittel nicht adäquat abgedeckt werden können, so dass eine Ergänzung zur Kompensation der Na und Cl-Verluste über den Schweiß erforderlich ist (Tabelle 3).

In der Praxis ist die Verwendung von Salzlecksteinen (36–37% Na, 62–64% Cl) vielfach üblich,^[10] in der Hoffnung, das Pferd könne die NaCl-Aufnahme bedarfsdeckend selber regulieren. Dies führt aber tatsächlich zu einer erheblichen Fehlversorgung, da eine tägliche freiwillige maximale NaCl-Aufnahme von nur 0–62mg/kg KM zu erwarten ist.^[11] Bei Pferden im Erhaltungstoffwechsel kann über die freiwillige Aufnahme der Na- und Cl-Bedarf in der Regel über einen Salzleckstein abgedeckt werden, wohingegen bei Freizeit- und Sportpferden mit sichtbaren Schweiverlusten eine gezielte Supplementierung mit NaCl notwendig ist (Tabelle 4).

In einer aktuellen Online-Umfrage konnte gezeigt werden, dass nur 39% der Turnierreiter/Innen bzw. 33% der Freizeitreiter/Innen Elektrolyte in Form von Salz oder kommerziellen Elektrolytprodukten regelmäßig ergänzen, obwohl knapp 90% der Befragten angaben, dass ihr Pferd regelmäßig schwitzt.^[10]

Aufgrund der geringen Schmackhaftigkeit von NaCl sollte Salz in schmackhaften Futtermitteln (Apfelmus, Muslis, Rübenschnitzel, weitere) eingemischt werden oder über kom-

Tab. 3 Erhaltungs- und Leistungsbedarf bei Pferden (600 kg KM) mit 10L Schweiverlusten.^[5] | *Maintenance and performance requirements for horses (600kg KM) with 10L sweat losses.*^[5]

Elektrolyt	Erhaltung (600kg KM)	+ 10L Schweiß-verlust	Gesamtbedarf
Na, g	3,3	28	~31
Cl, g	1,8	53	~55
K, g	16,8	14	~31

merzielle Elektrolytprodukte, die in Kombination mit der Routinefutterung verabreicht werden, bereitgestellt werden.^[12] Zu beachten ist allerdings, dass die meisten kommerziellen Elektrolyterganzungen keine ausreichenden Konzentrationen an NaCl enthalten. Im Rahmen einer umfangreichen Internetrecherche wiesen kommerzielle Elektrolytprodukte einen mittleren Na-Gehalt von 12% (Na-Gehalt Salz: 36–37%) mit Schwankungen zwischen 4,8 und 22,8 % auf.^[10]

Um forcierte renale Wasser- und NaCl-Verluste über die Elektrolytgabe vermeiden zu können, sollte die notwendige Tagesmenge an NaCl auf mehrere Mahlzeiten verteilt werden.^[12]

Bei der Gabe von Salz muss dabei grundsätzlich Tränkwasser zur freien Verfügung stehen, um zum einem die Wasserverluste über den Schweiß kompensieren zu können, zum andern fördert die Wasseraufnahme die ElektrolytabSORption aus dem Magen-Darmtrakt. Zudem wird durch das uneingeschränkte Angebot von Tränkwasser den Risiken einer Salzberdosierung entgegengesteuert, da die renale Elimination von der Wasserversorgung abhängig ist.^[2]

Elektrolyterganzungen vor intensiven Belastungen (z.B. Vielseitigkeits- oder Distanzritten)

Die Zufuhr von Wasser und Elektrolyten vor intensiven Belastungen mit erwartbar hohen Schweiverlusten können einen Puffer bilden, der die kardiorespiratorischen und thermoregulatorischen Funktionen bei langanhaltenden, Belastungen unterstützt. Daten aus der Literatur deuten darauf hin, dass eine zusätzliche Salzzufuhr (pro kg Körpermasse (KM): 166 mg Cl, 80 mg Na, 16 mg K) vor dem Belastungsbeginn den Wasser- und Elektrolytstoffwechsel während der Belastung verbessert.^[13,14] Eine Zeitspanne von 4 Stunden zwischen der Supplementierung und dem Beginn der intensiven Belastung sollte jedoch unbedingt eingehalten werden, um die Wasseraufnahme während dieser Zeit zu stimulieren (Kontrolle Wasseraufnahme: 21,3 ml/kg KM, Salzzufuhr Wasserzufuhr: 40,3 ml/kg KM).

Die forcierte Gabe von Elektrolyten vor einer intensiven Belastung ist jedoch nicht unumstritten.

Die Verabreichung von 40–60 ml/kg KM einer hypotonen oder isotonen Elektrolytmischung über eine Sonde 60–120 Minuten vor Beginn der Belastung erhöhte zwar das Plasmavolumen, verbesserte jedoch nicht die kardiorespiratorischen Funktionen.^[15, 16]

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Zufuhr von Elektrolyten 4 Stunden vor einer intensiven Belastung (pro kg KM: 166 mg Cl, 80 mg Na, 16 mg K) zur Verbesserung des Wasser- und Elektrolythaushalts während der Belastung beitragen kann; allerdings ist ein ausreichender zeitlicher Abstand zwischen der Elektrolytsupplementierung und dem Beginn der Belastung von Bedeutung, um eine angemessene Wasseraufnahme gewährleisten zu können.

Elektrolyterganzungen im Verlaufe von intensiven Belastungen (z.B. im Verlaufe von Distanzritten)

Während intensiver Ausdauerbelastungen z.B. im Verlaufe von Distanzritten sollte den Pferden während der Pausen Wasser in Kombination mit Elektrolyten zur Verfügung gestellt werden, um die z.T. erheblichen Wasser- und die Elektrolytverluste kompensieren zu können.^[17,18,19] Bei der Zufuhr von Elektrolyten (NaCl) während kurzer Pausen ist es wichtig, die Wasserverfügbarkeit unmittelbar nach Beendigung jeder Phase der Belastung im Verlaufe von Distanzritten sicherzustellen,^[18,19] da das Durstgefühl durch einen Anstieg des Na im Plasma, gefolgt von einem Anstieg der Plasma-Osmolalität und damit verbunden der Ausschüttung von Angiotensin und Arginin-Vasopressin beeinflusst wird. Schott et al.^[19] empfehlen eine Dosierung von 0,25–0,5 g NaCl/kg KM und 0,13–0,25 g KCl/kg KM über Distanzen von 80–160 km, verteilt auf drei oder vier Gaben. In einer weiteren Studie wurden solch hohe Dosierungen jedoch mit einer nachteiligen Hybernatriamie und Hyperchlorämie in Verbindung gebracht.^[20] Außerdem wirkte sich die orale Zufuhr von Elektrolyten nicht auf die Leistung während des Wettkampfs aus.^[20] Darüber hinaus ist auch die Applikation von K über Elektrolytmischungen stark umstritten. Mit zunehmender Belastungsintensität steigt die K-Konzentration im Plasma deutlich an, was auf die K-Verschiebungen aus dem kontrahierenden Muskel in den extrazellulären Raum zurückzuführen ist.^[21] Hess et al. empfehlen bei Ausdauerbe-

Tab. 4 Aufnahme von Na, Cl und K in einer Ration für ein aktives Freizeit-/Sportpferd (600 kg KM) mit 10L Schweiverlusten.^[5] | Intake of Na, Cl and K in a ration for an active leisure/sport horse (600 kg KM) with 10L sweat losses.^[5]

Variabel	Menge, kg	Energie, MJ ME ⁴	Na, g	Cl, g	K, g
Heu ^{1,2}	12	76	1,0	22	185
Hafer ^[4]	2	22	0,2	2	8
Mineralfutter ²	0,1	-	5,8	k.A.	k.A.
Summe	14	98	7,0	24	193
Bedarf 600 kg KM ³		84–102	~31	~55	~31
Beurteilung		OK	 (-24 g)	 (-31 g)	OK
Salz (36–37% Na)	~0,07		~25	~43	

¹Daten LUFA Nordwest Heu 2023, ²Deklaration Mineralfutter; ³KM = Körpermasse, ⁴ME = Umsetzbare Energie in Mega Joule | ¹Data LUFA Nordwest hay 2023, ²Declaration mineral feed; ³KM = body mass, ⁴ME = convertible energy in mega joules

lastungen mit höheren Geschwindigkeiten (>8 m/s) K aus den Elektrolyterganzungen auszuschließen, um das Risiko einer neuromuskulären ubererregbarkeit durch eine Hyperkaliämie zu verringern. [22]

Elektrolyterganzungen zeitnah nach intensiven Belastungen

Der zeitnahe Ersatz von Flüssigkeits- und Elektrolytverlusten nach intensiven Belastungen (z.B. Distanzritte, Vielseitigkeitsritte) ist von großer Bedeutung und auch in der Literatur unumstritten.

Nach anstrengenden Belastungen mit Schweiverlusten > 10 L wird die Ergänzung von Elektrolyten (pro kg KM: 76 mg Na, 218 mg Cl), eingemischt in schmackhafte Futtermittel empfohlen, um Elektrolytverluste auszugleichen und um die freiwillige Wasseraufnahme zu erhöhen. [2]

Die Ergänzung von hypotonen Lösungen sollte allerdings vermieden werden, da diese zu einer Abnahme von Na und der korrespondierenden Osmolalität im Plasma führen, diese Veränderungen verzögern den Prozess der Rehydratation. [23,24,25] Der primäre Stimulus für das Durstgefühl und damit die Auffüllung der Wasserverluste ist ein Anstieg der Na-Konzentration im Plasma, der zu einem Anstieg der Plasma Osmolalität und zu einer Sekretion von Angiotensin und Arginin-Vasopressin führt.

Sosa Leon et al. [26] untersuchten die Auswirkungen des Tonzitatgrades von Rehydratationslosungen auf den Elektrolythaushalt dehydrierter Pferde anhand des Furosemid-Dehydratationsmodells. Im Vergleich zu isotonischen Lösungen waren hypertonische Lösungen weniger vorteilhaft, da die Gabe von hypertonischen Lösungen zu einem signifikanten Anstieg der renalen Wasser-, Na-, Cl- und K-Verluste führte.

In der gleichen Studie beeinflusste weder der Zusatz von Glukose noch die Temperatur der Lösung (5 C, 21 C, 37 C) den Elektrolyt- und Wasserhaushalt. [26]

Die Applikation einer isotonischen Salzlösung (~10l, 0,9% NaCl) nach einer kombinierten Furosemid-Applikation und einem 45-km-Distanzritt erhöhte signifikant die freiwillige Wasseraufnahme von Pferden. Körpergewichtsverluste wurden durch die Kombination von isotonischen Rehydrationsflussigkeiten und der freiwilligen Wasseraufnahme innerhalb der ersten 60 min nach intensiven Belastungen besser kompensiert, erreichten aber nicht das Niveau vor der Belastung. [25]

Die oben genannten Studien, mit Ausnahme der Studie von Butudom et al. [25], sind allerdings nicht für die Praxis geeignet, da große Mengen an Rehydratationslosungen per Nasenschlundsonde verabreicht wurden. Butudom et al. [25] trainierten hingegen die Pferde, Rehydratationslosungen freiwillig aus Eimern zu trinken.

Auch die orale Applikation konzentrierter Elektrolytpasten (pro kg Körpergewicht: 76 mg Na, 218 mg Cl und 106 mg K) förderte die Wiederherstellung der Elektrolyt- und Wasserverluste nach schwerer, durch Furosemid verursachter Dehydratation. [27]

Effekte der Elektrolytsupplementierung auf die Glykogenrepletion nach intensiven Belastungen

Neben der Wasser- und Elektrolytsubstitution kann mit der oralen Gabe von Elektrolyten auch die Glykogenrepletion nach intensiven Belastungen verbessert werden, was ein beachtenswerter „Nebeneffekt“ ist.

Nach der oralen Gabe einer Elektrolytlösung mit 12 g Na, 24 g Cl, 9 g K und jeweils 1 g Ca und Mg in 8 L Wasser konnte die Repletion des Muskelglykogens nach einer intensiven Belastung bei Trabrennpferden signifikant beschleunigt werden. [28] Zudem nahmen die Pferde bei der Elektrolytgabe freiwillig deutlich mehr Wasser auf als die Kontrollpferde. Im Unterschied zum Humansportler kann die Glykogenrepletion bei Pferden durch die Gabe von Kohlenhydraten wie Stärke oder Glukose nicht verbessert werden, [29,30] so dass die Supplementierung mit Elektrolyten zur verbesserten Glykogenrepletion ein vielversprechender Ansatz in dem begleitenden diätetischen Management von Sportpferden darstellt.

Effekte der Elektrolytsupplementierung auf die Magenschleimhaut?

Neben den positiven Effekten der Elektrolytgabe bei Sportpferden auf die Rehydratation nach intensiven Belastungen werden vielfach Nachteile der Elektrolytsupplementierung auf die Magenschleimhaut bei Pferden diskutiert. Holbrook et al. [31] überprüfte die Effekte der oralen Applikation von hypertonen Elektrolytlösungen auf die Magenschleimhaut. Die Pferde erhielten oral stündlich über 8 h Elektrolyte (pro Gabe: 11 g Na; 23,7 g Cl; 7,3 g K; 1,5 g Ca und 0,3 g Mg), die in 60 ml Wasser gelöst waren. Es konnte eine signifikante Erhöhung von Ulzerationen an der squamösen Mukosa des Magens nach der frequenten Elektrolytapplikation gezeigt werden. Zudem wurden vereinzelt auch Ulzerationen in der glandulären Schleimhaut hervorgerufen. Zu beachten ist allerdings, dass die frequente orale Applikation der hypertonen Elektrolytlösungen ohne nennenswerte begleitende Futteraufnahme bei den Pferden erfolgte. Bei einer praxisrelevanten Fütterung eines elektrolytreichen Erganzungsfutters zur täglichen Kompensation von 10 L Schweiß, welches auf zwei Mahlzeiten pro Tag verteilt wurde, konnten Alshut et al. [12] keine nachteiligen Effekte auf die Magenschleimhaut bei Sportpferden feststellen.

Fazit für die Praxis

Die regelmäßige tägliche adäquate Zufuhr von Elektrolyten (Na, K und Cl) ist für die Erhaltung der Gesundheit und für das Erbringen von Leistungen essentiell. In der Praxis ist die Verwendung von Salzlecksteinen vielfach üblich, in der Hoffnung, das Pferd könne die NaCl-Aufnahme bedarfsdeckend selber regulieren. Bei Pferden im Erhaltungsstoffwechsel kann über die freiwillige Aufnahme der Na- und Cl-Bedarf über einen Salzleckstein in der Regel abgedeckt werden, wohingegen bei Freizeit- und Sportpferden mit sichtbaren Schweiverlusten eine gezielte tägliche Supplementierung mit NaCl (500–600 kg KM: in Abhängigkeit der Schweiverluste 30–100 g, bei Distanzpferden z.T. höhere Salzgaben) notwendig ist. Aufgrund der geringen Schmeckhaftigkeit von NaCl sollte

das Salz in schmackhaften Futtermitteln (Apfelmus, Müsli, Rübenschnitzel, weitere) eingemischt werden. Um forcierte renale Wasser- und NaCl-Verluste über die Elektrolytgabe vermeiden zu können, sollte die notwendige Tagesmenge an NaCl auf mehrere Mahlzeiten verteilt werden. Bei der Gabe von Salz muss dabei grundsätzlich Tränkwasser zur freien Verfügung stehen.

Literatur

- 1 Hodgson DR, Rose RJ (1994) The athletic horse. Saunders Philadelphia
- 2 Coenen M (2017) Elektrolytversorgung, ein Update. Leipziger Blaue Hefte, 95
- 3 Kingston JK, Geor RJ, Mc Cutcheon LJ (1997) Rate and composition of sweat fluid losses are unaltered by hypohydration during prolonged exercise in horses. *J Appl Physiol.* 83, 1133–1143
- 4 Coenen M, Vervuert I (2020) Pferdefutterung, 6. Aufl. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag
- 5 Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2014) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 11, LG-Verlag, Frankfurt am Main
- 6 Lindinger MI (2022) Oral electrolyte and water supplementation in horses. *Vet* 9, 626; DOI 10.3390/vetsci9110626
- 7 Zeyner A, Romanowski K, Vernunft A, Harris P, Kienzle E (2013) Scoring of sweat losses in exercised horses – a pilot study. *J Anim Physiol Anim Nutr* 98, 245–250; DOI 10.1111/jpn.12073
- 8 Flaminio MJ, Rush, BR (1998) Fluid and electrolyte balance in endurance horses. *Vet Clin North Am Equine Pract* 14, 147–158; DOI 10.1016/s0749-0739(17)30217-1
- 9 Reed SM, Baily WM, Sellon DC (2018) *Equine Internal Medicine*, 4th ed, Elsevier St. Louis
- 10 Schwarzhoff L (2023) Online-Datenerhebung zur Futterungspraxis bei Pferden unter besonderer Berücksichtigung der Elektrolytversorgung. Master Thesis Göttingen
- 11 Jansson A, Dahlborn K (1999) Effects of feeding frequency and voluntary salt intake on fluid and electrolyte regulation in athletic horses. *J Appl Physiol* 86, 1610–1616; DOI 10.1152/jap-1999.86.5.1610
- 12 Alshut F, Martinson G, Venner M, Vervuert I (2023) The effects of feeding a sodium chloride pellet on the gastric mucosa, acid-base, and mineral status in exercising horses. *J Vet Internal Med* 1–10; DOI 10.1111/jvim.16851
- 13 Coenen M, Meyer H, Steinbrenner B (1995) Effects of NaCl supplementation before exercise on metabolism of water and electrolytes. *Equine Vet J* 27 (S18), 270–273; DOI 10.1111/j.2042-3306.1995.tb04935.x
- 14 Lindinger MI, Ecker GL (2013) Gastric emptying, intestinal absorption of electrolytes and exercise performance in electrolyte-supplemented horses. *Experim Physiol* 98, 193–206; DOI 10.1113/expphysiol.2012.065185
- 15 Sosa León LA, Davie AJ, Hodgson DR, Evans DL, Rose RJ (1995a) Effects of oral fluid on cardiorespiratory and metabolic responses to prolonged exercise. *Equine Vet J Suppl* 18, 274–278
- 16 Sosa León LA, Hodgson DR, Davie AJ, Evans DL, Carlson GP, Rose RJ (1996) Effects of hyperhydration on cardiorespiratory and metabolic responses to exercise in horses during a simulated 2nd day of the 3-day-event. *Pferdeheilk Equine Med* 12, 459–462; DOI 10.21836/PEM19960419
- 17 Ralston SL, Larson K (1989) The effect of oral electrolyte supplementation during a 96-kilometre endurance race for horses. *Equine Vet Sci* 9, 13–19; DOI 10.1016/S0737-0806(89)80111-X
- 18 Dusterdieck KF, Schott II HC, Eberhart SW, Woody KA, Coenen M (1999) Electrolyte and glycerol supplementation improve water intake by horses performing a simulated 60km endurance ride. *Equine Vet J Suppl* 30, 418–424; DOI 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05258.x
- 19 Schott II HC, Dusterdieck KF, Eberhardt SW, Woody KA, Refsal KR, Coenen M (1999) Effects of electrolyte and glycerol supplementation on recovery from endurance ride. *Equine Vet J Suppl* 30, 384–393; DOI 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05253.x
- 20 Sampieri F, Schott II HC, Hinchcliff KW, Geor RJ, Jose-Cunilleras E (2006) Effects of oral electrolyte supplementation on endurance horses competing in 80km rides. *Equine Vet. J Suppl* 36, 19–26; DOI 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05507.x
- 21 Schott II HC, Bohart GV, Eberhardt SW (2002) Potassium and lactate uptake by noncontracting tissue during strenuous exercise. *Equine Vet J Suppl* 34, 532–538; DOI 10.1111/j.2042-3306.2002.tb05478.x
- 22 Hess TM, Kronfeld DS, Carter RA, Treiber KH, Byrd WM, Staniar BM, Smith LT, Gay LA, Harris PA (2006) Does usefulness of potassium supplementation depend on speed? *Equine Vet. J Suppl* 36, 74–79; DOI 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05517.x
- 23 Marlin DJ, Scott CM, Mills PC, Louwes H, Vaarten J (1998) Rehydration following exercise: Effects of administration of water versus isotonic oral rehydration solution (ORS). *Vet J* 156, 41–49; DOI 10.1016/S1090-0233(98)80060-9
- 24 Monreal LN, Garzon Y, Espada R, Ruız-Gopegui R, Homedes J (1999) Electrolyte vs. glucose-electrolyte isotonic solutions for oral rehydration therapy in horses. *Equine Vet J* 30, 425–429; DOI 10.1111/j.2042-3306.1999.tb05259.x
- 25 Butudom P, Schott II HC, Davis MW, Kobe CA, Nielsen BD, Eberhardt SW (2002) Drinking salt water enhances rehydration in horses dehydrated by frusemide administration and endurance exercise. *Equine Vet J Suppl* 34, 513–518; DOI 10.1111/j.2042-3306.2002.tb05475.x
- 26 Sosa León LA, Davie AJ, Hodgson DR, Evans DL, Rose RJ (1995b) The effects of tonicity, glucose concentration and temperature of an oral rehydration solution on its absorption and elimination. *Equine Vet J Suppl* 20, 140–146; DOI 10.1111/j.2042-3306.1995.tb05020.x
- 27 Sosa León LA, Hodgson DR, Carlson GP, Rose RJ (1998) Effects of concentrated electrolytes administered via a paste on fluid, electrolyte, and acid base balance in horses. *Am J Vet Res* 59, 898–903, PMID 9659559
- 28 Waller AP, Heigenhauser GJ, Geor RJ, Spriet LL, Lindinger MI (2009) Fluid and electrolyte supplementation after prolonged moderate-intensity exercise enhances muscle glycogen resynthesis in Standardbred horses. *J Appl Physiol* 106, 91–100; DOI 10.1152/jappphysiol.90783.2008
- 29 Geor RJ (2011) Nutritional management of the equine athlete. In: *Equine exercise physiology*. Eds. Hinchcliff KW, Geor RJ, Kaneps A.J, Saunders Elsevier, 301–327
- 30 Harris PA, Schott II HC (2013) Nutritional management of elite endurance horses. In: *Equine Applied and Clinical Nutrition*. Eds. Geor RJ, Harris PA, Coenen M, Saunders Elsevier, 272–288
- 31 Holbrook TC, Simmons RC, Payton ME, MacAllister CG (2005) Effect of repeated oral administration of hypertonic electrolyte solution on equine gastric mucosa. *Equine Vet J* 37, 501–504; DOI 10.2746/042516405775314880