

Der versteckte Winterschlaf der Wildpferde

Prschewalski- oder Urwildpferde drosseln in der kalten Jahreszeit ihre Aktivität, ihre Körpertemperatur und ihren Stoffwechsel – und damit ihren Energieverbrauch. Hierdurch sind sie auf die harten Winter der Mongolei gut vorbereitet.

MIT FRDL. GEN. VON PETRA KACZENSKY

Von Regina Kuntz



Allem Anschein nach starben die letzten Wildpferde, genauer die letzte Unterart des Urwildpferds, in freier Natur vor einigen Jahrzehnten aus. Prschewalskipferde (früher Przewalski geschrieben) haben nur in einigen Zoos und Freigehegen überlebt. Seit Mitte der 1990er Jahre werden sie nun wieder in ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet in Innerasien angesiedelt. Obwohl diese Stuten und Hengste vorher nicht an die extrem harten, langen Winter der mongolischen Steppen gewöhnt waren, kommen sie mit dem dortigen Klima offensichtlich gut zurecht und haben sich sogar schon vermehrt.

Wie überstehen die Wildpferde den anhaltenden Nahrungsmangel bei Temperaturen von bis zu minus 40 Grad Celsius in ihrer neuen alten Heimat? Wie trotzen sie den heftigen, oft tagelangen Schneestürmen? Ein Wissenschaftlerteam des Forschungsinstituts für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien (FIWI) fand unter Leitung von Walter Arnold heraus, dass Prschewalskipferde dem Winter nicht etwa, wie man vermuten könnte, mit besonders hoher Stoffwechselverbrennung widerstehen. Vielmehr scheinen sie im Gegenteil eine Reihe von Energiesparmaßnahmen vorzuneh-



ALLE FOTOS DES ARTIKELS (SOFERN NICHT ANDERS ANGEGEBEN): REGINA KUNTZ

men, die ihr Verhalten genauso betreffen wie physiologische Umstellungen. Bei diesen Studien mit von der Partie war eine Pferdeherde des Wiener Tiergartens Schönbrunn, die im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel lebt, sozusagen vor den Toren Wiens, nahe der Grenze zu Ungarn.

Die Winter höherer Breiten bedeuten für Pflanzen fressende warmblütige Tiere eine besondere Herausforderung, vor allem wenn sie hauptsächlich Grünfutter äsen. Um die Energie aufzubringen, ihre Körpertemperatur aufrechtzuerhalten, müssten sie nun eigentlich viel mehr fressen als im Sommer, vor allem mehr gehaltvolle Nahrung. Doch solch hochwertiges Futter ist im Winter kaum zu finden. Viele kleinere Säugetiere überdauern die kalte Jahreszeit in einem Unterschlupf und halten dort einen monatlangen Winterschlaf: Siebenschläfer und Murmeltiere, Fledermäuse und Igel drosseln in dieser Zeit ihren Stoffwechsel und ihre Körpertemperatur bis auf wenige kurze Unterbrechungen so stark, dass sie während der harten Monate allein von ihren vorher angefressenen Energiereserven, sprich ihrem Speck, zehren können.

Was aber machen Huftiere? Bekanntlich ziehen sich Hirsche, Gämsen und andere große Pflanzenfresser den Winter über nicht in Bauten oder Höhlen zurück, sondern bleiben selbst bei Schnee und Eis im Freien aktiv.

Doch auch sie wechseln in ein besser isolierendes Fell, und sie legen sich Reserven in Form einer dicken Speckschicht zu. Aber genügt das?

Schon vor 30 Jahren entdeckten Forscher, dass Weißwedelhirsche, Elche, Rehe und Rothirsche im Winter oft wesentlich weniger Energie verbrennen als im Sommer. Mitunter kann der Energieverbrauch sogar um über die Hälfte sinken. Wie das den Tieren gelingt, war aber zunächst nicht klar.

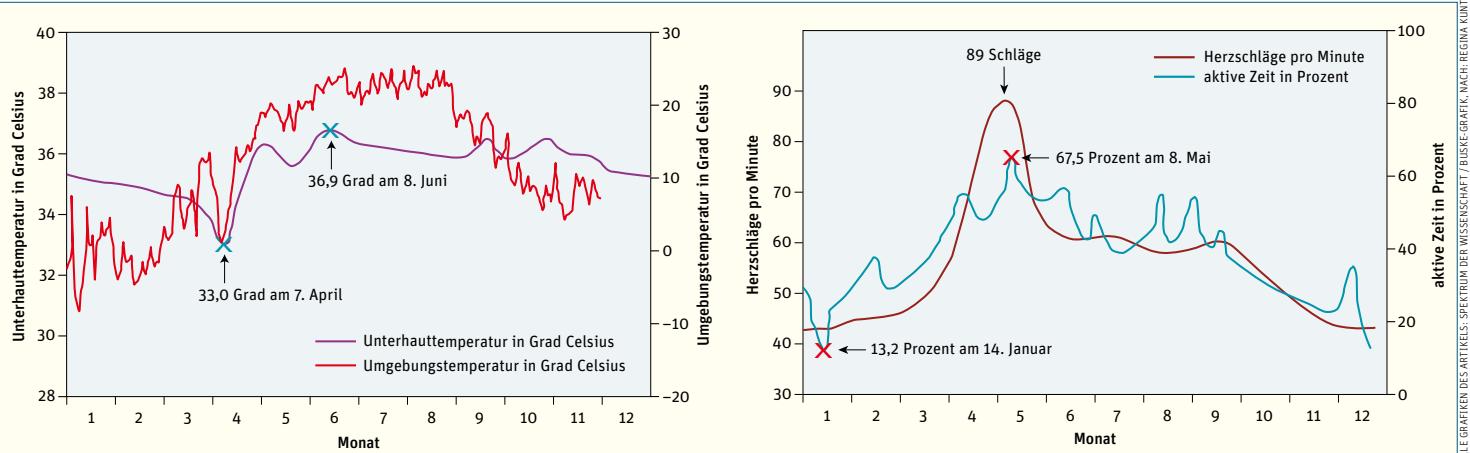
Die Lücke in der Energirechnung

Viele Wissenschaftler nahmen bisher an, die Huftiere würden die Einsparung großteils schon dadurch erreichen, dass sie möglichst wenig energiezehrendes Verhalten zeigen, zum Beispiel sich weniger bewegen und ihr Fortpflanzungsverhalten einstellen. Schlüssig erschien in dem Zusammenhang auch die Beobachtung, dass manche dieser Huftiere im Winter weniger fressen und dadurch offenbar weniger Energie für Verdauungsprozesse benötigen. Doch in den letzten Jahrzehnten stieg der Verdacht, dass die Energirechnung mit diesen Faktoren allein wohl nicht aufgeht. Was hatte die Fachwelt bisher übersehen?

Zu aller Erstaunen entdeckten Walter Arnold und seine Mitarbeiter vor einigen Jahren bei Rothirschen ein Phänomen, das bei genauerer Betrachtung durchaus an Winter-

Die Przewalskipferde, die jetzt wieder frei in der Mongolei leben, halten die harten Winter erstaunlich gut aus (linkes Bild, freundlicherweise von Petra Kaczensky zur Verfügung gestellt). Mit welchen Anpassungsmechanismen ihnen das gelingt, entdeckten Wiener Forscher an halbwild lebenden Urwildpferden am Neusiedler See (oben).

Hören Sie dazu auch unseren Podcast **Spektrum Talk** unter www.spektrum.de/talk



ALLE GRÄFEN DES ARTIKELS: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT / BUSKE-GRAFIK, NACH: REGINA KUNTZ

Das Verhalten und die erfassten physiologischen Kenngrößen der Pferde (gezeigt sind nur die Tagesmittelwerte für alle Versuchstiere) änderten sich im Jahresverlauf stark.

schlaf erinnert. Im Winter ließen die Hirsche das Äußere ihres Körpers (die Körperschale) während der kalten Nacht- und Morgenstunden auf bis zu 15 Grad Celsius abkühlen. Diese Studie belegte für Huftiere erstmals, dass Veränderungen in der Thermoregulation die drastische Reduktion des Energieverbrauchs im Winter bewirken. Der gedrosselte Zustand hält zwar nicht – wie bei Murmeltieren – über viele Tage an, kann aber mehrere Stunden dauern. Die Hirsche sind dann zwar auch weniger aktiv, doch der verringerte Energiebedarf geht eindeutig auf Einsparungen in der Wärmeproduktion zurück.

Sofort fragten sich die Wiener Forscher, ob vielleicht noch weitere große Pflanzenfresserarten winterkalter Zonen solche Anpassungen besitzen. Manches spricht dafür, dass zumindest andere Wiederkäuer – zu denen auch die Hirsche gehören – über ähnliche Energiesparmechanismen verfügen. Pferde hingegen sind keine Wiederkäuer. Sie gehören sogar zu einer völlig anderen Huftiergruppe. Wie also meistern sie die Herausforderung eines langen Winters? Schließlich waren Artgenossen des Przewalskipferds in der letzten Eiszeit und noch Jahrtausende danach in Eurasien weit verbreitet. Zwei andere Unterarten, meist Wald- und Steppentarpan genannt, verschwanden endgültig erst im 19. Jahrhundert.

Das Przewalskipferd erregte in den vergangenen zehn Jahren viel öffentliche Aufmerksamkeit. Seine erfolgreiche Wiederansiedlung in Zentralasien bewerten Zoogärtner als Paradebeispiel für ein gut durchdachtes und geplantes Arterhaltungsprogramm. Diese Geschichte mit ihrem vorläufigen Happy End hätte in einem Hollywoodfilm nicht dramatischer inszeniert werden können.

Reisende in den zentralasiatischen Steppen berichteten zwar schon vor mehreren Jahrhunderten vereinzelt von unbekannten wilden Pferden. Doch als Entdecker der letzten lebenden Unterart des echten Wildpferds gilt

der russische General und Asienforscher Nikolai Michailowitsch Prschewalski (1839–1888), der 1878 Schädel und Häute von den Tieren erhielt. Ob er die Wildpferde jemals selbst zu Gesicht bekam, ist umstritten. Kaum 100 Jahre darauf hatte der Mensch auch diese Unterart in freier Wildbahn ausgerottet: Im Jahr 1969 sahen Forscher nach jahrelanger vergeblicher Ausschau das letzte Mal ein solches Wildpferd.

Kampf um das Urwildpferd

Einst waren Prschewalskipferde, die östliche Unterart des Wildpferds, sicherlich viel weiter verbreitet als zur Zeit ihrer Entdeckung. Doch Mitte des 19. Jahrhunderts traten sie nur noch in der chinesisch-mongolischen Grenzregion, in und nahe der Wüste Gobi, auf. Ihr letztes Rückzugsgebiet im 20. Jahrhundert lag in der südwestlichen Mongolei in der Gebirgskette des Tachin-Schara-Nuru (»gelber Bergrücken der Pferde von Prschewalski«).

Als sich unter Tierhaltern und -händlern die Entdeckung von echten Wildpferden in Innerasien herumsprach, wurden bald Expeditionen in die Mongolei und nach China ausgerüstet, um diese Exoten für Zoos und reiche Liebhaber zu fangen. Auch der Hamburger Tierhändler Carl Hagenbeck (1844–1913) konnte in den Jahren 1901 und 1902 einige Prschewalskipferde an mehrere zoologische Einrichtungen in Europa und den USA verkaufen. (Seinen eigenen Zoo in Hamburg gründete Hagenbeck erst 1907.) Vor allem Nachfahren dieser wenigen Tiere bildeten 50 Jahre später den Grundstock für internationale Zuchtprogramme zur Erhaltung dieses Wildpferds.

Ob es wenigstens unter menschlicher Obhut vor dem Aussterben bewahrt werden könnte, blieb lange unsicher. Die Zucht gestaltete sich in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts äußerst frustrierend. Nur sehr wenige Fohlen kamen zur Welt, und die Tiergärtner gewannen erst langsam Erfahrung darin,

In Kürze

- Für den Erhalt ihrer Körpertemperatur bringen Prschewalskipferde im Winter zunehmend weniger Energie auf. Außerdem lassen sie sich besonders im zeitigen Frühjahr in den Morgenstunden stark auskühlen.
- Dazu verfügen die Pferde sowohl über langfristig gesteuerte innere Rhythmen wie über zusätzliche **flexible Anpassungsmechanismen**.
- Die Auskühlungsphasen erinnern an Vorgänge beim Winterschlaf mancher kleineren Säugern. Zuerst hatten Forscher das Phänomen bei Rothirschen nachgewiesen. **Der echte Winterschlaf** könnte lediglich das Extrem einer verbreiteten Anpassung erscheinen vieler warmblütiger Tiere sein.

ihren Pfleglingen artgerechte Haltungs- und Aufzuchtbedingungen zu bieten. Der Zweite Weltkrieg forderte ebenfalls seinen Tribut. Nur 31 Prschewalskipferde überlebten ihn.

Nach diesem Krieg begannen die zoologischen Gärten schließlich, ihre Zuchtbemühungen zu koordinieren, das heißt Tiere gezielt auszutauschen, um der Inzucht so weit wie möglich entgegenzuwirken. Dies geschah durch das Europäische Erhaltungszuchtprogramm EEP, den von amerikanischen Zoos organisierten *Species Survival Plan* SSP sowie das *Australasien Species Management Programm* ASMP in Australien.

Alle heutigen Prschewalskipferde stammen von nur elf Tieren ab. Bis zum Jahr 2007 hatten sie sich dennoch weltweit auf fast 1800 Individuen vermehrt. Somit dürfte diese Unterart des Urwildenpferds gerettet sein – quasi im letzten Augenblick.

Das vorerst letzte Kapitel der Erfolgsstory begann in den 1990er Jahren. Nach bis zu 14 Generationen unter menschlicher Obhut wurden die ersten Wildpferde wieder in der Mongolei ausgewildert: zum einen in der dsungarischen Gobi, dem Ursprungsland dieser Pferde, zum anderen in der Zentralmongolei bei Hustai (Khustain) Nuruu. Ein oder zwei Jahre dürfen sich frisch eingeflogene Takhis, wie die Mongolen sie nennen, in einem weit-



läufigen umzäumten Gelände an die neue Umgebung gewöhnen, danach werden sie freigelassen. Bisher wurden 180 Pferde ausgewildert. In der kurzen Zeit haben sich diese Gruppen auf 220 Individuen vermehrt. Die Auswilderungsprojekte laufen weiter.

Anlass für unsere Studie war jedoch weniger jene wechselvolle Geschichte. Vielmehr beeindruckte uns, wie angedeutet, die unglaubliche Winterhärte des Urwildenpferds, die vor allem Skeptiker des Auswilderungsprogramms überraschte. Selbst Individuen, die bisher nur die vergleichsweise moderaten Verhältnisse in Europa gewohnt gewesen waren, überstanden die

Im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel leben Urwildenpferde in einem weiten Gehege mit mehreren Vegetationsarten, das ihnen jederzeit überreichlich Futter bietet. Hier der Bereich »Steppe«

DAS FALSCHE BILD VOM WINTERSCHLAF

Als typische Winterschläfer gelten unter anderem Murmeltiere, Igel und Feldhamster. Sie fallen während der kalten Monate in einen Zustand, in dem sie stark abkühlen (auf etwa fünf bis zehn Grad Celsius), ihren Stoffwechsel sehr drosseln und ersticken. Ihren geringen Energiebedarf decken sie durch körpereigene Fettreserven. Manche Arten verzehren in Wachphasen zwischen- durch zudem angelegte Vorräte.

Die Nichtwinterschläfer, so steht noch in den Schulbüchern, würden dem Frost und Futtermangel mit einem dicken Fell und Speckschichten trotzen, von denen sie auch zehren. Sie würden stets so gut von innen heizen, dass ihre Körpertemperatur ähnlich hoch bleibt wie im Sommer.

Wie es aussieht, müssen die Lehrbücher umgeschrieben werden. Nach Auffassung des Wildtierkundlers Walter Arnold von der Veterinärmedizinischen Universität Wien handelt es sich beim echten Winterschlaf nur um die Extremform weit verbreiteter physiologischer Anpassungen an jahreszeitlich bedingte harsche Umweltverhältnisse. Dass auch Rothirsche ihre Körpertemperatur im Winter phasenweise um etliche Grad drosseln und dadurch viel Energie einsparen, wiesen Arnold und sein Team schon vor mehreren Jahren nach. Nun zeigt sich: Prschewalskipferde machen das ebenfalls.

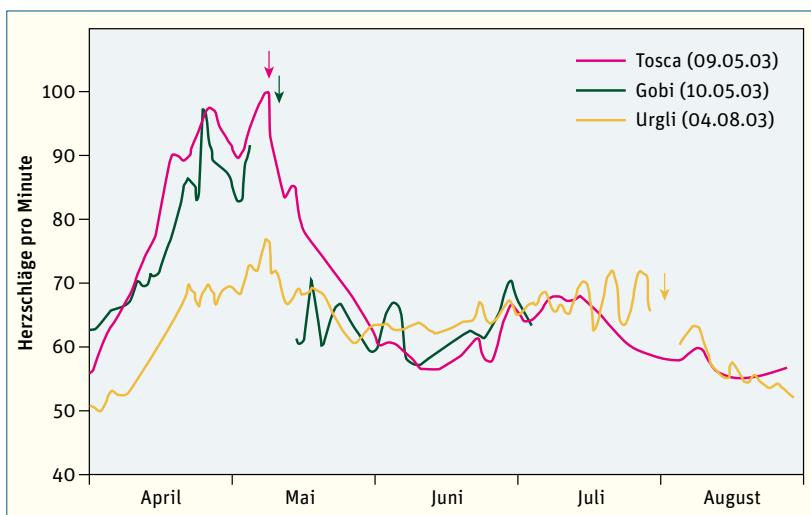
Die beiden Arten gehören zu unterschiedlichen Gruppen von Großsäugern. Handelt es sich bei dem Phänomen etwa um eine grundsätzliche Eigenschaft von Säugetieren? Bei den Huftieren



Ein mit Halsband und Sender ausgestattetes Pferd der Studie

dauern die Auskühlungsphasen jeweils nur wenige Stunden. Deswegen fällt die Körpertemperatur weniger stark ab als bei echten Winterschläfern. Immerhin betrug der niedrigste gemessene Unterhautwert für die Hirsche 15 Grad, für die Pferde 24,4 Grad Celsius. Derzeit untersuchen Forscher des Wiener Instituts das Phänomen beim Alpensteinbock, der insbesondere im Winter ein extremes Dasein fristet und mit Energie streng haushalten muss.

Doch ähnliche physiologische Reaktionen sind offenbar auch im Sommer möglich, wie eine Studie an in Wüsten lebenden Kropfgazellen belegt. Sie haben in heißen Nächten eine niedrigere Körpertemperatur als in Winternächten, wodurch sie weniger Wasser verlieren.



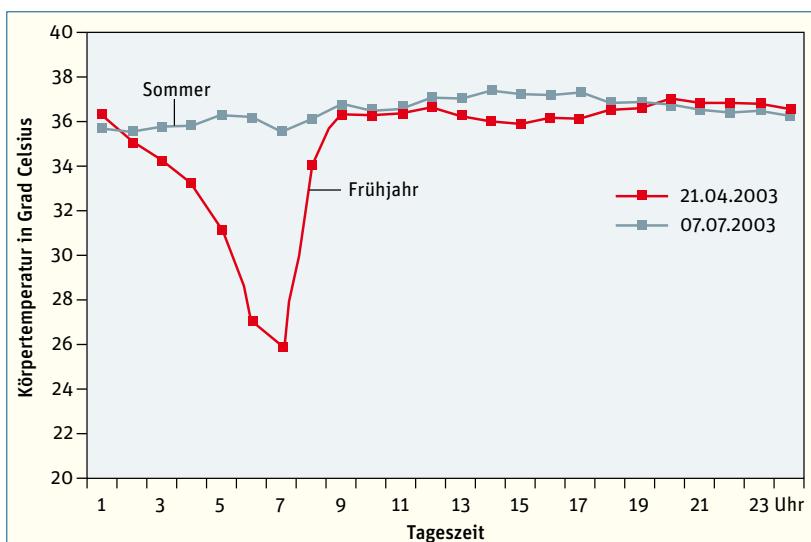
Im Frühjahr stieg die Herzschlagrate dreier Stuten stark an – auch die der Stute Urgli, die ihr Fohlen erst im August bekam. (Die Pfeile zeigen jeweils das Datum des Abfohlens.)

extremen mongolischen Winter von Anfang an offenbar nahezu problemlos. Sogar mit dem äußerst spartanischen Futterangebot in der kalten Jahreszeit schienen sich die Takhis gleich zu arrangieren. Wir wollten herausfinden, welche Anpassungsmechanismen ihnen dabei helfen.

Die kleine Herde am Neusiedler See bot für solche Studien recht ideale Voraussetzungen. In einem etwa 300 Hektar (drei Quadratkilometer) großen Gehege leben dort meist um die neun Tiere schon seit Jahren halbwild – ein erwachsener Hengst, einige Stuten, jeweils auch ein paar Fohlen. Das Gelände grenzt an das Seeufer, und die Pferde erhalten auch im Winter kein zusätzliches Futter. Dennoch sind sie zahm genug, um sich an Menschen nicht weiter zu stören und sie nahe an sich heranzulassen. Unsere Studien erfolgten vom Mai 2002 bis Anfang 2004. Von insgesamt sieben Tieren dieser Herde gewannen wir möglichst fortlaufend verschiedene Arten von Daten.

Beispielsweise registrierten wir, wie viel die Pferde im Tages- wie Jahresverlauf überhaupt

So unterschiedlich sieht eine typische Temperaturkurve – hier von der Stute Urgli – an einem Frühjahrs- beziehungsweise Sommertag aus.



aktiv waren. Dazu trugen sie ein Halsband mit einem Erschütterungssensor, der Tag und Nacht ansprach, wenn sich das Tier bewegte. Ein Mikrocontroller zählte fortlaufend jeweils zwei Minuten lang alle aktiven Sekunden des Tiers. Der daraus ermittelte Prozentwert wurde dann telemetrisch zusammen mit weiteren Informationen zu einer Empfangsstation am Gehegerand gesendet.

Tatsächlich fanden wir im Aktivitätsverhalten ausgeprägte jahreszeitliche Unterschiede. Im Winter ließen es die Wildpferde ausgesprochen ruhig angehen. Sie bewegten sich in der Wintertime – in den kältesten Monaten – durchschnittlich nur halb so viel wie im Sommer, gerade einmal 23 Prozent des Tages. Offensichtlich sparten sie grundsätzlich an Bewegung und der dafür erforderlichen Energie. Handelte es sich bei den eingesparten sechs Stunden womöglich um Zeit, welche die Pferde im Sommer mit Fressen zubringen? Schon die Nahrungsaufnahme allein verbraucht schließlich Energie, desgleichen der Verdauungsprozess.

Ein erheblicher Teil unserer Studien galt deswegen dem Fressverhalten sowie der Nahrungsverwertung. Vor allem wollten wir wissen, welche Nahrungsmengen die Pferde in den einzelnen Jahreszeiten zu sich nahmen, wie sie ihren Speiseplan über das Jahr hinweg zusammenstellten, und ob sie das jeweils verfügbare Futter im Winter besser oder schlechter verdauten als zu anderen Zeiten. Antworten darauf gaben Kot- und Pflanzenuntersuchungen. Erstmals bei Pferden wendeten wir hierfür die so genannte n-Alkanmethode an, ein relativ neues Verfahren der Ernährungsforschung. Pflanzenzellen tragen in den Schichten um ihre Zellwände unverdauliche Wachse, so genannte Alkane. Die n-Alkane sind gesättigte Kohlenwasserstoffe – Moleküle, die also nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Die Länge der Kohlenstoffkette kann variieren.

Pflanzen enthalten überwiegend ungeradzahlige n-Alkane – was für solche Studien praktisch ist. Typischerweise handelt es sich um Moleküle mit zwischen 25 und 35 Kohlenstoffatomen. Die Ernährungsforschung macht sich zu Nutze, dass jede Pflanzenart eine charakteristische Kombination davon aufweist – quasi ihr Fingerabdruck. Der Forscher kann durch Analyse der Alkane im Kot herausfinden, welche Pflanzen das Tier zu welchen Anteilen gefressen hat.

Doch uns interessierte auch, wie viel die Pferde in den verschiedenen Jahreszeiten vertilgten, und wie gut sowie in welcher Zeit sie das Futter jeweils aufschlüsselten. Darum versüßerten wir einigen Stuten an bestimmten Tagen in einem festgelegten Zeitraum mehr-

mals einzelne kleine Brotstückchen, die wir mit einem geradzahligen Alkan versetzt hatten, das in Pflanzen nicht vorkommt. Dieses Alkan diente uns als Marker. Wir verfütterten es übers Jahr verteilt an sechs Tagen. 18 bis 24 Stunden später sammelten wir Kotproben ein. Darin fanden wir den größten Teil des verabreichten geradzahligen Alkans wieder. Hierdurch konnten wir mehreres ermitteln.

Erstens erlaubte die Verdünnung des Markers im Kot, genau genommen der über mehrere Proben im Verhältnis zur verabreichten Dosis etwa gleich bleibende Wert, Rückschlüsse auf die gesamte Kotmenge des Untersuchungstags. Auch konnten wir feststellen, wie lange der Marker benötigte hatte, den Verdauungstrakt zu passieren, also wie schnell oder langsam die Nahrung verdaut wurde.

Zweitens beobachteten und protokollierten wir rund um die Versuchstage, was diese Pferde an den entscheidenden Tagen vorwiegend fraßen. Jene Pflanzen sammelten wir und bestimmten die arttypischen Alkanmuster. Das Muster in den Kotproben zeigte uns anschließend, welche Pflanzen bei den Pferden gerade hoch im Kurs standen. Außerdem ermittelten wir die Verdaulichkeit des Futters, indem wir von einem Gemisch der am häufigsten gefressenen Pflanzen die Konzentration bestimmter Alkane maßen und mit der Konzentration im Kot verglichen. Aus der Kotmenge und der Verdaulichkeit der Nahrung errechneten wir schließlich die Pflanzenmenge, die das Pferd in diesen 24 Stunden geweidet hatte.

Motto: fett in den Winter

Schon äußerlich war deutlich zu sehen, dass sich die Pferde den Sommer und Herbst über dicke Bäuche und Fettrollen zulegten – nach dem Motto: möglichst fett in den Winter. Die Pferde mästeten sich während der Vegetationsperiode mit reichlich vorhandenen proteinreichen, leicht verdaulichen Gräsern der Salzsteppe und besonders gern mit dem frischen Schilf des Uferbereichs. Wie viele andere Säugetiere zehrten sie in der kargen Zeit von ihrer Speckschicht, die folglich am Winterende wieder verschwunden war. Mit einer tragbaren Waage konnten wir unsere Versuchstiere ein paarmal wiegen. Manche von ihnen verloren über den Winter 60 Kilogramm.

Ihr Verhalten in der kalten Jahreszeit verblüffte uns. Pferde sind keine Wiederkäuer, sondern schlüsseln die Pflanzenzellen in ihrem Blind- und Dickdarm auf – Abschnitte, die große Mengen solcher Nahrung aufzunehmen vermögen. Deswegen könnten diese Tiere ein für die Winterzeit typisches minderwertiges Futterangebot im Prinzip dadurch ausgleichen, dass sie nun umso reichlicher die schwer



verdauliche, faserreiche Nahrung zu sich nehmen. Diese müsste außerdem besonders lange im Darm verweilen, damit die dort ansässigen Kleinstlebewesen (Zellulosebakterien) genügend Zeit haben, die harten Teile der Pflanzenzellen gründlich zu zersetzen.

Tatsächlich fanden wir, dass das Futter im Winter länger im Darm blieb. Offensichtlich arbeitete der Verdauungstrakt träger als im Sommer. Allerdings fraßen die Pferde jetzt keineswegs besonders viel. Im Gegenteil, rein an Masse (Trockenmasse) vertilgten sie nun sogar deutlich weniger. Während sie in den anderen Monaten durchschnittlich an Trockenmasse fast elf Kilogramm pro Tag aufnahmen, kamen sie im Winter nur auf rund sieben. Den größten Appetit entwickelten die Pferde im Spätherbst, kurz vor Wintereintritt. Wir errechneten jetzt Spitzenwerte von bis zu 15 Kilogramm gefressene Trockenmasse.

Dabei hätte das weitläufige Gelände am Neusiedler See auch im Winter mehr als genug Nahrung geboten. Selbst bei Schnee waren die Grashorste meist schnell frei geweht. Unser Befund weckte den Verdacht, dass Wildpferde womöglich in kalten Zeiten einiges an Energie schon dadurch einsparen, dass sie nun schlicht nicht so viel fressen wie in guten Monaten. Gleichzeitig optimieren sie den Aufschluss der Nahrung durch eine langsame Darmpassage. Wir stellten fest, dass unsere Studientiere im Winter gerade Pflanzenfasern relativ gut verwerteten. Interessanterweise galt Gleichtes nicht für den Proteinanteil. Offensichtlich vermochten die Pferde im Winter dem Futter nur bedingt Protein zu entnehmen. Wir vermuten, dass wilde Pflanzenfresser in diesen Monaten weit gehend auf die Eiweißverdauung verzichten, weil es sich für sie bei den geringen Proteinmengen in der Winternahrung nicht lohnt, die zu deren Transport erforderlich Strukturen in den

Am meisten fressen die Pferde in der Vegetationsperiode. Die Stute Gobi (unten) ist im Frühjahr abgemagert, im Herbst bestens genährt – und nicht etwa trächtig.





Sobald die ersten Schilfhalme sprießen, zieht es die Pferde in den breiten Schilfgürtel des Geheges am Neusiedler See.

Darmzellen zu unterhalten. Dagegen sparten die Pferde im Sommer offenbar großenteils den Aufwand ein, Rohfaser aufzuschlüsseln. Sie nutzten jetzt bevorzugt das reichlich vorhandene und rasch verdaubare Rohweiß. Und weil die Nahrung nun schneller durch den Darm wanderte, vermochten sie insgesamt mehr Futter aufzunehmen.

Das gesamte Ausmaß des winterlichen Ernährungsverhaltens unserer Studienpferde verstanden wir jedoch erst durch die Ergebnisse einer parallel laufenden Untersuchung. Wir maßen kontinuierlich Herzschlagrate und Körpertemperatur, genau genommen die Temperatur der Unterhaut. Wir erfassten beides mit Hilfe nur streichholzschachtelgroßer Telemetriesender, die im Brustbereich unter die Haut implantiert waren (siehe Bild, Kasten S. 49). Ehe die Daten die Empfangsstation erreichten, wurden sie zum Halsband des Tiers gesendet und dort verstärkt. So konnten wir das ganze Jahr über quasi ins Innere der Tiere blicken.

Die Herzschlagrate beziehungsweise Herzfrequenz werten Stoffwechselphysiologen als ein recht brauchbares Indiz für die Stoffwechselaktivität und damit den Energieverbrauch. Die Frequenz des Herzschlags änderte sich im Verlauf der Jahreszeiten extrem. Mit Abstand am langsamsten schlägt das Herz eines Prschewalskipferds im Winter. Im Dezember und Januar verzeichneten wir nur durchschnittlich 44 Schläge pro Minute. Im Sommer pendelte sich der Tagesdurchschnitt auf 60 bis 70 Schläge pro Minute ein. Doch die höchste Herzaktivität registrierten wir mit durchschnittlich 89 Schlägen pro Minute im späten Frühjahr, Anfang Mai. Es sah geradezu aus, als würden die Pferde mit dem Beginn der Vegetationsperiode nun alle Wintermüdigkeit abschütteln und ihren Stoffwechsel rasch wie-

der auf Hochtouren bringen – fast wie ein explosionsartiges Frühlingserwachen.

Umständshalber hatten wir die Frühjahrsmessungen nur bei Stuten durchführen können. Da viele Fohlen im späten Frühjahr oder Frühsommer zur Welt kommen, könnte man erwarten, dass die Stuten so kurz vor der Geburt wie auch wegen der Milchproduktion in den ersten Monaten danach einen besonders hohen Energieumsatz haben und sich dies in unseren Daten niederschlägt. Zwar fanden wir bei zwei Stuten, die Anfang Mai fohlen, relativ den höchsten Anstieg der Herzfrequenz. Aber den eindrucksvollen Peak der Herzaktivität zeigte auch ein Tier, das erst im August sein Fohlen bekam (Grafik S. 50 oben).

Besonders gespannt waren wir auf die Körpertemperaturdaten. Die über den Tag gemittelte Unterhauttemperatur sank von November an immer mehr. Allerdings beobachteten wir die tiefsten Werte keineswegs in der Wintermitte und damit in der kältesten Zeit, sondern zu Beginn des Frühjahrs, als die Außentemperaturen längst anstiegen. Im Sommer maßen wir eine mittlere Unterhauttemperatur von gut 36 Grad Celsius. Anfang April, sozusagen am Tiefpunkt, betrug sie dagegen nur mehr 33 Grad (Grafik S. 48, links).

Interessanterweise blieb der Wert im Tagesverlauf nicht etwa ungefähr gleich, sondern folgte mehr oder weniger einem Tagesrhythmus. Hauptsächlich in den frühen Morgenstunden kühlte die Körperschale oft über Stunden hinweg stark ab. Gleichzeitig verringerte sich die Pulsrate – ein Indiz, dass die Tiere im unterkühlten Zustand weniger Energie verbrauchten. Diese Auskühlungsphasen konnten wir das ganze Jahr über feststellen, besonders ausgeprägt traten sie jedoch im Spätwinter auf. Als niedrigsten Wert am frühen Morgen registrierten wir bei einer Stute 24,4 Grad. Die längste Phase mit einer Temperatur unter 32 Grad betrug mehr als neunhalb Stunden.

Flexible Sparprogramme

Allmählich zeichnet sich für uns von der Überlebensstrategie des Prschewalskipferds ein Gesamtbild ab. Urwildpferde verbrauchen im Winter weniger Energie, indem sie ihre Aktivität stark herabsetzen und nicht so viel Körperwärme produzieren. Ihr Stoffwechsel wird dadurch um 50 Prozent heruntergefahren. Ähnlich wie Rothirsche zeigen auch diese Tiere ausgeprägte Auskühlungsphasen. Charakteristisch dafür ist, dass die Unterhauttemperatur, die Pulsrate und die Aktivität zurückgehen. Das erinnert an eine milde Form von Winterschlaf. Bei beiden Arten sind die Auskühlungsphasen im Spätwinter am ausge-

HAUSPFERDE

- In der Nacheiszeit war das Wildpferd (*Equus ferus*) von Mitteleuropa bis Zentralasien verbreitet. Nach molekulargenetischen Studien wurden Pferde in mehreren Regionen Eurasiens aus verschiedenen lokalen Unterarten domestiziert.
- Die Forscher haben Indizien dafür, dass ein versteckter Winterschlaf auch bei Haustieren auftreten kann, insbesondere bei relativ ursprünglichen Rassen.

prägtesten – ein zusätzlicher Beweis, dass die geringen Unterhauttemperaturen nicht einfach eine Folge der Kälte sind, sondern ein aktives Absenken der Körpertemperatur widerspiegeln. Winterschlafähnliche Reaktionen hatten Physiologen bei diesen Säugergruppen bisher nicht erwartet. Nun konnten wir sie für eine weitere Gruppe von großen Pflanzenfressern nachweisen.

Walter Arnold vermutet, dass Säugetiere grundsätzlich dazu fähig sind, auf solche Weise Energie einzusparen, wenngleich in unterschiedlichen Graden. Der Winterschlaf von Murmeltieren und anderen kleinen Säugern bildet seines Erachtens nur ein Extrem. Die so genannten echten Winterschläfer überdauern die kalte Jahreszeit mit einer fast durchgehend sehr niedrigen Körpertemperatur von etwa fünf bis zehn Grad Celsius, einem drastisch heruntergefahrenen Stoffwechsel und erstarrender Muskulatur. Dennoch verhalten sich selbst diese Arten recht unterschiedlich. So sind ihre Schlafphasen verschieden lang. Auch fressen Hamster, wenn sie wach sind, ihre Vorräte, während Murmeltiere den ganzen Winter über fasten.

Bei Rothirschen und Prschewalskipferden sind die Auskühlungsphasen weniger ausgeprägt und daher von außen nicht wahrnehmbar. Wir sprechen deswegen auch von einem heimlichen oder verborgenen Winterschlaf. Wie unsere Studien zeigten, halten die Pferde solche Winterschlafstunden allerdings nicht nur im Winter. Wieso aber erscheint das Phänomen bei beiden Arten gerade zu Beginn des Frühjahrs am ausgeprägtesten? Wir nehmen an, dass der innere Mechanismus insbesondere dann anspringt, wenn der Körper herausgefordert wird. Offensichtlich sind die letzten Winter- und ersten Frühjahrstage für ein abgemagertes Pferd besonders kritisch. Um sie zu überstehen, muss es noch sparsamer mit seinen Kräften haushalten als vorher.

Demnach handelt es sich beim heimlichen Winterschlaf um ein flexibles Energiesparprogramm, das Wildtiere in kritischen Phasen einsetzen, um allzu große, lebensbedrohliche Energieverluste zu verhindern. Je nach Körperfzustand scheinen die Tiere das Ausmaß des Energiesparens zudem variieren zu können. Wie Forscher nun zunehmend erkennen, reagieren viele Arten in solcher Weise durchaus nicht nur auf Kälte oder winterbedingten Futtermangel, sondern oft auch auf völlig andere Lebensbedingungen – etwa wenn es im heißen Klima wenig Futter oder Wasser gibt (siehe Kasten S. 49).

Wir wissen nun auch, weshalb die Pferde unserer Studie im Winter weniger fressen: Sie können sich das leisten – zum einen, weil sie



sich vorher monatelang ihr eigenes Energie-depot angelegt haben, zum anderen, weil sie jetzt relativ wenig Energie verbrauchen.

Wie mag es den Wildpferden gelingen, sich rechtzeitig auf die Jahreszeiten einzustellen? Unseres Erachtens folgen sie dabei einem inneren – endogenen – Rhythmus, der sich an der Tageslänge orientiert. Sie schalten sozusagen auf ein Winter- beziehungsweise Sommerprogramm um. Das Sommerprogramm schreibt ihnen vor, viel zu fressen, schnell zu verdauen und Fettdepots anzulegen. Das Winterprogramm verordnet viel Ruhe und Energiesparen. Der Stoffwechsel läuft dann auf Sparflamme, auch die Verdauung dauert nun länger. Faktoren wie die Nahrungsqualität können solches Verhalten dennoch beeinflussen. So erhöht proteinreiches Futter den Appetit.

Von den echten Winterschläfern wissen Forscher seit Langem, dass sie ihre Verdauungsorgane dem Bedarf der Jahreszeit anpassen. Auch die Prschewalskipferde müssen sich vermutlich entsprechend auf den Sommer oder Winter einstellen. Das erfordert komplexe hormonell gesteuerte Umbaumaßnahmen. Besonders drastische innere Veränderungen dürften sich bei den Pferden Mitte Mai abspielen, wenn der Stoffwechsel zum Frühjahrsspeak auf Hochtouren läuft. Wahrscheinlich müssen sie am Beginn der Vegetationsperiode die im Winter vernachlässigten Organe regenerieren, vor allem den Darm. Das erfordert eine Menge Extraenergie.

Prschewalskipferde bestehen die extremen Jahreszeiten, vor allem die kalten Winter, in ihrer wiedergewonnenen asiatischen Heimat mit einer Palette an Energiesparmechanismen. Es bleibt zu hoffen, dass sich ihr wechselvolles Schicksal weiterhin so erfolgreich entwickelt wie in den letzten Jahren. ◀

Einige Wochen später hat sich der Schilfgürtel geradezu in ein Schlaraffenland verwandelt.



Regina Kuntz untersuchte an der Veterinärmedizinischen Universität Wien mit einem Forscherteam den Energiehaushalt von Wildpferden und promovierte dort über das Thema. Heute arbeitet sie unter anderem an der Universität Freiburg und als Gymnasiallehrerin.

Arnold, W. et al.: Nocturnal Hypometabolism as an Overwintering Strategy of Red Deer (*Cervus elaphus*). In: American Journal of Physiology 286, R174 – R181, 2004.

Kuntz, R. et al. / Arnold, W. et al.: Seasonal Adjustment of Energy Budget in a Large Wild Mammal, the Przewalski Horse (*Equus ferus przewalskii*). I. Energy Intake. / II. Energy expenditure. Beides in: The Journal of Experimental Biology 209, S. 4557 – 4565 bzw. S. 4566 – 4573, 2006.

Weblinks zu diesem Thema finden Sie unter www.spektrum.de/artikel/960475.