

Hunde im Hochgebirge: Wie bleiben sie gesund?

Wie reagieren Hunde auf chronischen Sauerstoffmangel? Dieser Frage ist Tony Glaus von der Abteilung für Kardiologie der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich nachgegangen und hat dank finanzieller Unterstützung der Albert-Heim-Stiftung die vorliegende Studie verfasst. Hauptakteure waren die 19 Grönlandhunde auf dem Eigergletscher in Grindelwald.

Wieso atmen Hunde, wieso atmen wir Menschen? Klar: Weil wir Sauerstoff aufnehmen und Kohlendioxid abgeben müssen. Sauerstoff ist sozusagen das «Benzin» für fast alle Stoffwechselvorgänge im Körper, und das Kohlendioxid ist der Abfall, der dabei entsteht. Sauerstoff wird in den roten Blutkörperchen im Blut zu den Zellen des Körpers transportiert, das Herz pumpt das Blut im Körper herum. Bei vermehrter Belastung nimmt der Sauerstoffbedarf zu. Bei anhaltendem Sauerstoffmangel (Hypoxie) erwarten wir eine verstärkte Bildung von roten Blutzellen, damit die Organe trotzdem genügend Sauerstoff erhalten. Gleichzeitig versucht der Körper, durch Anheben des Blutdruckes in der Lunge die Aufnahme von Sauerstoff zu verbessern.

Dieser Druckanstieg in der Lunge wird als Lungenhochdruck bezeichnet. Bleibt dieser Hochdruck längere Zeit bestehen, kommt es zu einer erhöhten Arbeitsbelastung für das rechte Herz. Um gegen den erhöhten Druck weiterhin normal arbeiten zu können, nimmt die Muskelmasse des

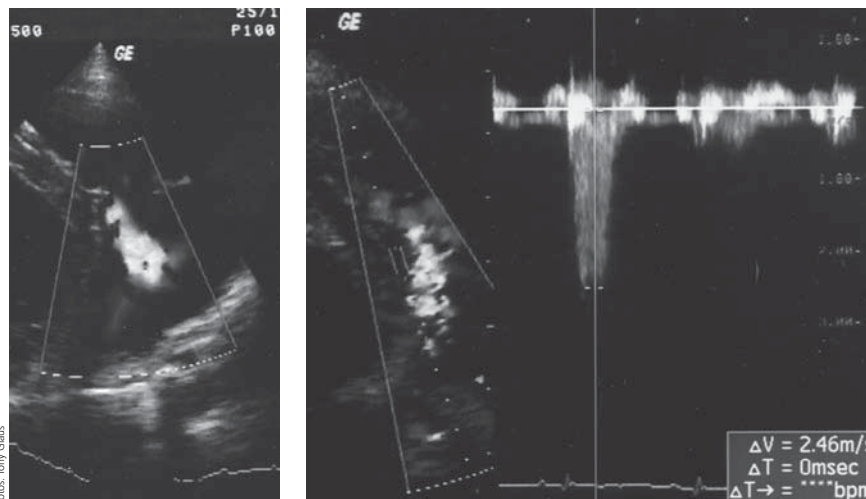
rechten Herzens zu. Chronische Überbelastung kann zu einer Schädigung des Herzens und im schlimmsten Fall zu einem Herzversagen führen.

Gründe für Sauerstoffmangel

Verschiedene krankhafte Zustände können beim Hund die Sauerstoffaufnahme behindern und zu Sauerstoffmangel führen. Die Folge ist eine verminderte Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit des Körpers. Im Extremfall beobachten wir sogar eine deutlich erkennbare Atemnot und eine Blauverfärbung der Schleimhäute (Zyanose). Beispiele für krankhafte Zustände mit gestörter Sauerstoffversorgung sind chronische Erkrankungen der Atemwege und einige angeborene Herzfehler. Gewisse Krankheiten kommen bei bestimmten Rassen gehäuft vor, was an erbliche Faktoren denken lässt. So leiden kleine Rassen oft an Einengungen der oberen Atemwege (sogenanntes «brachyzepales Syndrom») oder der unteren Atemwege (beispielsweise chronische Bronchitis, Lungenfibrose). Die Krankheit der Atemwege führt langfristig zu einer Schädigung des



Eine wohlverdiente Pause für Hunde und Forscher während der Untersuchungen im Schnee und Eis auf dem Jungfrauoch.



Doppler-Ultraschalluntersuchung: Mit Hilfe von Farbdoppler (links) kann der Blutfluss durch eine undichte Herzklappe dargestellt und mit Hilfe von Spektraldoppler (rechts) der Lungenarteriendruck berechnet werden.



Fotos: Tony Glaus

Geduldig lässt sich ein Grönlandhund den Blutdruck messen (links). Die Ultraschallmaschine wird auf den Eigergletscher geflogen (rechts).

Herzens. Ein krankes Organ (hier die Lunge) kann also ein gesundes Organ (hier das Herz) schädigen. Ein Problem bei der Untersuchung von Auswirkungen krankhafter Zustände eines Organsystems auf andere Organe besteht darin, dass gleichzeitig verschiedene Mechanismen vorliegen. Dies erschwert es, die Bedeutung einzelner Mechanismen zu beurteilen.

Neben Sauerstoffmangel im Zusammenhang mit einer Erkrankung gibt es auch natürliche Ursachen für einen Sauerstoffmangel, beispielsweise das Leben in grosser Höhe, wo die Luft normalerweise «dünn», also sauerstoffarm ist. Als gefürchtete Komplikation kann sich beim Mensch ein sogenanntes Höhenödem entwickeln, das im schlimmsten Fall sogar zum Tod führt. Nicht alle Tierarten reagieren jedoch gleichermassen auf den Sauerstoffmangel in den Bergen, und die Verhältnisse beim Hund, insbesondere die Auswirkungen auf den kleinen Kreislauf, sind bisher kaum erforscht worden. Unsere Idee war es, an Hunden, die natürlicherweise dauernd in grosser Höhe leben, die Auswirkung auf Herz und Kreislauf zu prüfen, mit dem Ziel, daraus die Reaktion des Hundes auf chronischen Sauerstoffmangel besser zu verstehen.

Arbeitseinsätze in 3500 Meter Höhe

Beim Eigergletscher in Grindelwald lebt eine Kolonie Grönlandhunde dauernd auf 2300 Meter Höhe und im Sommer leisten die Hunde Arbeitseinsätze auf dem Jungfraujoch auf 3500 Meter Höhe, wo sie

zum Schlittenfahren eingespannt werden. Diese gesunden Hunde wollten wir in ihrer natürlichen Umgebung mittels Herzultraschall untersuchen. Ein Vorteil dieser Höhenuntersuchung liegt darin, dass ein einzelner Mechanismus des Lungenhochdrucks (eben der Sauerstoffmangel) gesondert betrachtet werden kann.

Untersuchung ohne Narkose

Warum aber wählten wir die Herzultraschall-Untersuchung? Grundsätzlich kann der Druck im rechten Herzen auch durch Einbringen eines Katheters in ein Blutgefäss und Verschieben ins Herz gemessen werden, was beim Hund aber eine Narkose erfordert und invasiv ist. Als Alternative bot sich uns die Doppler-Ultraschalluntersuchung an (Abbildungen vorherige Seite), eine sehr einfache, unblutige und schmerzlose Möglichkeit, den Druck in den Lungenarterien zu bestimmen. Mittels Ultraschall kann auch die Herzgrösse und Funktion und damit mögliche Auswirkungen von Lungenhochdruck aufs Herz beurteilt werden.

Damit konnten diese gesunden Hunde in ihrem gewohnten Umfeld auf völlig harmlose Weise untersucht werden. Dabei haben wir uns folgende Fragen gestellt: Wie reagieren Herz und Kreislauf bei gesunden Hunden auf chronischen Sauerstoffmangel? Entwickeln Hunde bei dauerndem Aufenthalt in grosser Höhe einen Lungenhochdruck?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden die 19 Hunde ein erstes Mal im Frühling

beim Eigergletscher untersucht, nachdem sie im Winter während sieben Monaten hier gelebt hatten. Darauf wurden sie im Herbst ein zweites Mal auf 3500 Meter Höhe auf dem Jungfraujoch untersucht, nachdem sie während der fünf Sommermonate regelmässig auf dieser Höhe Schlitten gezogen hatten. Um zu belegen, dass gefundene Veränderungen tatsächlich durch den Sauerstoffmangel in der Höhe verursacht waren, führten wir zur Kontrolle dieselben Untersuchungen an zehn Grönlandhunden durch, die im Mittelland das ganze Jahr über auf einer Höhe zwischen 700 und 900 Metern leben.

Transport mit Helikopter

Zur Abschätzung des Schweregrades der Auswirkungen des Sauerstoffmangels wurde der Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes sowie der Anteil der roten Blutzellen im Blut bestimmt. Einflüsse des Sauerstoffmangels auf Herz und Kreislauf wurden mittels EKG, Blutdruckmessung und Herzultraschalluntersuchung untersucht. Die für die Untersuchungen nötigen Geräte (Blutgasgerät, Blutdruckgerät, EKG-Gerät, Herzultraschallgerät) wurden per Bahn oder Helikopter in die Station Eigergletscher und in einer zweiten Etappe einige Monate später auf das Jungfraujoch gebracht, damit die teuren Apparate keinen Schaden erleiden. An beiden Orten wurden provisorische Untersuchungsräume eingerichtet.

Bereits bei den Hunden, die auf 2300 Meter Höhe lebten, fanden wir einen ausge-

prägten arteriellen Sauerstoffmangel (durchschnittlicher Sauerstoffgehalt im Arterienblut von 62 mm Hg, verglichen mit 88 mm Hg bei den Kontrollhunden). Trotzdem hatten die Hunde nicht mehr rote Blutkörperchen gebildet. Auf 3500 Metern Höhe war die Hypoxie mit 52 mm Hg noch ausgeprägter, aber auch nach fünf Monaten regelmässigen Schlittenziehens auf dieser Höhe hatten die Hunde nicht mehr rote Blutkörperchen gebildet (Abbildung 1).

Keine Herzveränderungen

Anzumerken ist, dass zwar der Sauerstoffgehalt im arteriellen Blut bei 2300 und 3500 Metern Höhe massiv erniedrigt war, die Sauerstoffsättigung des Hämoglobins jedoch nur leichtgradig sank (Abbildungen 2 + 3). Mit zunehmender Höhe nahm der Blutdruck leichtgradig zu (Abbildung 4). Ebenfalls war ein signifikanter Anstieg des Lungenarteriendrucks festzustellen. Bei den Kontrollhunden betrug er durchschnittlich 17 mm Hg, bei den Hunden auf 2300 Metern Höhe lag er bei 30 mmHg und bei den Hunden auf 3500 Metern Höhe bei 41 mmHg (Abbildung 5). Als normal wird ein Wert von maximal 30 mmHg angesehen. Somit hatten keine der Kontrollhunde, etwas mehr als die Hälfte der Hunde auf 2300 Metern Höhe und alle Hunde auf 3500 Metern Höhe einen Lungenhochdruck. Trotz dieser vermehrten Belastung für das rechte Herz entwickelten diese Hunde aber keine erkennbaren Herzveränderungen.

Alles Gewöhnungssache

Der Sauerstoffmangel in der sauerstoffarmen Luft auf dieser Meereshöhe (natürliche Hypoxie) beim Eigergletscher und auf dem Jungfraujoch führte bei unseren Hunden zu ausgeprägten Reaktionen des Körpers. Würden wir zum Vergleich bei Patienten am Tierspital einen derartigen arteriellen Sauerstoffmangel feststellen, wäre dies sehr Besorgnis erregend. Dass unsere Hunde keinerlei Störungen zeigten, lässt darauf schliessen, dass sie sich offenbar an diese natürliche Stresssituation angepasst haben. Überraschend war allerdings, dass die Hunde auf den verminderten Sauerstoff nicht mit der vermehrten Bildung von roten Blutkörperchen reagiert haben. Dagegen reagierten unsere Hunde auf den Sauerstoffmangel in der Höhe ähnlich wie der Mensch mit einem leichten Bluthochdruck und einem leicht- bis mittelgradigen Lungenhochdruck. Das Ausmass des Lungenhochdrucks war aber offensichtlich nicht genügend ausgeprägt,

Abb. 1: Arterieller Sauerstoffgehalt (PO_2) und Hämatokrit (PCV) bei Kontrollhunden (700 bis 900 Meter ü.M.) und Hunden bei 2300 und 3500 Meter ü.M. Trotz eines signifikanten Abfalls des PO_2 bleibt der PCV (Zahl der roten Blutkörperchen) unverändert auf den verschiedenen Meereshöhen.

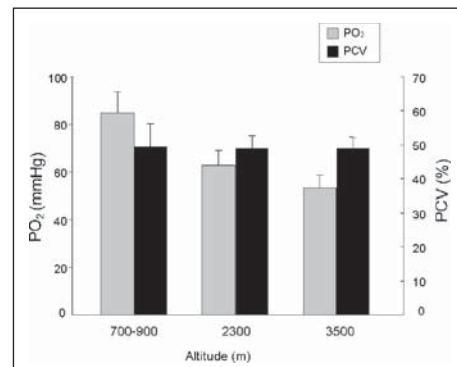


Abb. 2 + 3: Sauerstoffgehalt im arteriellen Blut (P_{aO_2}) und % Sauerstoffsättigung des Hämoglobins (SO_2) bei Kontrollhunden (700 bis 900 Meter ü.M.), Hunden beim Eigergletscher (2300 Meter ü.M.) und beim Jungfraujoch (3500 Meter ü.M.): P_{aO_2} und SO_2 sinken mit zunehmender Höhe signifikant ab. Der Sauerstoffgehalt im arteriellen Blut ist bei 3500 Meter ü.M. massiv, die Sauerstoffsättigung des Hämoglobins allerdings nur leichtgradig erniedrigt.

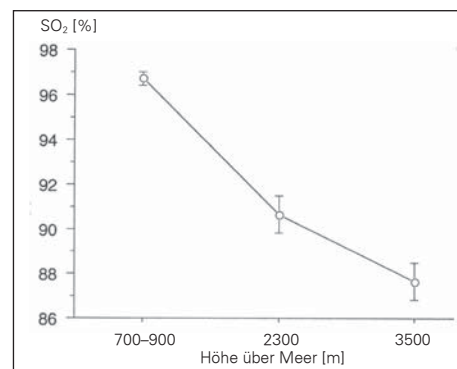
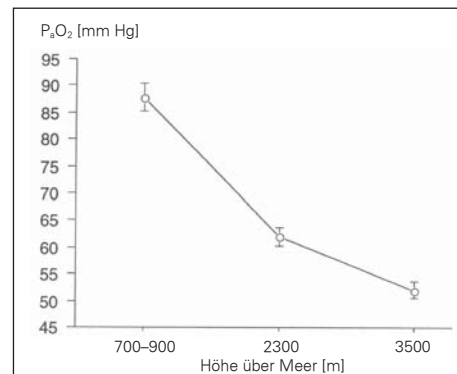


Abb. 4: Diastolischer («unterer») Blutdruck bei den gleichen Hunden auf 2300 und 3500 Meter ü.M.: Der untere Blutdruck steigt mit zunehmender Höhe signifikant an.

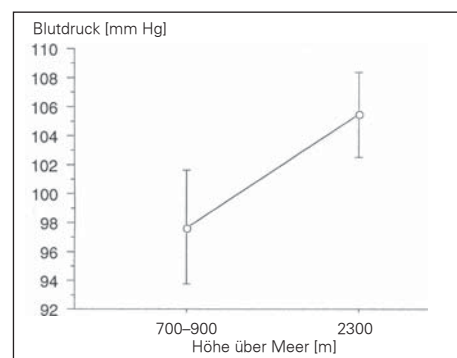


Abb. 5: Lungenhochdruck bei Kontrollhunden, Hunden bei 2300 und 3500 Meter ü.M., berechnet mittels Ultraschall-doppleruntersuchung des rechten Herzens (PG). Der Lungenarteriendruck nimmt mit zunehmender Höhe progressiv zu.

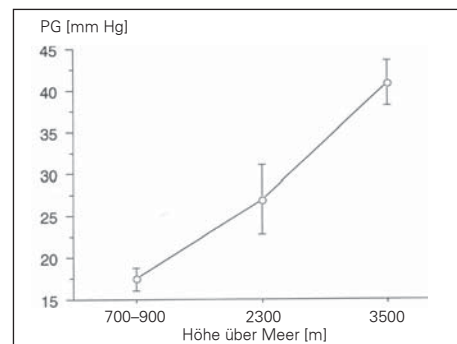




Foto: Tony Glaus

Ein Grönlandhund auf dem Jungfraujoch wartet auf seinen Einsatz.

um sichtbare Formveränderungen am rechten Herzen hervorzurufen.

Überträgt man diese Befunde auf Hunde mit Atemwegserkrankungen, können wir festhalten, dass Sauerstoffmangel offenbar nicht ein zentraler auslösender Faktor der pulmonären Hypertonie darstellt. Trotzdem beurteilen wir bei Patienten mit einem fortgeschrittenen Stadium einer Atemwegs- oder Herzerkrankung den Beitrag der Hypoxie zum Lungenhochdruck als wesentlich, weil die Summe verschiedener Faktoren zum Herzversagen führen kann. Zur Anregung einer gesteigerten Blutbildung schliesslich braucht es offensichtlich eine noch viel ausgeprägtere Hypoxie.

Danksagungen

Wir möchten uns bei der Albert-Heim-Stiftung ganz herzlich für die finanzielle Unterstützung dieser Studien bedanken. Des Weiteren gilt unser Dank den Jungfrau-bahnen Interlaken, besonders Herrn Müller, für die Ermöglichung der Untersuchungen und Herrn Lipp für die Unterstützung während der Untersuchungen, aber auch dem gesamten Bahnpersonal für die ausgesprochene Hilfsbereitschaft. Ebenfalls

herzlich bedanken möchten wir uns bei den Grönlandhundebesitzern, dass sie Ihre Hunde als Kontrolltiere zur Verfügung gestellt haben.

Und schliesslich gehört unsere ganz grosse Sympathie den Grönlandhunden selber, welche auf den ersten Blick in ihrem Rudel

so wild und ungezähmt aussehen, tatsächlich aber extrem menschenfreundlich und zutraulich sind. ■

Zum Autor: Tony Glaus ist Leiter der Abteilung für Kardiologie der Vet-Suisse-Fakultät der Universität Zürich.

Albert-Heim-Stiftung

Die Albert-Heim-Stiftung dankt für Ihre Spende zur Unterstützung der kynologischen Forschung.

Ihre Beiträge unterstützen unsere Bestrebungen zur Gesundheitsförderung beim Rassehund.

Spenden bitte an: DC Bank der Stadt Bern; Albert-Heim-Stiftung: Konto 16 0.200.013.10 PC-Konto der Bank: 30-38141-6. Verlangen Sie einen Einzahlungsschein beim Präsidenten oder beim Sekretär/Kassier.

Präsident

Otto Rauch, Giessenweg 4, 5022 Rombach, Tel. 062 827 08 83, Fax 062 827 08 84, E-Mail: orauch@bluewin.ch

Sekretär/Kassier

Peter Reber, Altikofenstr. 55, 3048 Worblaufen, Tel. 031 921 71 16, Fax 031 922 22 00, E-Mail: petreb@bluewin.ch

Siehe auch: www.albert-heim-stiftung.ch