

## 6. Schlussfolgerungen

Die in unserer Untersuchung durchgeführte motorische Belastung auf dem Laufband mit einer gering- bis mittelgradigen Belastungsintensität erwies sich für Kälber prinzipiell als geeignet, adaptive Veränderungen der Atmung, des Herz-Kreislauf-Systems und des Energieumsatzes hervorzurufen. Die Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen hängt stark von den gewählten Versuchsbedingungen ab, sodass die Forderung von Lekeux (1993) nach Standardisierung von Belastungsuntersuchungen berechtigt ist und durch die eigenen Untersuchungen bestärkt wird.

Bei den „**lungengesunden**“ Kälbern führte die motorische Belastung zu einer Intensivierung des Gasaustauschs, was sich unter anderem in einem belastungsinduzierten  $P_{a,O_2}$ -Anstieg sowie einem belastungsinduzierten Abfall der  $AaD_{O_2}$  und des Shunts widerspiegelte. Demzufolge war körperliche Bewegung bei „lungengesunden“ Kälbern vorteilhaft für die  $O_2$ -Bereitstellung im arteriellen Blut.

Die Belastungstests unserer Untersuchung waren geeignet zur Diagnose **latenter** respiratorischer Insuffizienzen beim Kalb. Diesen lagen mit hoher Wahrscheinlichkeit obstruktive Erkrankungen der kleinen Atemwege mit der funktionellen Konsequenz einer alveolären Hypoventilation zugrunde. Unter motorischer Belastung verstärkten sich die ventilatorischen Asynchronismen, was zu einem belastungsinduzierten  $P_{a,O_2}$ - Abfall bzw.  $S_{a,O_2}$ -Abfall führte.

Als Kompensationsmechanismus in Ruhe kann die Linksverschiebung der  $O_2$ -Bindungskurve (erniedrigter  $P_{50}$ ) angesehen werden, die über eine erhöhte  $O_2$ -Affinität des Hämoglobins eine ausreichende Sauerstoffsättigung des arteriellen Blutes ermöglichte. Unter motorischer Belastung reichten die bei körperlicher Ruhe vorhandenen Kompensationsmöglichkeiten zur Aufrechterhaltung eines physiologischen  $P_{a,O_2}$  nicht mehr aus.

Bei den Kälbern mit einer klinisch **manifesten** respiratorischen Insuffizienz konnte schon aus den Ruhewerten (erniedrigte  $C_{dyn}$ , erhöhte  $R_L$ ) auf obstruktive (obere, zentrale und periphere Atemwege) und restriktive Lungenfunktionsstörungen geschlossen werden. Als Kompensationsmechanismen in Ruhe sind der Anstieg von Atmungsfrequenz und Herzfrequenz anzusehen. Unter motorischer Belastung wurde bei den manifest erkrankten Kälbern eine Verbesserung der Parameter der Atmungsmechanik festgestellt, die zu einer Erhöhung des  $O_2$ -Angebots führte, wie der belastungsinduzierte  $P_{a,O_2}$ -Anstieg zeigte. Der im Vergleich zu den „lungengesunden“ Kälbern relativ stärkere belastungsinduzierte  $S_{a,O_2}$ -Anstieg weist auf eine Verbesserung der Auslastung des  $O_2$ -Transports unter Belastung hin. Demnach wirkte sich die motorische Belastung günstig für die  $O_2$ -Bereitstellung und  $O_2$ -

Versorgung der – gering- bis mittelgradig - respiratorisch erkrankten Kälber unserer Untersuchung aus.

**Als Erkenntnis aus den durchgeführten Untersuchungen kann abgeleitet werden, dass sich sowohl bei „lungengesunden“ als auch bei gering- bis mittelgradig respiratorisch erkrankten Kälbern moderate motorische Belastung günstig auf die Sauerstoffversorgung des arteriellen Blutes auswirkt.**

Die aus unseren Versuchsbedingungen und Ergebnissen abgeleiteten **Empfehlungen für weiterführende** Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Eine intensivere Gewöhnung der Kälber an die Versuchsbedingungen (Laufband, Atmungsmaske) ist dringend anzuraten. Welche Adaptationszeit an die Versuchsbedingungen auf dem Laufband nach den erfolgten Katheterisierungen gewählt werden muss, damit die Kälber nicht mehr erregt sind und die Ausgangswerte physiologischen Ruhewerten entsprechen, ist zu prüfen.
- Der Totraum der Atmungsmaske muss so gering wie möglich gehalten werden ( $< 25\%$  von  $V_t$ ), um die Rückatmung von Mischluft aus der Atmungsmaske zu minimieren.
- Um  $V_{O_2,max}$  zu erreichen, sind aufgrund der höheren physischen Fitness ältere Kälber zu bevorzugen. Nur mit ihnen können die erforderlichen höheren Laufbandgeschwindigkeiten (auf jeden Fall 2,2 m/s) bei geneigtem Laufband realisiert werden. Für unsere Studie waren jedoch geringe Belastungsintensitäten vorteilhaft, da sie den Vergleich zwischen „lungengesunden“ und respiratorisch erkrankten Kälbern ermöglichten, d. h. dass auch die erkrankten Kälber den Belastungstest bewältigen konnten.
- Falls Trainingseffekte untersucht werden sollen, muss unbedingt ein intensiveres Training nach standardisierten Bedingungen erfolgen.

Zur funktionellen Beurteilung der äußeren Atmung, zur Einschätzung der Sauerstoffversorgung des Organismus und zur Beurteilung respiratorischer Insuffizienzen hat sich die parallele Erfassung der Parameter der Ventilation/Atmungsmechanik, der Blutgase/des Hämoglobinspektrums, der Atemgase, des Säuren-Basen-Haushalts, des Körper- und Lungenkreislaufs unter motorischer Belastung als essenziell und aussagekräftig erwiesen. Zur Differenzierung und Abgrenzung der verschiedenen Funktionsstörungen der äußeren Atmung ist weiterführend eine Kombination der motorischen Belastung mit einer erhöhten  $O_2$ -Fraktion im inspiratorischen Gasmisch angezeigt.