

VON MATTEO ROSSETTO

Wir lernen es schon als Kind: Säuren sind schädlich. Bestenfalls verursachen sie einen brennenden Juckreiz auf der Haut wie Ameisensäure, sie brennen Löcher ins Gewebe wie die Salzsäure des Magens oder lösen Kalk auf wie die Essigsäure. Da kann doch auch die Milchsäure keine Ausnahme bilden, Säure ist schliesslich Säure, oder?

Auch im Sport ist Laktat immer noch ein Reizwort, das meist negative Assoziationen auslöst und mit Schmerzen und Überlastung verbunden wird. Auch das Gerücht, dass die Milchsäure (eine Säure im Muskel – das kann doch nicht gut sein) den Muskelkater verursacht, hält sich bis heute hartnäckig, obwohl inzwischen allseits bekannt ist, dass mikroskopische Einrisse der Muskelfasern für den Muskelkaterschmerz verantwortlich sind. Laktat gilt auch als «Leistungskiller», als Müdemacher, als Mass für einen Sauerstoffmangel, als Ursache für ein Übertraining: fast überall im Sport bietet sich die Milchsäure als Übeltäter geradezu an. Da tut eine etwas differenziertere Betrachtungsweise Not.

## Milchsäure gibt es nicht!

Die unendlichen Geschichten und Gerüchte um das Laktat beginnen bereits beim Namen. Milchsäure und Laktat werden im deutschen Sprachraum gleichbedeutend (synonym) eingesetzt, während im englischen Sprachraum schon seit langem zwischen «lactic acid», der Milchsäure, und «lactate», dem eigentlichen Laktat, unterschieden wird. Dabei handelt es sich beileibe nicht um eine bedeutungslose, akademische Unterscheidung.

Säuren zeichnen sich grundsätzlich dadurch aus, dass sie in wässrigem Milieu positiv geladene Wasserstoffteilchen (= Protonen, H<sup>+</sup>) abgeben und deshalb «sauer» reagieren. Je höher die Konzentration dieser Protonen, umso saurer ist die Lösung, umso aggressiver reagiert sie auch mit der Umwelt. Wie jede andere Säure folgt auch die Milchsäure diesem Prinzip: im menschlichen Körper zerfällt sie in das Milchsäuresalz (dem eigentlichen «Laktat») und einem positiven Wasserstoffteilchen (H<sup>+</sup>). Streng genommen gibt es im Körper des Menschen die Milchsäure als eigenständige Verbindung also gar nicht.

Und es kommt noch besser! Wenn eine Säure ein positiv geladenes Teilchen abgibt und dabei ihr saures Potenzial verliert, entsteht – richtig – ein negativ geladenes Teilchen, das jetzt «saure» Protonen sogar auf-



FOTO: ANDREAS GONSETH

# Sport & Laktat

**Laktat (Milchsäure) – eine geheimnisvolle Substanz, um die sich auch heute noch viele Gerüchte ranken. Trotz zahlreicher Publikationen wird Laktat seinen schlechten Ruf in Sportlerkreisen einfach nicht los. Ein erneuter Versuch der Imagekorrektur.**

nehmen kann, also als Base reagiert. Laktat, das Salz der Milchsäure, ist also gar keine Säure, sondern eine Base. Und auch das haben wir inzwischen gelernt: eine Base kann gar nicht böse sein (Ausnahmen bestätigen die Regel, aber das ist eine andere Geschichte...).

Womit wir also aus einer «bösen» Säure, der Milchsäure, eine «gute» Base, das Laktat, gemacht hätten. Und da basische Substanzen dazu gebraucht werden, säurebildende Pro-

zesse im Körper zu puffern, und Laktat in der Medizin sogar als Infusion in den Blutkreislauf gegeben wird, kann das wirklich nicht so schlimm sein. Mit dieser Begriffsklärung hätten wir die Milchsäure im wahrsten Sinne des Wortes «rein» gewaschen.

**Laktat: Blackbox im Muskelstoffwechsel** Zugegeben – so einfach, wie oben erwähnt ist natürlich die Geschichte mit dem Laktat nicht. Auch wenn wirklich, wie bei je-

der Säure, das Proton (H<sup>+</sup>) für die Säurewirkung verantwortlich ist, unabhängig davon, von welcher Säure es stammt, so sind auch heute noch zahlreiche Fragen zu Bildung, Stoffwechsel und Transport von Laktat (zur Wiederholung: Laktat = das Salz der Milchsäure) im Muskel noch unklar. Insbesondere sind die Transportwege des Laktats aus der Muskelzelle ins Blut (und auch in umgekehrter Richtung) nicht geklärt, ebenso wenig, wodurch diese gesteuert werden.

Bedenkt man aber, dass die Laktatkonzentration im Blut (und nicht diejenige in der belasteten Muskulatur) als Messgrösse zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit in verschiedenen Leistungstests herangezogen wird, so ist die Frage, was den Laktataustausch zwischen Muskelfaser und Blut bestimmt, von zentraler Bedeutung. Dieses Unwissen bzw. diese Ungenauigkeit ist wohl auch der Grund dafür, dass in Bezug auf die Interpretation der erhobenen Laktatwerte unterschiedliche Meinungen herrschen. Gerade wenn aus einem solchen Test Empfehlungen für das Training abgeleitet werden sollen, wäre es beruhigend zu wissen, dass die gemessenen Werte auch wirklich die Bedeutung haben, die wir ihr beimessen.

Insbesondere die Bestimmung der anaeroben Schwelle (ANS), der «Grenze» der aeroben Energiebereitstellung, oberhalb derer die Bildung von Laktat nicht mehr kompensiert werden kann, weshalb deren Konzentration in Muskel und Blut stark ansteigt, leidet darunter und eröffnet den Raum für seltsame Interpretationen und teils abenteuerliche Trainingsempfehlungen. Auch die aufwändigsten Laktat-tests, von denen es inzwischen Dutzende gibt, haben alle mit demselben Problem und derselben Grundfrage zu kämpfen: wie genau spiegelt die Konzentration von Laktat im Blut die Situation in der arbeitenden Muskulatur wider?

## Hätten Sies gewusst?

Um das Ganze nicht komplizierter zu machen als es ist, sei in der Folge der aktuelle Stand des Wissens (bzw. Irrtums) in Bezug auf Bildung und Abbau von Laktat aufgeführt. Was ist richtig, was falsch?

## Richtig ist, dass ...

- die Entstehung von Laktat ein *anaerober Prozess* ist. Laktat ist das Produkt aus dem Abbau von Glucose ohne Einbezug von Sauerstoff. Wir sprechen von der anaeroben Glykolyse, einem Prozess der zur Gewinnung von Energie in verschie-

denen Organen dient, neben der Muskulatur auch in Herz, Leber, Nerven, roten Blutkörperchen und andere mehr.

- *je intensiver* ein Muskel arbeitet, umso höher ist der dabei benötigte Energiebedarf, umso mehr Laktat wird in diesem Muskel auch gebildet.

- Laktat in den *schnellen Muskelfasern* gebildet wird, die des anaeroben Stoffwechsels mächtig sind. Je höher der Anteil schneller Fasern in einem Muskel (in erster Linie in der Erbanlage festgelegt), umso höher fallen die Laktatwerte aus, wenn dieser Muskel arbeitet.

- im Blut *immer* Laktat gemessen werden kann, da im Körper ständig auch anaerobe Stoffwechselprozesse ablaufen. Unter Ruhebedingungen bewegen sich die Laktatwerte zwischen unter 1 bis gegen 2 mmol/l, abhängig von der Nahrungsaufnahme und der erfolgten Aktivität.

- Laktat eine wichtige Messgrösse in der *Leistungsdiagnostik* darstellt, auch wenn die gemessenen Blutwerte nicht über jeden Zweifel erhaben sind. Unter Berücksichtigung der Art und Gewöhnung einer Belastung, bei korrekter Vorbereitung und Testdurchführung und mit der nötigen Erfahrung in der Beurteilung von Testresultaten lassen sich weiterhin recht brauchbare Trainingsempfehlungen ableiten.

- die gemessenen Laktatwerte im Blut von der Art des Blutes (arteriell, venös, kapillär oder Vollblut) vom Ort der Blutentnahme abhängen. Am gebräuchlichsten ist die Blutentnahme mittels kleinem Lanzettstich in die Fingerkuppe oder am Ohrläppchen. Die Blutentnahme am Finger ergibt dabei etwas höhere Laktatwerte als am Ohrläppchen, weil in den Fingern die venöse Blutbeimengung aus der arbeitenden Muskulatur in aller Regel höher ist als im Ohrläppchen.

## Falsch ist, dass ...

- Laktat eine *Säure* ist (siehe Artikelanfang).

- Laktat ein unnützes *Abbauprodukt* ist. Reicht die Energiebereitstellung mit dem geatmeten Sauerstoff nicht aus, um den Energiebedarf des arbeitenden Muskels zu decken, so wird der anaerobe Stoffwechsel gefördert, was die Laktatkonzentration im Blut ansteigen lässt. Dieses Laktat kann aber wieder in die Muskulatur (und in andere Organe) transportiert werden, wo es wieder als Energieträger unter Verwendung von Sauerstoff weiterverwertet werden kann.

- hohe Laktatwerte zwingend etwas mit *Sauerstoffmangel* zu tun haben. Eine eigentliche Mangelsituation liegt nicht



Dr. med. Matteo Rossetto, Internist und Sportmediziner mit eigener Praxis und medizinischer Leiter von Äquilibris-Training in Basel. Mitglied des Medical Teams im Schweizerischen Leichtathletikverband.

wirklich vor, es wird lediglich die Grenze der aeroben Energiebereitstellung erreicht, die bekanntlich von verschiedenen Faktoren, vor allem dem Ausdauertrainingszustand, bestimmt wird. Die tieferen Laktatwerte eines gut ausdauertrainierter Sportler kommen daher, dass dieser das Blutlaktat besser verwerten kann und nicht dadurch, dass sie unter Belastung weniger Laktat bilden.

- die Laktatwerte etwas über die *Fettverbrennung* aussagen. Laktat wird bekanntlich anaerob in den schnellen Muskelfasern gebildet, die (immer aerobe) Verwertung von freien Fettsäuren ist eine Domäne der langsamen Muskelfasern. Es ist aber tatsächlich so, dass hohe Laktatwerte die Nutzung freier Fettsäuren hemmen, was nichts mit einer schlechteren «Fettverbrennung» zu tun hat, sondern vielmehr mit dem Umstand, dass der hohe Energiebedarf bei intensiver Muskelarbeit durch den aeroben Weg nicht effizient gedeckt werden kann, weshalb die anaerobe Glykolyse, die viel mehr Energie pro Zeiteinheit liefert, favorisiert wird.

- bei 4 mmol Laktatkonzentration im Blut die *anaerobe Schwelle* (ANS) erreicht wird. Dieser Wert entspricht zwar der ungefähren ANS eines durchschnittlichen Sportlerkollektivs, kann aber individuell sehr stark davon abweichen, abhängig von Faktoren wie Trainingszustand, praktizierter Sportart oder individuellem Gehalt an schnellen (= anaerob arbeitenden) Muskelfasern. Ein gut ausdauertrainierter Sportler mit optimiertem aeroben Stoffwechsel und guter Laktatverwertung wird deshalb eine individuelle ANS haben, die zum Teil deutlich unter 4-mmol/l liegt; ein Schnellkraftsportler oder Mittelstreckler kann hingegen eine individuelle ANS von 5 bis 6-mmol/l oder höher aufweisen. Die 4-mmol Schwelle ist also nur in Einzelfällen mit der wirklichen ANS gleichbedeutend. Korrekter ist es, von einer 4-mmol-Leistung zu sprechen, die bei vergleichenden Tests sehr einfach einen allfälligen Trainingserfolg widerspiegelt.

- Muskelkater einen Säureschaden der Muskulatur durch eine gesteigerte Laktatproduktion darstellt. ■