

## Sportmedizinische Grundlagen

Der Radsport ist eine typische Ausdauersportart. Mit dem Fahrrad erreicht der Mensch bei gleichem Energieaufwand eine viermal schnellere Geschwindigkeit als beim Laufen. Wenn man beim Gehen von 5 km/h bzw. 1,4 m/s und einem Leistungsaufwand von 50 Watt ausgeht, so erreicht man mit der gleichen Energie auf dem Rad eine Geschwindigkeit von 20 km/h bzw. 5,6 m/s.

Auf die Leistung im Radfahren haben mehrere Faktoren Einfluss. Vereinfacht dargestellt, sind folgende Widerstandskräfte zu berücksichtigen:

- *Hangabtriebskraft*: Sie wirkt abhängig vom Körper- und Radgewicht beim Anstieg und bei der Abfahrt.
- *Rollreibung*: Sie hängt von der Fahrgeschwindigkeit, dem Reifenprofil und dem Straßenbelag ab.
- *Luftwiderstand*: Er repräsentiert den zu überwindenden Fahrtwind und wird von Einzel- und Gruppenfahrt sowie Sitzposition beeinflusst (vgl. Neumann 2000).

Die Leistung auf dem Rad setzt sich aus diesen Komponenten zusammen. Mit steigender Geschwindigkeit wird der Luftwiderstand zum entscheidenden Faktor und beeinflusst somit auch den Energieverbrauch. Der Energieverbrauch erhöht sich mit steigender Fahrgeschwindigkeit auf dem Rennrad mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit. Durch die Anpassung der Körperhaltung an ein aerodynamisch konstruiertes Rad ist mit einer Geschwindigkeitserhöhung von 3 % zu rechnen (Abb. 72).

Durch das *Fahren in der Gruppe* mit Abwechslung in der Führungsarbeit können die aufzubringende Leistung bzw. der Energiebedarf beim Radfahren deutlich vermindert werden (Abb. 73). Die *Sitzhaltung* wirkt sich vergleichbar auf den Luftwiderstand aus. Dabei kann die Windauffangfläche, welche in aufrechter Position etwa 0,6 m<sup>2</sup> beträgt, durch eine stark gebeugte Haltung auf 0,38 m<sup>2</sup> verringert werden.

Die Leistung auf dem Rad wird zudem vom *Körpergewicht* beeinflusst. Bei einem gleichen aeroben Leistungsniveau haben leichtgewichtige Fahrer (unter 65 kg) bei Bergetappen Vorteile gegenüber schwereren Fahrern (über 75 kg). Hingegen haben schwerere Fahrer Vorteile beim Zeitfahren auf flachen Strecken. Im wettkampforientierten Radsport wird mit sehr hohem Umfang trainiert. Spitzenradsportler trainieren wöchentlich 800–1500 km und können so bei ca. 30 Stunden Training pro Woche auf über 35000 km im Jahr kommen. Allein im Wettkampf werden jährlich 10000–15000 km auf dem Rad absolviert.

Die Leistungsverbesserung im Radsport wird zum einen durch die technische Weiterentwicklung der Rennmaschinen und zum anderen durch die ständige Zunahme der konditionellen Leistungsfähigkeit erzielt.

In der aeroben Kraftausdauer im Radsport, deren Kennzeichen ein langsames Bergauffahren über Stunden ist, liegt eine entscheidende physiologische Leistungsreserve (Abb. 74).

## Parameter der Leistungsfähigkeit

Das Niveau des aeroben Stoffwechsels hat für die Leistungsfähigkeit im Radsport eine entscheidende Bedeutung. Mit zwei Messgrößen kann die Leistungsfähigkeit im Radsport zuverlässig charakterisiert werden: Das ist zum einen das *maximale Sauerstoffaufnahmevermögen* ( $VO_{2max}$ ; siehe S. 88) und zum anderen die *Leistung auf submaximalen Belastungsstufen* bei einem bestimmten *Laktatwert* oder einer bestimmten *Herzfrequenz*. Bei einem Leistungstest für Radsportler wird auf dem Fahrradergometer ab 100 Watt begonnen und alle 3 Minuten um 20 Watt erhöht; der Test wird bis zum subjektiven Abbruch durchgeführt. Dabei erreichen z.B. Profis beim Stufentest eine Leistung über 440 Watt. Dabei ist die Höhe für Spitzenleistungen eine absolute

Voraussetzung, denn Spitzenleistungen werden im Straßenradsport in einer Bandbreite von 75–85 ml/(kg x min) erbracht. Im Vergleich dazu erreichen Untrainierte ca. 30–35 ml und Profifußballer ca. 60 ml. Die  $VO_{2max}$  gilt als ein zuverlässiges Maß für den maximal möglichen aeroben Energiedurchsatz.

In der sportartspezifischen Leistungsdiagnostik für den Radsport ist das wesentlichste Kriterium für die Ausdauerleistungsfähigkeit die erreichte Leistung bei 2 oder 3 mmol/l *Laktat*. Dabei erreichen Spitzenfahrer im Radsport bei 2 mmol Laktat eine Leistung von 5 Watt pro Kilogramm Körpergewicht. Aus diesem Leistungsniveau kann auf die aerobe Kraftausdauerleistung geschlossen werden. Zur Erklärung: Laktat (Milchsäure) entsteht als Nebenprodukt bei der Energiegewinnung bei intensiven Belastungen. Erhöhte Laktatwerte sind ein Zeichen dafür, dass die

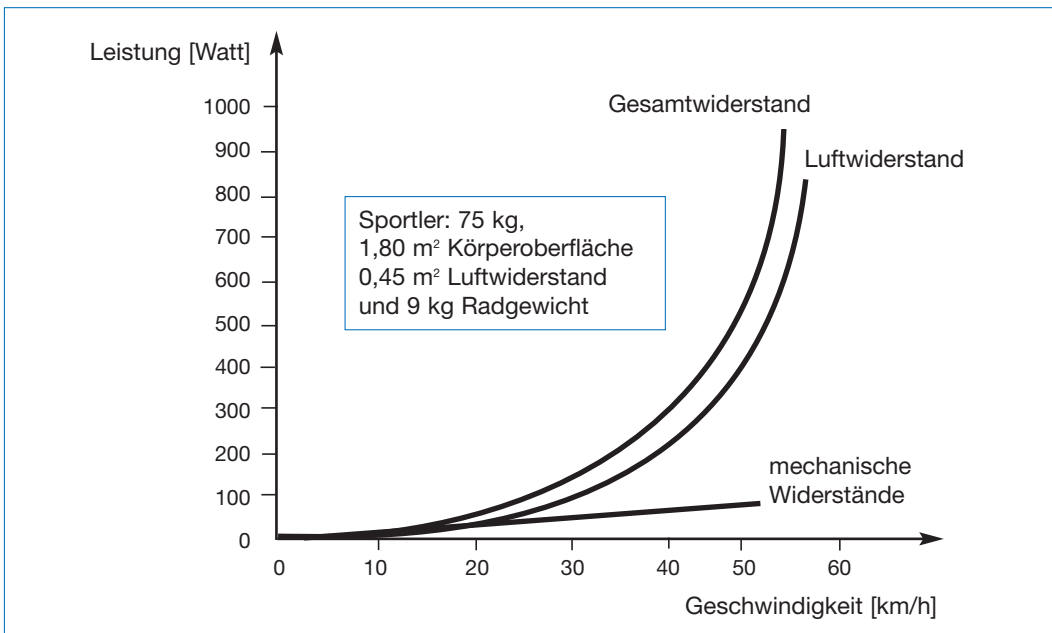


Abb. 72 Abhängigkeit der zu überwindenden Widerstände beim Radfahren mit zunehmender Geschwindigkeit. Der größte Bremswiderstand geht vom Luftwiderstand aus. Rollwiderstand und Hangabtriebskomponente sind auf der Ebene von untergeordneter Bedeutung (vgl. Neumann 2000).

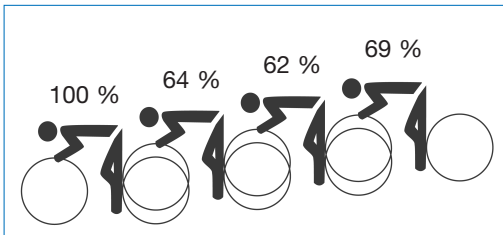


Abb. 73 Windschattenfahren (bei 48 km/h) einer Vierer-Mannschaft auf der Straße. Durch das Fahren im Windschatten vermindert sich die aufzubringende Leistung deutlich und dementsprechend der Energieverbrauch. Der Führungswechsel erfolgt alle 25 Sekunden (vgl. *Neumann* 2000).

beanspruchte Muskulatur nicht ausreichend Sauerstoff zur Energiegewinnung nutzen kann und stattdessen Glukose (Traubenzucker) abbaut. Im Ruhezustand liegt die Laktatkonzentration bei 2 mmol/l. Bei einer aeroben Trainingsbelastung steigt die Laktatkonzentration nicht über diesen Wert an. Der anaerobe Bereich beginnt ab einer Laktatkonzentration über 4 mmol/l.

Die *Herzfrequenz* ist die am häufigsten genutzte biologische Steuergröße im Radsport. Beim Radtraining wird der aerobe Stoffwech-

sel (2 mmol/l Laktat) bei einer Herzfrequenz von 110–150 Schlägen pro Minute mit Sicherheit eingehalten. Erst beim Überschreiten von 170 Schlägen pro Minute ist mit einem Laktatanstieg über 2 mmol/l zu rechnen.

Ob der Organismus auf Kohlenhydrate (Zucker), Proteine (Eiweiß) oder Fette zur Energiegewinnung während der Belastung zurückgreift (Einzelheiten s. Kap. »Energiebereitstellung«), hängt unter anderem entscheidend von der Geschwindigkeit und der Belastungsdauer ab. Da die Glykogenvorräte (Speicherform der Zucker) begrenzt sind, kommt den Fetten mit zunehmender Belastungsdauer eine große Bedeutung zu. Alle über 2 Stunden hinausgehenden Belastungen auf dem Rad sind durch einen zunehmenden Umsatz der freien Fettsäuren gekennzeichnet. Tab. 4 gibt einen Überblick über den Energieverbrauch im Fitness- bzw. Breitensport.

Tab. 4 zeigt, dass Radfahren im Bereich des Freizeit- und Gesundheitssports eine sehr effektive und Gelenk schonende Methode sein kann, um etwas zur Gewichtsregulation beizutragen. Steigt das Körpergewicht um ca. 10 kg an, so erhöht sich der Energiebedarf um ca. 2 kcal

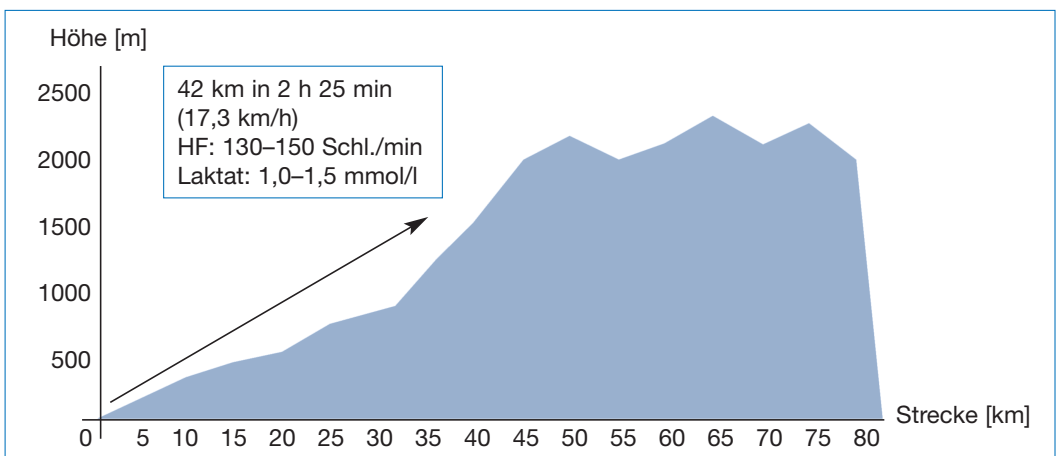


Abb. 74 Gestaltung des Kraftausdauertrainings beim Radsport beim Bergzeitfahren. Die Laktatwerte lagen zwischen 1 und 1,5 mmol/l, was für eine Beanspruchung des aeroben Stoffwechsels spricht (vgl. *Neumann* 2000).