

Gesund und effektiv trainieren

Mit Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität und Schrittfrequenzmessungen die Individualität und Qualität des Lauftrainings erhöhen

Die Möglichkeiten eines zielgerichteten und effektiven Trainings haben sich in den letzten 20 Jahren durch eine innovative Weiterentwicklung im Bereich der Sportausrüstung enorm verbessert. statt. Heute können Freizeitsportler ihr Training genauso wirkungsvoll gestalten wie Leistungssportler. Speziell für das Laufen wurden Herzfrequenzgeräte entwickelt, die nicht nur die Herzfrequenz messen, sondern zugleich Vorgaben für das Training errechnen, den Fitnesszustand ermitteln, die Kontrolle über die Belastbarkeit übernehmen und die Laufgeschwindigkeit bzw. Schrittfrequenz messen können. Diese Bio-Feedback-Geräte ermöglichen eine innovative Form der Belastungssteuerung, die zusätzlich zu besserer Trainingsqualität und höherer Trainingsindividualisierung sowie zu mehr Körpergefühl verhilft. Der folgende Beitrag thematisiert vor diesem Hintergrund die die Möglichkeiten des Läufers, sein Training zu steuern.

1. Trainingssteuerung mit der Herzfrequenz (HF)

Die HF-Messung bietet die Chance, das gesamte Ausdauertraining effektiv zu gestalten und zu überwachen, unabhängig von den individuellen Zielen (z.B. verbesserte Ausdauerfähigkeit, gezielte Gewichtsreduktion oder einfach mehr Wohlbefinden). Herzfrequenzorientiertes Training bietet generell folgende Vorteile:

- Die Trainingszeit wird effektiver genutzt.
- Leistungsfähigkeit und Fitness werden erhöht.
- Gesundheitliche Störungen werden frühzeitiger erkannt.

Der Herzschlagrhythmus ist etwas ganz individuelles und vergleichbar mit dem eigenen Fingerabdruck. Kann sich doch, trotz gleicher Belastungsherzfrequenz, das korrespondierende Leistungsniveau erheblich unterscheiden. Bei der Ruheherzfrequenz kommt es selbst bei gleichem Geschlecht und Alter zu Unterschieden von bis zu 50 Schlägen/min. Die geringere Herzgröße bei Frauen erklärt auch die interindividuellen Abweichungen. Besonders deutlich werden die Unterschiede bei der Bestimmung der maximalen Herzfrequenz.

Neue Formel zur Berechnung der maximalen Herzfrequenz (HFmax)

In der Vergangenheit erschienen zahlreiche Publikationen zur rechnerischen Bestimmbarkeit der individuellen maximalen Herzfrequenz, jedoch mit stets unterschiedlichen Ergebnissen. Die regressionsanalytisch bestimmten Formeln zur Berechnung der maximalen Herzfrequenz unterscheiden sich in Abhängigkeit der untersuchten Population zum Teil erheblich. Keine dieser Regressionen bzw. Formeln berücksichtigt die viel zitierte Formel „HFmax = 220 minus Lebensalter“. Möglicherweise haben Fox et al. (1971) den Grundstein für die Verbreitung dieser Formel gelegt. Ihre Vorgabe basierte allerdings nicht auf einer Originaluntersuchung zur maximalen Herzfrequenz. Vielmehr wurden 35 Untersuchungen zur maximalen Herzfrequenz analysiert und dahin gehend zusammengefasst, dass alle Datenpunkte dicht an der Geraden „HFmax = 220 minus Lebensalter“ liegen. Eigene Befunde an 1600 Sportlern (HFmax Bestimmung durch Laufstest) zeigen, dass Sportler im Mittel höhere Herzfrequenzen erreichen als nach der Formel „220 minus Lebensalter“ (Abb 1). Die aus den Daten berechnete Formel $HF_{max} = 207,7 \text{ minus } 0,64 \times \text{Lebensalter}$ kalkuliert die HFmax für Ausdauersportler zwar besser, allerdings können die HF-Werte vom Formelwert im Einzelfall bis zu 20 Schlägen pro Minuten abweichen.

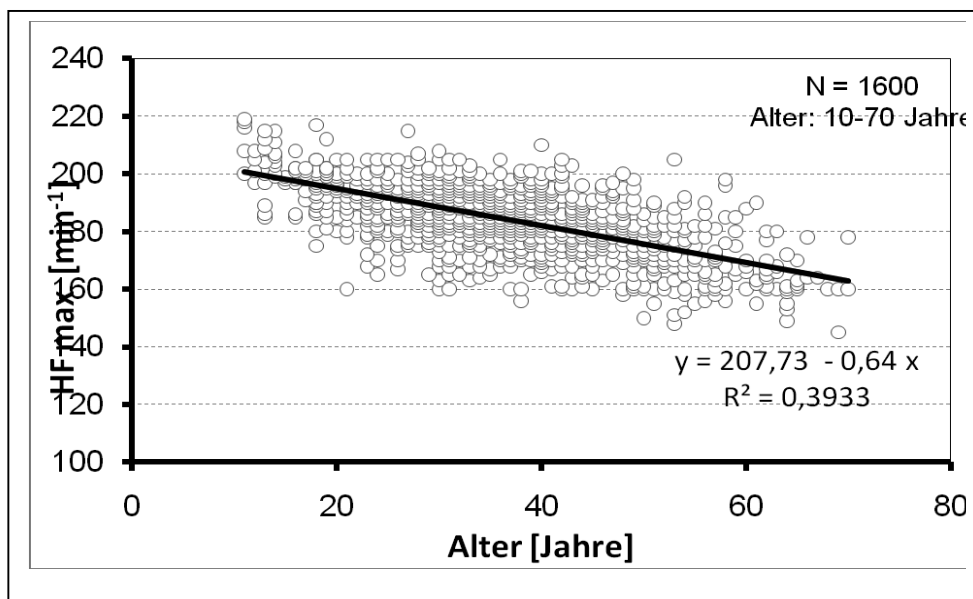


Abb. 1: HFmax-Bestimmung mittels Lauftest (Hottenrott, 2010)

So können z.B. bei einem 40-jährigen Sportler die HFmax-Werte zwischen 160 bis über 200 Schläge/min liegen. Nach der Altersformel müsste hier aber die HFmax bei 180 Schläge/min betragen. Folgerichtig ist keine der kursierenden altersbasierten Formeln zur Bestimmung der HFmax und für die davon abgeleiteten individuellen Trainings-Herzfrequenz-Vorgaben wirklich geeignet. Gleiches gilt auch für die oftmals von Ärzten empfohlene Formel „180 minus Lebensalter“ zur allgemeinen Trainingsempfehlung im aeroben Bereich. Diese Referenzen sind unbewiesen und können daher allenfalls als grobe Orientierung gelten, da folgende Fehlinterpretationen nicht auszuschließen sind:

1. Der errechnete Trainingsherzfrequenzbereich ist zu hoch, was die Gefahr einer stoffwechselbezogenen Überforderung nach sich ziehen kann.
2. Die Herzfrequenz ist zu niedrig und das Training bleibt ineffektiv.
3. Das Training findet nicht bei einer konkreten Zielherzfrequenz statt, sondern in einem mehr oder weniger großen Herzfrequenzbereich.

Bestimmung der individuellen HFmax

Mit Wissen der maximalen Herzfrequenz lassen sich die individuellen Trainingszonen ableiten. Dieses einfache Verfahren wird im Sport gern genutzt, obwohl es mit Fehlern behaftet und nicht für jedermann geeignet ist. Zur exakten Bestimmung der individuellen maximalen Herzfrequenz ist ein Ausbelastungstest unabdingbar, z.B. im Rahmen einer leistungsdiagnostischen Untersuchung unter professionellen Bedingungen, die dann auch in regelmäßigen Abständen wiederholt werden sollte. Generell muss die Testperson natürlich sportmedizinisch vorab grünes Licht bekommen haben. Bei älteren Sportlern und auch bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind Ausbelastungstests nicht zu empfehlen.

Der eindeutigen Festlegung der Belastungsbereiche über die maximale HF sind Grenzen gesetzt. Die prozentuale Ableitung der Trainingsintensitäten von der maximalen HF wird von mehreren Faktoren wie Leistungsfähigkeit, Trainingsalter, Alter, Geschlecht, Sportart und genetische Anlagen (z. B. Herzgröße) beeinflusst. Aus einer Vielzahl von Untersuchungen mit Kindern, Jugendlichen, Männer und Frauen unterschiedlichster Leistungsfähigkeit wurden Empfehlungen für die Intensitätsgestaltung des Ausdauertrainings abgeleitet (Tab. 1) Ausdauertrainierte sollten sich eher an den oberen Grenzwerten der jeweiligen Belastungsbereiche orientieren, Untrainierte und Alterssportler mehr an den unteren Grenzwerten. Für die Berechnung der Trainingsherzfrequenz hat Hottenrott eine Pulsformel bzw. einen Pulsrechner entwickelt, der kostenlos unter www.hottenrott.info zur Verfügung steht.

Tab. 1: Belastungsintensitäten und Anstrengungsempfinden im Grundlagen- und Wettkampfausdauertraining von Kindern, Jugendlichen, Frauen und Männern. Angaben in Prozent der individuellen maximalen Herzfrequenz (Hottenrott & Neumann, 2010)

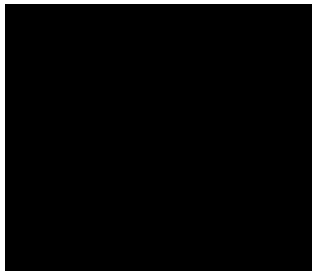
	Grundlagenausdauertraining (GA)			Wettkampfausdauer
	GA 1	GA 1-2	GA 2	WSA
Kinder	80-85 %	> 85-90 %	> 90-95 %	> 95 %
Jugendliche	75-80 %	> 80-85 %	> 85-90 %	> 90 %
Frauen	70-80 %	> 80-85 %	> 85-90 %	> 90 %
Männer	60-70 %	> 70-80 %	> 80-90 %	> 90 %
Anstrengungs-empfinden	Etwas anstrengend	Anstrengend	Sehr anstrengend	Sehr, sehr anstrengend

2. Trainingssteuerung mit der Herzfrequenzvariabilität (HRV)

Im Vergleich zum Trainieren nach HFmax ermöglicht die Einbeziehung der sogenannten Herzfrequenzvariabilität (HRV) in den Trainingsablauf eine wesentlich exaktere und einfachere Festlegung der persönlichen HF-Zielzonen. Die HRV eines gesunden Menschen ist in körperlicher Ruhe und bei psycho-mentaler Entspannung am höchsten, d.h. die Periodendauer aufeinanderfolgender Herzschläge ist nicht starr, sondern variiert erheblich. Körperliche Aktivität und Stress führen zum Herzfrequenzanstieg und automatisch auch zu einer Abnahme der HRV. Bei der Analyse spezieller Parameter der HRV während körperlicher Belastung konnten finnische Wissenschaftler spezielle Herzfrequenzbereiche für das Ausdauertraining ableiten. Die Firma Polar machte diese wissenschaftlichen Zusammenhänge für den Sport nutzbar und entwickelte daraus die Bestimmung der sogenannten OwnZone[®] (OZ), aus der sich die Intensitätsbereiche für das Ausdauertraining leicht ermitteln lassen. Wichtig für die Praxis: Es müssen hierfür keine komplizierten mathematischen Analysen durchgeführt werden, vielmehr genügt die Umsetzung der HRV-basierten Vorgabe für wenige Minuten (durchschnittlich 2,5 Minuten). Der Trainingscomputer leitet den Sportler bei seiner OwnZone[®]-Ermittlung durch die einzelnen

Phasen, ein anstrengender sportartspezifischer Praxistest mit maximaler Ausbelastung entfällt. Die Berechnung der individuellen, sportart- und tagesform-abhängigen OwnZone[®] erfolgt automatisch und wird anschließend auf dem Display des Armbandempfängers angezeigt. Es lassen sich vier Intensitätsbereiche unterscheiden, die über die OwnZone[®]-Funktion des HF-Messgeräts ausgewählt werden können (produktabhängig):

- OZ Basis Grundlagenausdauertraining (GA1 bis GA 1-2)
- OZ 1 - Regenerations-, Gesundheits- und Fettstoffwechseltraining (GA 1)
- OZ 2 - Fitness- und Herzkreislauftraining (GA 1-2)
- OZ 3 - Leistungstraining im Bereich der aerob-anaeroben Schwelle (GA 2)



Je nach Zielsetzung des Trainings wählt der Sportler die entsprechende Zone aus. Das Fettstoffwechseltraining im Langzeitausdauerbereich erfolgt in der OZ 1, das intensivere GA2 - Ausdauertraining dann in der OZ 3. Bei wiederholten Messungen können die Intensitätsbereiche natürlich variieren, bedingt durch die Schwankungen der HRV. So ergeben sich im entspannten regenerierten Zustand bei der OwnZone[®] höhere HF-Werte als im gestressten Zustand.

Die OwnZone[®]-Methode ist sehr gut geeignet, ein individuelles und auch differenziertes herzfrequenzgesteuertes Training durchzuführen. Verlässt der Sportler seine Herzfrequenz-Zielzone nicht, ist eine Überforderung auch in der OZ 3 nahezu ausgeschlossen, da mit zunehmender Belastungsdauer die Geschwindigkeit aufgrund des ermüdungsbedingten Herzfrequenzanstiegs reduziert werden muss (Hottenrott & Schwesig, 2008). Fazit: OwnZone[®]-orientiertes Training ist eine ideale Methode, um im Sport nach individuellen Vorgaben effizient trainieren zu können. In einer aktuellen Trainingsstudie konnten Kiviniemi et al. (2007) zeigen, dass ein enger Zusammenhang zwischen der Trainingsbelastung und individuell normierter HRV-Parameter besteht. Sie konnten aufzeigen, dass Radsportler, die das Training nach den eigenen HRV-Werten gesteuert haben, eine höhere Leistung erzielten, als Radsportler die sich strikt an den Vorgaben des Trainingsplanes gehalten haben. Prinzipiell gilt: Bei geringer und aerober Trainingsbelastung steigt die HRV und nach mehreren intensiven Trainingsbelastungen sinkt die HRV. Eine optimale Dosis-Wirkungs-Beziehung ist folglich unter Einbeziehung der HRV möglich.

3. Trainingssteuerung nach Laufgeschwindigkeit und Schrittfrequenz

Im Leistungssport muss bekanntlich vielfältig und abwechslungsreich trainiert werden. Insofern sollte das Lauftraining nicht nur nach der Herzfrequenz, sondern auch nach der Laufgeschwindigkeit gesteuert werden. Die Geschwindigkeit kann durch das Tragen von Beschleunigungssensoren im Schuh oder auf dem Schuhspann einfach erfasst und neben der Herzfrequenz auf dem Display des Trainingscomputers angezeigt werden. Die Messgenauigkeit dieses Sensors (Polar S3) wurde in einer Vielzahl von Praxistests überprüft

und wies beim Einsatz des Trainingscomputers Polar RS800 eine mittlere Abweichung von 2,7% zur Streckenangabe des Veranstalters auf. Im Jahr 2007 validierten Jackson et al. das Polar-System. Sie stellten ebenfalls einen Messfehler von unter 3 Prozent fest. Aufgrund der relativ hohen Messgenauigkeit ist ein Training mit den Laufsensoren nach Geschwindigkeitsvorgaben gut durchführbar. Für ambitionierte Breiten- und Leistungssportler existiert damit ein zusätzliches Instrumentarium, um hier die Trainingsqualität zu verbessern.

Verbesserung der Lauffeffizienz über Schrittfrequenz-Messungen

Wie die Abbildung 2 zeigt, bestimmen Körpergröße und Laufgeschwindigkeit maßgeblich die Schrittfrequenz. Ziel eines schrittfrequenzgesteuerten Trainings ist es nun nicht, diese Zielvorgaben exakt zu erreichen, sondern durch spezielle Trainingsübungen eine variable Schrittfrequenz in Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit, des Ermüdungszustandes, des Streckenprofils zu erwerben.

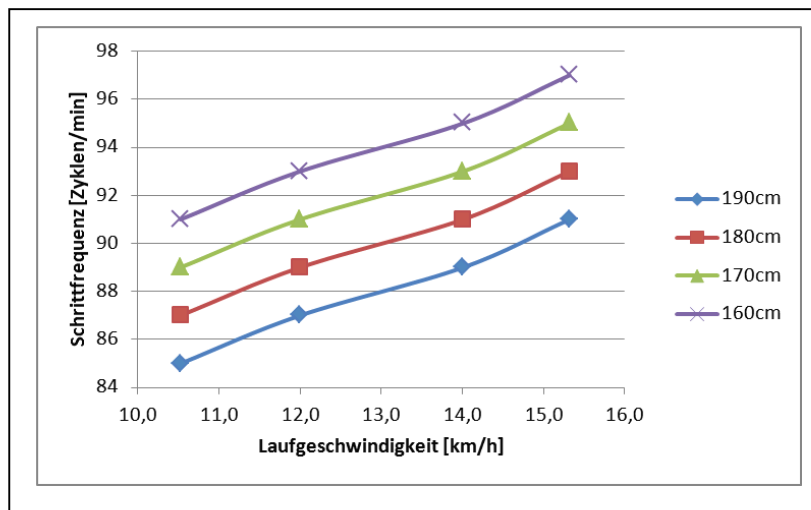


Abb. 2: Orientierungswerte für die Schrittfrequenz bei unterschiedlicher Laufgeschwindigkeit und Körpergröße.

In Verbindung mit der Herzfrequenz können spezielle Pulsgeräte daraus die Lauffeffizienz anhand eines Polar-Running-Index ermitteln. Werden die Messungen regelmäßig durchgeführt, können Veränderungen in der Laufökonomie anhand des Index aufgezeigt werden. Der Polar-Running-Index, der auf dem Display der Uhr angezeigt wird, sinkt beim unökonomischen Laufen, insbesondere bei langen, ermüdenden Läufen kann dieser deutlich abnehmen. Erfahrene Läufer mit guter Lauftechnik passen ihre Schrittfrequenz ermüdungsbedingt an das Bewegungsoptimum an.

Verletzungsprophylaxe durch kürzere Schritte

Eine Verkürzung der Schrittlänge und Erhöhung der Schrittfrequenz beim Laufen verringert die Stoßbelastungen auf den Körper. Höhere Schrittfrequenzen führen zum Vor- und Mittelfußaufsatz. Das dadurch stärker gebeugte Knie verbessert die Dämpfung (Lafortune et

al., 1996; Mercer et al., 2003). Bereits eine um 10% geringere Schrittlänge verringert die Wahrscheinlichkeit einer tibialen Stressfraktur signifikant (Edwards et al., 2009) Laufen mit ungewohnt kurzen Schritten und hoher Schrittfrequenz führt schnell zu Verspannungen in der Muskulatur und ist zunächst unökonomisch. Wer aus seine Schrittfrequenz im Laufen erhöhen möchte, sollte ein Frequenztraining in Verbindung mit den Übungen des Lauf-ABC über mehrere Wochen durchführen. Auch über das extensive und intensive Intervalltraining oder ein Hügeltraining lassen sich positive Wirkungen auf die Lauftechnik erzielen

Literatur beim Verfasser

Prof. Dr. Kuno Hottenrott

Direktor des Instituts für Leistungsdiagnostik und Gesundheitsförderung (ILUG[®])

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Selkestr. 9, Haus F

06122 Halle (Saale)

www.hottenrott.info

kuno.hottenrott@sport.uni-halle.de