

Sinn und Unsinn um Maximalpuls-Ermittlung

Von Dr. Winfried Spanaus

Seit Mitte der achtziger Jahre wird dem Läufer eine praktische Möglichkeit angeboten, seine Herzfrequenz während des Sports zu messen. Konnte er bis dahin nur während einer Laufpause Herzfrequenz oder Pulsschlag an verschiedenen Stellen des Körpers bestimmen, kann er nun während des Laufens über einen Brustgurt mit Sender sowie einem Empfänger am Handgelenk die aktuelle Herzfrequenz ablesen. Er ist in der Lage, seine Trainings- oder Wettkampftintensität hinsichtlich der Herzfrequenz unmittelbar während der Belastung zu kontrollieren und auch zu korrigieren, ohne eine Pause einlegen zu müssen.

Die Herzfrequenzmessgeräte wurden in den letzten Jahren technisch immer weiter perfektioniert. Mittlerweile sind viele Hersteller auf dem Markt vertreten und da die Preise stark gesunken sind, sieht man kaum mehr einen Ausdauerfreak ohne dieses nützliche Utensil. Während die meisten Hochleistungssportler auf Grund verschiedener Tests wie z.B. Laktatstest oder Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme exakte Angaben zu ihrer Trainingsintensität erhalten, nennen die Herzfrequenzhersteller ihren Kunden die Faustformel „220 minus Lebensalter“, an Hand derer dann die Trainingsintensität errechnet wird. Das hört sich sehr simpel an. Aber wie effizient kann ein Training auf Grundlage dieser Formel gestaltet werden?

Ein 40-jähriger Läufer müsste nach dieser Formel (220 - 40) eine maximale Herzfrequenz (Hf_{max}) von 180 Schlägen pro Minute (Schl./min) besitzen. Von diesem Ausgangswert errechnet er nun seine Intensitätsbereiche. Zum Beispiel steuert er seine Regenerationsläufe mit einer Herzfrequenz von 60-70% seiner Hf_{max} , also in einem Intervall von 108-126 Schl./min, und seine wettkampfspezifischen Tempoläufe gestaltet er mit mindestens 90% der Hf_{max} , also über 162 Schl./min.

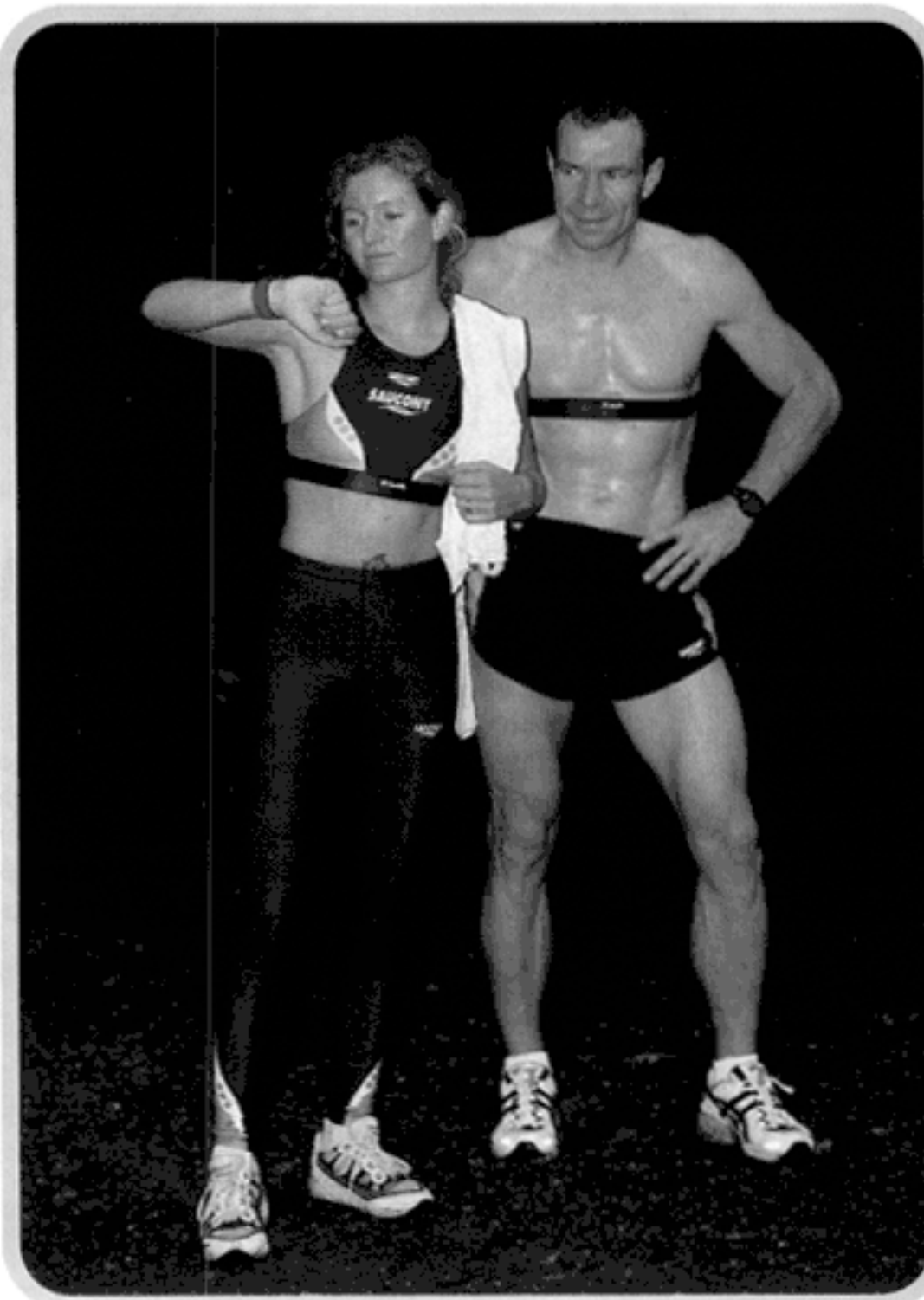
Kann Training wirklich so einfach sein? Kann jeder Sportler nur auf Grund seiner Altersangabe einen maßgeschneiderten Trainingsplan mit der exakten Herzfrequenz erstellen? Wir müssen bedenken: Eine Fehlberechnung der Hf_{max} bewirkt über die nach ihr bestimmten Trainingsintensitäten entweder eine zu niedrige oder eine zu hohe Laufgeschwindigkeit. Beides schließt aus, dass der Sportler gezielt zu einer optimalen Leistungsverbesserung gelangt.

Alte Irrtümer

Wer weiß eigentlich Genaueres über diese Formel, die in den Köpfen vieler Ausdauerathleten herumschwirrt? Wer weiß, dass Prof. Wildor Hollmann unter jeweiliger Maximalbelastung von 3-5 Minuten Dauer auf dem Fahrradergometer die im folgenden genannten

Alter	20-30 Jahre	31-40 Jahre	41-50 Jahre	51-60 Jahre	61-70 Jahre	71-80 Jahre
Hf_{max} (Schl./min)	195	189	182	170	162	145

Tabelle 1: Hf_{max} -Werte bei 3-5-minütiger Maximalbelastung auf dem Fahrradergometer (Hollmann 1963)



Laufen mit Herzfrequenzmesser wird immer populärer. Foto: Spanaus

Hf_{max} -Werte ermittelte? Siehe Tabelle 1.

In jeder Alterskategorie bestand die Gruppe aus mindestens 15 gesunden sporttreibenden Personen. Für die achte Lebensdekade standen nur sechs Männer und vier Frauen zur Verfügung. Auf Grund dieser und ähnlicher Untersuchungen auf dem Fahrradergometer wurde schließlich für Männer und Frauen die Formel zur Bestimmung der maximalen Herzfrequenz mit $220 - \text{Lebensalter}$ aufgestellt.

Fehler Nr 1: Die Herzfrequenz verhält sich in verschiedenen Sportarten unterschiedlich. Das heißt der Ausdauer-sportler muss seine Trainings- als auch Wettkampfhertzfrequenz nach der Sportart ausrichten. Er muss beim Laufen eine andere Herzfrequenz wählen als beim Radfahren, Schwimmen oder Inlineskaten. Triathlon-

Tabelle 2: Verschiedenene Formeln zur Berechnung der Hf_{max} (Spanaus 2001)

Autor	Geschlecht	Formel
Rost/Hollmann	w/m	$220 - \text{Lebensalter}$
Lagerström/Graf	w/m	$220 - \frac{1}{2} \text{ Lebensalter}$
Edwards	M	$214 - \frac{1}{2} \text{ LA} - 0,11$ (Körpergewicht in kg)
Edwards	W	$210 - \frac{1}{2} \text{ LA} - 0,11$ (Körpergewicht in kg)
Neumann	W/m	$200 - \frac{1}{2} \text{ Lebensalter}$
Neumann	W/m	$210 - 0,8 \text{ Lebensalter}$
Hills	W	$226 - \text{Lebensalter}$
Hills	M (trainiert)	$205 - \frac{1}{2} \text{ Lebensalter}$
Hills	W (trainiert)	$211 - \frac{1}{2} \text{ Lebensalter}$
Hills	M (untrainiert)	$214 - 0,8 \text{ Lebensalter}$
Hills	W (untrainiert)	$209 - 0,7 \text{ Lebensalter}$
Hills	W/m (stark übergewichtig)	$200 - 0,5 \text{ Lebensalter}$

sportler wissen, dass sie bei gleicher Intensität im Laufen eine höhere Herzfrequenz erreichen als beim Radfahren. Allgemein gilt die Regel, dass in der Sportart mit dem höheren Kräfteinsatz eine niedrigere Hf_{max} erreicht wird.

Fehler Nr 2: Hollmann zieht für seine Untersuchungen „sporttreibende Personen“ heran, sagt aber nichts aus über den Leistungsstand dieser Gruppe. Entscheidend für das Herzfrequenzverhalten ist aber auch der Grad der Trainiertheit. Fast jeder, der über einen längeren Zeitraum seine Herzfrequenzverhalten beobachtet hat, dürfte mit besserem Trainingszustand eine erniedrigte Ruheherzfrequenz oder Belastungsherzfrequenz gemessen haben.

Viele Negativerfahrungen mit der „Urformel“ führten dazu, dass neue Formeln aus dem Boden gestampft wurden. Teilweise auf Grundlage von Miniuntersuchungen, teilweise auf Eigenerfahrung beruhend. Tabelle 2 zeigt die aktuelle Übersicht über die gängigen Formeln zur Bestimmung der maximalen Herzfrequenz:

Lageström/Graf behaupten, dass die Hf_{max} eines 50-Jährigen statistisch 195 Schl./min beträgt und nicht nur 170 Schl./min. Man stelle sich einmal diesen Unterschied von 25 Schl./min zur Berechnung der Trainingsherzfrequenzen vor. Der Läufer müsste wesentlich härtere Trainingseinheiten durchführen als nach der Hollmann-Formel.

Neue Bestzeiten in Aussicht oder totale Überforderung? Hierzu muss geklärt werden, inwieweit die maximale Herzfrequenz wirklich vom Alter abhängig ist. Alle o.g. Formeln berücksichtigen mehr oder weniger stark das Alter als größten Einflußfaktor auf die Herzfrequenz.

Schon 1975 vermutete Prof. Israel., dass es eher bei untrainierten Personen zu einem Absinken der Hf_{max} kommt, während ausdauertrainierte Personen mit fortschreitendem Alter keinen bzw. nur einen sehr geringen Rückgang der Hf_{max} aufweisen. Die Verminderung der Hf_{max} könnte einen mangelnden Trainingszustand des Herzens signalisieren.

Israel glaubte, dass die Versuchspersonen Hollmanns entweder aus mangelnder Koordination oder lokaler Muskelermüdung die Tests zur Ermittlung der Hf_{max} nicht bis zur individuellen Ausbelastung des Herz-Kreislauf-Systems vorantreiben konnten. Er vermutet, dass die Ursachen für den Rückgang der Hf_{max} teilweise außerhalb des Herz-Kreislauf-Systems liegen. Die Probanden könnten den Ausbelastungstest auf dem Fahrradergometer wegen mangelnder Beinkraft abgebrochen haben. Im Prinzip – so betont er – ist der Rückgang der Hf_{max} mit zunehmendem Alter für ein funktionstüchtiges Herz untypisch und auf Unterforderung zurückzuführen. Außerdem verändert sich mit wachsendem Alter das vegetative Nervensystem. Genügend im körperlichen Höchstleistungsalter noch 20 sec, um die Hf_{max} zu erreichen, so ist beim 50-Jährigen etwa die dreifache Zeit erforderlich. Bei extensiven Maximalbelastungen können ältere Sportler, falls sie in der Lage sind, eine Langstrecke für ihre Verhältnisse schnell zu laufen, die gleichen Hf_{max} -Werte wie

Externe Faktoren	Interne Faktoren
Belastungsnormative	Veranlagung
Psychische Faktoren (z.B. Angst)	Alter
Medikamente	Trainingszustand
Klima / Wetter	Allgemeine Verfassung

Tabelle 3: Interne und externe Faktoren mit Einfluss auf die Herzfrequenz (Lageström 1985)

junge Sportler erreichen. Israel beobachtete bei 14 gut trainierten Altersläufern zwischen 61 und 69 Jahren eine Hf_{max} von 194 ± 7 Schl./min.

In der allgemein anerkannten Tabelle 3 sind die Faktoren aufgelistet, die Auswirkungen auf die Herzfrequenz haben und die sowohl beim praktischen Einsatz der Ausbelastungstests als auch bei dem hieraus abgeleiteten herzfrequenzgesteuerten Training immer berücksichtigt werden müssen.

Unter diesem Hintergrund und den oben gestellten Fragen wurde im Sportinstitut der Universität Düsseldorf eine größere Untersuchung an Langläufern aller Altersklassen durchgeführt, die alle in der Lage waren, 10 km zu laufen, und mindestens dreimal pro Woche trainierten. Insgesamt wurden 2.500 Ausbelastungstests zur Bestimmung der maximalen Herzfrequenz beim Laufen durchgeführt. Das Ergebnis waren Hf_{max} -Werte, die höher waren als nach Hollmann und vielen anderen Formeln. Die sich daraus ergebende Tabelle 4 zeigt, wie die Steuerung der Trainingsintensität im Falle von trainierten Langläufern bei der Orientierung an fünf gängigen Formeln zur Errechnung der Hf_{max} jeweils zu bewerten ist.

Die durchgeführten Tests belegen, dass die „Urformel“ $220 - \text{Lebensalter} = Hf_{max}$ ebenso wie die beiden Formeln: $200 - 1/2 \text{ Lebensalter} = Hf_{max}$ bzw. $210 - 0,8 \text{ Lebensalter} = Hf_{max}$ für den trainierten Langläufer einen zu niedrigen Ausgangswert ergeben, von dem prozentual die Herzfrequenzintervalle zur Trainingssteuerung abgeleitet werden. Eine Orientierung an den oben genannten Formeln kann durchaus der Gesundheit dienen, indem so ein zu schnelles Trainingstempo verhindert wird. Fraglich ist aber, ob dann die Intensität der Trainingsreize

in einem angemessenen Verhältnis zur gewünschten Leistungsverbesserung steht. Demnach würde sich ein Training mit höheren Herzfrequenzen empfehlen. Aber Achtung: was die Orientierung an der Formel $220 - 1/2 \text{ Lebensalter} = Hf_{max}$ betrifft, so birgt ein Lauftraining auf dieser Grundlage die Gefahr einer ständigen Überforderung, weil durch zu hohe Herzfrequenzvorgaben zu schnell gelaufen wird.

Eine Formel kann niemals für jeden Läufer gelten! Bestimmt gibt es den einen oder anderen Läufer, der mittels einer Formel seine optimale Herzfrequenz errechnen konnte. Aber kann eine Formel überhaupt jedem Läufer gerecht werden? Vergleichen wir einmal Dieter Baumann und Stephane Franke miteinander. Bei gleicher Dauerlaufgeschwindigkeit schwabte Dieters Herzfrequenz bis zu 20 Schl./min über der von Stephane und der letztgenannte ist auch nur ein Jahr älter als der erste.

Ebenso wurde bei den durchgeführten Tests eine Streuung von bis zu 10 Schl./min ermittelt, so dass die Differenz der Hf_{max} bei zwei gleichaltrigen Langläufern formelmäßig errechnet immer noch 20 Schl./min betragen kann. Mit dieser Differenz darf sich ein herzfrequenzorientierter Langläufer im Hinblick auf sein Training nicht zufriedengeben. Außerdem werden in der Formel keine intraindividuellen Veränderungen durch Training, Lebensweise, äußere Einflüsse etc. berücksichtigt. Hieraus ergibt sich die Forderung, dass der Langläufer für ein effizientes, herzfrequenzgesteuertes Training seine Hf_{max} regelmäßig in einem **praktischen Ausbelastungstest** ermitteln sollte.

Hierüber folgt ein ausführlicher Bericht in der nächsten Ausgabe (siehe auch Beitrag Long Jog als Eckpfeiler des Trainings in SPIRIDON 10/01, Seite 32).

Herzfrequenz-Formel:	Sportler:	Alter:	Trainingsintensität durch Herzfrequenzsteuerung:
$220 - \text{Lebensalter} = Hf_{max}$	Männer/Frauen trainiert	ab 20 Jahre	zu niedrig
$220 - 1/2 \text{ Lebensalter} = Hf_{max}$	Männer/Frauen trainiert	ab 20 Jahre	zu hoch
$226 - \text{Lebensalter} = Hf_{max}$	Männer/Frauen trainiert	ab 20 Jahre	am ehesten angemessen
$210 - 0,8 \text{ Lebensalter} = Hf_{max}$	Männer/Frauen trainiert	ab 20 Jahre	zu niedrig
$200 - 1/2 \text{ Lebensalter} = Hf_{max}$	Männer/Frauen trainiert	ab 20 Jahre	zu niedrig

Tabelle 4: Steuerung der Trainingsintensität nach ausgewählten Herzfrequenzformeln (Spanaus 2001)