

Das ideale Laufprofil - Wunsch und Wirklichkeit

von Heinz Werntges¹

Zweifel vor dem Ziel

Kilometer 40 - endlich! Die magische Marke. Ab hier sollte der "Nachbrenner" zünden, sollten die Anfeuerungen durch eine begeisterte Zuschauermenge uns Läufer wiederbeleben und wie von selbst ins nahe Ziel tragen. Jedoch - von Aufleben keine Spur: Nie war der Ku'damm länger wie heute! Habe ich diesmal den Bogen überspannt?

Dabei verlief dieser Berlin-Marathon 2001 anfangs so gut. Zwischen km 20 und 25 erlebte ich sogar ein ausgesprochenes "High", das kenne ich sonst gar nicht. Selbst bei knapp 30 km und mit satten 2,5 min Vorsprung vor meiner Richtzeit glaubte ich noch, heute könnte mir gar nichts passieren. War das Herauslaufen des Vorsprungs vielleicht doch ein Fehler?

Mein Blick hat sich auf die paar Meter Raum vor meinen Schritten verengt - Tunnelsicht. Richtig peinlich gegenüber den Zuschauern, dass ich ihre Ermunterungen und ihre Begeisterung nicht einmal mehr mit ein paar Blickkontakten danken kann. Das Gehirn arbeitet wohl auch schon auf Sparflamme - Rechnen mit Zwischenzeiten mag es nicht mehr. Mir bleibt nur ein dumpfes Gefühl, kläglicher Rest aus klareren Momenten, dass es noch reichen kann für mein großes Ziel dieses Jahres - endlich wieder die 3-Stunden-"Grenze" zu unterbieten. Jetzt bloß keine Selbstzweifel mehr.

Ein Streckensprecher bittet die Zuschauer freundlich, die Läufer nicht zu behindern, denn die hätten jetzt schon 40 km in den Beinen und nicht mehr viel nachzulegen. Wie wahr! Der einmal eingeprägte Laufrhythmus vermittelt mir die Trägheit eines Öltankers: Bremsen, ausweichen - völlig undenkbar, vielleicht morgen wieder. Beschleunigen allerdings auch, von der Mobilisierung letzter Kräfte keine Spur. Meine Waden sprechen eine klare Sprache: Treibst du uns jetzt noch an, rächen wir uns mit Krämpfen. Also lieber: Tempo halten, mental mit den letzten Durchhalteparolen die Selbstzweifel verscheuchen, den dahinschmelzenden Vorsprung ins Ziel retten.

Wo ist nur die 41km-Marke? Ach egal, du kennst doch die Strecke, ist doch schon dein fünfter Start hier in Berlin. Aber warum muss ausgerechnet diesmal das Ziel von der Gedächtniskirche weiter zum KaDeWe verlegt worden sein? Ja, ja, das wußten wir alle schon am Start - außer vielleicht meine Beine. Die wollen einfach nicht mehr. Mit der Aussicht auf eine Massage im Ziel kann ich sie ein letztes Mal besänftigen.

Da - der Zielbogen. Die Zeit scheint zu reichen! Trifft sich gut, es ginge auch keine Sekunde schneller mehr. Schaffe ich's noch vor Ablauf dieser Minute? Zu knapp: Am Ziel mit 2:59:05. 2:58 sieht einfach besser aus, bei 2:59 denken nachher alle, das wäre ja gerade noch mal gut gegangen. Ach, völlig wurscht - ich hab's im dritten Anlauf geschafft, wieder unter 3 Stunden zu kommen und damit als M40-Läufer an meine "besseren Zeiten" vor über 10 Jahren angeschlossen. Wer glückliche Menschen sehen möchte, möge jetzt herschauen. Wir strahlen uns an! Offenbar ging es vielen so wie mir.

Am Ende der Fahnenstange?

Wie schnell sich das Gehirn doch erholt, daran sollten sich die Beine mal ein Beispiel nehmen. Schon nach wenigen Minuten in Ziel nimmt es den Normalbetrieb wieder auf - und formuliert im Selbstgespräch Fragen: Ging es wirklich vielen so wie mir? Welche Traumzeiten hatten wohl die anderen Läufer? Setzten sie auch so viel daran wie ich, "ihre" Marken zu unterbieten? Hätte ich / hätten wir alle mein/unser Ziel vielleicht mit weniger Quälerei erreichen können? Oder mit gleichem Aufwand ein noch besseres Ergebnis? War das jetzt mein Limit? Hätte ich lieber keinen Vorsprung

¹ Dr. Heinz Werntges, Schwalbach/Ts (hww@werntges-online.de)

herausgelaufen und dafür mehr Reserven für die letzten 5 km gehabt, oder wäre ich ähnlich eingebrochen und hätte meine Traummarke verpaßt?

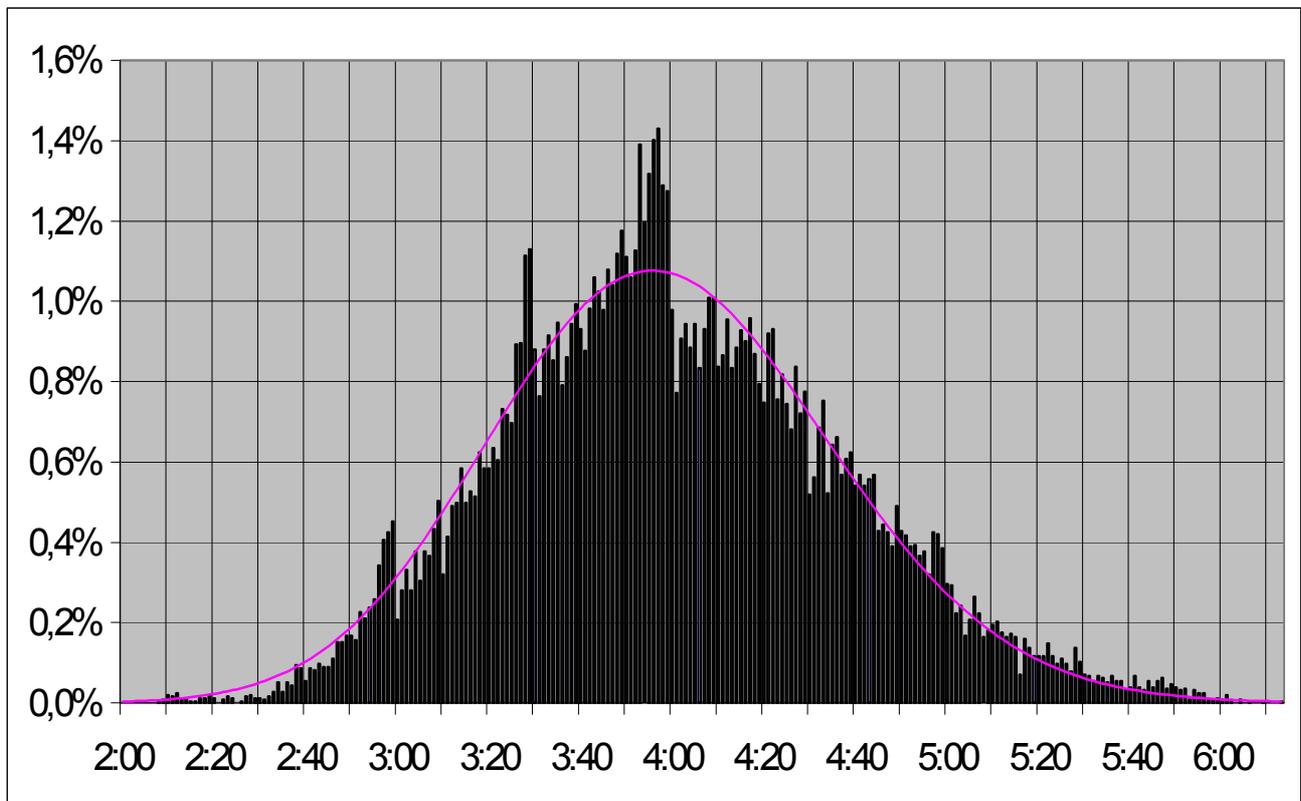
Mal ehrlich: Wer läuft schon streng nach Uhr und damit den Marathon mit konstanter Geschwindigkeit? Auch wenn diese goldene Regel immer wieder empfohlen wird - ich hielt es schon immer mit folgender Variante: Richtzeit immer im Auge, aber während der ersten 25 - 30 km ein Sicherheitspolster herauslaufen - und dann möglichst viel davon ins Ziel retten. Wenn etwas übrig bleibt, bin ich schneller als mit der sturen Richtzeit. Nur übertreiben darf man es nicht...

Wie sieht denn nun das ideale Marathon-Laufprofil aus, also die Verteilung der Laufgeschwindigkeit über die Strecke? Konstant, also flach wie ein Brett? Gar abfallend - es soll ja Leute geben, die die zweite Hälfte schneller als die erste zurücklegen. Oder kommt eher meine Strategie "Kalkulierter Einbruch" dem Ideal näher: Die ersten 25 - 30 km schneller als bei flachem Profil, den Rest so gut es geht durchhalten. Nachteil: Wer dabei sein Blatt überreizt, muß es bitter büßen (alles schon erlebt...).

Bei nur einem Marathon pro Jahr, der an die Leistungsgrenze geht, experimentiert man nicht gern. Vielleicht hilft aber ein Blick auf das Laufverhalten der anderen. Dazu ist der Berlin-Marathon ideal: Eine riesige Teilnehmerzahl, komplette Zwischenzeitenmessung alle 5 km sowie beim Halbmarathon, alle Daten im Computer - beste Grundlagen für Statistiker. Ich bin zwar keiner, aber für ein paar Grundübungen sollte mein Physikstudium noch reichen. Hier erst mal ein herzliches Dankeschön an die Veranstalter des Berlin-Marathon: Sie stellten mir eine (vorläufige) anonymisierte Ergebnisliste für die folgenden Auswertungen zur Verfügung.

Traumziele: Einmal unter ... kommen!

Zunächst zum Zieleinlauf: Abbildung 1 zeigt ein Histogramm des Einlaufs mit hoher zeitlicher Auflösung, nämlich für jede Laufminute den Prozentsatz der in dieser Minute eingetroffenen Finisher.

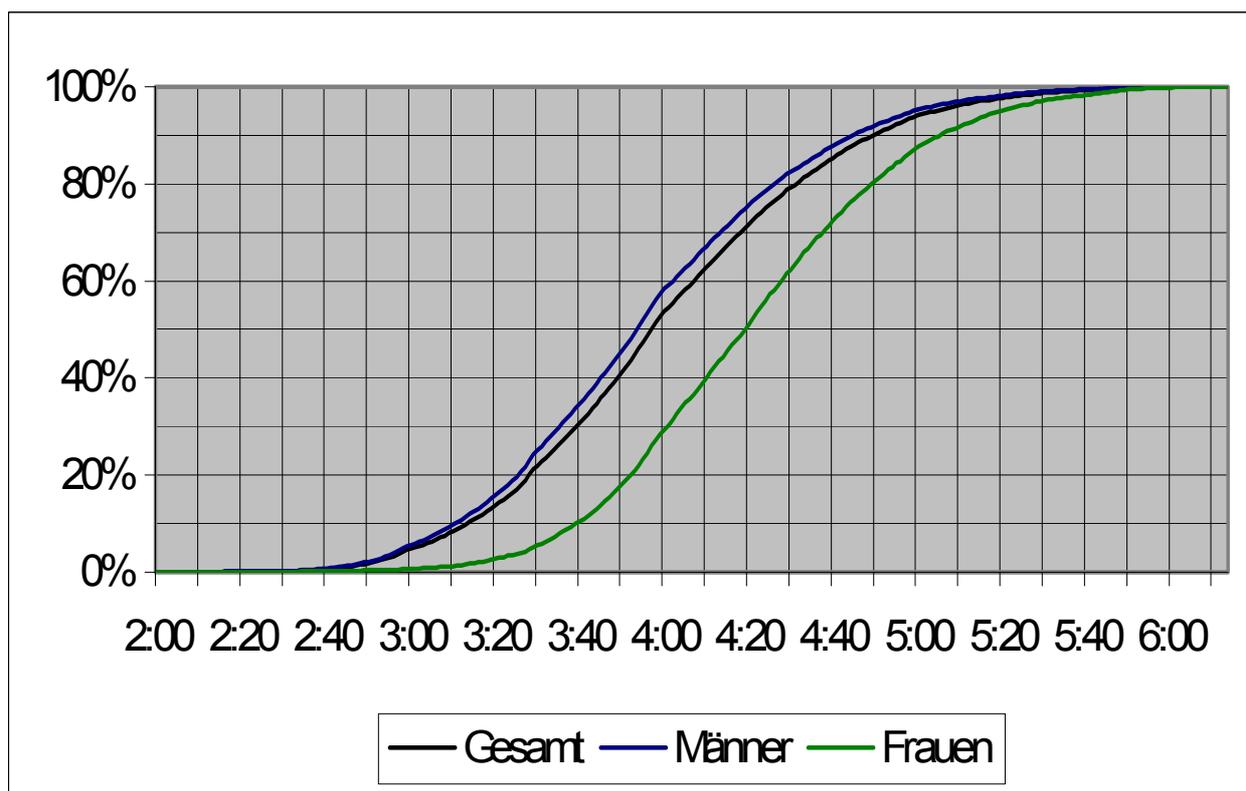


Trotz der hohen Teilnehmerzahl - der Spitzenwert des Diagramms entspricht immerhin über 370 Läufern in einer Minute - ist die Verteilung alles andere als glatt. Beim Vergleich mit einer eingezeichneten glatten Verteilung (rote Kurve, für Experten: angepasste Poisson-Verteilung) stechen gleich die Traum-Marken hervor: 3:00, 3:30, und natürlich 4:00 Stunden werden offenbar von vielen

Läufern als besondere Herausforderungen empfunden, mit Abstrichen auch noch 5:00 Stunden; bei anderen Marken muß man schon genauer hinsehen. Bedenkt man die geringere Teilnehmerzahl bei 3:00 Std., so ist die dortige relative Abweichung von der glatten Verteilung sogar die höchste. Anscheinend war ich mit meinem Traumziel 2:59 in guter Gesellschaft!

Wann hat's die erste Hälfte geschafft?

Einmal auf den Geschmack gekommen, fallen einem schnell weitere Fragen an die Statistik ein, die man immer schon mal gerne klären wollte, etwa: Wie ist denn meine relative Platzierung, oder allgemeiner: Wann sind wieviel Prozent der Teilnehmer im Ziel? Sicher beantworten das die üblichen Ergebnislisten, aber besser ist da ein Bild mit der aufsummierenden Darstellung (integrierte Verteilung) der Finisher wie in Abb. 2:



Die schwarze Kurve entspricht der Gesamtwertung. Die blaue Kurve der Männer liegt dicht an der Gesamtkurve, weil der Frauenanteil nur 16% betrug, was die Männer in der Gesamtbilanz betont.

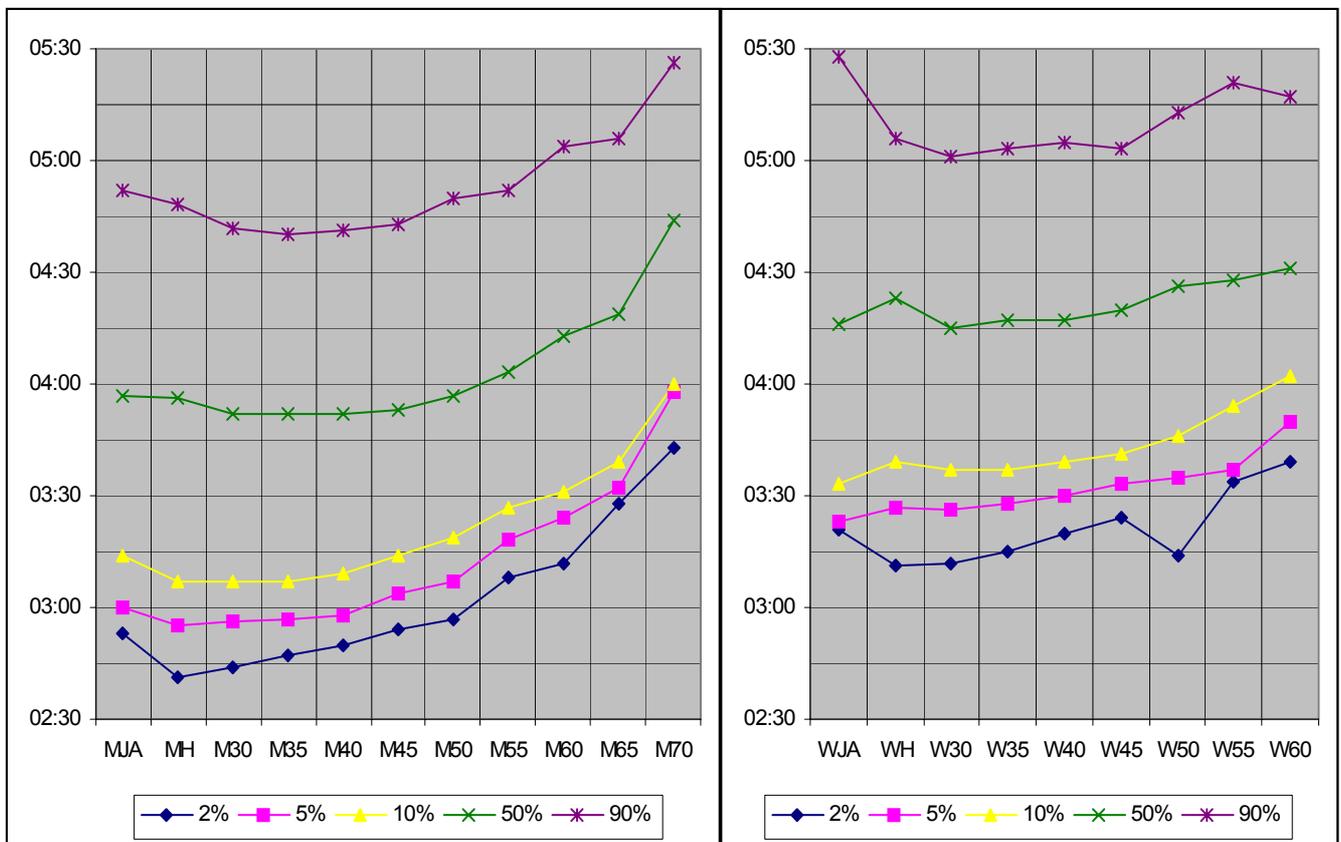
Verblüffend: Nimmt man den 50%-Punkt der Frauen (4:20 Std.) und zieht 10% ab, erhält man mit 3:54 Std. genau den 50%-Punkt der Männer! Eine 10%-Regel für den Leistungsunterschied zwischen Frauen und Männern zitierte jüngst noch Herbert Steffny bei seiner TV-Kommentierung des Frankfurt-Marathons - aber im Zusammenhang mit der Leistungs-Elite. Diese Regel scheint wohl auch für den "Breitensport" gültig zu sein.

Apropos Breitensport: Mit meinen 2:59 zähle ich zu den ersten ca. 5% des Feldes. Das war mal anders: Beim Höchst-Marathon 1983, einem der damals größten deutschen Stadt-Marathons, hätte mich dieses Ergebnis gerade mal unter die ersten 25% gebracht! Mit 3:22 (statt heute 3:57) war der 50%-Punkt der Gesamtwertung viel leistungsbetonter - von "Breitensport Marathon" war damals noch kaum die Rede. Besonders erfreulich: Die Frauenquote stieg von damals 7% auf mehr als das Doppelte, nämlich 16%.

Alter und Leistungsvermögen

Mit fast 42 Jahren war ich gerade mal 11 Minuten langsamer als bei meinem besten Lauf in Höchst vor 18 Jahren. Das ist eine feine Sache beim Marathon: In welchem anderen Sport kann man schon sein Leistungsniveau so lange annähernd halten? Dabei trainiere ich nicht mehr als früher. Doch halt: Ist das überhaupt typisch, oder habe ich nur Glück? Noch wichtiger: Wie lange kann ich noch auf gute Zeiten hoffen, wann geht's rascher "bergab"? Wie lange kann ich mir mit dem Laufen noch die Illusion ewiger Jugend bewahren?

Aufschluß ergäben die nach Altersklassen getrennten integrierten Verteilungen der Finisher-Zeiten. Diese ergeben eine nette Kurvenschar, die genauso aufschlussreich wie verwirrend sein kann. Lieber zeige ich Ihnen hier ein paar Schnitte durch diese Vielfalt, und zwar die Zeiten, zu denen die ersten 2%, 5%, 10%, 50% und 90% der jeweiligen Altersklassen der Männer (Abb. 3a, links) und Frauen (Abb. 3b, rechts) eintrafen:



Zunächst zu den Männern. Das Bild bestätigt viele Faustregeln. MJA läuft den Älteren hinterher - Marathon ist eher etwas für die reiferen Jahrgänge. Erstaunlich: Die Hauptklasse MH ist den älteren Jahrgängen nur bei den Spitzenzeiten überlegen, da aber deutlich. Im Breitensport-Bereich (50%- und 90%-Kurven) liegen die Klassen M30 bis M45 in etwa gleich auf - und deutlich vor den Jungen. Ob sich hier Routine und Beherrschung gegen jugendliches Ungestüm durchsetzen?

Offensichtlich sind Spitzenleistungen Sache der Jungen: Je anspruchsvoller das Ziel, desto stärker der Abfall mit dem Alter. Bei der 2%-Linie scheinen die Leistungen sogar linear um ca. 3 Minuten pro Altersklasse bis hin zu M50 abzunehmen. In der 5%- und 10%-Gruppe verläuft dieser Trend flacher und setzt später ein. Ab ca. 50 Jahren geht's auch bei den Breitensportlern nicht mehr so schnell wie früher, und ab dem klassischen Rentenalter wird's für alle erheblich langsamer.

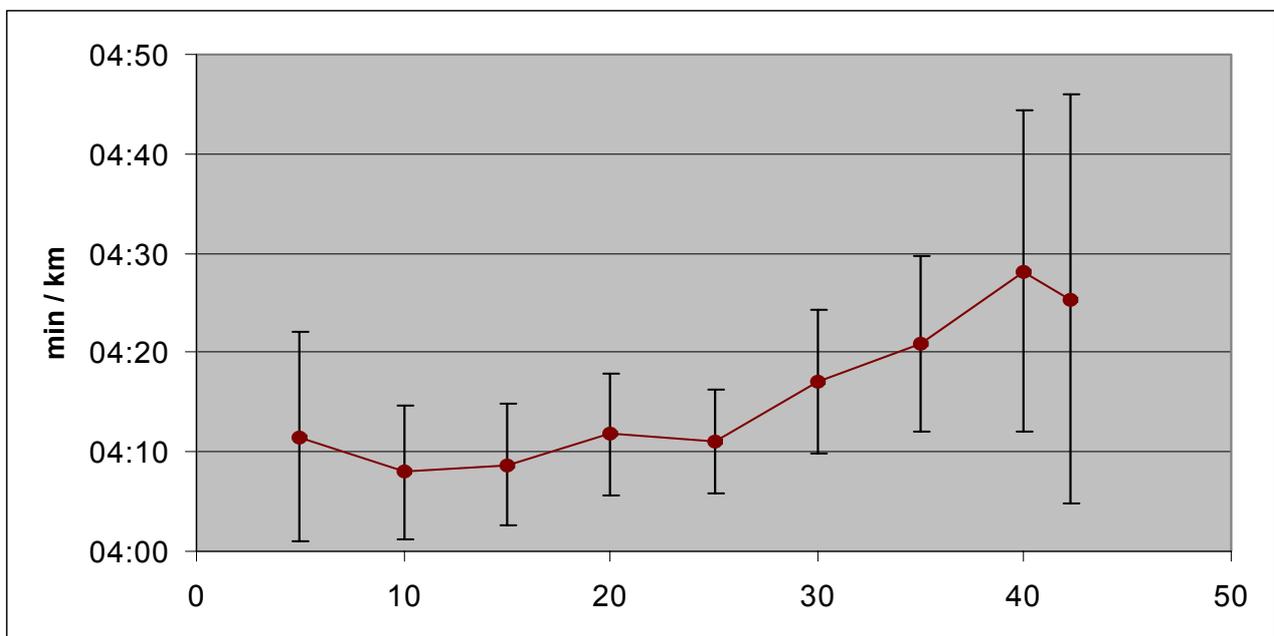
Bei den Frauen sieht's ähnlich aus, nur reicht da die Zahl der Teilnehmerinnen in einigen Altersklassen nicht mehr für eine Trendaussage, da Einzelleistungen schon den Kurvenverlauf bestimmen. Bei W65 und W70 sind keine sinnvollen Aussagen mehr möglich, weshalb sie hier fehlen. WJA sowie generell die 2%-Kurve sollten wegen der geringen Absolutzahlen nur mit Vorsicht gedeutet werden.

Für meinesgleichen hat das Bild ernüchternde Nachrichten parat: Meine 5%-Gruppe hat zwischen MH und M40 gerade mal 3 Minuten eingebüßt, ich dagegen ganze 11. Da kann ich nur hoffen, daß dies nicht an mir, sondern an der heute weniger leistungsorientierten Zusammensetzung des Gesamtfeldes liegt. Außerdem sollte ich mich allmählich auf schlechtere Zeiten gefaßt machen - bei M45 knickt die 5%-Kurve erstmals deutlich ab...

Und die Laufprofile?

So weit der Ist-Stand und die Langzeit-Aussichten. Wenn die Kräfte allmählich schwinden, wird die Frage nach ihrer effizienten Nutzung umso wichtiger, also zurück zur Suche nach dem optimalen Laufprofil. Dank der detaillierten Messungen der Zwischenzeiten während des Berlin-Marathons läßt sich das Profil jedes Teilnehmers schnell ermitteln. Nur - was nützt mir das auf der Suche nach dem Idealfall? Bei näherer Betrachtung der Daten stellt man erst mal eine große Streuung an Laufprofilen fest.

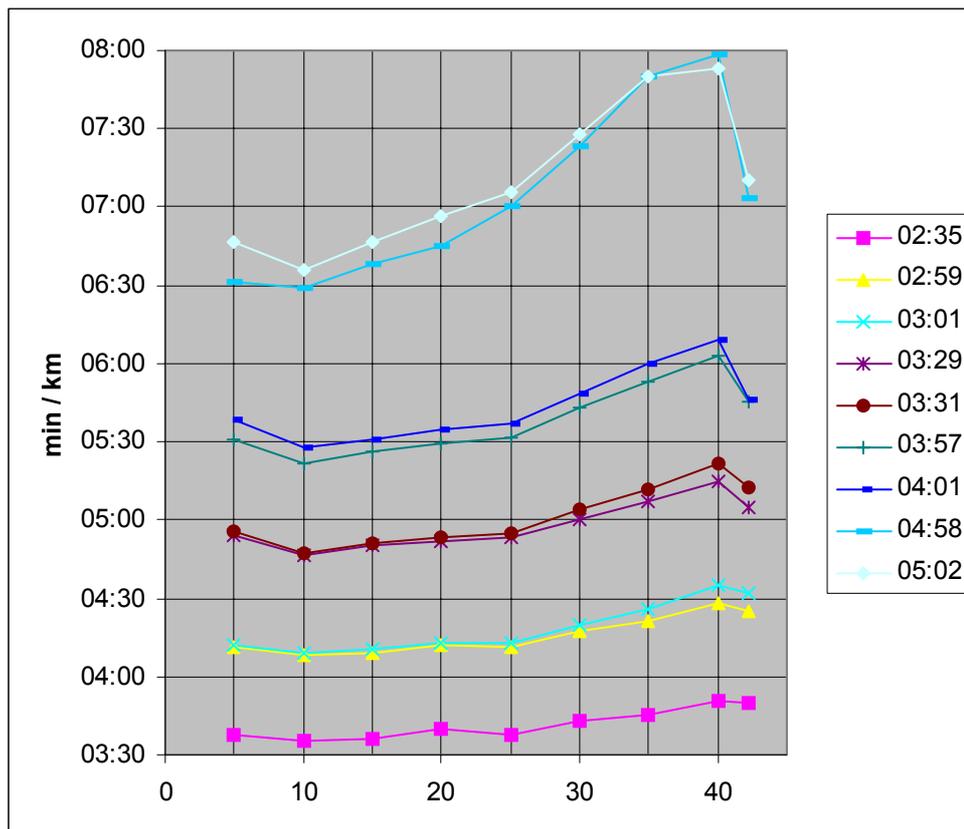
Wahrscheinlich geht es Ihnen ähnlich wie mir und Sie messen unterwegs Ihre Geschwindigkeit in Minuten pro km. Nutzen wir nun das Gesetz der großen Zahl und mitteln die in den 5km-Intervallen gelaufenen km-Schnitte. Dank des großen Läuferfeldes haben wir dazu (außer an den Rändern des Finisher-Histogramms) für die Mittelung selbst über nur eine Minute eine brauchbare Zahl an Teilnehmern zur Verfügung. Abb. 4 zeigt nun das Laufprofil meiner Gruppe (2:59 Std. Gesamtzeit): Die senkrechten Striche sind die Fehlerbalken, ein Maß für die Streuung der Werte. Die Einzelprofile weichen offenbar auf den ersten 5 km und besonders ab km 35 stark voneinander ab, dazwischen liegt die "ruhige" Zone des Laufs.



Trotz der starken Streuungen ergibt die Kurve durch die Mittelwerte ein sehr plausibles Profil: Auf den ersten 5 km muß man sich erst mal freilaufen und seinen Rhythmus finden, der sich dann bis etwa km 25 halten läßt. Dann setzt Ermüdung ein und verschlechtert bei der Mehrheit die Zeiten zunehmend. Der berühmte "Mann mit dem Hammer" scheint demnach eher schon nach km 25 zu lauern; nach km 35 hat er dann noch einen "Nachschlag" parat. Mit Erreichen von km 40 können aber die meisten noch Kräfte mobilisieren und dem nun nahen Ziel wieder etwas schneller zueilen, auch wenn dann nicht mehr viel zu retten ist.

Gut, das kommt mir sehr bekannt vor: Meine Methode "kontrollierter Einbruch" ist wohl weit verbreitet! Aber ist sie damit auch richtig? Schauen wir dazu einmal die mittleren Laufprofile jeweils kurz vor und nach den beliebtesten Häufungspunkten des Zieleinlaufs an. Die wenigen Minuten Unterschied sollten nicht viel im Gesamtverlauf der Profile ändern - aber vielleicht haben ja die Läufer ein im Schnitt "besseres" Laufprofil, die ihre Traummarke erreicht haben, als jene, die sie knapp (und vielleicht hart umkämpft) verpassten?

Die folgende Abbildung 5 zeigt die gemittelten Laufprofile - diesmal ohne Fehlerbalken - jeweils kurz vor und nach den wichtigsten Häufungspunkten des Einlaufs, sowie zum Vergleich eine Kurve von 23 Spitzenläufern bei 2:35 Stunden (noch bessere Zeiten ließen sich wegen zu geringer Zahlen nicht mehr mitteln):



Die Spitzengruppe weist das flachste Profil auf, hält im Schnitt also ihr Tempo sehr gut. Auch hier gibt es aber die Ermüdung gegen Ende - Methode "kontrollierter Einbruch" lässt grüßen. Insgesamt aber: Beindruckend konstant.

Das Kurvenpaar darüber mit Endzeit um 3:00 Std. zeigt tatsächlich den vermuteten Effekt: Wer die Traummarke mit 3:01 knapp verpasste, büßte die Zeit gegenüber der nur wenig schnelleren Vergleichsgruppe bei 2:59 i.w. im letzten Drittel der Strecke ein. Bei den 3:30-Läufern sieht's ganz ähnlich aus, nur dass diese offenbar nach dem Start mehr Zeit verlieren und auf den letzten zwei km noch mehr Reserven mobilisieren.

Interessanterweise wendet sich das Blatt bei den 4-Stunden-Läufern: Die praktisch parallelen Profile der 3:57- wie der 4:01-Std.-Gruppen zeigen einen gleichmäßigen Zeitverlust der zweiten Gruppe über die gesamte Strecke. Beide Gruppen brechen etwa gleich stark ein. Hier liegt die Vermutung nahe, dass dieses besonders teilnehmerstarke Feld den Lauf nicht so fixiert auf ein "Wunschziel: unter 4:00 Stunden" absolviert, sondern erst bei km 40 die Wunschmarke in Reichweite sieht, um dann nochmal richtig "aufzudrehen".

Bei den 5-Stunden-Läufern setzt sich dieser Trend fort. So gewaltig und früh der Einbruch, so erstaunlich das Spurtvermögen dieser Gruppe gegen Ende des Laufs. Hier steht "Ankommen" im Vordergrund und kein Jagen von Bestzeiten. Wenn dann eine magische Marke wie 5:00 in

Reichweite kommt - oder auch nur das nahe Ziel lockt - erwachen nochmal ungeahnte Kräfte: Diese Gruppe läuft als einzige gegen Ende wieder annähernd so schnell wie zwischen 25 und 30 km. Der besonders frühe Einbruch deutet zudem auf ein zu schnelles Anfangstempo hin. Diese Gruppe erliegt der Euphorie des Starts wohl besonders leicht.

Längsschnitt

Gut, es gibt also Indizien dafür, dass flachere Laufprofile auch bessere Ergebnisse bringen. Bloß - wie flach ist optimal? Jetzt will ich's genau wissen, und nicht nur zu ausgewählten Zeiten. Statt der unzähligen Laufprofile muss dazu ein Index her, ein quantitatives Maß für die Abweichung eines Laufprofils vom vermeintlichen Idealtyp "konstantes Tempo". Nach einigem Probieren stellte sich folgendes gewichtete Maß als besonders brauchbar heraus:

$$w_x := 1 - (t(x)/T) / (x / L) = 1 - (t(x) * L) / (x * T),$$

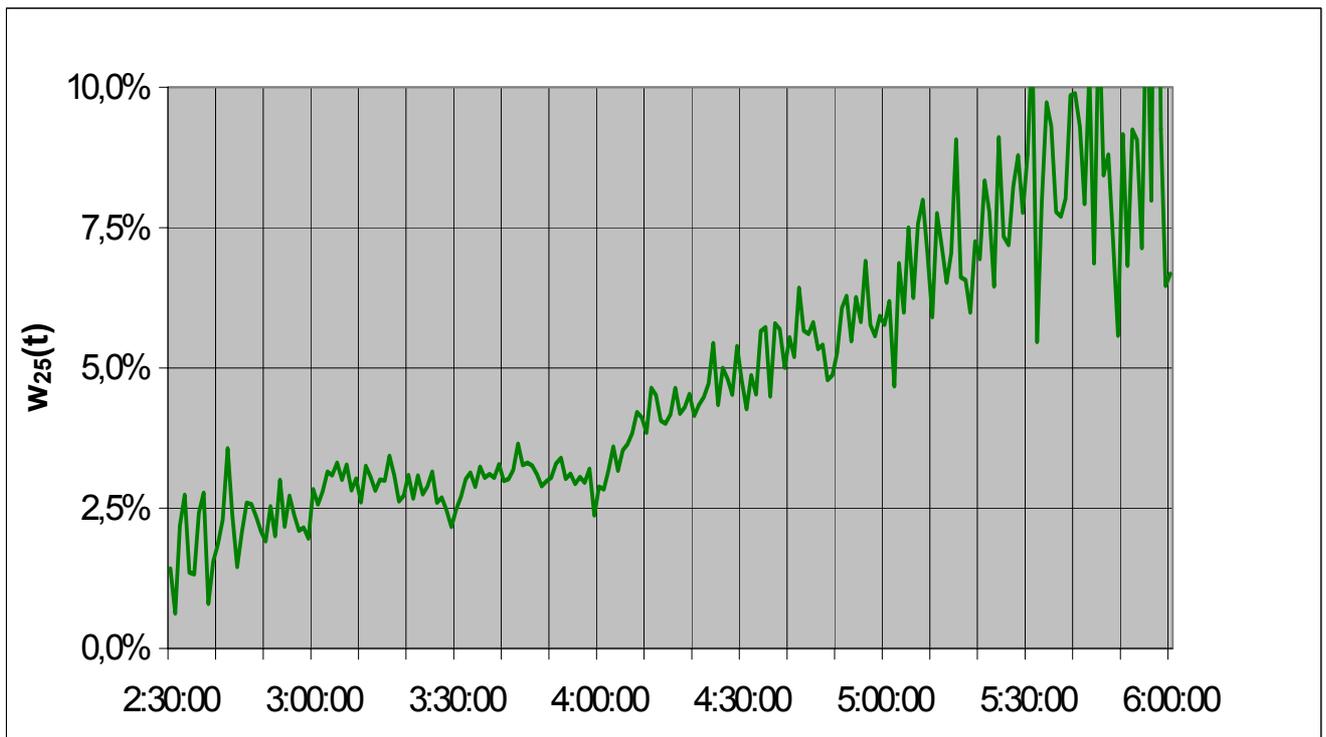
mit

L = Gesamtstrecke, T = Gesamtzeit,
 x = Aufpunkt des Index, t(x) = Zwischenzeit bei x.

Beispiel:

Ist L die Marathondistanz von M = 42,195 km und x der Halbmarathon M/2, so ergibt sich $w_{M/2} = 1 - 2 * t(M/2) / T$.

Wer den Halbmarathon also genau in der Hälfte seiner späteren Gesamtzeit läuft, hat den w-Index 0. Wer in der zweiten Hälfte einbricht, hat einen positiven w-Index, wer dann gar schneller wird, einen negativen.

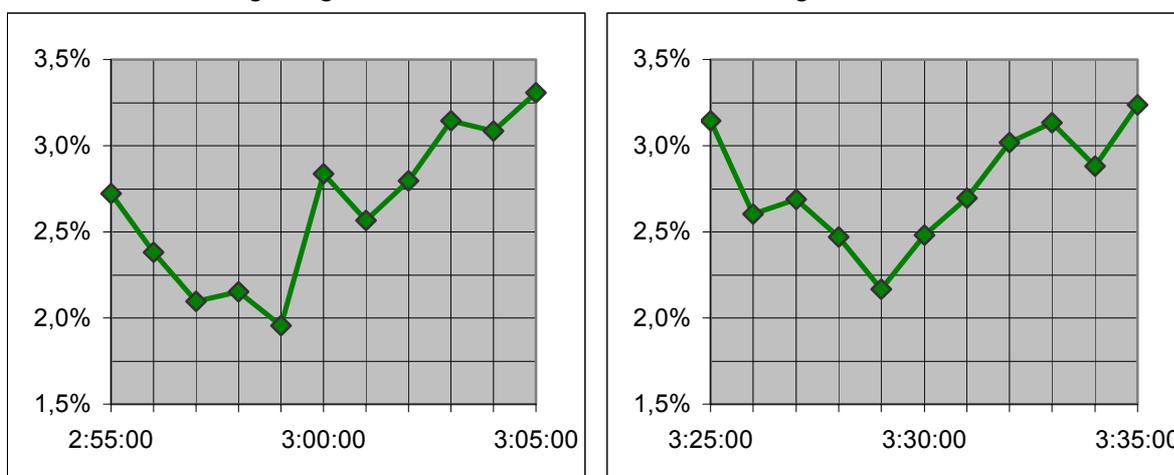


Der Aufpunkt x kann im Prinzip frei gewählt werden, x=M/2 macht das Rechnen nur besonders einfach. Es sollte möglichst die Distanz gewählt werden, nach der die ersten deutlichen Ermüdungszeichen auftreten. Für den Berlin-Marathon 2001 wählte ich x = 25km, denn wie die oben gezeigten Profile andeuten, halten die meisten Teilnehmer das Anfangstempo noch bis zu dieser Marke durch. Ferner schienen ca. 20% der Zeitmessungen am Halbmarathonpunkt durch technische Probleme verfälscht zu sein.

Nachdem der Formelkram erledigt ist, schauen wir mal, ob sich's gelohnt hat: Abbildung 6 zeigt für jede Laufminute der Zielzeiten den Mittelwert des w_{25} , wobei das Histogramm aus Abb. 1 uns ungefähr die Zahl der in die Mittelungen eingehenden Finisher mitteilt. Au weia, die Kurve schwankt ja enorm! Darin kommt die große Streuung der individuellen w -Indizes zum Ausdruck. Die (hier nicht gezeigte) Standardabweichung ist in der Tat ähnlich hoch wie typische Werte des w -Index und wird auch bei Mittelung über sehr viele Finisher kaum kleiner.

Immerhin - ein paar Trends lassen sich erkennen: Der w -Index ist bei Zeiten unter 3:00 Stunden tendenziell am besten, aber selbst da liegt er im Schnitt deutlich im positiven Bereich. Zwischen 3:00 und 4:00 Stunden Laufzeit scheint er in etwa konstant bei ca 3 % zu liegen, danach steigt er offenbar systematisch um vielleicht 3%-Punkte pro weiterer Stunde Laufzeit an.

Und wie steht's nun mit der Theorie, nach der die Finisher mit Zeiten kurz unter den magischen Grenzen von 3:00 bzw. 3:30 Std. sich durch ein deutlich flacheres Profil auszeichnen als die nur wenig später eintreffenden? In den Ausschnittsvergrößerungen von Abb. 7 a und b ist ein solcher Trend erkennbar, aber durchschlagend ist der Effekt angesichts der großen Streubreite nicht, und bei der hier nicht mehr gezeigten 4:00-Marke verebbt er auch langsam.



Was bringt's?

Mein w_{25} -Index von 2,36% ist nur etwas schlechter als der für meine Leistungsgruppe gemittelte Wert, also durchaus typisch für diese Endzeit, und deutlich besser als die ca 3%, die sich als Richtwert für Läufer zwischen 3:00 und 4:00 Stunden herausgestellt haben. Sollte ich mein Blatt damit überreizt haben - wie mögen sich dann erst die meisten anderen gefühlt haben?

Zwischen Empfehlungen von Fachleuten wie "die zweite Hälfte schneller als die erste laufen" und der hier gemessenen Wirklichkeit klafft eine Riesenlücke: Negative w_{25} -Werte treten auf, aber haben Seltenheitswert.

Macht die große Mehrheit quer durch etliche Leistungsstufen nun ständig alles falsch, oder zeigt die "Abstimmung mit den Füßen", dass es keine einfachen Regeln gibt und jeder sein optimales Laufprofil herausfinden muß - und dass dieses individuell sehr verschieden ausfallen kann?

Ehrlich gesagt, ich weiß es immer noch nicht. Die hier gezeigten Ergebnisse haben mich eher bestärkt, meine bisherige Taktik "kontrollierter Einbruch" beizubehalten - jetzt aber etwas präzisiert: Mein nächstes Ziel ist $w_{25} = 2,0\%$.

Am liebsten würde ich aber die Teilnehmer des Berlin-Marathons zu ihren Ergebnissen befragen und dann ihre Einschätzungen mit ihren w_{25} -Werten korrelieren. Sollten sich die Fälle mit sehr niedrigem Index gerade in einer Gruppe "Mit Leistung sehr zufrieden, z.B. neue persönliche Bestleistung gelaufen" häufen, könnte mich das vielleicht vom Wert des "flachen" Laufprofils überzeugen. Sollte aber eher eine Gruppe "Ich bin nicht an meine Leistungsgrenze gegangen und nur locker mitgelaufen" die Teilnehmer mit besonders niedrigem w -Index stellen, bleibe ich lieber bei meinem Erfahrungswert. Und wie steht's mit Ihnen?