Marathon laufen – Physiologie und Erlebnis

Christoph Wenzel

Inhaltsverzeichnis

Zum sportphysiologisch gezielten Training und Wettkampf im Langstreckenlauf 3

Bilder I 23

Zur Trainingssteuerung in der Praxis 24

Bilder II 34

Das Aktiv-Rezept - Gesundheitsförderung durch Langstreckenlauf 35

Bilder III 38

Viel Marathon laufen - Gesundheitscheck und Eigenverantwortung 39

Bilder IV 44

15 Jahre 100 Marathon Club 47

Bilder V 55

Marathon-Bestzeiten im 100 Marathon Club 56

Bilder VI 71

Vorhofflimmern und weitere gesundheitliche Risikofaktoren im 100 Marathon Club 72

Bilder VII 86

Leistungsfähigkeit beim Marathon im Zeitverlauf 87

Bilder VIII 100

Lauftour in der Eifel am Römerkanal 101

Bilder IX 105

1. Zermatt Marathon 106

Bilder X 112

31. GM-Hütter Null – Ein Gelb-Hemd wird Rot 113

Lauftour Harzer Hexenstieg 118

Der Autor 119

Zum sportphysiologisch gezielten Training und Wettkampf im Langstreckenlauf

1. Die Energiegewinnung im Langstreckenlauf

Für eine Beurteilung der Belastung und Beanspruchung beim Langstreckenlauf gilt - wie für alle dynamischen Arbeiten großer Muskelgruppen des Menschen - das sogenannte **Belastungs-Beanspruchungs-Konzept** (Abb. 1). Um eine bestimmte Leistung zu erbringen, ist für alle Menschen die gleiche Sauerstoffaufnahme erforderlich, wenn der Grundumsatz und der Wirkungsgrad der Muskelarbeit in dieser Betrachtung als konstant angesehen werden. Ein bestimmtes Lauftempo erfordert aber bei höherem Körpergewicht eine höhere Laufleistung in Watt - ein günstiges Verhältnis von Größe und Gewicht senkt somit die Belastung für ein gewähltes Lauftempo.

Abb. 1: Belastungs-Beanspruchungs-Konzept

Im Gegensatz zu den vorgegebenen Belastungsgrößen Leistung und Sauerstoff-Verbrauch ist die **Beanspruchung je nach** der individuellen **Leistungsfähigkeit für verschiedene Sportler unterschiedlich hoch**. Die Beanspruchung kann z.B. anhand der Herzfrequenz oder des Laktatspiegels im Blut gemessen werden. Die **individuelle Leistungsfähigkeit im Langstreckenlauf** wird ganz überwiegend durch die **Fähigkeiten zur aeroben Energiegewinnung (Sauerstoff-Überschuss) und anaeroben Energiegewinnung (Sauerstoff-Mangel)** bestimmt.

Der Energieträger ATP (Adenosintriphosphat) kann in jeder Körperzelle verwertet werden. Der ATP-Vorrat reicht in den Muskeln aber nur für einen Lauf von etwa 30 Sekunden Dauer aus und muss ständig aus anderen Energiequellen des aeroben oder

anaeroben Stoffwechsels wieder neu gewonnen werden. Anaerob steht Energie aus den sog. energiereichen Phosphaten des Muskels - neben ATP noch Kreatinphosphat KP - und über den unvollständigen Abbau von Kohlenhydraten zu Laktat (Milchsäure) zur Verfügung. Der anaerobe Stoffwechsel ist schnell für den Muskel verfügbar, erlaubt eine maximale Laufgeschwindigkeit, ist aber in seiner Kapazität mehr oder weniger stark begrenzt. Laufen in Sauerstoffschuld ist nicht sehr lange möglich.

Eine rein aerobe Energiebereitstellung ("Laufen im Sauerstoff-Gleichgewicht") über die vollständige Verbrennung von Kohlenhydraten, Fetten oder Eiweißkörpern mit Sauerstoff im Zitronensäurezyklus zu Kohlendioxid und Wasser ist nur bis zu einer bestimmten Laufgeschwindigkeit möglich. Dafür ist ihre Kapazität erheblich größer als die der anaeroben Energiegewinnung. Die energetische Stoffwechselausbeute ist mit der Gewinnung von 38 mol ATP bei der vollständigen aeroben Verbrennung eines Mol Glukose 19mal höher als beim unvollständigen anaeroben Abbau zu Laktat mit Gewinn von nur 2 mol ATP pro Mol Glukose. Wird die Laufgeschwindigkeit überschritten, bei der der Energiebedarf gerade noch vollständig aerob gedeckt werden kann, erfolgt zusätzlich zur weiterlaufenden aeroben Energiegewinnung eine anaerobe Energiebereitstellung. Bei zunehmender Anhäufung anaerober Stoffwechselprodukte (Überschreiten des sog. maximalen Laktat-Steady-State) spricht man von Arbeiten im anaeroben Bereich. Belastungen, bei denen ein Gleichgewicht zwischen Laktatproduktion und Laktatelimination bestehen, werden demgegenüber als Arbeiten im aeroben Bereich bezeichnet.

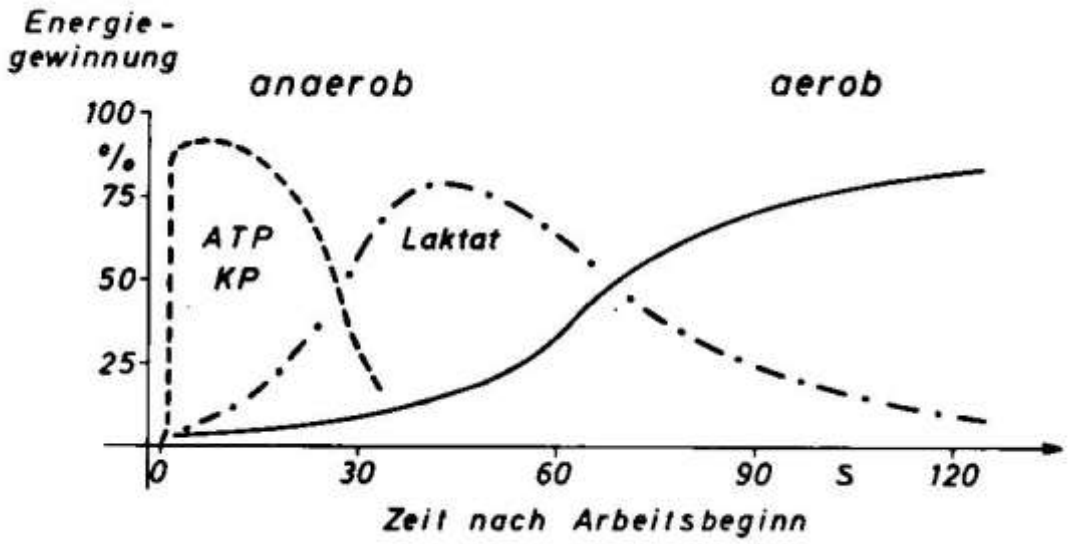


Abb. 2: Energiegewinnung zu Arbeitsbeginn

Während ein Mittelstreckenläufer im Wettkampf innerhalb weniger Minuten seine individuellen Möglichkeiten zur anaeroben Energiegewinnung ausgeschöpft hat und

die Arbeit beenden muss, kann ein Langstreckenläufer in einem langsameren Tempo über eine rein aerobe Energiebereitstellung teilweise über mehrere Stunden laufen. **Zu Beginn eines Laufes setzt die Versorgung der Muskeln mit Sauerstoff** aber **erst allmählich ein**, erst nach etwa 2 Minuten kann der Energiebedarf vollständig aerob gedeckt werden (Abb. 2). Zuvor muss im Muskel zunächst schnell verfügbare anaerobe Energie aus den Energiespeichern ATP und KP sowie einer gewissen (frühen) Laktatbildung gewonnen werden. Diese anfängliche Sauerstoffschuld tritt physiologischer Weise bei jeder Arbeit auf. Muss zusätzlich bei einem euphorisch zu schnellen Laufbeginn noch eine weitere Energiemenge anaerob über eine größere Laktatmenge gewonnen werden, sind ggf. schon nach kurzer Zeit "die Beine sauer" und ein deutlicher Tempoverlust ist vorprogrammiert. Für eine gute Leistung im Wettkampf muss daher gerade in den ersten 2 Minuten eine vorher sorgfältig geplante Anfangsgeschwindigkeit gewählt werden.

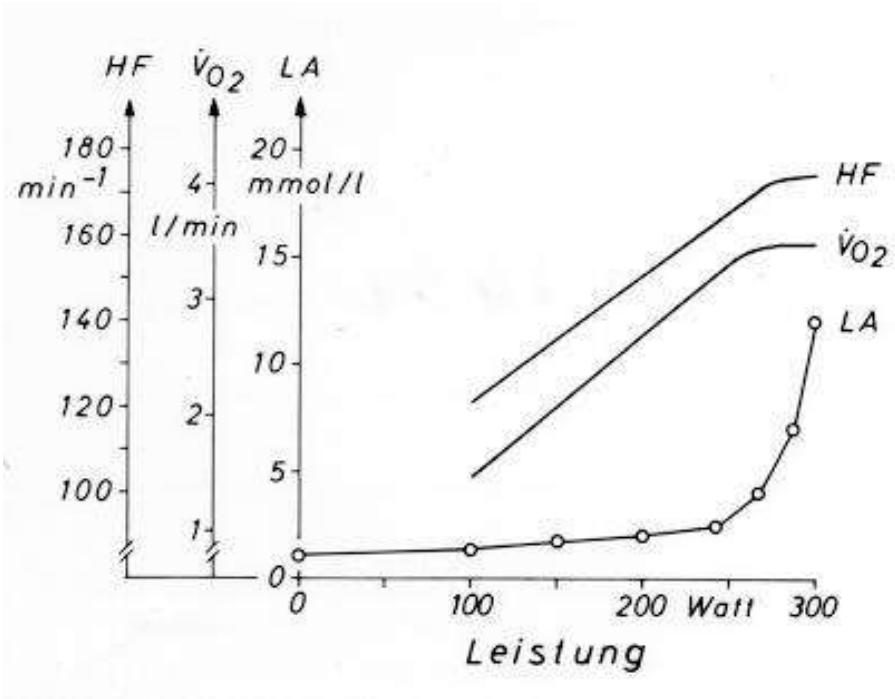


Abb. 3: Verhalten von Herzfrequenz (HF), Sauerstoffverbrauch (VO_2) und Blut-Laktat (LA) bei ansteigender Belastung

Mit ansteigender **Leistung L** zeigt sich ein linearer Anstieg der **Herzfrequenz HF** im Bereich zwischen etwa 120 und 170 Schlägen/min. für jüngere Sportler (Abb. 3). Die Anstiegssteilheit der HF/L-Kurve ist wie die Ruhe-HF individuell unterschiedlich. Im Übergangsbereich zwischen aerober und anaerober Arbeit knickt die HF/L-Kurve ab. Dieser Abknickungspunkt wird auch als "levelling off" oder als "Deflektionspunkt" bezeichnet. Die Kurve des **Sauerstoff-Verbrauch**s **VO_2** in Abhängigkeit von der Leistung verläuft ebenfalls zunächst linear, als Belastungsmaß für jeden Sportler gleich steil. Die VO_2/L-Kurve knickt im Vergleich zur HF/L-Kurve erst bei etwas höherer

Leistung ab. Mit höherer aerober Kapazität liegen die Deflektionspunkte der VO_2/L- und der HF/L-Kurve enger zusammen.

Der **Laktat**spiegel **LA** im Blut beträgt in Ruhe etwa 1 mmol/l. Bei Leistungen im aeroben Bereich erfolgt ein langsamer, jedoch zunehmender Anstieg des Laktats LA bis auf etwa 4 mmol/l. Individuell von dieser 4-mmol-Grenze abweichende "Schwellen"-Laktatwerte werden später besprochen. Im anaeroben Bereich zeigt sich schließlich ein exponentiell ansteigender Verlauf der LA/L-Kurve.

2. Die Komponenten der Leistungsfähigkeit im Langstreckenlauf

Im Langstreckenlauf wird die individuelle Leistungsfähigkeit vor allem durch die Möglichkeiten zur aeroben und anaeroben Energiegewinnung bestimmt. Hierbei sind vier Komponenten der individuellen Leistungsfähigkeit zu unterscheiden.

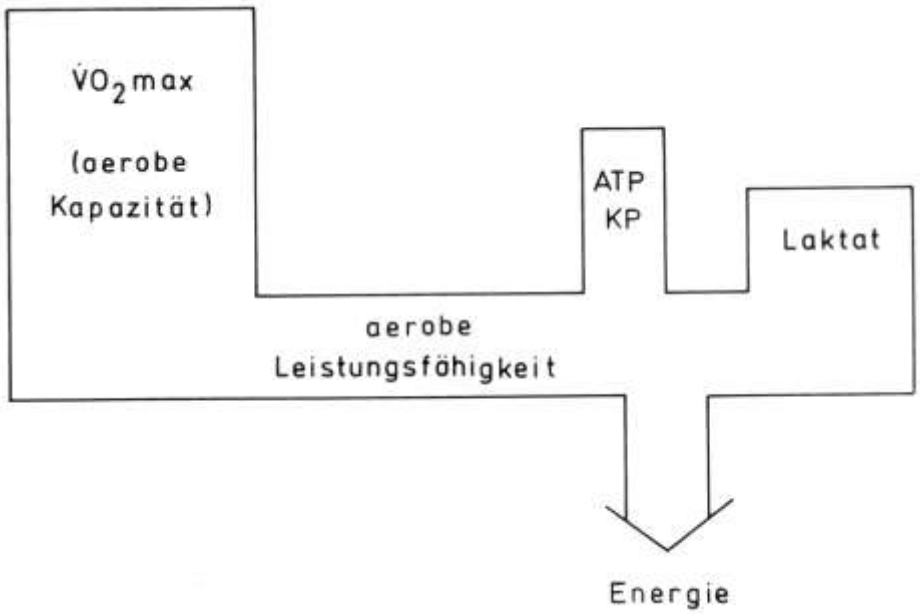


Abb. 4: Komponenten der Leistungsfähigkeit

Die **aerobe Leistungsfähigkeit** ("aerobic power") bestimmt die maximale Laufgeschwindigkeit im aeroben Bereich - d.h. ohne "Übersäuerung" (Laktatanhäufung). Sie hat als Leistung (Arbeit pro Zeit) die Einheit kJ/s.

Die **aerobe Kapazität** ("aerobic capacity" oder Ausdauer = "endurance") gibt an, wie lange eine aerobe Arbeit ausgeführt werden kann. Die aerobe Kapazität hat als Energievorrat oder als "gespeicherte" Arbeit die Einheit kJ.

Beim Laufen im Sauerstoffgleichgewicht kann eine vollständige Energiebereitstellung aus der aeroben Kapazität nur bis zu der maximalen Laufgeschwindigkeit erfolgen, die der aeroben Leistungsfähigkeit entspricht. Mehr Energie gibt die linke Hälfte der Abbildung nicht her.

Wer schneller läuft, als seiner individuellen aeroben Leistungsfähigkeit entspricht, muss zusätzliche Energie aus dem anaeroben Stoffwechsel gewinnen, auch bei hoher Ausdauer /aeroben Kapazität!

Die **anaerobe Leistungsfähigkeit** ("anaerobic power") bestimmt die maximale anaerobe Laufgeschwindigkeit und hat die Einheit kJ/s. Diese Maximalgeschwindigkeit wird biochemisch durch den Vorrat an energiereichen Phosphaten - ATP und KP - im Körper bestimmt. Das Tempo eines Maximalsprints kann nur etwa 10 - 20 Sekunden gehalten werden.

Die **anaerobe Kapazität** ("anaerobic capacity") mit der Einheit kJ gibt die mögliche Dauer einer anaeroben Arbeit an. Sie wird durch die Kapazität des Laktatstoffwechsels bestimmt. Hier erreichen Mittelstreckler die höchsten Werte, wogegen die Gruppe der Ultraläufer im Durchschnitt geringe anaerobe Kapazitäten aufweisen.

Diese vier Komponenten der individuellen Leistungsfähigkeit sind von unterschiedlicher Bedeutung für die einzelnen Wettkampfstrecken und erfordern unterschiedliche Trainingsformen. Gerade die Begriffe "aerobe Leistungsfähigkeit" und "aerobe Kapazität" werden oft nicht klar voneinander abgegrenzt. Mit Verständnis der sportphysiologischen Grundlagen der einzelnen Trainingsformen kann jeder Läufer für seine Wettkampfstrecke ein optimales Training gestalten.

Sprint

Sprinter (100 m - 400 m) sind vor allem auf eine hohe anaerobe Leistungsfähigkeit angewiesen. Sie müssen (angeboren) viele schnell kontrahierende Muskelfasern haben. Diese Fasern haben wenige Mitochondrien (zur aeroben Energiegewinnung), können aber viel Laktat bilden. Ein Sprinter hat etwa 75 % schnelle Muskelfasern, ein Marathonläufer dagegen etwa 75 % langsame (ausdauernde) Muskelfasern. Sprinter trainieren ihre anaerobe Leistungsfähigkeit durch Schnellkraft- und Sprintübungen.

Mittelstrecke

Für Mittelstreckler (800 m und 1500 m) ist die anaerobe Kapazität der wichtigste Parameter ihrer Leistungsfähigkeit. Während im 800-m-Lauf ungefähr 60 % der Energie aus dem anaeroben Stoffwechsel und 40 % aus dem aeroben Stoffwechsel bereitgestellt wird, beträgt das Verhältnis im 1500-m-Lauf etwa 50 zu 50 %. Eine gute aerobe Grundlage ist somit ebenso wichtig wie ein Krafttraining für den "langen Schritt" des Bahnläufers. Der wichtigste Leistungsparameter, die anaerobe Kapazität, wird mit Wiederholungsläufen im anaeroben Bereich trainiert. In einigen Trainings-plänen werden diese anaeroben Wiederholungsläufe auch als "intensive Wiederholungsläufe" bezeichnet. Das Tempo liegt dabei nicht im Bereich des "intensiven Dauerlaufs", sondern höher im anaeroben Bereich. Im Gegensatz dazu haben die sog.

"extensiven Wiederholungsläufe" ein Tempo, das gerade noch im aeroben Bereich - im Bereich der aeroben Leistungsfähigkeit - liegt.

5- und 10 km-Läufe

Für Bahn-Langstreckler (5000 m und 10000 m) bzw. 5- und 10-km-Straßenläufer ist die Verbesserung ihrer aeroben Leistungsfähigkeit am wichtigsten. Sie dürfen nicht in zunehmende Laktatanhäufung kommen und wollen ein möglichst hohes Lauftempo im Sauerstoffgleichgewicht rennen. Trainingsformen hierzu sind die aeroben Wiederholungsläufe (= extensive Wiederholungsläufe) sowie Tempo-Dauerläufe und intensive Dauerläufe.

Immer wieder wird Tempotraining viel zu schnell durchgeführt - im stark anaeroben Bereich mit Training der anaeroben Kapazität wie für einen Mittelstreckenlauf. Im 10-km-Lauf kann diese Stoffwechsellage einer Laktatübersäuerung natürlich nicht lange durchgehalten werden.

Läufer, die sich spezifisch eine hohe Laufgeschwindigkeit im Sauerstoffgleichgewicht antrainiert haben, ziehen vorbei ... Deren Muskelfasern holen ihre Energie nicht anaerob aus Laktat, sondern - viel länger - über Sauerstoff aus ihren Mitochondrien.

Längere Straßenläufe

Für den Marathonläufer ist die aerobe Kapazität / Ausdauer am wichtigsten. Hierfür sind lange extensive und regenerative Dauerläufe und einzelne intensive Dauerläufe (bis 15 km) die geeigneten Trainingsformen. Das Tempo beträgt für den extensiven Dauerlauf etwa 80 % des Tempos der aeroben Leistungsfähigkeit - für den regenerativen Dauerlauf etwa 73 % der Geschwindigkeit der aeroben Leistungsfähigkeit. Marathonläufer müssen neben der Entwicklung ihrer Ausdauer - aeroben Kapazität - als für sie wichtigster Leistungsgröße auch eine genügend hohe aerobe Leistungsfähigkeit antrainieren.

Für eine schnelle Marathonzeit kann eine hohe Ausdauer nur proportional der maximalen Laufgeschwindigkeit genutzt werden, bei der der Körper gerade noch im Sauerstoffgleichgewicht läuft. Diese der aeroben Leistungsfähigkeit entsprechende Geschwindigkeit darf aber nicht als Marathon-Renntempo gewählt werden! Auf die biochemischen Grundlagen der Muskelermüdung auch bei aerober Arbeit wird später eingegangen. Extrem ausdauertrainierte Marathonläufer können das Rennen mit etwa über 90 % Tempo ihrer aeroben Leistungsfähigkeit durchlaufen. Normalerweise sind aber geringere Prozentsätze des Tempos der aeroben Leistungsfähigkeit als Marathon-Renntempo zu wählen.

3. Messverfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit im Langstreckenlauf

Ein **Sprinter**, der über 10 - 45 Sekunden Höchstleistung erbringt, weist eine hohe **anaerobe Leistungsfähigkeit** auf. Ein **Mittelstreckler** muss etwa 2 - 4 Minuten im

anaeroben Bereich laufen können und benötigt eine hohe **anaerobe Kapazität**. Eine hohe, gerade noch über 30 - 40 Minuten im Sauerstoffgleichgewicht durchzuhaltende Laufgeschwindigkeit (**aerobe Leistungsfähigkeit**) ist im **Bahnlangstreckenlauf** wichtig. Für **Marathon- und mehr Läufer** ist eine hohe **aerobe Kapazität** (Ausdauer) leistungsbestimmend.

Untersuchungen der individuellen Fähigkeit zur Energiegewinnung im anaeroben Bereich werden selten durchgeführt.

Im **Wingate-Test** muss der Proband 30 Sekunden auf einem Fahrradergometer mit vollem Einsatz treten. Die in den ersten 5 Sekunden erbrachte Leistung gilt dabei als Maß der **anaerobe**n **Leistungsfähigkeit**, die in 30 Sekunden erbrachte Leistung als Maß der **aerobe**n **Kapazität**. Sportstudenten können über 5 s etwa 10 Watt/kg Körpergewicht Leistung erbringen, über 30 s etwa 8 W/kg.

Durch Messung des Sauerstoffverbrauchs bei einer definierten Belastung kann die maximale Sauerstoffschuld abgeschätzt werden. **Zu Beginn einer Belastung** muss der Körper eine **"frühe" Sauerstoffschuld** eingehen, weil die aerobe Energiegewinnung erst allmählich den Energiebedarf decken kann. Am Ende einer Belastung muss diese Sauerstoffschuld wieder abgeatmet werden.

Dies Testprinzip hat für übermotivierte Wettkampfläufer eine **hohe praktische Bedeutung: in den ersten zwei Minuten eines Wettkampfes kann man ein zu hohes Tempo problemlos mit rennen ... und hat damit so viel Laktat angehäuft, dass das Rennen schon nach 2 Minuten verloren ist.** Die Beine sind danach übersäuert und können nicht mehr eine optimale Wettkampfleistung erbringen. Also: mit Kenntnis des langsamen Anlaufens der aeroben Energiegewinnung **lieber zurückhaltend starten** und dann alle zu schnellen Starter hinter sich lassen.

Als **Maß der aeroben Kapazität (Ausdauer)** wird die **maximale Sauerstoffaufnahme** gemessen oder aus definierten Testverfahren rechnerisch ermittelt.

Am genauesten ist die direkte Bestimmung der maximalen Sauerstoff-Aufnahme bei einer maximalen Leistung über 30 Sekunden. Für Läufer soll diese Untersuchung auf einem Laufband-Ergometer durchgeführt werden. Eine nicht Sportart-spezifische Testung (Läufer auf Fahrrad-Ergometer oder umgekehrt Radfahrer auf Laufband-Ergometer) ergibt immer zu niedrige Werte der maximalen Sauerstoffaufnahme.

Die maximale Sauerstoffaufnahme beträgt für 20- bis 30-jährige Untrainierte etwa 38 ml/kg (Frauen) bzw. etwa 44 ml/kg (Männer), Leistungssportler haben Werte von mindestens 55 bzw. 64 ml/kg, Höchstwerte wurden mit 73 (Frauen) bzw. 85 ml/kg (Männer) im Skilanglauf gemessen.

Für die Trainingsgestaltung am wichtigsten ist die Bestimmung der eigenen aeroben Leistungsfähigkeit, weil sich hiervon alle Laufgeschwindigkeiten für Training und Wettkampf ableiten.

Untrainierte arbeiten schon ab 50 % ihrer maximalen Sauerstoffaufnahmefähigkeit im anaeroben Bereich, während Hochtrainierte erst ab 80 oder mehr % ihre aerobe Leistungsfähigkeit erreichen.

Zur Bestimmung der aeroben Leistungsfähigkeit werden verschiedene physiologische Parameter gemessen, wobei in der Literatur **eine Vielzahl von Messverfahren** beschrieben werden. Hier soll keine wissenschaftliche Beschreibung und Diskussion der wichtigsten Konzepte dargestellt werden, sondern die **praktische Anwendbarkeit** besprochen werden.

Es gibt **verschiedene "Laktat-Tests"**, die auf verschiedenen "Schwellenkonzepten" basieren.

Dabei wird meist aus dem Ohrläppchen Kapillarblut entnommen und die Konzentration an Laktat (Milchsäure) gemessen. In Ruhe hat das Blut etwa 1 mmol Laktat pro Liter. Bei aeroben Arbeiten wird eine **"aerobe Schwelle" bei etwa 2 mmol/l erreicht**. Unterhalb dieser Intensität besteht dauerhaft ein Gleichgewicht zwischen Laktatbildung und Laktatabbau.

Die hierzu gehörende Laufgeschwindigkeit ist für lange Läufe geeignet.

Die Schwelle zwischen anaerober und aerober Arbeit (**aerobe Leistungsfähigkeit**) ist dadurch gekennzeichnet, dass die **Laktatproduktion und Laktatelimination (für etwa 30 - 40 min.) gerade noch im Gleichgewicht** steht (**"maximales Laktat-Steady-State"** genannt). **Die hierzu gehörende Laufgeschwindigkeit ist für kurze Straßenläufe (z.B. 5 km-Lauf) geeignet. Im Mittel** einer größeren Gruppe von Menschen **beträgt hierbei die Laktatkonzentration 4 mmol/l**. Die sogenannte **"anaerobe Schwelle"** wurde **daher bei 4 mmol/l definiert**.

Ältere oder stark ausdauertrainierte Sportler haben **meist tiefere Laktat-konzentrationen** (z.B. 3 mmol/l) **bei ihrer aeroben Leistungsfähigkeit** - **stark schnelligkeitstrainierte Sportler** haben **meist über 4 mmol/l als maximales Laktat-Steady-State**.

Untersuchungen ergaben für den **4-mmol-Laktat-Test** eine **Genauigkeit von im Mittel etwa 5 %**. **Andere Laktat-Tests** zeigen **im Mittel noch höhere Abweichungen** vom maximalen Laktat-Steady-State.

Es gibt Messverfahren, die **über Messungen der Herzfrequenz** bei ansteigenden Laufgeschwindigkeiten die **aerobe Leistungsfähigkeit erkennen** wollen. Bei Arbeiten im Sauerstoffgleichgewicht verläuft die Kurve der Herzfrequenzen bei ansteigenden Leistungen gerade ansteigend. Bei Arbeiten mit Sauerstoffschuld kann die Herzfrequenz kaum noch gesteigert werden, die Kurve der Herzfrequenzen bei hohen Leistungen knickt ab (siehe Abbildung 3). Wichtig ist der Testablauf: **im Testverfahren nach Conconi** wird die **Arbeit als Produkt aus Leistung und Zeit auf jeder Belastungsstufe konstant** gehalten, d.h. die Dauer der einzelnen Leistungsstufen wird mit zunehmender Leistung entsprechend verkürzt.

Verschiedene vergleichende Untersuchungen ergaben, dass der **Conconi-Test im Mittel ungenauer als der 4-mmol-Laktat-Test** ist und **bei der Mehrzahl der Probanden systematisch die aerobe Leistungsfähigkeit überschätzt**.

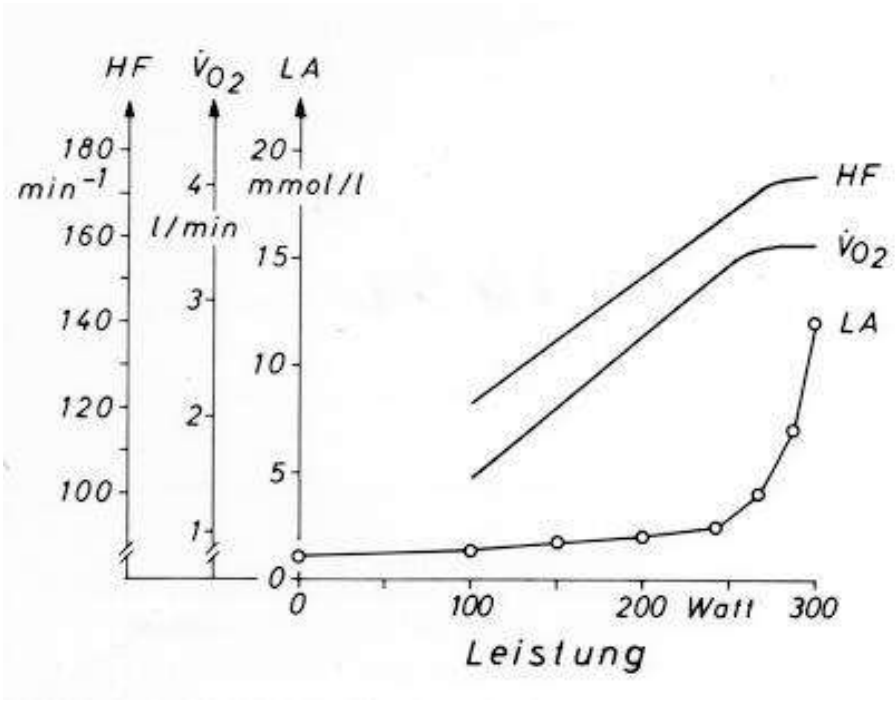


Abb. 3: Verhalten von Herzfrequenz (HF), Sauerstoffverbrauch (VO_2) und Blut-Laktat (LA) bei ansteigender Belastung

Die Abbildung 3 zeigt das Verhalten von Laktat, Herzfrequenz und Sauerstoffverbrauch bei ansteigender Belastung. Die **"wahre" aerobe Leistungsfähigkeit** liegt am **Abknickungspunkt der Kurve des Sauerstoffverbrauchs** (**VO_2**) **in Abhängigkeit von der Leistung**, die oben beschriebenen Testverfahren nähern sich diesem Leistungsbereich an über die Messung einer Laktatkonzentration von (etwa) 4 mmol/l oder über die Bestimmung des Abknickungspunktes der Herzfrequenzkurve (HF) in Abhängigkeit von der Leistung.

Die Vielzahl der Tests der aeroben Leistungsfähigkeit haben also alle eine beschränkte Genauigkeit von bestenfalls 5 % im Mittel. Auch apparative Tests sind also nicht in der Lage, eine punktgenaue Steuerung der Trainings-intensität vorzugeben.

Leistungssportler geben sich nicht mit Genauigkeitsangaben dieser Größenordnung zufrieden, sondern **legen auf der Basis ihrer persönlichen Trainingsergebnisse ihre Laufgeschwindigkeiten für Training und Wettkampf selbst subjektiv fest**.

Auch nicht jahrelang leistungssportlich aktive Läufer/innen können mit rechnerischen Lösungen ihre geeigneten Laufgeschwindigkeiten festsetzen.

4. Berechnung individuell geeigneter Laufgeschwindigkeiten im Langstreckenlauf

Für eine Planung individuell geeigneter Laufgeschwindigkeit ist die Kenntnis der aeroben Leistungsfähigkeit wichtig: d.h. des Lauftempos, bei dem gerade noch die Laktatbildung und der Laktatabbau im Gleichgewicht stehen. Kurze Straßenläufe z.B. über 10 km können etwas schneller gelaufen werden, lange Läufe z.B. der Marathonlauf müssen langsamer bestritten werden.

Zur Abschätzung von individuell geeigneten Laufgeschwindigkeiten bieten sich - wie an anderen Stellen ausführlich dargestellt (Wenzel 1990; Wenzel 1991) - rechnerische Lösungen an. Die vorgestellten Formeln lassen sich einfach als kleine EDV-Programme auf einem PC darstellen.

Zunächst wurde die Beziehung zwischen den aktuellen 10-km-Bestzeiten und der aeroben Leistungsfähigkeit errechnet (Tabelle 1). Die 10-km-Zeit bietet sich - besser als ein 1000-m-Testlauf - als sinnvolle Bezugsgröße an, weil sie zwar im anaeroben Bereich, aber nicht weit von der aeroben Leistungsfähigkeit entfernt liegt.

Anhand der aeroben Leistungsfähigkeit wird immer wieder gern die maximal mögliche Marathonzeit berechnet (Tabelle 1). Diese rechnerische Zeit anhand der Tempohärte kann nur dann erreicht werden, wenn gleichzeitig die Ausdauer maximal trainiert ist.

In der Trainingsgestaltung werden verschiedene Laufbereiche unterschieden. Im aeroben Bereich - Laufen im Sauerstoffgleichgewicht - sind dies aerobe Tempoläufe, intensive, extensive, regenerative und superregenerative Dauerläufe.

Die jeweiligen Geschwindigkeiten lassen sich nach Tabelle 2 errechnen.

Spezielle Trainingseinheiten sind intensive Wiederholungsläufe im anaeroben Bereich. Viele Läufer haben gerade hierfür kaum "Tempogefühl" und neigen dazu, viel zu schnell eine anaerobe Tempoeinheit zu beginnen und dann völlig übersäuert irgendwie abzuschließen.

Nach Tabelle 3 können die anaeroben Wiederholungslaufzeiten errechnet werden.

Ein Beispiel für die Berechnung zeigt Tabelle 4 im Überblick.

……..

Wenzel C. (1990): Zur Physiologie des Langstreckenlaufs Teil IV: Trainingsgestaltung, KG-Intern 8, Heft 5, 33 - 38

Wenzel C. (1991): Leistungsfähigkeitstests im Langstreckenlauf - Möglichkeiten und Grenzen, In: Ausdauersport - Prävention und Leistungsphysiologie, Heft 4, 52 - 73, Hrsg.: Deutscher Verband langlaufender Ärzte

Berechnung der aeroben Leistungsfähigkeit
über die 10-km-Lauf-Bestzeit

$$V_{aer.\ LF}\ (s/km) = 14{,}729 + 0{,}998 \times V_{10\text{-}km\text{-}BZ}\ (s/km)$$

Berechnung der maximalen Marathon-Lauf-Renngeschwindigkeit
über die aerobe Leistungsfähigkeit

$$V_{mar.\text{-}max.}\ (s/km) = 0{,}224 + 1{,}051 \times V_{aer.\ LF}\ (s/km)$$

nur für optimal trainierte aerobe Kapazität ("Ausdauer") möglich

(alle Angaben als Kehrwert der Geschwindigkeit in Zeitbedarf pro km)

Tab.1: Berechnung von aerober Leistungsfähigkeit und maximaler Marathon-Renngeschwindigkeit

Berechnung der Trainings-Laufgeschwindigkeiten im aeroben Bereich über die aerobe Leistungsfähigkeit

Tempo-DL-v (s/km) = $V_{aer.\ LF}$ (s/km)

100 % der aeroben LF

intens.-DL-v (s/km) = $V_{aer.\ LF}$ + 25

87 - 94 % der aeroben LF

(für höhere aer. LF kleinerer Prozentsatz)

extens.-DL-v (s/km) = 1,25 x $V_{aer.\ LF}$

80 % der aeroben LF

regen.-DL-v (s/km) = 1,37 x $V_{aer.\ LF}$

73 % der aeroben LF

superregen.-DL-v (s/km) = 1,64 x $V_{aer.\ LF}$

64 % der aeroben LF

(alle Angaben als Kehrwert der Geschwindigkeit in Zeitbedarf pro km)

Tab. 2: Berechnung der Trainings-Laufgeschwindigkeiten im aeroben Bereich über die aerobe Leistungsfähigkeit

Berechnung der Trainings-Lauf-Geschwindigkeiten im anaeroben Bereich über die aerobe Leistungsfähigkeit

Zeit für **3000-m-Wiederholungsläufe** (s) = - 44,136 + 3,003 x $V_{aer.\ LF}$

104 - 108 % der aeroben LF

(für höhere aerobe LF höherer Prozentsatz)

Zeit für **2000-m-Wiederholungsläufe** (s) = - 41,424 + 2,002 x $V_{aer.\ LF}$

105 - 112 % der aeroben LF

Zeit für **1000-m-Wiederholungsläufe** (s) = - 1,554 + 0,882 x $V_{aer.\ LF}$

113 - 114 % der aeroben LF

Zeit für **400-m-Wiederholungsläufe** (s) = - 4,298 + 0,352 x $V_{aer.\ LF}$

117 - 121 % der aeroben LF

(alle Angaben als Kehrwert der Geschwindigkeit in Zeitbedarf pro Wiederholungslauf)

Tab. 3: Berechnung der Trainings-Laufgeschwindigkeiten im anaeroben Bereich über die aerobe Leistungsfähigkeit

Beispiel für die Berechnung individueller Lauf-Geschwindigkeiten

aktuelle 10-km-Bestzeit: 40:00 min.		**d.h.:** 240 s / km = 4:00 min/km	
aerobe Leistungsfähigkeit:		254 s / km = 4:14 min/km	
aerob:	Tempo-DL-v:	254 s / km = 4:14 min/km	
	intens.-DL-v:	279 s / km = 4:39 min/km	
	extens.-DL-v:	318 s / km = 5:18 min/km	
	regen.-DL-v:	348 s / km = 5:48 min/km	
	superreg.-DL-v:	417 s / km = 6:57 min/km	
maximale Marathon-v:	3:07:47 Std.	267 s / km = 4:27 min/km	
anaerob:	3000-m-W.-Zeit:	719 s = 11:59 min.	
	2000-m-W.-Zeit:	468 s = 7:48 min.	
	1000-m-W.-Zeit:	223 s = 3:43 min.	
	400-m-W.-Zeit:	85 s = 1:25 min.	

Tab. 4: Beispiel für die Berechnung individueller Laufgeschwindigkeiten

Diese rechnerischen Lösungen können genauer gestaltet werden, in dem individuell der Schwerpunkt der Leistungsfähigkeit "Ausdauer" (im Marathon fast so schnell wie im 10-km-Lauf) oder "Schnelligkeit" (sehr schnell über 5 und 10 km, bei längeren Distanzen deutlich langsamer) berücksichtigt wird.

Mit solchen individuellen Faktoren, die erfahrene Trainer automatisch für jeden Athleten berücksichtigen, zeigt die vorgestellte Computer unterstützte Berechnung eine sehr gute Übereinstimmung mit den im Training gewählten bzw. im Wettkampf erreichen Laufzeiten erfahrener Läufer/innen.

5. Zur gezielten Trainingsgestaltung im Langstreckenlauf

Eine gezielte Trainingsgestaltung sollte als Hauptziel die **optimale Ausbildung des wichtigsten Leistungsparameters für die gewünschte Wettkampfstrecke** haben.

Daneben sollten auch die nicht ganz so wichtigen weiteren Leistungsgrößen für die Wettkampfdistanz trainiert werden.

Die Tabelle 5 fasst die Bedeutung der Leistungsparameter für die Wettkampf-distanzen und das jeweils spezifische Training hierfür zusammen.

Ein ruhiges Training zur Erholung ohne besondere Beachtung von Tempo und Länge oder ein geselliges Training mit anderen Läufer/innen kommt ohne Gedanken an Trainingsmethoden aus. Beim gezielten Training über Wochen für einen Wettkampf ist die Kenntnis spezifischer Trainingsarten aber hilfreich.

Langstreckenläufer treten meist nur selten über **Mittelstrecken** an. Hierfür ist die **aerobe Kapazität** am wichtigsten: das Vermögen, lange unter Sauerstoffschuld zu laufen. Hierzu sind **anaerobe "intensive" Wiederholungsläufe** das beste Trainingsmittel.
Hierfür ist ein Warmlaufen über 3 bis 5 km im regenerativen Dauerlauf-Tempo wichtig.

Das Tempo eines intensiven Wiederholungslaufes ist etwas höher als das 5 km-Renntempo und lässt sich nach Tabellen (s.o.) errechnen. Eine typische Einheit sind **4 - 6 x 1000 m** mit **jeweils 5 min. Trabpause dazwischen**. In den Trabpausen zwischen diesen anaeroben Wiederholungsläufen sollte unbedingt (aerob) weitergelaufen werden, da hierbei das im anaeroben Laufen gebildete Laktat erheblich schneller angebaut wird. Es erfordert ein gutes Tempogefühl, den ersten intensiven Wiederholungslauf nicht "so schnell wie möglich", sondern "nur" etwas schneller als im 5-km-Lauf zu absolvieren. Die letzten Läufe dieser Serie - in möglichst gleichem Tempo - zeigen, warum diese Wiederholungsläufe "intensiv" genannt werden. Die Einheit endet mit einem Auslaufen über 2 bis 5 km im regenerativen Dauerlauf-Tempo.

Wettkampfdistanz	**wichtige Parameter der Leistungsfähigkeit**	**spezifisches Training**
Mittelstrecken (800 m - 3000 m)	1) anaerobe Kapazität 2) anaerobe Leistungsfähigkeit 3) aerobe Leistungsfähigkeit	1) anaerobe "intensive" Wiederholungsläufe 2) Sprints, Schnellkraftübungen 3) Tempo-Dauerläufe (5 - 10 km im Tempo der aeroben Leistungsfähigkeit); aerobe "extensive" Wiederholungsläufe; intensive Dauerläufe
Bahnlangstrecken (5000 m, 10000 m) bzw. **kürzere Straßenläufe**	1) aerobe Leistungsfähigkeit 2) aerobe Kapazität 3) anaerobe Kapazität	1) s.o. 2) regenerative und extensive Dauerläufe (bis etwa 20 km Länge) 3) s.o.
Marathonlauf	1) aerobe Kapazität 2) aerobe Leistungsfähigkeit	1) "lange Läufe" im regen.-extens. Dauerlauftempo (ca. 3 Std. Dauer bzw. 30 - 35 km Länge); regen. u. extens. DL (bis etwa 20 km Länge); wenige intensive DL (bis 15 km Länge) 2) Tempo-Dauerläufe (5 - 15 km im Tempo der aeroben Leistungsfähigkeit); aerobe "extensive" Wiederholungsläufe; intensive Dauerläufe (s.o.)

Tab. 5: Spezifisches Training für verschiedene Wettkampfdistanzen

Sehr kurze Wiederholungsläufe (50 x 100 m) würden einen zu ungleichmäßigen Krafteinsatz bedeuten. Ein zu hohes Tempo würde die Muskeln stark übersäuern und nicht spezifisch die anaerobe Ausdauer trainieren. Die **anaerobe Leistungsfähigkeit** - das maximal mögliche Lauftempo - wird durch **spezifische Sprintübungen** verbessert. Dieser Leistungsparameter hat aber im Langstreckenlauf die geringste Bedeutung.

Für einen **10-km-Lauf** steht die **aerobe Leistungsfähigkeit** an erster Stelle: ein möglichst hohes Lauftempo ohne Übersäuerung. Hierzu sind **aerobe "extensive" Wiederholungsläufe** das spezifische Trainingsmittel.

Auch hierfür ist ein Warmlaufen über 3 bis 5 km im regenerativen Dauerlauf-Tempo wichtig.

Das Tempo eines extensiven Wiederholungslaufes ist langsamer als das 10 km-Renntempo und lässt sich nach Tabellen errechnen. Eine typische Einheit sind **8 - 10 x 1000 m** mit **jeweils 1 min. Trabpause dazwischen**. In den Trabpausen sollte aerob weitergelaufen werden.

Der Hauptfehler dieser Einheit ist ein zu schnelles Tempo (zumindest bei den ersten 2 - 3 Wiederholungsläufen). Es erfordert ein gutes Tempogefühl, die ersten extensiven Wiederholungsläufe nicht in Sauerstoffschuld, sondern gerade noch im Sauerstoffgleichgewicht zu absolvieren. Bei den letzten Läufen dieser Serie - in möglichst gleichem Tempo - zeigt sich, dass auch "extensive" Wiederholungsläufe anstrengend sind. Die Einheit endet wieder mit Auslaufen über 2 bis 5 km im regenerativen Dauerlauf-Tempo.

Ebenso geeignet sind **Tempo-Dauerläufe** von 5 bis 15 km in der Geschwindigkeit der eigenen aeroben Leistungsfähigkeit. Für einen 40-min.-Läufer über 10 km wäre das ein 10-km-Tempolauf in ca. 42:30 min. - entsprechend für einen 50-min.-Läufer über 10 km ein 10-km-Tempolauf in ca. 52:30 min.

Marathonläufer/innen benötigen eine gute Ausdauer - aerobe Kapazität. Spezifisch wird diese durch **"lange Läufe"** trainiert. Diese sind für erfahrene Läufer/innen ca. 30 bis 35 km lang bzw. es wird ca. 3 Stunden gelaufen. Ein langer Lauf wird **im regenerativen Dauerlauf-Tempo** gelaufen und sollte höchstens **bis zum extensiven Dauerlauf-Tempo** gesteigert werden. Die langen Läufe werden gern gemeinsam absolviert, dabei sollte die Leistungsfähigkeit innerhalb der Gruppe aber nicht zu unterschiedlich sein. Sonst laufen die weniger leistungsfähigen Gruppenmitglieder im Training ein intensives Dauerlauf-Tempo. Damit trainieren sie nicht ihren Fettstoffwechsel zum frühzeitigen Verbrennen von Fettsäuren, sondern müssen überwiegend ihre Glykogen-Vorräte einsetzen. Der Stoffwechsel im intensiven Dauerlauf liefert aber nur für 30 bis 35 km genügend Energie - die "Marathonmauer" führt dann zu einem "Tempoeinbruch". Dies lässt sich vermeiden, indem die "langen Läufe" der Vorbereitung nicht zu schnell gelaufen werden.

6. Zur gezielten Trainingsgestaltung im Berglauf

Der **Berglauf** ist eine seit den 80er Jahren allgemein anerkannte Langstreckenlauf-Disziplin. Es werden nach festgelegten Wettkampfregeln geeignete Strecken bis hin zu nationalen und internationalen Meisterschaften angeboten. Die meisten Bergläufe werden auf Distanzen zwischen 7 und 13 km bei Höhendifferenzen zwischen 400 und 1500 m ausgetragen, erheblich längere Distanzen bis zur Ultramarathon-Berglaufstrecke kommen auch vor. Bergläufe bieten ein besonderes Naturerlebnis, in dem ein Tagesziel für Wanderer innerhalb viel kürzerer Zeit laufend bewältigt wird. Meist ist der Start am tiefsten Punkt und das Ziel am höchsten Punkt der Strecke. Gefährliche (Kletter-)Passagen sind nicht erlaubt, ebenso keine Aufstiegshilfen wie Skistöcke.

Beim Bergauflaufen mit 7 - 9 % Steigung werden **die höchsten Sauerstoff-Verbräuche** gemessen, in noch steilerem Gelände sinkt das Tempo zu stark ab. Eine **hohe aerobe Kapazität** ist daher für einen erfolgreichen Bergläufer **von großer Bedeutung**. Dazu muss ein sehr kurzer flacher Schritt im Fersenstil (die Ferse setzt zuerst am Boden auf) kommen, der ganz im Gegensatz zum "hohen" weiten Schritt im Vorfußstil (der Ballen setzt zuerst auf) des schnellen Bahnlangstreckenläufers steht. Da nur kurze Muskelfasern das menschliche Bein am Berg hochheben, ist biomechanisch betrachtet der flach auf den ansteigenden Untergrund gesetzte kurze Schritt mit hoher Schrittfrequenz bei entsprechend hoher Ausdauer am schnellsten.

Das **Renntempo im Berglauf** liegt **gerade noch im aeroben Arbeitsbereich** und **ändert sich somit ständig mit dem Streckenprofil**. Wer zu schnell am Berg läuft, übersäuert rasch und kann danach nur noch sehr langsam weiterlaufen. Der Bergläufer braucht also ein gutes Körpergefühl, wann das Berglauftempo gerade unterhalb der zunehmenden Übersäuerung liegt.

Eine **hohe aerobe Leistungsfähigkeit** ist **auch am Berg wichtig**. Eine **Berglauf-spezifische Tempoeinheit** besteht in ca. **1000 m lange**n **Bergauf**läufen im Berglaufrenntempo mit langsamem Zurücklaufen zur Erholung. Wie bei flachen extensiven **Wiederholungsläufe**n können nach dem Einlaufen von 10 min. anfangs 6 Wiederholungen, später 8 und 10 Wiederholungen gelaufen werden. Dieses - sehr anstrenge - Tempotraining wird mit Auslaufen von ca. 10 min. beendet.

Subjektiv wird die verstärkte und in größeren Höhen auch erschwerte Atmung zum Teil als leistungslimitierend empfunden. Jedoch wird die Funktionskapazität der Lungen bei weitem nicht ausgeschöpft. Stattdessen ist das **maximale Sauerstoffaufnahmevermögen pro Gewichtseinheit der Arbeitsmuskulatur leistungsbegrenzend**. Für die Laufmuskeln erfordert es hoher Ausdauer und passender Renneinteilung, um die Sauerstoffversorgung am Berg für ein Berglaufen zu sichern. Diese hohe Beanspruchung von Herz und Lungen wird subjektiv als ein sehr anstrengendes Laufen empfunden. Aufgrund der erhöhten - auch horizontalen - Tragearbeit ist für den Bergläufer ein **optimales Körpergewicht** ebenfalls sehr **wichtig**.

Es ist - bei aller Anstrengung - ein besonderes Erlebnis, nach weniger als einer Stunde vom Tal auf einen Berg gelaufen zu sein und die Landschaft aus der Höhe betrachten zu können.

7. Zur gezielten Trainingsgestaltung im Ultramarathonlauf

Der **Ultramarathonlauf** hat ebenfalls seit den 80er Jahren zunehmend Anerkennung als Wettkampfstrecke gefunden. Zum einen wurde diese Entwicklung durch die Einführung eines geeigneten Regelwerkes (auch zur korrekten Streckenvermessung) und nachfolgend ausgerichteter nationaler und internationaler Meisterschaften gefördert. Zum anderen hat sich ein breites Angebot von Landschafts-Ultramarathonläufen entwickelt, bei dem das Lauferlebnis im Vordergrund steht.

Im Ultramarathonlauf ist die **aerobe Kapazität ("Ausdauer")** noch **wichtig**er als beim Marathonlauf. **Viele Neulinge beginnen mit zu hohem Wettkampftempo** und lernen am eigenen Körper, dass jenseits der "Glykogen"-Schwelle des zu stark startenden Marathonläufers (Mangel an Leber- und Muskelglykogen im letzten Marathondrittel bei schlechter Renneinteilung) der Ultramarathonlauf eine andere Schwelle (siehe unten) "zur Strafe" für zu schnellen Laufbeginn bietet. Ein **realistisch durchzuhaltendes Lauftempo im 100-km-Lauf** liegt **zwischen dem regenerativen und dem extensiven Dauerlauf-Tempo**.

4 bis 5 Stunden lang schneller laufen ist durchaus möglich ... um dann in den verbleibenden 2 bis 7 Stunden aufgrund der vorzeitigen Muskelermüdung nur noch deutlich langsamer laufen zu können. Sportphysiologisch und sportpraktisch muss das aber nicht sein!

Im Ultramarathonlauf wird **fast alle Energie aus dem Fettstoffwechsel** gewonnen. Die spezifischen **Enzyme zur Verbrennung von Fettsäuren** werden **durch die langen ruhigen Ausdauerläufe antrainiert**. In der Vorbereitung ist ein langer Trainingslauf pro Woche, maximal im Ultralaufrenntempo (ext.-reg. Dauerlauftempo), die wichtigste Trainingseinheit.

Der Trainingsumfang muss nicht viel über dem Umfang für einen Marathonlauf liegen. Je nach Ultralauferfahrung sind lange Vorbereitungsläufe im realistischen 100-km-Renntempo als Mix von 35km-Läufen, Marathonläufen oder (mit mindestens 3-wöchigem Abstand zum Ultralaufwettkampf) Trainings-Ultraläufen entscheidend.

Warum ist das ausreichende Training eines so langsamen Wettkampftempos wichtig?

Im Ultramarathonlauf tritt nach etwa 60 bis 70 km das **Phänomen einer verminderten Zellerregbarkeit** auf (man "bekommt die Beine kaum noch vorwärts"). Lange Zeit haben die Muskelphysiologen gerätselt, warum bei einer niedrigen Laufintensität und genügender Nährstoffzufuhr die Belastungsdauer der Muskelzellen dennoch begrenzt ist. Bei jeder Zellerregung durch die zugehörigen Nerven kommt es zu einem Austausch von Natrium im Raum außerhalb der Zelle gegen Kalium aus der

Muskelzelle. Nach Ende der Muskelzellbewegung erfolgt diese Elektrolytverschiebung in umgekehrter Folge, so dass die Zelle wieder Kalium zurückerhält. Bei stundenlangem Laufen geht jedoch durch das venöse Blut immer ein kleiner Teil des Kaliums im Raum außerhalb der Zellen verloren. Dieser **schleichende Kaliumverlust in den Muskelzellen** ist **der limitierende Faktor im eintägigen Ultramarathonlauf**: **die Beine werden "steifer", man läuft "schwerer"**. Also: ein realistisch langsames Tempo ist wichtig für ein schönes ultralanges Lauferlebnis über viele Kilometer. **Wer im letzten Rennviertel sein Lauftempo weiter halten kann, wird viele Schnellstarter überholen und eine optimale Zeit / Platzierung erreichen**.

Die **mentale Vorbereitung** muss auch bei genügend langsamem Lauftempo immer das Training der **Bereitschaft** umfassen, **trotz** der im Verlauf der zweiten Streckenhälfte deutlich bemerkten **Ermüdung ruhig weiter zu laufen**.

Zu achten ist auf eine genügend hohe **Flüssigkeitszufuhr** von Anfang an, nicht erst beim Auftreten eines Durstgefühls. Die Verträglichkeit verschiedener Getränke sollte zuvor im Training ausprobiert werden; zu warnen ist vor dem Trinken unbekannter, meist für den Bedarf trainierter Körper viel zu stark konzentrierter "Elektrolytgetränke". Malzbier ist ein sportphysiologisch günstiges Getränk, das neben Wasser kleinere Mengen Kohlenhydrate erhält. Beim Trinken von **kohlenhydrathaltige**n **Getränke**n alle 20 bis 30 Minuten wird die **Fettverbrennung** als überwiegende Form der Energiebereitstellung immer wieder **beschleunigt**. Die Aufnahme fester Nahrung ist beim eintägigen Ultramarathonlauf nicht unbedingt erforderlich.

Gerade das in den ersten Stunden subjektiv "sehr langsame" Wettkampftempo fördert die **Kommunikation zwischen den Ultraläufern**, **das Rennen wird "miteinander" gelaufen**. Neben diesem **Zusammengehörigkeitsgefühl** erfährt der Ultraläufer nach dem Zieleinlauf eine **Bestätigung bzw. Neuerfahrung seiner körperlichen und psychischen Leistungsfähigkeit**. Diese mit kontinuierlichem Ausdauerlauf gewonnene Stärke trägt nicht nur im Sport zur **Entwicklung der eigenen Persönlichkeit** bei. Ultraläufer bekommen neben einer erhöhten körperlichen Ausdauer **erweiterte Möglichkeiten zur** mental/intellektuellen (d.h. **geistigen**) **und** auch emotional/affektiven (d.h. **gefühlsmäßigen**) **Problemlösung**. Soziokulturell **orientiert sich der Ultraläufer** in seiner eigenen Lebensweise und in seinem Umfeld **zu vermehrter "Sportlichkeit"**.

Diese Gründe machen den Ultramarathonlauf für die Aktiven zu einem schönen Teil ihres Lebens.

Volkslauf Billerbeck 40 km 31.08.1975

Unna 100 km Lauf 07.09.1975 Ziel im Herderstadion

Zur Trainingssteuerung in der Praxis

1. Zeit- und Herzfrequenz-Messung

Ein leistungsorientierter Läufer hat eine Laufuhr zur Zeitmessung und oft einen Herzfrequenz-Messer zur Verfügung. Nach dem **Belastungs-Beanspruchungs-Konzept** ist die **Laufgeschwindigkeit** (Laufzeit im Verhältnis zur Laufstrecke) ein **Maß für die Belastung**, die **Herzfrequenz** ein **Maß für die Beanspruchung**.

In Training und Wettkampf wird eine bestimmte Laufgeschwindigkeit geplant, was auf bekannten oder mit Km-Markierungen versehenen Strecken über die Laufzeit gut zu kontrollieren ist.

Die Herzfrequenz reagiert nicht nur auf die körperliche Belastung durch das Lauftempo, sondern auch auf andere Einflüsse wie Hitze oder Steigungen oder psychische Belastungen. Diese Einflüsse können durch möglichst gleiche Trainingsbedingungen bei den langen Läufen und bei den Tempoläufen geringgehalten werden.

Die individuelle Leistungsfähigkeit steigt, wenn man über eine Laufstrecke schneller als zuvor mit gleicher HF laufen kann und/oder wenn bei gleichem Lauftempo die (mittlere) Herzfrequenz niedriger als zuvor ist.

2. Formindex

Die Trainingssteuerung durch Laufgeschwindigkeit (v) und Herzfrequenz (HF) wird schwierig, wenn bei wiederkehrenden Trainingsläufen (z.B. lange Läufe oder Tempoläufe) die Laufgeschwindigkeit wechselt – bei besserer Form ansteigt.

War ich beim ersten 35 km-Lauf in 12,0 km/Std. mit HF 124 oder beim zweiten 35 km-Lauf eine Woche später in 12,2 km/Std. mit HF 125 besser in Form? Die gleiche Frage stellt sich bei den Tempoläufen.

Um diese in der Laufpraxis regelmäßig auftretende Frage beantworten zu können, lässt sich ein Formindex (FI) errechnen:

Hierzu wird der **Zeitbedarf pro Km in Minuten** errechnet, der am häufigsten von Läufern als Maß für das Lauftempo in der Praxis angewendet wird: 1/v x 60.

Beispiel „der Fünfer-Schnitt“: 10 km in 50 min. ergibt v = 12,0 km/Std. der Zeitbedarf pro Km beträgt 1/12 x 60 = 5 min/km

FI = Zeitbedarf pro Km x HF = min/Km x HF/min = **HF/Km**

Der Formindex FI gibt also die **Herzfrequenz pro Km** an.

Beispiel: 5 km in 17:53 min mit HF = 174

Zeit = 17,8833 min Zeit pro Km = 3,5766 min/Km HF = 174 / min

FI = 3,5766 x 174 = 622

Beim oben genannten ersten 35 km-Lauf beträgt der Zeitbedarf pro Km 5,00 min – bei HF 124 ist der FI 620.

Bei zweiten 35 km-Lauf wurde im 4,918 min/km-Schnitt gelaufen – bei HF 125 ist der FI 615.

Wenn die beiden Läufe miteinander gut vergleichbar sind (ähnliches Wetter, ähnliche Strecke …) ist der **tiefere Wert des Formindex** „besser“ als der höhere Wert: im Mittel 615 Herzschläge pro Km sind eine **geringere Beanspruchung** als 620 Herzschläge pro Km beim ersten langen Lauf.

Wie bei der Trainingssteuerung durch die Herzfrequenz erfordert auch die Anwendung des FI Erfahrung. Alle Einflussfaktoren auf die Höhe der HF beeinflussen gleichartig die Höhe des FI.

Es hat sich bewährt, den **Kurvenlauf der HF-Zeit-Kurve zur Analyse eines Laufes** auszuwerten und zur Frage der **„Form“ (Stand der Leistungsfähigkeit) im Zeitverlauf** mit unterschiedlichem Lauftempo **auf der betrachteten Streckenlänge den FI** zu **errechnen**.

3. Praktische Beispiele

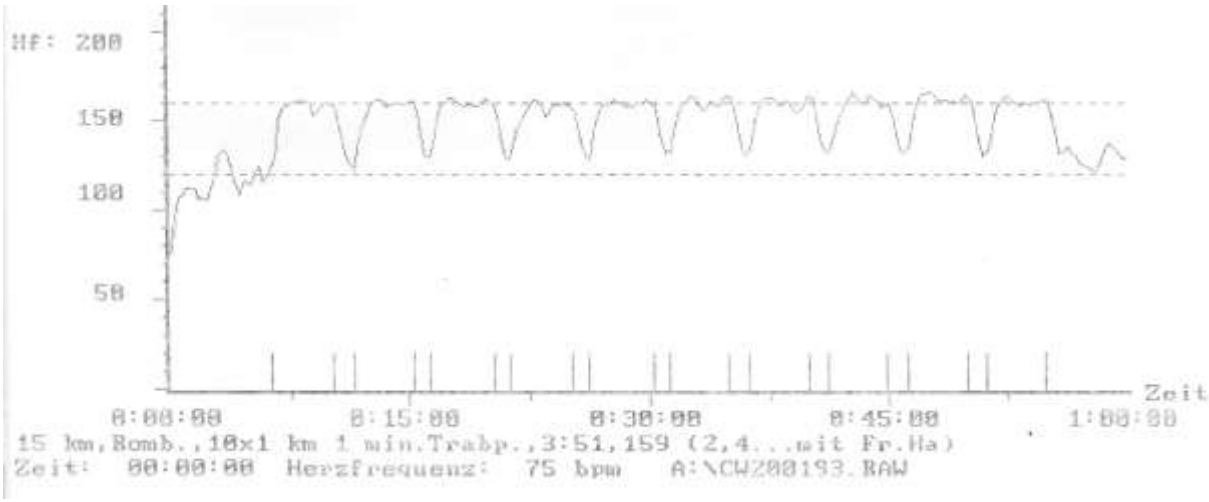


Abb. 1: HF bei 10 x 1 km-Tempoläufen als extensive Wiederholungsläufe

Die HF-Kurve zeigt die Beanspruchung beim Warmlaufen, 10 x 1 km Tempoläufen mit je einer Minute Trabpause dazwischen und dem Auslaufen.

Als Ziel-HF wurde 160 vorgesehen und mit HF 159 gut erreicht.

Beim ersten und vierten Tempolauf wurde das Tempo zeitweise nicht ganz erreicht. Beim achten bis zehnten Tempolauf wurde bei Ermüdung das Tempo anfangs etwas hoch gewählt.

Ansonsten wurde das Trainingsziel von 10 extensiven Wiederholungs-Tempoläufen gut realisiert.

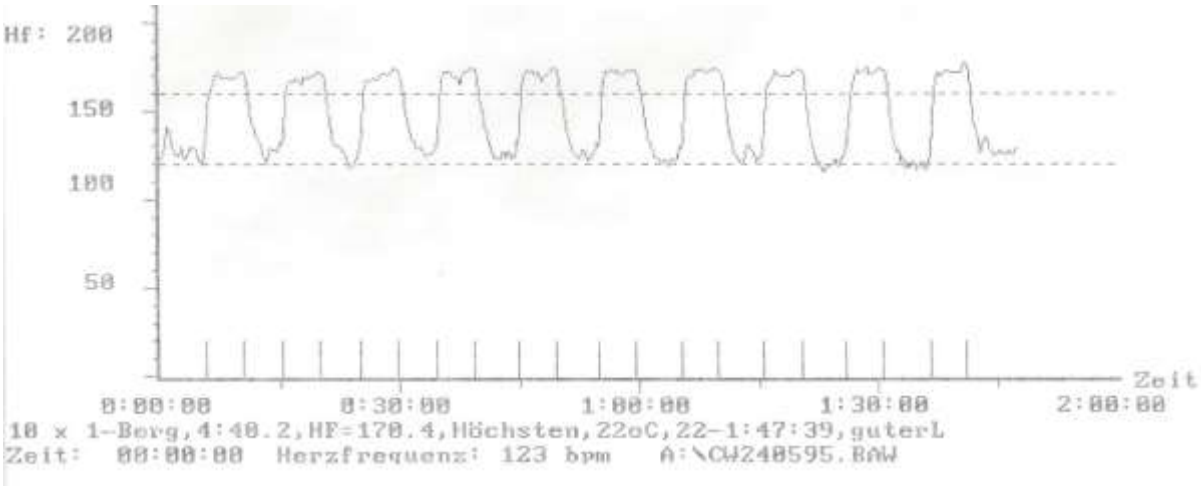


Abb. 2: HF bei 10 x 1 km Berg-Tempoläufen als extensive Wiederholungsläufe

Die HF-Kurve zeigt die Beanspruchung beim Warmlaufen, 10 x 1 km Tempoläufen am Berg mit je vier Minuten Trabpause bergab dazwischen und dem Auslaufen.

Bei Bergläufen wird eine deutliche höhere Herzfrequenz erreicht als im Flachen. Als Ziel-HF wurde 170 vorgesehen und mit 170 punktgenau erreicht.

Beim vierten und fünften Tempo-Berglauf wurde das Tempo zeitweise nicht ganz erreicht. Der zehnte und letzte Tempo-Berglauf wurde mit einem kurzen Schlussspurt beendet.

Ansonsten wurde das Trainingsziel von 10 extensiven Wiederholungs-Tempoläufen am Berg gut realisiert.

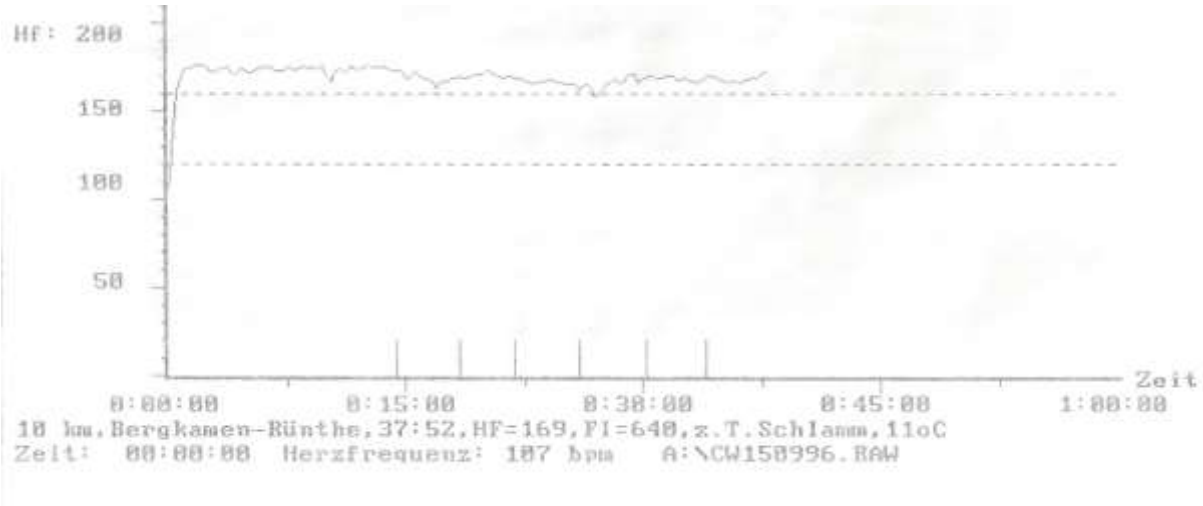


Abb. 3: HF im 10-km-Wettkampf I

Die HF-Kurve zeigt in den ersten zwei Minuten einen kontinuierlichen Anstieg auf die Wettkampf-HF entsprechend der allmählichen Sauerstoff-Versorgung der Muskulatur zu Wettkampfbeginn.

Die HF-Kurve danach verläuft nicht gerade, sondern zeigt ab 4 Km einen Abfall der HF. Mit 169 liegt der HF-Mittelwert unter 170 und damit individuell deutlich unter der Beanspruchung bei einem optimalen 10-km-Wettkampf.

Auf den ersten vier Kilometern wurde der Lauf zu schnell begonnen und konnte nicht in diesem Tempo durchgelaufen werden. Bereits bei zwei Minuten war die HF als Maß der Beanspruchung zu hoch.

Die Renneinteilung war nicht optimal.

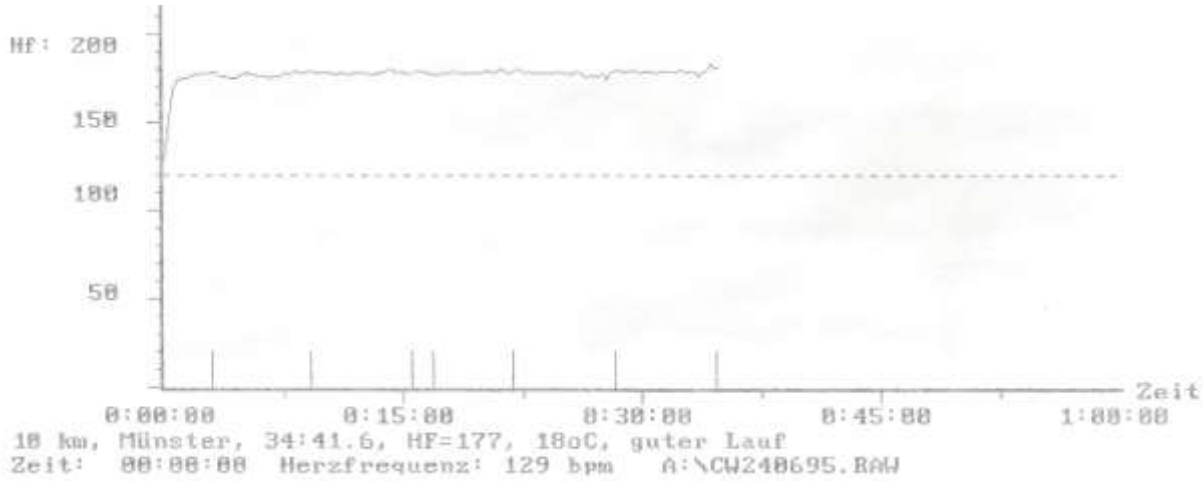


Abb. 4: HF im 10-km-Wettkampf II

Die HF-Kurve zeigt in den ersten zwei Minuten einen kontinuierlichen Anstieg auf die Wettkampf-HF entsprechend der allmählichen Sauerstoff-Versorgung der Muskulatur zu Wettkampfbeginn.

Die HF-Kurve danach verläuft gerade. Der Lauf endet mit einem Schlussspurt.

Die mittlere HF von 177 zeigt eine individuell hohe Beanspruchung auf.

Das hohe Lauftempo konnte 10 Km gehalten werden – die Renneinteilung war optimal.

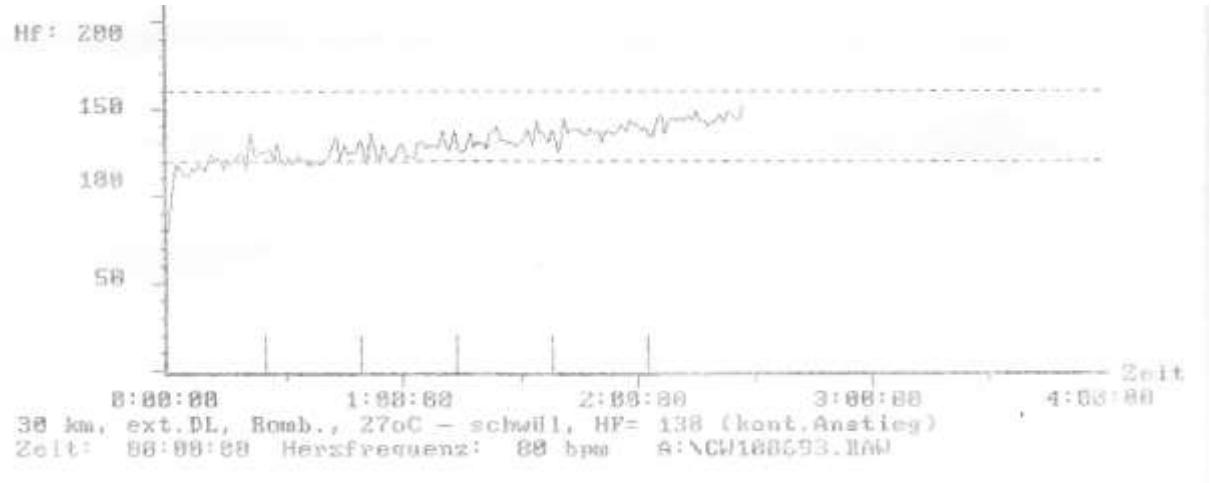


Abb. 5: HF bei langem Lauf, 30 km extensiver Dauerlauf, in Wärme

Die HF-Kurve zeigt keinen geraden Verlauf wie bei langsamen Dauerläufen üblich, sondern bei Wärme und Schwüle einen kontinuierlichen Anstieg als Zeichen einer zunehmenden Beanspruchung trotz gleichbleibendem Lauftempo.

Auch im Training sollte bei langen Läufen in Wärme und Schwüle Wasser getrunken werden.

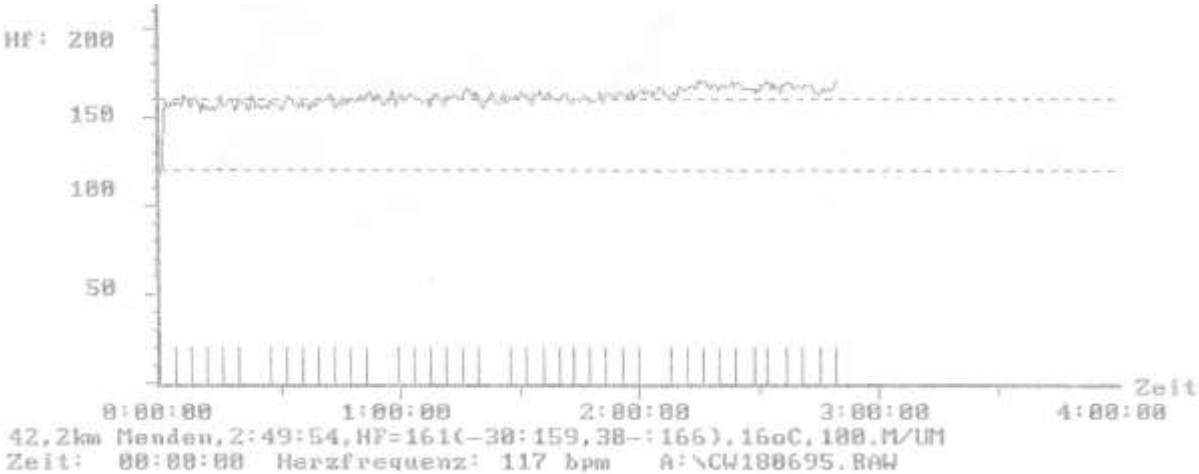


Abb. 6: HF bei Marathon-Wettkampf

Die HF-Kurve liegt bis km 30 bzw. 2 Stunden im Bereich von 160 als individueller Ziel-HF. Der HF-Mittelwert bis km 30 betrug 159.

Bei gleichbleibendem Lauftempo stieg die HF danach allmählich an als Zeichen zunehmender Beanspruchung. Der HF-Mittelwert ab km 30 betrug 166.

Das gewünschte Marathon-Renntempo konnte 42,2 Km gehalten werden – die Renneinteilung war optimal.

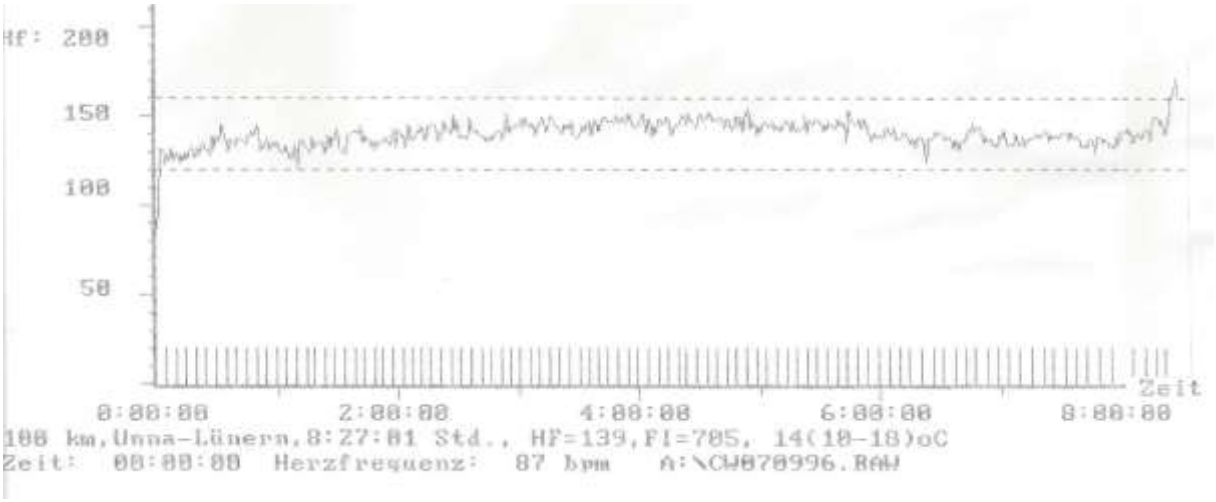


Abb. 7: HF bei 100-km-Wettkampf I

Die HF-Kurve liegt ab der 3. Stunde oberhalb der individuellen Ziel-HF von 140.

Nach 6 Stunden Laufzeit kommt es zu einem Abfall der HF – deutlich unter die individuelle Beanspruchung bei einem optimalen 100-km-Wettkampf.

Der Lauf wurde auf den ersten 70 km zu schnell begonnen und konnte nicht in diesem Tempo durchgelaufen werden.

Die Renneinteilung war nicht optimal.

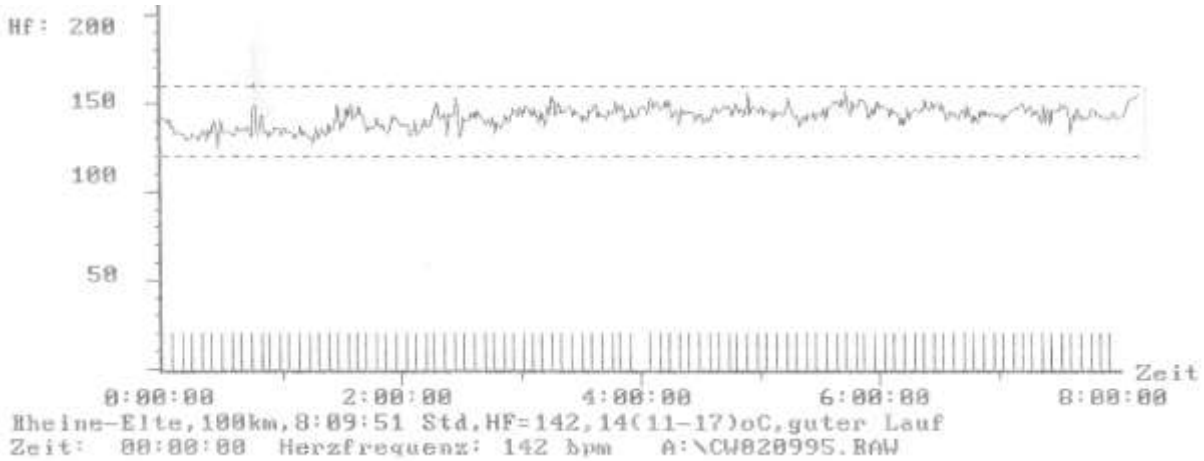


Abb. 8: HF bei 100-km-Wettkampf II

Die HF-Kurve bleibt ab der 3. Laufstunde linear.

Als Ziel-HF wurde 140 vorgesehen. Die mittlere HF von 142 zeigt eine individuell hohe Beanspruchung auf.

Das gewünschte Lauftempo konnte über 100 Km sekundengenau gehalten werden.

Die Renneinteilung war optimal.

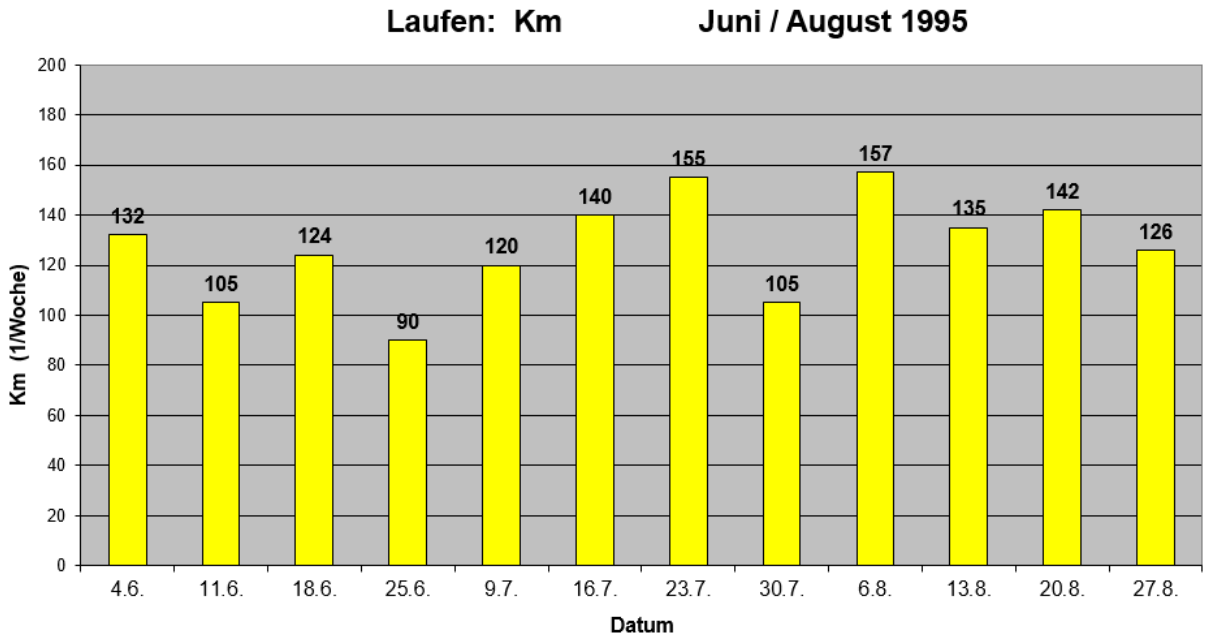


Abb. 9: Lauf-Kilometer pro Woche Juni bis August 1995

Die Dokumentation des Trainings durch Excel-Tabellen wird am Beispiel der Vorbereitung auf den 100-km-Lauf vom 02.09.1995 gezeigt.

Die Anzahl der Wochen-Km variieren zwischen harten und leichten Wochen.

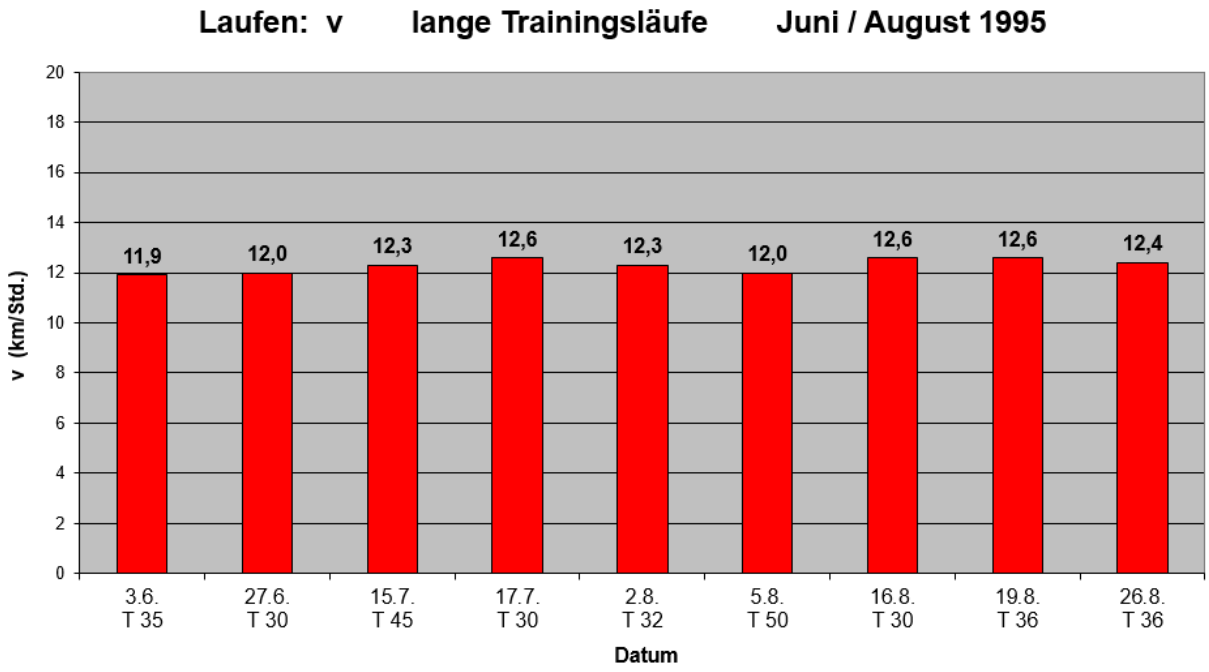


Abb. 10: Laufgeschwindigkeiten der langen Trainingsläufe Juni bis August 1995

Die Laufgeschwindigkeit nimmt etwas im Verlauf der Vorbereitungszeit zu.

Bergläufe zum Tempotraining und lange Trainingswettkämpfe aus den drei Monaten sind in dieser Grafik nicht enthalten.

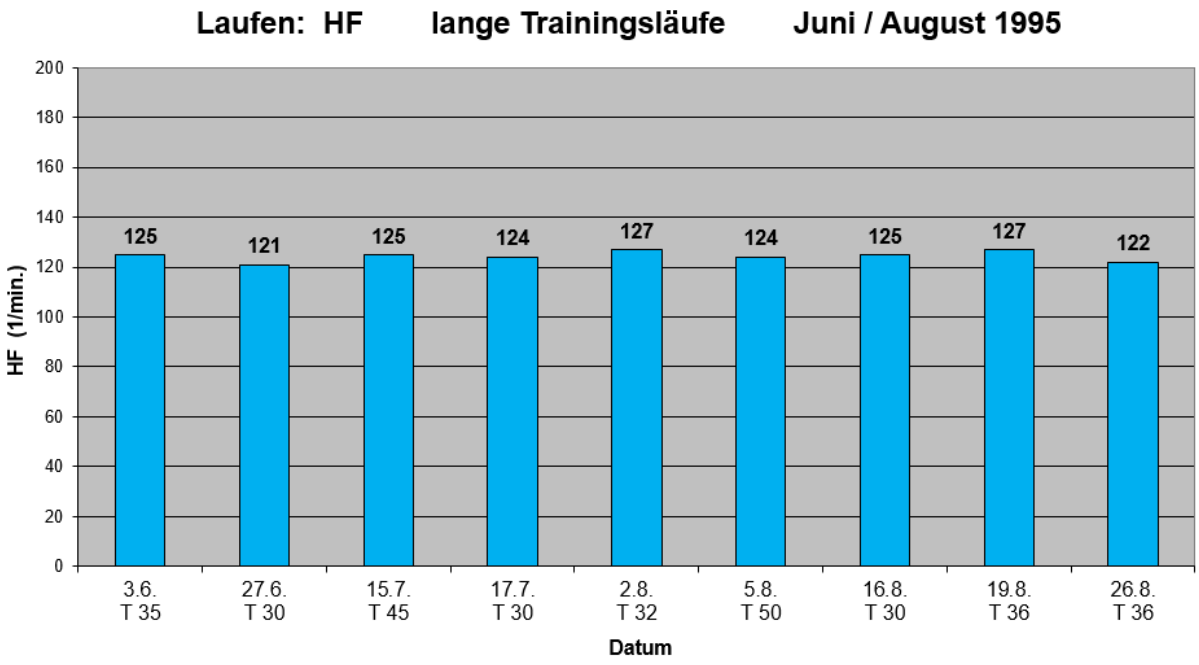


Abb. 11: Herzfrequenzen der langen Trainingsläufe Juni bis August 1995

Die mittleren Herzfrequenzen der langen Trainingsläufe lassen in dieser Grafik keine Tendenz der Formänderung erkennen.

Bei den sehr langen Trainingsläufen von 45 km und von 50 km wurde zum genaueren Vergleich die mittlere HF der ersten 35 km zusätzlich ausgewertet.

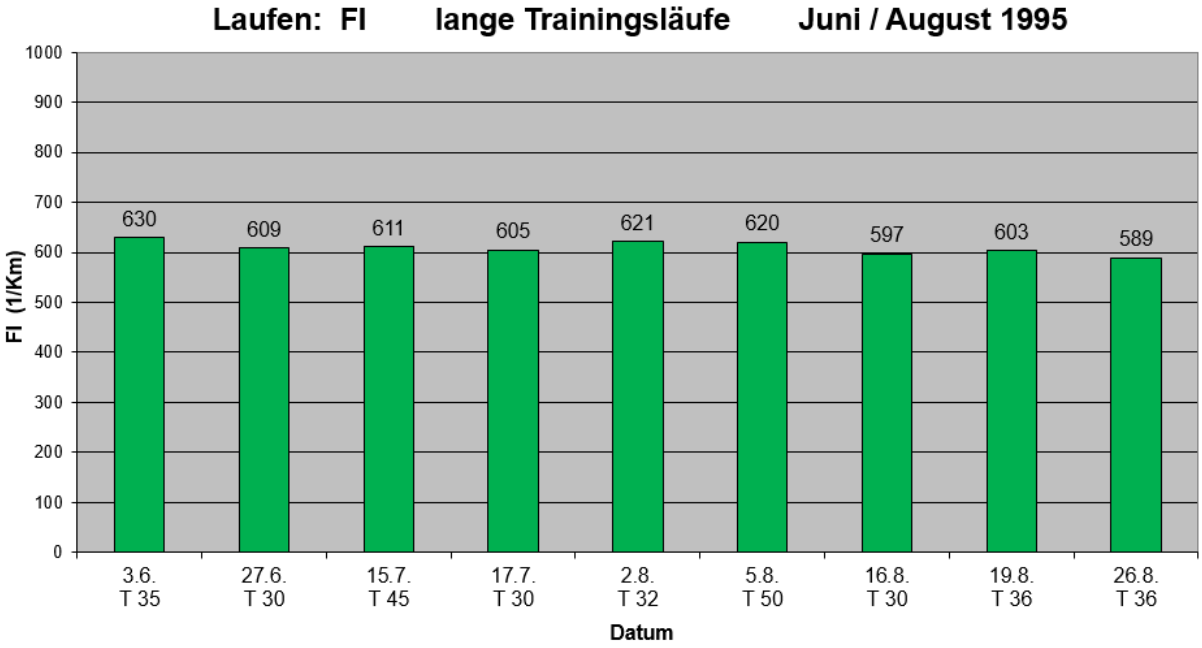


Abb. 12: Formindex (HF/km) der langen Trainingsläufe Juni bis August 1995

Die Betrachtung des Formindex zeigt einen Abfall der HF/Km und damit eine Formverbesserung an.

Die Laufgeschwindigkeit stieg im Verlauf der Vorbereitungszeit an, d.h. die Belastung wurde erhöht.

Daher können die mittleren Herzfrequenzen der langen Läufe nicht direkt miteinander verglichen werden.

Der Vergleich des Formindex vom ersten Lauf FI = 630 und der beiden letzten Läufe mit FI = 603 und FI = 589 (jeweils 35 bis 36 km Streckenlänge) ergibt rechnerisch eine Formverbesserung von gut 5 %.

Bei Verwendung einer Laufuhr und eines Herzfrequenz-Messgerätes ist eine gute Trainingssteuerung möglich.

Das gewünschte **Lauftempo** kann **und sollte für den Zielwettkampf sehr akribisch errechnet und geplant werden**.

Der **Verlauf von Herzfrequenz-Kurven** lässt eine nicht optimale Belastungshöhe (zu schnell oder zu langsam gelaufen) erkennen. Wer aus diesen Kurven lernt, kann Fehler der Renneinteilung minimieren.

Die **weitere**n **Einflussfaktoren neben dem Lauftempo auf die Höhe der Herzfrequenz** müssen beachtet und in die Analyse einbezogen werden: wie war das Wetter, gab es Steigungen im Streckenprofil oder eine psychische Belastung (ein aggressiver Hund auf der Strecke oder ggf. eine Sorge im Kopf) beim Lauf.

Die **Errechnung des Formindex** hilft, Trainingsfortschritte zu erkennen.

Wie bei der Herzfrequenz werden individuell für verschiedene Laufstrecken FI-Höhen für mäßige Form und für optimale Form erkennbar.

Volkslauf Herten-Westerholt Sieger 55 km 04.07.1976

3. Swiss Alpine Marathon Davos 67 km 6:48:59 Std.

vor dem Sertigpaß 30.07.1988

Das Aktiv-Rezept: Gesundheitsförderung durch Langstreckenlauf

Sport und Bewegung sind etwas Gesundes – das ist in der Bevölkerung bekannt. Viele Menschen setzen dieses Wissens aber nicht die Tat einer regelmäßigen sportlichen Betätigung um. **Die vielfältigen positiven gesundheitlichen Auswirkungen des Langstreckenlaufes werden bereits mit 3 bis 4-maligem wöchentlichem Training von je 30 bis 60 Minuten Dauer im Sauerstoff-gleichgewicht erreicht.**

Dieses Wochenpensum entspricht dem durchschnittlichen Fernsehkonsum des Deutschen pro Tag! Viele kleine Wege - Brötchen holen, Briefe zum Briefkasten bringen - lassen sich im Wochenalltag in einen Lauf von 30 Minuten umfunktionieren.

Laufen und Walking sind die einzigen Sportarten, bei denen sich der diastolische Blutdruck (Druck bei der Erschlaffungsphase des Herzens) nicht erhöht. Dadurch werden auch die **Herzkranzgefäße beim Langstreckenlauf gut durchblutet**.
Ein Untrainierter hat ein Herzvolumen von 600 bis 700 ml mit einem Ruhepuls von 70 bis 80 Schlägen pro Minute. Durch regelmäßigen Ausdauersport wird das **Sportlerherz** in allen Herzabschnitten **kräftiger** und erreicht ein Herzvolumen von 900 bis 1500 ml. Die kräftigere Herzmuskulatur des Ausdauersportlers kann pro Herzschlag mehr Blut in den Kreislauf pumpen, daher kann der Ruhepuls auf unter 60 Schläge pro Minute absinken. Wenn ein Sportler besser trainiert ist, ist sein Puls bei gleichem Lauftempo tiefer.

Der **Kreislauf** wird durch regelmäßigen Langstreckenlauf **stabilisiert**. Leichtere Formen des Bluthochdrucks verschwinden oft durch Ausdauertraining, auch leichtere Folgeschäden an Organen bessern sich bei angepasstem Training. Durch Ausdauerdauersport nehmen ebenfalls Beschwerden durch niedrigen Blutdruck wie Schwindel ab.

Schwere Erkrankungen, die noch keine Symptome verursachen, müssen vor Beginn eines Lauftrainings durch eine **sportärztliche Untersuchung** ausgeschlossen werden. Am häufigsten sind das Herzmuskelerkrankungen, Herzklappenfehler, Herzrhythmusstörungen und Verengungen der Herzkranzgefäße. Je nach Schwere dieser Erkrankungen muss die Intensität von sportlichen Belastungen angepasst werden.

Die **Lungen** werden **kräftiger**. Die **Vitalkapazität** - das Luftvolumen, das im Lungenfunktionstest durch maximales Ein- und Ausatmen bewegt werden kann - **verdoppelt** sich beim Ausdauersportler gegenüber dem Untrainierten.

Das **Blut** zeigt **verbesserte Fließeigenschaften** durch eine erhöhte Verformbarkeit der Blutplättchen (Thrombozyten) mit Abnahme der Tendenz zur Verklebung. Rote Blutkörperchen (Erythrozyten) werden schneller im Knochenmark neu gebildet. Diese im Mittel jüngeren Erythrozyten transportieren besser den Sauerstoff in die Körperzellen.

In den **Muskeln** bilden sich durch Ausdauersport **mehr Sauerstoffspeicher** (Myoglobin) und **mehr Energieträger** der Zellen (Mitochondrien). In der trainierten Muskulatur gibt es auch mehr Haargefäße (Blutkapillaren) zum Sauerstoffaustausch.

Mit dieser kräftigeren Muskulatur mit höherer Ausdauerfähigkeit fallen Alltagsbelastungen wie Treppensteigen viel leichter als Untrainierten.

Langstreckenläufer fühlen sich oft 10 bis 20 Jahre jünger und entsprechend leistungsfähiger, die physiologischen Werte der Leistungsfähigkeit bestätigen das.

Die Bewegung fördert eine **regelmäßige Verdauung**. Beim Laufen wird zusätzliche Energie verbraucht, was die **Regulierung des Körpergewichts** erleichtert. Bei unveränderter Ernährung reduziert sich automatisch ein erhöhtes Körpergewicht. Langfristig am erfolgreichsten ist eine Gewichtsabnahme um 1 kg monatlich je zur Hälfte durch vermehrte Bewegung und durch kleine Ernährungsänderungen. Der Körper eines regelmäßigen Ausdauersportlers pendelt sich über Jahre oft auf das optimale Körpergewicht ein, deutlich unter dem Gewicht der vielen übergewichtigen Mitmenschen.

Laufen ist ein idealer **Ausgleich gegen Stress**. Durch die vermehrte Bildung einer Botensubstanz im Gehirn (Serotonin) kommt eine **ruhige gelassene Stimmung** auf. Gerade diese Wirkung schätzen sehr viele Läufer/innen am meisten und bringen uns auch bei schlechtem Wetter in angepasster Bekleidung zum Laufen. Leichtere psychische Erkrankungen bessern sich oft erheblich durch regelmäßigen Ausdauersport. Durch diese **psychische Stabilisierung** erhöht sich die Belastbarkeit im Alltag.

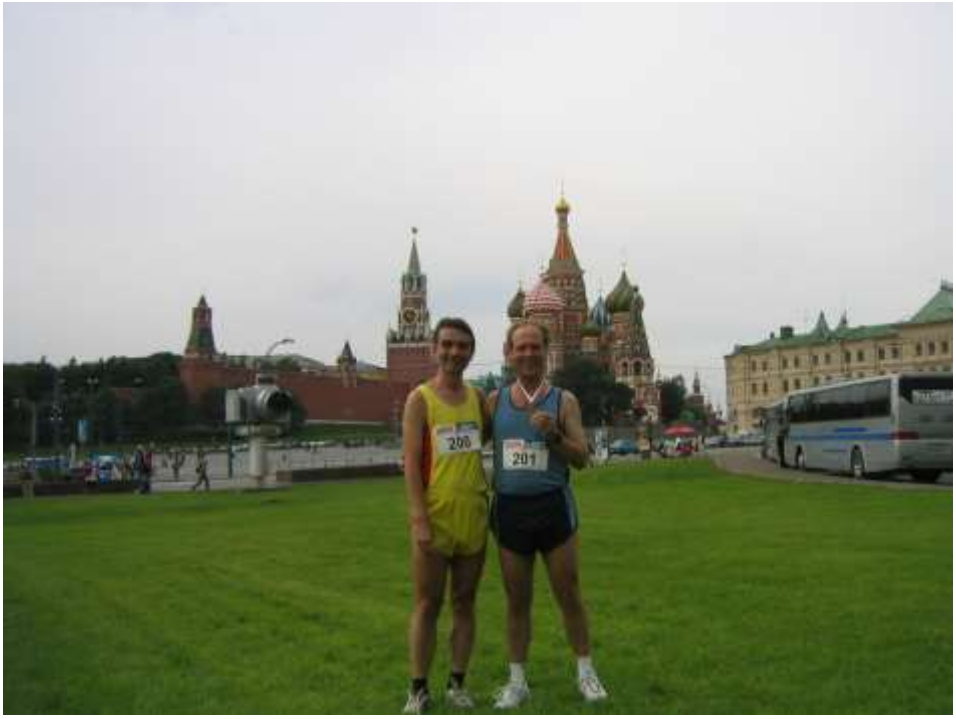
Bestimmte **Regionen des Gehirns werden** ein Viertel **mehr durchblutet, was nachweisbar das kreative Denken fördert.** Beim Laufen kommen immer wieder „gute kreative“ Gedanken auf, die ein Problem zu lösen helfen. Nach einem Training mit individuell geeigneter mittlerer Belastung hält diese Wirkung noch für einige Stunden an.

„Sich jung und fit fühlen“ – regelmäßiger Ausdauersport ist das Aktiv-Rezept hierfür.

Gesundheitsförderung durch Langstreckenlauf und Walking

Herz:	wird kräftiger, durch Training vergrößerte Herzmuskulatur, pro Schlag wird mehr Blut gepumpt, daher tieferer Puls beim Trainierten
Lungen:	werden kräftiger, die Vitalkapazität verdoppelt sich
Kreislauf:	stabilisiert sich, Besserung leichterer Formen des Bluthochdrucks Besserung von Beschwerden durch niedrigen Blutdruck
Muskeln:	werden ausdauernder und kräftiger, geringere Ermüdung auch im Alltag
Blut:	zeigt verbesserte Fließeigenschaften, dadurch Vorbeugung von Herzinfarkt und Schlaganfall
Immunabwehr:	verbessert, dadurch seltener Erkältungen
Körpergewicht:	Regulierung durch erhöhten Energieverbrauch erleichtert, zusätzlich Verhaltensänderung mit "sportlicherer Lebensweise": mehr Bewegung im Alltag, mehr gesunde Vollwert-Ernährung
Verdauung:	regelmäßiger durch Förderung der Darmarbeit durch die Bewegung
Psyche:	stabilisiert, die Ausschüttung von Serotonin führt zu einer ruhigen gelassenen positiven Grundstimmung, dadurch höhere Stresstoleranz, stärker belastbar
Durchblutungssteigerung im Gehirn:	Förderung kreativen Denkens

New York City Marathon 06.11.1988



Moskau Marathon 12.09.2004

Viel Marathon laufen – Gesundheitscheck und Eigenverantwortung

Wie soll ein sportmedizinischer Gesundheitscheck zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken ablaufen? Ist doch kein Problem: ich bringe mein Auto jedes Jahr zur professionellen Inspektion, dann kann ich immer sicher fahren. Ach nein – diese Inspektion reicht doch nicht aus: mir fällt eine Menge ein, was ich im Laufe des Jahres selbst für mein Auto und für mich als Fahrer machen muss.

In den 70er Jahren musste ich zum Badminton-Spielen einen **Gesundheitspass** vorlegen. Jedes Jahr untersuchte mich der Hausarzt und stempelte das Heft ab. Was hat der eigentlich bei mir untersucht? Abhorchen von Herz und Lunge, Puls, Blutdruck … natürlich in Ruhe in seiner Praxis. Nach einigen Jahren gab es keinen Gesundheitspass mehr. Der Grund war einfach: es gab keine Regelung, was zur Bescheinigung der Sportgesundheit zu untersuchen war und deshalb wurde diese nicht sehr sinnvolle Pflicht abgeschafft. In Deutschland ja – in Frankreich ist heute noch ein **ärztliches Attest** Voraussetzung zum Start bei vielen Läufen. Viele Läufe in Deutschland nehmen in die Anmeldung eine **Selbstverpflichtung** auf: Ich erkläre, gesund zu sein, ausreichend trainiert zu haben und mich regelmäßig ärztlich untersucht zu lassen.

Inzwischen gibt es eine durch Experten entwickelte **Leitlinie für „Vorsorgeuntersuchung im Sport“** (zuletzt aktualisiert 2007) der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention. Auf der Homepage www.dgsp.de ist auch eine Liste „Empfohlene Untersucher“ eingestellt, die nach Postleitzahlen geordnet als geeignet angesehene Ärztinnen und Ärzte auflistet. Das Untersuchungsprogramm umfasst in dieser Leitlinie die Vorgeschichte (Anamnese), eine körperliche Untersuchung, apparative Untersuchungen (Ruhe-EKG, Belastungs-Ergometrie, Echokardiographie) und laborchemische Untersuchungen. Ein Blick auf Homepages der gelisteten Untersucher zeigt ein Preisniveau von 80 bis 100 Euro bei vollständiger Untersuchung für den Marathonlauf.

Die genannte Leitlinie zur sportmedizinischen Untersuchung erfasst vor allem umfassend möglicherweise bestehende **Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems**. Beim Abhorchen mit dem Stethoskop können Herzklappenfehler und Herzrhythmusstörungen erkannt werden, die dann apparativ weiter untersucht werden.

Wie hoch darf der **Blutdruck in Ruhe** sein? Man unterscheidet den oberen (systolischen) Wert beim Zusammenziehen des Herzmuskels und den unteren (diastolischen) Wert bei der Erschlaffung des Herzmuskels. Normal sind Werte unter 130/unter 85 mm Hg; ein Bluthochdruck 1. Grades besteht bei systolischen Druck ab 140 oder bei diastolischem Druck ab 90 mm Hg. Aufregung beim Arzt ist nichts Seltenes, beim Nachmessen sind leicht erhöhte Blutdruckwerte oft normal. Wenn in Ruhe der Blutdruck erhöht bleibt sind die Blutdruckwerte bei der Belastungs-Ergometrie und eine 24-Std.-Blutdruckmessung zur Diagnose erforderlich. Nur die Hälfte aller Menschen mit erhöhtem Blutdruck weiß davon, nur die Hälfte davon nehmen notwendige Medikamente zur Behandlung regelmäßig ein.

Im **Ruhe-EKG** zeigen sich ggf. Herzrhythmusstörungen. Das ist eine Störung der normalen Herzschlagfolge durch krankhafte Veränderungen der Erregungsbildung oder der Erregungsleitung im Herzmuskel. Keine echte „Störung“ ist eine nicht krankhafte Variabilität des Herzrhythmus. Bei Herzrhythmusstörungen in Ruhe sind die Belastungs-Ergometrie und ein 24-Std.-EKG zur Diagnose erforderlich. Rhythmusstörungen können aus den beiden Herzvorhöfen oder aus den beiden Herzkammer kommen. Am häufigsten sind Extraschläge als „Herzstolpern“ und eine zeitweise sehr schnelle Herzfrequenz als „Herzrasen“. Schwindel, Kollaps und Ohnmacht bei krankhaft erniedrigter Herzfrequenz kann mit Herzstillstand und plötzlichem Herztod enden. Ausdauersportler haben nicht selten einen niedrigen Puls, weil ihr Herzmuskel mehr Blut pro Herzschlag als ein untrainiertes Herz pumpen kann. Bei Zeichen von leichteren Blockierungen der Erregungsleitung zeigte die Belastungs-Ergometrie, ob das für den Ausdauersportler Krankheitswert hat oder nicht.

Im Ruhe-EKG finden sich ggf. Zeichen von Durchblutungsstörungen (Verengung einer oder mehrerer der drei Herzkranzgefäße), auch durchgemachte Herzinfarkte sind meist erkennbar. Es kommt gar nicht so selten vor, dass ein Herzinfarkt der untersuchten Person nicht bekannt war. Bei diesen Zeichen einer koronaren Herzerkrankung ist eine Linksherzkatheter-Untersuchung zur weiteren Diagnostik erforderlich.

Die **Belastungs-Ergometrie** ist der wichtigste Teil der Untersuchung: wie reagieren Herz und Kreislauf bei Belastung? Ausdauersportler „passen nicht ins gewohnte Bild“: wir können nämlich erheblich mehr Watt Leistung auf dem Fahrradergometer treten als der Altersdurchschnitt. Die Aussage „sportgesund“ ist aber nur dann sicher genug, wenn die Ergometrie **bis zur individuellen Ausbelastung** durchgeführt wird. Gefährliche **Herzrhythmusstörungen** und **Durchblutungsstörungen** zeigen sich nicht selten erst bei maximaler Belastung. Der Blutdruck kann in Ruhe einigermaßen normal, unter hoher Belastung aber behandlungsbedürftig überhöht sein. Die sportmedizinische Untersuchung zahlt keine Krankenkasse, sondern jeder selbst. Also der klare Auftrag an den untersuchenden Arzt: Belastungs-Ergometrie mit individueller Ausbelastung!

Der **Belastungs-Blutdruck** muss in Abhängigkeit von der Belastung in Watt und dem Lebensalter errechnet werden. Hier zwei Beispiele: bei einer 60-jährigen Person darf der systolische Blutdruck bei Belastung mit 100 Watt bis 200 mm Hg, bei Belastung mit 150 Watt bis 215 mm Hg hoch sein.

Die **Echokardiographie** ist die Ultraschalluntersuchung des Herzens. Es zeigen sich die vier Herzklappen und die Dicke des Herzmuskels. Außerdem wird der Blutfluss farbig dargestellt.

Laborchemische Untersuchungen gehören, wenn sie nicht kürzlich bei einer Vorsorgeuntersuchung erhoben wurden, sinnvollerweise mit zum Vorsorgecheck. Blutbild, Leberwerte, Nierenwert, Blutfette, Entzündungs-Parameter.

So weit, so gut. Am Tag X war sportmedizinisch alles in Ordnung. Jetzt kommt die **eigenverantwortliche Gesundheitspflege**.

Wichtigste Regel: **bei fieberhaftem Infekt ist Laufpause!** Die drohende Gefahr von Muskelentzündungen (Myositis), insbesondere des Herzmuskels (Myokarditis) ist in der Öffentlichkeit bekannt … Wer bei diesem Roulette seine Laufgesundheit verloren hat, würde gern das Zeitrad zurückdrehen können und seinem Körper bei Fieber eine Laufpause gönnen. Wann darf man/frau nach Infekt wieder laufen? Hierzu ist eine Blutuntersuchung auf Entzündungszeichen zu empfehlen, wenn eine Marathonreise gebucht und bezahlt ist. Sonst: im Zweifel etwas länger pausieren.

Läufer sind „verrückt“, zumindest manchmal für Nicht-Läufer. Vor dem Lauf klagt der Läufer über diverse orthopädische Schmerzen, die sich durch den Startschuss von selbst heilen, aber abends nach dem Lauf wiederkommen. Diese Wehwehchen kennt jeder von uns, die meisten haben aber auch schon Erfahrungen mit **orthopädische**n **Überlastungs-Verletzungen** gesammelt. Das muss jeder (lernen,) voneinander (zu) unterscheiden. Für mich galt mehrmals: aus Schaden wird man klug. Hier ein kurzer Überblick zu häufigen Problemen:

Am häufigsten sind **Sehnen** (Ansätze der Muskeln am Knochen) **und Bänder** schmerzhaft gereizt und entzündet. Zu schnelle Steigerung der Belastung oder auf längere Sicht individuell zu hohe Umfänge sind die Ursache.

Entzündungen der Fußsohlensehne (fälschlicherweise „Fersensporn“ genannt – nicht der kleine Knochenauswuchs, sondern die Sehne ist entzündet) sind eine sehr langwierige Verletzung. Ursache sind nicht durch Einlage korrigierte Fehlstellungen des Fußes mit chronischer Überlastung. Nach Jahren folgen dann einige Monate zwangsweiser Laufpause.

Schmerzhafte Muskelverhärtungen sind für uns fast schon „normal“. Die kann/soll man/frau sinnvoll behandeln und kann ihnen vorbeugen. Nicht selten haben Ausdauersportler verschiedene **Muskelkraftdefizite**, die zum einen erkannt und zum anderen ausgeglichen werden sollten. Das ist eine viel sinnvollere Maßnahme als die unten genannte Methode des ungezielten Schmerzmittel-Einwerfens zu wählen.

Wirbelsäulen-Blockaden können Schmerzen bis in Teile des Beins verursachen. Das selbst zu erkennen erfordert eine Schulung des Körpergefühls. Durch manuelle Therapie (= Chirotherapie) lassen sich solche Blockaden schnell lösen.

Arthrose bedeutet einen Verlust des Knorpels, der die Knochenenden in den Gelenkflächen überzieht. Je nach Schweregrad kann es sich als dauerhafte Schädigung erweisen mit Notwendigkeit des (weitgehenden) Umstiegs vom Langstreckenlauf auf anderen Ausdauersport.

Ein Marathonlauf beansprucht auch Leber und Nieren. Bei ausreichend langer Erholung sind diese Organe beim nächsten Marathonlauf wieder zur Belastung bereit. Insbesondere **bei Mehrtagesläufen** haben Untersuchungen **durch die Kumulation der Belastung sehr stark erhöhte Leber- und Nierenwerte** gezeigt.

Die wichtigste Belastung der **Nieren** entsteht durch Flüssigkeitsverlust beim Langstreckenlauf. Die Leistungsfähigkeit sinkt schon ab Verlust von 1 % des Körpergewichts, Durst kommt erst ab 2 % Flüssigkeitsverlust vom eigenen Körpergewicht auf. Wie viel muss ich trinken?

Wichtigste Regel im Alltag: man/frau sollte 0,5 – 1 l Urin pro Tag lassen. Wer sich ein paar Mal vor und nach dem Laufen wiegt, kann sein Ausmaß des Schwitzens einschätzen. Nach dem Lauf zeigt ein dunkelgelber stark konzentrierter Urin Flüssigkeitsmangel an, ein leicht gelber Urin hat eine „gesunde" Farbe, bei klar weißem Urin hat der Körper viel Wasser über die Nieren ausgeschieden.

Die **Leber** hat als Entgiftungsorgan im Marathonlauf viel Arbeit. Es dauert ein paar Tage nach einem Marathonlauf bis die Konzentration der Leberenzyme im Blut wieder im normalen Bereich liegen. Zu empfehlen ist daher, weitere Belastung der Leber nicht zu übertreiben. In der heutigen Begutachtung wird das Konsumverhalten von **Alkohol** sehr differenziert beschrieben. Alkoholabstinenz ist selten; **mäßiger Genusskonsum** findet sich am häufigsten und ist bei Fehlen einer Alkoholabhängigkeit gesundheitlich nicht bedenklich. Die Grenze zu einem **riskanten Konsum** liegt für Männer bei einem durchschnittlichen täglichen Konsum von 60 g Alkohol, für Frauen bei 40 g Alkohol pro Tag. Frauen haben eine geringere Aktivität des Alkohol-abbauenden Enzyms (Alkoholdehydrogenase) und weniger wasserlösliche Körpermasse als ein Mann. 60 g Alkohol sind enthalten in 1,5 l Bier oder 0,6 l Wein oder 0,2 l Spirituosen. 40 g Alkohol sind somit in zwei Dritteln der Menge dieser Getränke enthalten. **Hochkonsum von Alkohol** entspricht durchschnittlich 120 g/Tag bei Männern bzw. 80 g/Tag bei Frauen. Einen vermehrten Alkoholkonsum an einzelnen Tagen verkraftet der Körper besser als (fast) tägliches Trinken im Risiko- oder gar im Hochkonsum-Bereich. Gar nicht schön für die Leber ist eine Kombination mehrerer Marathonläufe mit Durstlöschen durch viel Bier – dann ist ein Bier zum Genuss mit alkoholfreien weiteren Getränken für die Leber deutlich gesünder.

Der Gebrauch von Medikamenten ist auch im Laufsport keine Seltenheit.

Schmerzmittel nimmt (fast) jeder manchmal. Bei gelegentlichem Kopfschmerz oder bei einer nicht lange anhaltenden Entzündung ist eine Eigenbehandlung üblich. Leider zeigen anonyme Umfragen bei Marathonläufen, dass Schmerzmittel vor dem Lauf zur Vermeidung von Schmerzen auch „vorbeugend" eingenommen werden, sprich: zum Laufen mit schnellerer Geschwindigkeit. Ein regelmäßiger derartiger Medikamentenmissbrauch bekommt dem Körper nicht gut. Es kommt oft zu Magenschmerzen durch Schleimhautreizungen, die sich durch Flüssigkeitsmangel noch verstärken. Im Krankenhaus lautet eine Standardfrage bei akuten Magenblutungen: wie oft nehmen Sie welche Schmerzmittel ein?
Das Wahrnehmen und angemessene Bewerten von Schmerzen (normal … Tempo rausnehmen … heftiger Schmerz: echtes Problem) ist ein erheblicher besserer Umgang als das Überdecken von Schmerz als Warnsignal des Körpers beim Laufen.

Ohne Kaffee am Morgen ist mein Frühstück nicht komplett. Am Ende eines langen Laufes trinke ich manchmal Cola. Das ist normal. Allerdings ist in einigen Berichten von Ultraläufen vom Einsatz von **Koffein**tabletten zur medikamentösen Stimulierung zu lesen. Koffein steht inzwischen nicht mehr auf der Dopingliste, weil sowohl durch viel Trinken Koffeinhaltiger Getränke und Zufuhr über Koffein-Tabletten höhere Koffein-Konzentration im Körper erreicht werden können. Der frühere Grenzwert wurde etwa durch Trinken von 5 Tassen Kaffee erreicht. Koffein in höheren Dosen führt zu Kopfschmerzen, Übelkeit, erhöhter Muskelspannung und wirkt harntreibend, d.h. führt zu vermehrtem Flüssigkeitsverlust. Daher ist eine Koffeinzufuhr unterhalb des Auftretens dieser Nebenwirkungen anzuraten.

Selten werden Betäubungsmittel zur medikamentösen Stimulierung im Langstreckenlauf verwendet. Eine Auflistung der Nebenwirkung lässt hiervon auch dringend abraten.

Kokain erhöht den Blutdruck, die Herzfrequenz und die Atemfrequenz, verengt die Blutgefäße und verursacht Depressionen sowie Wahngedanken. **Amphetamine** erhöhen die Herzfrequenz und die Muskelspannung, verengen die Blutgefäße, bewirken vermehrtes Schwitzen und verminderten Appetit. Der Redefluss ist deutlich gesteigert, es kommt zu vermehrter Nervosität sowie zu Wahngedanken.

Das Fazit: **Auf seinen Stütz- und Bewegungsapparat, die Leber und die Nieren muss jeder Marathonläufer in erster Linie selbst achten.** Die Bilanz von viel Marathon laufen und Gesundheit ist insgesamt positiv: **Die vielfältigen Verbesserungen der körperlichen und seelischen Gesundheit durch Ausdauersport überwiegen in Ausmaß und finanziellem Wert die hier genannten möglichen „Lauf-Nebenwirkungen“ um ein Mehrfaches!** Marathonläufer/innen sind im Durchschnitt gesünder und auch im Alltag belastungsfähiger als Menschen, die keinen Sport treiben.

Hamm-Heessen 2. DM 100 km 08.10.1988

Deutscher Meister Heinz Hüglin 6:41:41 Std.

„Motor“ in Hamm Gunter Hünerhoff

Deutsche Meisterin

Birgit Lennartz
7:42:00

Zieleinlauf als 34. Männer (li. Harry Arndt)

100 km in 8:08:46 Std. (pers. Bestzeit)

15 Jahre 100 Marathon Club

Beim Hamburg Marathon am 24.04.1999 gründeten 13 Läufer den 100 Marathon Club. Ein Foto auf der Homepage zeigt 11 bekannte Gesichter fleißiger Marathonis. 10 Gründer waren Vollmitglieder, 3 waren Anwärter mit noch unter 100 gelaufenen Marathon/Ultramarathonläufen.

Im Dezember 1999 wurde ich Mitglied mit der Nr. 44. Inzwischen werden 300er Mitglieds-Nummern vergeben. Das kleine Jubiläum ist ein guter Anlass, unser Laufen im 100 MC einmal statistisch zu betrachten.

Dazu habe ich die jeweils zu Jahresbeginn veröffentlichten Gesamtlisten und Jahreslisten ausgewertet. In den ersten Jahren wurden zusätzlich viele Nicht-Mitglieder erfasst, inzwischen gibt es getrennte Listen der Mitglieder sowie der Mitglieder einschließlich Ex-Mitgliedern. In diese Auswertungen habe ich nur die Vereinsmitglieder aufgenommen, die für das jeweilige Jahr in der Gesamtliste und/ oder in der Jahresliste aufgeführt wurden.

Wie viele Läufer/innen sind im 100 MC aktiv?

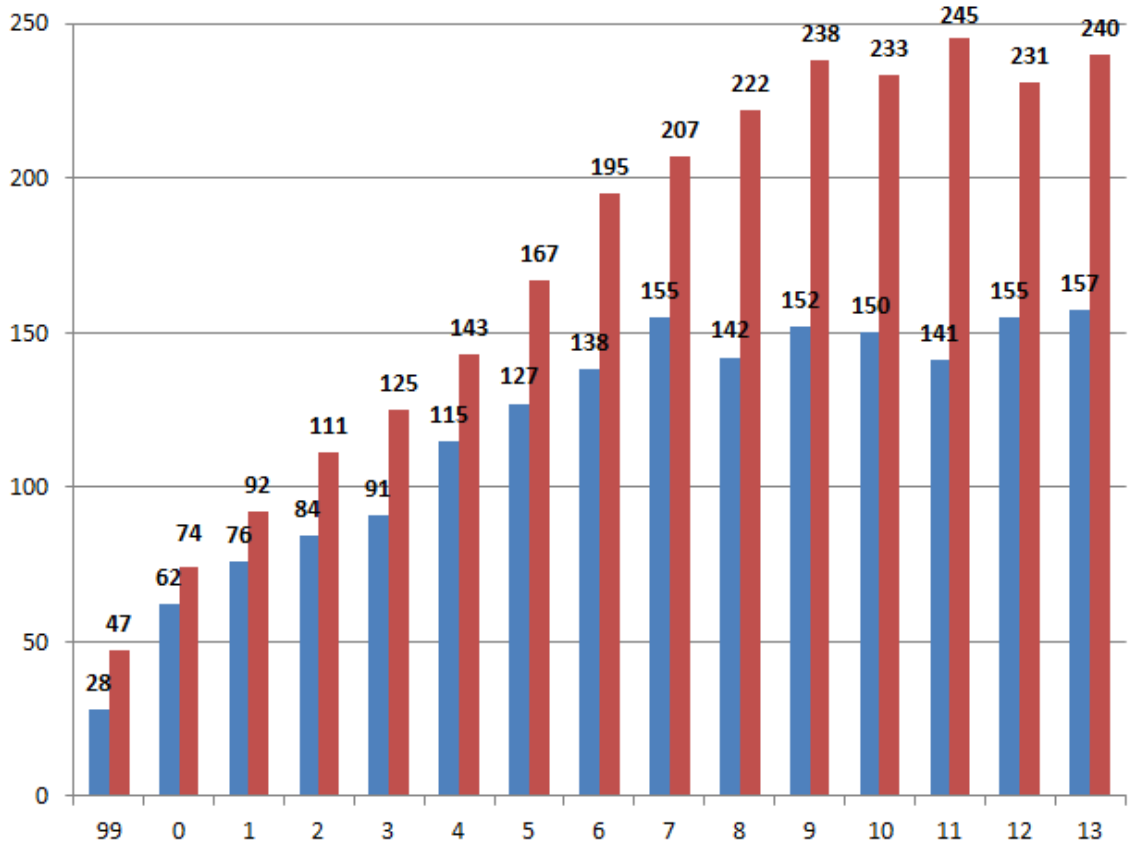


Abb. 1: Anzahl der Aktiven in den Jahres- und Gesamtlisten 1999 - 2013

In den Gesamtlisten stehen in jedem Jahr deutlich mehr Marathoni(a)s als in den Jahreslisten. Während einzelne von uns nicht mehr aktiv Marathon laufen, haben andere ihre Läufe nicht an den/die Statistiker/in gemeldet.

Nach 11 Jahren mit kontinuierlicher Steigerung der Aktiven-Zahl hat sich seit 2010 die Anzahl auf rund 240 Mitglieder in der Gesamtstatistik und jeweils rund 150 Mitglieder mit Jahresmeldungen eingependelt.

Die Anzahl der Frauen im Verein hat sich schrittweise von 2 im Jahr 1999 auf 19 im Jahr 2013 erhöht. Der Anteil der Frauen im 100 MC liegt aber immer noch unter 10 %.

Wie alt sind die Aktiven im 100 MC?

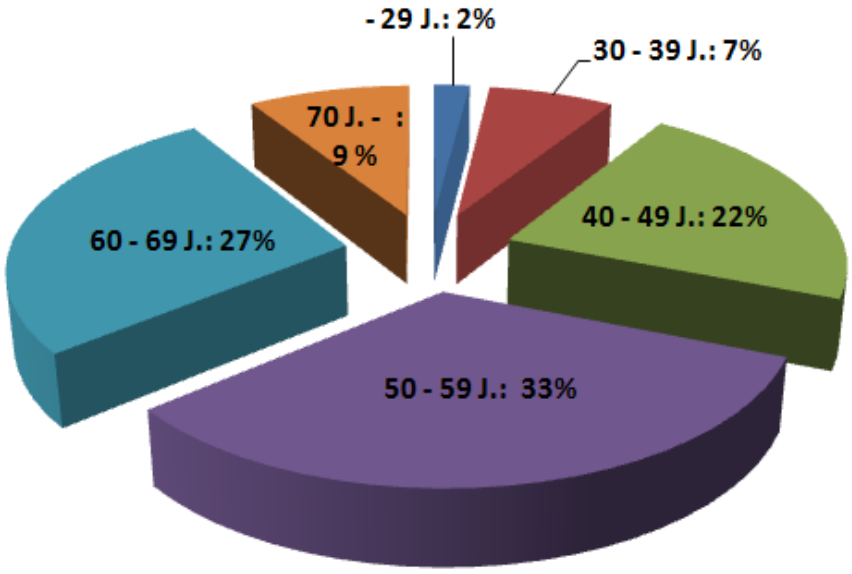


Abb. 2: Altersverteilung der Aktiven 1999 - 2013

Die Mitglieder im 100 MC sind überwiegend zwischen 40 und 69 Jahre alt. Der Anteil der Aktiven von 70 Jahren und älter hat kontinuierlich zugenommen und betrug 2013 13 %. Regelmäßiges Marathon laufen im Wohlfühl-Tempo ist also auch im Alter gut möglich – für mich ist das ein Vorbild sportlich aktiver Lebensweise!

Die Statistiken verdeutlichen, dass nur wenige Aktive jünger als 40 Jahre sind. Dieser Trend nimmt allmählich zu: 2013 waren das nur 3 % der Aktiven. Wer in dieser Lebenszeit Marathon läuft, hat oft eine Bestzeit oder eine gelegentliche Teilnahme als Ziel. Viel Marathon laufen in ruhigem Tempo wird in der Regel erst später im Läufer/innen-Leben ein Ziel.

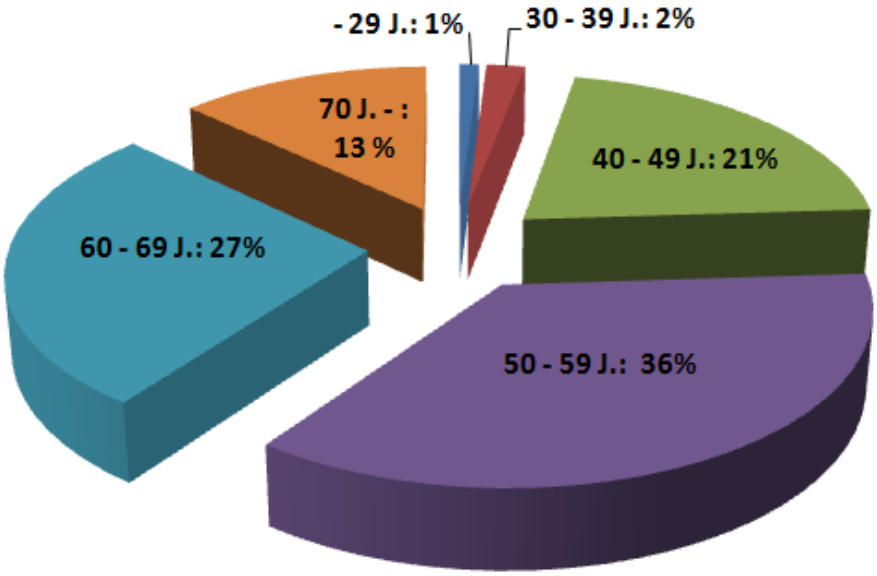


Abb. 3: Altersverteilung der Aktiven 2013

Wie viel laufen wir im 100 MC?

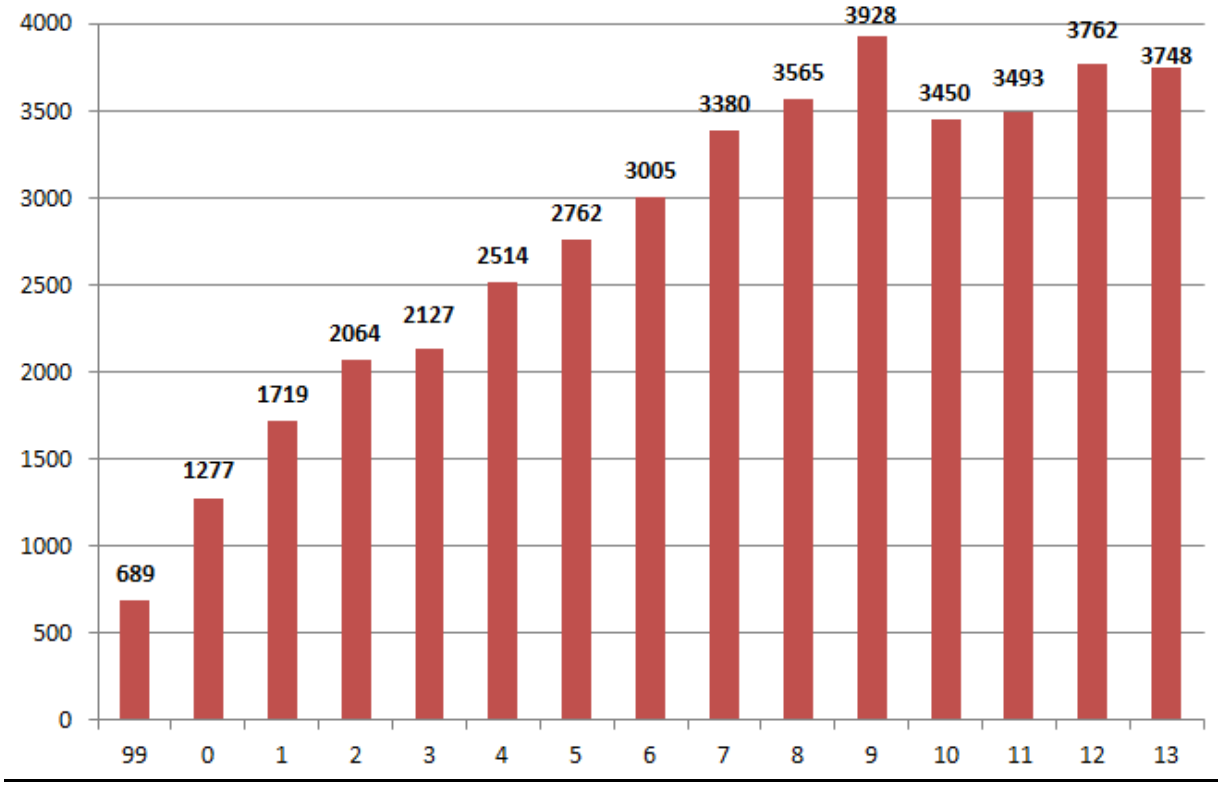


Abb. 4: Summen der Jahres-Gesamtläufe 1999 - 2013

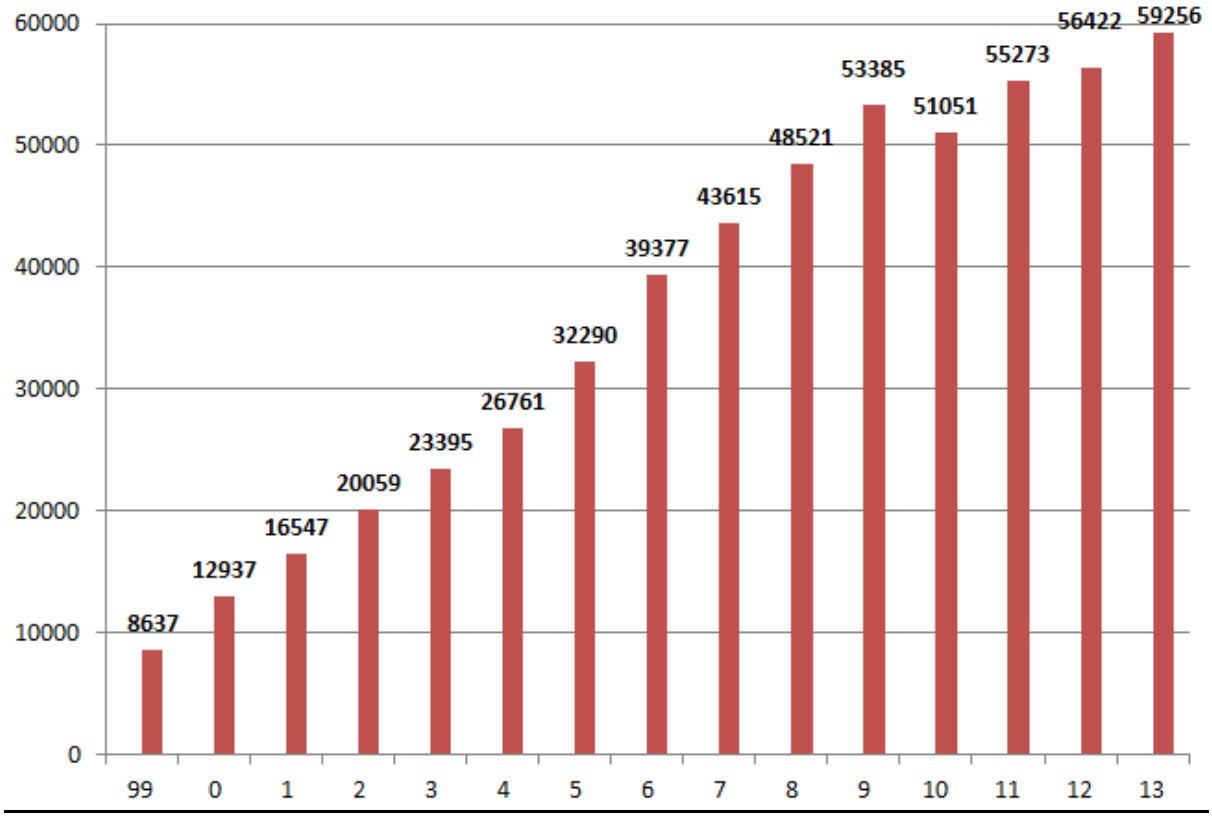


Abb. 5: Summen der Gesamt-Listen 1999 - 2013

Die Summen der gemeldeten Läufe pro Jahr stieg 10 Jahre kontinuierlich an und schwankt seit 2009 zwischen 3400 und 3900.

Auch die Summen der Läufe aus den Gesamtlisten stieg 11 Jahre stark an. Von 2010 bis 2013 war der weitere Anstieg geringer ausgeprägt.

Die Anzahl der Mitglieder in den Jahres- und in den Gesamtlisten war in den ersten 10 Jahren deutlich angestiegen und bleibt seitdem im gleichen Bereich.

Wie viel läuft jede/r im 100 MC?

Die Anzahl der gemeldeten Läufe pro Jahr und Meldung hat eine Spannbreite von 1 bis 171.

Der Mittelwert der Läufe pro Jahr hat sich von 1999 bis 2013 nicht verändert, sondern bleibt bei 23,5 Läufen pro Jahr! Die Aktiven im 100 MC laufen also nicht immer mehr, sondern bleiben im Durchschnitt bei ihrer Laufanzahl.

In den Gesamt-Lauflisten stieg von 1999 bis 2013 die Anzahl der im Laufleben absolvierten Läufe von 180 auf 250 im Durchschnitt an.

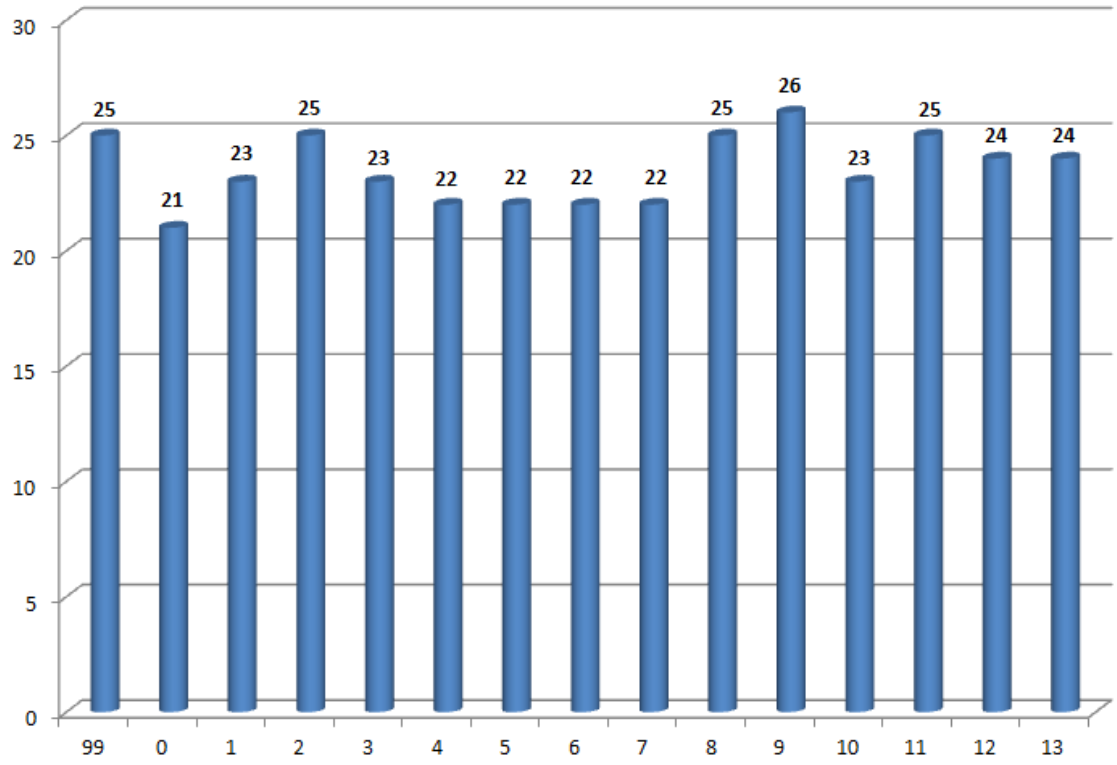


Abb. 6: Mittelwert der Jahres-Gesamtläufe 1999 - 2013

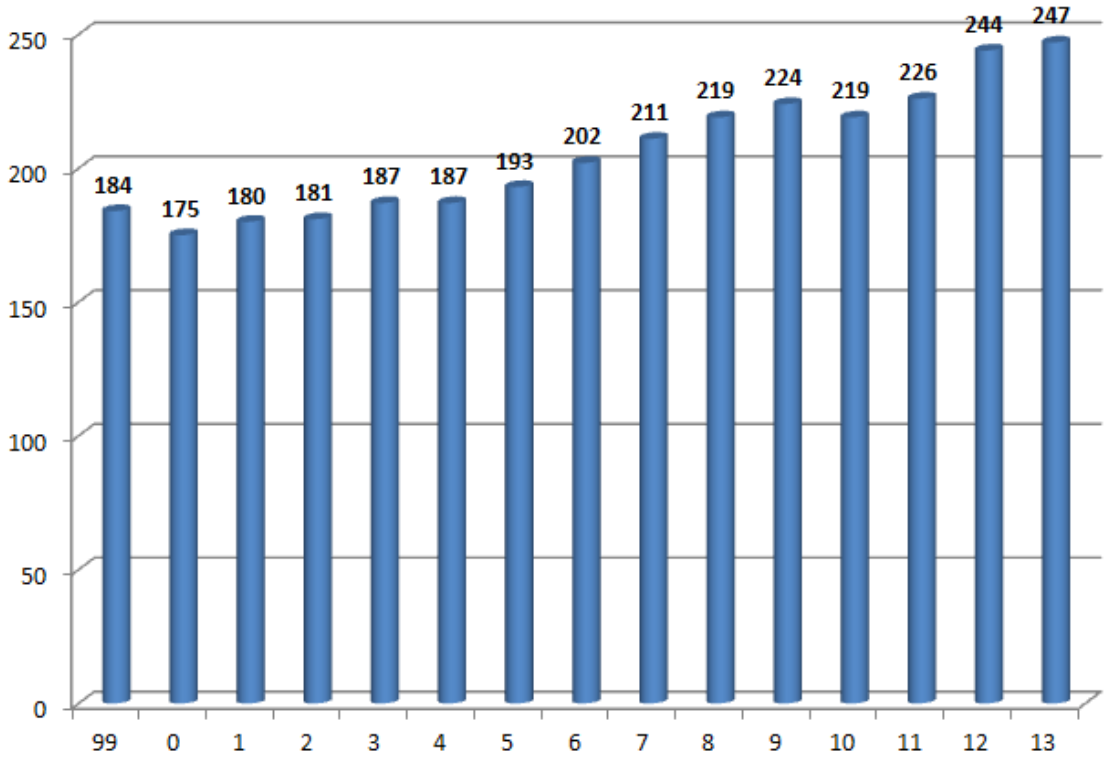


Abb. 7: Mittelwert der Läufe der Gesamt-Listen 1999 - 2013

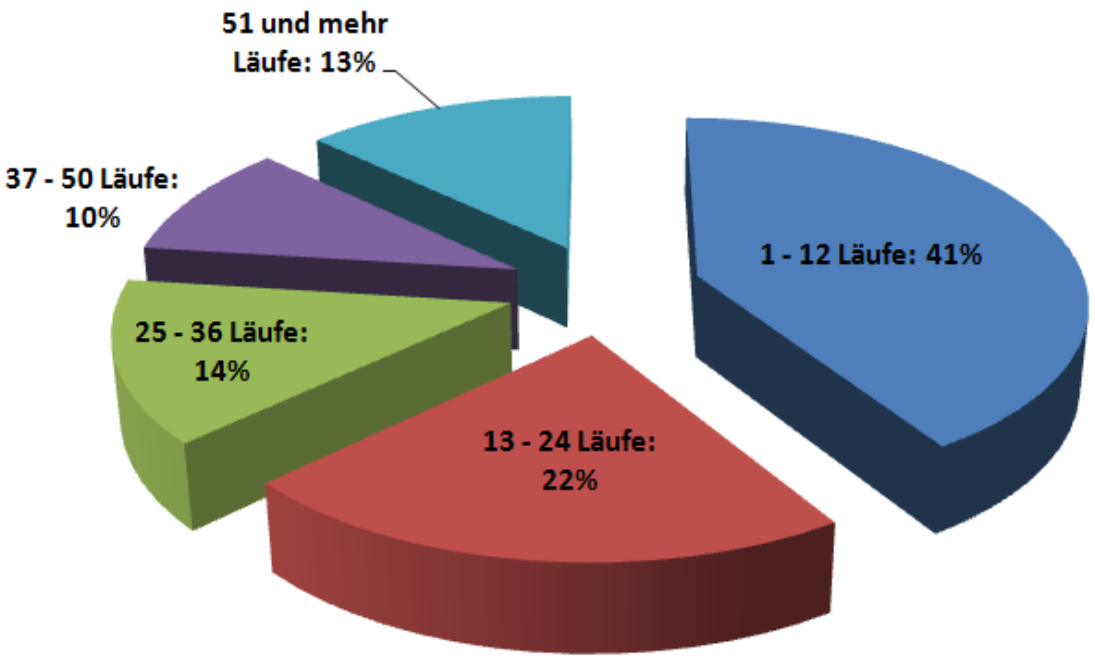


Abb. 8: Prozentuale Verteilung der Jahres-Gesamtläufe 2013

2013 umfassten 41 % der Meldungen 1 bis 12 Läufe, also maximal einen Marathon/Ultra pro Monat. Weitere 22 % von uns sind 13 bis 24 Läufe 2013 gelaufen, also ein bis zwei Läufe pro Monat. Das ist auch bei den vielen anderen Aufgaben im Leben durchaus „machbar“.

10 % bzw. 14 % waren 25 bis 36 bzw. 37 bis 50-mal gelaufen. Das sind zwei bis drei bzw. drei bis vier Läufe pro Monat.

Die „extremen“ Vielläufer/innen mit 51 und mehr Läufen hatten einen Anteil von 13 %. Das bedeutet an fast jedem Wochenende die Teilnahme an einem oder mehr Läufen. Dann ist das Laufen die Haupt-Freizeitbeschäftigung geworden. So viel läuft aber nur jedes achte Vereinsmitglied.

Die Listen von Jahresläufen zeigen die hohe individuelle Spannbreite. Viele von uns laufen ein- bis zweimal im Monat, wenige von uns laufen mehr. Solche Kurve der Verteilung nennt man schief, d.h. wenige Vielläufer „bringen“ den Mittelwert nach oben.

Aussagekräftiger als der arithmetische Mittelwert von 23,5 Läufen pro Jahr ist bei schiefen Verteilungskurven der Median. Von 1761 Jahresmeldungen zwischen 1999 und 2013 beträgt der Median 18: bei Sortierung nach Anzahl sind an der 881. Stelle gleich viele kleinere und größere Werte zu finden und an dieser Stelle stehen 18 Jahresläufe.

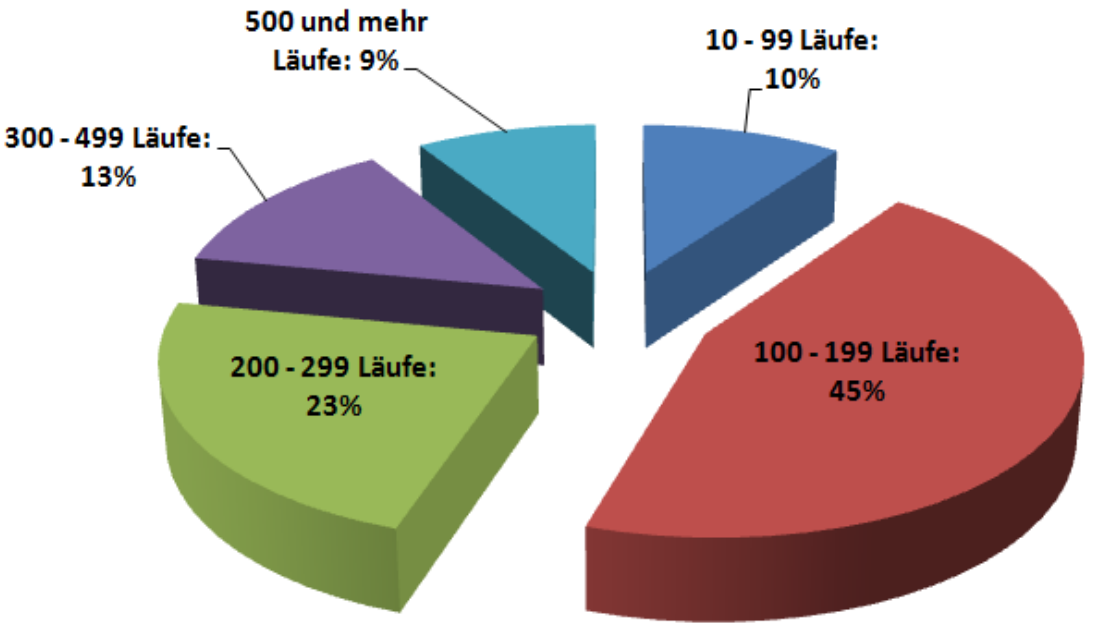


Abb. 9: Prozentuale Verteilung der Läufe in der Gesamtliste 2013

10 % sind Anwärter mit weniger als 100 absolvierten Läufen. Die Mehrzahl der Mitglieder hat zwischen 100 und 299 Läufen absolviert (45 + 23 %).

Lauflisten von 500 und mehr Läufen im Leben sind mit 9 % selten.

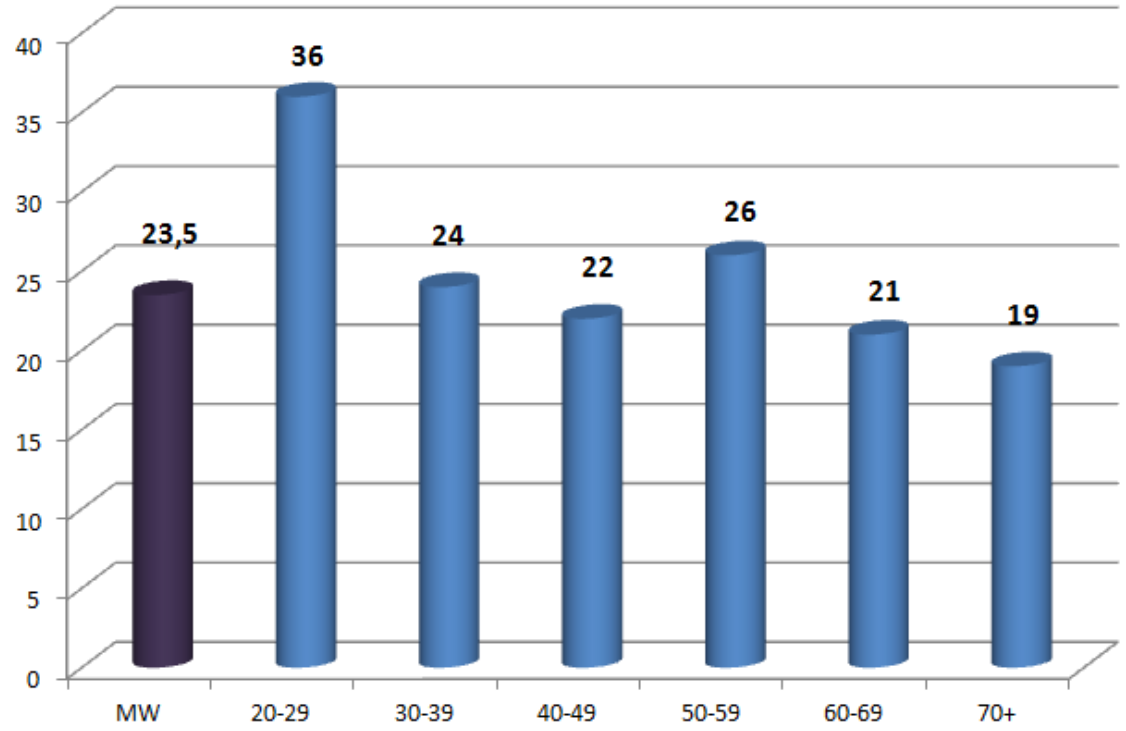


Abb. 10: Mittlere Anzahl der Jahresläufe in sechs Altersgruppen

Eine Abhängigkeit der Anzahl der Jahresläufe vom Alter lässt sich kaum erkennen. Erst die Summierung aller 15 Jahresmeldung lässt erkennen, dass in den Gruppen 6 (60 – 69 Jahre) und 7 (70 Jahre und älter) im Mittel etwas weniger gelaufen wird. Am fleißigsten sind die (wenigen) 20- bis 29jährigen im Durchschnitt. Wer in diesem jungen Alter viel Marathon läuft, nimmt im Mittel öfter als ältere 100MC`ler an Läufen teil. Die mittleren Altersgruppen der 30- bis 59jährigen (Gruppen 3, 4 und 5) laufen im Mittel etwa so viel wie die Gesamtgruppe mit 23,5 Läufen pro Jahr.

Diese Abbildung zeigt ebenfalls, dass auch im Alter viele schöne Marathon- und Ultramarathonläufe gelaufen werden können.

Der 100 Marathon Club hat sich seit 1999 erheblich vergrößert und ist eine starke Gemeinschaft regelmäßiger Marathon- und Ultramarathonläufer/innen.

Ein herzliches Dankeschön an Alle, die im und für den 100 Marathon Club zur Freude am Laufen beitragen!

Müllheim Berglauf 10,5 km 27.08.1989

Müllheim Berglauf Sieger M30 09.09.1990

Marathon-Bestzeiten im 100 Marathon Club

Der 100 Marathon Club erfasst – passend für Vielläufer/innen - seit 2006 die „Best 5“ Marathon-Zeiten. Diese werden zusätzlich mit Korrekturfaktoren für Alter und Geschlecht direkt vergleichbar angegeben. Oftmals sind die Leistungen in den höheren Altersklassen dabei die relativ besten, d.h. die sportlich wertvollsten.

Wie liegen denn unsere Marathon-Jahresbestzeiten im Vergleich zu den übrigen Marathon-Läufer/innen in Deutschland? Können die 100 MC-Mitglieder genauso schnell Marathon laufen oder sind wir „durch viel Marathon-Laufen“ langsamer als andere geworden oder sind wir „durch regelmäßiges Marathon-Laufen“ schneller als die anderen Marathoni(a)s in Deutschland?

Dazu habe ich aus den „Best 5“ Marathon-Zeiten des 100 MC 2006 bis 2013 jeweils die Jahresbestzeit in einer Liste erfasst. Dadurch gibt es genügend große Anzahlen von Daten. Diese Marathon-Bestzeiten habe ich nach Altersklassen sortiert und für jede AK den Mittelwert sowie die schnellste Bestzeit ermittelt.

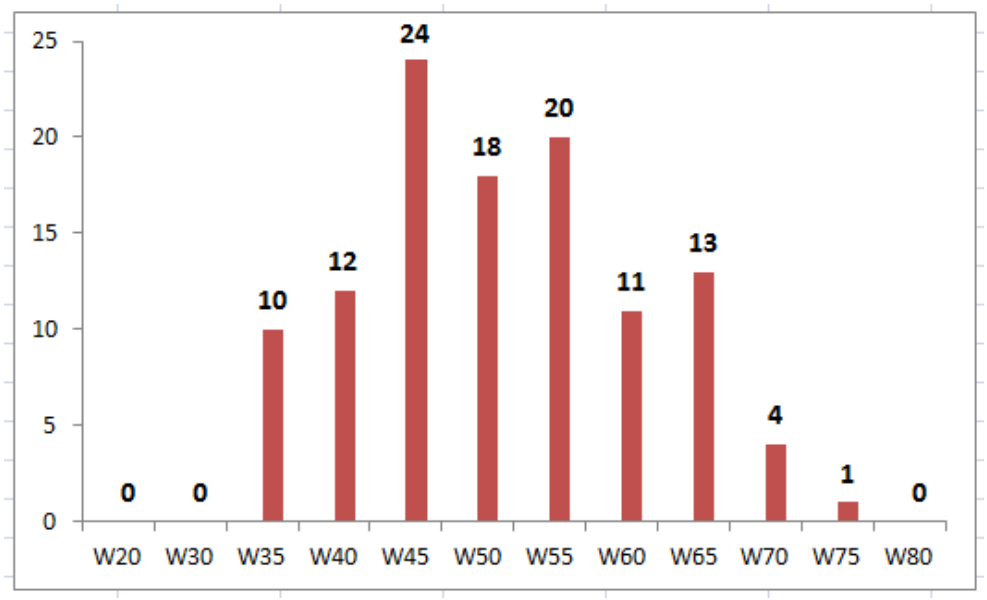


Abb. 1: Anzahl der Bestzeiten 100 MC Frauen 2006 - 2013

Bei den Frauen sind insgesamt 113 Marathon-Bestzeiten für die Altersklassen W35 bis W75 vorhanden.

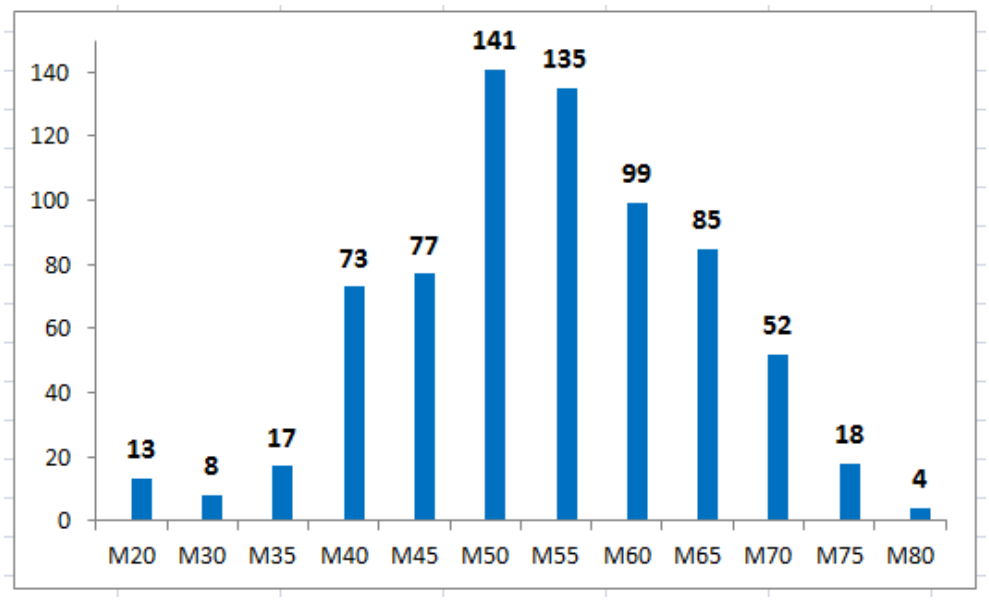


Abb. 2: Anzahl der Bestzeiten 100 MC Männer 2006 - 2013

Bei den Männern gibt es insgesamt 722 Marathon-Bestzeiten für alle Altersklassen von M20 bis M80.

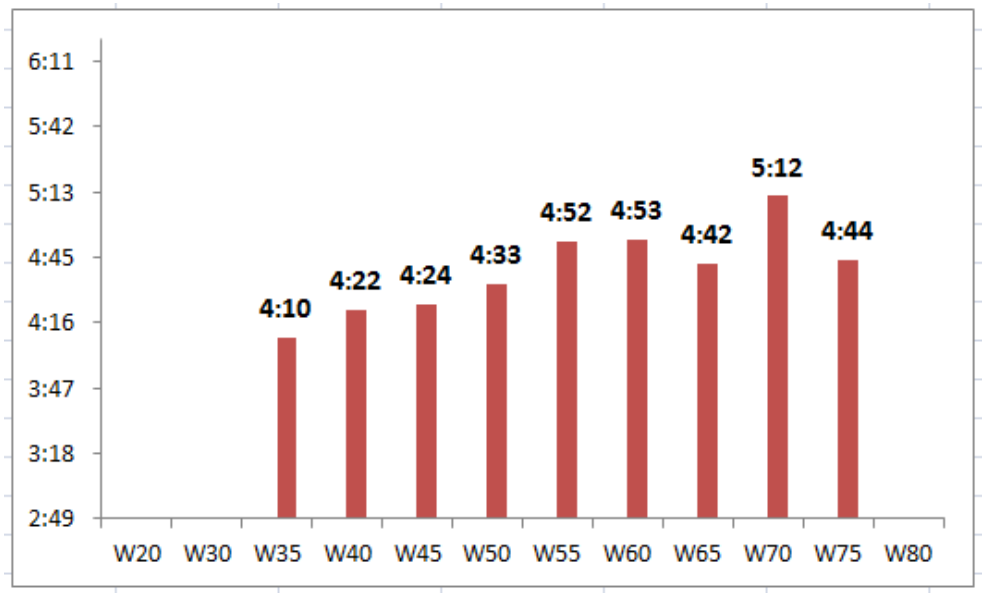


Abb. 3: Mittelwert der Bestzeiten 100 MC Frauen 2006 - 2013

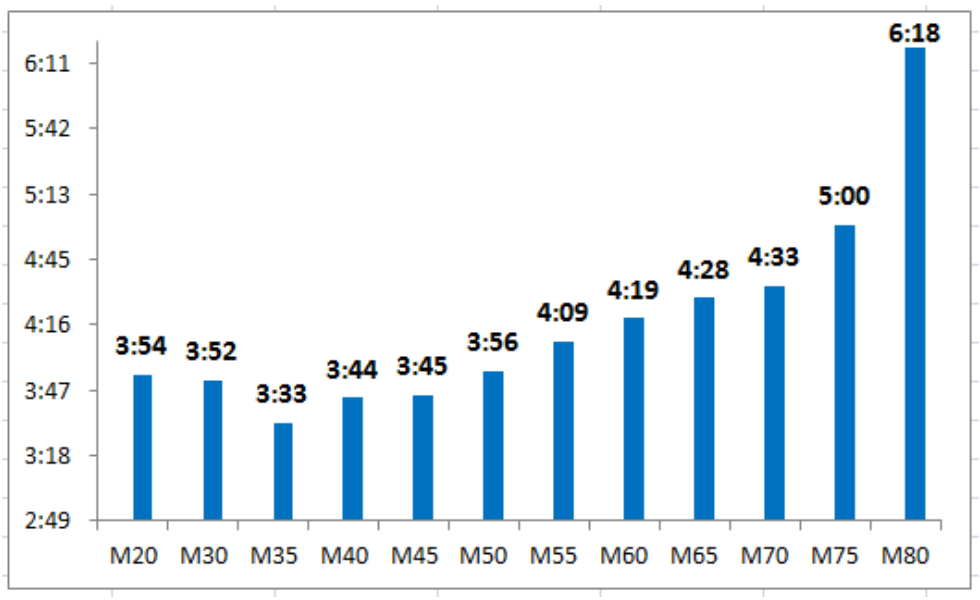


Abb. 4: Mittelwert der Bestzeiten 100 MC Männer 2006 - 2013

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die arithmetischen Mittelwerte der Marathon-Bestzeiten aus dem 100 MC 2006 bis 2013 im Vergleich der Altersklassen.

Seit 2002 wird vom Trainer und Laufshop-Inhaber Peter Greif jährlich eine Deutsche Marathon-Bestenliste veröffentlicht (www.greif.de).

Dort sind alle Ergebnisse deutscher Marathon-Läufer/innen bei fast allen deutschen und den wichtigsten ausländischen Marathonläufen nach Altersklassen erfasst.

Für 2013 sind die Ergebnisse von 242 Marathonläufen aufgelistet, dabei auch Hamburg-Öjendorf und Kaltenkirchen. Es fehlen nur einige kleine Marathonläufe. Die meisten Jahresbestzeiten im Marathon werden bei größeren Läufen erzielt, so dass auch unsere Bestzeiten in den Greif-Bestenlisten nahezu vollständig erfasst sein dürften.

Die Rohdaten der Greif-Listen aus 2013 wiesen jeweils am Ende der Listen einige Zeiten mit dreistelligen Stundenzahlen auf. Diese verschlechtern den Mittelwert deutlich und mussten daher vor der Auswertung gestrichen werden (M 40 12420 Einträge mit 4:26 Std. als Mittelwert – Korrektur auf 12401 Einträge mit 3:56 Std. als Mittelwert; M45 4:12 Std. als Mittelwert – nach Korrektur 3:59 Std.; M50 4:23 Std. als Mittelwert – nach Korrektur 4:06 Std.).

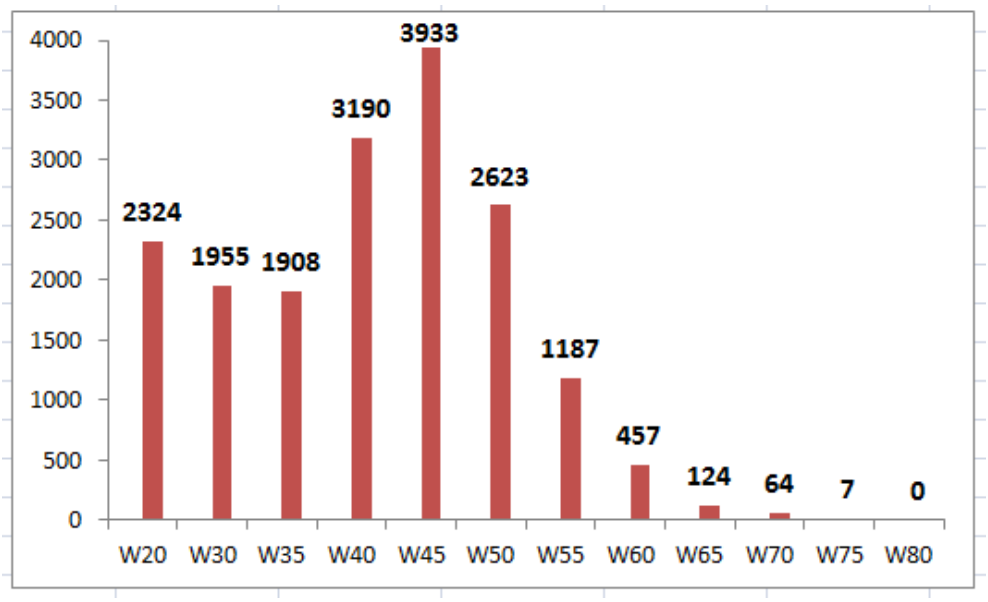


Abb. 5: Anzahl der Marathon-Zeiten Frauen Greif-Bestenliste 2013

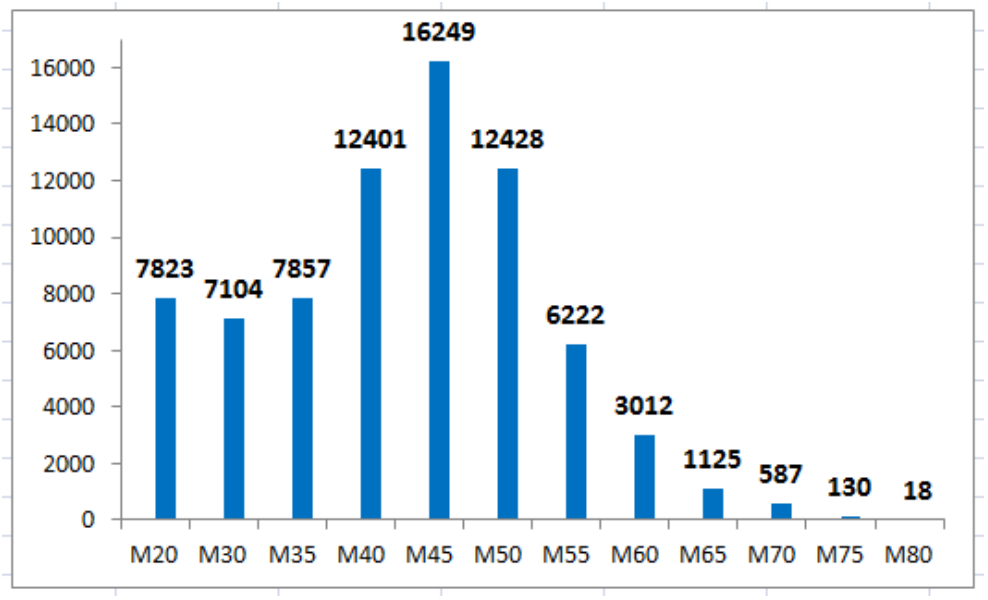


Abb. 6: Anzahl der Marathon-Zeiten Männer Greif-Bestenliste 2013

Für die Auswertung dienen als Vergleich aus der Greif-Bestenliste 2013 17772 Marathon-Zeiten deutscher Frauen und 74956 Marathon-Zeiten deutscher Männer aus 242 Marathonläufen.

Die Verteilung nach Altersklassen zeigt die höchsten Beteiligungen in der W40-W50 und M40-M50.

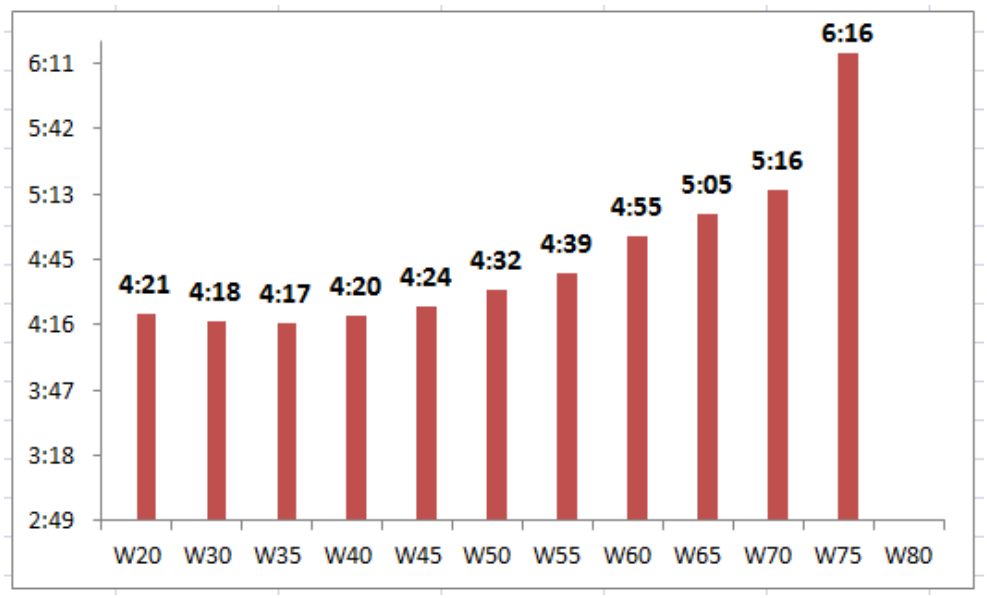


Abb. 7: Mittelwert der Marathon-Zeiten Frauen Greif-Bestenliste 2013

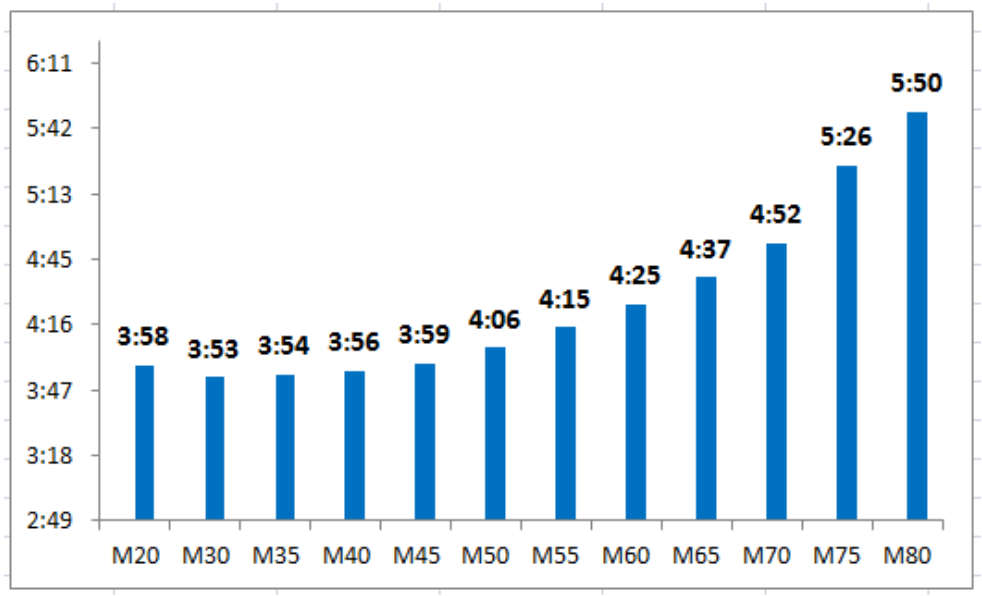


Abb. 8: Mittelwert der Marathon-Zeiten Männer Greif-Bestenliste 2013

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen die arithmetischen Mittelwerte der Marathon-Bestzeiten aus der Greif-Bestenliste 2013 im Vergleich der Altersklassen.

Im 100 Marathon Club sind etwa 90 % deutsche und 10 % ausländische Mitglieder. Die Zeiten der ausländischen 100MC-Mitglieder sind nicht in den Greif-Bestenlisten erfasst.

Zur statistischen Auswertung nach Altersklassen sind genügend große Anzahlen von Zeiten notwendig. Daher werden unsere zusammengefassten Bestzeiten der Jahre 2006 – 2013 mit den Marathonzeiten der Greif-Liste 2013 verglichen.

Die großen Bestenlisten von Greif zeigen für die Altersklassen jeweils eine so genannte Normalverteilung der Marathon-Zeiten. Wie eine Glocke sind die Zeiten um den Mittelwert am häufigsten, während sehr schnelle und sehr langsame Zeiten jeweils selten sind. Inzwischen habe ich als Marathonläufer schnelle Läufe im Vorderfeld, Läufe im dicht besetzten Mittelfeld und langsame Läufe im hinteren Feld erlebt.

Der so genannte Prozentrang von Datenverteilungen gibt an, wie viel Prozent aller Zahlenwerte kleiner oder gleichgroß wie der betrachtete Datenwert sind.

Der 25. Prozentrang markiert das erste Viertel, der 50. PR zwei Viertel und der 75. PR drei Viertel der Marathonzeiten einer Liste. Wenn die Kurve der Datenverteilung „gerade“ (nicht „schief“) ist, liegen der arithmetische Mittelwert und der 50. Prozentrang zusammen.

Die so genannte Standardabweichung einer Normalverteilung steht für den mittleren Fehler bzw. für die Streuung einer Datenverteilung.

Eine Standardabweichung unter dem Mittelwert entspricht dem 16. Prozentrang, eine Standardabweichung über dem Mittelwert dem 84. PR.

Zwei Standardabweichungen unter dem Mittelwert (ca. 2,5. PR) und zwei Standardabweichungen über dem Mittelwert (ca. 97,5. PR) können statistisch als signifikant kleine bzw. große Werte angesehen werden.

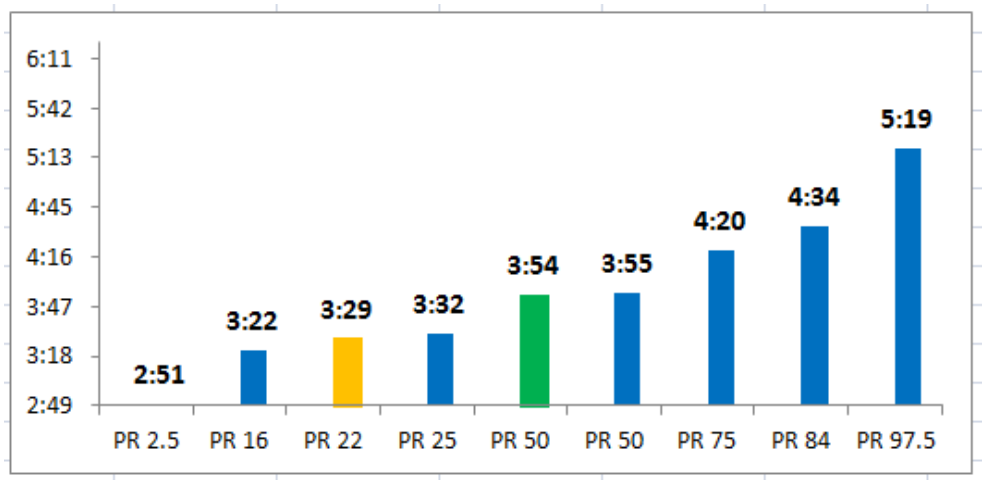


Abb. 9: Marathon-Zeiten M20

In der Altersklasse M20 sind in blauer Farbe die oben beschriebenen Zeiten der

sieben Prozentränge aufgeführt, die die Verteilung der Zeiten aus der Greif-Liste 2013 charakterisieren. Jeder kann seine eigenen Zeiten einordnen.

In grüner Farbe ist der Mittelwert der M20-Bestzeiten des 100 MC eingetragen, der in dieser Altersklasse dem 50. Prozentrang entspricht. Der Mittelwert liegt also genau in der Mitte aller M20-Zeiten aus 2013.

In orange Farbe steht die schnellste M20-Bestzeit des 100 MC. Diese entspricht dem 22. PR – somit einem Rang im ersten Viertel aller Zeiten aus 2013.

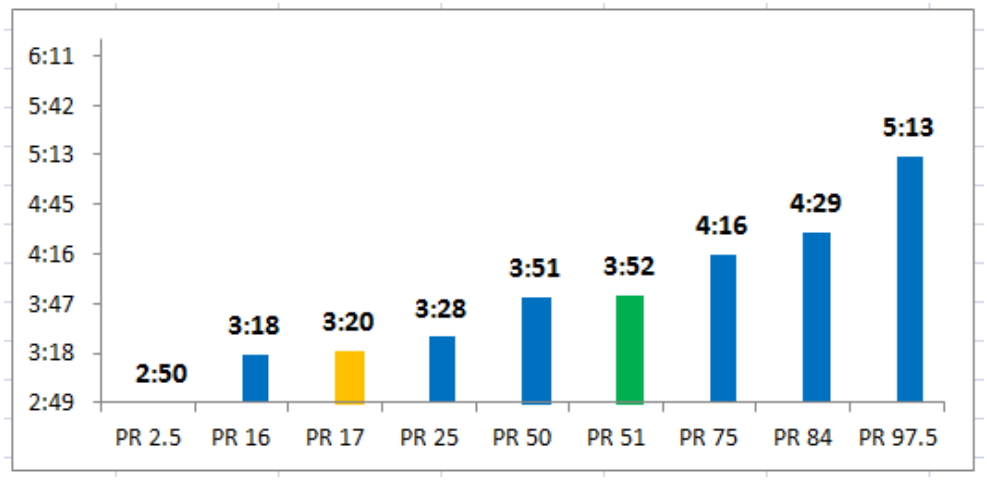


Abb. 10: Marathon-Zeiten M30

In der Altersklasse M30 entspricht der grün eingetragene Mittelwert der 100MC-Bestzeiten dem 51. PR, ebenfalls genau in der Mitte aller M30-Zeiten aus 2013. Der orange Balken zeigt die schnellste M30-Bestzeit des 100 MC sogar beim 17. PR.

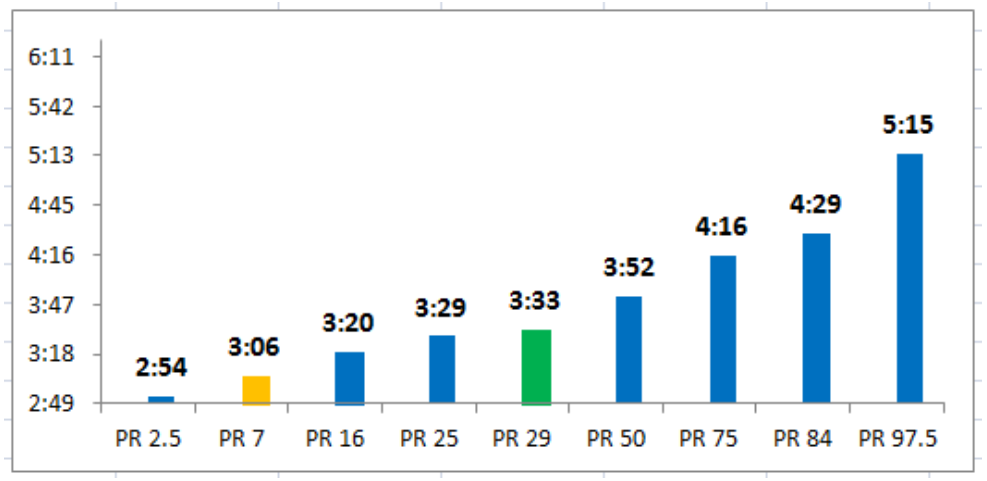


Abb. 11: Marathon-Zeiten M35

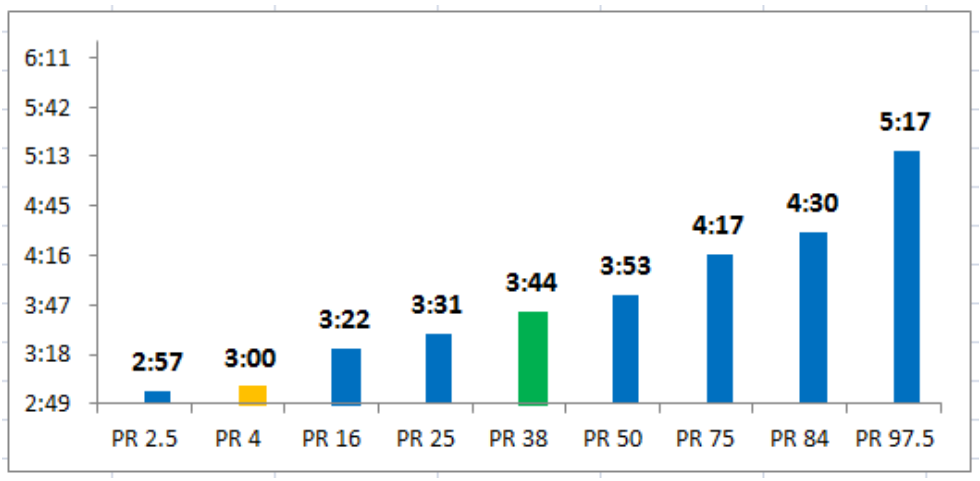


Abb. 12: Marathon-Zeiten M40

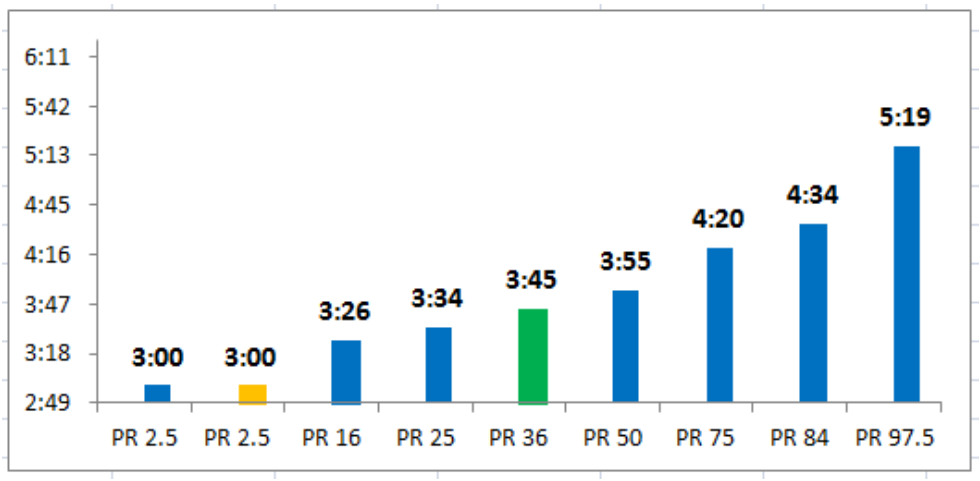


Abb. 13: Marathon-Zeiten M45

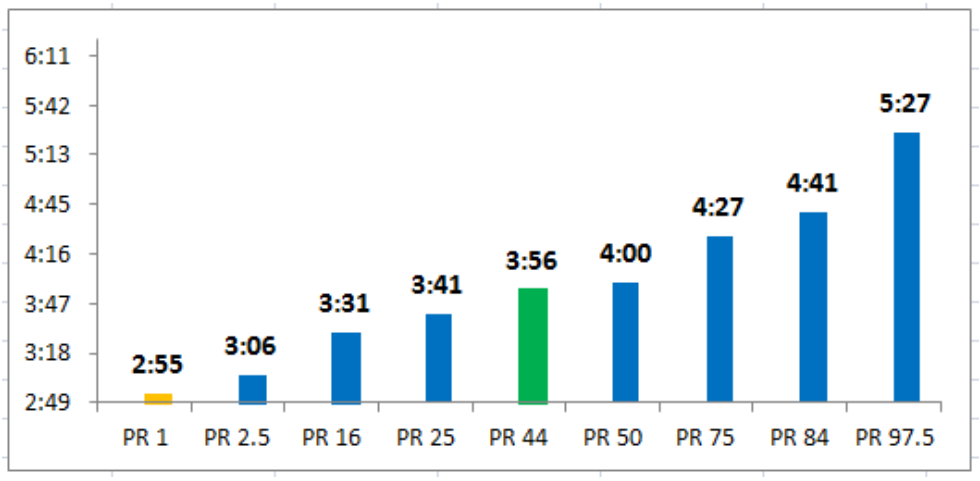


Abb. 14: Marathon-Zeiten M50

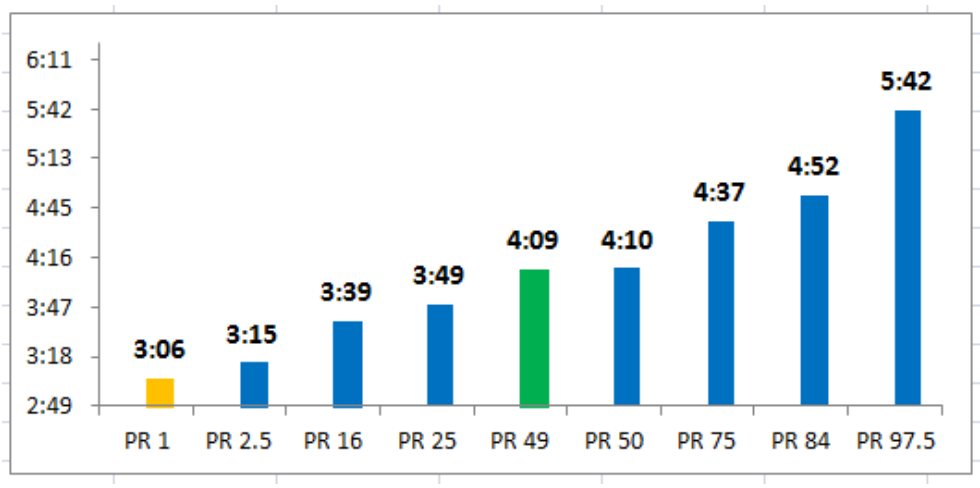


Abb. 15: Marathon-Zeiten M55

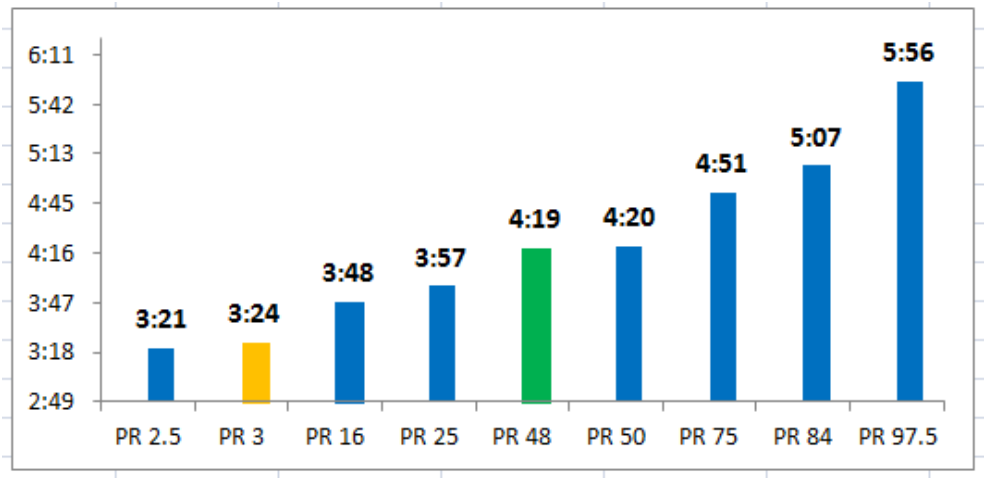


Abb. 16: Marathon-Zeiten M60

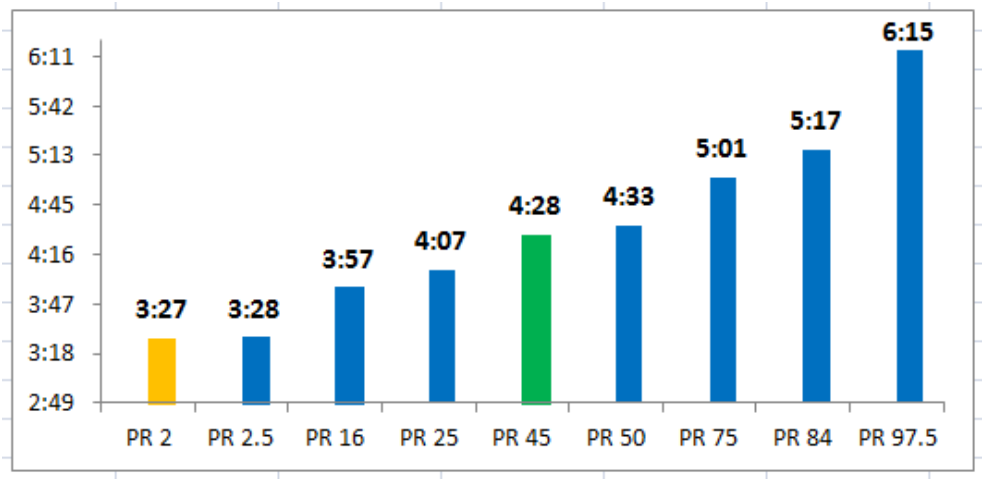


Abb. 17: Marathon-Zeiten M65

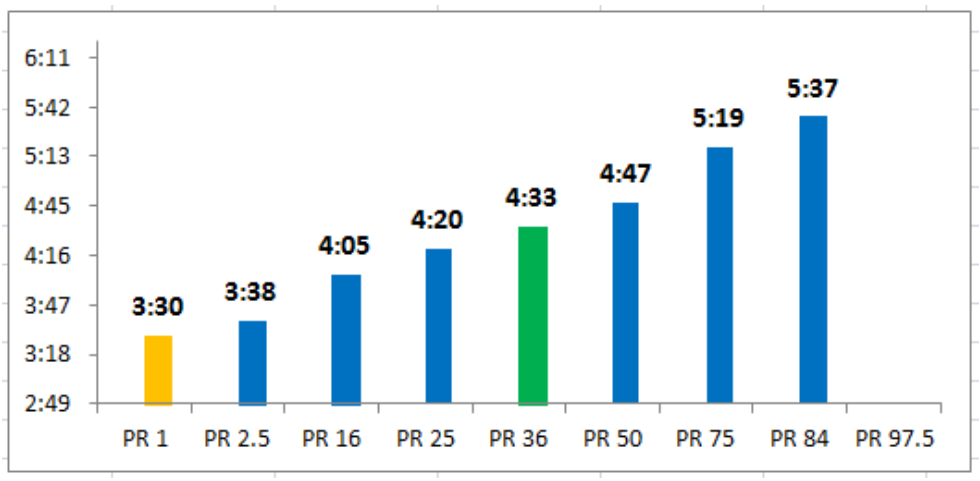


Abb. 18: Marathon-Zeiten M70

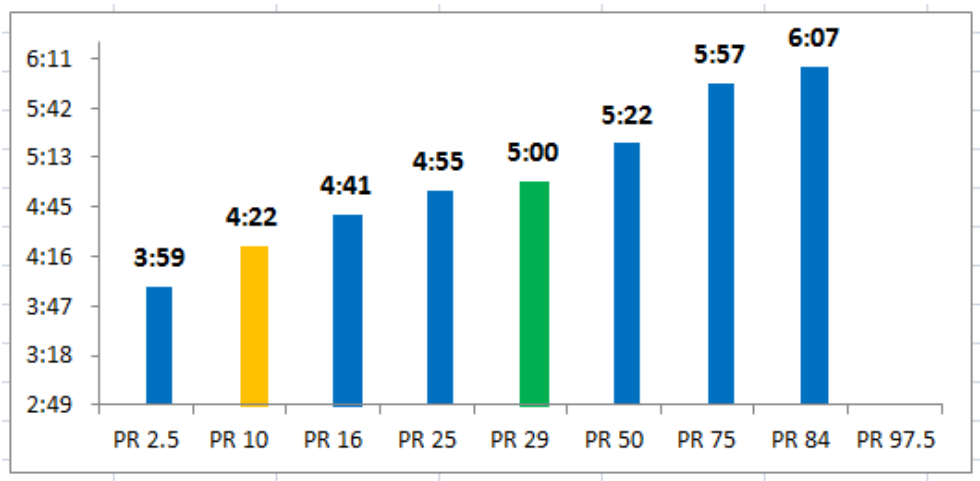


Abb. 19: Marathon-Zeiten M75

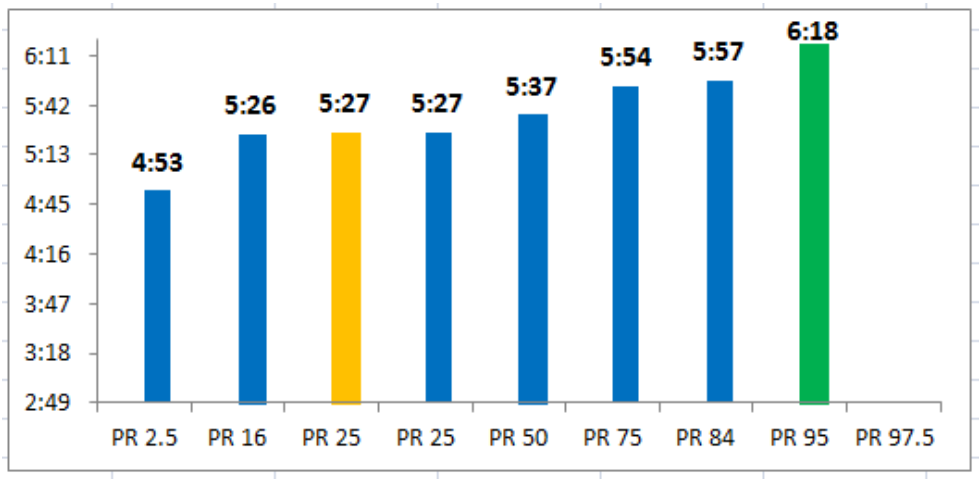


Abb. 20: Marathon-Zeiten M80 (nur 4 Zeiten 100 MC und 18 Zeiten 2013)

Bei den Männern liegen die grün eingetragenen Mittelwerte der Bestzeiten des 100 MC in der Regel bei kleineren Zeiten als den 50. Prozenträngen aller Zeiten aus 2013.

Die orange eingetragenen schnellsten AK-Bestzeiten der Männer des 100 MC liegen in der Regel bei Spitzenzeiten der Altersklasse.

Die Bestzeiten der Männer des 100 Marathon Club sind also deutlich schneller als die mittleren Zeiten der jeweiligen Altersklasse.

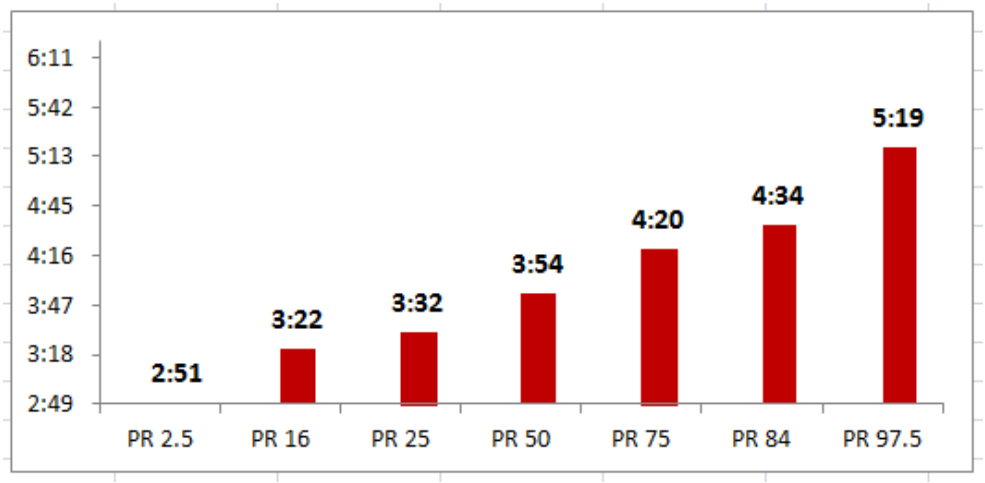


Abb. 21: Marathon-Zeiten W20

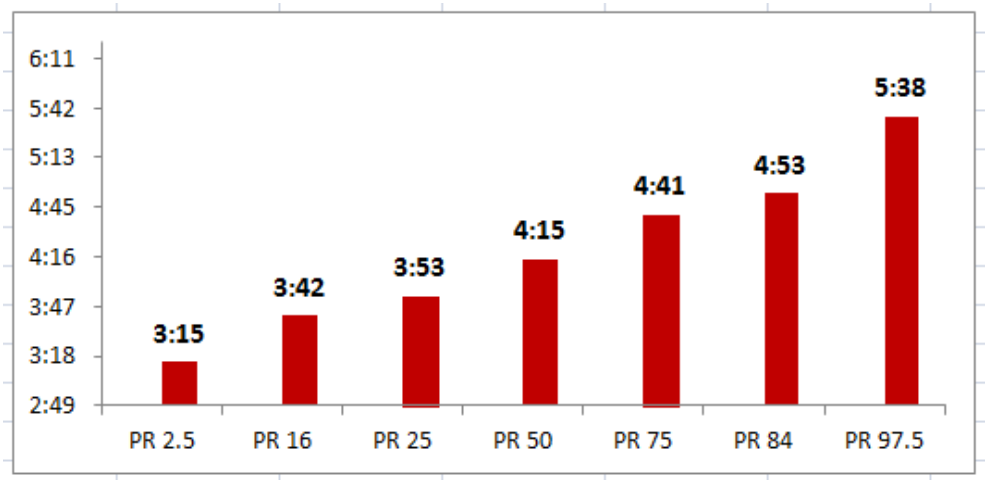


Abb. 22: Marathon-Zeiten W30

In den Altersklassen W20 und W30 sind die Zeiten der beschriebenen Prozentränge aus der Greif-Liste 2013 mit roten Balken markiert. Im 100 MC gab es keine Bestzeiten der W20 und W30.

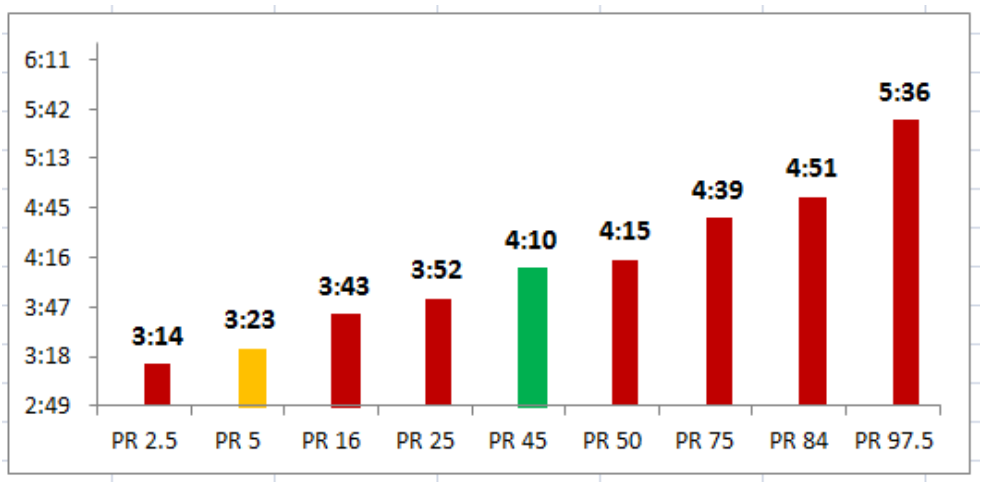


Abb. 23: Marathon-Zeiten W35

In der Altersklasse W35 entspricht der grün eingetragene Mittelwert der 100MC-Bestzeiten dem 45. Prozentrang, entsprechend der Mitte aller W35-Zeiten aus 2013. Der orange Balken zeigt die schnellste W35-Bestzeit des 100 MC im Spitzenbereich des 5. PR.

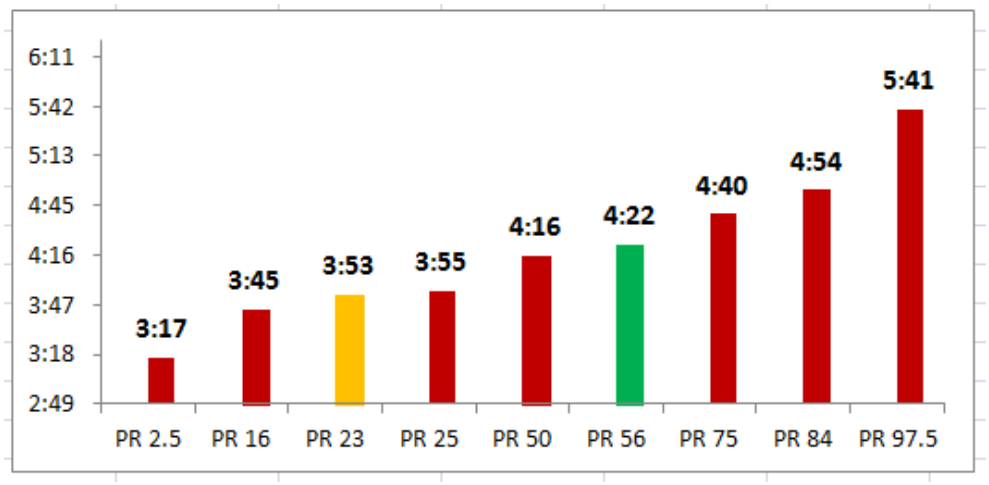


Abb. 24: Marathon-Zeiten W40

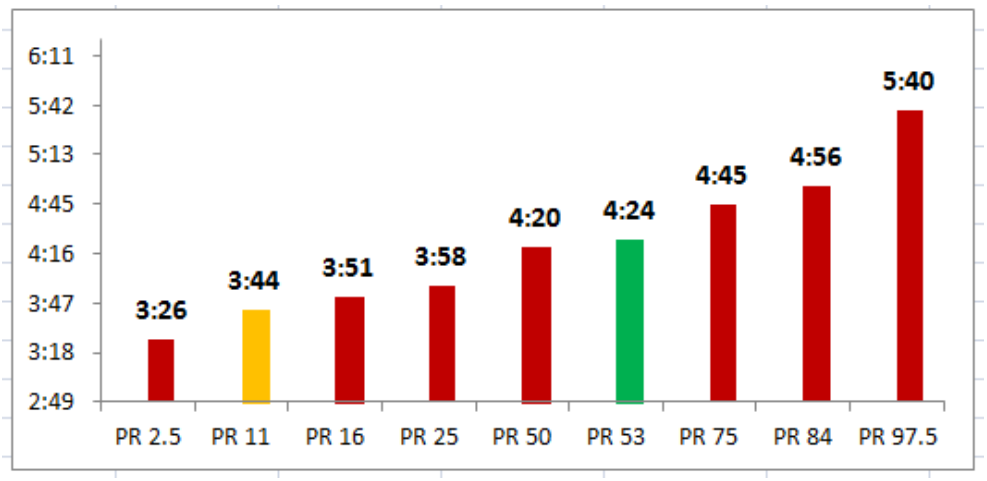


Abb. 25: Marathon-Zeiten W45

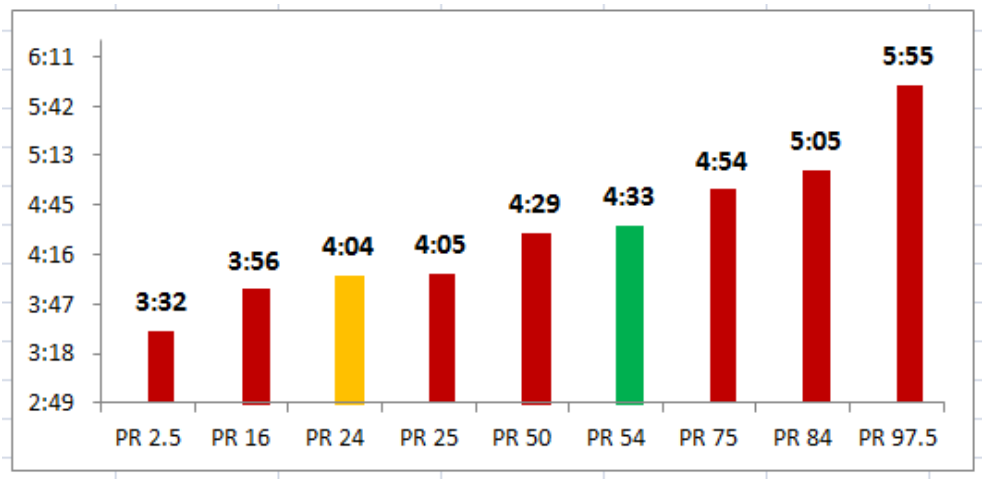


Abb. 26: Marathon-Zeiten W50

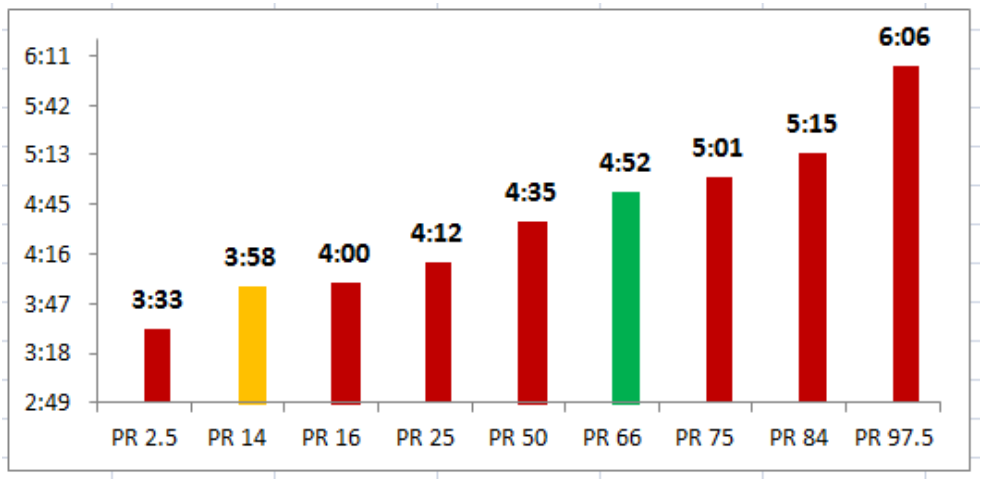


Abb. 27: Marathon-Zeiten W55

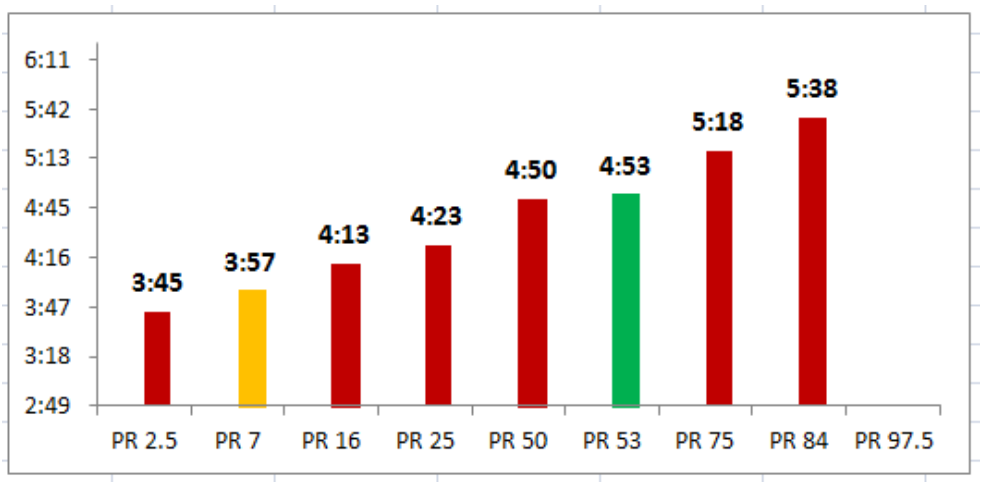


Abb. 28: Marathon-Zeiten W60

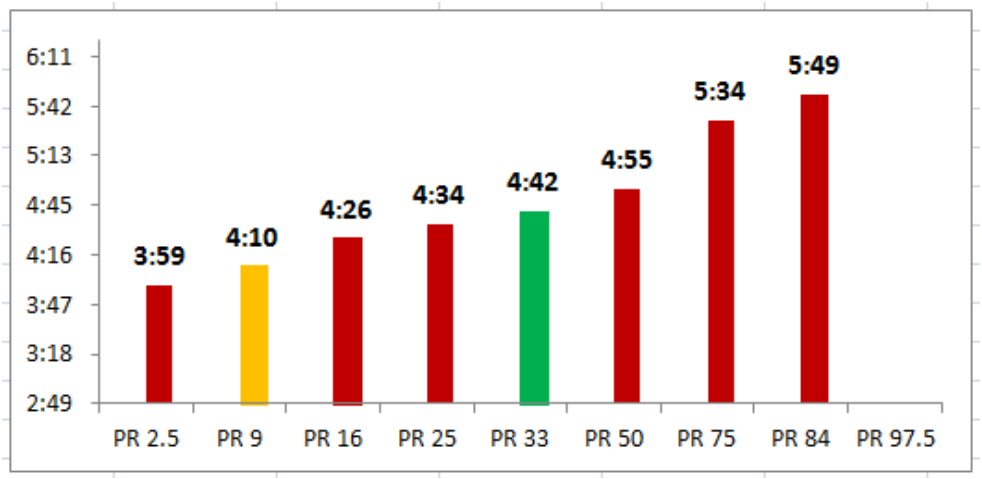


Abb. 29: Marathon-Zeiten W65

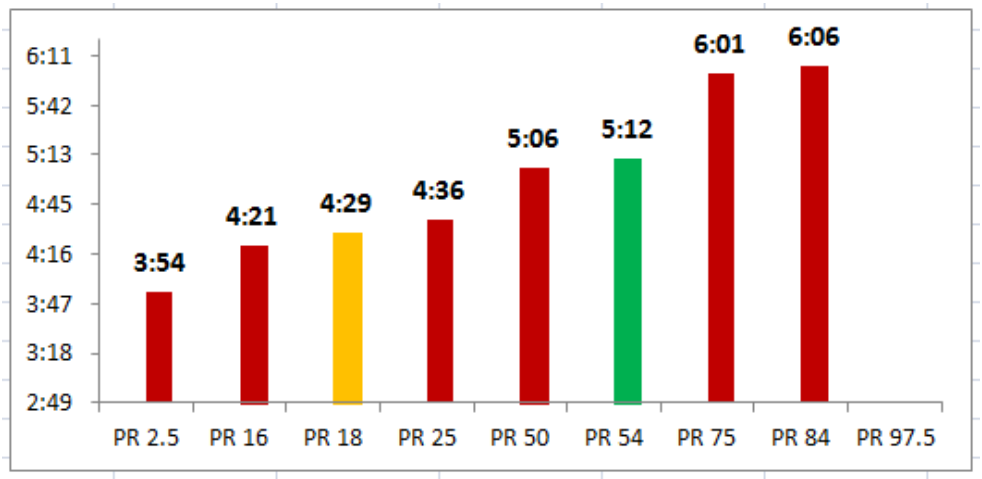


Abb. 30: Marathon-Zeiten W70

In der Altersklasse W75 wurden 2013 nur sieben Zeiten in der Greif-Liste erfasst. Daher ist eine weitere Auswertung von Prozenträngen nicht sinnvoll möglich. Der Mittelwert der sieben Läufe beträgt 6:16 Std., die schnellste Zeit 4:48 Std. Im 100 MC gibt es eine Bestzeit der W75, die mit 4:44 Std. noch schneller ist.

Bei den Frauen schwanken die grün eingetragenen Mittelwerte der Bestzeiten des 100 MC in der Regel um den 50. Prozenträngen aller Zeiten aus 2013. Die Bestzeiten der Frauen des 100 Marathon Club entsprechen also den mittleren Zeiten der jeweiligen Altersklasse.

Die orange eingetragenen schnellsten AK-Bestzeiten der Frauen des 100 MC liegen in der Regel bei Spitzenzeiten der Altersklasse.

Die Vielläufer/innen des 100 Marathon Club sind in ihren Jahresbestzeiten den Zeiten aller Marathonläufer/innen vergleichbar (Frauen) bzw. etwas schneller (Männer).

Im Durchschnitt läuft der/die Marathoni/a ein bis zwei Marathonläufe pro Jahr. Durch Fachbücher ist ein effektives Marathontraining bekannt und wird oft auch so praktiziert. Diese ein bis zwei Marathonläufe sind somit sportlich vergleichbar mit dem Entschluss von uns 100MClern „heute laufe ich schnell“.

Im 100 Marathon Club beträgt die durchschnittliche Teilnahme 23,5 Marathon-/Ultramarathon-Läufe pro Jahr („15 Jahre 100 MC“ im Heft 2-2014).

Schnelle Marathons laufe ich einmal im Frühjahr und einmal im Herbst, sonst laufe ich ruhiger. Das bedeutet: wir können genau schnell Marathon laufen wie andere Marathoni(a)s, sind aber nur selten im Jahr so schnell.

Dies ist die Erklärung dafür, dass wir nicht mit Überlastungsverletzungen aussetzen müssen, sondern so oft im Jahr Marathon laufen können.

Trainingsmethodisch halten wir uns nicht an einen Plan zum 8- bis 12-wöchigen Training für den einen Marathon, sondern bauen schnelle Marathonläufe in ein regelmäßiges Marathon-Laufen ein.

Der Vergleich mit allen Marathonis zeigt, dass wir uns damit auf ungewöhnliche Art eine gute sportliche Leistungsfähigkeit erlaufen. Die Wirksamkeit optimierter gezielter Pläne zur Marathon-Vorbereitung bleibt dennoch bestehen. Wir könnten damit einen Lauf noch (etwas) schneller laufen, wenn wir dieses Ziel verfolgen wollten.

Bewundernswert sind die Spitzenleistungen unserer schnellen Frauen und Männer – ganz besonders in den hohen Altersklassen. Auch hier gilt aber, dass die meisten Marathons ruhiger als im Bereich der eigenen Jahresbestzeit gelaufen werden. Die 100MCler sind so bis zur W75 und M80 regelmäßig aktiv.

Ruhrhöhenweg-Lauftour 1992

243 km von Winterberg nach Duisburg

Team-Marathon Berlin

bei Roland Winkler 24.01.1993

Vorhofflimmern und weitere gesundheitliche Risikofaktoren im 100 Marathon Club

Sind wir Läufer/innen im 100 Marathon Club gesünder oder kränker als die Gesamtbevölkerung in Deutschland?

Hierzu wurde ein zweiseitiger Fragebogen im Vereinsheft „100MC Aktuell 2-2015“ und von Juni 2015 bis Januar 2016 auf der Homepage des 100 Marathon Clubs Deutschland mit Bitte um Teilnahme veröffentlicht. Der Webmaster hat den Online-Fragebogen dabei so eingestellt, dass der Autor als Auswerter die Beantwortung der Fragen anonym durch eine neutrale E-Mail-Adresse erhielt.

Tritt Vorhofflimmern bei Marathonläufern vermehrt auf?

Seit Jahrzehnten sind positive gesundheitliche Auswirkungen von Ausdauersport auf das Herz-Kreislauf-System bekannt. Das so genannte Sportlerherz ist kräftiger als das eines Untrainierten und kann somit mehr Blut pro Herzschlag pumpen. Das Herz eines Ausdauersportlers zeigt eine vergrößerte Herzmuskulatur mit größeren Herzvorhöfen und Herzkammern.

Studien mit Ausdauersportlern zeigten ein erhöhtes Vorkommen einer Herzrhythmusstörung und zwar von so genanntem Vorhofflimmern. Normalerweise gibt der Sinusknoten die Herzfrequenz vor, in der sich beide Vorhöfe zusammenziehen und von dort fortgeleitet beide Herzkammern durch Muskelkontraktionen arbeiten. Ausdauersportler haben eine langsame Herzfrequenz in Ruhe und nur bei stärkerer Belastung einen schnellen Puls. Beim Vorhofflimmern kommt es ohne entsprechende körperliche Belastung zu einem sehr schnellen Arbeiten der Vorhöfe. Wenn die Herzkammern auch mit dieser hohen Herzfrequenz arbeiten, kommt es zum Gefühl des Herzrasens mit verminderter körperlicher Leistungsfähigkeit. Studien haben Hinweise darauf gegeben, dass eine isolierte Vergrößerung des linken Vorhofes und Fibrosierungen (Vernarbungen) der Herzmuskulatur in Zusammenhang mit solchem Vorhofflimmern stehen. Zu weiteren körperlichen Einflussfaktoren und zum Einfluss sportlicher Belastungen gibt es unterschiedliche Angaben in der Literatur.

In Bern wurde eine Studie an 60 Teilnehmern des 10-Meilen-Laufs durchgeführt [1]. Dabei waren die P-Wellen-Dauer im EKG und das Volumen des linken Herzvorhofes bei der Läufergruppe mit dem höchsten jährlichen Trainingsumfang (über 4500 Std. im Jahr) am höchsten. Wenn der linke Vorhof im Herzen länger elektrisch erreget wird und an Volumen zunimmt, besteht ein höheres Risiko für ein Auftreten von Vorhofflimmern.

Der Bericht über eine finnische Langzeit-Studie über 31 Jahre (1976 bis 2006) an Ski-Marathonläufern [2] gibt eine Häufigkeit von Vorhofflimmern bei den untersuchten 78 Athleten von 12,8 % an. Die mittlere Alter bei Eintreten des Vorhofflimmers lag bei 58 Jahren.

Eine Auswertung von acht Studien [3] kam zum Ergebnis, dass Vorhofflimmern bei Ausdauersportlern häufiger als bei Nicht-Ausdauersportlern auftritt. Ein „leistungssportliches Ausdauertraining von mindestens fünf Stunden pro Woche“ führt zu einem Sportlerherz mit Vergrößerung aller Herzkammern. Bei solch höherer Trainingsbelastung werde die elektrophysiologische Herzerregung durch die Vergrößerung des linken Vorhofs sowie Schädigungen des Herzmuskelgewebes durch kleine Entzündungen mit nachfolgender Fibrose (Vernarbung) verändert. Bei Radprofis (10 %), bei Orientierungsläufern (5 %) und bei Marathonläufern trat häufiger Vorhofflimmern als bei gesunden Kontrollpersonen bzw. bei Golfspielern auf.

Für sportmedizinische Untersuchungen gibt es eine ausführliche Leitlinie [4]. Vorsorgeuntersuchungen dienen vor allem dazu, Gesundheitsstörungen möglichst früh zu erkennen. In einigen Ländern müssen ärztliche Atteste zur Dokumentation der gesundheitlichen Eignung zur Teilnahme an Marathonläufen vorgelegt werden. In Deutschland wird in der Regel eine Erklärung vom Teilnehmer selbst gefordert, dass er oder sie „die nötige Fitness zur Teilnahme an diesem Lauf“ hat und der Veranstalter „nicht für Schäden aller Art haftet“. Während beim Kraftfahrzeug die „TÜV-Plakette“ Voraussetzung zur Teilnahme am Straßenverkehr ist, steht die ärztliche Untersuchung unserer eigenen Gesundheit in unserer Eigenverantwortung.

Die meisten gesundheitlichen Risikofaktoren können wir beeinflussen. Durch den Fragebogen sollte die Häufigkeit der wichtigsten gesundheitlichen Risikofaktoren zwischen den Mitgliedern des 100 Marathon Clubs und der Gesamtbevölkerung in Deutschland verglichen werden.

22 Personen nahmen an der Fragebogen-Studie teil.

Vergleich	**alle 100 MC-Mitglieder** Statistiken 31.12.2014	**Teilnehmer-Gruppe** der Fragebogen-Studie
Anzahl	259	22
Anteil Frauen	10 %	5 %
Anteil Männer	90 %	95 %
Mittleres Alter	58 Jahre	61,5 Jahre
Anzahl Läufe gesamt	253	287
Anzahl Läufe 2014	26	25,5

Tab. 1: Vergleich der Teilnehmer-Gruppe mit allen Mitgliedern des 100MC

Die Teilnehmer-Gruppe ist mit der Gruppe aller 100 Marathon Club-Mitglieder hinsichtlich des Alters und der Anzahl absolvierter Marathon-/Ultramarathon-Läufe gut vergleichbar.

Die Quote der Frauen im 100MC beträgt etwa 10 %; an der Studie nahm nur eine Frau (5 %) teil.

Vorhofflimmern tritt bei Männern deutlich häufiger als bei Frauen auf sowie jeweils häufiger mit zunehmendem Alter. Hierzu muss also das Geschlecht und

das Alter der Teilnehmer beim Vergleich zur deutschen Gesamtbevölkerung berücksichtigt werden.

Für verschiedene andere Risikofaktoren wurde die Häufigkeit in der Teilnehmer-Gruppe (95 % Männer) mit der Häufigkeit bei Männern in Deutschland verglichen.

Angaben zum eigenen Laufen	
Anzahl Mar./Ultramar.-Läufe im Leben	287
Anzahl Mar./Ultramar.-Läufe 2014	25,5
Lauf-Km im Leben	53900
Lauf-Km 2014	2650
Laufjahre im Leben	26
Laufjahre mit mind. 5 Std. wöchentlich	18
Laufstunden wöchentlich 2014	7

Tab. 2: Angaben zu Umfang und Dauer des Laufsports

Die Teilnehmer-Gruppe hat eine lange Lauferfahrung, davon die meisten Jahre mit über 5 Stunden Laufen pro Woche.

Eine Untersuchung zu den „Marathon-Bestzeiten im 100 Marathon Club“ [5] zeigte, dass die Vielläufer/innen des 100MC in ihren Marathon-Jahresbestzeiten mit den Jahresbestzeiten aller Marathonläufer/innen in Deutschland vergleichbar oder sogar etwas schneller sind. Die meisten der vielen Marathonläufe im Jahr laufen wir aber langsamer - nicht so schnell wie möglich - und können dadurch so oft im Jahr Marathon laufen.

Angaben zur eigenen Gesundheitsprävention in den letzten 12 Monaten	
Ich kenne den PAPS-Fragebogen-Test	50 %
Ich habe den PAPS-Test durchgeführt	18 %
Ich habe mich ärztlich untersuchen lassen	82 %
Ich habe meinen Blutdruck messen lassen	100 %

Tab. 3: Angaben zur eigenen Gesundheitsprävention

Seit 2007 wird in Deutschland mit dem so genannten PAPS-Test (Persönlicher Aktivitäts- und Präventions-Screening-Test) als anonymer Online-Fragebogen das Vorkommen gesundheitlicher Risikofaktoren im Ausdauersport abgefragt und ggf. zu einem Arztbesuch geraten.

Im PAPS-Test wird zu einer Wiederholung einmal jährlich geraten.

Inzwischen ist dieser Fragebogen auf einigen Marathon-Homepages verlinkt.

Dennoch kennt nur die Hälfte der Teilnehmer diesen Test und nur 18 % haben den PAPS-Test in den letzten 12 Monaten durchgeführt. Keiner der vier PAPS-Test-Teilnehmer hat aufgrund des Ergebnisses einen Arzt aufgesucht.

Die schnelle Möglichkeit, die eigene Gesundheit in 5 Minuten in einem anonymen Fragebogen zu checken, sollten wir einmal jährlich nutzen.

Es ist zu wünschen, dass noch mehr Marathonlauf-Veranstalter diesen Fragebogen zur Gesundheit auf ihrer Homepage verlinken.

82 % der Teilnehmer haben sich in den letzten 12 Monaten ärztlich untersuchen lassen. 100 % haben ihren Blutdruck messen lassen.

Für die Teilnehmer-Gruppe zeigt das ein hohes Maß an Verantwortung zur eigenen Gesundheitsprävention.

Gespräche mit Vereinsmitgliedern im Zeitraum dieser Fragebogen-Studie stützen die Annahme, dass die große Zahl an Nicht-Teilnehmern eine deutlich geringere Quote für ärztliche Untersuchungen und für Blutdruck-Kontrollen aufweist.

Angaben zur ärztlichen Untersuchung in den letzten 12 Monaten	
Ruhe-EKG durchgeführt	64 %
Belastungs-EKG durchgeführt	36 %
Echokardiographie durchgeführt	27 %
Ärztliche Bedenken, dauerhaft weiter zu laufen	0 %

Tab. 4: Angaben zur ärztlichen Untersuchung

Das Gesundheitssystem in Deutschland ist in erster Linie auf Krankheits-Behandlung ausgerichtet. Gesundheitsprävention wird angeboten, allerdings müssen manche Leistungen selbst bezahlt werden. Dabei sparen zu Viele an falscher Stelle.

Die Angaben zu den durchgeführten ärztlichen Untersuchungen zeigen im Vergleich zu den Leitlinien für sportmedizinische Untersuchungen [4], dass nur in zwei von drei Fällen ein Ruhe-EKG durchgeführt wurde. Ein Belastungs-EKG wurde nur in einem Drittel durchgeführt.

Die Leitlinie sieht zu Recht ein Ruhe-EKG als Pflicht-Untersuchung an.
Ein Belastungs-EKG ist nach Leitlinie Pflicht bei:
- bei allen Personen über 65 Jahren (auch ohne Risikofaktoren)

- bei Männern > 40 Jahre/ Frauen > 50 Jahre, wenn mindestens ein Risikofaktor besteht
- Männer > 40 Jahre/ Frauen > 50 Jahre vor intensiven Belastungen
- in allen Altersgruppen bei Symptomen

Ein Marathonlauf ist sportmedizinisch als eine intensive Belastung anzusehen.

Insofern sind ein Ruhe-EKG und ein Belastungs-EKG als Untersuchungen für Marathoni(a)s dringend zu empfehlen.

Zur Echokardiographie (= Ultraschall-Untersuchung des Herzens) ist in der Leitlinie ausgeführt:
Die Echokardiographie kann ein wichtiger und großzügig einzusetzender Bestandteil der sportärztlichen Vorsorgeuntersuchung sein. Bei klinischen Befunden, die den Verdacht auf eine strukturelle Herzerkrankung vermuten lassen, besteht eine klare Indikation zur Durchführung einer Echokardiographie … z.B. bei Kardiomyopathien (= Herzmuskelerkrankungen) oder Vitien (= Herzklappenfehlern). … Eine routinemäßige, also obligate, Indikation zur Echokardiographie bei der sportärztlichen Untersuchung besteht nicht.

Ein überhäufiges Auftreten von Vorhofflimmern bei Ausdauersportlern und ein diskutierter Zusammenhang mit einem vergrößerten linken Vorhof wird weder im Abschnitt „Echokardiographie“ noch in der Anlage 8 „Dokumentation der Echokardiographie in der sportmedizinischen Untersuchung“ erwähnt. Solche speziellen Hinweise würden den Umfang einer Leitlinie sprengen.

Eine Echokardiographie ist für Ausdauersportler, die wie wir im 100 Marathon Club über viele Jahre mehr als 5 Std. pro Woche laufen, empfehlenswert.

Angaben zu Herz-Symptomen	
Herzrasen in letzten 12 Monaten	4,5 %
Herzrasen früher	4,5 %
Luftnot trotz langsamen Laufens oder Herzschmerzen = Angina pectoris beim Laufen oder Herzrasen beim Laufen	4,5 %

Tab. 5: Angaben zu Herz-Symptomen

Bei 3 der 22 Teilnehmer ist ein Vorhofflimmern bekannt („ein Ruhe-EKG in den letzten 12 Monaten zeigte Vorhofflimmern“ = 1-Jahres-Prävalenz), aber nur ein Läufer hat typische Symptome.

Das bestätigt die Literaturangabe [3] von ca. 70 % symptomlosem Vorhofflimmern.

Angaben zu Vorhofflimmern	
Ruhe-EKG in den letzten 12 Monaten zeigt Vorhofflimmern	21,4 %
Vorhofflimmern in den letzten 12 Monaten	13,6 %
Vorhofflimmern früher	4,5 %

Tab. 6: Angaben zu Vorhofflimmern

Bei 2 der 3 Läufer mit Vorhofflimmern ist die Herzrhythmusstörung in den letzten 12 Monaten aufgetreten, bei einem Läufer seit einigen Jahren bekannt.

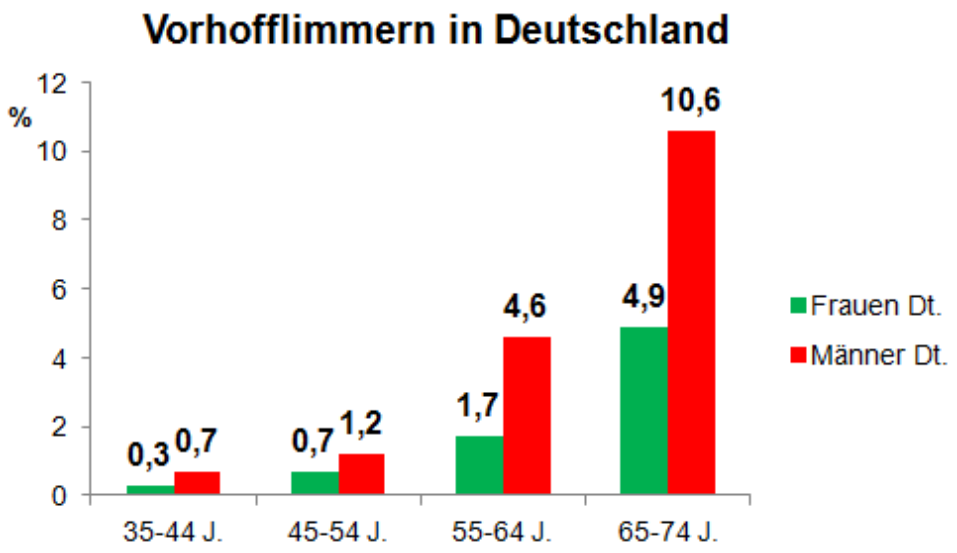


Abb.1: Prävalenzen von Vorhofflimmern in Deutschland

In einer Bevölkerungsstudie in Mainz wurde 2007 - 2011 an 5000 Personen u.a. das Vorkommen von Vorhofflimmern in einer ärztlichen Untersuchung (Punkt-Prävalenz) ermittelt [6].

Die Abbildung 1 zeigt die Prävalenzen, die mit steigendem Alter zunehmen.

In der eigenen Fragebogenstudie gehört ein Läufer mit Vorhofflimmern zur Altersgruppe 55 – 64 Jahre, zwei Läufer zur Altersgruppe 75 – 84 Jahre.

Der jüngere Läufer ist weiterhin mehr als einmal pro Monat im Marathon aktiv und ohne stärkere Symptome. Das Fallbespiel bestätigt Aussagen in der Literatur, die von etwa 10 bis 15 % Reduktion der Ausdauer-Leistungsfähigkeit bei symptomlosem Vorhofflimmern sprechen.

Einer der beiden älteren Läufer läuft inzwischen erheblich weniger als früher und ist ohne stärkere Beschwerden. Der zweite ältere Läufer hat stärkere Beschwerden und ist im letzten Jahr nicht mehr läuferisch aktiv gewesen. Im Alter zwischen 75 und 84 Jahren ist es auch für vieljährig aktive Läufer normal, dass die Laufsportkarriere zu Ende geht.

Für die Altersgruppe 75 – 84-jähriger Männer in Deutschland wurde zum Vergleich mit der Prävalenz von 10,6 % der 65 – 74-jährigen Männer gerechnet.

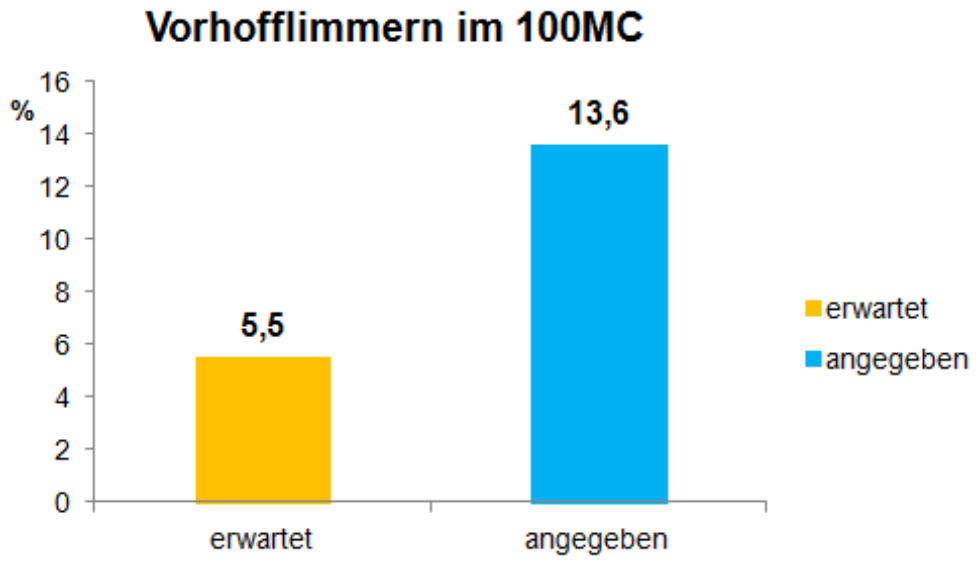


Abb. 2: Prävalenzen von Vorhofflimmern im 100 Marathon Club

So genannte statistische Tests vergleichen als Testgröße die Abweichung der Zahlen der erwarteten Häufigkeit zu den Zahlen der eingetretenen Häufigkeit.

Es muss zuvor die Art der Häufigkeits-Verteilung geprüft werden. Am bekanntesten ist die glockenförmige, so genannte Normalverteilung.

Für die Testgröße (Abweichung der eingetretenen Zahlen von den erwarteten Zahlen) lässt sich eine Wahrscheinlichkeit errechnen.

Dann wird (mit einer vorher anzugebenden Irrtumswahrscheinlichkeit) geprüft, ob sich die eingetretenen Zahlen „signifikant“ von den zu erwartenden Zahlen unterscheiden.

Hier waren für die 22 Teilnehmer der Fragebogenstudie nach den Prävalenz-Angaben aus [6] 5,5 % Fälle von Vorhofflimmern zu erwarten gewesen – angegeben wurden 13,6 % Fälle von Vorhofflimmern.

Für statistische Testverfahren können minimal erforderliche Stichprobenzahlen errechnet werden. Für diese Frage - Prävalenz von Vorhofflimmern im 100 Marathon Club im Vergleich zur deutschen Gesamtbevölkerung - müssten so viele Angaben vorliegen, dass mindestens 5 Fälle hätten erwartet werden müssen.

Bei diesen 22 Teilnehmern waren 1,2 Fälle zu erwarten gewesen – es wurden 3 Fälle angegeben.

Diese Fragebogenstudie bestätigt die Ergebnisse anderer Untersuchungen [3], dass Vorhofflimmern bei älteren Ausdauersportlern mit langem/häufigem Training häufiger als in der Gesamtbevölkerung auftreten.

Eine gleichmäßig (konzentrisch) vergrößerte Herzmuskulatur, die nur langsamer schlagen muss, ist bei uns Marathonläufern häufig und in der Regel gesund.

Entzündungen der Herzmuskulatur führen zu kleinen Vernarbungen, die das Auftreten von Vorhofflimmern begünstigen. Vorhofflimmern reduziert auch ohne Symptome die Ausdauer-Leistungsfähigkeit. Mit Symptomen wie Herzrasen und Luftnot trotz geringer Belastung ist die körperliche Leistungsfähigkeit erheblich beeinträchtigt. Noch schlimmer sind Thromben (Blutgerinnsel), die vom Herzen aus ein enges Blutgefäß verstopfen und so zum Beispiel zu einem Schlaganfall führen können.

Entzündungen durch Infekte müssen durch eine Laufpause verhindert werden, wenn der Körper mit Fieber oder deutlichem „Grippegefühl“ einen relevanten Infekt anzeigt.

Aber jeder Marathonlauf führt auch zu nicht infektiösen Entzündungsreaktionen im Körper, die der trainierte Körper von Marathonläufern meistens gut überwindet. Eine zu kurze Regeneration vor der nächsten Belastung kann aber auch ohne Infekt zu „ein bischen Fibrose (Vernarbung) im Herzmuskel“ führen. Es ist somit plausibel pathophysiologisch erklärbar, dass im Laufe eines vieljährigen Marathon-Laufens das Risiko für Vorhofflimmern erhöht ist.

Betroffene können mit Medikamenten (u.a. zur Blutverdünnung zum Schutz vor Thrombosen) behandelt werden, ggf. ist eine Operation möglich.

Als Prävention ist die Einhaltung einer ausreichenden Erholung vor dem nächsten Marathon anzusehen.

Es gibt die Möglichkeit, Entzündungswerte im Körper messen zu lassen. Nach einigen täglichen (Ultra-)Marathonläufen hintereinander wurden hohe Werte von Entzündungsparametern berichtet.

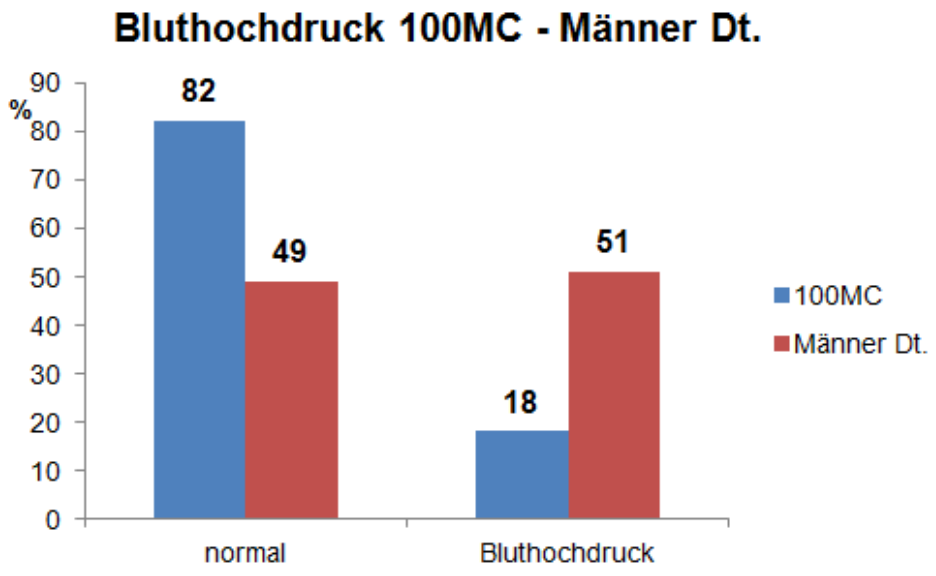


Abb. 3: Bluthochdruck

Von zu hohem Blutdruck spricht man von Werten ab 140 mm Hg systolisch (oberer Blutdruckwert) oder ab 90 mm Hg diastolisch (unterer Blutdruckwert).

Seit 1999 gibt es gleiche Definitionen der WHO und der Deutschen Hochdruckliga:

Klassifikation	Systolischer Blutdruck	Diastolischer Blutdruck
Normal	120 – 129 mm Hg	80 – 84 mm Hg
Hoch-normal	130 – 139	85 – 89
Leichter Bluthochdruck	140 – 149	90 – 99
Mittelschwerer Bluthochdruck	150 – 159	100 – 109
Starker Bluthochdruck	ab 160	ab 110

Tabelle 7: Klassifikation von Blutdruckmesswerten

Das Heft 43 „Hypertonie“ der Gesundheitsberichterstattung des Bundes [7] aus 2008 gibt Zahlen für die deutsche Gesamtbevölkerung an. Jede/r Zweite hat einen zu hohen Blutdruck!

Die 22 Teilnehmer aus dem 100 Marathon Club gaben nur zu 18 % zu hohe Blutdruck-Werte an.

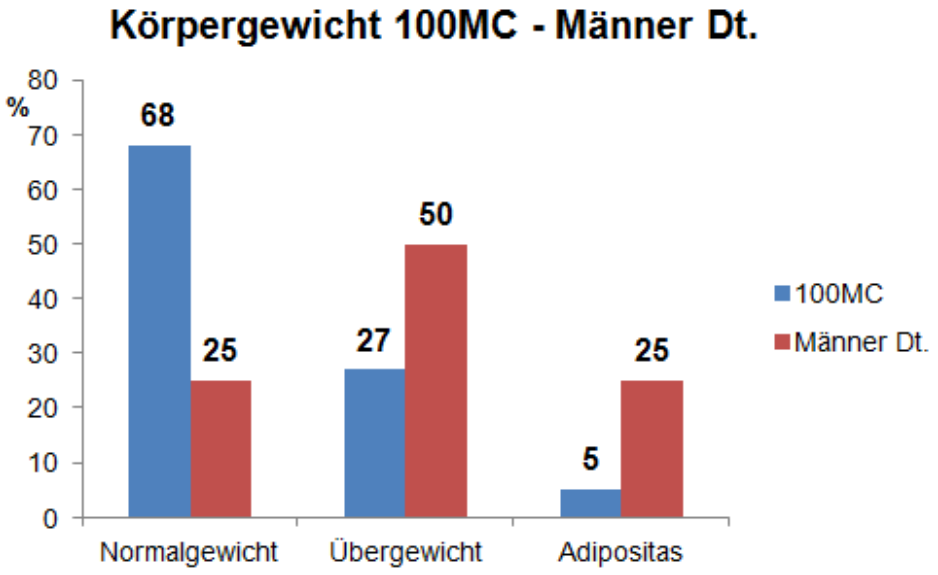


Abb.4: Körpergewicht

Das Körpergewicht wird nach dem Body-Mass-Index beurteilt. Zur Errechnung des BMI wird das Körpergewicht in kg durch das Quadrat der Körperhöhe in m geteilt (z.B. bei 70 kg Gewicht und 1,70 m Größe: 70 / (1,7 x 1,7) = 70 / 2,89 = 24,22).

Die Klassifizierung der WHO von 1998 ist seitdem auch in Deutschland üblich:

Klassifikation	BMI
Normalgewicht	18,5 – 24,9
Übergewicht	25,0 – 29,9
Adipositas Grad 1	30,0 – 34,9
Adipositas Grad 2	35,0 – 39,9
Adipositas Grad 3	ab 40

Tabelle 8: Klassifikation des Körpergewichts nach Body-Mass-Index (BMI)

Während Übergewicht nur ein gesundheitlicher Risikofaktor ist, muss eine Adipositas (Fettleibigkeit) als Krankheit angesehen werden.

Das Heft 16 „Übergewicht und Adipositas“ der Gesundheitsberichterstattung des Bundes [8] aus 2005 gibt Zahlen für die deutsche Gesamtbevölkerung an. Jede/r Zweite ist mindestens übergewichtig – jede/r Fünfte hat eine Adipositas!

Die 22 Teilnehmer aus dem 100 Marathon Club gaben nur zu 32 % zu hohe Körpergewichte an – nur 5 % (eine Person) haben eine Adipositas.

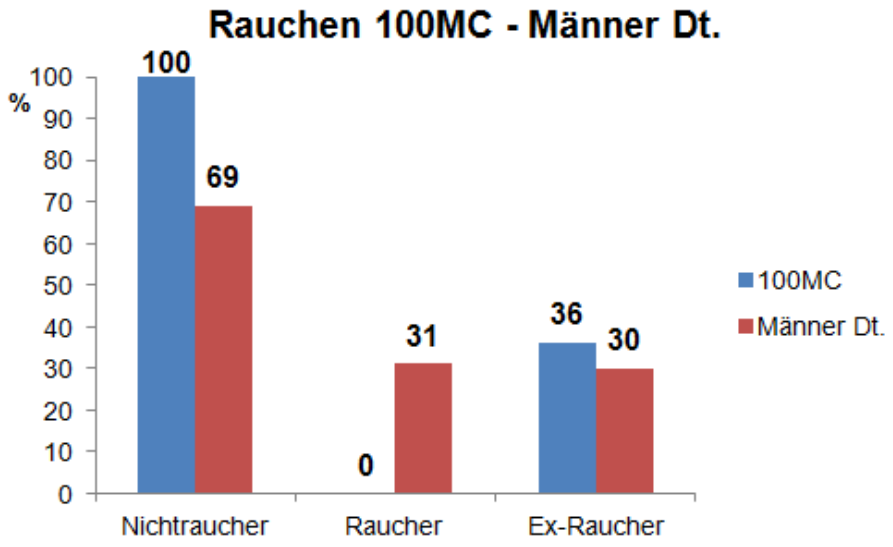


Abb. 5: Rauchen

Zum Rauchen wird alle zwei Jahre ein so genanntes GEDA-Faktenblatt (Gesundheit in Deutschland aktuell) veröffentlicht – zuletzt 2014 [9] mit Zahlen aus 2012.

Die Quote der Raucher in Deutschland ist seit etwa 10 Jahren kontinuierlich rückläufig. 2012 rauchten 31 % der (erwachsenen) Männer und 24 % der (erwachsenen) Frauen. 39 % der Männer und 56 % der Frauen haben nie geraucht.

Von den 22 Teilnehmern aus dem 100 Marathon Club waren alle aktuell Nichtraucher. Die Quote der Ex-Raucher liegt mit 36 % sogar geringfügig höher als bei allen Männern in Deutschland (30 %).

Dies verdeutlicht, dass im 100 Marathon Club nicht eine Auswahl (primär) immer besonders gesundheitsbewusster Menschen läuft, sondern sich überwiegend (sekundär) durch eine geänderte Lebensführung bei regelmäßigem Laufen viele Gesundheitsfaktoren im Laufe der Jahre positiv verändern.

Auch für Blutdruck, Körpergewicht und Alkoholkonsum wurden gleichartige positive Änderungen im Laufe der Jahre bei Ausdauersportlern oft beschrieben.

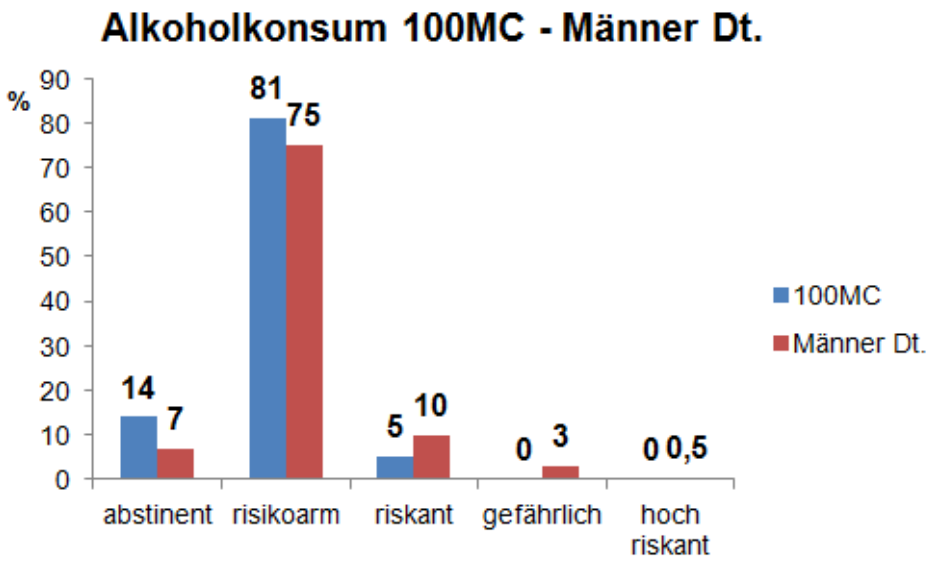


Abb. 6: Alkoholkonsum

Zum Alkoholkonsum gibt es gering variierende Einteilungen in vier Konsumenten-Gruppen. Der Alkoholkonsum wird dabei als durchschnittliche tägliche Menge reinen Alkohols erfasst. Frauen haben erheblich weniger des Alkoholabbauenden Enzyms ADH (Alkoholdehydrogenase) als Männer. Deshalb sind die Grenzen für Frauen und Männer unterschiedlich.

In Deutschland ist die Einteilung von Bühringer [10] seit 2002 üblich. Die Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen (DHS) nennt strengere obere Grenzen des risikoarmen Konsums von 24 g Alkohol/Tag für Männer und 12 g/Tag für Frauen.

Im Heft 40 „Alkoholkonsum“ der Gesundheitsberichterstattung des Bundes [11] mit Zahlen aus 2008 wird nach Bühringer klassifiziert:

Klassifikation	Männer	Frauen
Risikoarmer Konsum	bis 30 g/Tag	bis 20 g/Tag
Riskanter Konsum	über 30 g – 60 g	über 20 bis 40 g
Gefährlicher Konsum	über 60 g – 120 g	über 40 g – 80 g
Hochrisiko-Konsum	über 120 g/Tag	über 80 g/Tag

Tabelle 9: Klassifikation des Alkoholkonsums

10 g reiner Alkohol entsprechen 100 ml Wein oder 250 ml Bier oder 33 ml harter Spirituosen, ein Schnapsglas fasst etwa 20 ml.

In Alkoholkontroll-Untersuchungen wird ein täglicher Konsum von 60 g reinem Alkohol (d.h. etwa 0,6 l Wein oder etwa 1,5 l Bier oder etwa 0,2 l harte Spirituosen) als Grenze zu einem gefährlichen Alkoholkonsum („Abhängigkeit“) abgesehen.

Es gibt aber Alkoholabhängige Menschen, die nicht mehr in der Lage sind, kontrolliert kleine Mengen alkoholischer Getränke zu trinken. Für diese Menschen ist Abstinenz die einzige Alternative zu einem Rausch.

Bei allen anderen Menschen ist in der Regel ein risikoarmer Alkoholkonsum gesundheitlich unbedenklich, aber: Alkoholkonsum muss vom Fahren und Arbeiten zeitlich getrennt werden, Vorsicht und Information ist bei Medikamenten-Einnahme angezeigt.
Ein gelegentlicher Konsum höherer Mengen ist ohne Vorliegen besonderer Krankheiten in der Regel nicht gesundheitsschädlich.

Ein täglicher durchschnittlicher riskanter Alkoholkonsum ist nicht zu empfehlen. „Zu viel“ (gefährlicher Konsum) sind Mengen ab 60 g Alkohol pro Tag für Männer zu viel, und ab 40 g für Frauen.

Auch beim Alkoholkonsum zeigt sich ein erheblicher Unterschied zwischen den Läufern des 100 MC und der männlichen Allgemeinbevölkerung:

In der Gesamtbevölkerung war bei der Untersuchung von Bühringer [10] bei 3 % der Männer ein gefährlicher Konsum und bei 0,5 % ein Hochrisiko-Konsum feststellbar – alle 22 Fragebogenstudien-Teilnehmer gaben ein geringeres Konsumverhalten an.

Der zweiten Konsumgruppe „riskanter Konsum“ (über 30 bis 60 g) gehören in Deutschland 10 % der Männer an. Hier ist eine Konsumreduktion gesundheitlich zu empfehlen.
In der Fragebogenstudie betraf dies nur 5 %, d.h. eine Person.

Die Studie mit Teilnehmern aus dem 100 Marathon Club bestätigt, dass ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Vorhofflimmern besteht und infektiöse wie nicht-infektiöse entzündliche Schädigungen der Herzmuskulatur möglichst vermieden werden sollen.

Die Studie zeigt klar für Blutdruck, Körpergewicht, Rauchen und Alkoholkonsum, dass wir Ausdauersportler im Laufe unserer Sportjahre gesünder als der Durchschnitt der Allgemeinbevölkerung leben.

Die Summe der gesundheitlichen Folgen unseres häufigen Marathonlaufens ist also deutlich positiv.

Literatur:

[1] Wilhelm M. (2011): Atriales Remodeling und Vorhofflimmern bei Marathon- und Nicht-Marathonläufern, Pressetext DKG (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V.) 04/2011

[2] Myrstad M. et al. (2014): Increased risk of atrial fibrillation among elderly norwegian men with a history of long-term endurance sport practice, Scand J Med Sci Sports, Volume 24, e238-e244

[3] Müssigbrodt A. et al. (2010): Vorhofflimmern bei Ausdauersportlern, Dtsch. Z. Sportmed., Jg. 61, Heft 9/2010, 190-200

[4] Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (2007): S1-Leitlinie Vorsorgeuntersuchung im Sport, 1-49

[5] Wenzel C. (2015): Marathon-Bestzeiten im 100 Marathon Club, 100MC Aktuell, Jg. 16, Heft 3/2014, 21-30

[6] Schnabel R.B. et al. (2012): Vorhofflimmern – Prävalenz und Risikofaktorenprofil in der Allgemeinbevölkerung, Dtsch. Ärzteblatt Int., Jg. 109, Heft 16, 293-304

[7] Robert-Koch-Institut (2008): Heft 43 „Hypertonie“, Gesundheitsberichterstattung des Bundes

[8] Robert-Koch-Institut (2005): Heft 16 „Übergewicht und Adipositas“, Gesundheitsberichterstattung des Bundes

[9] Robert-Koch-Institut (2014): GEDA-Faktenblatt zu „Gesundheit in Deutschland 2012“ Rauchen

[10] Bühringer G. et al. (2002): Alcohol consumption and alcohol-related problems in Germany, Hogrefe-Verlag

[11] Robert-Koch-Institut (2008): Heft 40 „Alkoholkonsum und alkoholbezogene Störungen“, Gesundheitsberichterstattung des Bundes

Neuwittenbek 100 km 24.09.1994

Leistungsfähigkeit von Vielläufern beim Marathon im Zeitverlauf

Im Marathonlauf können Sportler/innen über Jahrzehnte aktiv sein und bleiben. Im 100 Marathon Club erfordert schon das Kriterium „100 Marathon- und Ultramarathon gelaufen haben“ eine längere Laufkarriere.

Wie verändert sich die Leistungsfähigkeit beim Marathon im Zeitverlauf? Es gibt Altersfaktoren, die die Leistungen jüngerer und älterer Läufer mit denen der Jahre höchster Leistungsfähigkeit vergleichbar machen. Der 100 Marathon Club führt Statistiken alterskorrigierter Bestzeiten, die den sportlichen Wert der Leistungen aller Altersklassenläufer/innen gerecht miteinander verglichen.

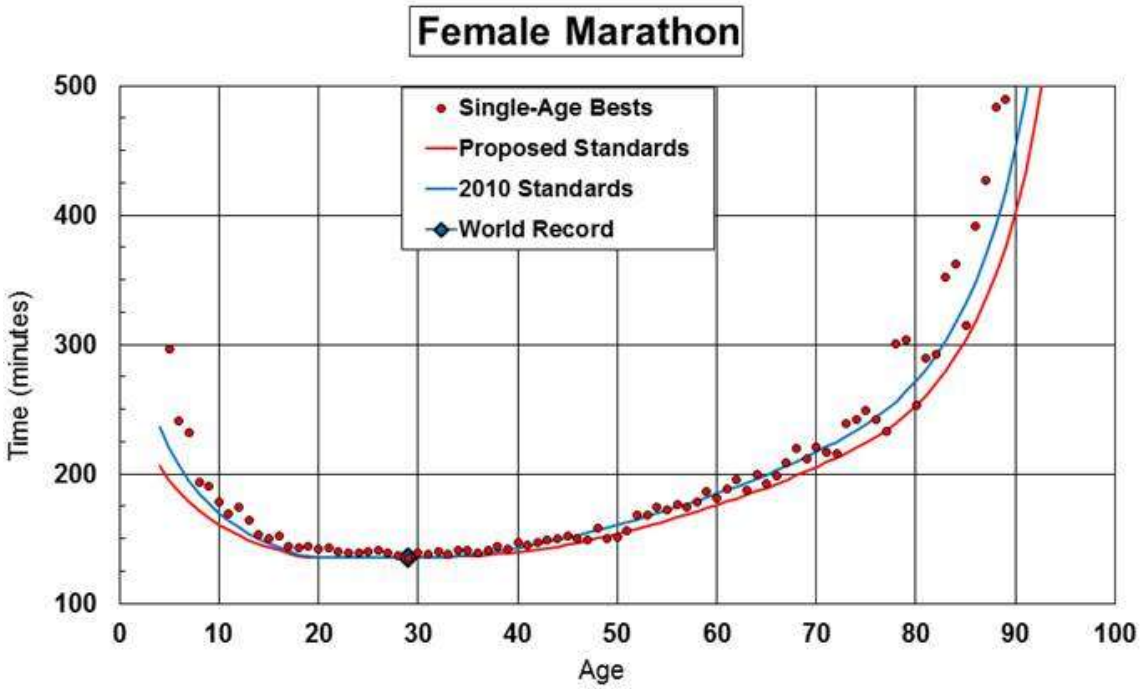
Gleichzeitig verändert sich unsere Leistungsfähigkeit im Läuferleben unabhängig vom Alter vom ersten Marathon zur persönlichen Bestzeit bis hin zu wieder langsameren Zeiten.

Einige Läufer/innen veröffentlichen ihre Lauflisten im Internet. Meistens bricht die Laufliste ab, wenn die Leistungsfähigkeit abnimmt. Komplette Lauflisten von Vielläufern sind selten zu finden.

Inzwischen gibt es Lauflisten von 4 Aktiven mit je 300 M/U und von 4 Aktiven mit je 1000 M/U, die zur Frage der Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf analysiert wurden.

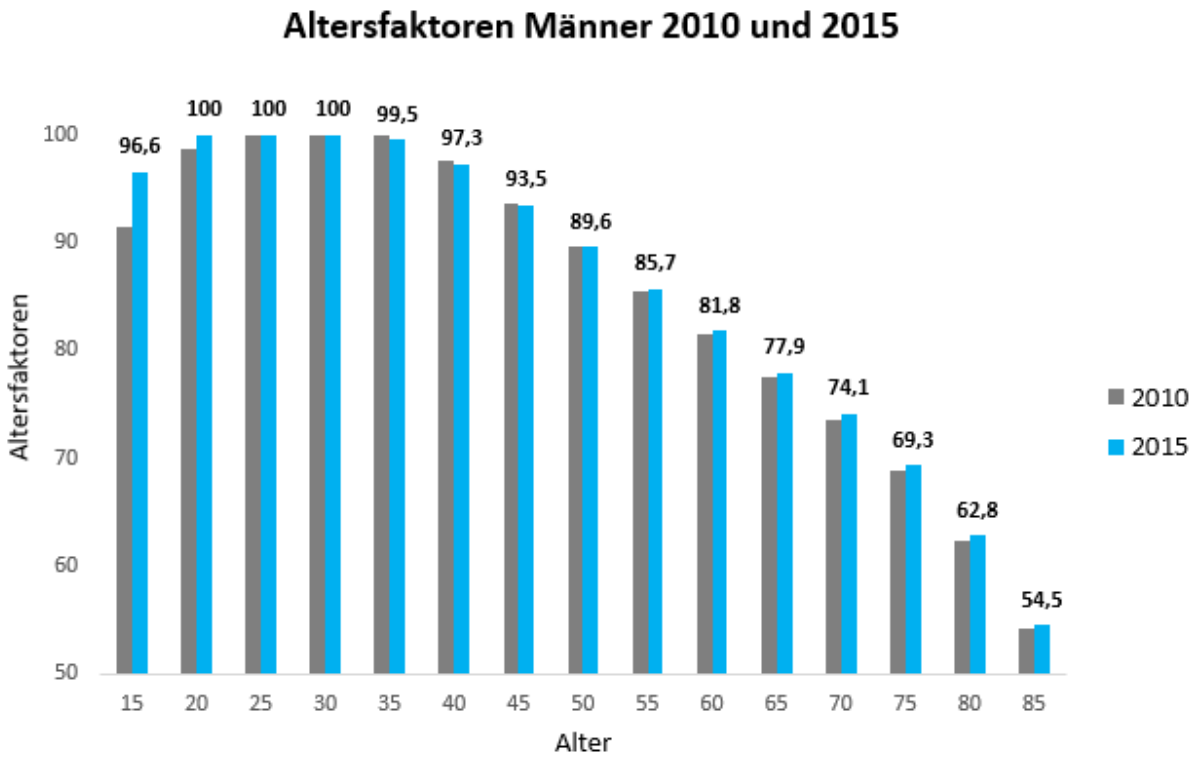
Als Altersfaktoren für Marathon zitierte Manfred Steffny [Marathon-Training, 14. Aufl., 1999, S. 72/73] Daten aus den USA zum Leistungsabfall eines Altersklassen-Athleten im Marathon.

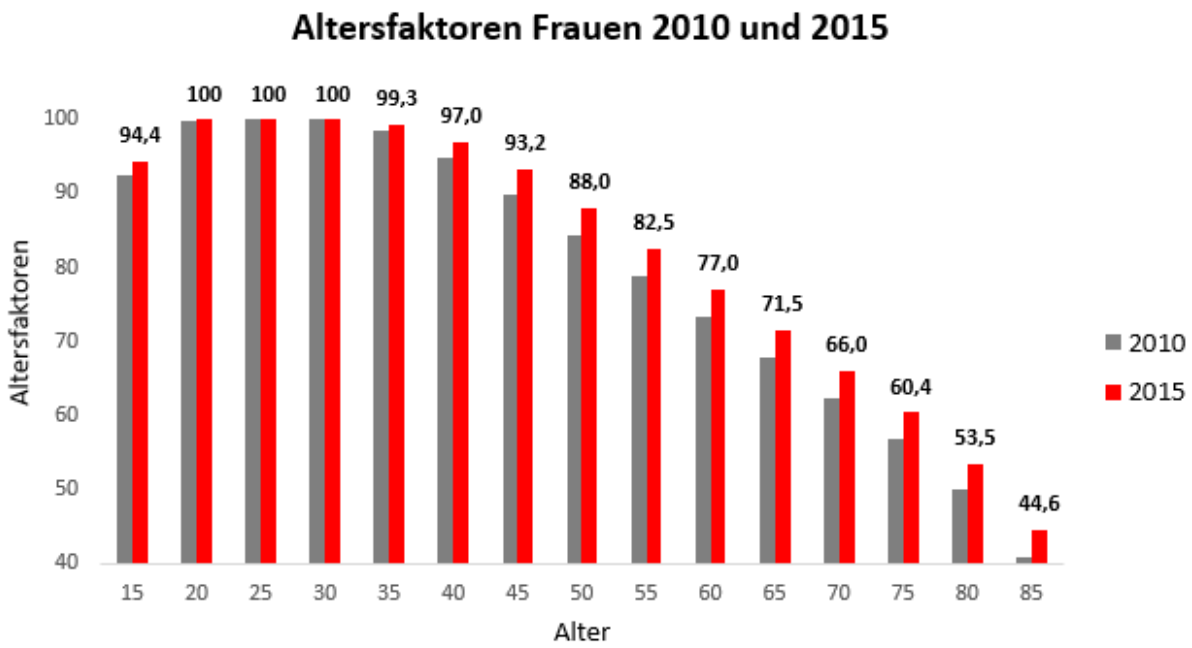
In der World Masters Athletics wurden ab 2002 Altersfaktoren für Männer und für Frauen in den so genannten WMA-Tables errechnet. Alan Jones (Erfinder des Jones-Counters zur Streckenvermessung 1971) und Rex Harvey konnten 2004 für Männer und 2006 für Frauen komplette Tabellen von Altersfaktoren veröffentlichen. 2010 und zuletzt 2015 wurden diese WMA-Tabellen aktualisiert.



Die Abbildung aus „Age grading running races“ zeigt den Verlauf mehrerer Kurven mit Laufzeiten von Frauen zur Berechnung der Altersfaktoren für Frauen im Marathon. Diese Veröffentlichung von Alan Jones zur Berechnung der Faktoren findet sich auf seiner Homepage (2015-01-24) **http://www.runscore.com/Alan/AgeGrade.html** .

Im Vergleich zwischen den WMA-Tabellen 2010 und 2015 gab es bei Jugendlichen, Frauen und Männern ab 55 Jahren weitere Verbesserungen der Leistungsfähigkeit. Das führt zu zahlenmäßig größeren Altersfaktoren als Maß der Leistungsfähigkeit. Das bedeutet: Bei Senior/innen ist der Abfall der Leistungsfähigkeit nach den Tabellen 2015 geringer als nach den Tabellen 2010. Zwischen dem 45. und dem 70. Lebensjahr nehmen die Altersfaktoren fast linear ab, dann erst exponentiell.





Als Konsequenz eines etwas größeren Wertes des Altersfaktors wird die absolute Zeit nach den Tabellen 2015 etwas weniger stark alterskorrigiert. Bei Männer über 45 Jahren macht das in der Praxis weniger als eine Minute aus, bei Frauen über 45 Jahren mehr.

Auch die Altersspanne der „Hauptklasse“ / engl. „open class“ - als der Altersgruppe mit der höchsten Leistungsfähigkeit ohne Alterskorrektur - hat sich in den neuen WMA-Tabellen etwas verschoben. Nach den WMA-Tabellen 2015 gibt es Alterskorrekturen bis 18 Jahre/Männer und ab 32 Jahre/ Männer sowie bis 19 Jahre/Frauen und ab 31 Jahre/Frauen.

Der DLV zählt als „Hauptklasse“ Männer und Frauen zwischen 20 und 29 Jahren, wobei die 20- bis 22-jährigen zusätzlich als Junioren-Klasse in der DLO aufgeführt sind.

Zur Frage der Leistungsfähigkeit von Vielläufern beim Marathon im Zeitverlauf über meist viele Jahre ist die jeweilige Jahres-Bestzeit im Marathon ein geeignetes Maß der Leistungsfähigkeit
[Christoph Wenzel: Marathon-Bestzeiten im 100 Marathon Club, 100 MC aktuell, Heft 3/2014].

Im Zeitverlauf über viele Jahre werden wir nicht nur wegen zunehmenden Alters, sondern auch wegen altersunabhängiger individueller Leistungsrückgänge irgendwann langsamer.

Es soll bei der Änderung der Leistungsfähigkeit unterschieden werden zwischen dem altersbedingten Anteil und dem zusätzlichen Anteil durch sonstige individuelle Änderungen der Leistungsfähigkeit.

Hier Daten eines 56-jährigen Läufers des 100 MC, seit dem 15. Lebensjahr im Marathon aktiv.

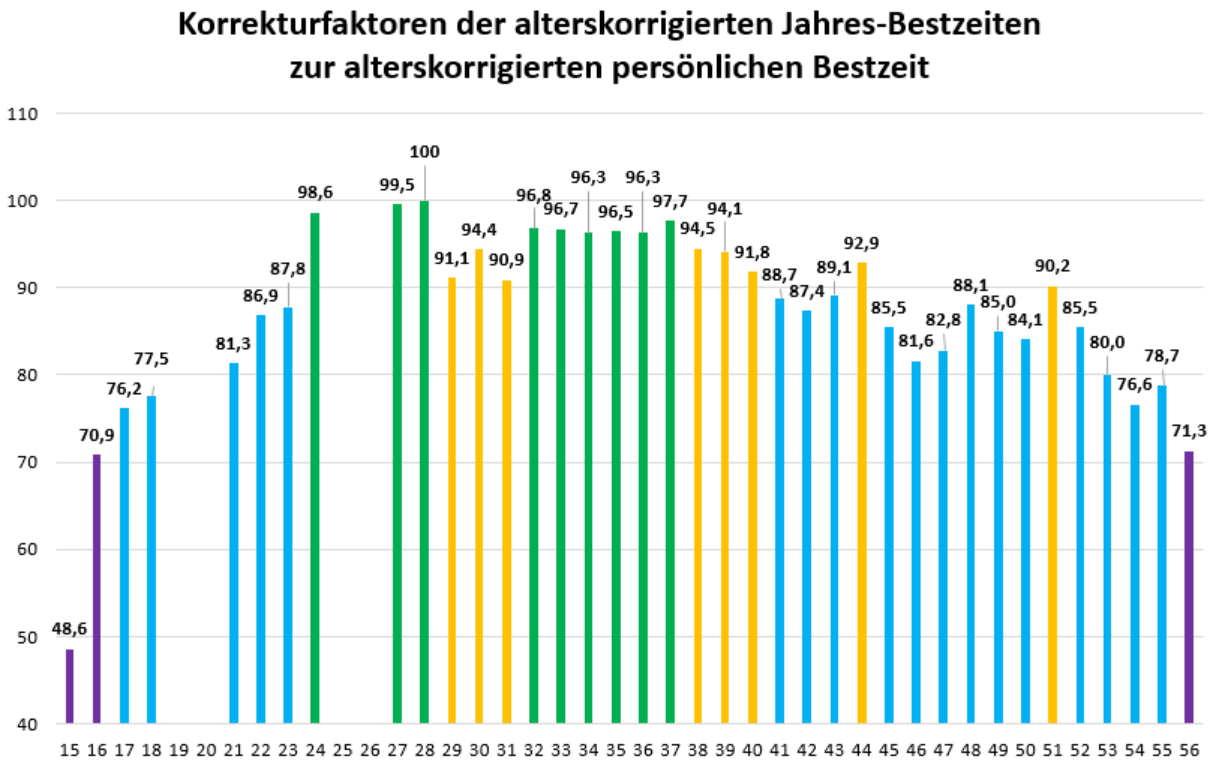
Die Jahres-Bestzeit (JBZ) lässt sich als Produkt der persönlichen Bestzeit (PBZ) mit einem Korrekturfaktor (KF) ausdrücken. Der Korrekturfaktor liegt zwischen 0 und 1.

Bei KF = 1 wurde die PBZ gelaufen. Je langsamer die JBZ ist, desto kleiner ist der KF, mit dem die JBZ multipliziert werden muss, um die PBZ zu errechnen.

KF = PBZ : JBZ

Beispiel: PBZ 3:00 Std.; JBZ 4:00 Std.; KF = 0,75.

Die alterskorrigierte JBZ errechnet sich als Produkt der JBZ mit dem Altersfaktor der WMA-Tabellen.



Auch die alterskorrigierten JBZ lassen sich als Produkt der alterskorrigierten PBZ mit einem KF ausdrücken. Es ist zu empfehlen, die Marathonzeiten in Minuten mit Dezimalstellen umzurechnen.

Es lässt sich mit einem KF >= 1 ausrechnen, um viel höher bei der alterskorrigierten JBZ der Zeitbedarf gegenüber der alterskorrigierten PBZ ist.

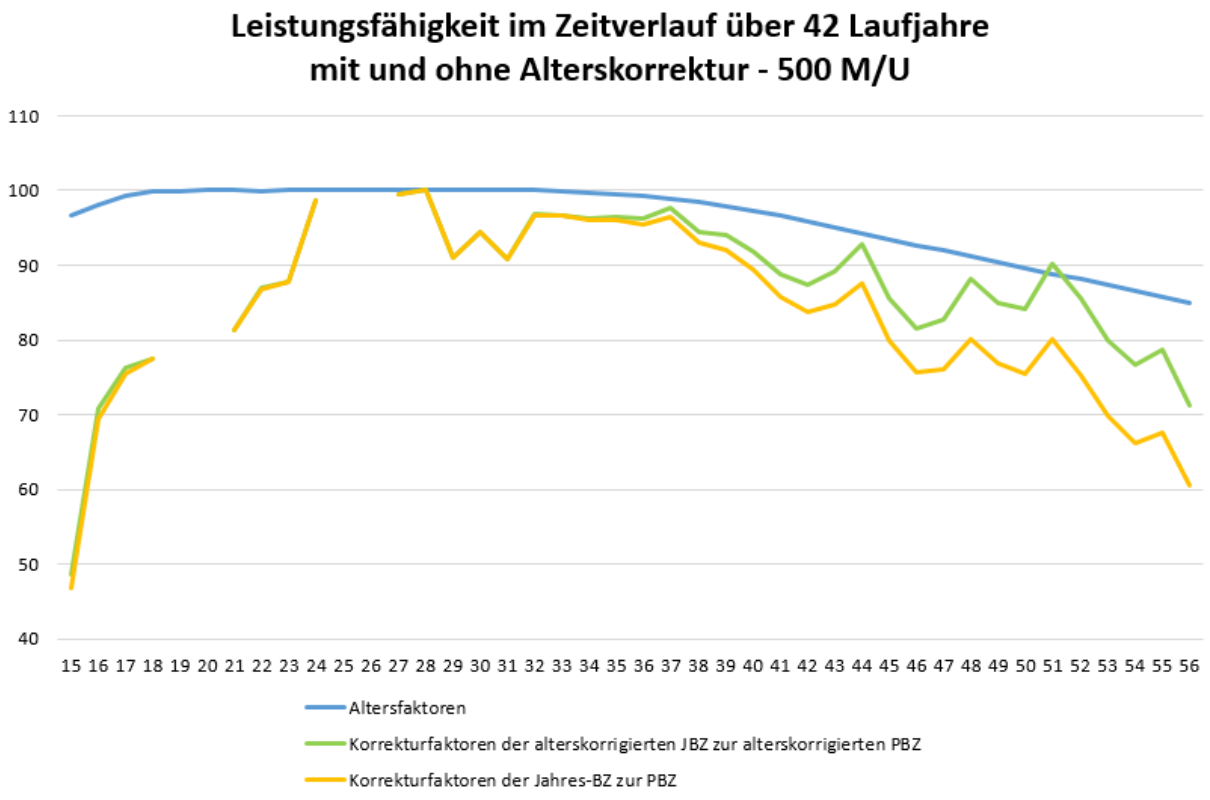
Beispiel: alterskorrigierte PBZ 3:00 Std.; alterskorrigierte JBZ 3:30 Std.; KF = 210:180 = 1,1666.

In Analogie zu den bekannten Alterskorrekturfaktoren wird mit einem KF <=1 errechnet, wie hoch bei der alterskorrigierten JBZ die individuelle Leistungsfähigkeit im Vergleich zum Jahr der alters-korrigierten PBZ war. KF = alterskorrigierte PBZ : alterskorrigierte JBZ.

Beispiel: alterskorrigierte PBZ von 3:00 Std.; alterskorrigierte JBZ von 3:30 Std.; KF = 180:210 = 0,8571.

In den Abbildungen werden die KF in % angegeben (zwischen 0 und 100) und sind damit ein direktes Maß der Leistungsfähigkeit. Beispiel: KF = 85,7 %.

In Abb. 1 zeigen farblich abgestufte Balken: KF < 75 % in lila, KF 75,1 - 90 % in blau, KF 90,1 - 95 % in orange und KF > 95 % in grün.

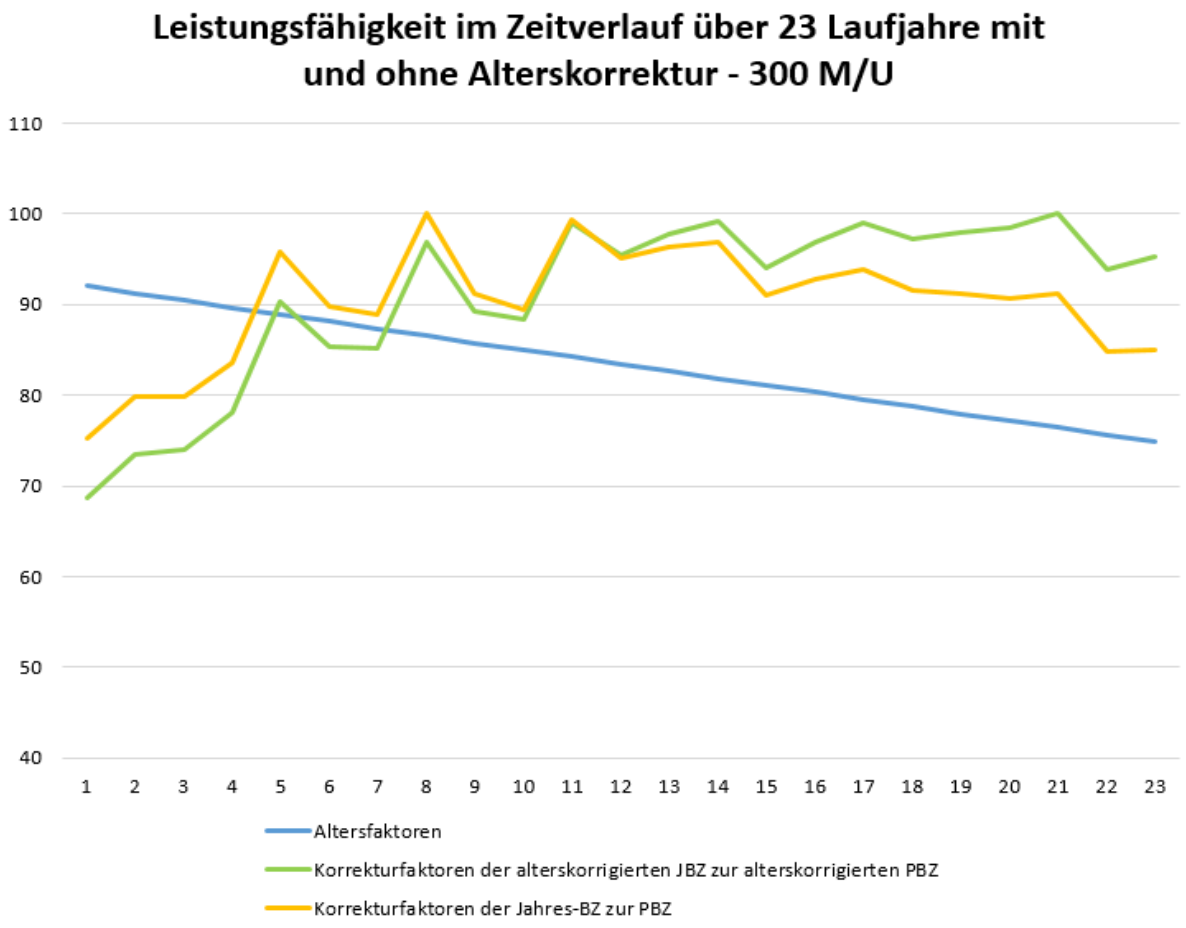


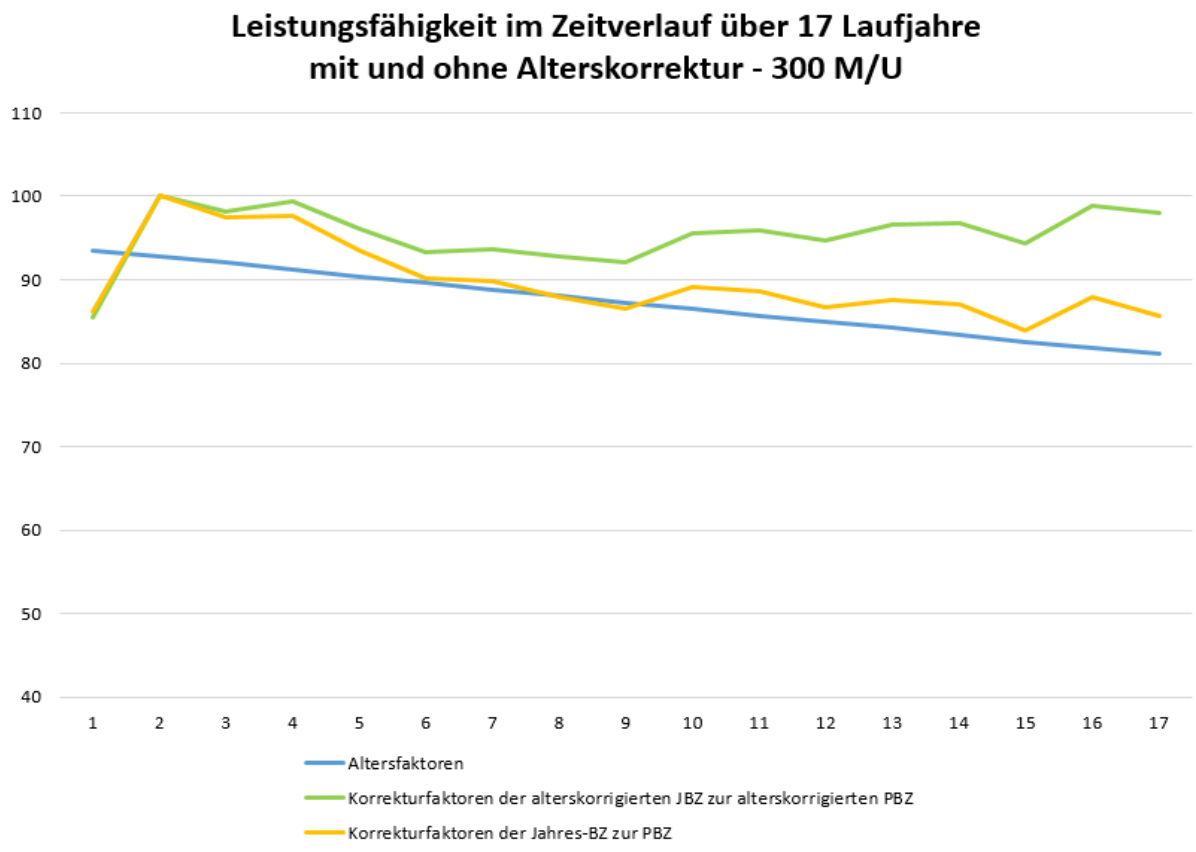
Der Läufer lief seine PBZ mit 28 Jahren. Davor war er in vier Jahren nicht auf der Marathon-Distanz aktiv. Die absolute und die alterskorrigierte PBZ wurden beim selben Lauf erreicht.

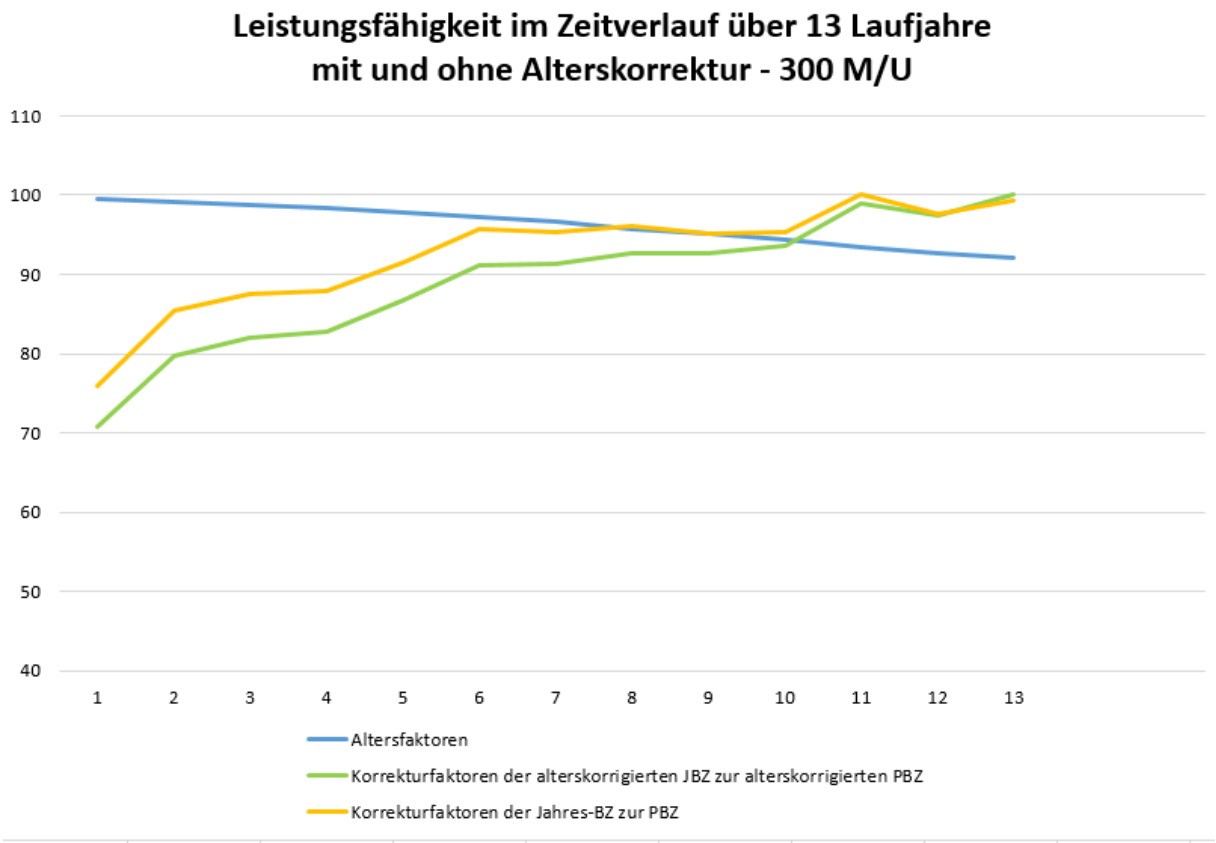
Die orange Kurve der Leistungsfähigkeit der JBZ zur absoluten PBZ fällt ab dem 36. Lebensjahr deutlich stärker ab als die grüne Kurve der Leistungsfähigkeit der alterskorrigierten JBZ zu alterskorrigierten PBZ.

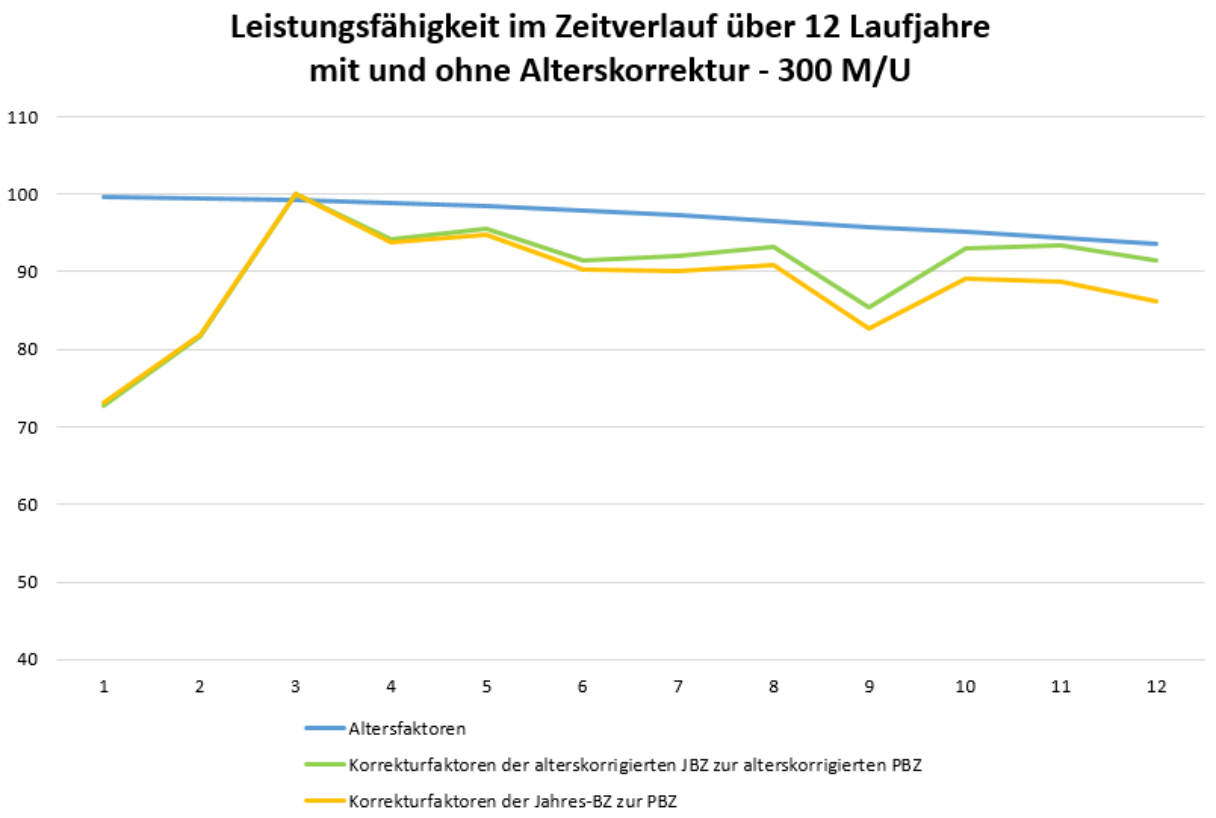
Der Abfall der grünen Kurve zeigt den Abfall der individuellen Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf ohne den Einfluss des Alters.

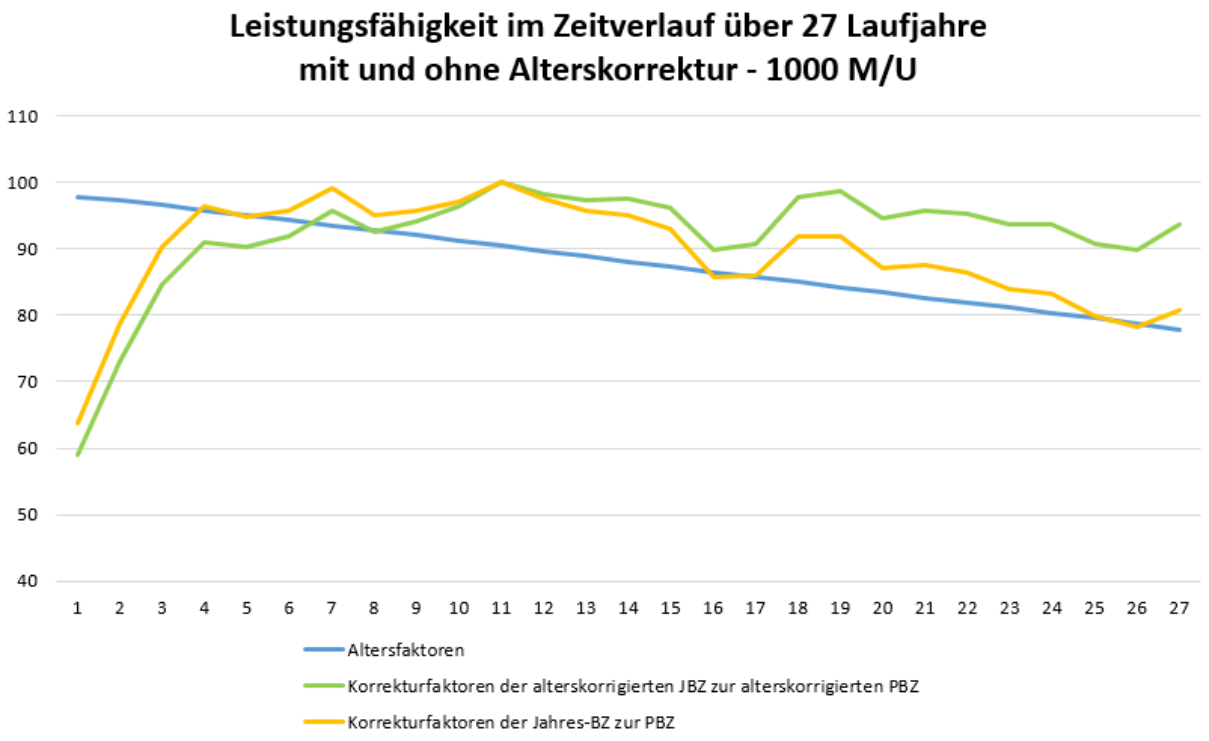
Die im Internet veröffentlichten vier Lauflisten mit 300 M/U und vier Lauflisten mit 1000 M/U wurden gleichartig ausgewertet.

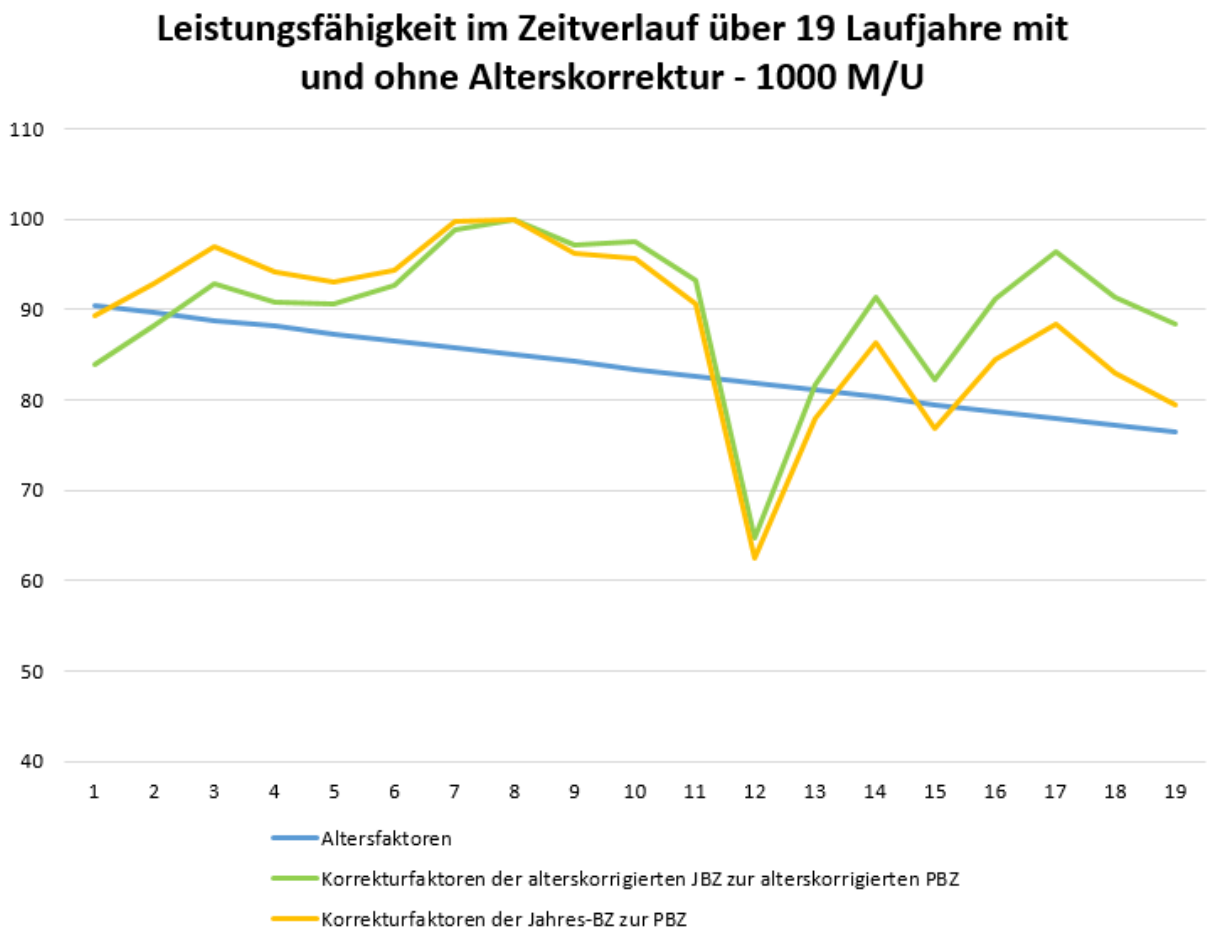

Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 23 Laufjahre mit und ohne Alterskorrektur - 300 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ

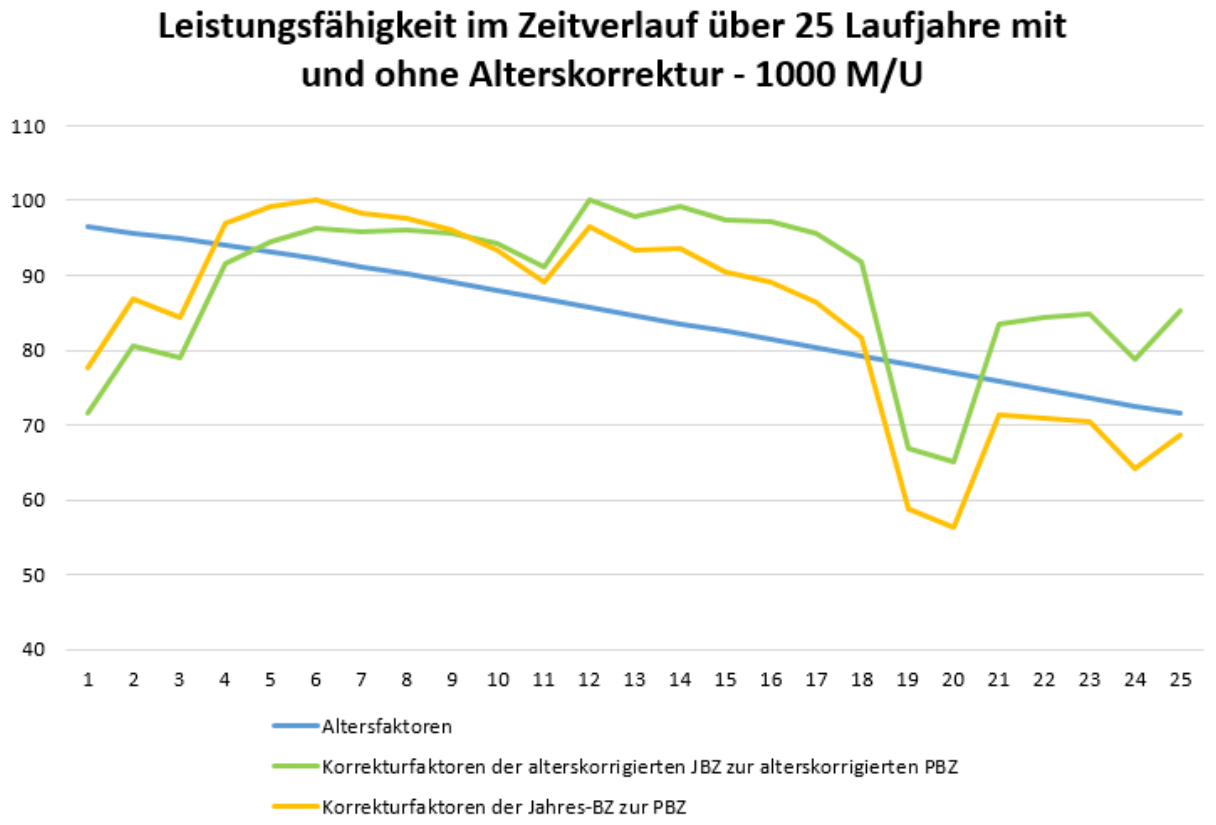

Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 17 Laufjahre mit und ohne Alterskorrektur - 300 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ

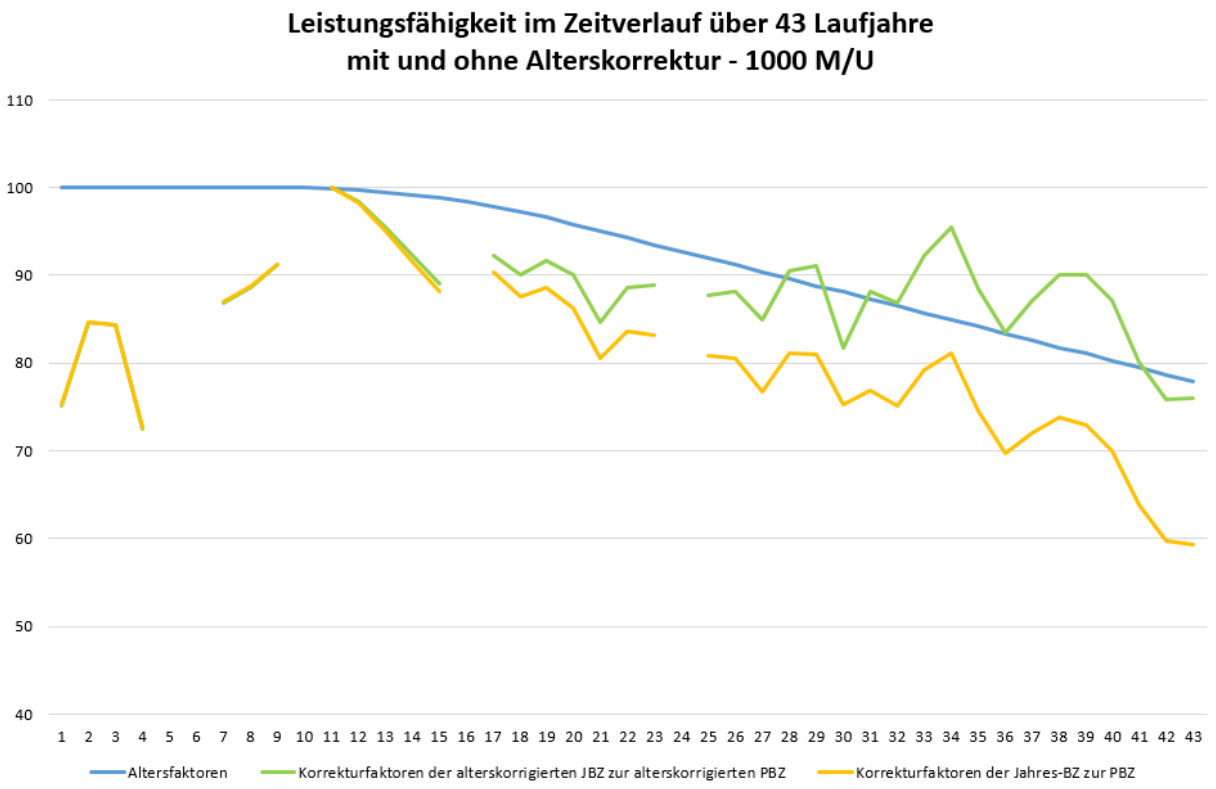

Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 13 Laufjahre
mit und ohne Alterskorrektur - 300 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ


Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 12 Laufjahre
mit und ohne Alterskorrektur - 300 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ


Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 27 Laufjahre mit und ohne Alterskorrektur - 1000 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ


Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 19 Laufjahre mit und ohne Alterskorrektur - 1000 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ


Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 25 Laufjahre mit und ohne Alterskorrektur - 1000 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ


Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf über 43 Laufjahre mit und ohne Alterskorrektur - 1000 M/U
110
100
90
80
70
60
50
40
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43
Altersfaktoren
Korrekturfaktoren der alterskorrigierten JBZ zur alterskorrigierten PBZ
Korrekturfaktoren der Jahres-BZ zur PBZ

In jedem Laufjahr wurde die JBZ mit der PBZ verglichen – bei den orangen Kurven ohne und bei den grünen Kurven mit Alterskorrektur.

Die X-Achse zeigt die Anzahl der Laufjahre, die Y-Achse den KF in % als Maß der Leistungsfähigkeit im Vergleich zur PBZ.

Die acht Kurvenverläufe variieren deutlich - wie zu erwarten war.

Bis zum Erreichen der absoluten PBZ (orange Kurve mit Wert 100 %) kann im jüngeren Senioren-Alter (leichte Alterskorrektur) die orange Kurve über der grünen Kurve liegen.

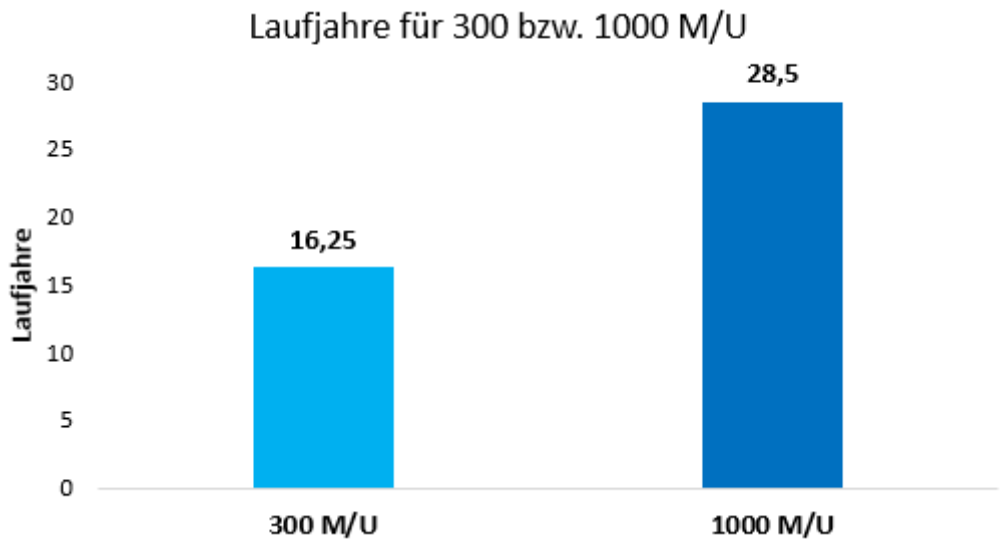
Das bedeutet: die KF der absoluten JBZ sind größer als die KF der alterskorrigierten JBZ. Die absolute Leistungsfähigkeit in % ist höher als die alterskorrigierte Leistungsfähigkeit in %.

Frühestens in diesem Laufjahr, meistens später fällt dann die orange Kurve unter die grüne Kurve ab. Das bedeutet: die KF der alterskorrigierten JBZ sind größer als die KF der absoluten JBZ.

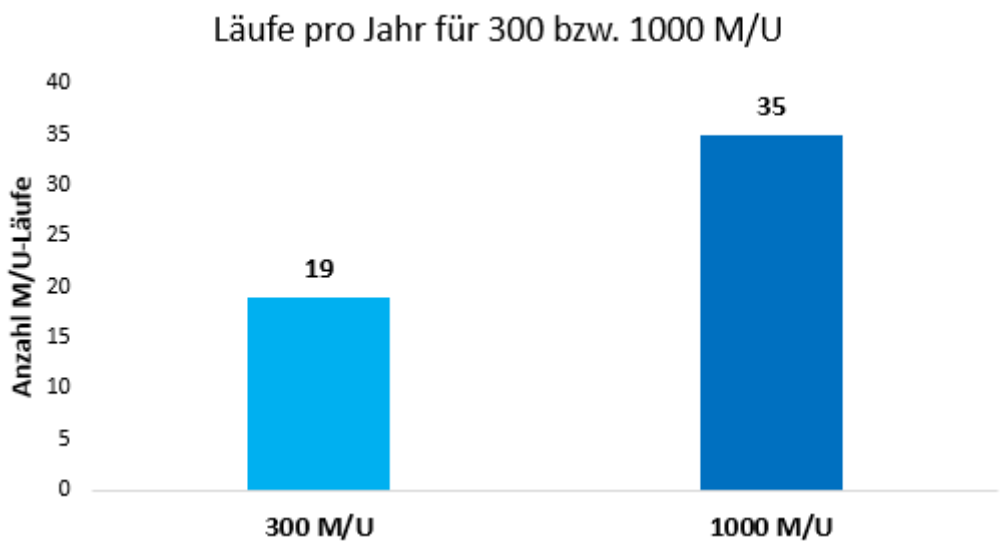
Bei der Betrachtung der eigenen Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf sollte die Alterskorrektur berücksichtigt werden. Trotz der vielen Läufe zeigen einige Kurven über viele Laufjahre, dass die Spitze der individuell höchsten Leistungsfähigkeit immer noch zu steigern war. Das war von mir so nicht erwartet worden. Es gibt einzelne Jahre geringerer Leistungsfähigkeit, denen wieder „bessere Jahre“ folgen können.

Zur Auswertung werden die Gruppen-Mittelwerte betrachtet.

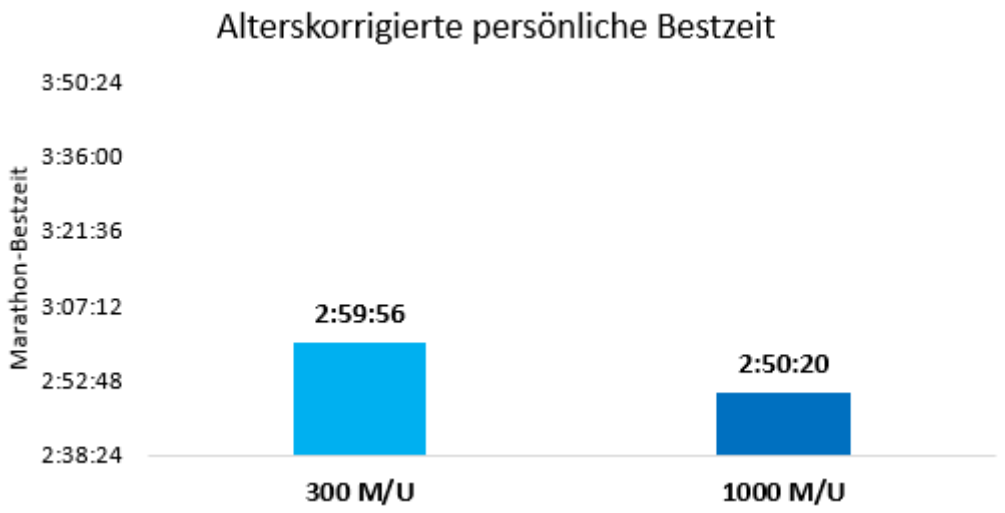
Die durchschnittliche Anzahl der Laufjahre bis zum 1000. M/U betrug 28,5 – bis zum 300. M/U 16 Jahre.



Die 1000 M/U-Aktiven haben pro Laufjahr im Durchschnitt 35 Läufe im Vergleich zu 19 Läufen der 300 M/U-Aktiven geschafft.



Die vielen Altersklassen-Aktiven im 100 Marathon Club haben weit überdurchschnittlich gute absolute PBZ und alterskorrigierte PBZ.

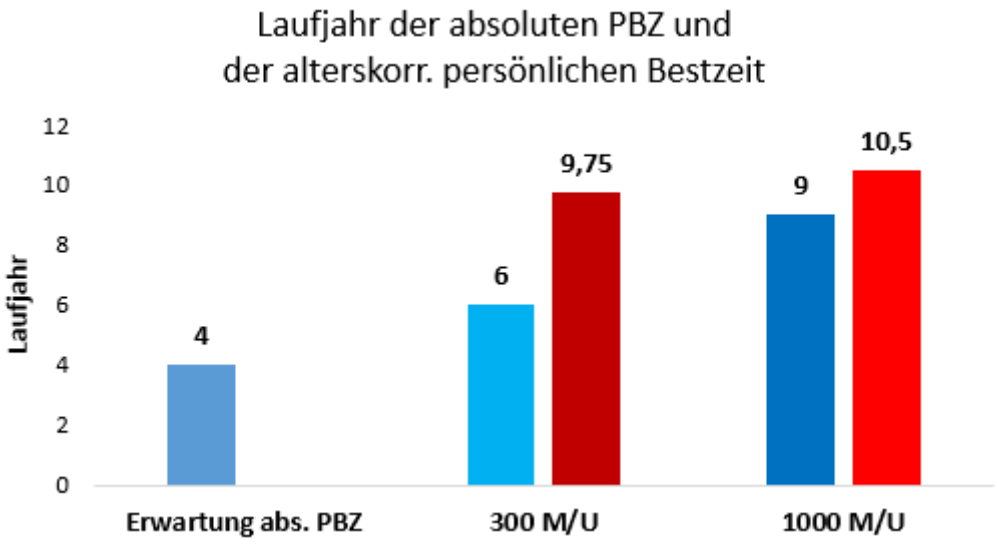


Das Jahr der PBZ variiert natürlich – zur Vereinheitlichung wurden die alterskorrigierten PBZ mit den deutschen Marathon-Bestzeiten der Greif-Tabellen 2013 verglichen [Christoph Wenzel: Marathon-Bestzeiten im 100 Marathon Club, 100 MC aktuell, Heft 3/2014].

Die Gruppe 300 M/U liegt dabei auf dem 5,9. Prozentrang, die Gruppe 1000 M/U auf dem 4,5. Prozentrang. Der so genannte Prozentrang von Datenverteilungen gibt an, wie viel Prozent aller Zahlenwerte kleiner oder gleichgroß wie der betrachtete Datenwert sind. Von je 100 Hauptklassen-Aktiven waren also jeweils 94 bzw. 95 langsamer.

Der 25. Prozentrang markiert das erste Viertel, der 50. PR zwei Viertel und der 75. PR drei Viertel der Marathonzeiten einer Liste. Wenn die Kurve der Datenverteilung „gerade“ (nicht „schief“) ist, liegen der arithmetische Mittelwert und der 50. Prozentrang zusammen.

Bei Prozenträngen unter 10 gehören die PBZ zu den schnellsten 10 % der Marathon-Bestzeiten.



Aussagen zur Dauer eines Marathon-Trainings bis zum Erreichen der persönlichen Bestzeit lassen etwa 4 Jahre erwarten [Manfred Steffny, Marathontraining, 14. Aufl., 1999, S. 149].

Die Vielläufer im 100 MC erreichen ihre absolute PBZ deutlich später: die Gruppe 300 M/U im Mittel nach 6 Laufjahren, die Gruppe 1000 M/U nach 9 Laufjahren.

Die alterskorrigierten PBZ werden nach noch mehr Laufjahren erreicht: von der Gruppe 300 M/U im Mittel nach 9,75 Laufjahren und von der Gruppe 1000 M/U nach 10,5 Laufjahren.

Systematische Untersuchungen, nach wieviel Laufjahren Marathonläufer/innen ihre alterskorrigierte PBZ erreichen, sind mir nicht bekannt.

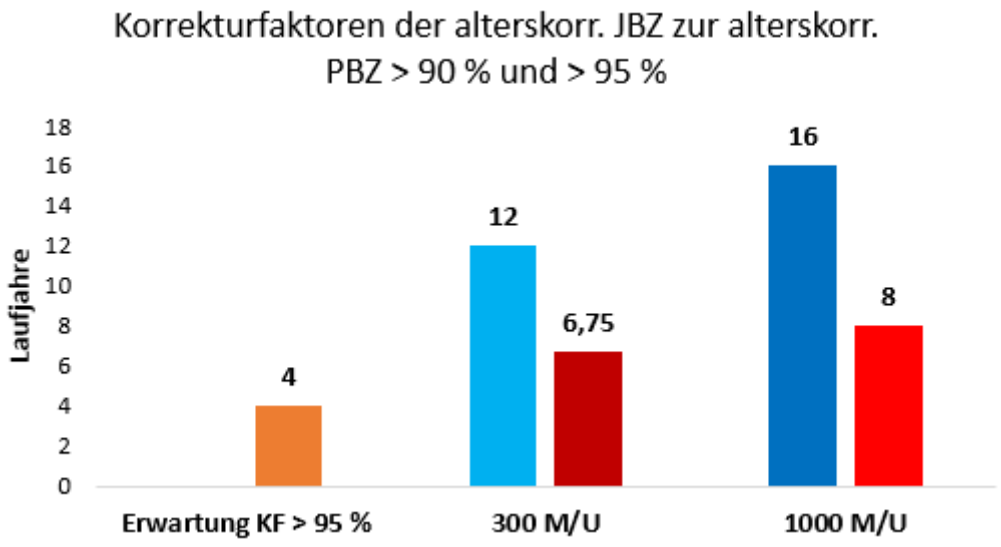
Die Vielläufer im 100 MC laufen nur wenige Marathonläufe schnell für eine JBZ und die meisten Läufe deutlich langsamer. Dies ist die Erklärung dafür, dass wir nicht mit Überlastungsverletzungen aussetzen müssen, sondern so oft im Jahr Marathon laufen können.

Die untersuchten Gruppen von Vielläufern im 100 MC konnte unerwartet lange ihre absolute und alterskorrigierte PBZ im Zeitverlauf weiter steigern.

Das persönliche Maß an Laufbelastung war also zur Steigerung der PBZ gut gewählt.

Die errechneten Daten widerlegen früher zu hörende Pauschalbehauptungen zu Vielläufern im 100 Marathon Club „die machen sich kaputt“. Trainingsmethodisch halten wir uns nicht an einen Plan zum 8- bis 12-wöchigen Training für den einen Marathon, sondern bauen schnelle Marathonläufe in ein regelmäßiges Marathon-Laufen ein. Damit erlaufen wir uns auf ungewöhnliche Art eine gute sportliche Leistungsfähigkeit.

Die Wirksamkeit optimierter gezielter Pläne zur Marathon-Vorbereitung bleibt dennoch bestehen. Wir könnten damit einen Lauf noch (etwas) schneller laufen, wenn wir dieses Ziel verfolgen wollten.



Systematische Untersuchungen, wie lange Marathonläufer/innen im Zeitverlauf ein bestimmtes Leistungsniveau halten können, sind mir nicht bekannt.

Aussagen zur Dauer der individuellen höchsten Leistungsfähigkeit im Marathonlauf lassen 2 bis 6 Jahre, im Mittel etwa 4 Jahre erwarten.

Ein KF > 95 % kann als Maß einer solchen individuell höchsten Leistungsfähigkeit im Marathonlauf angesehen werden. Bei einer PBZ von 3:00 Std. umfasst dieser Bereich Zeiten bis 3:08:59 Std.

Die untersuchten Gruppen der Vielläufer im 100 MC können 7 bzw. 8 Jahre lang ihr jeweiliges (alterskorrigiertes) individuelles Leistungsniveau bei über 95 % halten!

Zeiten bis 90 % (alterskorrigiertem) Leistungsniveau [KF > 90 %] bedeuten bei einer alterskorrigierten PBZ von 3:00 Std. Ergebnisse bis 3:18:59 Std. im Marathon und können 12 bzw. 16 Jahre lang gehalten werden.

Auch die Berechnungen zum Halten des persönlichen Spitzenniveaus bzw. eines persönlich guten Leistungsniveaus ergab unerwartet hohe Ergebnisse.

Die erweiterte Auswertung einer Laufliste dokumentiert 30 Laufjahre mit alterskorrigierten JBZ jeweils unter 3:00 Stunden!

Aktive des 100 Marathon Club zeigen erstaunliche Ergebnisse der Leistungsfähigkeit im Marathon im Zeitverlauf. Wir haben uns eine sehr hohe Ausdauer-Leistungsfähigkeit erlaufen, mit der wir über sehr viele Laufjahre Marathon und mehr laufen können.

Der Wert sportlicher Leistungen im Alter wird unter Berücksichtigung der Altersfaktoren besonders deutlich. Immer mehr Aktive starten auch in hohen Seniorenklassen im Marathon – im 100 Marathon Club bis zur W75 und M80. Eine geeignete Ausdauerbewegung ist in jedem Alter möglich und steigert die Lebensfreude.

Münster 10 km 2. M35

24.06.1995

Rheine-Elte 100 km 8:09:51 Std. 4. M35 02.09.1995

Lauftour in der Eifel über den Römerkanal-Wanderweg

1990 bei der Rothaargebirgs-Lauftour fing alles an. Aus flüchtigen Laufbekannten wurde ein Vereins-übergreifendes Team von 5 Läufern, die seitdem einmal im Jahr eine Lauftour selbst organisieren. Dabei steht nur das Landschaftserlebnis im Interesse – wir erlaufen uns immer neue Teile unserer Heimat. So wurden 187 km entlang des Hermanns-Weges (5 Tage), 243 km am Ruhrhöhen-Wanderweg (7 Tage) und 110 km „Rund um Dortmund“ (2 Tage) Etappenweise bewältigt. Zum Ende des Wintertrainings bietet sich diese preiswerte Alternative zum Trainingslager im Süden Europas als ruhiger, umfangreicher Mehrtagesblock auch trainingsperiodisch sinnvoll an.

Im Februar 1995 war eine Lauftour über den Römerkanal-Wanderweg von Nettersheim nach Köln geplant. Der Eifelverein hat Karten und einen Textband mit Hinweisen auf die vielfältigen archäologischen Überreste der fast 2000 Jahre alten Wasserleitung der Römer von den Eifelquellen bis zur Stadt Köln herausgegeben.

Bisher war mit 5 Läufern die Organisation einer Mehrtages-Lauftour recht einfach gewesen. Mit zwei PKW fuhren wir zum Ziel der 1. Etappe, dort deponierte jeder einen Wäsche/Verpflegungsbeutel im Ziel-Auto. Das Start-Auto brachte alle zum Etappenstart., nach dem Lauf musste dieses Fahrzeug dann nachgeholt werden. Übernachtet wurde in Jugendherbergen. Inzwischen ist aus den 5 Team-Läufern ein „verschworener Haufen“ geworden, die schon viele gemeinsame Wettkämpfe beschritten haben.

Diesmal hatten sich 12 Läufer/innen angemeldet. Mit Einsatz von drei PKW und einem Wohnmobil war leider eine erheblich höhere Motorisierung nötig. Für das nächste Jahr soll ein Bus mit Fahrer eingesetzt werden; neben der geringeren Umweltbelastung wird uns auch die Entlastung vom Fahren die Lauftour erleichtern. Beim Frankfurt-Marathon wird die Tour anhand der Karten vorgeplant, Klaus Bästlein verschickt die Etappen-Übersicht. Auf dem Plan stehen 6 Etappen (FR – SO jeweils vormittags und nachmittags) zwischen 14 und 25 km Länge, zusammen 112 km. Aber Verlaufen durch Forstarbeiten mit Abholzen von Bäumen mit Wanderzeichen vor der nächsten Wegmarkierung im Frühjahr oder durch Übersehen von Zeichen muss mit einkalkuliert werden. Am Ende werden es 125 km, mit 28 und 27 km sind auch zwei längere Morgenetappen dabei.

Bis zum Vorabend des Starts bleiben alle Läufer/innen in Spannung, ehe der 1. Treffpunkt bekannt gegeben wird. Klaus hat nach Erkundigungen vor Ort zwei Etappenziele etwas umgelegt und für uns Mittagessen vorbestellt.

vor dem Start

Am Beginn der 1. Etappe hinter Nettersheim erwarten uns einige Quellfassungen und Stücke der römischen Wasserleitung. Später hat außer dem Fotographen keiner mehr angehalten … Dabei war insbesondere der Rest der Aquädukt Brücke sehenswert. Aber dafür gibt es ja die Bilder nach der Lauftour.

Aquädukt Brücke in Mechernich km 22

Aufschluss der römischen Wasserleitung km 25

Nach 28 ruhigen Kilometern zum Einlaufen erholt sich die Gruppe beim Mittagessen. Da drei Läufer am Nachmittag aussetzen, können sie den „Start-PKW“ zum Ziel fahren und ersparen uns den Weg am Abend. Die kurze Etappe (15 km) am Nachmittag bringt den einzigen Regen des Wochenendes – Glück gehabt. Am Abend fahren wir zur JH Bad Münstereifel. Beim Italiener kommt dann die erwartete Ultramarathon-Laufmesse von Birgit und Udo Lohrengel.

Der nächste Tag beginnt mit 16 km morgens harmlos. Dafür erfahren wir, wieviel in ein Wohnmobil hineinpasst. Von Energiebarren bis zum Trainingsanzug kann bei Udo gekauft und bestellt werden. Mit Begeisterung wird Birgits Angebot aufgenommen, für ein Picknick morgen Mittag einzukaufen. Aber zuvor müssen wir noch die verflixte 4. Etappe schaffen. Eigentlich kein Problem, aber wir verlieren völlig den Weg. In den Zirkus nach Meckenheim wollte keiner von uns. Danach Orientieren mit der Karte zwischen Feldern und einem abgezäunten Bach, wir finden wieder auf die Route. Ein paar Kilometer weiter ist der Weg wieder unklar. Unser „Käpt’n“ reißt die Karte an sich und nimmt die Führung selbst in die Hand. Eine Anwohnerin schüttelt nur den Kopf. Wir sind müde und wollen zum Ziel. Nach 18 km erreichen wir die Fahrzeuge am Ziel.

Natürlich fehlen nicht die bekannten „Kultstücke“ der Lauftouren: die seit 16 Jahren modische schwarze Trainingshose mit dem moosgrünen Streifen, die schicke Bommelmütze („Marathon-Tempo ist dann, wenn der Bommel waagerecht in der Luft liegt“) und der rote Klein-Teppich (praktisch zum Umziehen am Auto). Der Nachwuchs-Ultraläufer kann mit dem „R“ auf der Bommelmütze nichts anfangen, eine gemeinsame Fahrt zum Rennsteiglauf im Mai ist schnell verabredet.

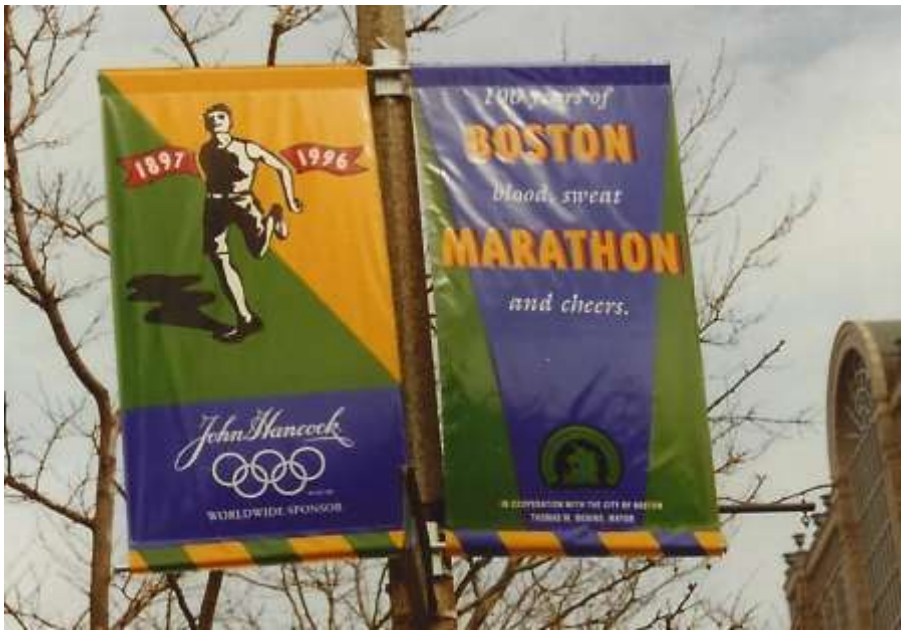
Nachtquartier ist in der JH Bonn-Venusberg. Am Abend probiert der Malzbier-Freund ein dunkles Starkbier … am nächsten Morgen bettelt er dann um eine Kopfschmerz-Tablette …

Der Start zur 5. Etappe klappt noch nicht. Ein Südsauerländer Ultraläufer möchte die Schuhe gebunden haben. Nachdem dies prompt geschehen ist, geht es weiter in Richtung Köln. Schon bald ein 2-km-Umweg bei übersehenem Wanderzeichen, alle waren ins Gespräch vertieft, schon weit weg bei den Läufen der Saison. Die Sonne und die schönen Wälder motivieren. Die letzten 5 km nach Brühl werden zum „Rennen“. Völlig unverständlich, dass danach dem Läufer mit der chronisch gereizten Achillessehne wieder die Sehne wehtut.

Am Mittag des 12. Februar belohnen uns dann Sonne und 16°C beim Picknick. Der letzte Läufer stößt am Nachmittag zu uns, um die letzten 21 km mitzulaufen. Der Kölner Dom lockt schon aus der Entfernung – Verlaufen tut jetzt doppelt weh. Schließlich wird selbst Udo ruhig, bar jeder Energiebarren-Power kommt auch nicht das kleinste Sonderangebot mehr von seinen Lippen. Er ist „platt“ wie wir alle. Zügig laufen wir durch den Kölner Grüngürtel, die letzten Stücke der römischen Wasserleitung in Köln-Sülz führen zum Etappenziel.

Wir haben es geschafft, mit viel Reden/Lachen/Blödsinn machen haben wir einen interessanten Wanderweg und ein gutes Ausdauertraining absolviert. Der angepeilte 5:30 min/km-Schnitt wird genau getroffen. Nur aus einer letzten Wette wird nichts: wer läuft in zwei Tagen den Weg wieder zurück? Als Wetteinsatz gilt eine Fahrt zum Comrades-Ultralauf in Südafrika. Aber der Wettanbieter traut den laufverrückten Ultramarathonläufern doch nicht …

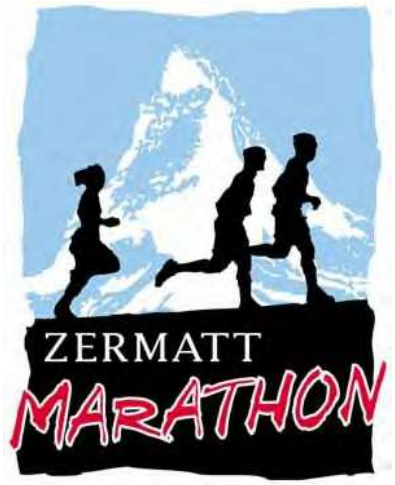
Birgit Lennartz-Lohrengel und Udo Lohrengel

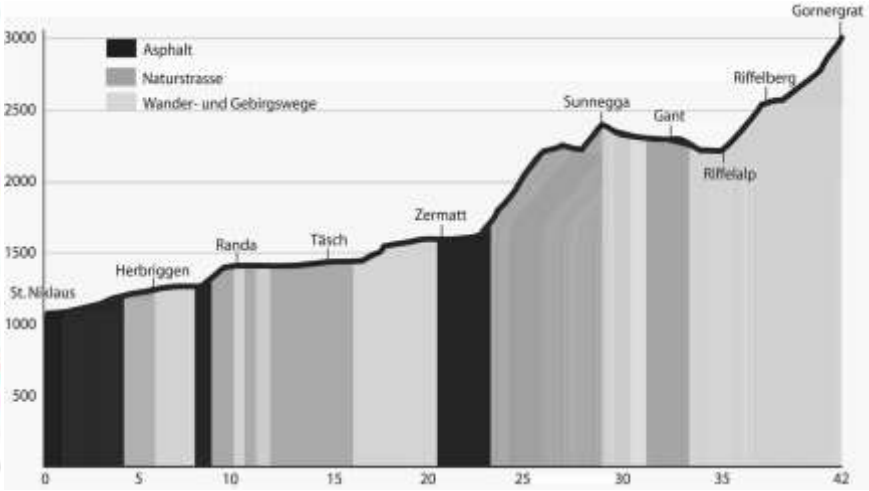


100. Boston Marathon 2:59:47 Std. 15.04.1996

vor dem Start mit Werner Sonntag

1. Zermatt Marathon 06.07.2002 - ein Berglauf-Abenteuer





Marathon-Logo

Streckenprofil

Ein Marathon im Juli in der Schweiz bis zum Gornergrat auf 3010 m Höhe, da müssen wir dabei sein.
Der Start ist in St. Niklaus 1085 m ü.M., Halbmarathon in Zermatt 1604 m ü.M., dann sind Berglaufen und Klettern angesagt bis zum Ziel auf dem Gornergrat 3010 m ü.M. - insgesamt 2189 m Steigungen und 264 m Gefälle.

Günstige Pauschalangebote des Veranstalters ermöglichen uns ein verlängertes Wochenende in Zermatt: Andreas Schneidewind, aktuell schneller Ultra-/Marathon-Läufer, sowie Jens Thies und Christoph Wenzel, beide nach schnellen Zeiten im letzten Jahrtausend inzwischen in läuferischer Trainings-Altersteilzeit. Wie immer haben wir viel Spaß beim Austausch von Laufstories. Zermatt ist bis zum Abend gut erreicht.
Könnte sein, ein paar Bekannte zu treffen ... nach kurzem Fußweg von der Unterkunft schon die ersten beiden bekannten Läufer: zum Abendessen wird unsere Runde spontan größer.

Am nächsten Morgen grüßt uns das Matterhorn schon durch das Zimmerfenster. Herrliches Sonnenwetter lockt uns zur Fahrt mit der Zahnradbahn auf den Gornergrat. Dort beeindrucken vierzehn über 4000 m hohe Berge.

Bergpanorama auf dem Gornergrat mit Castor, Pollux und Breithorn

Wenig unterhalb der Bergstation ist eine Zeltstadt aufgebaut.

Zeltstadt mit Blick auf das Matterhorn, rechts hinten der Zieleinlauf

Zum Duschen gibt es auf dem nächsten Plateau ein weiteres großes Zelt.

Warmes Duschzelt in 3050 m Höhe

Eine schöne Gelegenheit zum Fotografieren, aber allmählich ziehen die ersten Wolken heran. Es soll nachts regnen und am Samstag vormittags noch einige Regenschauer geben, danach ist wieder Sonne vorhergesagt.
Der Veranstalter hat deutlich an das Mitführen von Regenbekleidung erinnert. Ich lege mir leichte lange Bekleidung sowie eine Gürteltasche mit Handschuhen und der regendichten Sauwetter-Trainingsjacke zurecht.

Auf dem Weg zum Start fallen uns einige Läufer in "kurz" ohne jeden Regenschutz auf, wie wollen die bei angesagtem Regen und entsprechender Abkühlung gut oben ankommen?
Am Bahnhof Zermatt ein Erinnerungsfoto mit Horst Preisler (sein 1111. Marathon) und Jürgen Roscher, dem laufend-schreibenden "Marathonführer". Jens erzählt zum 42. Mal, dass er bei Regen in Zermatt nach Halbmarathon aussteigen will. Nimmt jemand Läufer ernst? Am Startplatz treffen wir die Gruppe aus Troisdorf / Arnsberg um Mattin Becker. Am Abend wollen wir uns in Zermatt treffen, alle hundert Marathonläufe gebe ich einen aus. Die Startnummer 200 trage ich heute für meinen 200. Marathon/Ultramarathon.

Der Start mit Zeitgruppen klappt für 1046 Teilnehmer/innen gut. 13°C und trocken. Herrliches Laufen aus dem Dorf durchs Tal in Richtung Zermatt: Feldwege, Wiesen, kürzere enge Passagen am Bach. Hinter km 15 erster schwieriger Untergrund beim Auf- und Ab durch einen Lärchenwald, dann Regen - schnell wird`s heftiger Regen. Der Durchlauf in Zermatt im Regenschirm-Spalier der Zuschauer. Danach der erste Berg mit schönem Wald, der Naturboden weicht aber immer mehr auf.

Zermatt-Marathon bei Km 23

Ab km 29 dann schmale Wege und einzelne steile bergab Stücke. Bei solchem Untergrund gehe ich lieber. Mit Handschuhen und Sauwetter-Trainingsjacke warm genug bekleidet wechsele ich zwischen Gehen und Traben.

Die letzten 7 km bieten viel Steigung und leider kaum Sicht im Regen. Ein Berglauf-Abenteuer eigener Art: heute zählt für mich nicht jede Minute, sondern ein sicheres Erreichen des Ziels auch über die felsigen letzten zwei Kilometer.

5:29 Std., langsamer war nur mein allererster Marathon 1975. Jens finisht 6 Minuten vor mir. Andreas war in 3:55 Std. 14. gesamt und betreut uns sehr hilfsbereit im Ziel. Mit dem Kleiderbeutel ins warme Duschzelt, sehr gut organisiert.

Bei Temperaturen knapp über 0°C schneit es auf dem Gornergrat, die Bahn bringt uns in Richtung Zermatt. Wir sehen noch `mal die Landschaft im Regen, auch das gehört zu Berg-Marathon-Bedingungen.

Die Zahl von 916 Finishern (87,6 % der Starter) zeigt, dass die meisten mit viel Lauferfahrung auch bei solchem Wetter durchkommen.

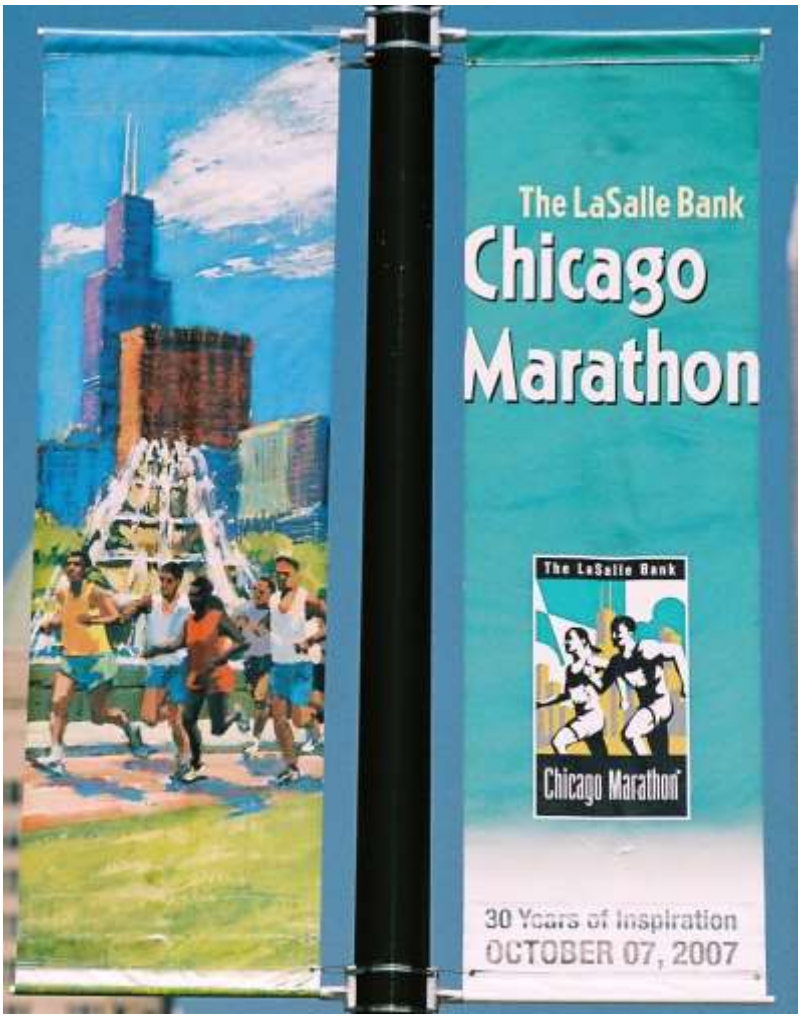
Im Laufe des Nachmittags dann der vorhergesagte Wechsel zu Sonnenschein. Nach einem warmen Bad freuen wir uns auf den Abend. Wir sind eine große Runde, die den Marathon-Tag gemütlich ausklingen lässt.

Am nächsten Morgen bestes Wetter.

Das Matterhorn

Die Finisher Christoph, Andreas und Jens

Irgendwann müssen wir wieder nach Zermatt, zum Berg-Marathon im Sonnenschein.



Chicago Marathon 07.10.2007

31. GM-Hütter Null: Ein Gelb-Hemd wird Rot

In Georgsmarienhütte veranstaltet Georg Rollfink im Dezember und im Juli einen 50-km-Freundschaftslauf über 863 Höhenmeter des Teutoburger Waldes.
Nach dem Wanderzeichen heißt der Lauf die "Null". Mehrfache Finischer mit gelben oder roten Hemden sind für die Novizen bunte Streckenführer.
Wie immer rund 180 Laufbegeisterte, die vor und nach dem Lauf bestens verpflegt werden.

Diesmal am 14.12.2002 ist aber manches anders:
Da wir so gern die Strecke verlängern ("verlaufen"), hat Georg die Strecke zusätzlich durch spezielle große Km-Schilder markiert.

Alle finden sich am Startpunkt ein.

Der "Ober-Null" Georg gibt den Start frei.

Nach 16 km erreichen wir auf dem Dörenberg (333 m ü.M.) den höchsten Punkt der Strecke.

Dort lauert der berühmte "Burkhard-Widera-Stolperstein", der Streckenrekordhalter ist hier schon mehrfach gestolpert.

Gab es diesmal Glühwein am Verpflegungspunkt?

Bei km 30 sehe ich zwei "Waldläufer" - Burkhard Widera und Jobst von Palombini - mit "Spezialausrüstung".

Beide sind langjährig Stammläufer bei der GM-Hütter „Null“.

Wir laufen auf die "Marathon-Eiche" zu.

Die "Markierung der Null" ist diesmal wirklich unübersehbar.

Geschafft ...

Für die 5. erfolgreiche Teilnahme gibt es ein "Gelbes Hemd" als Berg- und Talführer.

Nach 10 Mal wird aus Gelb Rot - der "Ober-Null" hat schon über 100 Rothemden für "Magister Bergum et Talum" ausgegeben.
Die Null - ein mit viel Liebe organisierter Landschaftslauf, ohne Zeitnahme.

Mattin Becker - Magister der Null und der Sauerland-Landschaftsläufe - lädt zur Rothaar-Lauftour 2003 ein. Ostereier-Suchen über 160 km zwischen Brilon und Dillenburg ... Ein tolles Lauferlebnis an 4 Tagen erwartet uns.

Harzer Hexen-Stieg

Lauftour 09.-10.04.2004

100 km in 2 Tagen

von Osterode ... über den Brocken ... nach Thale

Der Autor:

Dr. Christoph Wenzel ist als Langlauf-begeisterter Arzt an den Auswirkungen von sportlichen Belastungen auf den Menschen interessiert.

Als Läufer ist er seit 1975 183 825 km gelaufen. Bei 1586 Lauf-Wettkämpfen hat er 111 Ultramarathonläufe und 411 Marathonläufe beendet.

Zur Physiologie des Langstreckenlaufens sind die wichtigsten Abläufe im Körper für ein sportphysiologisches gezieltes Lauftraining beschrieben. Bei Ultramarathonläufen gibt es eine weitere physiologische Schwelle, die gezieltes Training und gute Renneinteilung erfordert.

Wer will, möchte seine Laufbestzeiten soweit wie möglich verbessern. Hierzu ist die Errechnung eines Formindex hilfreich, um Trainingsfortschritte zu verfolgen. Wer ohne eigenen Zeitdruck laufen möchte, wird in anderer Form positive Körperanpassungen wahrnehmen und Freude am Laufsport haben.

Lauferlebnisse sind der Grund, warum Läufer und Läuferinnen sehr viele Jahre aktiv bleiben. Aus 42 Laufjahren ist ein bunter Mix hierzu zusammengetragen.

Persönliche Bestzeiten

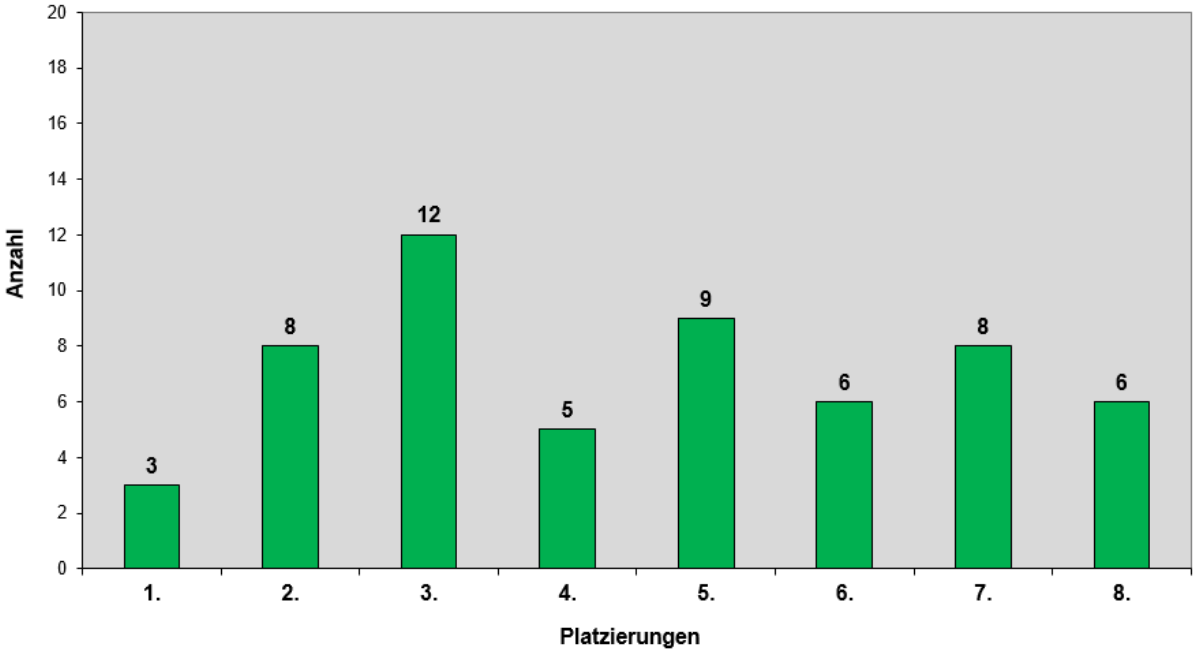
5 km	16:18 min.	1987	10 km	33:07 min.	1985
15 km	51:12 min.	1987	16,1 km	54:57 min.	1987
21,1 km	1:15:26 Std.	1985	25 km	1:29:19 Std.	1987
30 km	1:54:26 Std.	1983	42,2 km	2:43:04 Std.	1988
50 km	3:29:07 Std.	1987	100 km	8:08:46 Std.	1988

Laufstatistik

183 825 Lauf-Km seit 1975

1586 Lauf-Wettkämpfe,
davon 111 Ultramarathon- und 411 Marathonläufe

59 Gesamt-Siege

205 Altersklassen-Siege

Läufe: Landes-Meisterschaften 1984 - 2004