



**University of
Zurich** ^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
Main Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2018

Ultramarathon mit Diabetes mellitus Typ 1

Knechtle, Beat ; Nikolaidis, Pantelis T

DOI: <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a002999>

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-152314>

Journal Article

Accepted Version

Originally published at:

Knechtle, Beat; Nikolaidis, Pantelis T (2018). Ultramarathon mit Diabetes mellitus Typ 1. *Praxis*, 107(14):777-781.

DOI: <https://doi.org/10.1024/1661-8157/a002999>

1 Medbase St. Gallen Am Vadianplatz, St. Gallen ¹

2 Exercise Physiology Laboratory, Nikaia, Griechenland ²

3

4 Beat Knechtle¹, Pantelis T. Nikolaidis²

5

6 **Ultramarathon mit Diabetes mellitus Typ 1**

7

8 Ultra-marathon running with diabetes

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19 **Im Artikel verwendete Abkürzungen**

20

21 BMI Body Mass Index

22 CGM Continuous Glucose Monitoring

23 HbA_{1c} Hämoglobin A_{1c}

24 I.E. Internationale Einheiten

25 Kcal Kilokalorie

26 KHE Kohlenhydrateinheiten-Faktor

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45 **Einleitung**

46

47 Ein Ultramarathon bezeichnet eine Laufstrecke die länger ist als eine klassische
48 Marathonstrecke (42.195 km) resp. eine Ausdauerbelastung die über 6 Stunden und
49 länger dauert. Generell wird bei den Ultramarathons unterschieden in Läufe die über
50 die Strecke definiert sind (in Kilometer oder in Meilen) [1] oder in Läufe die über die
51 Zeit (6 Stunden, 12 Stunden, 24 Stunden, bis 10 Tage) begrenzt werden [2].

52 In den letzten Jahrzehnten hat sich im Ultramarathonbereich die Zahl der
53 Wettkämpfe deutlich erhöht [3] und die Zahl der erfolgreichen Finisher teils
54 exponentiell entwickelt [4]. Besonders populär sind im Ultramarathon-Bereich die
55 100-km Läufe [5], die 100-Meilen Läufe [6], die Läufe in Stunden resp. Tagen von 6
56 Stunden bis 10 Tagen [2] und Mehretappenläufe wie ein Lauf durch eine Wüste [7],
57 durch ein Land [8] oder durch einen ganzen Kontinent [9].

58 Ultraläufer unterscheiden sich von der allgemeinen Bevölkerung relativ deutlich. In
59 der Regel sind Ultraläufer gesunde Menschen im mittleren Alter zwischen 30 und 40
60 Jahren mit einem sehr hohen Trainingsaufwand und langjähriger Erfahrung im
61 Marathon- und Ultramarathon-Laufen [10,11]. Die Prävalenz für chronische
62 Erkrankungen wie etwa eine koronare Herzkrankheit oder ein Diabetes mellitus liegt
63 bei Ultraläufern bei deutlich unter 1% [10].

64 In den letzten Jahren gab es allerdings ganz vereinzelte Berichte dass auch
65 Ausdauersportler mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus erfolgreich Ultrawettkämpfe
66 **erfolgreich absolvieren** können [12]. In einer grösseren Studie wurden Triathleten mit
67 insulinpflichtigem Diabetes mellitus beschrieben die einen Ironman-Triathlon
68 erfolgreich **absolviert** haben [13]. Sogar deutlich längere Strecken sind möglich. Aus
69 Fallberichten ist bekannt dass ein Triathlet mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus

70 einen Double Iron Ultratriathlon (7.6 km Schwimmen, 360 km Radfahren und 84.4 km
71 Laufen) gefinisht hat [14] sowie ein Triathlet mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus
72 der einen Ultraman-Triathlon (Strecke eines Double Iron aufgeteilt auf 3
73 Tagesetappen) **erfolgreich absolviert** hat [15].

74 Im Bereich des Laufsports gibt es Feldstudien mit insulinpflichtigen Diabetikern die
75 erfolgreich Ausdauerläufe wie einen Halbmarathon [16], einen Marathon [17,18] oder
76 in einzelnen Fällen gar einen Ultramarathon [19] **erfolgreich** absolviert haben.

77 Wir wissen aus der Literatur dass Sportler mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus
78 lange Laufwettbewerbe bis hin zu Ultramarathons schaffen, hingegen wissen wir
79 nichts über den Langzeitverlauf und das Training dieser Ausdauersportler. Speziell
80 kennen wir den Zusammenhang zwischen Training und Zuckerstoffwechsel (HbA_{1c})
81 über die Jahre nicht.

82 Im vorliegenden Fallbericht berichten wir über einen jetzt 62-jährigen Läufer der seit
83 seinem 21. Lebensjahr einen juvenilen Diabetes mellitus Typ 1 hat und seit seinem
84 32. Lebensjahr Marathons und seit seinem 34. Lebensjahr Ultramarathons läuft.

85 Anhand seiner Aufzeichnungen des Trainings, des HbA_{1c} und der
86 Wettkampfergebnisse über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten können wir
87 zeigen dass man auch mit einem insulinpflichtigen Diabetes mellitus Typ I erfolgreich
88 über Jahrzehnte Marathons und Ultramarathons bestreiten kann. Insbesondere
89 können wir einen Einblick zum Zusammenhang zwischen Training und den Verlauf
90 des HbA_{1c} über die Jahre gewinnen. Diese Resultate sind für Hausärzte und andere
91 Sportler mit einem insulinpflichtigen Diabetes mellitus Typ I von Interesse für die
92 Planung von Training und Wettkampf.

93

94

95 **Resultate**

96 Wir beschreiben in einem ersten Abschnitt den Läufer mit seinem Diabetes und dann
97 in einem zweiten Abschnitt seine sportlichen Leistungen. Wir versuchen dann
98 Zusammenhänge zwischen Angaben des Läufers (HbA_{1c}, Training) und seinen
99 Laufleistungen zu finden.

100 **Der Läufer, sein Diabetes und sein Training**

101 Unser Läufer, Jahrgang 1955, wird jetzt 63 Jahre alt. Im Jahre 1976 - im Alter von 21
102 Jahren - wurde bei ihm Diabetes mellitus Typ 1 diagnostiziert. Im Jahre 1984 - im
103 Alter von 29 Jahren -, begann er mit Laufen. Damals lief er 2-3 Einheiten pro Woche
104 und jeweils 2-3 km pro Einheit. Mit 32 Jahren lief er seinen ersten Marathon und mit
105 34 Jahren den ersten Ultramarathon.

106 Im Alter von 16 Jahren wog er 133 kg, im Laufe der Zeit konnte er das Gewicht auf
107 110-115 kg reduzieren. Als der Diabetes mellitus nachgewiesen wurde senkte er das
108 Gewicht auf 85-90 kg, in den letzten Jahren und Jahrzehnten wog er um 80-85 kg.

109 **Da der Diabetes-Typ recht ungewöhnlich erscheint und der Läufer mit 16 Jahren**
110 **extrem adipös war wurde 2011 der C-Peptid-Wert überprüft. Bei einem Wert von**
111 **17.0 pmol/l mit einem Normwert von 364-1655 pmol/l geht klar hervor dass es sich**
112 **nicht um einen Diabetes mellitus Typ 2 handelt.**

113 Als grundsätzliches Ernährungsschema ernährt er sich im Alltag vollwertig nach
114 Kollath/Bruker mit nur zwei Mahlzeiten am Tag ohne Zwischenmahlzeiten. Am
115 Morgen nimmt er einen Frischkornbrei aus 40 g Getreide mit etwa 300 g Obst und
116 ein wenig Sahne die mit Süsstoff versetzt ist. Am Abend isst er frische Salate, Käse,
117 Gemüse und Vollkornbrot mit Butter, zum Dessert noch Äpfel. **In der Regel kommt er**
118 **so auf etwa 30 KHE pro Tag, entsprechend etwa 300 g Kohlenhydraten pro Tag.**

119 Für den Verlauf seines Diabetes hat der Läufer das HbA_{1c} seit 2001 kontinuierlich
120 protokolliert. Im Laufe der Jahre fiel der Wert kontinuierlich ab (Abbildung 1).

121 Sein Trainingsvolumen hat er seit 1984 minutiös protokolliert mit den monatlichen
122 Laufkilometern. Das Training betreibt er nicht aus einem Zwang heraus sondern für
123 sein persönliches Wohlbefinden. Ein eigentliches spezifisches Lauftraining betreibt er
124 nicht, sondern baut das Laufen im Sinne eines Walking in den Alltag ein. Das
125 Lauftraining folgt auch nicht einem sturen Trainingsplan. Als Lauf- resp.
126 Wandertraining betreibt er viele Touren im bergigen Gelände mit 500 bis 1000
127 Höhenmeter. Bei diesen Bergtouren mit bis zu 2500 Höhenmetern baut er auch
128 schnelle Einheiten ein. Die Hochgebirgstouren mit bis zu insgesamt 2500
129 Höhenmeter bergauf evtl. auch wieder bergab macht er nur im Sommer bei guten
130 Wetterbedingungen, dabei steht im Vordergrund das Ziel den geplanten Gipfel zu
131 erreichen. Das Lauftempo ist bei den zum Teil schwierigen Wegen und evtl. auch
132 großer Hitze nicht so entscheidend.

133 Es zeigt sich eine signifikante Zunahme des Laufvolumens im Laufe der Jahrzehnte
134 (Abbildung 2). Wenn wir noch einen Zusammenhang zwischen dem HbA_{1c} und dem
135 Laufvolumen der drei Monaten vor der jeweiligen Messung des HbA_{1c} herstellen, so
136 zeigt sich ein klarer Zusammenhang zwischen Laufvolumen und HbA_{1c} in dem Sinne
137 dass das mit Zunahme des Laufvolumens über die Jahre das HbA_{1c} kontinuierlich
138 abgenommen hat (Abbildung 3).

139 **Die Wettkämpfe**

140 Wir teilen seine bisherigen Laufresultate in distanz-limitiere (Marathon, 100km) und
141 zeit-limitiere (6 Stunden, 12 Stunden, 24 Stunden, 48 Stunden, 72 Stunden, 6 Tage)
142 Läufe ein. Zwischen 1987 und 2004 lief er 15 Marathons mit einer mittleren
143 Schlusszeit von 4:22:33 h:min:s und zwischen 1989 und 2005 11 100-km
144 Ultramarathons mit einer mittleren Schlusszeit von 17:02:00 h:min:s (Tabelle 1). Sein

145 Hauptaugenmerk liegt bei den Zeit-limitierten Läufen. Bei diesen Läufen (Tabelle 2)
146 absolvierte er 1998 und 1999 je einen 6-Stunden-Lauf mit einer mittleren erzielten
147 Strecke von 51.7 km. Von 1991 bis 1995 lief er zwei 12-Stunden-Läufe mit einer
148 mittleren Strecke von 80.4 km. Bei den 24-Stunden-Läufen kam er von 1994 bis
149 2017 auf total 48 Wettkämpfe wobei die Leistung im Schnitt bei rund 133 km lag und
150 über die Jahre ohne nachweisbare Veränderung lag (**Abbildung 4**). Über 48 Stunden
151 machte er zwischen 1999 und 2005 total 6 Wettkämpfe mit einer mittleren Leistung
152 von 184.8 km. Während er über 72 Stunden nur einen Wettkampf mit 288.9 km lief
153 absolvierte er zwischen 2008 und 2016 drei 6-Tage-Läufe mit einer mittleren
154 Leistung von 438 km.

155 Wir fokussieren uns auf die 24-Stunden-Läufe da sich diese Wettkampfform zu
156 seiner Spezialdisziplin entwickelt hat. Bei den 24-Stunden-Läufen hat er ein klares
157 Ernährungsschema. Der Start bei diesen Wettkämpfen ist in der Regel am Mittag um
158 12 Uhr. Vom offiziellen Verpflegungsstand der Veranstalter nimmt er je nach
159 Blutzucker Kuchenstücke oder Salzstangen und trinkt dazu konventionelles Coca
160 Cola®. Nach rund 9 Stunden Laufdauer (am Abend um 21 Uhr) nimmt er ein
161 Abendessen bestehend aus Kartoffeln und Gemüse (ca. 5 KHE) zu sich. Nach rund
162 14 Stunden (am frühen Morgen um 2 Uhr) nimmt er Kaffee und Kuchen (ca. 5 KHE).
163 Die Mengen sind immer in etwa gleich bei den verschiedenen Wettkämpfen.

164 **Das Prinzip der Blutzuckermessung**

165 Für die Blutzuckerkontrollen verwendete er bis 2015 das Accu-Check Mobile
166 Testgerät für die regelmässigen Blutzuckerkontrollen (www.accu-chek.ch). Damit
167 konnte er auch gut während eines Laufs den Blutzucker messen ohne stehen bleiben
168 zu müssen. Er trug das Messgerät sowie die Stechhilfe in einem Brustbeutel, stach
169 sich dann in den Finger, verstaute die Stechhilfe wieder im Beutel, nahm das
170 Messgerät heraus, trug das Blut auf und führte die Messung durch. Seit September

171 2015 läuft die Messung über CGM (Continuous Glucose Monitoring) mit Medtronic
172 MiniMed 640G (www.medtronic-diabetes.ch) und Enlite Glucosesensor.

173 Die Insulinabgabe erfolgte bis 2003 in konventioneller Form, seit 2004 problemlos mit
174 der Insulinpumpe, von 2004 bis 2009 mit RocheD-tron, von 2009 bis 2012 mit Roche
175 Spirit, von 2013 bis 2015 mit MedtronicMiniMed 640G und ab 2015 mit CGM
176 (continuous glucose monitoring) ([www.medtronic-diabetes.ch/de/minimed-](http://www.medtronic-diabetes.ch/de/minimed-produkte/minimed-640g-insulinpumpe)
177 [produkte/minimed-640g-insulinpumpe](http://www.medtronic-diabetes.ch/de/minimed-produkte/minimed-640g-insulinpumpe)). Mit der klassischen Insulinapplikation hat er
178 sich immer vor dem Essen das Insulin gespritzt, je nach Situation hat er das auch
179 während dem Laufen gemacht.

180 Die Hypoabschaltung der 640 G ist für den Läufer extrem nützlich. Während des
181 Trainings ist die Hypoabschaltung sehr häufig aktiv mit dem Vorteil dass er sich auf
182 das Laufen konzentrieren kann und den Blutzuckerwert wesentlich weniger
183 kontrollieren muss. Sobald der Blutzuckerwert absinkt stellt auch die Pumpe ab und
184 die Gefahr einer Hypoglykämie ist wesentlich geringer. Bei einem steigenden
185 Blutzuckerwert stellt die Pumpe wieder an und so bleibt der Blutzuckerwert fast
186 immer in einem Bereich von 3.5 – 7 mmol/l. Dies ist besonders nützlich im Winter bei
187 Kälte, Schnee und Regen, denn da bleiben die Hände besser in den dicken und
188 warmen Handschuhen als die Pumpe aus der Hosentasche zu ziehen, den Wert
189 abzulesen und die Pumpe abzustellen.

190 Der tägliche Insulinbedarf liegt zurzeit bei etwa 35-45 Einheiten wenn er eine übliche
191 Ernährung hat. Allerdings variiert der tägliche Insulinbedarf was er auf die
192 unterschiedliche Resorption des Insulins zurückführt.

193 Solange er kein CGM hatte reduzierte er die Basalrate der Pumpe um 70% während
194 eines Laufes, sofern die unter Belastung gemessenen Blutzuckerwerte in der Norm
195 lagen. Falls ein Korrekturbolus nötig wurde hatte er kein festes Schema sondern
196 nach eigener Erfahrung dosiert. Es traten dabei keine Hypoglykämien auf.

197 Auch die sehr seltenen Blutzuckerentgleisungen wären eher typisch für einen
198 Diabetes mellitus Typ 2. Der Läufer kann aufgrund seiner Erfahrung das
199 Blutzuckerverhalten sehr gut einschätzen. Er kann problemlos 10 und mehr Stunden
200 Laufen ohne etwas zu Essen und verliert dabei seine Leistungsfähigkeit nicht.
201 Dadurch kann er mit sehr wenig Insulin auskommen und es gibt keine Probleme
202 durch einen zu hohen oder auch zu niedrigen Bolus. Dabei ist das CGM sehr hilfreich
203 weil er bereits in einem sehr frühen Stadium erkennen kann dass die
204 Hypoabschaltung nicht ausreicht und er bereits mit einem kleinen Schluck Coca
205 Cola® die Werte anpassen kann. Genauso ist es bei einem ansteigenden
206 Blutzuckerwert bei dem bereits 0.5 IE Insulin ausreichen können um den Wert im
207 optimalen Bereich zu halten.

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220 **Diskussion**

221 Bei der Analyse der Zahlen dieses sehr aussergewöhnlichen 62-jährigen Läufers mit
222 Diabetes mellitus Typ I seit dem 21. Lebensjahr fallen mehrere wichtige Punkte auf
223 wie (1) die sehr hohe Zahl von 48 absolvierten 24-Stunden-Läufe, (2) eine
224 signifikante Zunahme des monatlichen Laufvolumens, (3) eine signifikante Abnahme
225 des HbA_{1c} über die Jahre sowie (4) ein signifikanter Zusammenhang zwischen den
226 monatlichen Laufkilometern und dem HbA_{1c}.

227 **Anzahl absolvierter 24-Stunden-Läufe**

228 Unser Läufer hat von 1994 bis 2017 total 48 24-Stunden-Läufe absolviert, das gibt im
229 Schnitt zwei solcher Läufe pro Jahr. Daneben hat er noch andere Läufe wie 100-km-
230 Läufe und 6-Stunden-Läufe bis hin zu 6-Tages-Läufen gemacht. Eine Auswertung
231 von 20'238 erfolgreichen Läufen von Frauen and 76'888 erfolgreichen Läufen von
232 Männern von Läufen über 6 Stunden bis hin zu 6 Tagen aus den Jahren 1975-2013
233 zeigte dass etwa 50% der Starter nur einen solchen Lauf je gemacht haben und nur
234 10% 7 und mehr Läufe je im Leben gemacht haben [2]. Somit muss die Leistung
235 dieses Läufers als absolut aussergewöhnlich bezeichnet werden, insbesondere da er
236 noch mit einer chronischen Stoffwechselerkrankung ein Handicap hat.

237 **Abnahme des HbA_{1c} über die Jahre**

238 Wir fanden über die letzten fast 20 Jahre eine signifikante Abnahme des HbA_{1c}-
239 Wertes über die Zeit sowie einen signifikanten Zusammenhang zwischen der
240 Zunahme der monatlichen Laufkilometern und der Abnahme des HbA_{1c}-Wertes. Wir
241 könnten nun postulieren dass das gesteigerte Laufvolumen zu einer Verbesserung
242 der diabetischen Stoffwechsellage geführt hat. Effektiv führt ein intensives
243 Ausdauertraining bei Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 zu einer Abnahme des
244 HbA_{1c}-Wertes [20].

245 Allerdings ist es auch möglich dass der gesunkene Wert des HbA_{1c}-Wertes an einer
246 Therapieanpassung liegt da der Läufer seit 2004 eine Insulinpumpe hat und seit
247 2015 ein CGM. Mit der Insulinpumpe dürfte eine Verbesserung der Einstellung des
248 Diabetes möglich sein [21] und mit dem Gebrauch des CGM könnte noch eine
249 weitere Verbesserung der Diabeteseinstellung möglich werden [22]. Bei Personen
250 mit Diabetes mellitus Typ 1 sind das Management der Kontrolle der Blutglukose
251 sowie eine mögliche Hypoglykämie die grössten Probleme für ein regelmässiges
252 körperliches Training. Mit einer Insulinpumpe sowie dem CGM haben Personen mit
253 einem Diabetes mellitus Typ 1 nun sehr gute Möglichkeiten ihren Blutzucker unter
254 Belastung konstant zu halten [21].

255 Da der Läufer im Laufe der Jahre sein Gewicht reduziert hat könnte dies ein weiterer
256 Grund für die Abnahme des HbA_{1c}-Wertes sein. Es ist nachgewiesen dass
257 körperliches Training Marker des Schweregrads von Typ I-Diabetes mellitus
258 nachweislich beeinflusst [23]. In Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 führt eine
259 Reduktion des Fettgewebes sowie eine Verbesserung der Fitness zu einer Abnahme
260 des HbA_{1c}-Wertes [24].

261 Das Gewicht kann aber auch aufgrund des Trainings gesunken sein, zumal der
262 Läufer ja über die Jahre sein Laufvolumen gesteigert hat. Bei Ultraläufern ist bekannt
263 dass sie mit zunehmendem Alter weniger an Gewicht zulegen als die allgemeine
264 Bevölkerung [25].

265 **Konstante Wettkampfleistung und gesteigertes Trainingsvolumen**

266 Unser Läufer hat sein monatliches Laufvolumen im Laufe der letzten Jahrzehnte
267 signifikant gesteigert. Wir haben Zahlen über 33 Jahre (1994-2017) die kaum
268 vergleichbar sind mit Zahlen der Literatur. In einem Fallbericht wurde das
269 Trainingsvolumen von einem Triathleten über eine halb so lange Zeit (17 Jahre,
270 1995-2012) für Schwimmen, Laufen und Radfahren zusammengestellt. Dieser

271 Triathlet hat über all die Jahre keine Steigerung des Volumens im Radfahren und
272 Laufen zustande gebracht und sein Volumen im Schwimmen sogar noch reduziert
273 [26]. Auch aus trainingstechnischer Sicht muss die Leistung dieses Läufers als
274 absolut aussergewöhnlich bezeichnet werden.

275 Eine mögliche Erklärung für die Steigerung des Laufvolumens in den letzten Jahren
276 könnte die Teilnahme an den drei 6-Tage-Läufen in 2008, 2010 und 2016 sein. Es ist
277 belegt dass Ultraläufer im Vergleich zu Marathonläufern ein deutlich höheres
278 Trainingsvolumen haben [6]. Unser Läufer hat möglicherweise aus der Erfahrung der
279 vorangegangenen 24-Stunden-Läufe sowie der 48-Stunden-Läufe von 1999-2005
280 gelernt dass er das Laufvolumen für einen 6-Tage-Lauf noch einmal deutlich steigern
281 muss.

282 **Zusammenhang zwischen Laufkilometern und HbA_{1c}**

283 Wenn wir die HbA_{1c}-Werte den Laufkilometern der drei letzten Monate vor der
284 Messung gegenüberstellen so finden wir einen inversen Zusammenhang im Sinne
285 dass eine Steigerung des Laufvolumens zu einer Abnahme des HbA_{1c}-Wertes
286 geführt hat. In Personen mit Diabetes mellitus Typ 2 zeigt sich das sich langjähriges
287 körperliches Training günstig auf die Kontrolle des Blutzuckers auswirkt [27].
288 Nachweislich führt ein kontrolliertes und strukturiertes Training zu einer Abnahme
289 des HbA_{1c}-Wertes bei Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2 im Gegensatz zu einer
290 unstrukturierten körperlichen Aktivität [28].

291

292

293

294

295

296 **Key Messages**

- 297 • Es ist möglich während über 20 Jahren jährlich mehr als einen 24-Stunden-
298 Lauf zu bestreiten und dabei keine Leistungsverschlechterung einzugehen
- 299 • Es ist möglich auch mit zunehmendem Alter das Laufvolumen als Läufer über
300 die Jahre noch zu steigern
- 301 • Es scheint dass eine Steigerung des Laufvolumens zu einer Reduktion des
302 HbA_{1c}-Wertes führt
- 303 • Personen mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus Typ 1 können mit einer
304 Insulinpumpe und kontinuierlichem Glukose Monitoring (CGM) problemlos
305 auch sehr lange Ausdauerbelastungen bestreiten

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324 **Zusammenfassung**

325 Wir berichten über einen 63-jährigen Läufer mit insulin-pflichtigem Diabetes mellitus
326 Typ 1 seit dem 21. Lebensjahr. Im Alter von 32 Jahren lief er den ersten Marathon,
327 mit 34 Jahren den ersten Ultramarathon. Bisher hat er über 90 Marathons und
328 Ultramarathons bestritten. Dank einer Insulinpumpe und kontinuierlichem Glukose
329 Monitoring hat er bisher 48 24-Stunden-Läufe mit einer durchschnittlichen Leistung
330 von 133 km bestritten. Die Analyse des Trainings sowie der HbA_{1c} -Werte zeigt eine
331 signifikante Zunahme des monatlichen Laufvolumens, eine signifikante Abnahme des
332 HbA_{1c} über die Jahre sowie einen signifikanten Zusammenhang zwischen den
333 monatlichen Laufkilometern und dem HbA_{1c}.

334 **Schlüsselwörter**

335 Ausdauerbelastung; Laufen; Stoffwechselstörung

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353 **Summary**

354 We report the case of a 63-year-old runner with type 1 diabetes mellitus requiring
355 insulin since the age of 21 years. At age of 32 years, he ran the first marathon, and at
356 the age of 34 years the first ultra-marathon. So far, he has finished more than 90
357 marathons and ultramarathons. Thanks to an insulin pump and continuous glucose
358 monitoring, he has so far completed 48 24-hour runs with an average distance of 133
359 km. The analysis of running volume and HbA_{1c} values showed a significant increase
360 in monthly exercise volume, a significant decrease in HbA_{1c} over the years, and a
361 significant correlation between monthly running kilometers and HbA_{1c}.

362 **Key words**

363 Endurance performance, running, metabolic disorder

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380 **Korrespondenzadresse**
381 Prof. Dr. med. Beat Knechtle
382 Facharzt FMH für Allgemeinmedizin
383 Medbase St. Gallen Am Vadianplatz
384 Vadianstrasse 26
385 9001 St. Gallen
386 Telefon +41 (0) 71 226 93 00
387 Telefax +41 (0) 71 226 93 01
388 E-Mail beat.knechtle@hispeed.ch

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410 **Literaturverzeichnis**

- 411 1. Romer T, Rust CA, Zingg MA et al. Age and ultra-marathon performance - 50
412 to 1,000 km distances from 1969 - 2012. SpringerPlus 2014; 3: 693
- 413 2. Knechtle B, Valeri F, Zingg MA et al. What is the age for the fastest ultra-
414 marathon performance in time-limited races from 6 h to 10 days? Age
415 (Dordrecht, Netherlands) 2014; 36: 9715
- 416 3. Hoffman MD. Performance trends in 161-km ultramarathons. International
417 Journal of Sports Medicine 2010; 31: 31-37
- 418 4. Hoffman MD, Wegelin JA. The western states 100-mile endurance run:
419 Participation and performance trends. Medicine and Science in Sports and
420 Exercise 2009; 41: 2191-2198
- 421 5. Cejka N, Rüst CA, Lepers R et al. Participation and performance trends in
422 100-km ultra-marathons worldwide. Journal of Sports Sciences 2014; 32:
423 354-366
- 424 6. Rust CA, Knechtle B, Rosemann T et al. Analysis of performance and age of
425 the fastest 100-mile ultra-marathoners worldwide. Clinics (Sao Paulo, Brazil)
426 2013; 68: 605-611
- 427 7. Jampen SC, Knechtle B, Rüst CA et al. Increase in finishers and
428 improvement of performance of masters runners in the Marathon des Sables.
429 International Journal of General Medicine 2013; 6: 427-438
- 430 8. Knechtle B, Duff B, Schulze I et al. Anthropometry and pre-race experience of
431 finishers and nonfinishers in a multistage ultra-endurance run-deutschlandlauf
432 2007. Perceptual and Motor Skills 2009; 109: 105-118
- 433 9. Schütz UH, Schmidt-Trucksäss A, Knechtle B et al. The Transeurope
434 Footrace Project: longitudinal data acquisition in a cluster randomized mobile
435 MRI observational cohort study on 44 endurance runners at a 64-stage 4,486
436 km transcontinental ultramarathon. BMC medicine 2012; 10: 78
- 437 10. Hoffman MD, Krishnan E. Health and exercise-related medical issues among
438 1,212 ultramarathon runners: Baseline findings from the Ultrarunners
439 Longitudinal TRacking (ULTRA) Study. PLoS ONE 2014; 9
- 440 11. Knechtle B. Ultramarathon runners: Nature or nurture? International Journal
441 of Sports Physiology and Performance 2012; 7: 310-312
- 442 12. Ratjen I, Weber KS, Roden M et al. Type 1 Diabetes Mellitus and Exercise in
443 Competitive Athletes. Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes
444 2015; 123: 419-422

- 445 13. Boehncke S, Poettgen K, Maser-Gluth C et al. [Endurance capabilities of
446 triathlon competitors with type 1 diabetes mellitus]. *Deutsche medizinische*
447 *Wochenschrift* (1946) 2009; 134: 677-682
- 448 14. Vlahek P, Car S, Ostroški I. Sweet 452 km - a report on the first type 1
449 diabetes patient to finish Double Ironman, a 30- hour endurance triathlon
450 race. *Croatian Medical Journal* 2013; 54: 306-307
- 451 15. Bach CW, Baur DA, Hyder WS et al. Blood glucose kinetics and physiological
452 changes in a type 1 diabetic finisher of the Ultraman triathlon: a case study.
453 *European Journal of Applied Physiology* 2017; 117: 913-919
- 454 16. Murillo S, Brugnara L, Novials A. One year follow-up in a group of half-
455 marathon runners with type-1 diabetes treated with insulin analogues. *Journal*
456 *of Sports Medicine and Physical Fitness* 2010; 50: 506-510
- 457 17. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B et al. Continuous glucose
458 monitoring in diabetic long distance runners. *International Journal of Sports*
459 *Medicine* 2005; 26: 774-780
- 460 18. Knechtle B, Nikolaidis PT. Marathon running does not prevent diabetes.
461 *Praxis* 2017; 106: 887-892
- 462 19. Gawrecki A, Zozulinska-Ziolkiewicz D, Matejko B et al. Safe Completion of a
463 Trail Running Ultramarathon by Four Men with Type 1 Diabetes. *Diabetes*
464 *technology & therapeutics* 2018, DOI: 10.1089/dia.2017.0296
- 465 20. Støa EM, Meling S, Nyhus LK et al. High-intensity aerobic interval training
466 improves aerobic fitness and HbA1c among persons diagnosed with type 2
467 diabetes. *European Journal of Applied Physiology* 2017; 117: 455-467
- 468 21. Codella R, Terruzzi I, Luzi L. Why should people with type 1 diabetes
469 exercise regularly? *Acta Diabetologica* 2017; 54: 615-630
- 470 22. Kapitza C, Hövelmann U, Nosek L et al. Continuous glucose monitoring
471 during exercise in patients with type 1 diabetes on continuous subcutaneous
472 insulin infusion. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2010; 4: 123-
473 131
- 474 23. Jewiss D, Ostman C, King N et al. Clinical Outcomes to Exercise Training in
475 Type 1 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diabetes research*
476 *and clinical practice* 2017, DOI: 10.1016/j.diabres.2017.11.036
- 477 24. Sénéchal M, Swift DL, Johannsen NM et al. Changes in body fat distribution
478 and fitness are associated with changes in hemoglobin A<inf>1c</inf> after 9
479 months of exercise training: Results from the HART-D study. *Diabetes Care*
480 2013; 36: 2843-2849

- 481 25. Hoffman MD, Chen L, Krishnan E. Body mass index and its correlates in
482 1,212 ultramarathon runners: Baseline findings from the ultra study. *Journal*
483 *of Physical Activity and Health* 2014; 11: 1549-1555
- 484 26. Zingg MA, Pazahr S, Morsbach F et al. No damage of joint cartilage of the
485 lower limbs in an ultra-endurance athlete--an MRI-study. *BMC*
486 *musculoskeletal disorders* 2013; 14: 343
- 487 27. Najafipour F, Mobasseri M, Yavari A et al. Effect of regular exercise training
488 on changes in HbA1c, BMI and VO2max among patients with type 2 diabetes
489 mellitus: an 8-year trial. *BMJ open diabetes research & care* 2017; 5:
490 e000414
- 491 28. Sanghani NB, Parchwani DN, Palandurkar KM et al. Impact of lifestyle
492 modification on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus.
493 *Indian journal of endocrinology and metabolism* 2013; 17: 1030-1039

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

Marathon	
Jahr	Zeit (h:min:s)
1987	4:47:12
1988	3:55:29
1988	4:16:00
1988	4:32:20
1988	4:30:50
1988	4:39:10
1988	4:02:21
1989	4:08:30
1989	4:12:33
1990	3:57:15
1990	4:17:54
1990	4:40:12
1991	4:23:48
1992	4:15:38
2004	4:59:07
100-km Ultra-Marathon	
Jahr	Zeit (h:min:s)
1989	13:47:30
1990	15:53:40
1991	18:53:06
1992	16:15:55
1993	18:50:05
1994	15:45:57
1995	18:46:04
1996	16:12:58
1997	16:51:42
1998	17:37:07
2005	18:27:55

511

512 **Tabelle 1:** Läufe aufgeteilt nach Strecke (Marathon und 100-km Ultramarathon)

513

514

515

516

517

518

519

520

521

Jahr	Leistung (km)
6-Stunden-Lauf	
1998	50.2
1999	53.1
12-Stunden-Lauf	
1992	75.9
1995	84.8
24-Stunden-Lauf	
1994	144.5
1995	140.3
1995	153.0
1996	132.0
1997	122.7
1997	117.6
1998	134.4
1998	137.5
1999	140.9
1999	126.9
2000	125.5
.2000	127.3
2001	116.7
2002	141.8
2002	128.4
2002	115.1
2003	142.6
2003	135.8
2004	153.1
2004	132.8
2005	129.5
2005	115.6
2006	121.1
2006	125.2
2006	139.2
2007	145.4
2007	138.7
2008	128.0
2008	142.4
2009	110.5
2009	129.7
2010	140.7
2010	149.0
2011	137.7
2011	126.5
2011	131.4
2012	145.5
2012	127.9
2013	131.7
2013	138.8
2014	134.0
2014	137.7
2015	135.9
2015	139.7
2015	142.2
2016	131.3
2016	137.7
2017	141.8
2017	126.5
48-Stunden-Lauf	
1999	181.8
2000	208.2
2001	170.6
2002	183.5
2003	178.2
2005	186.7
72-Stunden-Lauf	
2014	288.9
6-Tage-Lauf	
2008	447.0
2010	359.8
2016	507.2

522

523

Tabelle 2: Läufe aufgeteilt nach Dauer (6 Stunden bis 6 Tage)

524 **Legende für Abbildungen**

525

526 **Abbildung 1** Verlauf des HbA_{1c} über die Jahre

527 **Abbildung 2** Verlauf der **monatlichen** Laufkilometer im Training über die
528 Jahre

529 **Abbildung 3** Zusammenhang zwischen den HbA_{1c}-Werten und den
530 korrespondierenden **Trainingslaufkilometern der 3 Monate vor**
531 **der jeweiligen HbA_{1c}-Messung**

532 **Abbildung 4** Verlauf der erzielten Kilometer in den 24-Stunden-Läufen über
533 die Jahre

534

535

536

537

538

539

540

541

542

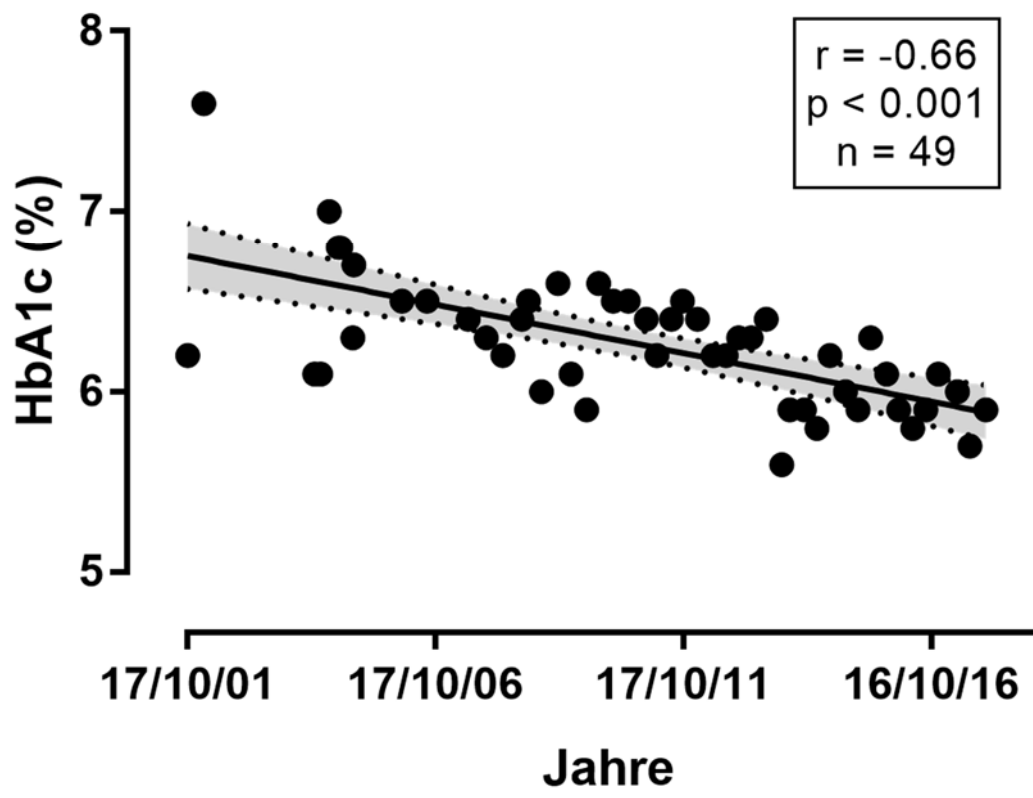
543

544

545

546

547

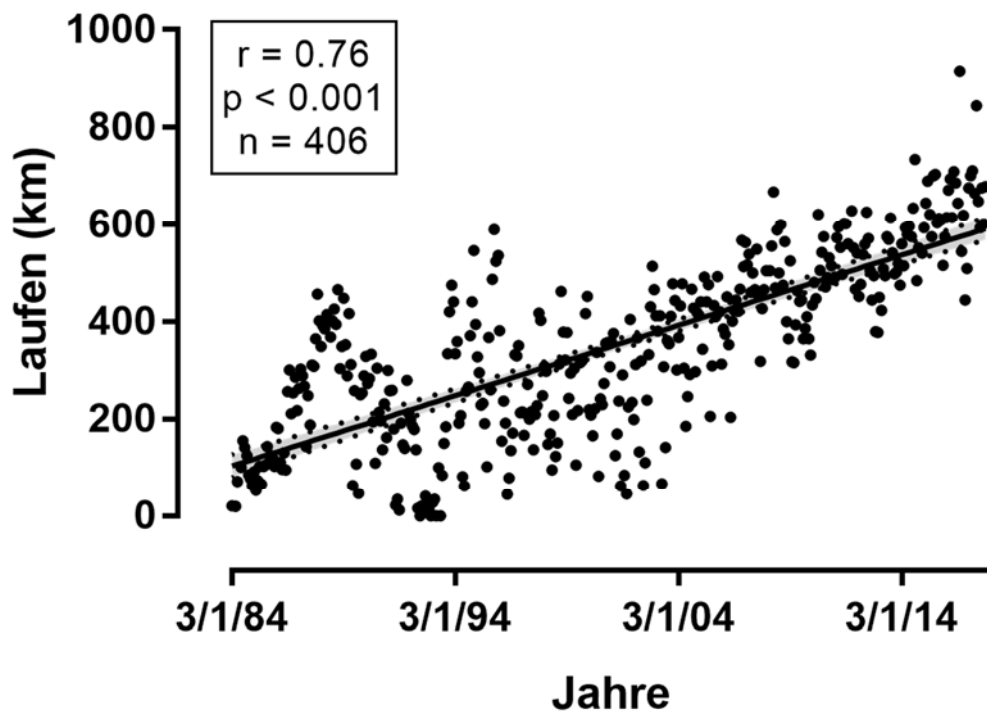


548

549 **Abbildung 1**

550

551



552

553 **Abbildung 2**

554

555

556

557

558

559

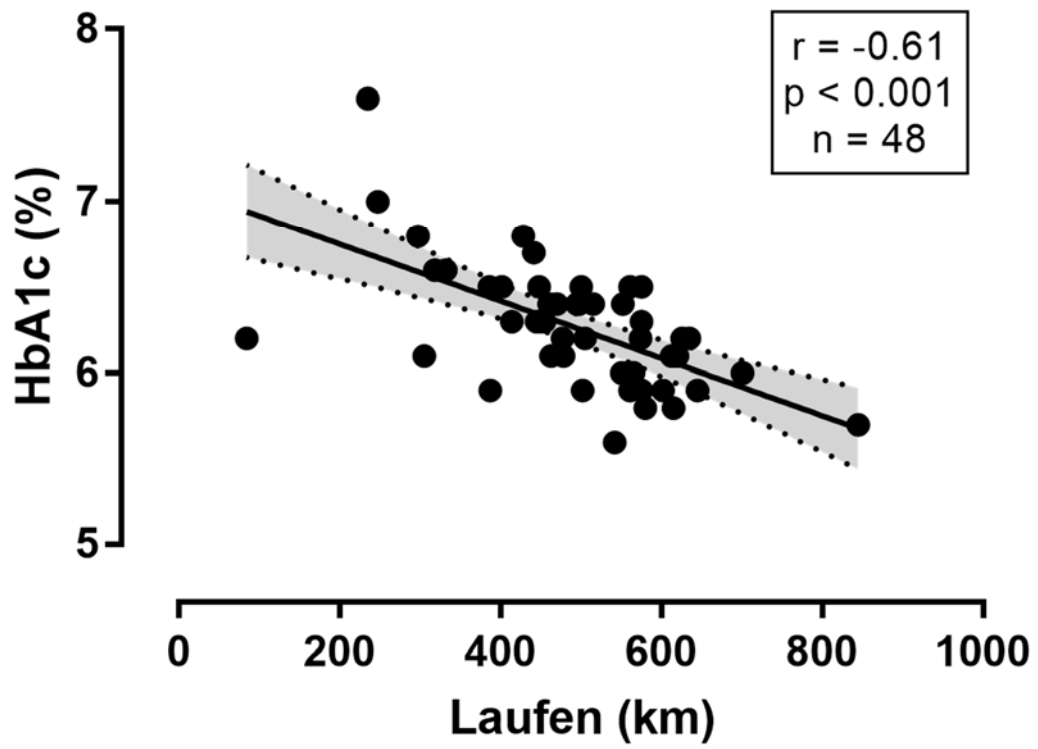
560

561

562

563

564



565

566 **Abbildung 3**

567

568

569

570

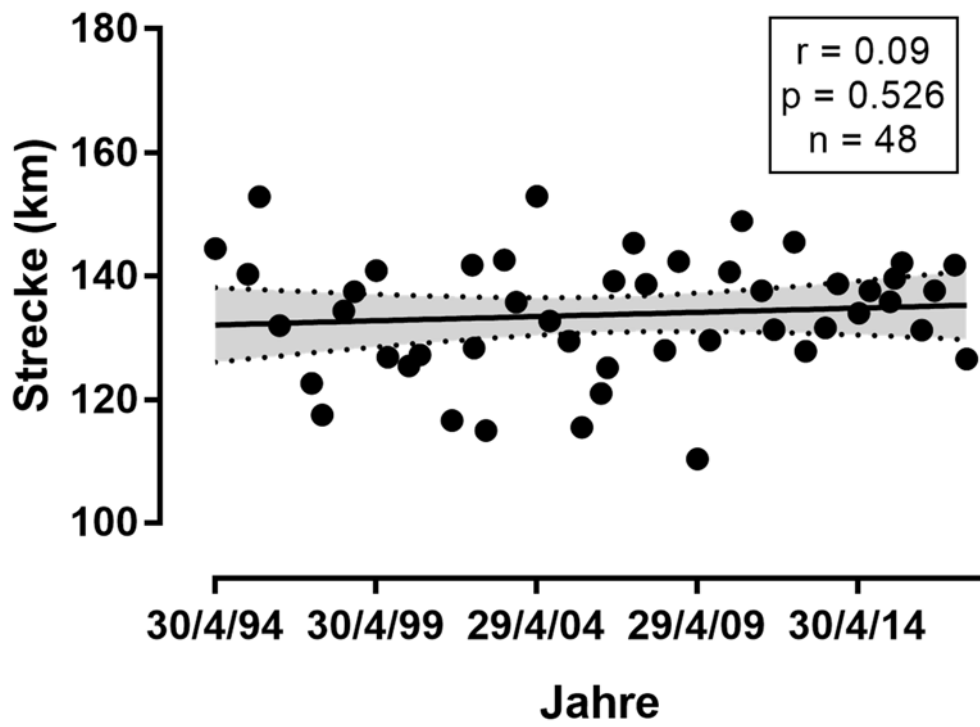
571

572

573

574

575



576

577 **Abbildung 4**

578