

Wie genau sind GPS-Sportuhren?

DISTANZ NACH MASS

KM 8
12 KM/H

KM 10
11.5 KM/H

KM 13
12.5 KM/H

Vereinstrainer sind out, heute bestimmen GPS-Uhren und Smartphone-Apps durch gnadenlose Analyse, wie es um Ihre Form steht. Doch die GPS-Messtechnik ist nicht ganz so exakt, wie viele meinen. Wir haben nachgemessen und norden Sie ein.

TEXT: JÖRG GEIGER

Wie erkennt man, ob es Läuferinnen und Läufer richtig ernst meinen mit ihrem Lieblingshobby? Ganz einfach: Wecken Sie sie oder ihn mitten in der Nacht und fragen Sie nach der Marathondistanz. Wer jetzt schlaftrunken etwas von 40 oder 42 Kilometern murmelt, bleibt am besten für immer liegen. Der Grund: Ein Marathon misst exakt 42,195 Kilometer, keinen Meter mehr und keinen weniger. Natürlich – das wussten Sie bereits! Dann wird es Sie vielleicht interessieren, dass diese exakte Distanz bei offiziellen Marathonläufen fast kein Läufer zurücklegt. Loggt man sich beispielsweise bei Garmin Connect ein, einer Plattform, auf der Nutzer von Garmin Sportuhren ihre per GPS aufgezeichneten Strecken teilen und sieht sich die Daten zum Berlin Marathon an, dann liest man

folgende Einträge: 42,75 km von einem Nutzer, der 3:41:05 Stunden gelaufen ist. Ein etwas langsamerer Läufer (4:06:32 h) hat mit seinem GPS 42,89 km aufgezeichnet, ein weiterer 43,09 km. Ein 6-Stunden-Läufer hat sogar über 45 km zurückgelegt, trotzdem erreicht auch er nicht den Top-Wert von 47,56 km, der auf das Konto eines 3:50-h-Läufers geht. Was sicher ist: Die Weltrekordstrecke in Berlin wurde offiziell und richtig auf 42,195 km vermessen. Wo liegt also der Fehler?

Kleine Umwege machen alle

Lassen wir menschliche Einflüsse auf die Streckenlänge wie falsches Abbiegen oder den Weg zur Toilette mal aussen vor. Die per GPS ermittelten Streckenwerte liegen in so gut wie allen Fällen über 42,195 km. Das ist erstmal in Ordnung, denn die Vermessungsregeln besagen, dass die exakte Marathondistanz die kürzeste Strecke

zwischen Start und Ziel sein muss. Klar ist auch, dass es ausser in der Spitzengruppe faktisch nicht möglich ist, einen ganzen Marathon auf der Ideallinie zu laufen. Um also exakt auf 42,195 km zu kommen, müssen Sie alle Kurven innen nehmen und praktisch ohne Ausscheren zum Überholen oder Verpflegen auskommen. Dass im Gewusel von 30000 Läufern kleine Umwege für fast alle entstehen, entsteht auf der Hand. Doch dadurch alleine liegt die Differenz der oben erwähnten Kennzahlen nicht. Denn auch die GPS-Sportuhren machen Fehler. Das kann besonders bitter sein, wenn Sie am Schluss wissen wollen, wie weit es noch ins Ziel ist. Zeigt das GPS noch 500 Meter an und es sind in Wahrheit aber noch 800 Meter, dann können wichtige Sekunden auf die Bestzeit verschenkt werden oder Sie werden gar noch von Ihrem ärgsten Rivalen überspurtet, weil Sie zu früh den Zielsprint angezogen haben.

Praxistest GPS-Sportuhren

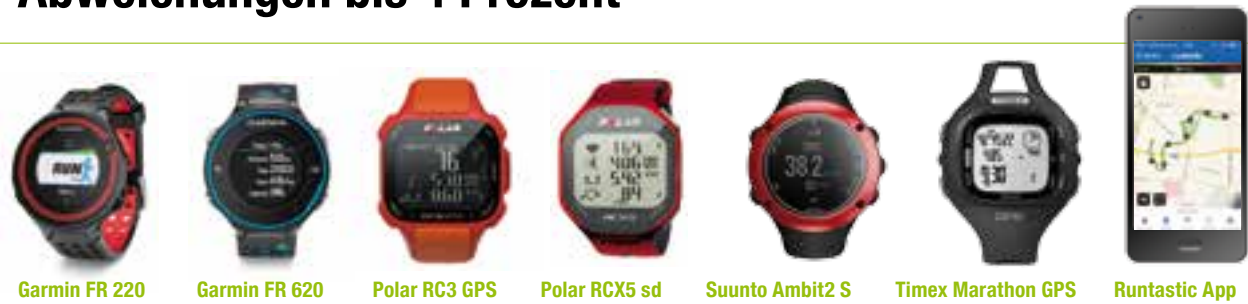
Viele Läufer vertrauen der GPS-Messung blind. Doch GPS-Systeme irren permanent und sind nicht der heilige Gral, für den sie von vielen Läufern gehalten werden. Wir haben nachgemessen und GPS-Systeme der grossen Hersteller Garmin, Polar, Suunto und Timex auf ihre Genauigkeit geprüft.

Für die Messung der GPS-Werte haben wir sechs Uhren und ein Smartphone mit App auf zwei Referenzstrecken genutzt. Garmins Forerunner 220 und 620 verlassen sich auf GPS, der 620 zusätzlich auf einen Sensor im Brustgurt. Auch der Polar RC3 GPS, Suunto Ambit2 S sowie Timex Marathon GPS nutzen GPS zur Streckenbestimmung. Als Vertreter der Sensortechnik haben wir den Polar RCX5 sd am Start, als Smartphone-App nutzen wir Runtastic Pro auf einem iPhone 5S. Teststrecke

Nummer 1 ist eine 400-Meter-Bahn am Olympiastützpunkt München, die wir auf drei verschiedenen Streckenlängen ablaufen: 400 Meter (1 Runde), 5000 Meter (12,5 Runden) und 10000 Meter (25 Runden). Die zweite Teststrecke ist eine nach AIMS vermessene 5-km-Runde, die wir auch jeweils bei drei Tests durchlaufen: 5000 Meter (1 Runde), 10000 Meter (2 Runden) und 25000 Meter (5 Runden).

Der Test (vgl. Box S. 80) zeigt: Nur in Ausnahmefällen stimmt die Streckenlänge bei GPS-Uhren oder kalibrierten Laufsensoren wirklich mit der offiziellen Distanz überein. Wenn Sie einen schnellen 10er laufen wollen, müssen Sie damit rechnen, dass Sie in Wirklichkeit 100 bis 300 Meter mehr zurücklegen; die meisten Läufer können dadurch rund 1 Minute auf die Wunschzeit draufpacken. Sich darauf einstellen bringt aber auch nichts, denn je

So genau messen GPS-Systeme
Abweichungen bis 4 Prozent



	Garmin FR 220	Garmin FR 620	Polar RC3 GPS	Polar RCX5 sd	Suunto Ambit2 S	Timex Marathon GPS	Runtastic App
Bahn 400 m	390 m	390 m	410 m	400 m	400 m	410 m	410 m
Abweichung	-2,5%	-2,5%	+2,5%	0%	0%	+2,5%	+2,5%
Bahn 5000 m	5100 m	5260 m	5110 m	5060 m	5090 m	5160 m	5120 m
Abweichung	+2,0%	+5,2%	+2,2%	+1,2%	+1,8%	+3,2%	+2,4%
Bahn 10 km	10 190 m	10 420 m	10 240 m	10 130 m	10 150 m	10 360 m	10 220 m
Abweichung	+1,9%	+4,2%	+2,4%	+1,3%	+1,5%	+3,6%	+2,2%
Rundstrecke 5 km	5090m	5120m	5070m	5090m	5110m	5140m	5100m
Abweichung	+1,8%	+2,4%	+1,6%	+1,8%	+2,2%	+2,8%	+2,0%
Rundstrecke 10 km	10 130m	10 330m	10 220m	10 120m	10 190m	10 340m	10 160m
Abweichung	+1,3%	+3,3%	+2,2%	+1,2%	+1,9%	+3,4%	+1,6%
Rundstrecke 25 km	25 250m	25 860m	25 450m	25 300m	25 400m	25 950m	25 350m
Abweichung	+1,0%	+3,4%	+1,8%	+1,2%	+1,6%	+3,8%	+1,4%
Abweichung Durchschnitt	1,8%	3,5%	2,1%	1,1%	1,5%	3,2%	2,0%

nach Situation und Strecke misst das GPS ja nicht immer gleich falsch. Bei sehr kurzen Strecken ist es zudem etwas nervig, dass die GPS-Systeme die Distanzen nur im 10er-Bereich anzeigen. Es werden entweder 390 oder 410 Meter angezeigt, nicht aber 394 oder 404 Meter.

Die Laufsensoren, vertreten durch das Polar-Modell RCX5 sd, sind unter «Laborbedingungen» besser als GPS. Sprich nur dann, wenn man sie auf der Teststrecke kalibriert, die Schuhe nicht wechselt und nicht an der Temposchraube dreht. Die erwähnten Teststrecken haben wir zudem auch mit einem iPhone 5S und der Sport-App Runtastic Pro abgelaufen. Unter dem Strich spielt diese preiswerte Lösung (die App kostet 5 Franken) – wenn man denn schon ein Smartphone hat – in der Liga Messgenauigkeit der GPS-Sportuhren durchaus mit. Im Detail überrascht, dass wir mit dem preiswerten Forerunner 220 wesentlich bessere Ergebnisse erzielten als mit dem Flaggschiff 620. Der schneidet auch schlechter ab als sein Vorgänger 610. Eine neue Geräte-Software könnte hier Abhilfe schaffen. Der Polar RC3 GPS kommt nicht ganz auf das Niveau von Forerunner 220 und Suunto Ambit2 S. Die neue Suunto Ambit 2R und auch die brandneue Polar V800 haben es nicht

mehr rechtzeitig zum Test geschafft und können daher noch nicht beurteilt werden.

Rankt man die Geräte nach Messgenauigkeit, gewinnt die Suunto2 S den GPS-Vergleich vor dem Forerunner 220. Auf den weiteren Plätzen folgen Runtastic, Polar und etwas enttäuschend die Timex sowie das Garmin-Flaggschiff Forerunner 620. Unter dem Strich am genauesten lief die kalibrierte Polar RCx5 sd. Sobald wir aber damit von der kalibrierten Strecke abweichen, arbeitet GPS genauer. Auffallend ist im Test, dass die per GPS gemessenen Strecken meist zu lang angegeben werden. Ausser bei ganz kurzen Strecken von 200 oder 400 Metern messen die GPS-Systeme in der Regel zu viel.

So funktioniert GPS

Doch wie kommt es überhaupt zu diesen Ungenauigkeiten? Wer das verstehen will, sollte ein paar GPS-Basics kennen. Die GPS-Empfänger am Läuferhandgelenk machen ihrem Namen alle Ehre und empfangen Daten von den GPS-Satelliten. Dabei handelt es sich aber nicht bereits um die richtige Position des Empfängers, vielmehr strahlen die Satelliten ständig ihre eigene aktuelle Position und die genaue Uhrzeit aus. Damit eine GPS-Sportuhr richtig arbeiten kann, sind die

Daten von mindestens vier Satelliten nötig. Befindet man sich nicht gerade in einer Häuserschlucht oder einem Tunnel, sollten in der Regel 4 bis 12 Satelliten sichtbar sein. Aus den angelieferten Daten berechnet der GPS-Empfänger am Handgelenk die Signallaufzeit und kann daraus dann die eigene Position und Geschwindigkeit bestimmen.

Die GPS-Empfänger in Sportuhren nutzen dabei den sogenannten Standard Positioning Service (SPS), der mindestens bis auf 15 Meter genau arbeitet. Zur Unterscheidung: Es gibt auch einen militärischen Modus von GPS, der eine wesentlich genauere Ortung erlaubt. Wichtig für Läufer ist auch zu wissen, dass die GPS-Genauigkeit «nur» für 95 Prozent der Messungen garantiert wird; es können also in Ausnahmefällen auch grössere Abweichungen auftreten. Aber eine gute Nachricht gibt es auch: Da immer mehr ältere GPS-Satelliten durch neuere Modelle ersetzt werden, steigt auch die Genauigkeit, sodass man bei der Positionsbestimmung meist nur noch von Abweichungen um die 10 Meter ausgehen kann.

Je mehr Satelliten für den GPS-Empfänger sichtbar sind, desto besser. Hohe Gebäude, aber auch Berge und dichter Wald



km 6.7
11.5 km/h

führen zu schlechterer Genauigkeit, weil die Auswahl an sichtbaren Satelliten dann geringer ist. Es kann gut sein, dass Sie auch in der Stadt immer genügend Satelliten in Empfangsnähe haben; Sie sollten sich aber bewusst sein, dass je kleiner der sichtbare Ausschnitt zum Himmel ist, desto schlechter funktioniert die genaue Ortung. Der Grund: Man hat dann nur die senkrecht über einem befindlichen Satelliten zur Auswahl, deren Signallaufzeiten sind aber recht ähnlich, was zu Ungenauigkeiten führt. Ein aktuelles GPS sucht sich deshalb genau die vier Satelliten in Reichweite aus, die am weitesten voneinander entfernt sind. Ausserdem sind in einer Stadt mit vielen Gebäuden die sogenannten Mehrwegeeffekte deutlich spürbar, also eine starke Reflexion

von Signalen. Die GPS-Uhren korrigieren zwar diese Effekte, doch hier entstehen Abweichungen. Anders als die vorherrschende Meinung ist übrigens das Wetter kein grosser Störfaktor. GPS-Signale arbeiten ausserhalb des sichtbaren Wellen-Spektrums, dichte Wolken oder Regen stören den GPS-Empfang daher nicht wirklich.

Störungen in der Ionosphäre

Stärker wirken sich da schon die Störungen in der Hochatmosphäre (Ionosphäre) aus, die etwa 80 Kilometer über der Erdoberfläche beginnt. Dort sorgt die Sonneneinstrahlung für eine Veränderung der Gasmoleküle, was die GPS-Signalausbreitung bremst. Das lässt sich nur über Korrekturdaten beheben, wie sie etwa von

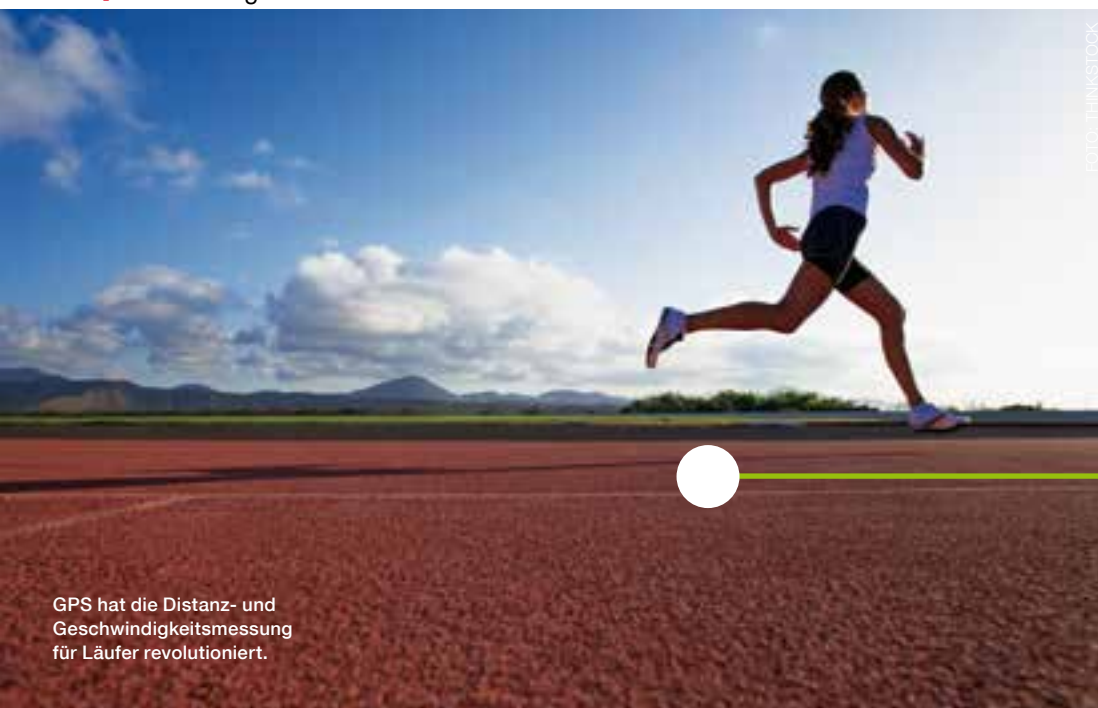
Outdoor. Challenge. You!

FALLSCHIRMAUFKLÄRER SPHAIR
www.sphair.ch

Die Ausbildung zum Fallschirmaufklärer ist eine der spannendsten und professionellsten Ausbildungen in der Schweizer Armee. Melde dich auf www.sphair.ch, und teste gleich ob du das Zeug zum Fallschirmaufklärer hast.

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Schweizer Armee
Lufwaffe



GPS hat die Distanz- und Geschwindigkeitsmessung für Läufer revolutioniert.

KM 8.3
13.5 KM/H

Differential GPS oder Korrektursatelliten (WAAS/EGNOS) gesendet werden. Das Problem: Diese Korrektursignale werden von den GPS-Laufuhren nicht verarbeitet, denn das würde viel Energie kosten. Zu Unrecht wird die Genauigkeit des GPS-Empfängers oftmals einzig auf den Empfänger in der Uhr abgewälzt. Die meisten Uhren für Läufer setzen aber mittlerweile auf die gleichen Chips. Unter der Haube werkelt ein SirfStar IV-Empfänger, der aus GPS-Prozessor, Energie-Management und aktiver Störsender-Filterung besteht. Entscheidend sind die Chips ist in der Praxis die Antenne und deren Unterbringung im Gerät. Auch nicht zu unterschätzen ist die Geräte-Software. Die entscheidet schliesslich darüber, was der Sportler auf seiner Uhr sieht.

Mit Software-Problemen kämpft derzeit Garmin beim Forerunner 620. Die verbauten Empfänger berechnen einmal pro Sekunde die Position; viel Zeit bleibt also nicht, um die Daten aufzubereiten und korrekt anzuzeigen. Apropos korrekt: Noch ungenauer als die zurückgelegte Strecke ist die Anzeige der aktuellen Geschwindigkeit. Vor ein paar Jahren noch haben die Laufuhren einfach die Geschwindigkeit präsentiert, was bei GPS-Ungenauigkeiten zu Sprüngen in der Anzeige geführt hat. Die aktuellen Uhren glätten per Software die Werte zu einer gleichmäßigen Anzeige. Das macht die Anzeige der aktuellen Geschwindigkeit zwar nicht genauer, Läufer kriegen aber einen besseren Einblick, ob sie im richtigen Bereich laufen.

GPS gegen alle

Reine Beschleunigungsmesser können nicht mit GPS-Sportuhren mithalten. Zwar zeigen unsere Tests, dass auf den

Referenzstrecken kalibrierte Sensoren genauer arbeiten als GPS-Tracker, sie sind aber auch viel unflexibler. In der Praxis reicht es schon aus, den Schuh zu wechseln, um den Beschleunigungsmesser aus dem Tritt zu bringen. Anderes Tempo und wechselndes Gelände sind ebenfalls Gift für die Sensoren. Tot sind sie aber auf keinen Fall. Im Gegenteil, sie können die Arbeit eines GPS-Empfängers ergänzen: So baut Garmin in den Brustgurt des Forerunner 620 einen Beschleunigungssensor ein, der sich selbst kalibriert und dem GPS bei Empfangsproblemen unter die Arme greift. So kann man beispielsweise einen Tunnel auf der Laufstrecke leicht überbrücken. GPS-Sportuhren sind Smartphones überlegen, weil sie robuster sind und für den Outdoor-Betrieb gebaut wurden. Wenn es aber nur um GPS bzw. die Streckenlänge geht, gibt es keinen Sieger im Duell um die höhere Genauigkeit. Die Runtastic-App im Test ist mit den GPS-Uhren für Läufer auf Augenhöhe und kostet nur 5 Franken.

Training anpassen

Wir haben also gelernt: Auch unsere modernen Geräte im Test, die allesamt die aktuellste Technik an Bord haben, weisen Messungenauigkeiten auf. Abweichungen zwischen 1 und 3 Prozent bei GPS-Messung sind die Regel, bei Software-Problemen können es auch etwas mehr sein. Was bedeuten die GPS-Ungenauigkeiten für den Trainingsalltag? Ein Beispiel: Ihr Ziel ist es, 1000 Meter Abschnitte in 4 Minuten zu laufen. Wenn die gemessene Strecke per GPS um 1 Prozent abweicht – und das ist ein guter Wert, wie unsere Tests zeigen – dann laufen Sie also in Wirklichkeit entweder nur 990 oder 1010 Meter. Angenommen, Sie treffen wirklich exakt die 4 Minuten pro Kilometer, dann

legen Sie pro Sekunde 4,17 Meter zurück. Es ist also völlig in Ordnung, zwei bis drei Sekunden plus oder minus den angepeilten 4 min/km unterwegs zu sein. Leider kann man aber nicht zwingend davon ausgehen, dass die Abweichung nicht vielleicht auch 3 Prozent beträgt. In diesem Fall müsste man den Zeitkorridor etwas weiter aufspannen, denn man bewegt sich zwischen 970 und 1030 Metern. Plus/minus 7 Sekunden müsste man da schon für unser Rechenbeispiel einkalkulieren. Für Hobbyläufer spielen die paar Sekunden immer noch keine grosse Rolle, für Cracks aber sind das bereits Welten. Denn da entscheiden durchschnittlich eine oder zwei Sekunden mehr pro Kilometer über Weltrekorde. Wer es also wirklich ganz exakt haben will, sollte solch gezielte Einheiten auf der Bahn oder auf offiziell vermessenen Strecken durchführen.

Auf der anderen Seite muss man anerkennen: Grundsätzlich messen die GPS-Sportuhren erstaunlich gut; Sie können Ihr Training daher ruhig auch weiterhin auf der Basis von GPS durchführen. Denn mal ganz ehrlich: Ob Sie jetzt 1000 Meter lange Intervalle laufen oder die Intervalle mal 1010 oder 1030 Meter lang sind, ist ziemlich egal und zumindest dem Trainingseffekt nicht abträglich. Und ein besseres technisches System als die aktuellen GPS-Sportuhren, um über zurückgelegte Strecken und durchschnittliche Geschwindigkeiten informiert zu sein, gibt es nicht. **F**

JÖRG GEIGER läuft schon seit seinem siebten Lebensjahr am liebsten Trails, gerne auch mit vielen Höhenmetern. Er ist immer noch auf der Jagd nach Bestzeiten von 10 bis 100 km. Wenn der Diplom-Informatiker nicht gerade läuft, arbeitet er als freier Technik-Journalist in München.

rolto BIKES & SPORT AG
 • Reparaturen aller Marken
 • Riesenauswahl – Bekleidung
 • Rollski, Langlaufski und Zubehör
 • Textilstickerie – Tel. 044 784 80 67
 8834 Schindellegi, Tel. 044 784 80 60
 www.rolto.ch

velorado
 rad sport • langlauf • skisport • laufsport
 velorado ag
 industriest. 51
 6312 steinhausen
 041 740 1292
 www.velorado.ch

INTER
kuster
 Spezialist für Laufsport, Fitness,
 Trekking, Kanu und Camping.

WIRTH
 Freude am Laufen
SPORT
 LUZERN
 wirthsportluzern.ch

Radwerk
 in der Form Fahrrad geht es – am liebsten mit uns
 8802 Dättwil • Tel. 041 76 04 100 10 • www.radwerk.ch

Wo sich die Bündner
 Ausdauersportler treffen!
INTER

TEMPO SPORT
 Tel. 044 222 12 12
 www.tempo-sport.ch

**HIER KÖNNTE IHR
 SPORTGESCHÄFT STEHEN**
FIT LIFE

BEYOND THE LIMIT.
 Attraktiver Rundkurs mit Start und Ziel in Davos
 Weitere Infos und Anmeldung unter: irontrail.ch
 facebook.com/irontrail
24.-27. AUGUST 2014
IRON TRAIL
 www.swissepic.com

PERSKINDOL SWISS EPIC
 Touching a mountainbiker's heart
WIN
 DEIN STARTPLATZ FÜR
 PERSKINDOL SWISS EPIC 2014 IM
 WERT VON CHF 6'950.-
 WWW.FITFORLIFE.CH/SWISSEPIC
 6 ETAPPEN, 400 KILOMETER, 15'000 HÖHENMETER
 15. BIS 20. SEPTEMBER 2014
 VERBIER | LEUKERBAD | GRÄCHEN | ZERMATT
 www.swissepic.com