

# Hundertstel gewinnen dank Sensor



**Louis Heyer**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter EHSM  
Cheftrainer Lauf, Nationaltrainer  
Mittelstrecken Swiss Athletics



**Rahel Ammann**  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
und Doktorandin EHSM

Ein elektronischer Chip von 13 Gramm auf dem Fuss des Läufers, womit jeder Schritt bis ins kleinste Detail analysiert wird – eine Utopie? Die leicht verrückte Fantasie eines Trainers? Oder die spannende Herausforderung für ein Ingenieurteam? Die Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM, die Berner Fachhochschule und Swiss Athletics haben sich in dieses Abenteuer gestürzt.

Bei den Olympischen Spielen sind bei den Mittel- und Langstreckenläufen regelmässig die westafrikanischen Läufer auf dem Siegerpodest. Zahlreiche Wissenschaftler, aber auch Trainer haben sich über die Gründe dieser drückenden Überlegenheit schon die Köpfe zerbrochen. Sind diese Sportler leistungsfähiger, weil sie in jungen Jahren kilometerweit laufen mussten, um zur Schule

oder zur nächsten Wasserquelle zu gelangen? Sind die Ernährung oder die Trainingsmethoden anders als bei den Europäern? Ganz offensichtlich leisten die prekären sozioökonomischen Bedingungen und die mangelnde Infrastruktur den Laufsportarten in Afrika Vorschub. Aber ein entscheidender Unterschied konnte nachgewiesen werden: der Energieverbrauch beim Laufen. Der Körperbau der Kenianer und gewisser Äthiopier bewirkt, dass sie sich beim Rennen von Natur aus viel ökonomischer bewegen als ihre Konkurrenten!

Um noch eine Sekunde oder eine Hundertstelsekunde herauszuholen, trainieren Spitzensportler 12- bis 14-mal pro Woche. Die aerobe Kapazität, die Ausdauer, den «Motor» verbessern, um Erschöpfung und Muskelkrämpfe durch Übersäuerung zu vermeiden – das ist das Ziel jedes Athleten und seines Trainers. Aber wie wird diese biochemische Energie in Laufgeschwindigkeit umgesetzt? Welche Leistung erbringt dieser «Motor», den man ständig zu verbessern versucht?

Für seine Arbeit im Feld stützt sich ein Trainer auf zwei Hilfsmittel: seine Augen und die Stoppuhr. Die Stoppuhr wegen ihres erbarmungslosen Verdikts und die Augen, um zu erkennen, welche Details des Laufschriffs zu verbessern sind. Das Verhältnis von Schrittlänge und -frequenz sowie die Dauer des Bodenkontakts sind die entscheidenden Parameter eines ökonomischen Laufschriffs. Eine optimale Lauftechnik verbessert die Laufökonomie, was sich in gewonnenen Zentimetern niederschlägt. Ein kurzer Bodenkontakt ermöglicht es, elastische Energie wiederzuverwenden. Es ist wesentlich, dass der Athlet von dieser Federwirkung profitieren kann, um den Energieverbrauch beim Laufen zu senken. Aber auch das geübteste Trainerauge kann ab einem bestimmten Grad die subtilen Unterschiede nicht mehr wahrnehmen. Der Rückgriff auf Messinstrumente ist unvermeidlich. Das Problem ist, dass die hochpräzise Technologie in den Lauf des Athleten «eingebettet» sein muss, ohne die charakteristischen Abläufe zu beeinflussen.



Jan Hochstrasser, schnellster Schweizer seit zwölf Jahren über 1500 m, EM-Teilnehmer und Proband bei der Entwicklung des Sensors. Foto: Hansjörg Brunhart



Perspektive der Highspeed-Videokamera; zum Vergleich wurde eine Bodenkontaktzeit pro Lauf gleichzeitig mit PARTwear-Sensoren und Kamerasystem erfasst.  
Foto: Thomas Oehrli

Das PARTwear-Team am Institute for Human Centered Engineering HuCE der Berner Fachhochschule entwickelte deshalb Prototypen von leichten Beschleunigungssensoren, die man an den Schuhen befestigen kann. Aber noch mussten sie präziser und im Gelände zuverlässiger werden ...

### Sportwissenschaft als Bindeglied

Ob die Prototypen den hohen Ansprüchen an Genauigkeit und Anwendbarkeit genügen, wird durch die Sportwissenschaft überprüft. Die Sportwissenschaft ist Bindeglied zwischen Entwicklung und direktem Einsatz. Sie ist dafür zuständig, dass das Gerät zielorientierter eingesetzt werden kann. Konkret bedeutet dies beispielsweise, dass die gemessenen Daten für den Endnutzer brauchbar werden oder dass man vom Prototyp weg hin zu einem anwenderfreundlichen Gerät kommt. Bevor jedoch mit dem PARTwear-Sensor in der Praxis gestartet werden und der Athlet seine Runden drehen kann, muss durch eine wissenschaftliche Untersuchung gewährleistet sein, dass – in diesem Falle die Bodenkontaktzeit – mit dem Gerät genau/valid gemessen wird.

Gesagt, getan: Für die Validierung des PARTwear-Sensors in Bezug auf die Erfassung der Bodenkontaktzeit wurden nationale Spitzenläufer sowie lauffähige Sportstudenten rekrutiert. Die Probanden trugen je einen PARTwear-Sensor auf dem rechten und dem linken Fussriss. Als Referenzsystem diente die Highspeed-Videokamera Marathon Ultra mit einer Abtastrate von 1000 Hz und einer Bildgrösse von 800×600. Alle Läufer absolvierten mehrere Durchgänge bei maximalem, schnellem und langsamem Lauftempo. Dabei wurde ein Schritt pro Durchgang gleichzeitig mit beiden Messsystemen (PARTwear und Videokamera) erfasst. Der Vergleich bzw. die Analyse dieser Daten hat gezeigt, dass der portable Sensor im Durchschnitt über alle Laufgeschwindigkeiten weniger als 2% Abweichung zur Videokamera misst. Ein sehr erfreuliches

---

Der Trainer hat jetzt die Möglichkeit, seine Beobachtungen zu überprüfen und seine Beurteilung viel präziser und sicherer abzustützen.

---

Resultat, erlaubt es doch den Startschuss für weitere Projekte mit Einsatz des PARTwear-Sensors.

Bis heute war das Messen der Bodenkontaktzeit stark an labor(ähnliche) Bedingungen geknüpft. Dies hatte zur Folge, dass es bezüglich Bodenkontaktzeit kaum Daten aus dem natürlichen Trainingssetting von Athleten gab. Unter Einsatz des PARTwear-Sensors wird in einer nächsten Phase untersucht, wie sich die Bodenkontaktzeit bei Läufern von unterschiedlichem Niveau verhält oder wie mit der Information Bodenkontaktzeit umgegangen werden kann. Es wird weiter untersucht, ob daran «geschraubt» werden kann, wie sich die Bodenkontaktzeit im Verlaufe eines Rennens entwickelt, oder welche Unterschiede es zwischen dem rechten und dem linken Fuss gibt, usw. Dies in Anbetracht der Möglichkeit, dass die Erfassung der Bodenkontaktzeit nun im täglichen Training Tatsache ist. In einer aktuell laufenden Interventionsstudie an der EHSM wird geschaut, ob die Läufer das erhaltene Feedback zur individuellen Bodenkontaktzeit zwischen Bahnserien umsetzen können und im folgenden Trainingslauf in der Lage sind, die Bodenkontaktzeit zu verkürzen.

Für den Trainer eröffnet sich jetzt die Möglichkeit, seine Beobachtungen zu überprüfen und seine Beurteilung viel präziser und sicherer abzustützen. Dank dem direkten visuellen Feedback kann der Athlet seinen Laufschrift sofort verfeinern. Jede Hundertstelsekunde hat ihren Preis, mit dem Einsatz der «eingebetteten» Technologie sind wir auf dem richtigen Weg in die Zukunft.

### Kontakt

– rahel.ammann@baspo.admin.ch  
– louis.heyer@baspo.admin.ch  
– Infos: ehsm.ch



Visuelles Feedback zur Bodenkontaktzeit an einen Läufer. Foto: Ulrich Känzig