

# Der Computer macht's möglich

## Bewegungsanalyse in der Praxis

Auch ein Praktiker hat sich hin und wieder mit der Theorie zu befassen, speziell wenn es um das Wahrnehmen, Verbessern und didaktisch korrekte Umsetzen technisch-koordinativ komplexer Bewegungsstrukturen geht. Beim Hammerwerfen als Abfolge von Rotation und Translation – besser als Verknüpfung drehender und vorwärtsgerichteter Bewegungs- und Beschleunigungselemente – ist das Auge des beobachtenden Trainers nicht selten sehr gefordert. Oft hilft einzig die Erfahrung, um aus rhythmischen Ungereimtheiten auf die Ursache im Bewegungsablauf zu schliessen. Selbst mit Videoaufzeichnungen ist nicht immer alles auf Anhieb zu erkennen, handelt es sich dabei doch lediglich um eine zweidimensionale Abbildung einer im Raum stattfindenden Bewegung.

Zwei Hauptaufgaben sind für die Tätigkeit eines Trainers in der Bewegungslehre zentral: erstens die möglichst exakte Analyse eines sich bewegenden (oder bewegten) Systems (aus Athlet und Wurfgerät) mitsamt seinen dazu beitragenden (oder von der Bewegung getragenen) Teile. Im Hammerwerfen geht es also darum zu erfahren wie, wann und wo wird der Hammer beschleunigt, wie gross und ruhig ist dessen Umlaufweg, wie hoch die Abwurfgeschwindigkeit bei welchem Abflugwinkel, und wie verhält sich der Athlet, wie sein Schwerpunkt, ist die Körperstellung/-haltung optimal, – und vor allem: welche Unterschiede kennzeichnen den erfolgreichen Athleten vom weniger begabten?

Zweitens muss der Trainer darauf achten, dass sich der Athlet selbst ein möglichst objektives Bild seiner Bemühungen verschaffen kann; denn vor allem daraus kann der Nachwuchssathlet lernen und sich gezielt weiterentwickeln. Die Rückmeldungen des Trainers sind ja oft auch recht subjektiv und nicht selten geprägt von seiner gerade vorherrschenden Stimmung. Videobilder sprechen bereits eine deutlichere Sprache, nur lassen sich daraus praktisch keine Umlaufwege, Winkelgeschwindigkeiten und dergleichen benennen.

## Neue Technologien

Im Frühjahr 1991 hatten die Schweizer Hammerwerfer Gelegenheit, ein cleveres

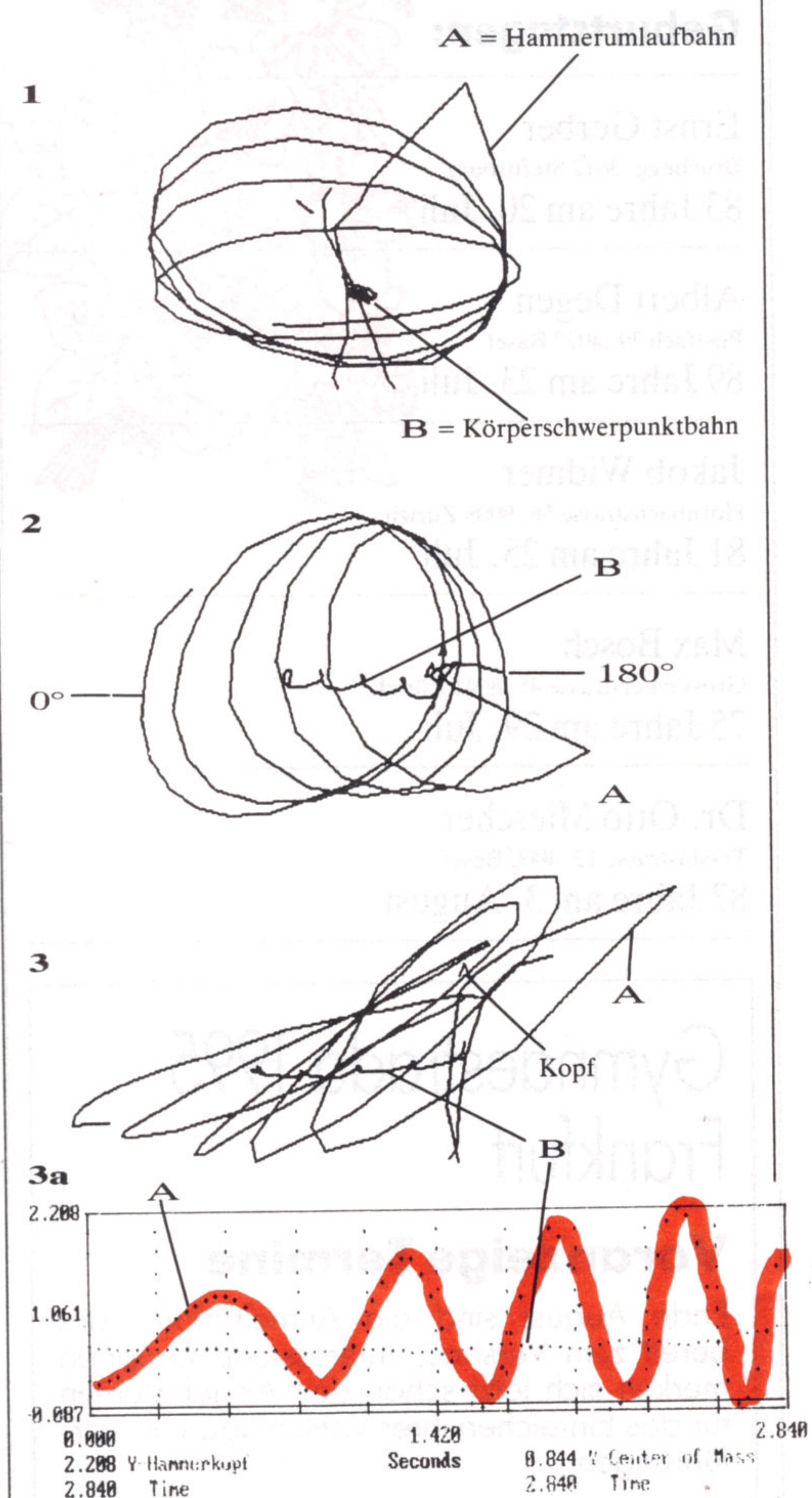
Erfassungs- und Wiedergabesystem neuesten Datums eingehend zu prüfen (vgl. Kasten). Dabei handelt es sich um via Videoaufzeichnungen determinierte, für die Disziplin massgebende «Eckpunkte» (Kopfoberfläche, beide Ohren, Schultern, Ellenbogen, den Griff, beide Hüftgelenke, Knie, Fersen sowie Zehenspitzen, und natürlich den Hammer), die der Computer zu einem farbigen «Strichmännchen» verbindet und daraus fortlaufend den Körperschwerpunkt berechnet und darstellt. Dieses «Strichmännchen» führt nun auf dem Computerbildschirm den Wurfablauf aus, wie er ausgeführt und aufgenommen wurde. Aber: zusätzlich wird die gesamte Bewegung räumlich nachvollziehbar. Weiter lässt sich – sollte die gewählte Blickrichtung nicht genügen – das Computerbild so verändern, dass das «Strichmännchen» von oben (obwohl nie eine Kamera über dem Werfer installiert war) von hinten oder von der Seite betrachtet werden kann. Vorwärts und rückwärts, in Zeitlupe oder in sich ergänzenden Standbildern – der Computer rechnet und zeichnet immer das korrekte Bild.

Was nun wie eine Computerspielerei tönt, entpuppt sich als wertvolles biomechanisches Hilfsmittel zur Bewegungsanalyse. Denn auch der Umlaufweg des Hammers lässt sich fortwährend darstellen, und man erkennt sofort, wann, wo und warum etwas nicht mehr stimmt, weil der Betrachter die Körperlängs-, die Hüft- und Schulterachse usw. detailliert sehen und daraus erkennen kann, ob nun zuviel oder zuwenig Kraft zu schnell oder zu langsam eingesetzt worden ist. Auch die absoluten Werte wie Höhe des Hammers im Verhältnis zum Körperschwerpunkt oder der Abflugwinkel usw. lassen sich bestimmen und darstellen und daraus wiederum ein individualisiertes Modell entwickeln.

## Chancen und Grenzen dieses Systems

Anhand der beiden oben erwähnten Hauptaufgaben eines Trainers in der Bewegungslehre wird das System wie folgt beurteilt.

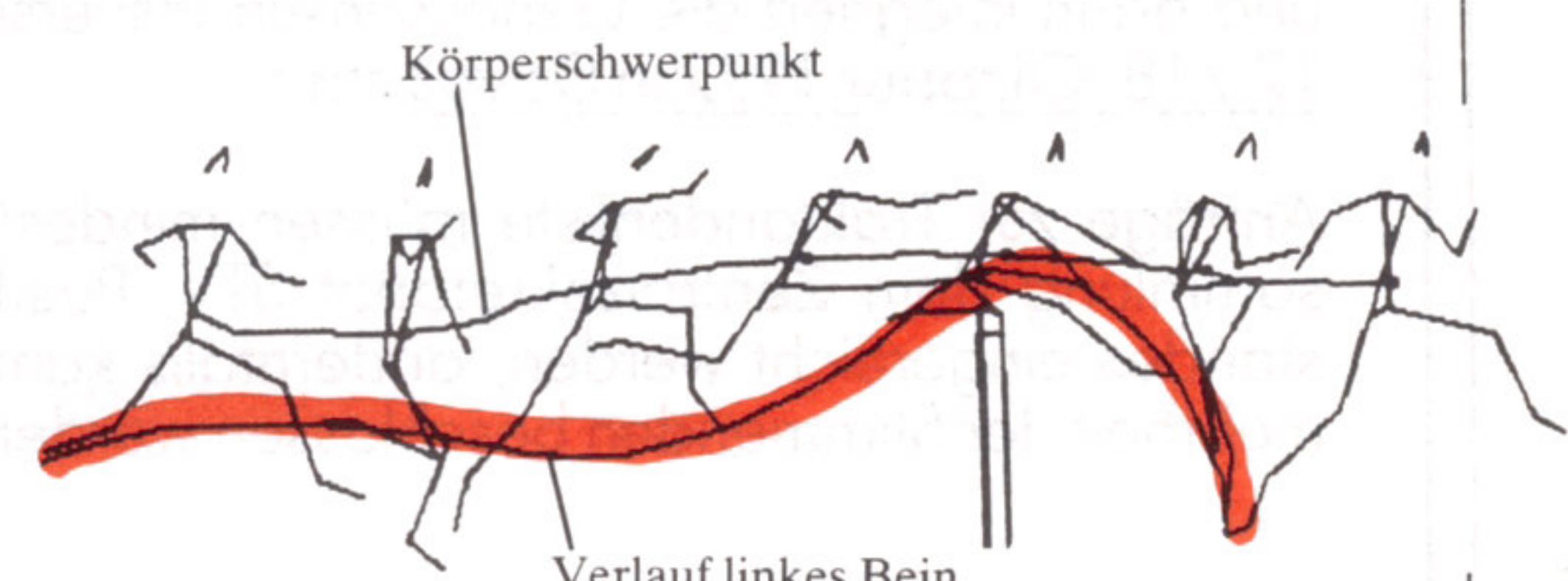
Dem Praktiker verschafft es präzisen Zugang zu einem individuellen Werfen, also zu der Technik eines Athleten. Mittels dieser Bilder und Daten ist es möglich, einerseits einzelne Elemente aus einem Wurfablauf zu untersuchen und nach bestmöglich



Die Zeichnungen 1 bis 3 zeigen den Schweizer Hammerwerfer Oliver Sack bei einem Wurf mit dem 6.5-kg-Hammer. Die rote Linie zeigt die Hammerumlaufbahn und als schwarzer Strich ist der Körperschwerpunkt zu erkennen. Die beiden Linien zeigen den Bewegungsablauf von Körper und Hammer bis zum Loslassen des Gerätes. Bei 1 betrachten wir den Sportler von 0 Grad in Wurfrichtung, 2 ist eine Aufnahme von oben und bei 3 stehen wir auf der Seite in einer 90-Grad-Position zum Werfer.

Auf dem Bildschirm liessen sich nun die einzelnen Teilbereiche vom gewünschten Blickwinkel aus detailliert betrachten, nachvollziehen und in ein gezieltes Techniktraining integrieren.

Zu jeder Darstellung wird vom Computer noch das entsprechende Diagramm – siehe 3a – ausgegeben.



Computeranalyse am Beispiel der Hürdenläuferin Monica Pellegrinelli, Schweizer Meisterin 1990.

# Leichtathletik

chen Lösungen zu forschen, die dem Athleten (in seiner derzeitigen Verfassung) garantiert weiterhelfen, und andererseits schult es den Blick, auch ohne Computerkamera bei einer raschen Folge komplexer Bewegungen Teilelemente besser zu erkennen.

Zudem hat auch der Athlet die Möglichkeit, während oder nach dem Wurftraining seine «Rohdaten» (sich als «Strichmännchen» und ohne ablenkende Attribute wie Kleidung usw.) einzusehen, diese mit seinen während des Wurfs erlebten Gefühlen zu vergleichen. In dieser Hinsicht ist dies ein ideales Feedback-System. Und überdies hilft es dem Trainer und dem Athleten, eine gemeinsame Sprache zu finden; denn nun redet man über ein und dasselbe: Der Trainer erkennt, wie der Athlet sich selbst bezeichnet, und der Sportler versteht, was der Trainer genau meint.

Schliesslich lassen sich alle beschriebenen Vorgänge nach Wunsch ausdrucken, so dass man auch etwas in der Hand hat. Entweder man klebt es ins Trainingstagebuch oder nimmt es als «Gedächtnisstütze» zur Visualisierungshilfe für das mentale Training. – Doch ist es zu schön, wenn diese Vision eines Praktikers schon heute Realität wäre!

## Erst am Anfang

Das ganze System mit seinen Computerkameras und Digitalisierungsgeräten und Rechnereinheiten steckt(e) noch in den Kinderschuhen. Von den ersten Aufnahmen bis zu den vorliegenden Abbildungen vergingen Monate – es darf aber höchstens Minuten dauern. Es scheint, gut Ding will Weile haben. Einzig der Wille der Initianten lässt dieses System gedeihen. Aber das macht das alles auch nicht gerade billig. Wollte man die Kaderathleten wunschgemäß und feedbackwirksam damit bedienen, müssten pro Tag rund 4000 Franken bereitgestellt werden. Das ist zwar gerechtfertigt – immerhin wird erstklassiges Equipment durch mehrere Spezialisten geboten –, es wird hingegen den «Sport-Darwinismus» fördern: Tennis- und Golfspieler oder Springreiter werden dieses System nutzen können ...

Das Computersystem bietet tatsächlich eine Hilfestellung für die Bewegungsanalyse in der Praxis. Die vorliegenden Abbildungen zeigen einen optimalen Wurf von Oliver Sack. Natürlich ist nicht jeder Wurf gleich. Aber vor einem Jahr hat er es – ohne ein derartiges Feedback-System – fertiggebracht seine Technik, seine Rhythmus und sein ganzes Beschleunigungsvermögen wie aus einem Guss zu entfalten (vgl. Ab-

bildungen), und die Hämmer flogen weit. Sein inneres Gefühl harmonierte mit seinen physischen Fähigkeiten. Gleichzeitig trainierte Gunther Rodehau (ehem. DDR), Viertplazierter an den EM in Split, mit den Schweizern. Obwohl er durch eine Verletzung handicapiert war – die Auswertungen an eben diesem System zeigten dies mit aller Deutlichkeit – warf er um einiges weiter als Oliver Sack. Warum?

Das System zeigt nun lediglich, wie Rodehau weiter warf (bzw. wie er den Hammer wirkungsvoller beschleunigte – denn auch die Rhythmus ist mit diesem System erfassbar), es zeigt also bloss das Symptom, die Wirkung. Dass das «Strichmännchen» Rodehau rund 20 kg mehr Körpermasse und entsprechend mehr Kraft hinter den Hammer brachte, das muss man mit eigenen Augen gesehen haben. Und so versteht man erst, warum der Deutsche überhaupt eine derartige Technik praktizieren kann!

Genauso sind auch Werte wie «Erfahrung» oder ganz einfach «Talent» mit einem derartigen Analyse-System nicht erklärbar, höchstens erkennbar. Aber vielleicht hätte ein derartiges, unmittelbares Feedback-System rascher Wirkung gezeigt, als Oliver Sack einige Wochen später jenes harmonische Gefühl verlor und seine gesteigerte Kraft nicht mehr optimal im Bewegungs- oder Wurfablauf umsetzen konnte.

## Theorie und Praxis – Raum für Interpretationen?

Dass dieses System das exakte ist und die Initianten auf dem richtigen Weg sind die Zukunft der Bewegungsanalyse einzuleiten, soll abschliessend eine Begebenheit erläutern: In diesem Frühjahr war Yuri Bakarinov, der GUS-Nationaltrainer Würfe, zu Gast in Basel. Als er die Abbildungen der Schweizer Kaderathleten sah, zog er seine hervor – von Sedich und Abduvaliev mit Würfen über 80 m. Auch sein Team hatte technische Hürden zu überwinden.

Jedenfalls interessierten ihn mehr die Bewegungsdarstellungen als die mitgelieferten Werte (Beschleunigung, Winkel usw.), und es stellte sich heraus, dass ihn davon lediglich die beiden letzten Drehungen faszinierten, von oben und von der Seite gesehen. Zwei Spitzenathleten mit enormem Endbeschleunigungsvermögen – aber beide scheinen grundverschiedene Wege in ihrer Technik zu gehen. Für beide lieferte der Computer «einleuchtende» Daten – und dennoch verarbeiten die Trainer diese Bilder gewissermassen intuitiv, mit dem geistigen Auge immer auch noch den Athleten, seine Konstitution, seine Wesensart, seine Persönlichkeit miteinbeziehend.

Computergestützte Analysen sind exakt, objektiv und berechenbar. Sie werden in der Zukunft sicher noch oft und gerne benutzt; denn sie widerspiegeln ein «realistisches» Bild der Hergänge. Nur werden die Trainer vermutlich immer genügend Distanz wahren, um auch den Sportler als Mensch zu sehen, der sich auf ein Ziel, eine grosse Leistung vorbereitet.

Daniel L. Meili

## Räumliches Scanning

Gut ein Dutzend Sportbegeisterte, seitens der Leichtathletik ehemalige Aktive vom TV Unterstrass, TV Oerlikon und LC Zürich, haben sich zusammengetan und die Progress-Sport auf die Beine gestellt. Dies im Rahmen der Firma Progress-System SA, welche sich mit der elektronischen Erfassung dreidimensionaler Probleme zuhanden Industrie und Medizin befasst. Kernstück ist die Entwicklung eines «räumlichen Scannings», was hier genannt sei, weil dies auch Anwendung in der Sportmedizin auslösen wird.

Schon immer hat uns die Frage beschäftigt: Wo liegen die Stärken und Schwächen im individuellen Bewegungsablauf? Vor allem: Wo liegen denn die entscheidenden Unterschiede zur Konkurrenz? Von Athlet zu Athlet? Die Vergleichbarkeit wird ermöglicht durch ein System, bei dem der Sportler auf optischer und elektronischer Basis dreidimensional erfasst und digitalisiert wird.

Hammerwurfchef Daniel Meili hat bereits während der Vorbereitungszeit sein ganzes Kader erfassen lassen. In einem solchen Fall wird zuerst der Raum beim Abwurf ausgemessen, hernach jeder Wurf zwecks Ausnutzung des stereometrischen Effekts mit zwei Spezialkameras aufgenommen. Filmweise digitalisiert lassen sich nun alle räumlich-zeitlichen Daten errechnen und in gewünschter Form darstellen.

Für komplizierte Fälle sind mehrere oder vor allem schwenkbare Kameras anwendbar, letzteres kann weltweit vorläufig nur die Firma Progress: So wurden unter extremen hochalpinen Bedingungen Slalomfahrer über viele Tore hinaus exakt eingemessen, «Ideallinien» konnten so verglichen werden. Ober bei Verhaltensversuchen konnten Affen im ganzen Käfig mühelos verfolgt werden.

Sportseitig haben erst ganz wenige Tennispieler und Leichtathleten vom System profitieren können. Jedoch besteht die Absicht, eine Analyse (ein «Röntgenbild») der individuellen Technik allen Interessierten zugänglich zu machen.

Bestehen Fragen, so wendet Euch doch an: Alain Piaget, TVU/Felix Fluck, LCZ, Telefon 01 311 76 40.