
Differenzielles Training im leichtathletischen Sprint – Strukturierung von Sprintkoordinationsübungen mit Simulation und Optimierung eines Trainingsprozesses¹

Torsten Lippold*, Wolfgang I. Schöllhorn* (Projektleiter), Christiane Bohn*,
Hagen Schaper*, Jürgen Perl**, Thomas Hillebrand**

* Universität Münster,
Institut für Sportwissenschaft,

** Universität Mainz,
Institut für Informatik

1 Problem

Die immer noch aktuellen Trainingsmethoden im Techniktraining der Leichtathletik, insbesondere im leichtathletischen Sprinttraining, betonen die koordinative Komponente im Grundlagentraining und weisen einen hohen Anteil an Sprintwiederholungen im weiterführenden Training aus (Joch, 1992a; Jonath et al., 1995). Im Anschluss an den Erwerb der Sprinttechnik soll eine Leistungssteigerung vorwiegend durch Vergrößerung des quantitativen Kraftanteils der am Sprint beteiligten Muskelgruppen erreicht werden (Joch, 1992b). Während Liu (1992) bereits die komplexe wechselseitige Abhängigkeit der Nutzung eines erhöhten Kraftanteils und der Koordinationsfähigkeit gezeigt hat, führen die Entwicklungen des leichtathletischen Sprinttrainings bislang lediglich zur Veränderung des Krafttrainings (Tidow & Wiemann, 1994). Die Forderung, die „bisherige Koordinationsarbeit (Sprint-ABC) vor dem Hintergrund ihrer engen funktionellen Verknüpfung mit Bewegungstechniken kritisch zu hinterfragen“ (Vonstein & Lehmann, 1996), hat bisher weder zu erkennbaren Veränderungen noch Ergebnissen geführt.

Vor diesem Hintergrund wurden von Schöllhorn (1995, 2002) Sprint-Koordinationsübungen vorgeschlagen, die auf der Theorie des differenziellen Lernens (Schöllhorn, 1999) basieren und den Lösungsraum „leichtathletischer Sprint“ umfassender abdecken sollen als klassische Koordinationsübungen. Sie orientieren sich an allgemeinen physikalischen und muskelphysiologischen Gesichtspunkten, nach denen ein Sprintschritt in fünf Phasen untergliedert wird. Angestrebt wird damit eine deutliche Reduktion der hohen Anzahl an Übungswiederholungen, ohne dabei auf Verbesserung und Stabilisierung der Bewegungsausführung zu verzichten. Die Übungen sollen untereinander große Differenzen aufweisen,

¹ VF 0407/05/10/2001-02

um einen möglichst großen Lösungsraum aufzuspannen innerhalb dessen die optimale Lösung durch Interpolation erzielt wird. Durch vielfältige Übungskombinationen werden ständig Differenzen erzeugt, die dem Individuum laufend die Möglichkeit geben sollen sich an die situativen eigenen körperlichen Verhältnisse und Umweltbedingungen anzupassen.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Übungsformen des herkömmlichen Übungskomplexes Sprint-ABC und der Sprintkoordinationsübungen nach Schöllhorn (1995) mit Hilfe Neuronaler Netze und hierarchischer Cluster-Analyse-Verfahren strukturiert und auf der Grundlage der „Festigung von Bewegungsmustern“ und des „differenziellen Trainings“ diskutiert werden.

2 Methode

An der Untersuchung nahmen drei Athleten von Landes-Sprintkadern teil. Eine Athletin (P2, 14 ½ Jahre) und ein Athlet (P3, 16 Jahre) gehören dem Nachwuchs des D3/D4-Kaders an, die nach den klassischen Methoden des DLV (Jonath et al., 1995) trainieren, während der dritte Athlet (P1, 40 Jahre) ein ehemaliger Kaderathlet ist, der bereits mit den sprint-spezifischen Koordinationsübungen (Schöllhorn, 1995) vertraut gewesen ist.

Mit drei Hochfrequenzkameras (150Hz) sind von jedem Athleten drei Wiederholungen eines Übungslaufs der vier Sprint-ABC-Übungen, der fünf alternativen Koordinationsübungen und der Zielübung Sprint sowie zusätzlich drei Wiederholungen zum Joggen bzw. Gehen aufgezeichnet worden. Die direkte Verbindung der Kameras mit dem PC ermöglichte die Triggerung, so dass die Aufnahmen aller Kameras zum selben Zeitpunkt starten konnten. Die Bewegungsmuster des Sprints sind im Abschnitt der maximalen Geschwindigkeit erfasst worden, die ihrerseits mit Hilfe eines im Abstand von 10 m aufgestellten Lichtschrankenpaares ermittelt wurde.

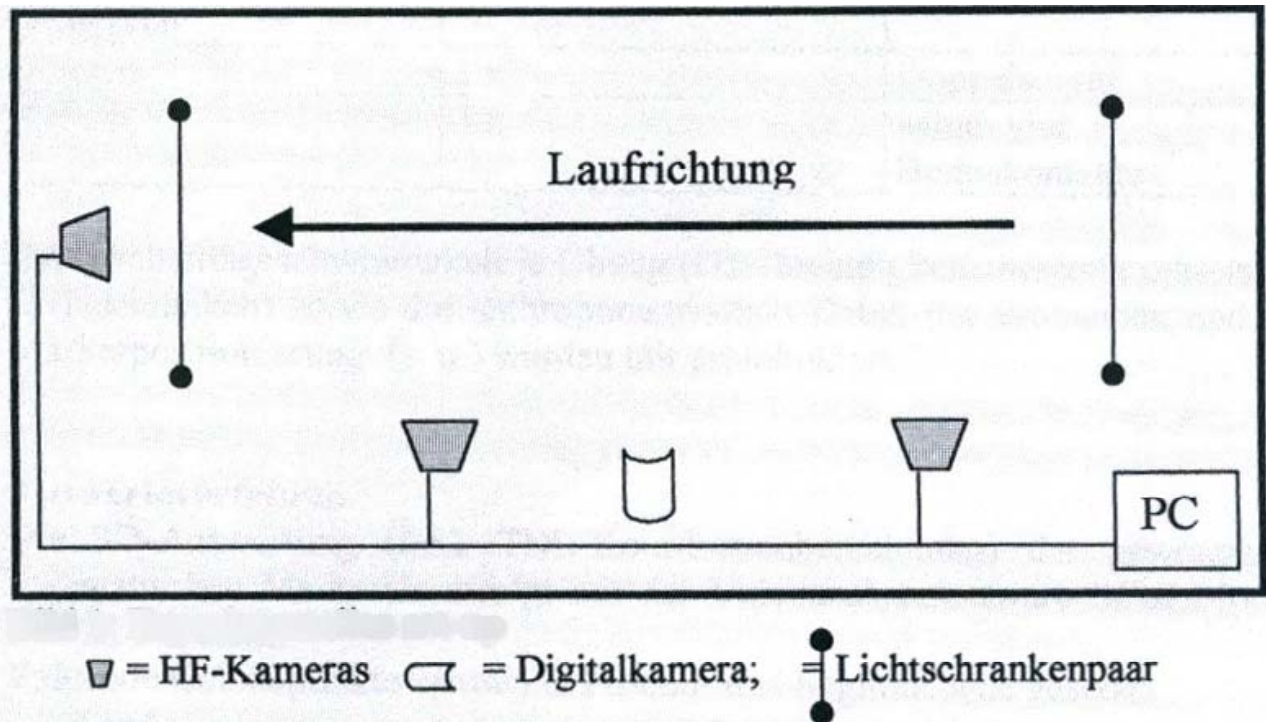


Abb. 1: Versuchsdesign (Schöllhorn, Perl & Nicol, 2000, 4)

Mittels SIMI-Motion Software wurden Winkel- und Winkelgeschwindigkeitszeitverläufe des Sprung-, Knie-, Ellenbogen- und Schultergelenks sowie der Hüfte auf beiden Körperseiten über die Dauer eines Doppelschritts ermittelt und der sprintspezifischen Phasenteilung unterzogen. Nach Zeit- und Amplitudennormierung wurden Distanzmatrizen bestimmt, die jeden mit jedem Versuch auf Ähnlichkeit verglichen. Die Distanzmatrizen wurden zum einen mit Hilfe einer hierarchischen Clusteranalyse analysiert, zum anderen mittels eines neuronalen Netzes (SOM) auf intra- und interindividuelle strukturelle Ähnlichkeiten der Übungen hin untersucht. Die Überprüfung der strukturellen Übereinstimmungen der Sprint-ABC-Übungen bzw. der Koordinationsübungen mit der Zielübung Sprint, dem Gehen und Joggen erfolgte anhand der gemessenen Merkmale Winkel bzw. Winkelgeschwindigkeit. Neben der Merkmalspartitionierung nach Winkel und Winkelgeschwindigkeitsmerkmalen wurde anatomisch nach Gelenken der oberen Extremitäten, der unteren Extremitäten und nach dem gesamten Körper partitioniert.

3 Ergebnisse

Unter Berücksichtigung sämtlicher Athleten und Merkmale sowie sämtlicher Schritte mit dem linken und rechten Bein ergab sich eine tendenziell individuenbezogene Clusterung. Dabei wurden weniger sämtliche Versuche und Übungen einer Person zusammengruppiert, als vielmehr für jeden Probanden ausgewählte Übungen. Fast einheitlich wurden die Versuche einer Übung pro Bein zusammengruppiert, wobei die Übungen desselben Probanden

mit dem linken und rechten Bein relativ häufig unterschiedlichen Gruppen zugeordnet wurden. Bezüglich der Übungen wurden bei allen Probanden die klassischen ABC-Übungen „Fußgelenksarbeit“ und „Skippings“ personenspezifisch gruppiert und in einem eigenen Cluster zusammengefasst. Die restlichen Übungen wurden in dem zweiten Cluster mit größeren Abständen zueinander und personenunspezifisch gruppiert. In einem dritten letzten Cluster wurden sämtliche Maximalsprints von allen Probanden zusammengefasst. Werden ausschließlich Winkelmerkmale berücksichtigt, kam es zu einer disjunkten Trennung sämtlicher Übungsausführungen von zwei Probanden. Bei ausschließlicher Betrachtung der Winkelgeschwindigkeitsmerkmale wurden die Maximalsprints und die abwärtsgerichtete Stampfbewegung (STM) der alternativen Koordinationsübungen separat gruppiert. Die Partitionierung sowohl nach oberen als auch unteren Extremitäten führte zu einer stärkeren Vermischung von Probanden und Übungen, im Falle der oberen Extremitäten jedoch zu einer stärkeren Trennung von linker und rechter Seite.

Die clusteranalytische Betrachtung, getrennt nach Probanden und Trainingsansätzen, lieferte im Falle der klassischen ABC-Übungen zusammen mit dem Maximalsprint eine klare Trennung der Übungen von dem Maximalsprint (Abbildung 1a), wohingegen im Falle der alternativen Koordinationsübungen der Maximalsprint Clustern von ausgewählten Übungen zugeordnet wurde (Abbildung 1b). Die relative Ähnlichkeit der Übungsausführungen zueinander über die Probanden hinweg ist nur in Bezug auf die Ansätze einheitlich, in Bezug auf die spezifischen Koordinationsübungen jedoch individuenspezifisch.

Im Wesentlichen werden die Ergebnisse durch die Neuronale Netzanalyse bestätigt. Eine detaillierte Analyse war aufgrund zu geringen Datenumfangs nicht möglich. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die Neuronale Netzanalyse neben der Strukturierung von Koordinationsübungen die Möglichkeit einer automatischen Identifizierung von Ausreißerversuchen bietet.

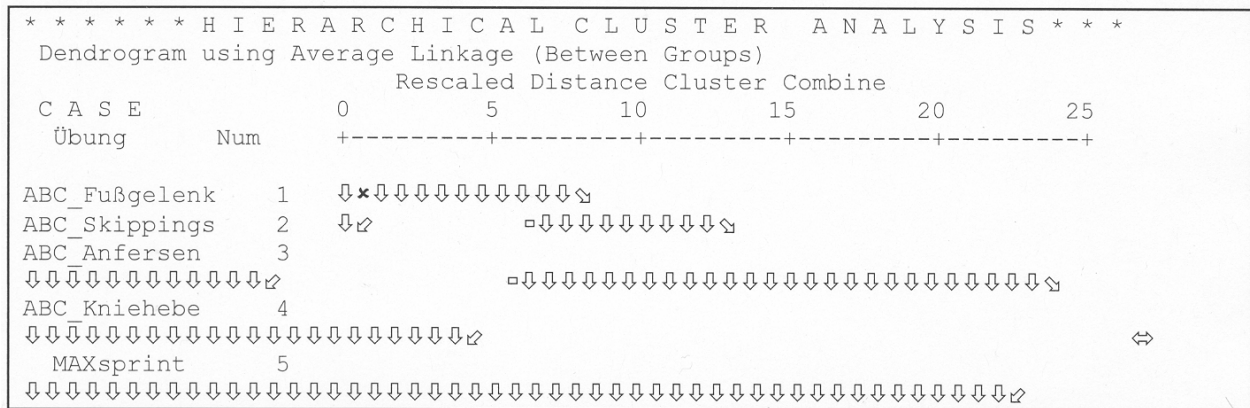


Abb. 1a: Exemplarisches Dendrogramm zur Klassifizierung bzgl. der gemittelten Differenzen zwischen den klassischen Lauf-ABC-Übungen (nach Jonath et al., 1995) und dem Maximalsprint von Proband 1

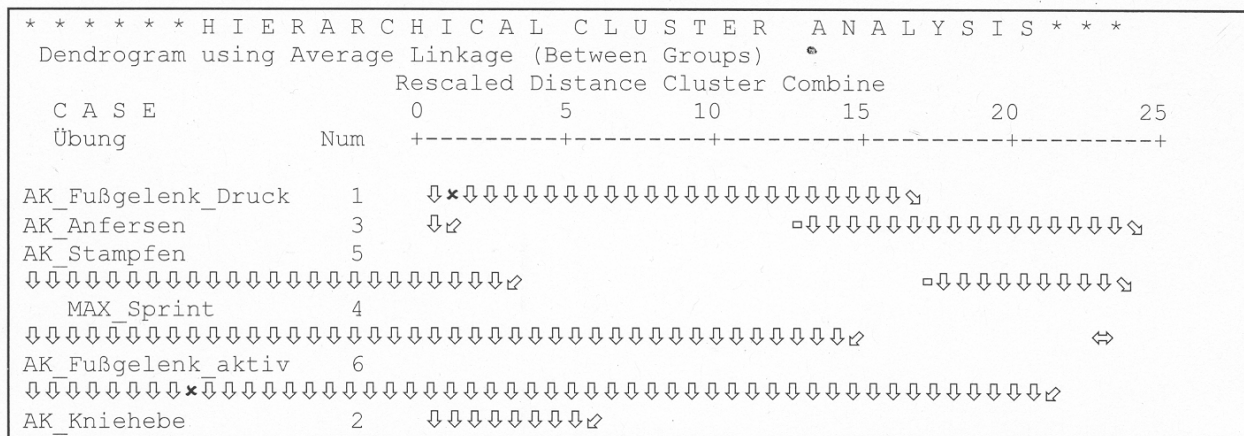


Abb. 1b: Exemplarisches Dendrogramm zur Klassifizierung bzgl. der gemittelten Differenzen zwischen den alternativen Koordinationsübungen (AK) (nach Schöllhorn, 1995) und dem Maximalsprint von Proband 1

4 Diskussion

Insgesamt stellen die Ergebnisse die Effektivität der klassischen ABC-Übungen auf der Grundlage der programmtheoretischen Annahmen in Frage, aufgrund der mangelnden strukturellen Übereinstimmung mit der Zielübung „Maximalsprint“. Typische Erscheinungsformen programmorientiert betrachteter Bewegungssteuerung lassen sich nicht erkennen, wohingegen die Thesen des systemdynamischen Ansatzes nicht widerlegt werden. Die alternativen Koordinationsübungen weisen – unabhängig von den Probanden – gegenüber den klassischen ABC-Übungen sowohl mehr Ähnlichkeit zur Zielübung Maximalsprint auf, als auch größere Differenzen zwischen den Koordinationsübungen. Damit wird die Erwartung bestätigt, dass die alternativen Koordinationsübungen aus einer geringeren Entfernung zur Zielübung heraus einen größeren Bereich des möglichen Lösungsraums abdecken. In Verbindung mit den unvermeidbaren Fluktuationen der einzelnen Übungen wird damit die Wahrscheinlichkeit deutlich erhöht, dass dem Athlet bzw. der Athletin die situativ optimale Bewegungsausführung während eines Maximalsprints gelingt. Auch die Ergebnisse der Analyse des neuronalen Netzes tendieren in diese Richtung, bedürfen aber umfangreicherer Datenmengen, um sie zu erhärten.

Unter diesen Voraussetzungen ist die Effektivität methodischer Übungsreihen beim Sprint, die den Weg der graduellen Annäherung von Bewegungshandlungen an ein vorher festgelegtes Bewegungsziel beschreiben, in Frage zu stellen. Erste empirische Hinweise auf die größere Effizienz (Schöllhorn et al., 2001) alternativer Sprintkoordinationsübungen und die bisher nicht widerlegten Thesen des systemdynamischen Ansatzes ebnen den Weg einer kritischen Auseinandersetzung mit den theoretischen Grundlagen der Lern- und Bewegungstheorien, die die Voraussetzungen für die Entwicklung methodischer Konzepte bilden. Möglicherweise bietet dies einen Weg, um den seit Jahren stagnierenden Leistungen im Bereich des Sprints der deutschen Leichtathleten entgegenzuwirken. Potentiell liefern die hier angewandten Methoden und Ansätze eine große Chance, Widersprüche zwischen traditionellen Theorien und der Praxis zu überdenken und mit effizienteren Konsequenzen in der Anwendung zu reduzieren.

5 Literatur

- Joch, W. (1992b). *Rahmentrainingsplan Grundprinzipien*. Aachen.
- Joch, W. (Hrsg.) (1992a). *Rahmentrainingsplan für das Aufbautraining Sprint*. Aachen.
- Jonath, U., Krempel, R., Haag, E. & Müller, H. (1995). *Leichtathletik I*. Reinbek.
- Liu, Y. (1992). *Kinematik, Dynamik und Simulation des leichtathletischen Sprints*. Frankfurt am Main.
- Schöllhorn, W.I. (1995). *Schnelligkeitstraining*. Hamburg.
- Schöllhorn, W.I. (1999). Individualität – ein vernachlässigter Parameter? *Leistungssport*, 29 (2), 5-11.
- Schöllhorn, W.I., Röber, F., Jaitner, T., Hellstern, W. & Käubler, W. (2001). Discrete and Continuous effects of traditional and differential training in sprint running. In J. Messter, G. King, H. Strüder, E. Tsolakidis, & A. Osterburg (Eds.), *Perspectives and Profiles 6th European College on Sports Science Congress* (S. 331). Köln.
- Tidow, W. & Wiemann, K. (1994). Zur Optimierung des Sprintlaufs – leistungsdiagnostische Aspekte und trainingspraktische Folgerungen. *Leistungssport*, 24 (6), 11–16.
- Vonstein, W. & Lehmann, F. (1996). Schnell sprinten – aber wie? *Leichtathletik*, 35 (16, Beil.: Die Lehre der Leichtathletik 12/96), 27–33.

