JONS BAUER/WOLFGANG SCHÖLLHORN/TIMO KOLLER/LUIS MENDOZA

Partitionierung großmotorischer Bewegungsmuster

1 Einleitung

"Auf die Veränderung jeder winzigen Einzelheit antwortet die Bewegung als Ganzes, wobei ganz deutliche Veränderungen in solchen Teilen auftreten, die von dem primär veränderten Detail manchmal sowohl räumlich als auch zeitlich weit entfernt sind" (BERNSTEIN 1988, 72).

Folgendes Beispiel veranschaulicht diese Aussage BERNSTEINS: Vergleicht man den Sprungwurf eines Basketballspielers, der durch eine Sprunggelenkverletzung gehandicapt ist, mit dessen in unverletztem Zustand ausgeführten Sprungwürfen, so sind für den geübten Beobachter häufig deutliche Veränderungen in der Bewegungsausführung des Wurfarmes zu erkennen, z.B. im Bewegungsrhythmus oder in der Bewegung des Handgelenks. Es treten also deutliche Veränderungen in solchen Bewegungsteilen auf, die von dem primär veränderten Detail räumlich und zeitlich weit entfernt sind.

Primär methodologisch bedingt weist diese qualitaitve Beschreibung von Bewegungskoordination BERNSTEINS im Bereich der Bewegungsforschung Defizite in ihrer quantitativen Erfassung auf.

2 Problemhinführung

Aufgrund der mechanischen Freiheitsgrade des menschlichen Bewegungsapparates ist eine Bewegungsbeschreibung mittels zeitdiskreter Merkmale häufig mit einem Informationsverlust über den genauen Bewegungsverlauf verbunden, wodurch eine Modellierung meist auf einfachstrukturierte Bewegungsqualitäten beschränkt ist. Die Modellierung einer Bewegung auf der Basis zeitkontinuierlicher Merkmale bietet dagegen die Möglichkeit, Modelle komplexstrukturierter Bewegungsqualitäten zu erstellen. Bei den komplexstrukturierten Bewegungsqualitäten wird zwischen Bewegungsklassen (Gehen, Laufen, Springen, Werfen etc.), Bewegungsmodi (z.B. schleichendes, federndes, etc. Gehen oder Laufen etc.) und Bewegungsstilen (individuelle Ausprägungen der Bewegungsklassen und -modi) unterschieden.

In der Vergangenheit wurden für den quantitativen Vergleich von komplexen Bewegungsmustern zumeist unterschiedliche Bewegungs*stile* analysiert (z.B. SCHÖLL-HORN 1995). Um strukturelle Ähnlichkeiten zweier großmotorischer ballistischer Bewegungs*modi* darzustellen, werden hier die Bewegungsmuster der Dreh- und Angleittechnik im Kugelstoßen auf der Grundlage zeitkontinuierlicher Bewegungsmerkmale untersucht. Aufgrund der Nichtlinearität und der Dynamik des Systems 'Mensch' bei großmotorischen komplexen Alltags- und Sportbewegungen reicht eine

monokausale Betrachtungsweise einer Bewegung in den wenigsten Fällen aus. Im Sinne eines wissenschaftlich ganzheitlichen Denkens (Betrachtung der Beweg-ung als Ganzes) müssen bei komplexen Bewegungsformen die Abstimmung von Merkmalskombinationen und die zeitliche Wechselwirkung in Einzelelementen der Bewegungsausführung mit Folgen auf die Gesamtbewegung berücksichtigt werden. Vergleicht man z.B. zwei Gelenkwinkelverläufe (Abb. 1) jeweils eines Dreh- und Angleitstoßversuches, so könnte man aufgrund der Ähnlichkeiten dieser beiden

Winkelverläufe annehmen, daß es sich um ähnliche Stöße aus dem gleichen Be-

wegungsmodus (unterschiedliche Bewegungsstile) handelt.

Abb. 1: Winkelverläufe des rechten Hüft- und Schultergelenks jeweils eines Dreh- und eines Angleitstoßversuches (– : Drehstoßversuch, Weite: 18,17 m; --- : Angleitstoßversuch, Weite: 19,06 m)

Betrachten wir beide Kugelstoßbewegungen als Ganzes (Abb. 2), d.h. mehrere Gelenkwinkelverläufe dieser beiden Stoßversuche, so sind doch strukturelle Unterschiede zwischen einzelnen Gelenkwinkelverläufen beider Kugelstoßtechniken zu erkennen, wie z.B. an den Winkelverläufen des linken Kniegelenks und des linken Hüftgelenks sowie am Verwringungswinkel zwischen Hüft- und Schulterachse. Das bedeutet, aufgrund unserer eingeschränkten Wahrnehmungsfähigkeit sollten bei der Analyse komplexer Bewegungen möglichst viele bzw. die wesentlichen Bewegungsmerkmale sowie ihre Verläufe berücksichtigt werden.

3 Untersuchungsmethodik

Die Datenbeschaffung erfolgt anhand einer dreidimensionalen Meßdatenerfassung von 11 Dreh- und 5 Angleitstoßversuchen mittels Hochfrequenzfilmaufnahmen (150-200 Hz) mit anschließender Bestimmung der räumlichen Gelenkpunktkoordinaten (20-Punkte-Digitalisierung). Es folgen 3D-Filmanalyse, Filterung mit Butterworthfilter (10 Hz) und die Anwendung der Methode der finiten Differenzen. Die Datenerhebung beschränkt sich auf die einstützige Übergangsphase und den Abstoßabschnitt. Sämtliche Kugelstoßversuche werden von derselben Athletin (internationale Spitzenklasse) ausgeführt. Mit Hilfe der gewonnenen Daten erfolgt nach einem von SCHÖLLHORN (1995) vorgenommenen Ansatz die Bestimmung von gelenkbezogenen Winkel-, Winkelgeschwindigkeits- sowie KSP-bezogenen Drehimpulsmerkmalen. Anschließend

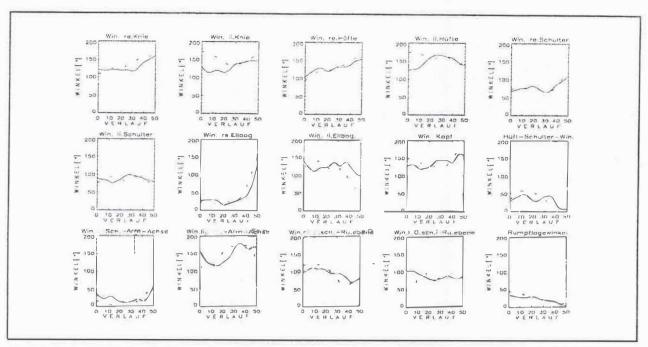


Abb. 2: Gelenkwinkelverläufe jeweils eines Dreh- und eines Angleitstoßversuches (-: Drehstoßversuch, Weite: 18,17 m; ---: Angleitstoßversuch, Weite: 19,06 m)

werden sämtliche Merkmals-Zeit-Verläufe zeitnormiert und mit 5 orthogonalen Referenzfunktionen (Taylor-Polynome) korreliert. In Übereinstimmung mit der Strategie einer allgemeinen Mustererkennung werden sämtliche analysierten Kugelstoßbewegungen, d.h. die einzelnen Merkmals-Zeit-Verläufe, mit einer Referenzbewegung verglichen. Die Referenzbewegung wird durch den Stoßversuch (V15) mit der größten Stoßweite repräsentiert, bei dem es sich um einen Angleitstoß handelt.

Um auch einzelne Merkmalsgruppen auf strukturelle Ähnlichkeiten zu untersuchen, werden die großmotorischen Bewegungsmuster auf der Basis neurophysiologischer Korrelate nach somatotopischen und zeitlichen Kriterien partitioniert.

Die somtotopische Partitionierung erfolgt anhand dreier verschiedener Körperbauteilmodelle: a) Oberkörper – Unterkörper, b) rechte Körperseite – linke Körperseite, c) Beine – Rumpf + Kopf – Arme. Die zeitliche Partitionierung erfolgt anhand der Kugelstoßphasen: d) einstützige Übergangsphase – Abstoßabschnitt.

4 Ergebnisse

Die 11 Dreh- und 5 Angleitstoßversuche werden gemeinsam in einer Zeitreihe dargestellt, die der zeitlichen Reihenfolge der ausgeführten Stoßversuche entspricht (Abb. 3). Die Legende der Zeitachse ist so definiert, daß das Intervall [0,10] den Drehstößen und das Intervall [11,15] den Angleitstößen entspricht, wobei der Längsstrich jeweils den letzten Drehstoßversuch markiert. Das Ähnlichkeitsmaß bewegt sich im Intervall [-1,1], wobei zwei Verläufe beim Wert +1 als identisch, beim Wert 0 als unähnlich und beim Wert -1 als komplementär gelten. In Abb. 3 sind die Verlaufscharakteristiken der gelenkbezogenen Winkelmerkmale im Vergleich zur Referenzbewegung dargestellt.

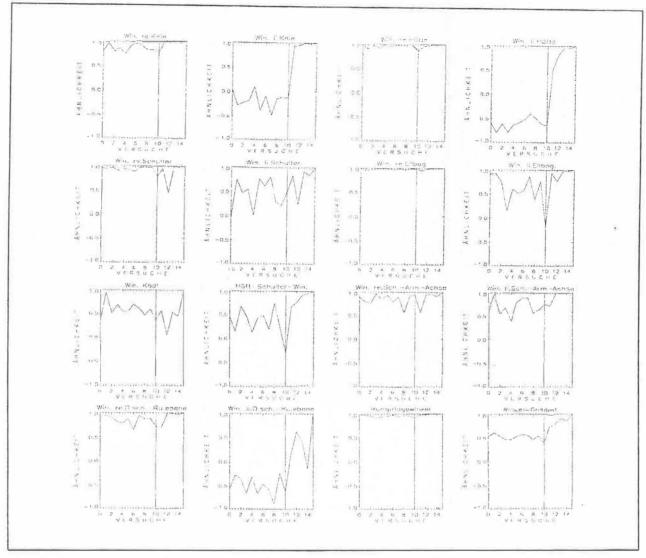


Abb. 3: Ähnlichkeiten der Gelenkwinkel-Verläufe (Win.) im Vergleich zum Referenzversuch

Wie aus der Abb. 3 ersichtlich, weisen einige Gelenkwinkelverläufe einen technikspezifischen Unterschied zwischen Dreh- und Angleitstößen auf, z.B. die Winkel-verläufe des linken Knie- und Hüftgelenks und die Verwringung zwischen Hüftund Schulterachse. Andere Gelenkwinkel zeigen hingegen stoßtechnikunabhängig ähnliche Verläufe, z.B. rechtes Knie- und Hüftgelenk und die Rumpflage.

In Abb. 4 sind die somatotopischen Verlaufsmerkmale dargestellt. Die Legenden der Achsen entsprechen denen der Abb. 3. Aus der Abbildung ist zu erkennen, daß die Athletin im Oberkörper größere Verlaufsähnlichkeiten zwischen beiden Kugelstoßtechniken aufweist als im Unterkörper. Gleiches gilt für die Verlaufsähnlichkeiten der rechten Körperseite gegenüber der linken sowie für die Verlaufsähnlichkeiten der Arme gegenüber den Beinen.

Abb. 5 zeigt die zeitlich partitionierten Verlaufsmerkmale. Die Legenden der Achsen entsprechen denen der Abb. 3 und 4. Aus ihr ist ersichtlich, daß in der einstützigen Übergangsphase (einst. Ph.) deutlichere technikspezifische Unterschiede zwischen den Dreh- und Angleitstoßversuchen auftreten als im Abstoßabschnitt (zweist. Ph.).

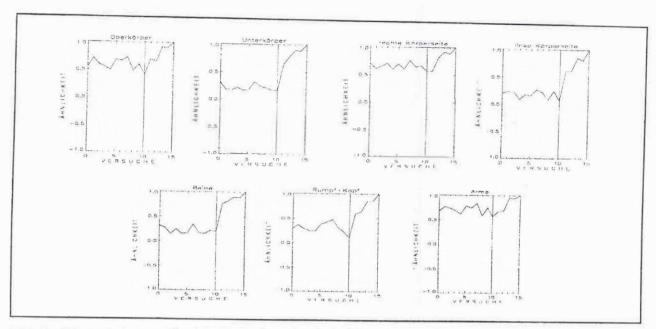


Abb. 4: Somatotopisch partitionierte Verlaufsmerkmale im Vergleich zum Referenzversuch

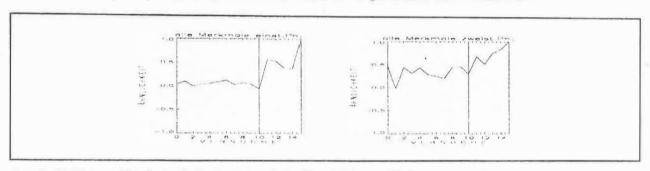


Abb. 5: Zeitlich partitionierte Verlaufsmerkmale im Vergleich zum Referenzversuch

5 Ausblick

Aus forschungsmethodischer Sicht ist in einem zukünftigen Untersuchungsschritt eine Partitionierung nach zeitlichen und somatotopischen Kriterien gleichzeitig durchzuführen. Praxisbezogen ermöglicht die Anwendung dieser Analysemethode vermehrt die Untersuchung komplexer Bewegungsformen unterschiedlicher Bewegungsklassen sowie die Erkundung struktureller Ähnlichkeiten bei großmotorischen komplexen Sportbewegungen im Hinblick auf sportartenübergreifenden Lerntransfer (z.B. Vergleich zwischen der Vorhand im Tennis und der Diskuswurfbewegung).

Literatur

BAUER, J.: Partitionierung großmotorischer Zustands- und Bewegungsmuster am Beispiel der Drehund Angleittechnik im Kugelstoßen. (Unveröff. Examensarbeit). Frankfurt/Main 1996

BERNSTEIN, N.A.: Bewegungsphysiologie. Leipzig1988

KELSO, J.A.S.: Dynamic Patterns. Cambridge 1995

SCHÖLLHORN, W.I.: Systemdynamische Betrachtung komplexer Bewegungsmuster im Lernprozeß. (Habilitationsschrift). Köln 1995

Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft Band 87



Hirtz/Nüske (Hrsg.)

Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet

2. Bernstein-Konferenz und 2. gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 25.-27.9.1996 in Zinnowitz

