

---

## **Entwicklung eines Messplatzes zur Technikdiagnostik im Volleyball** (AZ 070802/08)

Claas H. Kuhlmann<sup>1</sup> (Projektleiter), Falk Zaumseil<sup>2</sup>, Karen Roemer<sup>3</sup>  
& Thomas L. Milani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Technische Universität Dortmund, Leibniz-Institut für Arbeitsforschung  
(früher: Technische Universität Chemnitz, Institut für Sportwissenschaft)

<sup>2</sup> Technische Universität Chemnitz, Institut für Sportwissenschaft

<sup>3</sup> Michigan Technological University, USA, Department of Kinesiology and  
Integrative Physiology  
(früher: Technische Universität Chemnitz, Institut für Sportwissenschaft)

### **Problem**

Der Angriff im Volleyball stellt innerhalb der Verteilung der Punktelemente das mit Abstand punkträchtigste Spielelement dar und liegt bei den Medaillengewinnern der zurückliegenden WM 2006 bei den Herren zwischen 59 % und 65 %. Gegenüber der WM 2002 ist der Anteil nach einem Rückgang der Eigenfehlerquote um 3 % weiter angestiegen.

Der durchschnittliche Punktanteil der Elemente Block (10 %) und Aufschlag (4 %) ist deutlich geringer als der durchschnittliche Punktanteil des Angriffs und des Anteils „Fehler Gegner“ (25 %). Eine Analyse der Angriffsverteilung am Netz hebt die Bedeutung der Angriffsposition 4 hervor, auf welcher der Hauptanteil aller Angriffe abgeschlossen wird. Im Seniorenbereich liegt er bei ca. 30-40 %. Brasilien spielte im Jahr 2006 als Weltmeister 35 % aller Angriffe über diese Position. Im Nachwuchsbereich kann der Anteil bis zu 50 % betragen. Die iranische Mannschaft als Jugendweltmeister 2007 vollzog 43 % aller Angriffe auf Position 4. Aus trainingsmethodischer Sicht sind daher alle Angriffe auf Position 4 bei ausgewählten Passarten von besonderem Interesse (Kuhlmann et al., 2008).

Wie vorangegangene interne Untersuchungen zeigten, ist die Bewegungsanalyse der Wettkampfbewegung mit sehr hohem Aufwand verbunden. Hierbei handelt es sich um personellen und zeitlichen Aufwand, da das Digitalisieren und das anschließende Auswerten der Daten nur manuell erfolgen kann. Aus diesem Grund ist der Zeitraum von der Aufnahme zur Technikanalyse bis zur Weitergabe der Ergebnisse an die verantwortlichen Trainer bzw. Trainerinnen sehr lang. Für die Praxis ist dieser Zeitaufwand nicht hinnehmbar. Es muss daher nach Alternativen gesucht werden, mit denen der Zeitaufwand reduziert werden kann. Dies ist bei Laboruntersuchungen der Fall. Hier kann auf Messsysteme zurückgegriffen werden, die von sich aus leichter auszuwerten sind, und es können bestimmte Auswertevorgänge mit Hilfe von zu entwickelnden Auswerteroutinen automatisiert werden. Dies lässt den Schluss zu, dass Zeit- und Personalaufwand deutlich reduziert werden könnten.

Wagner und Krug (1998) postulierten bereits vor über 10 Jahren, dass computer-gestütztes Training mit modernen Messplätzen in fast allen Sportarten zu einem unverzichtbaren Trainingsmittel werden. Sie begründen dies mit dem Vorteil, dass computergestützte Messplätze gegenüber traditionellem Videoeinsatz den Vorteil des gezielten individuellen Feedbacks ermöglichen.

Entsprechend ist es das Ziel der vorliegenden Projektarbeit, einen Messplatz zu entwickeln, der in relativ kurzer Zeit eine Rückmeldung über die technische Ausführung des Angriffsschlags im Volleyball ermöglicht. Hierdurch erhalten die verantwortlichen Trainer bzw. Trainerinnen die Möglichkeit, gezielt die Bewegungsausführung ihrer Sportler und Sportlerinnen zu schulen und die technischen Defizite zu verbessern. Mit Hilfe des Messplatzes soll es ermöglicht werden, technische Parameter zu erkennen und darzustellen, die mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar sind, die aber trotzdem hohe Relevanz für eine erfolgreiche Bewegungsausführung haben.

## **Methode**

In verschiedenen Aufnahmesets wurden bis zu zehn digitale High-Speed Kameras (3 x Basler (Typ A602fc-2), 1 x Vosskühler (Typ HCC-1000) bzw. 8 x Basler, 2 x Vosskühler) jeweils mit einer Aufnahme Frequenz von 100 Hz verwendet, die rund um das Spielfeld während verschiedener Spiele in der Europaliga positioniert waren. Das genaue Wettkampfsetup ist u. a. bei Kuhlmann et al. (2008) beschrieben. Die Kameras wurden mit 16 Markern mit bekannten 3D-Koordinaten kalibriert. Es wurde eine Systemgenauigkeit von  $9.9 \pm 7.7$  mm (x-Richtung);  $4.7 \pm 1.4$  mm (y-Richtung);  $8.3 \pm 4.4$  mm (z-Richtung) ermittelt. In einem Laborversuch wurde die Genauigkeit der Winkelberechnung von SIMI Motion überprüft. Ein konstruierter Winkel von exakt  $90^\circ$  wurde von der Bewegungsanalysesoftware SIMI Motion über einen definierten Zeitraum berechnet und mit den realen Werten verglichen. SIMI gab für diesen Winkel bei einer Bildfrequenz von 100 Hz  $89,44 \pm 0,19^\circ$  an. Durch die Wettkampfanalyse konnte ein aktuelles Bild der Technik im internationalen Spitzenvolleyball ermittelt werden, da die Angriffstechnik der Außenangreifer von 4 verschiedenen Nationalmannschaften analysiert wurde.

Anschließend an die Wettkampfanalyse wurde ein Laborsetup erstellt, welches die in der Wettkampfuntersuchung bestimmten leistungsrelevanten Parameter (siehe hierzu u. a.: Roemer, Kuhlmann & Milani, 2008; Kuhlmann, Roemer & Milani, 2009) erfassen und darstellen kann.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Als Ergebnis dieses Projektes sollte ein Messplatz vorliegen, der leistungsrelevante Parameter, die vorab bestimmt worden waren, erheben und darstellen kann. Wichtig war der Praxisbezug, also eine schnelle Rückmeldung. Bisher benötigten 3D-Analysen für den Angriffsschlag durch den hohen Aufwand der manuellen Digitalisierung der Bewegung sehr viel Zeit. Dies stand in keinem Verhältnis zum Nutzen. Mit Hilfe des Messplatzes sollte sowohl eine Möglichkeit geschaffen werden, Parameter zu erkennen als auch ein zeitnahes Feedback zu gewährleisten.

Hierzu wurde ein 12-Kamera-Viconsetup (MX3) gewählt. Das System wurde mit der Software NEXUS verwendet. Für die Software gab es im Verlauf des Projektes immer wieder Updates, so dass in diesem Rahmen keine bestimmte Version benannt werden soll. Das Labor wurde mit einem 44 mm dicken mobilen Schwingboden (Fa. Speed-Lock) ausgelegt. Unter dem Schwingboden befand sich eine entkoppelte Kraftmessplatte (Kistler, 60 x 90 cm). Der die Kraftmessplatte bedeckende Teil des Schwingbodens war ebenfalls entkoppelt. Im Labor wurde ein Volleyballnetz genutzt, welches in allen Belangen (Fadenstärke, Maschengröße, Abmaß, Netzantennen, etc.) dem Reglement der FIBA entsprach. Die Netzbreite wurde an die Laborbedingungen angepasst. Für die Tests wurde der offizielle FIVB Spielball verwendet (Mikasa, MVP200 color). Dieser hatte einen Umfang von 66 cm und ein Gewicht von 273 Gramm. Damit entsprach der Ball den offiziellen Wettkampfbestimmungen. Der Balldruck wurde im Rahmen der Messungen kontrolliert und konstant gehalten, um mögliche Einflüsse des Sportgerätes auf die Bewegung zu minimieren. Der Ball wurde mit mehreren selbstklebenden, quadratischen Reflektorfolien versehen, die als Markersatz dienten. Diese Reflektoren wurden durch VICON erkannt. Somit war gewährleistet, dass die Ballkinematik durch VICON aufgenommen werden und ggf. ausgewertet werden konnte. Die Versuchspersonen wurden mit 39 reflektierenden Markern nach dem „Plug-In-Gait-Modell“ (VICON) versehen. Um die zuvor bestimmten Parameter zu erfassen und auswerten zu können, waren folgende Datensätze notwendig:

- Markerposition → Datensatz enthält x-y-z Koordinaten aller 39 Marker + zusätzlich die Marker des Balls,
- Körperschwerpunkt (KSP) → Datensatz enthält die x-y-z Koordinaten des Körperschwerpunkts (der KSP wurde durch VICON aufgrund des Plug-in Gait Models errechnet),
- Winkeldaten → Datensatz enthält die x-y-z Winkeldaten von den Gelenken (Sprunggelenk, Kniegelenk, Hüftgelenk, Ellbogengelenk, Handgelenk),
- Kraftmessplatte → Datensatz enthält die Kraftdaten der Bodenreaktionskraft in x-y-z Richtung.

Um diese Datensätze zu exportieren und weiter verarbeiten zu können, wurde ein Script zur Automatisierung entwickelt. Mit Hilfe dieses Scripts wurden die aus Nexus exportierten Daten in die MATLAB-ähnliche Entwickleroberfläche „R-Project“ eingelesen. Auch hier wurde ein Script entwickelt, um die Parameter automatisiert berechnen und auswerten zu können.

Mit Hilfe des Messplatzes können die Ergebnisse der Technikdiagnostik nun bereits nach ca. einem Tag vorliegen. Bisher war eine Ergebnispräsentation aufgrund des hohen Aufwandes mit SIMI-Motion erst nach mehreren Wochen möglich. Entsprechend kann nun diese Technikdiagnostik in das laufende Techniktraining im Nachwuchssport eingebunden werden.

## Literatur

- Kuhlmann, C. H., Roemer, K. & Milani, T. L. (2009). Elite outside hitters in volleyball do not meet their individual possible maximum impact height in high spike jumps. *Proceedings of the XXVII Conference of the International Society of Biomechanics in Sports (ISBS)*, 2009, Limerick, Ireland.
- Roemer, K., Kuhlmann, C. H. & Milani, T. L. (2008). Investigation of Shoulder Kinematics in Volleyball Spikes. *Proceedings of the XXVI Conference of the International Society of Biomechanics in Sports (ISBS)*, 2008, Seoul, Korea.
- Wagner, K. & Krug, J. (1998). Meßplätze und computergestütztes Training – Stand und Entwicklungsanspruch. In J. Mester & J. Perl (Hrsg.), *Informatik und Sport*. Köln: Sport und Buch Strauß.