

---

# Identifikation von mannschaftstaktischem Verhalten in den Sportsportarten<sup>1</sup>

Jörg M. Jäger, Wolfgang I. Schöllhorn (Projektleiter)

Universität Münster  
Institut für Sportwissenschaft

## 1 Problem

Bislang dominierten funktionsanalytische spielerorientierte Ansätze die Analyse von Mannschaftsspielen, wobei sich das Vorgehen dem noch ungelösten Problem des Zeit- und Raumstellenwertes von Spielsituationen annähert, ohne die Rauminformationen aller Spieler in gleichzeitiger Abhängigkeit von der Zeit zu berücksichtigen. Dabei wurde primär der Beitrag einzelner Spieler isoliert eingeschätzt (Bracht & Czwalina, 1984) oder die Abfolge von ausgewählten Spielzuständen analysiert (Lames, 1991). Vernachlässigt sind oftmals quantitative Analysen, die wechselseitige Interaktionen der Spieler während einzelner taktischer Maßnahmen in Raum und Zeit zum Untersuchungsgegenstand haben. Einige Forschungsarbeiten weisen auf die Möglichkeit einer Mannschaftsidentifikation aufgrund des Bewegungsverhaltens einer Spielergruppe im Rahmen eines taktischen Spielzuges hin, die bei Betrachtung einzelner Spieler nicht zu erkennen ist (Westphal & Schöllhorn, 2001; 2002). Analog dem gestaltpsychologischen Ansatz „das Ganze ist etwas anderes als die Summe der Teile“ scheinen Interaktionen zwischen den Spielern abzulaufen, die mittels komplexer Mustererkennungsverfahren zu quantifizieren sind. Bei paralleler Analyse von Raum und Zeit werden dabei Abhängigkeiten der Mannschaftserkennung von den Laufwegen (zeitkontinuierlich) und den Verteidigungspositionen (zeitdiskret) analysiert. Ziele der vorliegenden Untersuchung sind u.a. die Identifikation und Klassifikation komplexer Interaktionsmuster im Volleyball.

## 2 Methode

*Datenerhebung:* Die Mustererkennungsverfahren zur Identifikation von mannschaftsspezifischen Verhalten werden in Spielbegegnungen eingesetzt, die auf internationalem Niveau stattfinden. Dazu wurden die Frauen-Nationalmannschaften von Bulgarien (Bul), Tschechien (Cze), Deutschland (Ger), Italien (Ita), Japan (Jpn) und Mexiko (Mex) während der Vorrundenspiele der Frauen Volleyball Weltmeisterschaft in der Halle Münsterland (Münster) mit vier digitalen Videokameras (drei JVC GR-DVL 9800/9700, eine PANASONIC NV-DX 100) aufgezeichnet, wobei die Bewegungen der Spielerinnen auf

---

<sup>1</sup> VF 0407/06/17/2002-2003

jeder Spielfeldhälfte aus zwei Perspektiven aufgenommen wurden. Die Kameras standen in einem Winkel von ca. 90° zum dem jeweiligen Spielfeld, ermöglichten eine Aufzeichnung von 25 Vollbildern pro Sekunde (progressiv scan) und eine Shuttereinstellung von 1/250 s. Insgesamt dienten 15 Spielbegegnungen als Datenbasis (jede mögliche Spielpaarung der sechs Mannschaften, vgl. Tab. 1), wodurch auf über 20 Std. Volleyball im Hochleistungsbereich zugegriffen werden konnte.

Tab. 1: Spielpaarungen und Ergebnisse aus den Vorrundenspielen der Frauen-Volleyball-Weltmeisterschaft in Münster

Spielnummer	Teams	Ergebnis	Spieldauer [min]
1	ITA – JPN	3:0	67
2	CZE – GER	2:3	136
3	MEX – BUL	0:3	68
4	JPN – GER	1:3	103
5	ITA – MEX	3:0	63
6	BUL – CZE	3:0	66
7	MEX – JPN	0:3	63
8	GER – BUL	0:3	78
9	CZE – ITA	0:3	71
10	JPN – BUL	3:1	91
11	MEX – CZE	2:3	114
12	ITA – GER	3:0	81
13	CZE – JPN	3:1	98
14	BUL – ITA	0:3	60
15	GER – MEX	3:0	68

Bestimmung der Spielerpositionen: Die Positionen der Spielerinnen auf dem Spielfeld wurden mittels der Software SIMI°Motion (V. 5.1) bestimmt. Dazu wurde mit Hilfe eines geometrischen Konstruktionsverfahrens ein Kalibriermodell bestimmt, das aus den Eckpunkten einer Spielfeldhälfte sowie den entsprechenden Punkten auf Höhe des Netzes bestand (vgl. Abb. 1). Die Standorte der Spielerinnen wurden über die Fersen ermittelt, wobei zur Vereinfachung der Mittelpunkt der beiden Fersen als Standort diente. Die Raumkoordinaten (x, y, z) wurden um die z-Komponente reduziert, d.h. auf die Ebene des Spielfeldes projiziert (x, y). Aufgrund von Ungenauigkeiten in der Positionsbestimmung durch den Abtastvorgang und der Rasterung des Bildes (720 x 576 Bildpunkte) ergab sich dabei ein mittlerer räumlicher Fehler von  $4,5 \pm 0,7$  cm für die Erfassung der Fersen auf der Ebene des Spielfeldes.

*Datenauswahl:* Für die Analyse von mannschaftsspezifischen Abwehrmustern wurde eine Standardsituation ausgewählt, bei der die Raumkoordinaten der Spielerinnen und deren Veränderungen mit Hilfe von clusteranalytischen Verfahren untersucht wurden. Bei der

Standardsituation handelt es sich um die Abwehr gegen einen Angriff über die Position IV, die in den vorliegenden Spielbegegnungen am häufigsten vorkam.



Abb. 1. Beispiel für die geometrische Konstruktion des Kalibriermodells. Die Raumkoordinaten der dunklen Linien (Spielfeldmarkierung, Netzkante) sind entsprechend dem offiziellen Regelwerk bekannt (FIVB, 2000). Die Koordinaten der hellen Linien sind mit Hilfe der gestrichelten konstruiert

Dabei werden die Ergebnisse der Mustererkennung von den drei Mannschaften vorgestellt, die sich am Ende des Turniers jeweils im obersten (Italien), mittleren (Deutschland) und untersten (Mexiko) Bereich der Gruppenplatzierung befanden. Von den drei Mannschaften (Ita, Ger, Mex) wurden die Laufwege der Spielerinnen vom Zeitpunkt des gegnerischen Zuspiels bis zum Angriffsschlag über Position IV bei jeweils 20 ausgesuchten Spielsituationen clusteranalytisch untersucht. Die Auswahl der Situationen richtete sich danach, a) dass der Angriff nicht aus der Annahme erfolgt, b) dass das gegnerische Zuspiel aus einer erfolgreichen Abwehr erfolgt, c) dass die verteidigende Mannschaft einen Doppelblock stellt und d) dass die Situationen aus verschiedenen Sätzen der jeweiligen Spielbegegnung stammen. Zudem sollten e) aus jeder Spielbegegnung dieser drei Mannschaften vier Abwehrmaßnahmen betrachtet werden. Waren diese Kriterien bei mehr als 20 Situationen erfüllt, wurde per Zufall ausgewählt.

*Datenanalyse:* Gegenstand der Analyse waren die Unterschiede in den Aufstellungen der verteidigenden Mannschaften während der Angriffsschläge (zeitdiskret) bzw. den Laufwegen der Mannschaften (zeitkontinuierlich) mit Hilfe des quadrierten euklidischen Distanzmaßes. Für die zeitkontinuierliche Distanzberechnung wurden die Positionsdaten der einzelnen Mannschaften in jeder Sequenz zeitlich auf 50 Stützstellen normiert. Über die Berechnung der Distanzmatrizen entstand eine Ähnlichkeitsstruktur zwischen den einzelnen Abwehrsituationen, die als Grundlage für eine hierarchische Clusteranalyse diente. Als agglomeratives Verfahren der Clusteranalyse wurde die Ward-Methode ausgewählt.

### 3 Ergebnis

Bei der zeitkontinuierlichen Betrachtung der Spielerpositionen lassen sich drei große Cluster im Dendrogramm erkennen (in Abb. 2 durch gepunktete Linien gekennzeichnet). Das mittlere Cluster wird von dem Verteidigungsverhalten der mexikanischen Mannschaft dominiert; 15 von 19 Objekten in diesem Cluster stammen von den Videoaufzeichnungen der Mexikanerinnen. Bei insgesamt 20 mexikanischen Videosequenzen entspricht dies einer Erkennungsrate von 75 % (vgl. Schöllhorn & Bauer 1998, 171). Im unteren Cluster sind vorwiegend italienische Verteidigungen enthalten mit einer Erkennungsrate von 80 %. Die meisten Verteidigungen von Deutschland befinden sich im oberen Cluster (Erkennungsrate 50 %). Mexiko und Italien zeigen demnach ein charakteristisches mannschaftstaktisches Verhalten in den analysierten Videosequenzen; die Verhaltensweisen der deutschen Mannschaft sind im Vergleich dazu eher über die Cluster verteilt. Auffällig ist auch eine weitgehende Trennung der Abwehrsequenzen von Mexiko und Italien. Bei der zeitkontinuierlichen Analyse der Laufwege ergibt sich insgesamt eine mittlere Erkennungsrate von 68 %. Durch die im Vergleich geringe Erkennungsrate von Deutschland im oberen Cluster lässt sich für dieses im Unterschied zu dem mittleren und unteren kein ähnlich plausibles Klassifikationskriterium finden.

Die mittlere Erkennungsrate im diskreten Fall, also bei ausschließlicher Berücksichtigung der Verteidigungspositionen der Spielerinnen für die Distanzbestimmung, liegt mit 62 % unter der des kontinuierlichen Falls. Das ist vor allem durch die niedrigeren Erkennungsraten der Mannschaften von Deutschland (40 %) und Italien (60 %) bedingt. Die Erkennungsrate von Mexiko liegt mit 85 % über der kontinuierlichen Analyse.

### 4 Diskussion

Die hier angewandte Herangehensweise stellt einen Ansatz zur Analyse der Spielerpositionierungen (räumliches Muster) unter Berücksichtigung der zeitlichen Veränderungen dar. Sie ist damit ein Verfahren, um Situationen innerhalb von Spielbegegnungen quantitativ zu analysieren.

Die Ergebnisse weisen vorwiegend in der Analyse der Laufwege auf mannschaftsspezifische Muster anhand des Dendrogramms einer hierarchischen Clusteranalyse hin. Der Vergleich der mittleren Erkennungsraten legt die Vermutung nahe, dass charakteristische Eigenschaften in den Bewegungen der Sportlerinnen hin zu ausgewählten Verteidigungspositionen enthalten sein können. Die alleinige Untersuchung der Verteidigungspositionen während des Angriffsschlags mit Hilfe dieses Verfahrens bildet das mannschaftstypische Verhalten etwas schlechter ab.

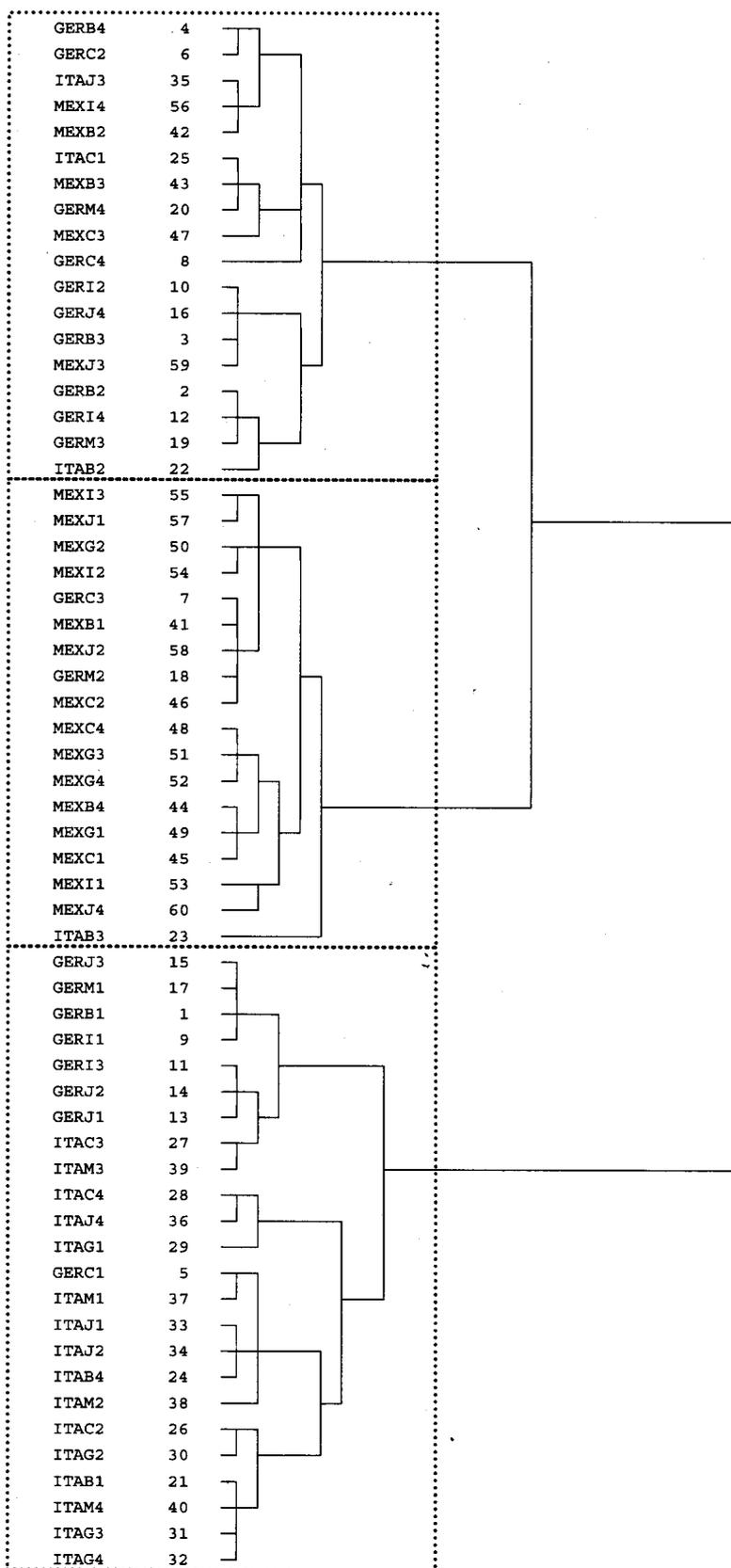


Abb. 2: Dendrogramm einer hierarchischen Clusteranalyse über die Laufwege der verteidigenden Nationalmannschaften (Ita, Ger, Mex) vom Zeitpunkt des gegnerischen Zuspiels bis zum Angriff über Position IV

In diesem Zusammenhang stellt Mexiko aufgrund der höheren Erkennungsrate im diskreten Fall eine Ausnahme dar. Charakteristische Eigenschaften von Mexiko spiegeln sich dabei eher in den Verteidigungspositionen als in den Laufwegen wider, d.h. Mexiko zeigt in Bezug auf die Laufwegscharakteristik ein weniger stabiles Muster. Mögliche Ursachen hierfür könnten u.a. sein, dass die Mannschaft in den Laufwegen weniger gut aufeinander abgestimmt ist oder die Ausgangspositionen eine größere Variation aufweisen.

Gegenstand zukünftiger Forschung ist vor allem der Bereich der Effektivität ausgewählter Verteidigungsmuster. Ein erster Hinweis auf eine mögliche Korrelation von mannschaftstaktischen Positionierungen sowie Laufwegen auf der einen Seite und erfolgreichen Abwehrhandlungen auf der anderen ergibt sich aus der relativ eindeutigen Trennung von Italien und Mexiko. Inwiefern die Ursachen dieser Klassifikation die am Ende erzielten Platzierungen bedingen (Italien wurde Gruppenerster, Mexiko Gruppenletzter) bedarf weiterer Forschung. Eine Verbindung der kontinuierlichen Analysen mit Maßen über die Bewegungsökonomie, wie z.B. zurückgelegte Weglänge, könnten zusätzliche Informationen im Hinblick auf die Effektivität liefern. Kurze Laufwege zu günstigen Verteidigungspositionen wären gerade unter Zeitdruckbedingungen, wie sie im Volleyball vorliegen, von Vorteil. Monokausale Begründungen scheinen jedoch angesichts der vielfältigen Einflüsse auf eine erfolgreiche Abwehraktion eher unwahrscheinlich.

## 5 Literatur

- Bracht, B. & Czwalina, C. (1984). Zum Spielwert individueller Spieleraktionen in Volleyball. In E. Christmann (Hrsg.), *Volleyball trainieren* (S. 195-209). Ahrensburg.
- FIVB (2000). *Official Volleyball Rules 2001-2004*. Approved by the XXVIIth FIVB World Congress in Seville, Spain in 2000. Zugriff am 02. Dezember 2003 unter <http://www.fivb.com/TheGame/Rules.htm>
- Lames, M. (1990). *Leistungsdiagnostik durch Computersimulation*. Frankfurt am Main.
- Schöllhorn, W.I. & Bauer, H.-U. (1998). Erkennung von individuellen Laufmustern mit Hilfe von neuronalen Netzen. In J. Mester & J. Perl. (Hrsg.), *Informatik im Sport*. (S. 169-176). Köln.
- Westphal, N. & Schöllhorn, W.I. (2001). Identifying Volleyball Teams by their Tactical Moves. In J. Mester, G. King, H. Strüder, C. Tsolakidis, & A. Osterburg (Hrsg.), *Proceedings of the 6<sup>th</sup> Annual Congress ECSS* (S. 551). Köln.
- Westphal, N. & Schöllhorn, W.I. (2002). Identifizierung von Volleyball-Mannschaften anhand ihrer taktischen Abwehrhandlungen. In K. Langolf & K. Zentgraf (Hrsg.), *Volleyball-Ansichten 2001* (S. 149-171). Hamburg.