

Energieumsatzmessung im Volleyball – Analyse der metabolischen Ausbelastung im Wettkampf anhand des SenseWear® MF Armbandes

Energy expenditure measurement in volleyball – analyzing metabolic stress that arises during a volleyball match by using the SenseWear® MF armband

Winkler M¹, Bischoff C², Hoppe S¹, Busse M¹

¹ Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten I, Universität Leipzig

² Institut für Sportmedizin und Prävention, Universität Leipzig (Direktor: Prof. Dr. med. M. Busse)

Zusammenfassung

Winkler M, Bischoff C, Hoppe S, Busse M. Energieumsatzmessung im Volleyball – Analyse der metabolischen Ausbelastung im Wettkampf anhand des SenseWear® MF Armbandes. Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine (KCS) 2014, 15 (1), 13-18

Einleitung: Für eine objektive Einschätzung des Energieumsatzes im Volleyball gibt es derzeit unzureichend wissenschaftliche Studien. In einer ersten Untersuchung wurde deshalb mithilfe des SenseWear® MF Armbandes (SW) der Verlauf des Energieumsatzes (EE) eines Teams inklusive der verschiedenen Spielpositionen in einem kompletten Spiel untersucht.

Methodik: 7 männliche Akteure einer Fünftliga-Mannschaft wurden während eines kompletten Spiels gegen eine Viertliga-Vertretung mit einer Spieldauer von 78 min (66 min reine Spielzeit) mit SW-Armbändern zum Erfassen des Energieumsatzes ausgestattet. Zusätzlich wurde das Spiel auf Video aufgenommen. Zuvor haben die Sportler einen Ausbelastungstest absolviert, um die Werte in Relation zum individuellen Maximum setzen zu können.

Abstract

Winkler M, Bischoff C, Hoppe S, Busse M. Energy expenditure measurement in volleyball – analyzing metabolic stress that arises during a volleyball match by using the SenseWear® MF armband. Clinical Sports Medicine (KCS) 2014, 15 (1), 13-18

Purpose: Current scientific studies are of limited quality for an objective estimation of the energy expenditure in volleyball. Therefore, an analysis of the energy expenditure course (EE) of a volleyball team, including the different player positions during the whole match, was conducted with the use of the SenseWear® MF armband (SW).

Method: 7 male players of a fifth division team were equipped with SW armbands to document the energy expenditure. They had to play 78 minutes (66 minutes pure playing time) against a fourth division team. Furthermore, the match was videotaped. But first of all, the players had to complete a metabolic stress test to allow for a connection between these values and the individual maximum.

Ergebnisse: Während des gesamten Spiels bewegten sich die Akteure bei 50,73 % ihrer maximalen Leistungsfähigkeit (% EE max). Ein erwartetes Absinken von Satz zu Satz konnte in den ersten drei Durchgängen nicht nachgewiesen werden. Auffällig waren die Unterschiede zwischen dem Agieren im Vorder- (56,37 % EE max) und im Hinterfeld (46,50 % EE max). Beim Blick auf die positionsspezifischen Unterschiede wurde bei den Außenangreifern der mit Abstand höchste Umsatz (Ø 57,8 % EE max.) festgestellt.

Diskussion: Die Außenangreifer könnten und sollten im Training konditionell deutlich stärker belastet werden als z.B. der Zuspieler oder Libero. Weil die Sportler im Hinterfeld aufgrund der niedrigeren Sprungbelastung weniger Energie umsetzten als im Vorderfeld, bietet sich weiterhin an, diese wenige Minuten andauernden Phasen der Belastung und „Erholung“ im Training zu simulieren.
Schlüsselwörter: Energieumsatz, Volleyball, Wettkampf, SenseWear

Results: During the whole match, the players moved with 50.73 % of their maximum capability (% EE max.). An expected decline from set to set could not be observed in the first three innings. The differences between the play in the front row (56.37 % EE max) and the back row (46.50 % EE max) could be clearly noted. Regarding the differences of the player positions, the by far highest energy expenditure (Ø 57.8 % EE max.) was determined in outside hitters.

Discussion: In contrast to the setter or libero, the training of the outside hitters could and should more focus on their endurance. It seems to be a good idea to simulate these short phases of activity and relaxation in training because the players in the back row expend less energy than the ones in the front row, who need to jump more.

Keywords: energy expenditure, volleyball, match, SenseWear

1 Einleitung

Die Leistung im Volleyball setzt sich aus zahlreichen Faktoren zusammen. Neben dem technisch-taktischen Aspekt ist die konditionelle Verfassung von entscheidender Bedeutung. Sind die konditionellen Anforderungen an Sportler im Wettkampf bekannt, lassen sich daraus wichtige Hinweise zur optimalen Trainingssteuerung ableiten. Beim Kampf um den Sieg kann zudem das Wissen über die individuelle Ermüdung der einzelnen Akteure den entscheidenden Vorteil bzw.

Hinweis für den Trainer darstellen. Aus diesem Grund wurde mithilfe des SenseWear® MF Armbands (SW) der Firma Body Media (USA) der Energieumsatz (EE) aller Spieler eines Teams in einem kompletten Spiel untersucht. Darüber hinaus wurden die Energieumsätze der im Volleyball typischen Spielpositionen erforscht. Den Übungsleitern im Volleyball stehen damit neue Kenntnisse über die Ausbelastung der Spieler in den einzelnen Phasen des Spiels zur Verfügung.

2 Methodik

Untersuchungsablauf

Zur Bestimmung des Energieumsatzes im Volleyball wurden Spieler einer Mannschaft mit SW-Armbändern ausgestattet. Diese trugen die Sportler nach Empfehlung des Entwicklers am linken Oberarm. Damit wurde der EE der Akteure über die komplette Spielzeit bestimmt. Zusätzlich wurde der Wettkampf auf Video aufgenommen, um etwaige Besonderheiten im Belastungsverlauf u. a. mit dem Spielstand oder der Positionsspezifität abzugleichen. Zuvor haben neun männliche Probanden in einer unveröffentlichten Studie einer Leipziger Forschungsgruppe nach der Methodik von Hoppe et. al (2013) einen Feldtest über 2 x 10 Minuten mit volleyballtypischen Bewegungen durchgeführt. Anhand des Feldtests wurden die verbrauchten Kalorien sowohl mittels SW als auch mittels Spirometrie bei gleicher Bewegung erfasst und miteinander verglichen. Daraus wurde ein Korrekturfaktor gebildet, mit dem die im Spiel mit SW gemessenen Werte multipliziert wurden.

Weil das Alter der Sportler sowie die anthropometrischen Voraussetzungen und die Trainingszustände individuell verschieden sind, wurden die gemessenen Energieumsätze für eine bessere Vergleichbarkeit der Daten mit denen des maximal zwei Wochen zuvor mit jedem Probanden durchgeführten Ausbelastungstests verglichen. Anhand der Ergebnisse wurde damit der individuell maximal mögliche Energieumsatz bestimmt.

Untersuchungsdesign & Kollektiv

Es handelt sich um ein offenes, exploratives Design mit Spielern einer Mannschaft aus der fünfthöchsten deutschen Liga, welche dem Volleyball leistungssportlich nachgehen. Insgesamt wurde der EE bei sieben Spielern in einem Testspiel Ende September 2013 gegen eine Viertliga-Vertretung über vier Sätze mit einer Dauer von insgesamt 75 Minuten gemessen, wovon die reine Spielzeit 66 Minuten betrug. Soweit in den einzelnen Durchgängen möglich, wurden dabei in allen Sätzen Daten von zwei Mittelblockern, drei Außenangreifern sowie einem Zuspieler und einem Libero erfasst. Der Diagonalspieler konnte aufgrund technischer Gegebenheiten nicht analysiert werden. Eine Übersicht, wieviel Sätze bzw. Spielminuten der einzelnen Akteure in der Auswertung berücksichtigt werden konnten, ist in Tab. 1 dargestellt.

Weil SW die Daten minutenweise mittelt, wurden für eine erhöhte Wirksamkeit der Analyse bei den `gemessenen Spielminuten` lediglich Minuten in die Auswertung einbezogen, in denen sich der betreffende Sportler vollständig im Spielfeld befand und das Spiel nicht durch Auszeiten oder Satzpausen unterbrochen war. Gleiches gilt für die Darstellung der `Pausen`-Minuten. Hierbei wurden ebenfalls nur die Minuten gewertet, in denen das Spiel vollständig unterbrochen war. Ähnlich verhält es sich bei der Unterscheidung des EE im Vorder- (Positionen 2, 3 & 4) sowie im Hinterfeld (Positionen 1, 5 & 6).

Messgeräte

Um die körperliche Ausbelastung im Volleyball wissenschaftlich zu untersuchen, ist es notwendig, den tatsächlichen Energieumsatz des Sportlers über die gesamte Spielzeit im Blick zu haben. Dieser kann u. a. mittels tragbarer Spirometrie (z.B. K4b², Firma Cosmed, Italien), welche als Goldstandard der indirekten Kalorimetrie gilt, erfasst werden. Laut Regelwerk im Volleyball ist die Nutzung der Spirometrie im Wettkampf untersagt (DVV, 2013, S. 28). Daher wurde die individuelle metabolische Ausbelastung mit der im Spiel unkompliziert anwendbaren SenseWear-Technologie in Form eines Armbandes erfasst, auch wenn eine mögliche Nutzung im Wettkampf derzeit unklar ist. Während der Belastung trugen die Akteure das SW-Armband enganliegend am Oberarm. Mit vier physiologischen Sensoren ausgestattet, berechnet es nach Angaben des Herstellers über die Parameter Hauttemperatur, Galvanische Hautreaktion (bspw. Schwitzen), Wärmefluss und Akzelerometrie in drei Achsen den Energieumsatz. Dieser wird üblicherweise über eine Minute gemittelt und gespeichert. Anschließend werden die Daten mit der dazugehörigen SW-Software am PC analysiert (vgl. SMT, 2014).

Um ein breiteres Spektrum in die Analyse einzubeziehen und somit die Reliabilität und Validität zu erhöhen, sind weitere leistungs- und geschlechtsspezifische Messungen des Energieumsatzes im Volleyball unabdingbar.

Tab. 1: Übersicht der Probanden je nach Position, Jahrgang, Körpergröße [cm], Körpergewicht [kg], gespielter Sätze [n], in der Analyse berücksichtigter Spielminuten sowie des individuell maximalen Energieumsatzes [kcal/min]

Spieler	Position	Alter [y]	Größe [cm]	Gewicht [kg]	Gespilte Sätze [n]	Aufzeichnungs-Zeit [min]	EE max/ min [kcal]
1	Mittelblock	27	197	88,7	4 (1,2,3,4)	63	21,8
2	Mittelblock	29	190	85,0	4 (1,2,3,4)	63	24,5
3	Außenangriff	25	183	85,5	2 (1,2)	35	24,8
4	Libero	24	184	76,1	4 (1,2,3,4)	62	20,9
5	Zuspieler	23	184	76,0	3 (1,2,3)	49	22,0
6	Außenangriff	22	197	104,0	4 (1,2,3,4)	63	22,0
7	Außenangriff	23	184	75,5	2 (3,4)	28	21,1

3 Ergebnisse

3.1 Energieumsätze Mannschaft

Die Betrachtung der durchschnittlichen Belastungsintensitäten aller Akteure von der ersten bis zur letzten Spielminute inklusive Satzpausen zeigt, dass sich die im Feld stehenden Akteure in 45 der 76 Minuten (entspricht 59,21 %) zwischen 50 % und 60 % ihres maximal möglichen Energieumsatzes bewegen.

Über 60 % der maximalen Leistungsfähigkeit absolvierten die Spieler lediglich in einer Minute. Dieser Wert ist auf einen längeren Ballwechsel im zweiten Satz mit insgesamt fünf Netzüberquerungen zurückzuführen, welcher im Volleyball selten vorkommt (vgl. Papageorgiou & Spitzley, S. 11). Weiterhin wurden in 20 Minuten (26,32 % der Spielzeit) zwischen 40 % - 50 % und zehn Minuten (entspricht 13,16 %) unter 40 % des maximal möglichen Energieumsatzes pro Minute erreicht (s. Abb. 1).

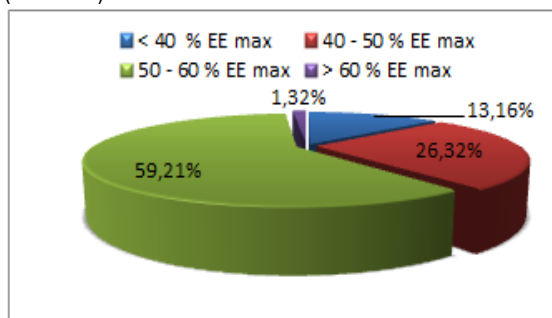


Abb. 1: Durchschnittliche Belastungsintensitäten [% EE max] des Teams in der gesamten Spielzeit

Der durchschnittliche Energieumsatz des gesamten Teams liegt – inklusive der Satzpausen - bei 49,9 %. Während der Spielzeit (66 Minuten) wurden 50,73 % gemessen, während der Pausen (neun Minuten) liegt der durchschnittliche Wert aller Spieler, welche zuvor im Einsatz waren bei 44,80 %. Demnach setzen die Akteure in der spielfreien Zeit weniger Energie um, sodass sie diese Phasen zur Regeneration nutzen können. In den ersten drei Sätzen stieg der EE max des Teams kontinuierlich leicht an (von 50,5 % EE max auf 52,6 % EE max), im letzten Abschnitt sank der Energieumsatz auf 48,3 % EE max (vgl. Abb. 2).

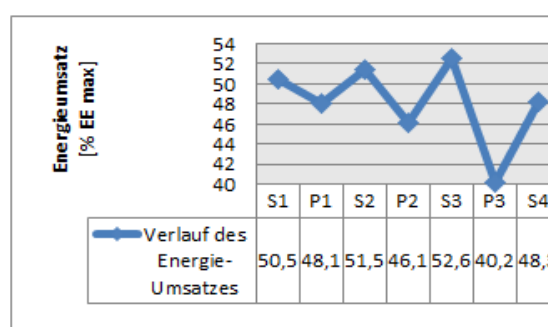


Abb. 2: Durchschnittlicher Energieverbrauch des gesamten Teams in den Sätzen (S) bzw. Satzpausen (P) [% EE max]

3.2 Energieumsätze des Teams pro Satz

Wenn man den Energieumsatz der eingesetzten Spieler in den Sätzen übereinanderlegt, ist in allen Durchgängen ein deutlicher Abfall der Werte zum Satzende zu erkennen (s. Abb. 3), was konditionelle Mängel nicht ausschließen lässt. Weitere mögliche Ursachen werden im Punkt 4 näher erläutert. Interessant gestaltet sich der Blick auf die Anfangsphase des vierten Satzes. Dabei ist ein Abfall des EE max. von 51,4 % auf 43,5 % zu beobachten (s. 'schwarze Linie' in Abb. 3). Entgegen der Vermutung, dass die Mannschaft zu dieser Zeit sportlich nicht erfolgreich war, konnte bei Betrachtung des Videos eine 12:1-Punkteserie des eigenen Teams festgestellt werden – teilweise durch direkte Aufschlagpunkte und teilweise durch Blockaktionen sowie Eigenfehler des Gegners. Im Gegensatz dazu ist zu Beginn des dritten Satzes ein kontinuierliches Ansteigen des durchschnittlichen EE max in den bis zur achten Minute zu erkennen. Im Video wird sichtbar, dass das Team nach einer 5:3-Führung eine 3:10-Punkteserie bis zum Stand von 8:13 an den Tag legte. In diesen Minuten war die Mannschaft des Öfteren im Spielaufbau gefordert (Annahme, Zuspiel, Angriff) und setzte entsprechend mehr Energie um.

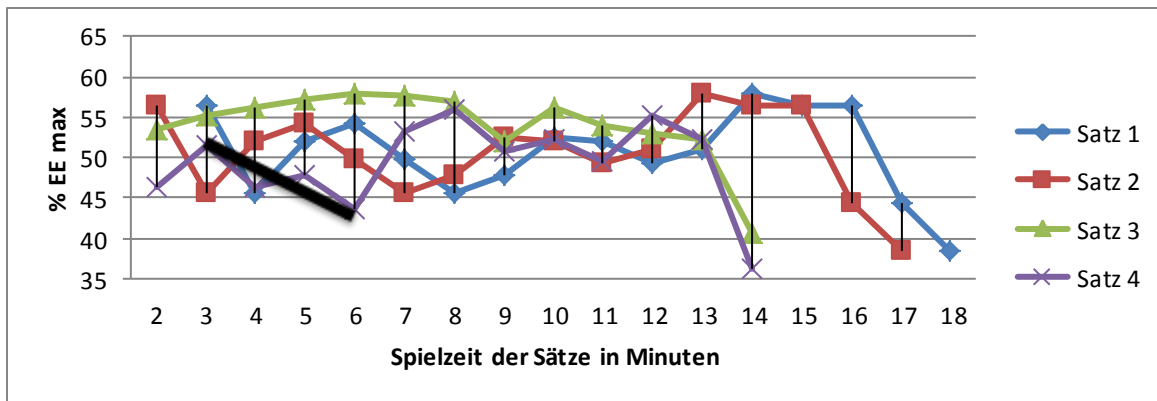


Abb. 3: Durchschnittlicher Energieumsatz des Teams [% EE max] im Verlauf der einzelnen Sätze [min]

3.3 Energieumsatz Positionsgruppen

Um Rückschlüsse auf die genaue Verteilung des Energieumsatzes innerhalb der Mannschaft ziehen zu können, wurde die metabolische Ausbelastung weiterhin nach der Spielposition unterschieden. Dazu wurden die Energieumsätze der einzelnen volleyballtypischen Positionen näher beleuchtet und in Umsätze von über 50 % EE max sowie unter 50 % EE max gegliedert (Abb. 4). Auffällig hierbei ist, dass sich die Außenangreifer fast zu 80 % über 50 % ihres maximal möglichen Energieumsatzes bewegen, während der Libero (69,4 % < 50 % EE max.) eine gegenteilige Belastung aufweist (vgl. Abb. 4). Die übrigen Positionen des Mittelblockers (58,7 % > 50 % EE max.) und des Zuspielers (57,1 % > 50 % EE max.) sind indes ausgeglichener und sorgen für eine ausgewogene Verteilung bei der Betrachtung des gesamten Teams (48,0 % < 50 % EE max.).

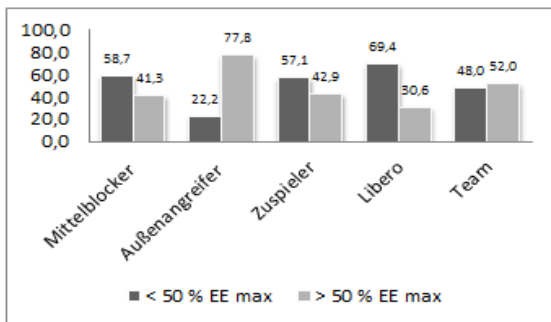


Abb. 4: Vergleich der Anteile der verschiedenen Belastungsintensitäten [% EE max] von einzelnen Positionsgruppen in der gesamten Spielzeit

Wenn man die oben dargestellte Positionsspezifität auf die Sätze anwendet, zeigt sich in den einzelnen Durchgängen ein analoges Bild (Abb. 5). Die Außenangreifer weisen mit Abstand den höchsten Energieumsatz auf (61,4 % in Satz drei). Erkennbar unter dem Durchschnittswert des gesamten Teams ist der Libero am wenigsten aller Spieler belastet (42,8 % EE max in Satz vier). Der Zuspieler sowie die Mittelblocker bewegen sich jeweils knapp über dem Energieverbrauchs-Niveau des Abwehrspezialisten, liegen jedoch allesamt unter dem Schnitt des Teams.

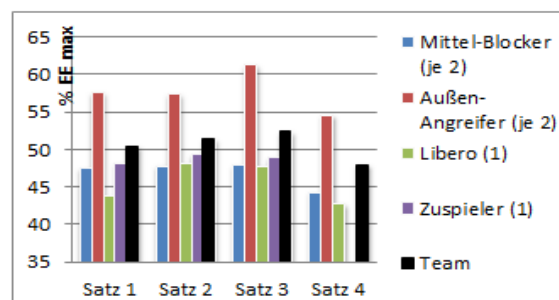


Abb. 5: Durchschnittlicher Energieverbrauch in den Sätzen 1 bis 4 in Abhängigkeit der Spielposition

3.4 Positions- und Spielerspezifität

In Kap. 3.2 wurde jeweils zum Satzende ein deutlicher Abfall des EE max festgestellt – unabhängig vom Spielstand. Dabei ist dieser Fakt besonders in den ersten beiden Durchgängen bemerkenswert. Denn mit 25:23 und 26:24 endeten diese im Gegensatz zu den folgenden Abschnitten (18:25, 25:19) mit nur zwei Punkten Vorsprung, sodass von einer Anspannung bis zum letzten Ballwechsel ausgegangen werden kann. Warum der Energieumsatz dennoch sinkt oder ob es sich evtl. um Ermüdungserscheinungen handelt, soll ein Blick auf die einzelnen Spielerpositionen am Beispiel des ersten Satzes klären (Abb. 6).

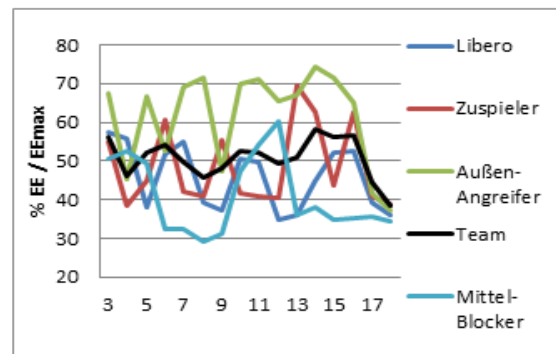


Abb. 6: Vergleich des Energieumsatzes [% EE max/min] von je einem Zuspieler, Libero, Außenangreifer, Mittelblocker sowie des Teams im Verlauf des ersten Satzes

Vor allem beim Libero ist ein unverkennbar geringer Umsatz erfasst worden. Zudem wurde der Durchschnitt durch den zu dem Zeitpunkt nicht im Feld stehenden Mittelblocker gesenkt. Erheblich für das Absenken des Team-Durchschnitts im ersten Satz war jedoch der Außenangreifer. Einerseits war er über mehrere Minuten im Hinterfeld aktiv und damit sprungtechnisch nicht belastet, andererseits fällt sein Energie-Niveau zum Satzende auf den niedrigsten Stand im gesamten Durchgang (s. Abb. 6).

3.6 Energieumsätze im Vorder- bzw. Hinterfeld

Um die Energieumsätze der Akteure noch genauer zu untersuchen, wurden nicht nur die Spielerpositionen untereinander verglichen, sondern darüber hinaus auch die jeweilige Belastung im Vorder- bzw. Hinterfeld (vgl. Tab. 2).

Zunächst konnte nachgewiesen werden, dass der Energieumsatz im Vorderfeld markant über dem im Hinterfeld liegt: Während die Spieler in allen Sätzen auf den drei Vorderpositionen pro Satz durchschnittlich mindestens 55 % ihres maximalen Energieniveaus erreichten, sind sie im Hinterfeld weitaus weniger. Diese Tendenz verfestigt sich beim Blick auf die typischen Spielerpositionen im Volleyball. Bei den Mittelblockern sind die Schwankungen wie erwartet besonders ausgeprägt. Mit durchschnittlich 39,3 % EE max sind sie im Hinterfeld (bzw. außerhalb des Spielfeldes, indem sie durch den Libero ersetzt werden) am niedrigsten aller Spieler belastet. Am Netz ist der Anstieg dieses Wertes um 14,4 % (auf 53,7 % EE max) im Vergleich zu den anderen

Positionen am deutlichsten belastet: In keinem Durchgang wurde die Durchschnittsmarke von 50 % EE max überschritten.

Tab. 2: Satzweiser Ø-Energieverbrauch aller im Satz aktiven Spieler in Bezug auf die Spielposition am Netz bzw. im Hinterfeld [% EE max]

	Satz 1	Satz 2	Satz 3	Satz 4
Ø % EE max. im Vorderfeld	56,9	56,4	57,0	55,0
Ø % EE max. im Hinterfeld	47,7	46,0	49,6	42,0

Weiterhin wird sowohl in Abb. 7 als auch in Tab. 3 deutlich, dass die Außenangreifer am stärksten belastet sind (Ø 57,8 % EE max). Im Vorderfeld weisen sie mit 59,9 % EE max den höchsten Wert auf. Sogar auf den drei Hinterfeldpositionen (54,9 % EE max) liegt er über dem Schnitt des Teams (50,8 % EE max). Auch der Zuspieler ist auf den Netzpositionen (Ø 53,4 % EE max) stärker belastet als im Hinterfeld (Ø 45,3 % EE max.). Damit fallen die Sprünge, welche er als Zuspieler beim Verteilen der Bälle bzw. beim Block absolviert, mehr ins Gewicht, als die Antritte zur Zuspielerposition am Netz, wenn er im Hinterfeld agiert. Einen vergleichsweise niedrigen Wert weist der Libero auf, der sich im Schnitt bei 45,7 % seines maximalen Energieumsatzes bewegt. Graphisch sind bei ihm weniger Spitzen und Senken im Belastungsverlauf zu erkennen (vgl. Abb. 6).

Tab. 3: Übersicht über Spielminuten und Energieverbrauch [% EE max] der einzelnen Positionen in Bezug auf das Agieren im Vorderfeld (VF: Positionen 2, 3 & 4) bzw. Hinterfeld (HF: Positionen 1,5 & 6)

Spiel-Position	Sätze [n]	Spieler [n]	Spielzeit [min]	Zeit im VF [min]	Zeit im HF [min]	Ø EE max VF [%]	Ø EE max HF [%]	Ø EE max reine Spielzeit [%]
Mittel-Blocker	8	2	126	46	47	53,7	39,3	47,0
Außen-Angreifer	8	3	126	49	45	59,9	54,9	57,8
Zuspieler	3	1	49	18	19	53,4	45,3	49,0
Libero	4	1	62	-	-	-	-	45,7
Team	23	7	363	113	111	56,37	46,54	50,80

4 Diskussion

Absinken des EE max am Satzende

Die Vermutung, dass der Energieumsatz im Vergleich zum Maximum von Satz zu Satz aufgrund zunehmender Belastung abfällt, konnte nicht endgültig bestätigt werden. Zwar sank er im vierten Satz deutlich unter das Niveau des ersten Abschnitts, was auf Ermüdungserscheinungen hindeuten könnte. Zuvor stieg er jedoch in den ersten drei Durchgängen kontinuierlich leicht an (vgl. Abb. 2). Auffällig war zudem das Absinken des EE max am Ende eines jeden Satzes (vgl. Abb. 3 & Tab. 4).

Während im dritten und vierten Durchgang das jeweils klare Ergebnis (18:25 bzw. 25:19) auf mangelnde Einsatzbereitschaft deuten könnte, lässt sich das Absinken des Energieumsatzes in den ersten beiden Abschnitten (25:23, 26:24) schwieriger erklären. Eine Ursache dafür könnte der enge Spielstand gewesen sein. Möglicherweise hatte dieser unbewusst Auswirkungen auf die Psyche einiger Spieler, womit sie aufgrund der Brisanz bei der Ausführung der Bewegungen zögerten

und die notwendigen Techniken nicht mehr technisch sauber ausführten, sodass weniger Energie umgesetzt wurde. Interessant gestaltet sich die Tatsache, dass Teams, welche mehrere Punkte in Folge erzielen, in diesen Phasen weitaus weniger Energie umsetzen (vgl. Punkt 3.2). Demnach sank die durchschnittliche Belastung aller Spieler während einer 12:1-Serie um knapp 8 % (von 51,4 % EE max auf 43,5 % EE max). Zu begründen ist dies damit, dass sich bei eigener Aufgabe der Großteil der Aktionen beim Gegner abspielt und die eigenen Aktionen sich somit in Grenzen halten. Um einerseits erfolgreich und andererseits ökonomisch zu agieren, sollte dem Aufschlag- sowie Blocktraining in der Praxis eine ähnlich hohe Bedeutung zukommen, wie dem Angriffsspiel bei eigener Annahme (vgl. Papageorgiou & Spitzley, S. 11).

Tab. 4: Energieverbrauch [% EEmax] der einzelnen Spieler pro Satz

Spieler		Ø EE max [%]			
		Satz 1	Satz 2	Satz 3	Satz 4
1	Mittelblock	54,20	44,53	56,15	50,98
2	Mittelblock	41,58	51,36	39,82	38,33
3	Außenangriff	52,63	51,16	-	-
4	Libero	43,43	47,76	47,82	42,84
5	Zuspieler	48,32	50,61	49,02	-
6	Außenangriff	62,29	61,89	60,71	55,32
7	Außenangriff	-	-	62,06	52,98

Vorderspieler & Außenangreifer stark belastet

Hinsichtlich der Positionen wurde bei den Außenangreifern der höchste Umsatz mit 57,80 % EE max im Schnitt festgestellt. Auch im Hinterfeld wies der Außenangreifer (54,9 % EE max) positionsbedingt einen höheren Wert auf, als bspw. der Zuspieler (53,4 % EE max) oder Mittelblocker (53,7 % EE max) im Vorderfeld. Erklärbar ist dieser Fakt damit, dass Akteure dieser

Position permanent ins Spiel eingebunden sind: Sie sind einerseits neben dem Libero die Hauptannahmespieler und in jeder Aufstellung als Annehmer gefordert und andererseits wichtige Angreifer, welche auf sowohl auf den Außenpositionen im Vorderfeld als auch auf den Hinterfeldpositionen vom Zuspieler eingesetzt werden. Anders als die Mittelblocker können die Außenangreifer damit nicht so stark regenerieren. Bestätigt sich diese Erkenntnis bei weiteren Messungen, können die Ausbilder die Belastung im Training positionsspezifisch simulieren, um die Sportler optimal auf Wettkämpfe vorzubereiten, sodass auch am Satzende mit gleichem Energieumsatz agiert werden kann. Der Libero (45,7 % EE max) als auch der Zuspieler (49,0 % EE max) waren im Vergleich dazu eher moderat belastet. Bis auf wenige Ausnahmen (wenn er bei eigenem Aufschlag für den im sich im Hinterfeld befindenden Mittelblocker eingesetzt wird) ist der Libero positionsbedingt ständig auf dem Spielfeld präsent, wenn auch nur im Hinterfeld. Damit sind die Schwankungen des EE max beim Abwehrspezialisten nicht so ausgeprägt wie bspw. bei den Mittelblockern. Aufgrund der Sprungbelastung beim Angriff und Block weisen diese am Netz mit im Schnitt 56,37 % EE max einen um etwa 10 Prozentpunkte höheren Wert auf als auf den drei Hinterfeldpositionen (46,50 % EE max).

Ausblick

Um die in dieser Studie gewonnenen Informationen abgleichen und in Relation setzen zu können, ist es notwendig, künftig zusätzlich zum Energieumsatz auch die Belastungsstruktur (Anzahl der Sprünge, Sprints etc.) sowie die Dauer der Spielzüge (meist nach dem ersten Angriffsversuch des annehmenden Teams beendet, vgl. Papageorgiou & Spitzley, S. 11) des beobachteten Spiels zu erfassen.

5 Literatur

1. DVV (2013). Internationale Spielregeln. Volleyball (45. Völlig neu bearbeitete Aufl.). Schorndorf: Hofmann Verlag
2. Hoppe S, Falz R, Rüscher MI, Haber A, Brunn S, Bischoff C, Schlegel N, Rauchmaul H, Busse M. et al. (2013). Neue Methode zur Energieumsatzmessung in Ballsportspielen – Validierung des Multisensorensystems SenseWear MF Armband und Empfehlung für Korrekturfaktoren: VaSeKo-Studie. Klinische Sportmedizin. Leipzig: Universität Leipzig, Institut für Sportmedizin & Prävention
3. Papageorgiou, A. & Spitzley, W. (2007). Handbuch für Volleyball. Grundlagen (8. überarbeitete Auflage). Aachen: Meyer & Meyer Verlag
4. SMT medical technology GmbH & Co. KG (2014). Produkte. SenseWear. Zugriff am 26. Juni 2014 unter <http://www.smt-medical.com/produkte/sensewearaktivitaets-und-lebensstilmonitoring.html>

Korrespondenzadresse:

Dipl.-Sportl. Maik Winkler
 Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten I
 Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig
 Marschner Straße 29a, 04109 Leipzig
 E-Mail : maik.winkler@uni-leipzig.de