

Nutzen der Katecholaminbestimmung unter Trainings- und Wettkampfbedingungen im Beach- Volleyball

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften

an der Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft

der Universität Bielefeld

von

Mohamed Abd El-Moneim Abd El-Rahman Ahmed

aus El Minia, Ägypten

Betreuerin: Prof. Dr. med. Elke Zimmermann

Zweitgutachter: Prof. Dr. Aly Hassab blla

Bielefeld, den 19.11.2001

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit zur Erlangung des Doktorgrads selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Mohamed Abd el Rahman Bielefeld, 19.11.2001

Danksagung

Zu aller erst und in ganz besonderer Weise möchte ich mich bei Prof. Dr. med. Elke Zimmermann für die Überlassung des Themas und Ihre engagierte Betreuung bedanken.

Mein Dank gilt auch Prof. Dr. Aly Hassab balla für sein Interesse als Gutachter an dieser Arbeit und seine Bemühungen die mündliche Prüfung durchzuführen.

Bei Herrn Dr. Reinhard von Piechowski bedanke ich mich für seine Tätigkeit als Beisitzer bzw. für die vielen hilfreichen wissenschaftlichen Ideen während der Durchführung der Arbeit .

Allen Mitarbeitern des Arbeitsbereiches Sportmedizin der Universität Bielefeld, insbesondere Herrn James Worms und Frau Verena Thiesbrummel, danke ich für die jederzeit gewährte Unterstützung und Hilfe, sowie für das angenehme Arbeitsklima.

Den Versuchsperson die freiwillig an den Untersuchungen, sowohl im Turnier wie auch im Training, teilgenommen haben gilt mein besonderer Dank, da ohne ihre Mitwirkung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Schließlich danke ich meiner Frau Hasnaa für ihre fortwährende Unterstützung und ihrer Organisation unseres Alltages, welches mir die Zeit gegeben hat diese Arbeit durchzuführen.

Meiner Tochter Asiel und meinem Sohn Asser danke ich für die Freude und der daraus gewonnen Kraft zur Bearbeitung dieses Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	8
2 Grundlagen	10
2.1 Entwicklung des Beach-Volleyballs	10
2.1.1 Internationale Entwicklung	10
2.1.2 Entwicklung in Deutschland	12
2.2 Strukturanalyse des Beach-Volleyballspiels	15
2.2.1 Regelwerk	15
2.2.2 Turniersystem des Beach-Volleyballspiels	18
2.2.3 Spielstruktur	18
2.2.3.1 Physische Belastung	19
2.2.3.2 Psychische Belastung	21
2.3 Das Vegetative Nervensystem	23
2.3.1 Aufbau und Transmitter des vegetativen Nervensystems	24
2.3.2 Die Transmitter wirken über Rezeptoren	25
2.3.3 Die Sympathikus- und Parasympathikusaktivität in bezug auf unterschiedliche Belastungszustände des Organismus	27
2.4 Die Muskelfasertypisierung	30
3 Methoden	34
3.1 Probanden	34
3.2 Untersuchungsgang	34
3.2.1 Turnierbelastung	34
3.2.2 Trainingbelastungen	34
3.3 Bestimmung der Katecholaminkonzentration	35
3.4 Auswertungsvorgaben "Katecholamine"	35
3.5 Statistik	39

4 Ergebnisse	40
4.1 Katecholaminverhalten der einzelnen Athleten	40
4.2 Unterschiede zwischen Trainings- und Wettkampf-Quotienten	53
5 Diskussion	57
6 Zusammenfassung	64
Literaturverzeichnis	67
Anhang	71

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Entwicklung der Aktiven der Masters- und Cupserie des DVV.....	14
Abb. 2: Entwicklung der Zuschauer Masters- und Cupserie des.....	14
Abb. 3: Entwicklung der Turnier Masters- und Cupserie des DVV.....	15
Abb. 4: Entwicklung der Preisgeld Masters- und Cupserie des DVV.....	15
Abb.5: Organisation des menschlichen Körpers (nach Zimmermann 1986)	23
Abb.6:Gliederung des peripheren vegetative Nervensystem in Sympathikus und Parasympathikus. (KLINKE / SILBERNAGEL 1996).	25
Abb. 7: Aktivierung der verschiedenen adrenergen Rezeptoren führt zu unterschiedlichen Reaktionen in der glatten Gefäßmuskulatur und im Myokard (KLINKE / SILBERNAGEL 1996).	26
Abb. 8 : Athlet A1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,2 \pm 0,7$	40
Abb. 9 : Athlet A2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,6 \pm 0,8$	41
Abb. 10: Athlet B1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,8 \pm 1,3$	42
Abb. 11: Athlet B2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 4,5 \pm 1,5$	43
Abb. 12: Athlet C1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 3,6 \pm 0,6$	44
Abb. 13: Athlet C2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,5 \pm 0,4$	45
Abb. 14: Athlet D1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,9 \pm 0,6$	46
Abb. 15: Athlet D2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 4,3 \pm 1,2$	47
Abb. 16: Athlet E1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 4,7 \pm 1,3$	48
Abb. 17: Athlet E2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 3,3 \pm 0,9$	49
Abb. 18: Athlet F1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,1 \pm 0,5$	50
Abb. 19: Athlet F2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 1,5 \pm 0,3$	51
Abb. 20: Athlet G1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,4 \pm 0,6$	52

Tabelle 1: Zahlenentwicklung in Deutschland	14
Tabelle 2: Sprunghandlungen und Antritt einer Stunde reiner Spielzeit im Beach-Volleyball (HÖMBERG / PAPAGEORGIU 1997),	19
Tabelle 3 :Die Wirkungsweise von Noradrenalin und Adrenalin	27
Tabelle 4: Charakteristika sogenannter roter und weißer Skelettmuskelfasern (SCHÜRMAN 1997, 5)	32
Tabelle 5: Vergleich der Sympathikusaktivität der Athleten unter Wettkampfbedingungen (NA/A-Quotient: $\bar{x} \pm s$)	53
Tabelle 6: Vergleich der Sympathikusaktivität im Training (NA/A-Quotient: $\bar{x} \pm s$)	54
Tabelle 7: Daten zur Ermittlung der Muskelfasertypisierung	55
Tabelle 8: Vergleichende Darstellung der Wahrnehmung (Beobachter, Subjektive Einschätzung von Seiten der Athleten) und der messwerte zu Beurteilung der Sympathikus-Aktivität.	56

1 Einleitung

Beach-Volleyball, ein einstmals als Freizeitsport belächeltes Treiben im Sand, ist spätestens seit seiner olympischen Premiere 1996 in Atlanta zu den etablierten Sportarten zu rechnen. Bei den Fernsehzuschauern war Beach-Volleyball in Atlanta wie auch bei den Olympischen Spielen 2000 in Sydney eine der beliebtesten Sportarten.

Die Zahl der Anhänger steigt stetig an und immer häufiger werden Beach-Volleyballanlagen in Bädern, an Sportplätzen und in Parks gebaut.

Auch in Deutschland ist die Tendenz, Beach-Volleyball zu einer Institution zu machen und professioneller zu gestalten deutlich erkennbar. Dies ist an einigen Fakten festzumachen:

1. Die deutsche Beach-Volleyballserie ist die zweithöchst dotierte nationale Serie weltweit.
2. Das Niveau der deutschen Serie und der deutschen Nationalmannschaften ist in Europa als führend zu bezeichnen.
3. Neben über 5000 Beach-Volleyballfeldern im Freien werden immer mehr Beach-Hallen in Deutschland gebaut. Dies ist ein Indiz dafür, dass diese Sportart nicht nur in den Sommermonaten, sondern auch ganzjährig gefragt ist.
4. Mehr und mehr deutsche Spieler spezialisieren sich auf Beach-Volleyball, d.h. eine sich entwickelnde Professionalisierung ist erkennbar.
5. Andere Sportverbände erkennen den imposanten Siegeszug des Beach-Volleyballs und versuchen mit ihren Sportarten, beispielsweise Beach-Handball oder Beach-Soccer, den Erfolg zu kopieren.

Alle diese Punkte verdeutlichen, dass Beach-Volleyball mehr denn je „In“ ist und immer professioneller gestaltet wird. Ein Bereich jedoch, und zwar die Steuerungsmaßnahmen im Training und im Spiel, sind in die zunehmende Professionalisierung bisher noch nicht eingegangen. Ein Volleyballer, der aus der Halle in den Sand wechselt, erfährt sehr schnell, welche Unterschiede in der physischen Belastung zwischen den beiden Sportarten bestehen. Dies bedeutet im Training eine Menge Schweiß und harte Arbeit.

Der sandige Untergrund stellt den Spieler vor ungeahnte Probleme, wenn der Angriffsschlag mal wieder im Netz landet, oder wenn ein in der Halle noch erreichbarer

Ball in den Sand fällt. Außerdem wird der Neuling relativ schnell eine Pause einlegen oder das Tempo zurücknehmen, da das 2:2 an seinen Kräften nagt.

Steigt der Volleyballer dann später in den Wettkampfsport des Beach-Volleyballs ein, kommen zu den Unterschieden der physischen Belastung noch die Besonderheiten der psychischen Belastung, ausgelöst durch z.B. Misserfolg, Verantwortung, Möglichkeit der Fehlerzuweisung und der Umgang mit Sonne und Wind.

Trotz der rasanten Entwicklung und der zunehmenden Beliebtheit des Sportspiels gibt es jedoch wenig Fachliteratur für den Bereich Beach-Volleyball. Vor allem auf dem Gebiet der Sportmedizin liegen sehr wenige Veröffentlichungen vor, die Hinweise zur Trainingsgestaltung geben.

Nach „NITSCH & UDRIS (1976) lassen sich physische und psychische Beanspruchungen im Sport generell als wechselseitig wirkende Komponenten auf, die die Gesamtdynamik sportlicher Beanspruchungsprozesse ausmachen.“

Auf Grund des national und international stark steigenden Leistungsniveaus spielen die physischen und psychischen Belastung im Wettkampf eine große Rolle für die Trainingsgestaltung.

Ziel der Arbeit :

Es wird versucht mittels der Katecholaminbestimmung aus Urinproben unblutig und schmerzfrei unter Trainings- und Wettkampfbedingungen Aussagen zur Muskelfasertypisierung und zur psychischen Belastung der Spitzenspieler im Beach-Volleyball zu erhalten.

2 Grundlagen

2.1 Entwicklung des Beach-Volleyballs

2.1.1 Internationale Entwicklung

Beach-Volleyball wurde in den 20er Jahren an den Stränden von Santa Monica in Kalifornien „geboren“. Von dort aus verbreitete und etablierte sich Beach-Volleyball in Kaliforniens Strandkultur.

Anfang der dreißiger Jahre wurden, meist wegen Spielermangels, anstelle der im Hallen-Volleyball vorgeschriebenen 6er-Aufstellung, Vierermannschaften gebildet. Kurze Zeit später wurde erstmals in der heutigen Form 2:2 gespielt.

Während des zweiten Weltkriegs kam das Beach-Volleyballspiel fast vollkommen zum Stillstand, erst 1948 wurde wieder ein Turnier am State Beach ausgetragen und das Spiel entwickelte sich langsam und stetig. (HÖMBERG, S.1993)

Anfang der sechziger Jahre wurden bereits fünf Beach-Volleyball Turniere jährlich ausgetragen. Zu dieser Zeit tauchte ein Mann namens Ron von Hagen in der Beach-Volleyballszenen auf. Er machte sich einen Namen, indem er als erster den Annahmebagger spielte. Und dies mit Erfolg: 62 Turniersiege konnte Ron von Hagen am Ende seiner Karriere aufweisen. Unter anderem gewann er auch das Manhattan Beach Open. Dieses Turnier wurde 1960 zum ersten Mal ausgetragen und ist nach wie vor ein Klassiker. Ein Sieg im Manhattan Beach „gilt in der amerikanischen Szene beinahe so viel wie im Tennis ein Triumph in Wimbledon“ (KROHN, 1994).

Bis 1976 verdienten die Beach-Volleyballer bei den Turnieren kein Geld. Lohn der Arbeit war die Anerkennung der Zuschauer.

Das erste nennenswerte Preisgeld wurde 1976 bei den Weltmeisterschaften am State Beach ausgespielt. 5000 Dollar für die Sieger und 30.000 Zuschauer waren aber nur der Anfang. Im gleichen Jahr wurde die erste „Professional Beach Volleyball Tour“ ins Leben gerufen. Eine Marketing-Agentur übernahm die Organisation. 1983 erspielten die Beach-Volleyballer bei zwölf Turnieren ein Gesamtpreisgeld von 137.000 Dollar. Auch die Zahl der Zuschauer stieg Jahr für Jahr. 1983 kamen durchschnittlich 10.000-15.000 Zuschauer zu den Turnieren, die inzwischen nicht mehr

ausschließlich in Kalifornien stattfanden, sondern auch in den anderen Bundesstaaten der USA.

1986 war die Preisgeldsumme auf 450.000 US Dollar angestiegen und jedes Turnier wurde von den Kabelfernsehsendern übertragen.

1987 wurden zum ersten Mal die offiziellen Weltmeisterschaften vom Weltvolleyballverband (FEDERATION INTERNATIONALE DE VOLLEYBALL; FIVB) am Strand von Rio de Janeiro ausgerichtet. Gegen die US-Teams war die Konkurrenz aus Brasilien, Argentinien, Italien, Japan, Chile und Mexiko chancenlos. Seitdem finden am Strand von Ipanema jedes Jahr die Beach-Volleyball Weltmeisterschaften statt.

Den Erfolg dieser Meisterschaften beobachtend, gründete die FIVB 1990 die „World Series“. Drei bis sechs Turniere finden jährlich mit den Landesmeistern aus aller Welt in Japan, Brasilien, den USA und Europa statt. Es wird pro Turnier ein Preisgeld von 100 000 US-Dollar ausgeschüttet.

Im September 1993 beschloss das Olympische Komitee, Beach-Volleyball in den Kreis der olympischen Sportarten aufzunehmen.

1995 wurden 18 Herren- und 11 Damen-Turniere der World Series, über alle Kontinente verteilt, mit einer Preisgeldgesamtsumme von 2,5 Mio. bzw. 1,1 Mio. US-Dollar ausgetragen. Die Übertragungszeiten erreichten die Rekordhöhe von 60 Stunden im Jahr.

1996 spielten dann erstmals 16 Beach-Frauen- und 24 Beach-Männerduos im Sand um das olympische Edelmetall. Beach-Volleyball setzte sich in der Gunst der Zuschauer in Atlanta sehr schnell durch. Die Eintrittskarten waren schon vor Beginn des Turniers ausverkauft.

Heutzutage ist Beach-Volleyball endgültig als olympische Disziplin anerkannt und trat in Sydney einen noch nie dagewesenen Siegeszug an. Zuschauer, Sportler und Medien, insbesondere auch die Fernsehsender, waren begeistert von dem Wettkampf am berühmten Bondi Beach.

Am 23. Oktober 2000 beschloss der FIVB auf seine Beach-Volleyball World Council einschneidende Regeländerungen für die Sportart, die ab 1. Januar 2001 gültig sind und zunächst für ein Jahr getestet werden.

Zum einen wird das Feld auf 8 x 16 Meter verkleinert (bisher 9 x 18 Meter), zum anderen wird auch für die Strandvariante die Rally-Point- Zählweise eingeführt. Es wird auf zwei Gewinnsätze bis 21 Punkte gespielt, ein entscheidender dritter Satz

endet bei 15 Punkten, in allen Sätzen ist eine Minstdifferenz von zwei Punkten erforderlich (www. tvv. de).

„Keine andere Sportart- weltweit- hatte in so kurzer Zeit ein so steiles kommerzielles Wachstum zu verzeichnen. Die Preisgeldsteigerungsraten übertrafen im letzten Jahrzehnt selbst das Tennis- und das Golfspiel“ (HÖMBERG, S.1993).

2.1.2 Entwicklung in Deutschland

Die ersten Beach-Volleyball-Turniere in Deutschland wurden 1988 an den Stränden von Nord- und Ostsee ausgetragen.

Diese wurden von STELIAN MOCULESCU, dem damaligen Bundestrainer der Hallenvolleyballer angeregt. An den Turnieren nahmen zumeist Nationalspieler teil, doch fehlende Zuschauerresonanz, organisatorische Mängel und Desinteresse der Werbewirtschaft ließen den Versuch scheitern, Beach-Volleyball an deutschen Stränden populär zu machen (vgl. KROHN, 1994).

Von 1989 bis 1991 organisierte die Agentur „German Beach Agency“ (GBA) die Beach-Volleyball-Turniere. Zu den seit 1989 stattfindenden sechs Beach-Cups kamen 1990 vier sogenannte Masters mit aufgestocktem Preisgeld hinzu. Auch wurden zum ersten Mal Damen- und Jugendturniere ausgetragen.

1991 fanden nur noch drei Turniere statt, da zwei der Hauptsponsoren abgesprungen waren. Kritik an der Monopolstellung der GBA von Seiten der Spieler wurde laut. Hauptkritikpunkte waren die Terminplanung, die Preisgeldausschüttung und die Vermarktungsstrategien.

Daraufhin übernahm der Deutsche Volleyball Verband (DVV) 1992 die Organisation des Beach-Volleyballs in Deutschland. Es wurde eine sogenannte „Beach Kommission“ gebildet, die aus Spielern, Sponsoren, Klubs, Medienvertretern und Verbandsexperten besteht (DVV Informationsmaterial 1994). Die Vermarktungsrechte blieben bei der Agentur des Verbandes, der Stiftung Deutscher Volleyball (SDV).

In diesem Jahr bestand die Serie bei den Herren aus sechs, bei den Damen aus drei Turnieren. Der Saisonhöhepunkt war im Anschluss daran die Deutschen Beach-Volleyball Meisterschaften, die erstmals am Timmendorfer Strand ausgetragen wurden. An ihnen nahmen die besten 16 Herren- und Damenmannschaften der Rangliste teil. 1993 und 1994 wuchs die deutsche Beach-Volleyball Tour auf acht Masters Turniere mit Mindestpreisgeldern von 10.000 (1993) auf 15.000 DM (1994). und 16 niedriger dotierte Beach-Cups an.

1993 wurde eine weitere wichtige Etappe im deutschen Beach-Volleyball eingeleitet. Im großen Stil fanden jetzt Master-Turniere einiger Großstädte statt. Es wurden 5 Damen- und 8 Herren-Masters- Turniere (Mindestpreisgeld DM 10.000) und 10 bzw. 11 Beach-Cups mit einem Gesamtpreis von DM 200.000,- ausgetragen.

„Der Beach-Sommer 1995 brachte in Deutschland den Durchbruch des Beach-Volleyballs von einer Trend- zu einer etablierten Sportart. Die DVV veranstaltete 8 Masters und 24 Beach-Cups in ganz Deutschland und erreichte damit ca. 400.000 Zuschauer. Sponsoren, ermöglichten Preisgelder in Höhe von insgesamt DM 375.000, und die Fernsehübertragungszeiten betragen insgesamt 6 Stunden.

1995 fand in Berlin zum ersten Mal ein Turnier der FIVB World Tour statt.

1996 fanden 8 Masters und 16 Beach-Cups statt. Die Turniere wurden professioneller durchgeführt und erreichten eine Dotierung von DM 603.000, was Deutschland zur drittgrößten Turnier-Serie der Welt im Beach-Volleyball aufrücken ließ. Die Übertragungszeiten im Fernsehen sind auf 8 Stunden gestiegen.

Bei den Olympischen Spielen in Atlanta nahmen zwei deutsche Teams teil, die einen beachtlichen 9. Platz belegten.

1997 gab es in Deutschland weit mehr als 5.000 stationäre Beach-Volleyball-Anlagen.

1998 wurden insgesamt über 380.000 Zuschauer registriert, obwohl es bei 80% der Masters und den DVV Beach Cups regnete. Bei der Junioren EM'98 in Athen (Griechenland) holte die Deutsche Mannschaft die Bronze-Medaille.

1999 nahmen beim Deutschen Volleyball-Verband und in den Landesverbänden über 70.000 Aktive regelmäßig an Turnieren teil, die Zahl der aktiven Beach-Volleyballspieler- und -spielerinnen wird auf weit über 100.000 geschätzt.

Deutschlands Beach-Volleyball-Nachwuchs untermauert bei den Junioren Europameisterschaften in Finestrada / Spanien seine herausragende Stellung und holten die Silber- und Bronzemedaille.

In der am 1. Januar 1999 gestarteten Olympiaqualifikation schlugen sich insgesamt sechs deutsche Nationalduos durchschnittlich bis gut, die bisher erreichten Platzierungen ließen berechnete Hoffnungen zu, dass in Sydney insgesamt vier deutsche Beach-Duos um Medaillen kämpfen würden.

2000 gastierten zum ersten Mal die besten Beach-Volleyballerinnen der Welt im Rahmen der WORLD TOUR in Berlin, wo ein deutsches Team nach hervorragenden Spielen den 4. Platz erreichten. Auch der deutsche Nachwuchs macht von sich reden,

denn bei den beiden Nachwuchsmeisterschaften auf europäischer Ebene errangen die männlichen Beacher drei Medaillen, davon zwei goldene.

Die Entwicklung des nationalen Beach-Volleyballs findet mit dem Gewinn der Bronzemedaille am Bondi Beach in Sydney durch Hager / Ahman ihren ersten Höhepunkt.

Tabelle 1: Zahlenentwicklung in Deutschland

Jahr	Aktive	Turniere	Preisgeld	Zuschauer
1992	500	7	DM 50.000	30.000
1993	1.300	16	DM 100.000	120.000
1994	1.700	24	DM 200.000	200.000
1995	2.500	33	DM 350.000	400.000
1996	4.000	25	DM 600.000	500.000
1997	5.000	25	DM 760.000	550.000
1998	5.500	19*	DM 678.000	380.000
1999	6.000	18**	DM 660.000	350.000
2000	6.000	18	DM 665.000	322.000

* Rückgang der Beach Cups auf 10 Turniere

** Rückgang der Beach Cups auf 9 Turniere (vgl. www.dvv.de)

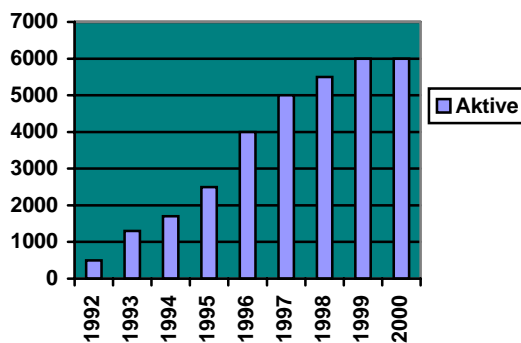


Abb. 1: Entwicklung der Aktiven der Masters- und Cupserie des DVV

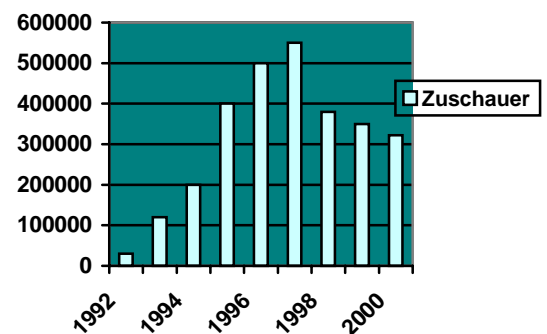


Abb. 2: Entwicklung der Zuschauer Masters- und Cupserie des DVV

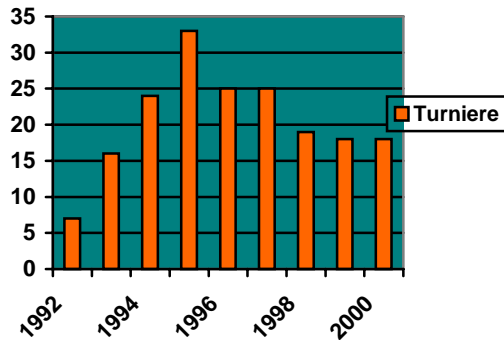


Abb. 3: Entwicklung der Turnier Masters- und Cupserie des DVV

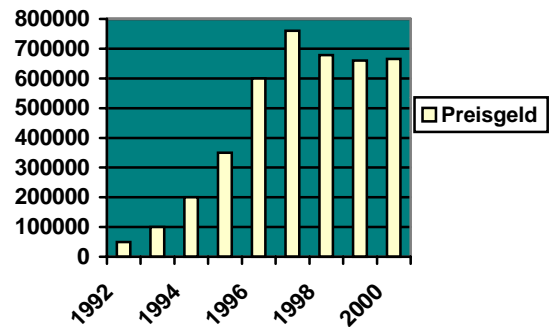


Abb. 4: Entwicklung der Preisgeld Masters- und Cupserie des DVV

2.2 Strukturanalyse des Beach-Volleyballspiels

Beach-Volleyball hat sich aus dem Hallenvolleyball entwickelt ist aber im Laufe der Jahre zu einer eigenständigen Sportart geworden. Sie unterscheidet sich im Vergleich zu Hallenvolleyball hinsichtlich der Regeln, Spielstruktur, Zuschauer, Umfeld und Organisation sowie in der physischen und psychischen Belastung.

2.2.1 Regelwerk

In den letzten Jahren wurden in Anlehnung an die Regeln des Hallenspiels und an das Regelwerk der amerikanischen Profis die internationalen Beach-Volleyball Regeln erarbeitet. Das Beach-Regelwerk wurde von der FIVB übernommen und kommt auch in Deutschland zur Anwendung.

Nachfolgend werden die Unterschiede zwischen den Beach-Regeln und den Hallen-Regeln stichwortartig aufgeführt, wobei die Kenntnis der Hallenvolleyballregeln, vorausgesetzt wird:

1. Eine Mannschaft besteht aus zwei Spielern, die nicht ausgewechselt werden können, weder während des Spiels noch während des Turniers.
2. Das Feld ist ein Rechteck von 18 x 9 m.

3. Das Sportspiel Beach-Volleyball wird von äußeren Bedingungen, wie z.B. Wind und Sonne, sehr beeinflusst, deshalb werden nach jeweils fünf gespielten Punkten die Seiten gewechselt.
4. Der Ball ist handgenäht, weicher und etwas schwerer als der Hallenvolleyball. Zudem besteht der Ball aus mehrfarbigem Leder.
5. Es gibt keine Aufstellungsregeln, d.h. jeder Spieler kann in jeder Situation, vor oder nach dem Aufschlag, auf jede beliebige Seite wechseln.
6. Ein Spieler darf unter dem Netz übertreten, um den Ball besser spielen zu können, wenn der Gegner dabei nicht behindert wird. Ein "Übertreten" mit Gegnerberührung gilt in der Regel als Fehler.
7. Der Ball darf mit jedem Teil des Körpers berührt werden. Ein gleichzeitiger Kontakt mit mehreren Körperteilen ist erlaubt.
8. Driveschläge, Angriffs- und Zuspielerfinten bzw. alle Angriffsschläge mit bogenförmigem Ballflug dürfen nicht mit offenen Händen abgewehrt werden.
9. Der Ball darf nur im rechten Winkel zur Schulterachse rückwärts oder frontal über das Netz gepritscht werden, und das auch nur aus dem Stand.
10. Die Zuspiel- und Angriffsfinte als einhändiges oberes Zuspiel mit offener Hand ist nicht erlaubt. Der Ball darf allerdings mit der Faust gespielt werden.
11. Der nicht aufschlagende Spieler darf die Sicht der annehmenden Mannschaft nicht versperren.
12. Der Block zählt als erste Berührung.
13. Jedes Team hat vier Auszeiten von je 30 s Dauer, kann auch hintereinander genommen werden. (Val. HÖMBERG / PAPAGEORGIOU 1997,31)
14. Wenn sich ein ernster Unfall ereignet, während der Ball im Spiel ist, muss der Schiedsrichter das Spiel sofort unterbrechen. Der Spielzug wird dann wiederholt. Dem verletzten Spieler wird pro Satz eine Wiederherstellungszeit von 5 Minuten gewährt.
15. Tritt während des Spiels eine äußere Beeinträchtigung auf, wird das Spiel unterbrochen und der Spielzug wiederholt.

Im Beach-Volleyball gibt es zwei Wettkampfformen, das des FIVB, bei dem ausschließlich nach Sätzen und Punkten gespielt wird, und das der ASSOCIATION VOLLEYBALL PROFESSIONAL (AVP), wonach ein Spiel auch nach Zeit entschieden werden kann.

1. Form A: ein Gewinnsatz bis 15 Punkte.

Gewinner des Satzes und des Spiels ist die Mannschaft, die zuerst 15 Punkte mit einem Vorsprung von 2 Punkten erzielt. Bei einem Gleichstand von 16:16 gewinnt die Mannschaft, die den 17. Punkt erzielt. Also gewinnt die Mannschaft den Satz und das Spiel mit nur einem Punkt Vorsprung.

2. Form B: zwei Gewinnsätze bis 12 Punkte.

Gewinner eines Satzes ist die Mannschaft, die zuerst 12 Punkte mit einem Vorsprung von 2 Punkten erzielt. Gewinner des Spiels ist die Mannschaft, die 2 Sätze gewonnen hat. Bei einem Gleichstand von 14:14 gewinnt die Mannschaft, die den 15. Punkt erzielt. Damit gewinnt die Mannschaft den Satz ebenfalls nur mit einem Punkt Vorsprung. Der eventuell gespielte dritte Satz (Entscheidungssatz) wird nach den Tie-Break Regeln gespielt. (vgl. Internationale Volleyball-Spielregeln 1997)

Neue Bestimmungen für die Beach-Saison 2001:

Das Rally-Point-System wurde ab dem 01.01.2001 für die nationalen Beach-Serien des DVV (D2 Masters, German-Beach-Cups) und die Deutschen Beach-Volleyball Meisterschaften als Test für das Jahr 2001 eingeführt.

Zur Durchführung wird festgelegt:

- Jedes Spiel wird mit zwei Gewinnsätzen von drei möglichen Sätzen gespielt.
- Alle Sätze werden bis 15 Punkte gespielt.
- Ein Satz wird mit zwei Punkten Vorsprung gewonnen. Es gibt keine Punktbegrenzung.
- Der Seitenwechsel erfolgt ohne Pause nach jeweils 8 gespielten Punkten in allen drei Sätzen.
- Die Pause zwischen zwei Sätzen beträgt eine Minute.
- Die Jury des Turniers kann bei Halbfinal- und Finalspielen (Halbfinale, Spiel um Platz 3, Finale) entscheiden, die Testfestlegungen der FIVB (2 Sätze werden bis 21 Punkte und ein eventueller dritter Satz wird bis 15 Punkte gespielt. Der Seitenwechsel erfolgt ohne Pause nach jeweils 10 gespielten Punkten in den ersten beiden Sätzen, nach jeweils 5 Punkten im dritten Satz) anzuwenden.
- Das Spielfeld wird bei den nationalen Beach-Serien des DVV (D2 Masters, German Beach Cups) und den Deutschen D2 Beach-Volleyball Meisterschaften auf 8 x 8 m je Feldseite verkürzt. Diese Verkleinerung gilt als Test für das Jahr 2001.
- Erfolgen seitens der FIVB in Auswertung der FIVB World Tour Events vom November / Dezember 2000 bis zum 31.01.2001 noch Anpassungen in der Durch-

führung von Auszeiten und Seitenwechseln, so können diese noch in die Durchführungsbestimmungen für 2001 aufgenommen werden.

Vorbehaltlich der voraussichtlichen Entscheidung der CEV, die gleichen Regeländerungen zu testen, gelten diese Änderungen auch für die Deutschen Meisterschaften sowie deren zentrale Qualifikationen (Nord- / Südcups) der A- und B-Jugend für das Jahr 2001 (www.tvv.de).

2.2.2 Turniersystem des Beach-Volleyballspiels

Da die Installierung einer Beach-Volleyballiga (wie in den Hallen) bisher gescheitert bzw. nicht geplant ist, bleibt das doppelte K.o.-System ähnlich wie im Tennis, das gängige Turniersystem. In Deutschland gibt es zwei unterschiedliche, sich ergänzende Serien: Zum einen die acht Turniere umfassende Masters-Serie, die unter den Beachern auch als „1. Liga“ bezeichnet wird, da hier höhere Preisgelder, mehr Ranglistenpunkte und deshalb die besten Spieler präsent sind. Die Beach-Cup Serie, ist dementsprechend für die mittlere bzw. obere Leistungsklasse bestimmt.

1997 fanden 16 dieser Cups statt. Je nach Turnier sind 24 oder 32 Mannschaften am Start. Alle Mannschaften haben das Ziel, sich für das Endturnier, die Deutschen Meisterschaften in Timmendorf zu qualifizieren und den Deutschen Meister zu ermitteln. Startberechtigt sind dort die 16 besten Teams des gesamten Sommers.

In der Beach-Volleyball-Saison werden mehrere Turniere gespielt. In einem Turnier spielen 32 Mannschaften auf 5-7 Feldern im K.o.-System. Der Grundgedanke dieses Systems ist es, dass eine Mannschaft nicht sofort bei der ersten Niederlage ausscheidet. Nach einer Niederlage wechselt die Mannschaft von der Haupt- bzw. Gewinnerrunde (Winners Bracket) in die Hoffnungs- bzw. Verliererrunde (Looser`s Bracket) und scheidet erst dann aus, wenn sie dort ebenfalls ein Spiel verliert (HÖMBERG / PAPAGEORGIU 1994, 28).

Mit (Form A) wird bis zum Finale gespielt und im Finale wird mit der (Form B) gespielt (vgl. 2.2.1).

2.2.3 Spielstruktur

Beach-Volleyball lässt sich schwer einordnen. Fachleute ordnen dieses Volleyball-Spiel unter freiem Himmel nicht zu den großen Mannschafts-Sportarten wie Fußball, Handball oder die Indoor-Variante des Volleyballs, sondern legen die Betonung beim

Beach-Volleyball eher auf den Rückschlagcharakter des Spiels und stellen es somit auf eine Ebene mit dem Tennis- oder Tischtennisdoppel (vgl. HÖMBERG / PAPAGEORGIU 1994, 38). Durch das Erstellen einer Einzelrangliste, durch Turniere nach dem Modus „King of the Beach“ und durch das Auszeichnen des besten Abwehrspielers, Angreifers oder Aufschlägers drängt sich bisweilen der Eindruck auf, es handle sich sogar um eine Individualsportart, die im Sand gespielt wird.

2.2.3.1 Physische Belastung

Bei den vorliegenden Untersuchungen sind unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich der durchschnittlichen (Netto-Spielzeit) für einen Satz beobachtet worden: so ermittelten PAPAGEORGIU et al. (1994) eine Zeit von 33,3 Minuten, die lediglich auf der Grundlage von sechs Spielen basierte. Das Zahlenmaterial von HANSEN (1996, 59) ist in dieser Hinsicht aussagekräftiger: er untersuchte 29 Spiele und ermittelte eine durchschnittliche Satzdauer von 43,02 Minuten.

Die mittlere Anzahl der Ballwechsel pro Satz differiert im nationalen Bereich von 84 bei PAPAGEORGIU / HÖMBERG (1996), bis hin zu HANSEN (1996), der auf 78,3 Ballwechsel kommt.

Einem Spieler auf deutschem Spitzenniveau stellen sich nach HÖMBERG / PAPAGEORGIU (1997), bezogen auf eine Stunde reine Spielzeit, d.h. die Gesamtspielzeit abzüglich der Auszeiten und außergewöhnlichen Spielunterbrechungen, folgende Anforderungen an den Beach-Volleyball.

Tabelle 2: Sprunghandlungen und Antritt einer Stunde reiner Spielzeit im Beach-Volleyball (HÖMBERG / PAPAGEORGIU 1997),

Sprung (Summe: 85)			Antritt (Summe: 234)		
Aufschlag	Angriff	Block	vorwärts	rechts-links rückwärts	mit Richtungswechsel
20	39	26	129	Je 17	54
Dichte: 42 s			Dichte: 15,4 s		

Die Studie von PAPAGEORGIU et al. (1996) bestätigt dieses eindeutige Übergewicht von Angriffsprunghandlungen gegenüber den Elementen Aufschlag und Block.

Nach den ermittelten Zahlen von PAPAGEORGIU / HÖMBERG (1997) führt ein deutscher Spitzenspieler demnach 0,6 Sprünge pro Ballwechsel durch. Die Untersuchung von PAPAGEORGIU et al. (1996) dagegen ergab einen Durchschnittswert von 0,67

Sprüngen. Der US-Profi hat eine in diese Richtung gehende Belastung, er muss im Schnitt 0,65 Sprünge pro Ballwechsel absolvieren (vgl. HÖMBERG / PAPAGEORGIU 1997,42).

Im Hinblick auf die Antritte und Laufwege legen Spieler pro Spiel einen Weg von 722 Metern zurück, wobei pro Stunde reiner Spielzeit 234 Antritte zu verzeichnen sind. Ein Spieler der nationalen Spitze führt somit alle 15,4 Sekunde einen Antritt aus. Hochgerechnet auf die durchschnittliche Zahl der Ballwechsel ergeben sich pro Ballwechsel 1,6 Antritte mit einer durchschnittlich zurückgelegten Strecke von 3,3 Metern. Es liegen verschiedene Angaben zur effektiven Dauer eines Ballwechsels in der deutschen Spitzenklasse vor: HANSEN (1996) gibt 7,0 Sekunden an, PAPAGEORGIO et al. (1996) ermitteln einen Wert von 8,4 Sekunden, HÖMBERG / PAPAGEORGIU (1997) kommen auf 8,4 Sekunden für den deutschen und 7,5 Sekunden für den amerikanischen Profibereich. In Verbindung mit den obengenannten Lauf- und Sprung-Anforderungen verdeutlichen diese Zahlen die kurzzeitige muskuläre Belastung, die zu einer fast ausschließlich anaerob-alactaciden Beanspruchung führt. Die Belastung ähnelt damit der Beanspruchung im Hallen-Volleyball.

Es muss dabei aber berücksichtigt werden, dass der Gewinner eines Beach-Volleyballwochenendturniers bis zum Sieg mindestens 7 und höchstens 10 Spiele absolviert. Das Spiel bzw. die Satzdauer beträgt im Mittel um 40 min., der Untergrund ist kräftezehrender als das Hallenparkett, die Spielerzahl bei gleicher Feldgröße erheblich geringer und dementsprechend fehlen die Ruhephasen. Jeder Spieler ist in der Regel an jedem Ballwechsel beteiligt und muss selbst jeden vierten Aufschlag ins Spiel bringen. Dass sich die Anforderungen an Beach-Volleyballer gegenüber denen des Hallenspielers unterscheiden, belegen auch folgende Vergleichszahlen zwischen Beach- und Hallen-Volleyball (die jeweiligen Zahlen für den Hallen-Volleyball sind in Klammern). Der Beach-Volleyballspieler springt alle 42 (51) Sekunden und führt jede 15 (19) Sekunden einen Antritt aus; Er absolviert deutlich mehr Antritte mit wechselnder Richtung, nämlich 23% (2%), dagegen weniger rückwärts 7% (20%) und seitwärts 14% (24,5%).

Daraus folgt, dass Beach-Volleyball bei gleichen Bewegungstechniken wie Springen, Laufen, Abstoppen, Starten usw. auf einem unbestreitbar fortbewegungshemmenderen und anstrengenderen Boden bei höherer Intensität mehr Kraftaufwand benötigt. Deshalb ist die Relevanz eines hohen Kraftniveaus und die daraus resultierende Be-

deutung eines gesteigerten Krafttrainings gegenüber dem Hallen-Volleyball nachvollziehbar. Dieses bestätigten auch die amerikanischen Profis bei einer Befragung durch HÖMBERG / PAPAGEORGIU (1993).

Aus energetischer Sicht führen diese kurzzeitigen muskulären Belastungen zu überwiegend anaerob-alactacider Beanspruchung mit Anteilen von anaerob-lactacider Energiegewinnung, wie die folgende Ergebnisse erster Untersuchungen diesbezüglich bestätigten konnten.

Die durchschnittliche Herzfrequenz über die Dauer eines Spiels liegt bei Spielern des mittleren Leistungsniveaus bei rund 140 Schlägen pro Minute, als durchschnittlicher Laktatwert wurden 2,56 mmol / l Blut ermittelt.

Pilotuntersuchungen bei internationalen Spitzenspielern ergaben durchschnittliche Herzfrequenzen von 153-162 Schlägen pro Minute und Laktatspiegel von durchschnittlich 2,65 bis 3,12 mmol / l Blut.

Die Spitzenwerte lagen bei Herzfrequenzen von knapp 180 Schlägen pro Minute und 4,1 mmol / l Laktat pro Blut (vgl. HÖMBERG / PAPAGEORGIU 1997, S. 43).

Außerdem kommt der azyklischen Bewegungsschnelligkeit, der Reaktionsschnelligkeit und der Schnellkraft eine sehr große Bedeutung im Beach-Volleyball zu.

2.2.3.2 Psychische Belastung

Doch nicht nur die physischen Komponenten spielen eine wichtige Rolle. Wie bei allen Wettkampfsportarten auf hohem Niveau hat auch die psychische Beanspruchung beim Beach-Volleyball einen hohen Anteil an der Spielstruktur, an Erfolg oder Misserfolg.

In der Literatur liegen wenig Ergebnisse von Untersuchungen zu der psychischen Beanspruchung vor.

HÖMBERG / PAPAGEORGIU (1997) beurteilen die psychische Belastung im Beach-Volleyball höher als die im Hallenspiel. Zur Begründung dieser auf Erfahrungen basierenden These werden folgende Faktoren aufgeführt:

Innere Faktoren:

- Die Intensität ist höher.
- Die Handlungsbereitschaft, bzw. das „Spiel ohne Ball“ ist wichtiger.
- Die Erwartungshaltung an Annahmespieler und Angreifer ist größer.

- Die Angst vor einem Misserfolg ist stärker, da nur ein Mitspieler mitverantwortlich gemacht werden kann.
- Die Anforderung an die Konzentrationsfähigkeit aufgrund der Annahmesituation mit nur zwei Spielern ist höher.
- Die gegnerische Aufschlagtaktik zielt oft darauf ab, nur einen Spieler anzuspielden, um dessen physische wie psychische Widerstandskraft zu brechen.
- Der Kampf eines Angreifers gegen einen Blockspieler und einen Abwehrspieler ist eher mit dem Charakter einer sportlichen Auseinandersetzung in Individualsportarten vergleichbar.

Äußere Faktoren:

- Die Witterung (Stand der Sonne, Wind, usw.) setzt die Spieler von Beginn an unter Druck, so dass bei gleich starken Mannschaften oft schon bei der Auslösung eine Vorentscheidung fällt.
- Beim Beach-Volleyball geht es um hohe Preisgelder, jeder verlorene Punkt kann beträchtliche finanzielle Einbußen mit sich bringen.

VETTER (1999) befragte 80 Spielerinnen und Spieler zu subjektiven Belastungswirkungen in verschiedenen Spielsituationen.

„die Auswertung stellt deutlich heraus, dass es für den einzelnen keine absolut stressauslösenden Belastungsbedingungen gibt. Es zeigen sich weder durchgehend intraindividuelle Übereinstimmung in der Einschätzung ähnlicher Situationen (nicht in jeder Situation wird z.B. das Element Annahme als hoch Belastend empfunden), noch gibt es den Spieler, der situationsübergreifend generell zu größerer psychischer Belastungsempfindung neigt.“

Ein weiterer wesentlicher Faktor für die Entstehung psychischer Belastung ist die Variabilität der Umweltbedingungen und situativen Aufgabenfaktoren. Die durch die hochgradig wechselnden Bedingungen erforderliche Flexibilität in Technik und Taktik in Anpassung an die Witterungsverhältnisse und Umfeldfaktoren, sowie die Kooperation und Kommunikation mit dem Partner, fordern kognitive und psychische Qualitäten der Spielerinnen und Spieler in erheblichem Maße.

Psychoregulativen Fähigkeiten, die eine kurzfristige Reduzierung emotionaler Impulse und dadurch handlungsorientierte Selbstregulation ermöglichen, kommt damit eine große Bedeutung zu (vgl. VETTER.1999).

2.3 Das Vegetative Nervensystem

Die Organisation des menschlichen Körpers kann man sich wie im folgenden Schema vereinfacht dargestellt vorstellen:

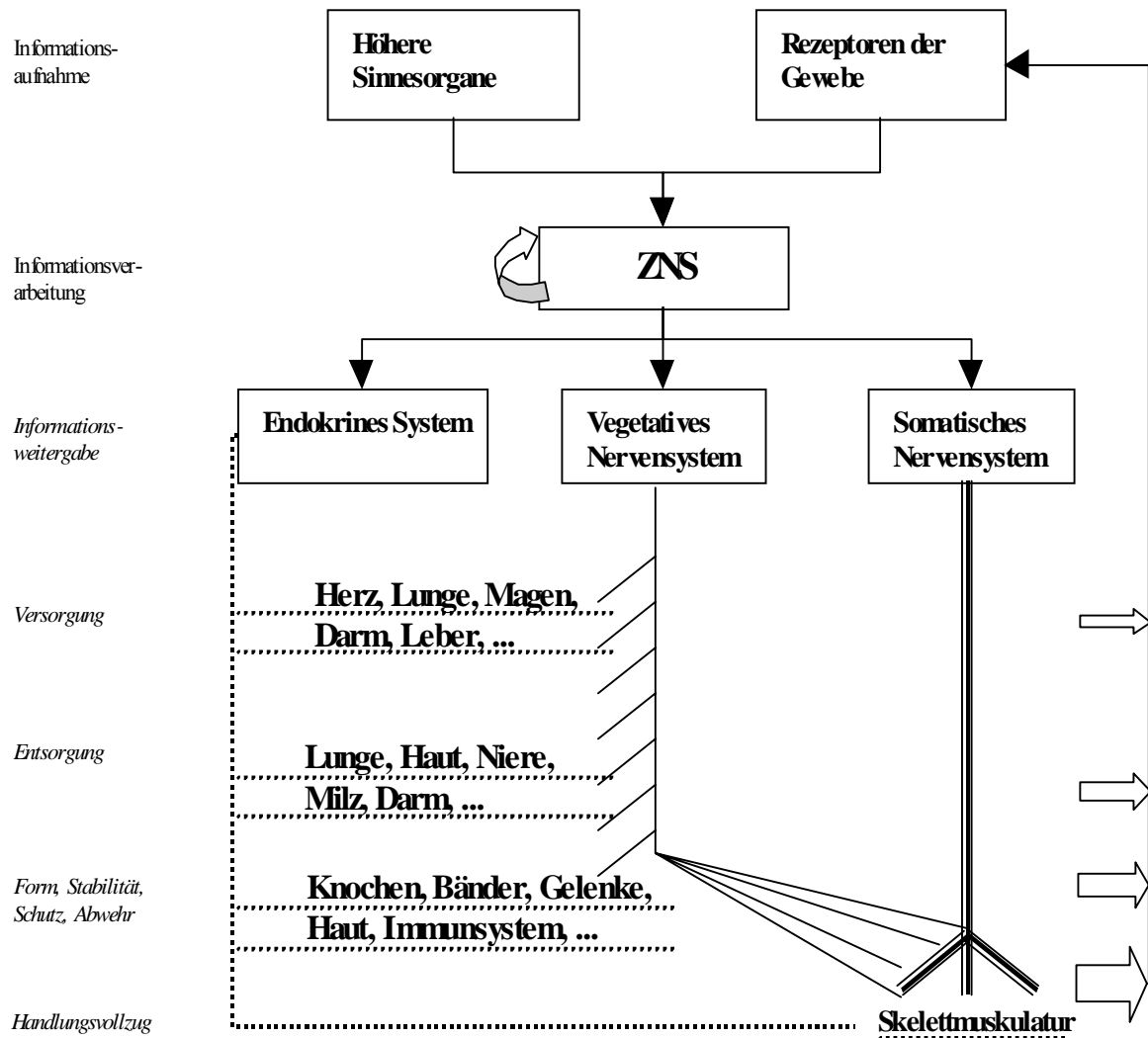


Abb. 5: Organisation des menschlichen Körpers (nach Zimmermann 1986)

Alle Organe des Körpers werden von dem vegetativen Nervensystem innerviert. Neben dem Einfluss auf die Funktion der inneren Organe über Hormone auf dem humoralen Weg, besteht damit ein zweiter Weg zur Steuerung der Zellfunktionen. Gegenüber den humoralen Einflüssen hat das vegetative Nervensystem dabei die Möglichkeit des schnelleren, direkteren Zugriffs auf eine Änderung von Organfunktionen, wie sie z.B. zur Anpassung des Kreislaufs bei schnellen motorischen Aktionen not-

wendig ist. Neben dieser schnellen, die motorischen Leistungen unterstützenden Funktionen, wirkt das vegetative Nervensystem auch mit als organspezifisch differenziertes Instrument im Rahmen homöostatischer Regulationen, z.B. durch Regulation der Hautdurchblutung und der Schweißsekretion bei der Thermoregulation. Weiterhin können durch viszerale Afferenzen schnelle, organspezifische Regulationen als vegetative Reflexe wie Kreislaufreflexe, intestinale Reflexe und der Blasenentleerungsreflex durch das vegetative Nervensystem übertragen werden.

2.3.1 Aufbau und Transmitter des vegetativen Nervensystems

Eine Besonderheit des vegetativen Nervensystems ist die in den Ganglien außerhalb des Zentralnervensystems erfolgende Umschaltung auf ein zweites, postganglionäres Neuron. Nach Lage der zu den Ganglien ziehenden präganglionären Neurone im Zentralnervensystem wird zwischen dem Sympathikus und dem Parasympathikus unterschieden. Die Signalübertragung eines präganglionären Neurons auf postganglionäre Neurone wird sowohl beim Sympathikus als auch beim Parasympathikus durch den Transmitter Acetylcholin unterstützt. Acetylcholin fungiert auch als Überträgerstoff bei der Parasympathischen Innervation der Erfolgsorgane. Im Unterschied dazu erregen die postganglionären Fasern des sympathischen Systems das Erfolgsorgan durch Noradrenalin.

Das vegetative Nervensystem ist in dem peripheren Aufbau dadurch charakterisiert, dass die Axone, die das Zentralnervensystem in Hirnstamm und Rückenmark verlassen, nicht ohne Unterbrechung zu den Effektororganen ziehen, sondern vorher noch einmal außerhalb des Zentralnervensystems in Ganglien mit einem weiteren Neuron synaptisch verschaltet sind. Die Neurone innerhalb des Zentralnervensystems werden deshalb als präganglionäre Neurone, die Neurone in den Ganglien, die mit ihren Axonen die Erfolgsorgane innervieren, als postganglionäre Neurone bezeichnet.

Je nach Lage der präganglionären Neurone wird das vegetative Nervensystem in einen thorakolumbalen Anteil, den Sympathikus, und einen kraniosakralen Anteil, den Parasympathikus, unterteilt (siehe Abb. 6)

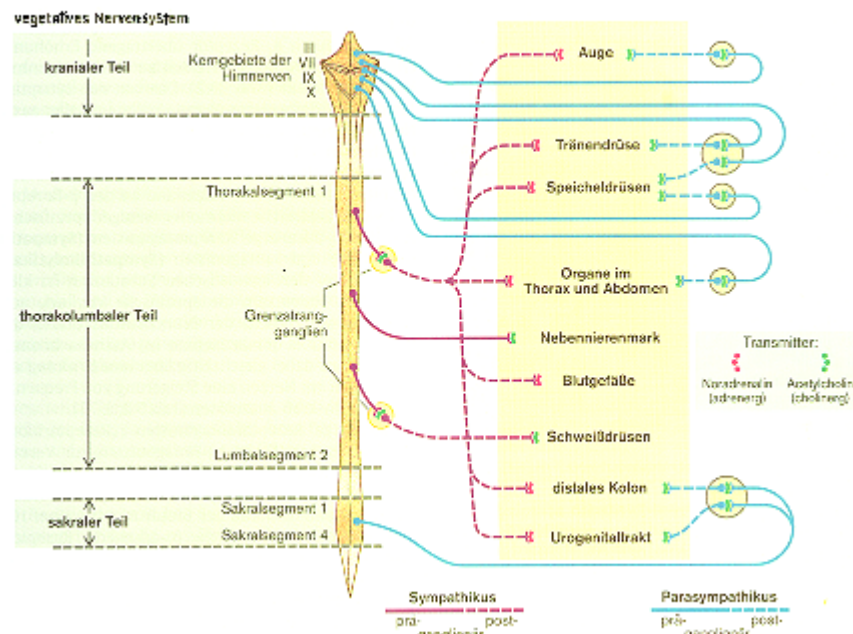


Abb. 6: Gliederung des peripheren vegetative Nervensystem in Sympathikus und Parasympathikus. (KLINKE / SILBERNAGEL 1996).

2.3.2 Die Transmitter wirken über Rezeptoren

Die Effekte in postganglionären Neuronen und den Erfolgsorganen werden über Rezeptoren vermittelt. Die für Acetylcholin spezifischen cholinergen Rezeptoren sind in den Ganglien (nicotinartig) und an den Erfolgsorganen (muscarinartig) unterschiedlich. Die beiden Typen von Rezeptoren an den Erfolgsorganen für den Transmitter Noradrenalin werden als α - und β -adrenerge Rezeptoren bezeichnet. In die rezeptorübermittelten Effekte kann mit rezeptorstimulierenden (Agonisten) und blockierenden (Antagonisten) Substanzen pharmakologisch eingegriffen werden.

Der bei Aktivität der sympathischen und parasympathischen Neurone freigesetzte Transmitter verbindet sich an der postsynaptischen Membran mit spezifischen Rezeptoren. Durch die Reaktion zwischen Transmitter und Rezeptor werden entweder in der Membran bestimmte ionale Leitfähigkeiten verändert, oder es werden über mehrere membrangebundene Reaktionsschritte intrazellulär Veränderungen der Konzentration zyklischer Nucleotide (z.B. zyklisches Adenosinmonophosphat, cAMP; Abb. 7 ausgelöst. Durch beide Vorgänge werden intrazellulär weitere Reaktionen aktiviert oder gehemmt, wie z.B. die Kontraktion einer glatten Muskelzelle.

Die Rezeptoren für die cholinerge Erregungsübertragung an den postganglionären Neuronen in den Ganglien des sympathischen und parasympathischen Nervensystems sind nicotinartige (oder n-cholinerge) Rezeptoren, da durch Nicotin dieselben Reaktionen ausgelöst werden können wie durch Acetylcholin. Die cholinergen Rezeptoren in den postsynaptischen Membranen der mittels Parasympathikus innervierten Erfolgsorgane- sowie in den sympathisch innervierten Schweißdrüsen- sind muscarinartige (oder m-cholinerge) Rezeptoren, da hier Muscarin die gleiche Wirkung wie Acetylcholin ausübt. Substanzen, mit denen die Parasympathische cholinerge Erregungsübertragung auf die Erfolgsorgane in gleicher Weise wie mit Acetylcholin ausgelöst werden kann, heißen Parasympathikomimetika oder m-Rezeptoren-Agonisten. Zu diesen Substanzen gehören z. B. das Muscarin und das Pilocarpin. Bei einer Blockierung der Erregungsübertragung durch Parasympathikolytika oder m-Rezeptoren-Antagonisten werden die Rezeptoren durch die entsprechenden Substanzen besetzt, doch kommt es dabei nicht zu den nachfolgenden Reaktionsschritten. (vgl. KLINKE / SILBERNAGEL 1996).

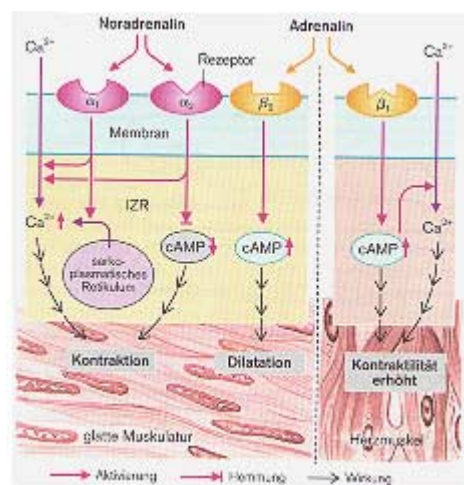


Abb. 7: Aktivierung der verschiedenen adrenergen Rezeptoren führt zu unterschiedlichen Reaktionen in der glatten Gefäßmuskulatur und im Myokard (KLINKE / SILBERNAGEL 1996).

Eine Besonderheit im sympathischen System stellt das Nebennierenmark (NNM) dar. Die Zellen des NNM stehen dabei im Einklang mit den postganglionären Fasern des Sympathischen System, mit dem Unterschied, dass die Zellen des NNM überwiegend Adrenalin als Transmitterstoff sezernieren (vgl. HICK, 1995).

2.3.3 Die Sympathikus- und Parasympathikusaktivität in bezug auf unterschiedliche Belastungszustände des Organismus

Unterschiedliche Belastungszustände nehmen Einfluss auf die Aktivität des Sympathikus und des Parasympathikus. Der Organismus steht bei allen Belastungen (vom Schlaf über maximale körperliche oder seelische Beanspruchung) unter Einwirkung beider Systeme, wobei je nach Beanspruchungslage die Organfunktionen mehr parasympathisch oder mehr sympathisch geregelt werden können.

Zentrale Transmitterstoffe des Sympathikus sind Adrenalin und Noradrenalin, die eine bedeutende Rolle im vegetativen Nervensystem spielen. Beide Substanzen gehören zur Gruppe der Katecholamine und werden in den Nervenzellen des Sympathikus aus der Aminosäure Tyrosin über die Zwischenprodukte Dopa, Dopamin zu Noradrenalin (in den sympathischen Nervenfasern) und Adrenalin (im Nebennierenmark) gebildet.

Die chemische Zusammensetzung von Adrenalin ist der von Noradrenalin sehr ähnlich. Durch die Abgabe ins Blut und den Abtransport über diesen Weg wirkt es langanhaltender und erreicht zudem alle Organe (vgl. HICK, 1995).

Im einzelnen betrachtet stellt sich die Wirkungsweise von Noradrenalin und Adrenalin wie folgt dar:

Tabelle 3 :Die Wirkungsweise von Noradrenalin und Adrenalin

Adrenalin	Noradrenalin
Hebt die Energieproduktion des Organismus	Kommt als Überträgerstoff (Neurotransmitter) im sympathischen Anteil des Nervensystems vor.
Erhöht den Blutzuckerspiegel	Weist dafür eine wesentlich höhere gefäßverengende Wirkung auf Haut- und Darmkapillare auf.
Erhöht die Durchblutung der Bewegungsmuskulatur	Steigert den Blutdruck (systolisch, diastolisch)
Bewirkt eine verstärkte Herzleistung	beeinflusst die Herzleistung weniger
Steigert die Herzfrequenz	Hemmt die Herzfrequenz
Hemmt die Verdauungsvorgänge	Unter physischer Belastung wird vermehrt
Veranlasst eine Verengung der Hautkapillare	
Das HVM nimmt zu.	

Bei NITSCH (1981, 80) nahmen die Belastungszustände Einfluss auf die Aktivität des Sympathikus und Parasympathikus und der unterschiedliche Wirkungszusammenhang wird in vier Varianten dargestellt:

„Entspanntes Gleichgewicht“: geringe Aktivierung beider Systeme;

„gespanntes Gleichgewicht“: gleichzeitige stärkere Aktivierung beider Systeme;

„ergotrope Auslenkung“: einseitige Aktivierung des Sympathikus;

„trophotrope Auslenkung“: einseitige Aktivierung des Parasympathikus.

Die größten Veränderungen treten bei der Umstellung von Ruhe und Entspannung auf körperliche oder seelische Belastung auf. Diesbezüglich wird unter Belastung oftmals auch Stress verstanden. Stress ist ein Zustand, der recht unterschiedliche Gegebenheiten wie direkte Einwirkungen schädlicher Reize, körperliche Anstrengung, subjektive Bedrohung, physiologische Reaktionsmuster oder bestimmte psychische Zustände umfassen kann (NITSCH 1981, 39).

Vorherrschend sind im allgemeinen negative Bezüge im Zusammenhang mit Stress. Dabei schließt Stress im Grunde jede Art der Anforderung an den Körper ein und kann damit im Alltag nicht vermieden werden. Nicht jede Anforderung muss eine negative Wirkung auf das Wohlbefinden eines Individuums haben. Ein gewisses Maß an Stress bildet vielmehr den Anreiz für die individuelle Leistungsbereitschaft der Person. In diesem Kontext werden von NITSCH (1981) zwei Arten der Stresswirkung genannt. Ein erwünschter, stimulierender Stress (Eustress) und ein unerwünschter, hemmender Stress (Distress). Welche Ausprägung letztlich dominiert, hängt von den Bewältigungsmöglichkeiten des Menschen ab. Im biologischen Sinne ist Stress eine Form der Beanspruchung des Körpers, auf die der Organismus zur Bewältigung reagieren muss. Durch einen Reiz werden Substanzen oder Kräfte im Organismus verbraucht. Auf einige Reize kann der Organismus nur mit einem zusätzlichen Energieaufwand reagieren. Diese werden als Stressoren bezeichnet. Es sind „Reize mit größerer Intensität“ (SCHENK 1996, 39) aus der Umwelt, aus der Psyche oder aus dem sozialen Umfeld. Dabei beinhaltet der Begriff Stressor keine Wertung hinsichtlich der Art des erlebten Stressses (vgl. SCHENK, 1996). Alle als Stressoren bezeichneten Erscheinungen (Kälte, Hitze, Freude, Angst, Kummer u.a.) bewirken ein gleichartiges biologisches Reaktionsmuster in Form eines Anpassungsprozesses an die Belastung.

Diese Anpassung wird nach SELYE auch als „allgemeines Adaptations-Syndrom“ (AAS) bezeichnet. Die Belastung versetzt den Organismus in Aktionsbereitschaft, so dass Kräfte und Energien mobilisiert (Alarmphase) und zur Abwehr verbraucht und ausgeschöpft werden. LINDER (1989) beschreibt die Kennzeichen des AAS unter anderem durch eine vergrößerte Nebenniere, eine verstärkte Ausschüttung der Substanzen Adrenalin und Noradrenalin, einen Abbau von Proteinen, Blutdruckanstieg und eine veränderte Blutzusammensetzung. Diese physiologischen Reaktionen sind notwendig, um Belastungen standzuhalten. Die Leistungsbereitschaft des Organismus drückt sich in dem sogenannten „Fight or Flight Syndrome“ (FFS) (kämpfe oder fliehe) aus. Dadurch werden speziell die Funktionen angeregt, die zur Bewältigung der Anforderungen maßgeblich sind, und solche gedrosselt, die zuviel Energie verbrauchen und dabei nicht zur Bewältigung beitragen. Das FFS resultiert aus der Zeit der Urmenschen, die so auf eine Flucht oder einen Angriff vorbereitet waren (vgl. HARDER, S. / KRAFT, I.2000).

Entscheidend für die Aussage zur Aktivität des VNS ist nicht die Höhe der Katecholamin-Ausscheidungsrate, sondern die Relation der beiden Substanzen zueinander (NA/A-Quotient). Der NA/A-Quotient stellt ein Maß für die Sympathikusaktivität dar (ZIMMERMANN / SCHÄNZER / DONIKE 1983, 280). „Dabei kann man verallgemeinernd festhalten, dass auf einer Skala zwischen $NA/A = 0,5$ (NA halb so hoch wie A) und $NA/A = 12$ (NA 12 mal höher als A) niedrige Werte Anspannung und zunehmende Nervosität, hohe Werte Entspannung und zunehmende Ruhe ausdrücken“ (ZIMMERMANN 1996,281).

Je nach Belastungshöhe, erhöht sich die Katecholaminausscheidung in Belastungssituationen. Das Katecholaminverhalten resultiert dabei aus den entsprechenden Beanspruchungsumständen. Noradrenalin wird vermehrt unter physischer Belastung, bei psychischer Anspannung Adrenalin ausgeschüttet (vgl. ZIMMERMANN / DONIKE / SCHÄNZER, 1985). Über den NA/A-Quotienten im Urin kann ermittelt werden, „[...] inwieweit eine Belastung mehr physische oder psychische Anteile enthält“ (vgl. ZIMMERMANN / SCHÄNZER / DONIKE 1983, 280).

2.4 Die Muskelfasertypisierung

Schon vor mehr als hundert Jahren wurden beim Tier von Physiologen zwei verschieden aussehende und auch unterschiedlich arbeitende Muskeln beschrieben.

Es wurden Muskeln, die dunkelrot aussahen, langsam (tonisch) kontrahierten und nahezu unermüdbar arbeiteten, von Muskeln unterschieden, die wesentlich heller waren, schnell (phasisch) arbeiteten und bereits nach einigen Kontraktionen ermüdeten. Bei Kühen ließ sich diese Beobachtung besonders gut vornehmen, weil einzelne Muskeln vollständig aus „roten“ oder ausschließlich aus „weißen“ Muskelzellen bestehen (BADTKE 1989, 45). Diese scharfe Trennung in langsam kontrahierende (slow twitch- ST) und schnell kontrahierende (fast twitch- FT) Muskeln gibt es beim Menschen nicht. Der menschliche Skelettmuskel enthält jeweils sowohl langsam kontrahierende (ST) als auch schnell kontrahierende (FT) Fasern.

Bei den FT-Fasern werden die überwiegend anaerob (glykolytisch) arbeitenden FTG- und die überwiegend aerob (oxydativ) arbeitenden FTO-Fasern unterschieden (vgl. SIMKIN 1982, 45ff.).

Die Kenntnisse über die Muskelfasertypen wuchsen schnell, nachdem der Schwede BERGSTRÖM 1962 eine gut anwendbare Methode der Muskelbiopsie erarbeitet hatte. Mit dieser Methode wurde es möglich, Muskelproben von weniger als einem Gramm Masse aus verschiedenen Muskeln ohne nennenswerte Beschwerden zu entnehmen.

1962 wurden bei Athleten unterschiedlicher Sportarten mittels der von BERGSTRÖM eingeführten Technik der Nadelbiopsie, grundlegende anatomische Untersuchungen zur Muskelzusammensetzung vorgenommen. Sie konzentrierten sich vornehmlich auf eine Qualifizierung der durchschnittlichen Faserfläche sowie des Verhältnisses FT- zu ST- Flächen.

Um unabhängig von der Fragestellung der jeweiligen Untersuchungsgruppe zu vergleichbaren Untersuchungsergebnissen zu kommen, wird die Biopsietechnik standardisiert. Grundsätzlich wird die Muskelbiopsie am lateralen Kopf des M. quadriceps femoris bzw. des M. triceps brachii in Höhe der halben Muskellänge in einer Tiefe von 1- 1,5 cm unterhalb der Faszie vorgenommen (BERGSTRÖM 1962).

„BEDBERGER und JANSSON (1976) suchten Biopsiematerial aus dem M. Vastus lateralis von 70 männlichen und 45 weiblichen Personen mit einem Altersdurchschnitt von 16 Jahren. Der prozentuale Anteil der ST-Fasern wurde bei beiden Geschlechtern mit durchschnittlich 52% ermittelt. Auch die prozentualen Anteile von Typ IIA- und Typ IIB- Fasern (33 bzw. 14%) wiesen keine Unterschiede

zwischen den Geschlechtern auf. Deshalb geht man davon aus, dass keine geschlechtsbedingten Unterschiede zu beobachten sind. (.S 72)“

ANDERSEN und HFNRIKSSOXI (1977) konnten nachweisen, dass im M. quadriceps femoris nach 6 Wochen Training die Anzahl der IIA-Fasern zunahm und die Anzahl der IIB-Fasern abnahm.

HOLLMANN / HETTINGER (1990, 40) „erachten die Untersuchungsergebnisse bei adäquater Technikbeherrschung für zuverlässig. So zeigten Vergleiche von Untersuchungen verschiedener Untersuchergruppen an Leichen, dass die Streubreite mit einer Abweichung von 5-8% akzeptabel ist.“

Auch wenn heute die Technik der Muskelbiopsie einen vergleichsweise harmlosen Eingriff darstellt, ist sehr viel Erfahrung nötig, um die richtige Einstichstelle, ihre richtige Tiefe und die geeignete Behandlung des Probenmaterials sicherzustellen.

Zusammengefasst lassen sich die Erkenntnisse zur Muskelfasertypisierung entsprechend der Auflistung in Tabelle 4 darstellen.

Tabelle 4: Charakteristika sogenannter roter und weißer Skelettmuskelfasern (SCHÜRMAN 1997, 5)

Charakteristika	Rote	Weiße	
	Skelettmuskelfasern	Skelettmuskelfasern	
	ST(Typ I)	FTO(Typ IIA)	FTG (Typ IIB)
Kraft	Wenig Kraft pro Kontraktion. Zugspannungsfaktor 1	Kräftige Kontraktion Faktor 4	Sehr große Kraft pro Kontraktion Faktor 2
Querschnitt der Faser	3100 bis 5000 μm^2	4400 bis 5900 μm^2	3500 bis 5300 μm^2
Kontraktionsdauer	Langsam kontrahierend 75 ms	Schnell kontrahierend 30 ms	Sehr schnell kontrahierend 30 ms
Innervation	Kleine Motorneurone Klein mot. Endplatten	große Motorneurone; große mot. Endplatten	Große Motorneurone; Große mot. Endplatten
Ermüdungswiderstandsfähigkeit	Ermüdungsresistent	Ermüdbar	Schnell ermüdbar.
Energiedepots	Wenig ATP viel Fett und KH	viel ATP, KP viel KH	Sehr viel ATP, KP Sehr viel KH gespeichert
Mitochondrien	zahlreich	Viele	Wenig
Myoglobin	sehr viel	mäßig viel	Wenig
Kapillarisierung	sehr viel	viele	Wenig
Enzymausstattung	Dominanz von Enzymen des aeroben Stoffwechsels Myosin-ATPase-Aktivität gering	Enzyme des aeroben und anaeroben Stoffwechsels Myosin-ATPase-Aktivität hoch	Dominanz von Enzymen des anaeroben Stoffwechsels Myosin-ATPase-Aktivität sehr hoch

Wie PLACHETA et al. (1967) erkannten, werden die beschriebenen Charakteristika der Typ I- und Typ II- Fasern und ihrer Untergruppierung von der Art der Innervierung bestimmt.

So sind eine hohe Reizleitungsgeschwindigkeit und die Fähigkeit zur schnellen Abfolge von Aktionspotentialen (kurze Refraktärzeit) Voraussetzung für kurze, kraftvolle Kontraktionen, da erst die schnelle Abfolge von Reizen eine schnelle Summation der Einzelzuckungen zu einer schnellkräftigen Kontraktion ermöglicht.

Diese Voraussetzung erfüllen die FT-Fasern (FTO, FTG), da sie von großen Alpha-Motoneuronen versorgt werden. Die Reizleitung und maximale Reiz-Frequenz (bis zu 200 Hz) verhalten sich proportional zur Dicke der versorgenden Nerven. Diese Motoneurone ermüden schnell und können nur kurzzeitig hohe Aktionspotentialsalven eingehen.

Die Fähigkeiten, oxidativ über den Citronensäurezyklus und die Atmungskette Energie zu gewinnen, ist aufgrund einer geringen Mitochondrienausstattung bei den FT-Fasern wenig ausgeprägt. Bei entsprechenden Beanspruchungen sichert die FTG-Faser in deutlich höherem Maße als die anderen Fasertypen den Energiebedarf anaerob.

Der Energiebedarf wird vorwiegend aerob gedeckt, die Diffusionsstrecken für die Sauerstoffversorgung in ST-Faser reichen Muskeln sind kurz, da die einzelnen Muskelfasern relativ dünn und von vielen Kapillaren umgeben sind.

Die myoglobinreichen ST-Fasern werden von kleinen Alpha-Motoneuronen des Rückenmarks innerviert. Ihre wesentlich schlechter myelinisierten Axone ermöglichen nur eine niedrige Reizleitungsgeschwindigkeit und eine geringe Reiz-Frequenz (max. 70 Hz).

Im Vergleich zur FT-Faser ist bei den ST-Fasern die höchste Effizienz bei der aeroben Umwandlung chemischer in mechanischer Energie und damit die größte Leistung bei relativ niedrigen Kontraktionsgeschwindigkeiten zu erwarten (BADTKE, 1989, 45).

3 Methoden

3.1 Probanden

An der Untersuchung partizipierten insgesamt 13 Freiwillige im Alter von 18 bis 29 Jahren (Alter $22,15 \pm 3,69$). Die Spieler waren in der Saison 2000 Mitglieder der 24 professionelle Mannschaften umfassenden deutschen Beach-Volleyball Rangliste und nahmen regelmäßig am Germany-Beach-Cup und an D2-Masters-Turnieren teil. Alle im Rahmen der Untersuchung erfassten Athleten haben vor Aufnahme ihre Beach-Volleyball Karriere im Hallen-Volleyball auf 1 bzw. 2 Bundesliga Niveau gespielt.

3.2 Untersuchungsgang

Die Urinabgabe zur Bestimmung der Katecholaminkonzentrationen erfolgte bei den Turnieren des German Beach Cups 2000 und der D2 Masters 2000 vor und nach jedem Spiel sowie jeweils vor und nach 3 Lauftests auf dem Laufbandergometer unter Trainingsbedingung. Im Rahmen vorliegenden Arbeit werden nur die Ergebnissen der Nachbelastungsproben vorgestellt.

3.2.1 Turnierbelastung

Die Probanden nehmen an regulären Wettkampf-Turnieren teil. In einem Turnier werden mehrere Spiele bestritten. Dauer, Intensität und Anzahl der Spiele unterscheiden sich je nach Turnier und Team.

3.2.2 Trainingbelastungen

Die Probanden absolvieren im Rahmen ihres Trainings in einem Zeitraum von 2 Wochen 3 auf dem Laufband identisch gestaltete Belastungen im selbstgewählten Intensitätsbereich, der 30 Minuten beibehalten werden konnte.

3.3 Bestimmung der Katecholaminkonzentration

Die Probennahme zur Bestimmung der Katecholaminkonzentration erfolgt möglichst kurz vor und nach den jeweiligen Belastungen im Training bzw. Turnier. Die Athleten wurden deshalb angewiesen, unmittelbar vor Belastungsbeginn die Blase zu entleeren und nach Belastungsende so bald wie möglich die Nach-Belastungsurinproben zu gewinnen.

Die gesamte Urinproben wurden in einer mit einer Skala zur Bestimmung des Urinvolumens versehenen Polyethylenflaschen gesammelt. Nach Ablesen des Urinvolumens wurden von der gesamten Urinmenge ca. 10 ml in ein mit einem Schraubdeckel verschließbare Probenfläschchen abgefüllt und beschriftet (Name, Datum, gesamtes Urinvolumen, Uhrzeit, Uhrzeit der vorherigen Urinabgabe). Anschließend wurden die Urinproben umgehend bei 6-8°C gelagert. Wenn sie nicht am nächsten Tag gemessen werden konnten, wurden sie bei -20 °C eingefroren.

Die quantitative Bestimmung der Konzentration der Katecholamine Noradrenalin und Adrenalin mittels HPLC erfolgte im Labor der Sportmedizin, Universität Bielefeld.

3.4 Auswertungsvorgaben “Katecholamine“

Die unter Trainings- und Wettkampfbedingungen durchgeführten Katecholaminbestimmungen werden mit folgenden Zielsetzungen durchgeführt:

- a) Bestimmung der NA/A-Quotienten unter Trainings- und Wettkampfbedingungen, um ein Eindruck von der Sympathikus-Aktivität der Beach-Volleyballspieler in beiden Situationen im Vergleich zu Sportlern anderer Sportarten zu bekommen.
- b) Bestimmung der NA-Ausscheidungsrate in Abhängigkeit von der Sympathikus-Aktivität in mindestens zwei Trainingseinheiten mit identischer Belastungsgestaltung, um eine Beurteilung der Muskelfasertypisierung vornehmen zu können. Die Auswertung erfolgt nach einem Leitfaden des Arbeitsbereich Sportmedizin der Universität Bielefeld (ZIMMERMANN 1997):

„Die Interpretation der unter Trainings- und Wettkampfbedingungen gemessen und berechneten Katecholaminwerte erfolgt vor dem Hintergrund bisher gemachte Erfahrungen in den olympischen Sportarten, in denen Leistung anhand physikalische

Messgrößen (z.B. überwundene Distanz (m), benötigte Zeit (s) als Resultat eines vorgeschriebenen Bewegungsablaufs, z.B. beim leichtathletischen Weitsprung oder dem 100 m Lauf) gemessen und verglichen werden kann.

Hierbei hat sich gezeigt, dass es für ein hohes- und stabiles Leistungsniveau erforderlich ist, dass die Athleten unter Trainings- und Wettkampfbedingungen ein vergleichbare Sympathikus-Aktivität aufweisen. Bei erfolgreichen Athleten drückt sich dies in einem weitgehend identischen NA/A-Quotienten aus, der im Training und Wettkampf zwischen 3/1 und 7/1 (kurz 3 und 7 vgl. Abb. a) liegt. Dieses als optimal erkannte Verhältnis erweist sich als unabhängig vom Charakter der Sportart und den damit dominierenden motorischen Hauptbeanspruchungsformen Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Beweglichkeit und Koordination. Die Ausscheidungsrate von Noradrenalin und Adrenalin dagegen weist erhebliche Unterschiede in Abhängigkeit von der eingesetzten Muskelmasse und der Zeitdauer der Belastung auf. Werte zwischen 50 ng / min. und knapp 1000 ng / min. werden hier in der olympischen Disziplin gemessen.

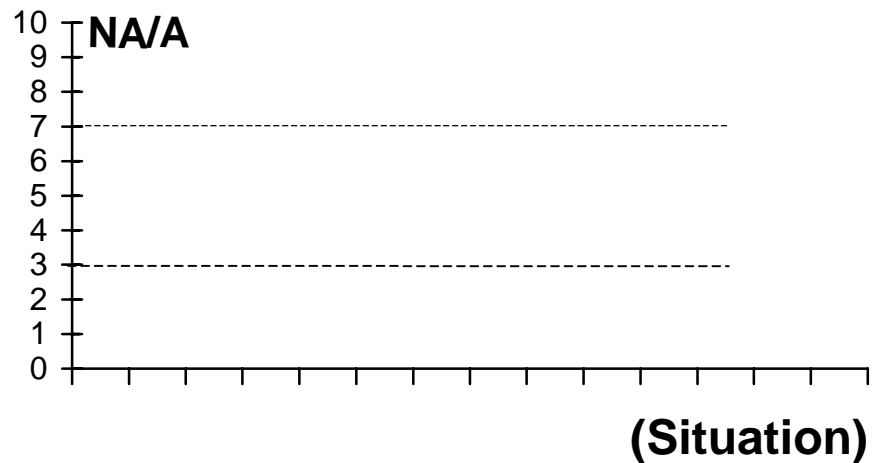


Abb. a: Orientierungsrahmen zur Darstellung der Sympathikus-Aktivität

Die Interpretation der Katecholaminwerte zur Einschätzung der Muskelfasertypisierung nutzt die unterschiedliche Wirkung des Adrenalins auf das Kontraktionsverhalten der roten und weißen Muskelfasern: Eine Änderung der Sympathikusaktivität

(gemessen als NA/A-Quotient) und eine damit verbundene Änderung der Adrenalin-ausschüttung führt zu einer Änderung der Muskelfaser-Rekrutierung

In den umfassenden Untersuchungen hierzu (SCHÜRMAN 1997) hat sich gezeigt, dass eine für die Interpretation der Trainings- und Wettkampf-Daten relevante Beratung nur sinnvoll ist, wenn folgende Punkte erfüllt sind:

1. Die Sympathikusaktivität muss gemessen am NA/A-Quotienten in den zu vergleichenden Belastungen um mehr als 0,4 differieren.
2. Die Sympathikusaktivität sollte in einem für Wettkampfbedingungen relevanten Bereich von 3 bis 7 (NA/A Quotient) liegen.
3. Die Harnausscheidungsrate muss 0,5 ml / min überschreiten.
4. Die Test-Ausführung muss zeitlich so durchgeführt werden, dass zum Zeitpunkt der Testwiederholung von einem unveränderten Trainingszustand ausgegangen werden kann.

Aus vorgenannte Gründen (1 bis 4) werden die Athleten aufgefordert, die Trainings-tests mehrfach, d.h. mindestens 3 mal innerhalb von 14 Tagen, auszuführen. Für die Dateninterpretation zur Frage der Muskelfaserrekrutierung werden nur die Tests herangezogen, die die Vorgaben von 1 bis 4 erfüllen. Untersuchungen, die eine Sympathikusaktivierung mit NA/A-Quotienten deutlich über 7 zeigen, werden mit dem Hinweis auf die wettkampfbezogene Problematik besprochen.

Die Untersuchungsdaten der zu vergleichenden Messungen werden wie folgt ausgewertet:

Die Messwerte werden in einem Koordinationssystem als Noradrenalin-Ausscheidungsrate in Abhängigkeit von die Sympathikusaktivität (NA/A-Quotient) dargestellt. Im NA/A-Quotientenbereich zwischen 3 und 7 wird durch den niedrigsten und höchste Wert eine Gerade gelegt. Mit dem niedrigsten Quotient als Nullpunkt gedacht lässt sich die Steigung der Geraden anhand des Winkels zwischen der eingezeichneten Geraden und der zum Nullpunkt hin verschobenen Abszisse ermitteln.

Somit kann eine Zuordnung im Sinne der Muskelfasertypisierung vorgenommen werden. Dabei charakterisiert ein Winkel von

✧ $+20^\circ$ bis $+75^\circ$ den Sprinter¹ (vgl. Abb. b).

✧ -20° bis -75° den Ausdauer¹ (vgl. Abb. c).

Zeigt die untersuchte Person keine oder nur eine geringfügige Änderung der Noradrenalin-Ausscheidungsrate trotz unterschiedlicher Sympathikusaktivität wird sie dem Mittelstrecklertyp zugeordnet. Auf der Basis bisher vorlegender Daten gilt dabei

✧ -19° bis $+19^\circ$ für den Mittelstrecklertyp¹ (vgl. Abb. d)¹.

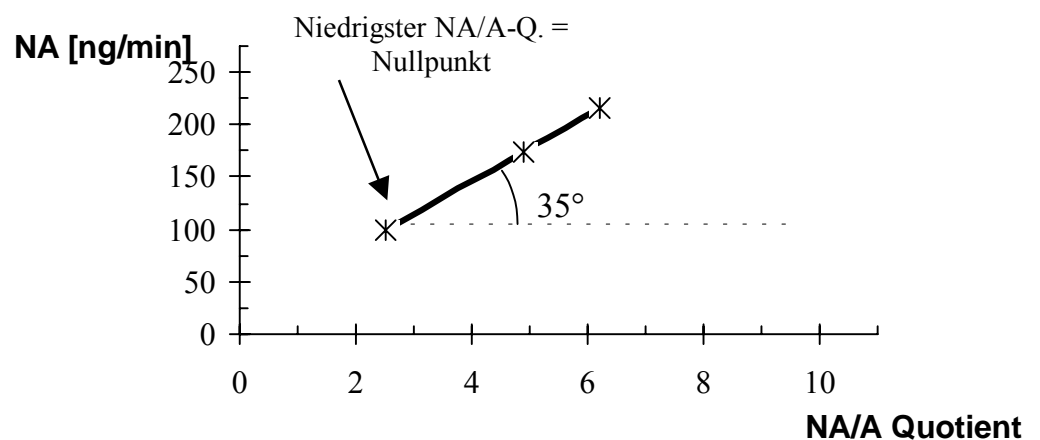


Abb. b: Beispiel für das Katecholaminverhalten eines Sprintertyps

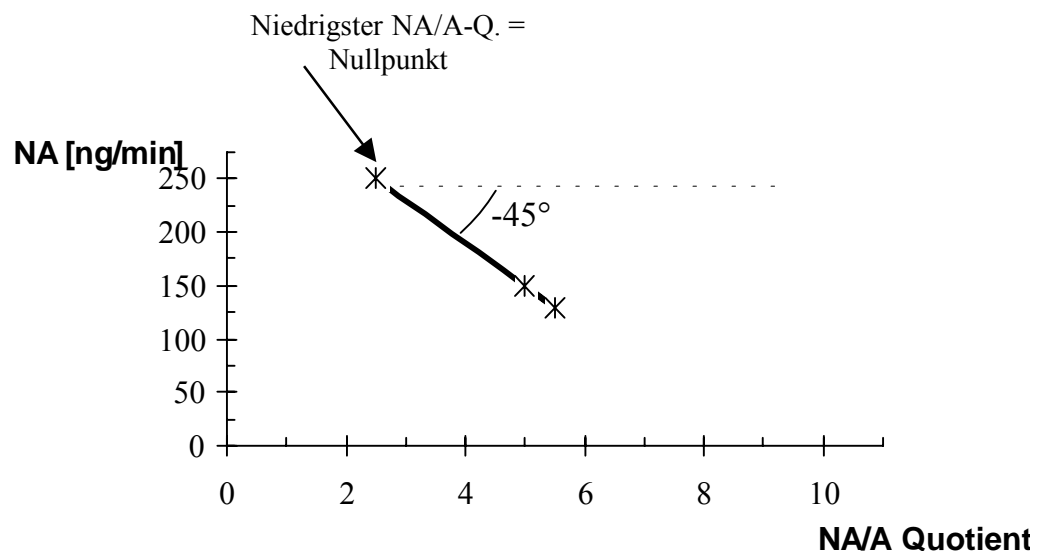


Abb. c: Beispiel für das Katecholaminverhalten eines Ausdauer¹

¹ Die Bezeichnung „Sprinter“ usw. wurde aufgrund der ursprünglichen Untersuchungen in den Leichtathletischen Disziplinen und im Schwimmsport gewählt. Andere für die jeweilige Probandengruppe bzw. Fragestellung eventuell geeignetere Bezeichnungen sind natürlich möglich.

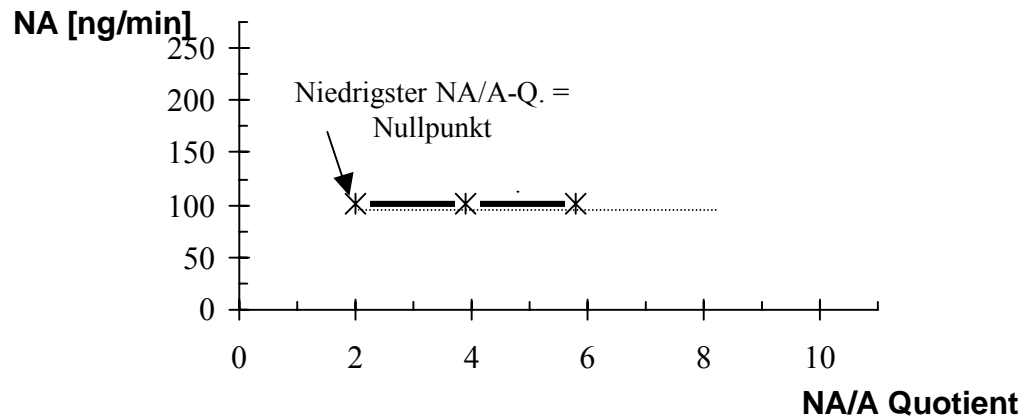


Abb. d: Beispiel für das Katecholaminverhalten eines Mittlerstreckler

3.5 Statistik

Zur statistischen Auswertung wurde das Tabellenkalkulations-Programm „Microsoft Excel 2000“ und das Statistikprogramm „SPSS 10.0 für Windows“ verwendet. Aus den erhobenen Daten wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Wegen der geringen Stichprobengröße können keine Aussagen über die Verteilung gemacht werden, deshalb werden NICHPARAMETRISCHE Testverfahren angewandt. Für Unterschiedsprüfungen dient der U-Test nach MANN und WHITNEY für unabhängige Stichproben.

Die Signifikanzprüfung wurde auf dem 95%-, 99%- und 99,9%-Niveau abgesichert. Bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von 95% ($p \leq 0,05$) werden die Ergebnisse als signifikant, von 99% ($p \leq 0,01$) als hochsignifikant und von 99,9% ($p \leq 0,001$) als höchstsignifikant bezeichnet.

4 Ergebnisse

4.1 Katecholaminverhalten der einzelnen Athleten

Im Folgenden wird das Katecholaminverhalten aller Probanden im Wettkampf (Δ) und im Training (\blacktriangle) betrachtet. Die Verbindungslinie der Trainingsquotienten dient als Orientierungshilfe zur Muskelfasertypisierung des Athleten in Anlehnung an die im Methoden -Kapitel beschriebene Auswertung nach Schürmann (1997).

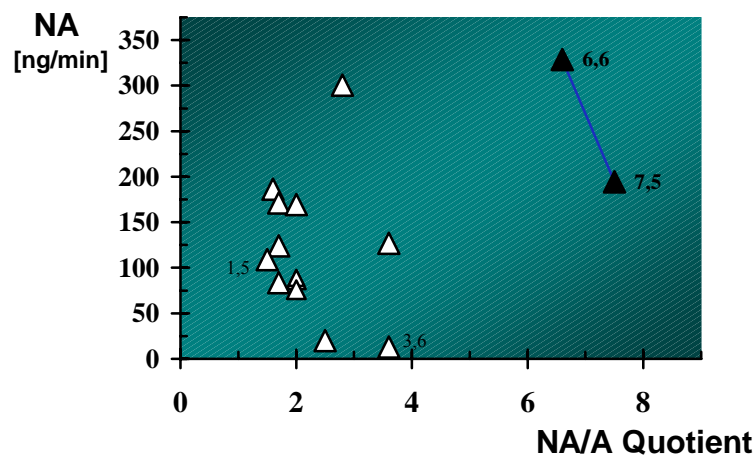


Abb. 8: Athlet A1: Wettkampf- Quotient $\bar{x} = 2,2 \pm 0,7$

Aus der Verbindungslinie und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\varphi 65^\circ$

Athlet A1 ist 19 Jahre, 187 cm groß und wiegt 77 kg. Er bestreitet mit Athlet A2 nationale und internationale Wettkämpfe. Im Sommer trainiert er 3 bis 4 mal wöchentlich 2 Stunden mit dem Ball und 3 mal 1,5 Stunden im Krafraum; im Winter 3 mal wöchentlich 2 Stunden mit dem Ball sowie 3 mal 1,5 Stunden im Krafraum.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor dem Spiel „normal“, während des Spiels ist er aufmerksam und konzentriert. Seine persönliche Einschätzung des Muskeltyps geht in Richtung Mittelstrecklertyp.

Sympathikusaktivität: seine NA/A-Quotienten im Wettkampf liegen zwischen 1,5 und 3,6. Unter Trainingsbedingungen hat er zwei Lauftests absolviert ($\bar{x} = 7,1 \pm 0,6$).

Muskelfasertyp: die Untersuchung charakterisiert ihn als Ausdauerotyp. ($\alpha = 65^\circ$)

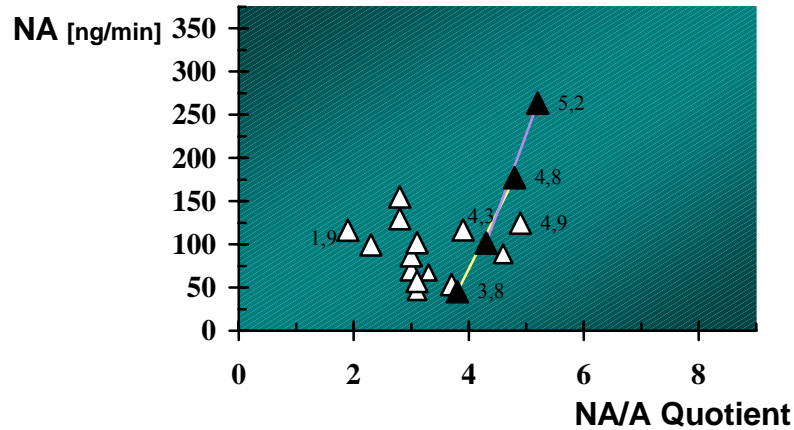


Abb. 9: Athlet A2: Wettkampf- Quotient $\bar{x} = 2,6 \pm 0,8$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\alpha 72^\circ - 68^\circ$

Athlet A2 ist 21 Jahre alt, 201 cm groß und wiegt 92 kg. Er ist der Team-Partner von Athlet A1. Zur Trainingsgestaltung liegen keine Informationen vor.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor dem Spiel „angespannt“, während des Spiels „normal“. Er schätzt sich als Ausdauerotyp ein.

Sympathikusaktivität: die NA/A Wettkampf-Quotienten liegen zwischen 1,9 und 4,9 und im Training zwischen 3,8 und 5,2 ($\bar{x} = 4,7 \pm 0,9$) d.h. der Athlet liegt im idealen Bereich.

Muskelfasertyp: die Muskelfasertypisierung ergibt, dass der Athlet ein Sprintertyp ist. ($\alpha = 72^\circ - 68^\circ$)

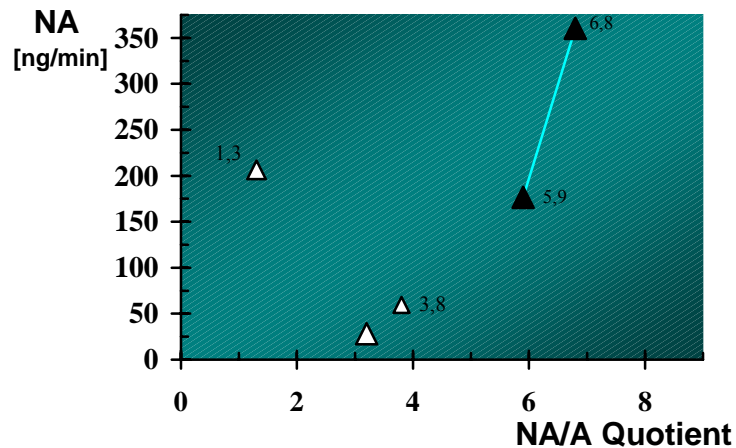


Abb. 10: Athlet B1: Wettkampf- Quotient $\bar{x} = 2,8 \pm 1,3$

Aus der Verbindungslinie und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\varphi = 72^\circ$

Athlet B1 ist 18 Jahre alt, 190 cm groß und wiegt 75 kg. Er bestreitet mit Athlet B2 nationale und internationale Wettkämpfe Junioren EM. zum Training liegen keine Information.

Subjektiver Eindruck: der Athlet fühlt sich „nervös“ vor und auch während des Spiels. Bei der Einschätzung seines Muskelfasertyps ordnet sich der Athlet dem Sprintertyp zu.

Sympathikusaktivität: (Abb. 10) zeigt die Diskrepanz zwischen niedrigstem und höchstem NA/A-Quotient im Wettkampf und Training: die Quotienten befinden sich sowohl im idealen wie auch im angespannten Bereich. ($T \bar{x} = 6,4 \pm 6$)

Muskelfasertyp: Das Katecholaminverhalten bezeichnet ihn als Sprintertyp aus ($\varphi = 72^\circ$).

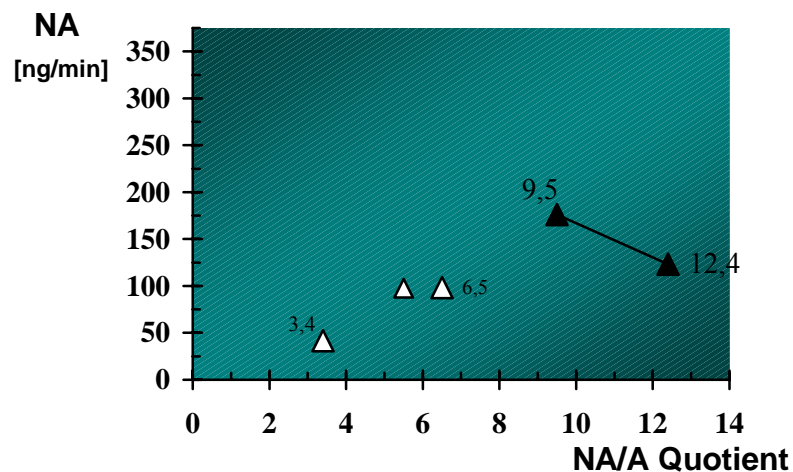


Abb. 11: Athlet B2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 4,5 \pm 1,5$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\approx -25^\circ$

Athlet B2 ist 18 Jahre, 206 cm groß und wiegt 75 kg. Er ist der Team-Partner von Athlet B1. Zum Training liegen keine Information vor.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor dem Spiel „normal“; während des Spiels ist er angespannt und konzentriert. Er schätzt sich als Sprintertyp ein.

Sympathikusaktivität: die NA/A-Wettkampf-Quotienten (3,4 bis 6,5) zeigen, dass er im idealen Bereich liegt. Im Vergleich zu den Training-Quotienten (9,5 bzw. 12,4) $\bar{x} = 10,9 \pm 2,1$.

Muskelfasertyp: Die Muskelfasertypisierung kann aufgrund der Auswertungsvorgaben keine Wettkampfrelevante Aussage ermöglichen. Das Katecholaminverhalten unter Trainingsbedingungen zeigt, dass der Athlet vorwiegend rote Muskelfasern rekrutiert. (-25°)

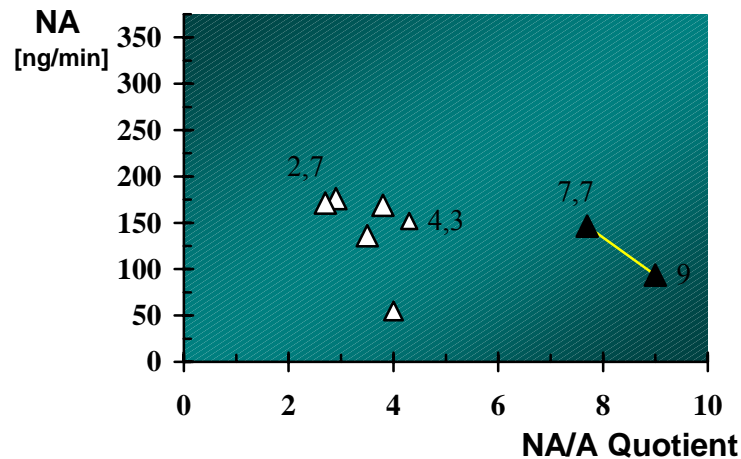


Abb. 12: Athlet C1: Wettkampf-Quotienten $\bar{x} = 3,6 \pm 0,6$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\sphericalangle = -32^\circ$

Athlet C1 ist 19 Jahre alt, 194 cm groß, 85 kg schwer und bestreitet mit Athlet C2 nationale und internationale Wettkämpfe. Er trainiert 5 bis 6 mal wöchentlich 4 mal 2 Stunden mit dem Ball und 2 mal 2 Stunden im Krafraum.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich „normal“ vor dem Spiel und „angespannt“ während des Spiels. Die Einschätzung seines Muskelfasertyp: Mittelstreckler bis Ausdauerotyp.

Sympathikusaktivität: im Wettkampf liegen die Quotienten zwischen 3 und 5, dem optimalen Bereich; im Training liegen die Quotienten über 7,5 $\bar{x} = 8,3 \pm 0,9$, d.h. die Sympathikusaktivität ist gering.

Muskelfasertyp: das NA-Ausscheidungsverhalten zeigt eine Rekrutierung von roten Muskelfasern unter Trainingsbedingungen. Mit aller Vorsicht kann auf Grund der hohen NA- Ausscheidungsrate im Wettkampf vermutet werden, dass der Athlet auch unter Wettkampfbedingungen dominierend rote Muskelfasern rekrutiert und damit dem Ausdauerotyp zuzuordnen ist. ($\sphericalangle = -32^\circ$)

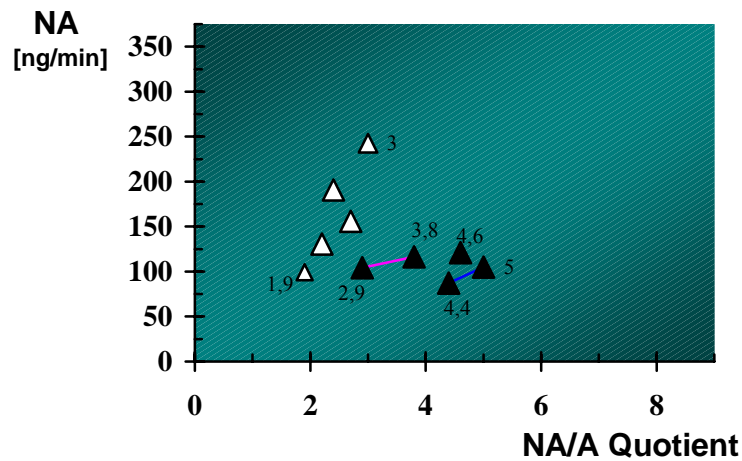


Abb. 13: Athlet C2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,5 \pm 0,4$

Aus der Verbindungslinie und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\approx 23^\circ / 15^\circ$

Athlet C2: 21 Jahre ,188 cm groß, 82 kg schwer. Er ist der Team-Partner von Athlet C1 und trainiert 3 mal in der Woche 1,5 Stunden mit dem Ball und 1 mal wöchentlich 1 Stunde im Krafraum.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich sowohl vor als auch im Spiel „angespannt“. Seiner Einschätzung nach ist er ein Sprintertyp.

Sympathikusaktivität: die Wettkampf-Quotienten liegen in einem eng umschriebenen Bereich von 1,9 bis 3. Die Training-Quotienten liegen mit 2,9 bis 5 ($\bar{x} = 4,1 \pm 0,8$) im idealen Bereich.

Muskelfasertyp: der Athlet ist Mittelstreckler bis Sprintertyp. ($\approx 23^\circ / 15^\circ$)

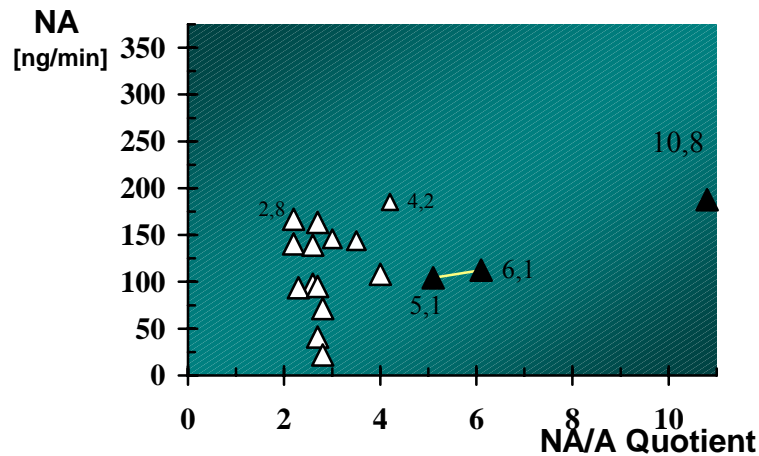


Abb. 14: Athlet D1: Wettkampf-Quotienten $\bar{x} = 2,9 \pm 0,6$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\approx 12^\circ$

Athlet D1 ist 23 Jahre alt, 199 cm groß, 88 kg schwer und bestreitet mit Athlet D2 nationale Wettkämpfe, er trainiert 2 bis 3 mal mit dem Ball und absolviert 2 mal wöchentlich ein Krafttraining.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich „normal“ vor dem Spiel und „angespannt“ während des Spiels. Eine persönliche Einschätzung des Muskeltyps liegt nicht vor
 Sympathikusaktivität: der Athlet zeigt niedrige Wettkampf-Quotienten, die mit einer geringen Streuung von $\pm 0,6$ um den Mittelwert $\bar{x} = 2,9$ streuen. Der Trainings-Quotient unterliegt starken Schwankungen. $\bar{x} = 7,3 \pm 3,1$

Muskelfasertyp: die für der Bestimmung der Muskelfaserrekrutierung einbezogen Messwerten im Quotientenbereich unter 7 weisen ihn als Mittelstreckentyp aus ($\approx 12^\circ$). Der NA-Ausscheidungsrate bei ein NA/A Quotient von 10,8 liegt etwas höher als die gedachte Fortsetzung der Geraden es erwarten lässt. Dies weist auf eine vermehrte Rekrutierung roter Fasern hin.

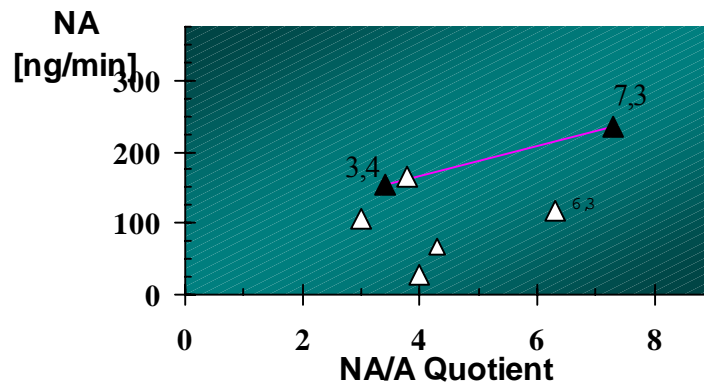


Abb. 15: Athlet D2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 4,3 \pm 1,2$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\sphericalangle = 25^\circ$

Athlet D2 ist 28 Jahre alt, 193 cm groß, und wiegt 89 kg. Er ist der Team-Partner von Athlet D1 und trainiert 4 mal pro Woche mit dem Ball und absolviert 1 bis 2 mal wöchentlich ein Krafttraining.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor dem Spiel „normal“ und während des Spiels angespannt. Seine persönliche Einschätzung des Muskeltyps geht in Richtung Mittelstreckertyp.

Sympathikusaktivität: der Athlet weist im Wettkampf mit Quotienten zwischen 3 und 6,3 eine günstige Sympathikusaktivität auf. Da die Quotienten unter Trainings- und Wettkampfbedingungen deckungsgleich sind, wird der Trainings-Quotient von 7,3 $\bar{x} = 5,4 \pm 2,8$ entgegen den Vorgaben zur Interpretation der Muskelfaserrekrutierung einbezogen.

Muskelfasertyp: seine Muskelfaserrekrutierung lässt auf einen Sprintertyp schließen.

($\sphericalangle = 25^\circ$)

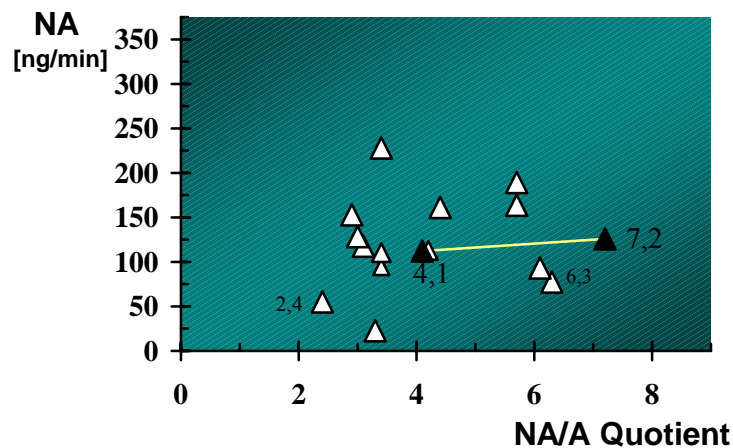


Abb. 16: Athlet E1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 4,7 \pm 1,3$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\approx 7^\circ$

Athlet E1 ist 24 Jahre alt, 187 cm groß, 82 kg schwer und bestreitet mit Athlet E2 nationale Wettkämpfe. Zum training liegen keine Information vor.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor dem Spiel normal und während des Spiels angespannt. Eine eigene Einschätzung des Muskeltyps liegt nicht vor.

Sympathikusaktivität: mit Werten zwischen 2,4 und 6,3 liegt der NA/A Wettkampf-Quotient in einem idealen Bereich, die Trainingswerte liegen zwischen 4,1 und 7,2 ($\bar{x} = 5,6 \pm 2,2$)

Muskelfasertyp: der Athlet ist anhand des Katecholamin verhaltenes als Mittelstreckler zu Typisieren. ($\approx 7^\circ$)

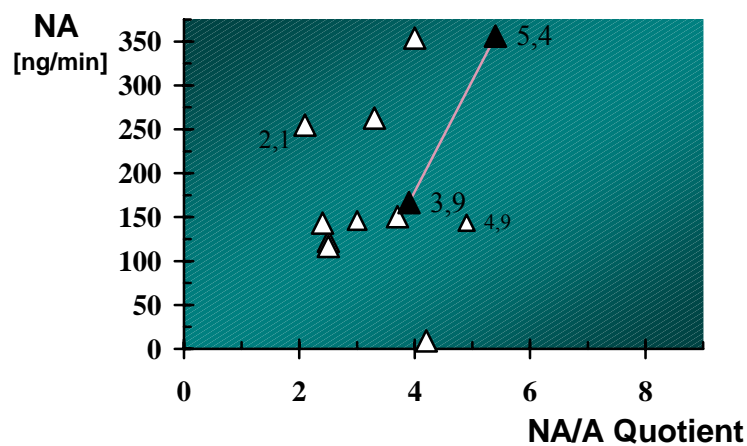


Abb. 17: Athlet E2: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 3,3 \pm 0,9$

Aus der Verbindungslinie und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\approx 60^\circ$

Athlet E2 ist 24 Jahre alt, 2 m groß, wiegt 97 kg und bestreitet nationale Wettkämpfe. Er ist der Team-Partner von Athlet E1 zum Training liegen keine Informationen vor.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor und während des Spiels normal; der eigenen Einschätzung zur Folge ist er ein Muskelfasertyp nicht vorhand.

Sympathikusaktivität: Die (Abb. 17) zeigt, dass der Proband ideale NA/A-Quotienten im Wettkampf und Training aufweist. Die Wettkampf-Quotienten liegen zwischen 2,1 und 4,9 ($\bar{x} = 3,3 \pm 0,9$), im Training zwischen 3,9 und 5,4 ($\bar{x} = 4,7 \pm 1,1$)

Muskelfasertyp: die Untersuchung charakterisiert ihn als Sprintertyp. ($\approx 60^\circ$)

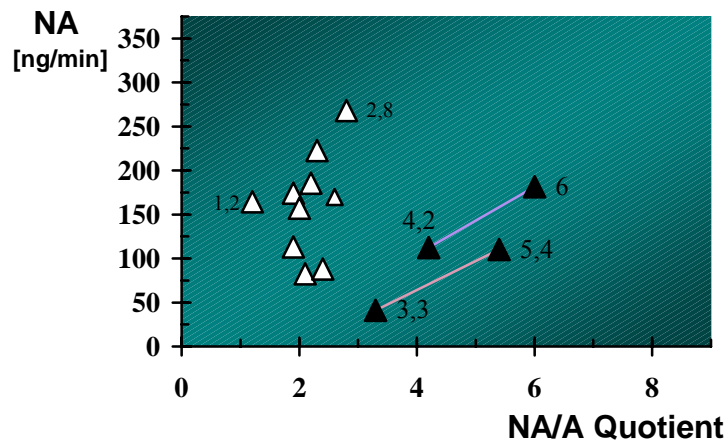


Abb. 18: Athlet F1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,1 \pm 0,5$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\approx 25^\circ / 30^\circ$

Athlet F1: 29 Jahre, 197cm., 99kg. Er bestreitet mit Athlet F2 nationale Wettkämpfe.

Er trainiert 4 bis 5 mal wöchentlich 2 Stunden mit dem Ball und 2 mal 1,5 Stunden im Krafttraining.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor und während des Spiels normal. Seine persönliche Einschätzung des Muskelfasertyps- Sprintertyp.

Sympathikusaktivität: in Abb. 18 ist erkenntlich, dass der NA/A-Quotient im Wettkampf niedrig ist ($\bar{x} = 2,1 \pm 0,5$) im Training ist er ideal ($\bar{x} = 4,7 \pm 1,2$)

Muskelfasertyp: als Sprintertyp. ($\approx 25^\circ / 30^\circ$) Zwischen der ersten und zweiten Testpaaren liegen 3 Monaten. Die Laufgeschwindigkeit war bei beiden Testpaarung gleich. Mit der Verbesserung des Trainings zu stände zeigt sich die in der Literatur beschriebne Abnahme der NA-Ausscheidungsrate für eine gegebene Belastung.

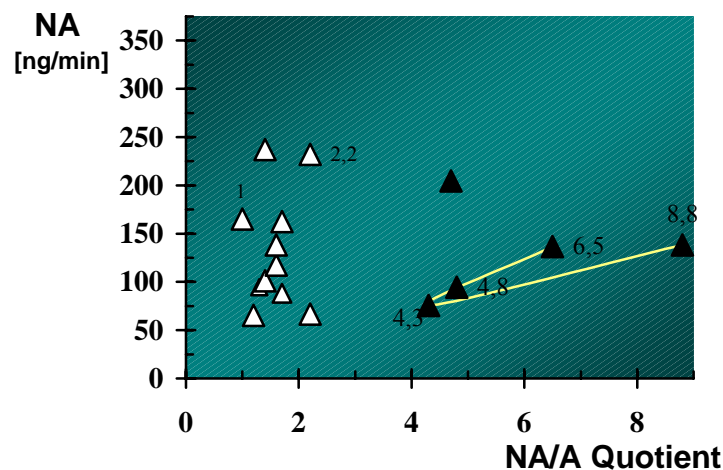


Abb. 19: Athlet F2: Wettkampf -Quotient $\bar{x} = 1,5 \pm 0,3$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\approx 25^\circ$

Athlet F2 ist 25 Jahre alt, 190 cm groß, 89 kg schwer und bestreitet nationale Wettkämpfe. Er ist der Team-Partner von Athlet F1 und trainiert 2mal wöchentlich 1,5 Stunde mit dem Ball und 2 mal 1,5 Stunde im Krafraum.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich vor dem Spiel nervös, während des Spiels angespannt. Selbst schätzt er sich als Mittelstreckentyp ein.

Sympathikusaktivität: Die Abb. 19 zeigt, dass der Athlet im Wettkampf zu nervös (Werte liegen $\bar{x} = 1,5 \pm 0,3$) ist. Im Training dagegen liegt er im idealen Bereich der Sympathikusaktivität. ($\bar{x} = 5,8 \pm 1,9$)

Muskelfasertyp: Der Athlet ist Sprintertyp ($\approx 25^\circ$). Der zusätzlich durchgeführte Trainingstest mit einem NA/A- Quotient über 7 (hier = 8,8) zeigt, dass der Athlet bei geringerer Sympathikusaktivität zunehmend rote Muskelfasern rekrutiert und unter diesen Bedingungen ein Anstiegsverhalten des NA/A zeigt, dass ihn als Mittelstreckler charakterisiert.

Der Athlet hat im Rahmen seiner Trainingsuntersuchungen einen 30 Minuten Lauf mit deutlich höherer Geschwindigkeit als in den zur Muskelfasertypisierungen herangezogenen Tests durchgeführt. Zufällig hat er dabei eine als identisch anzusehende Sympathikus-Aktivierung von 4,7 (im Test 4,8) erreicht. Die höhere physische Belastung in dem hier dargestellten Test führte wie erwartet zu einer deutlich höheren Noradrenalin-Ausscheidungsrate.

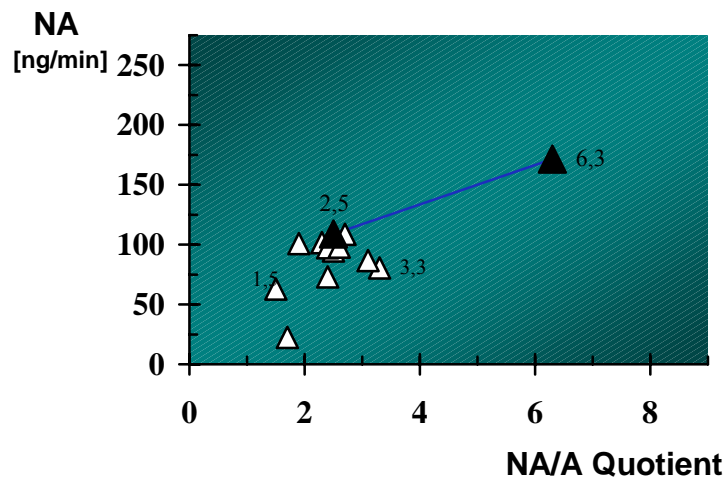


Abb. 20: Athlet G1: Wettkampf-Quotient $\bar{x} = 2,4 \pm 0,6$

Aus der Verbindungsline und der Auswertungsvorgabe ergibt sich $\alpha = 19^\circ$

Athlet G1 ist 19 Jahre alt, 193 cm groß, 82 kg schwer und bestreitet nationale Wettkämpfe und trainiert 6 mal wöchentlich: 4 mal 2 Stunden mit dem Ball und 2 mal wöchentlich 2 Stunden im Krafraum.

Subjektiver Eindruck: er fühlt sich normal vor dem Spiel- angespannt im Spiel. Seine persönlichen Einschätzung nach ist er ein Ausdauerotyp.

Sympathikusaktivität: Für diesen Athleten liegen die NA/A Wettkampf-Quotienten ($\bar{x} = 2,4 \pm 0,6$) im Grenzbereich. Der Trainings-Quotient $\bar{x} = 5,3 \pm 1,4$ ist überwiegend zu hoch (= geringe Sympathikus-Aktivierung).

Muskelfasertypisierung: der Athlet ist ein Mittelstreckentyp ($\alpha = 19^\circ$).

4.2 Unterschiede zwischen Trainings- und Wettkampf-Quotienten

Tabelle 5: Vergleich der Sympathikusaktivität der Athleten unter Wettkampfbedingungen (NA/A-Quotient: $\bar{x} \pm s$)

Pr.	$\bar{x} \pm s$	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2	G1
A1	2,2 ± 0,7	,022*	,800	,007**	,001**	,289	,007**	,000**	,000**	,003**	,852	,011*	,361
A2	2,6 ± 0,8	-	,500	,150	,516	,019*	,069	,041*	,069	,977	,000**	,000**	,008**
B1	2,8 ± 1,3		-	,333	,218	1	,700	,143	,150	,364	,932	,641	,923
B2	4,5 ± 1,5			-	,436	,095	,100	1	,700	,273	,022	,026*	,026*
C1	3,6 ± 0,6				-	,019*	,072	,050*	,439	,604	,000**	,000**	,003**
C2	2,5 ± 0,4					-	,219	,004**	,002**	,099	,160	,003**	1
D1	2,9 ± 0,6						-	,002**	,002**	,472	,000**	,000**	,075
D2	4,3 ± 1,2							-	,444	,073	,000**	,000**	,001**
E1	4,7 ± 1,3								-	,138	,000**	,000**	,000**
E2	3,3 ± 0,9									-	,001**	,000**	,036*
F1	2,1 ± 0,5										-	,007**	,151
F2	1,5 ± 0,3											-	,001**
G1	2,4 ± 0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5 zeigt in der grauhinterlegten Zeile, exemplarisch herausgegriffen, dass die Sympathikusaktivität des Spielers A1 ($2,2 \pm 0,7$) sich signifikant von 2 Athleten (A2, F2) und hochsignifikant von 5 Athleten (C1, D1, D2, E1, E2) unterscheidet. Mit Werten zwischen $\bar{x} = 2,9$ und $\bar{x} = 4,7$ liegen letztere nach bisherigen Erfahrungen im idealen Bereich der Sympathikus-Aktivierung. 4 Spieler (B1, C2, F1, G1) sind im Wettkampf ähnlich nervös wie Spieler A1 und weisen NA/A-Quotienten unter 3 auf. Besonders auffallend ist der Spieler F2 (Tab.5 grau hinterlegte Spalte) der mit 1,0 (s. Abb. 19) den niedrigsten Messwert der ganzen Untersuchungsreihe aufweist. Mit seinem Mittelwert ($1,5 \pm 0,3$) liegt der Spieler statistisch sogar hochsignifikant niedriger als sein ebenfalls sehr nervöser Spielpartner F2 (NA/A-Quotient = $2,1 \pm 0,5$). Die Untersuchungsergebnisse bestätigen den Eindruck des Spielbeobachters.

Tabelle 6: Vergleich der Sympathikusaktivität im Training (NA/A-Quotient: $\bar{x} \pm s$)

Pr.	$\bar{x} \pm s$	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2	G1
A1	7,0± 0,5	,047*	1	,700	,100	,036*	,786	1	,800	,400	,050*	,036*	1
A2	4,5± 0,6	-	,047*	,047*	,047*	,556	,032*	,629	,800	,400	,886	,730	,190
B1	7,0±1,2		-	,400	,400	,036*	1	1	,800	,400	,114	,071	1
B2	9,5± 3,0			-	,700	,036*	,250	,700	,400	,200	,057	,036*	,250
C1	8,1± 0,8				-	,036*	,571	,700	,200	,100	,057	,036*	,036*
C2	4,1± 0,8					-	,008**	,393	,571	,250	,556	1	,151
D1	7,4± 2,4						-	1	,571	,393	,063	,056*	1
D2	6,8± 3,2							-	,800	1	,400	,393	,786
E1	5,7± 2,2								-	1	,800	,857	,857
E2	7,8± 1,8									-	,629	,571	,571
F1	4,7± 1,2										-	,905	,190
F2	4,3± 1,8											-	,151
G1	6,2± 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 6 zeigt in der grauhinterlegten Zeile, exemplarisch herausgegriffen die Sympathikusaktivität des Spielers A1 unter Trainingsbedingungen im Vergleich zu den anderen Spielern der Untersuchungsreihe. Mit $7,0 \pm 0,5$ liegt er an der Obergrenze des als optimal angesehenen Bereichs der Sympathikus-Aktivierung unter Trainingsbedingungen.

Mit diesem Wert unterscheidet er sich signifikant von den Spielern A2, C2, F1 und F2, die unter Trainingsbedingungen ideale Quotienten in Bereich von 4 aufweisen. Auffallend ist, dass einige Athleten mit hohen Quotienten unter Trainingsbedingungen eine sehr große Streuung ihre Werte zeigen (z.B. B2, D1, D2).

Tabelle 7: Daten zur Ermittlung der Muskelfasertypisierung

Proband	Δ NA/A Train.	NA-Differenz	Steigungswinkel \star	Typ
A1	0,9	-143,2	- 65°	Ausdauer
A2	1,0	161,8 / 131,7	72° / 67°	Sprinter
B1	0,9	183,7	72°	Sprinter
B2	2,9	-52,5	- 25°	(Ausdauer)
C1	1,3	-52,6	- 32°	(Ausdauer)
C2	0,9 / 0,6	11,9 / 18,2	23° / 15°	Sprinter / Mittelstreckler
D1	1,0	8,0	12°	Mittelstreckler
D2	3,9	80,6	25°	Sprinter
E1	3,1	13,4	7°	Mittelstreckler
E2	1,5	189,5	60°	Sprinter
F1	2,1 / 1,8	69,3 / 69,5	25° / 30°	Sprinter
F2	2,2 / 1,8	61,1 43,5	22° / 10°	Sprinter / (Mittelstreckler)
G1	3,8	73,9	17°	Mittelstreckler

\star Zur Ermittlung des Steigungswinkels wird der niedrigste Quotient mit seinem NA-Wert als Nullpunkt gesetzt.

() $3 \leq$ NA/A-Quotienten ≤ 7 : die Auswertung der Daten zur Frage der Muskelfasertypisierung ist nur bedingt aussagekräftig.

Δ Differenz zwischen dem niedrigsten und höchsten NA/A-Quotienten im Test.

Zum Zeitpunkt der Spielbeobachtung und die Befragung zur Subjektiven Wahrnehmung lagen den Athleten keinerlei Information über Messmöglichkeit und Aussage der Katecholamin Messung vor. In Tab. 8 werden daher vergleichend die NA/A-Quotienten unter Trainings- und Wettkampfbedingungen gezeigt. Deutliche Unterschiede zwischen der Sympathikus-Aktivität im Training und im Wettkampf lassen bisherige Erfahrungen erwarten, dass ein Aufmerksamer Spielbeobachter die Anspannung der Athleten bzw. ihre Nervosität anhand ihres Verhaltens erkennen kann. Ob die Spieler diesen Sympathikuseinfluss formulieren ist nicht unbedingt zu erwarten. Dies gelingt meist erst, wenn sie anhand mehrerer Messsituation über die jeweilige Rückmeldung Gelegenheit erhalten haben, sich die vegetative Aktivität bewusst zu machen. Geringfügig man mit B1, D1, F2, G1 die Athleten hieraus, die vom Spielbeobachter als nervös in ihrem Verhalten gekennzeichnet worden, so zeigt sich bei diesen Athleten, dass ihre NA/A-Quotienten unter Trainings- und Wettkampfbedingungen deutliche Diskrepanz aufweisen. Die Athleten selbst bezeichnen sich in allen hier genannten Fällen als „angespannt“, eine Aussage die aber auch von anderen Athleten mit einer anderen Messwertkonstellation gewählt wird.

Tabelle 8: Vergleichende Darstellung der Wahrnehmung (Beobachter, Subjektive Einschätzung von Seiten der Athleten) und der messwerte zu Beurteilung der Sympathikus-Aktivität.

Proband	Eindruck des Spielbeobachters	Subjektiv Eindruck des Athlet	Gemessene Sympathikus-Aktivität	
			Quotienten Wettkampf	Quotienten Training
A1	Aufmerksam	Konzentriert	2,2 ± 0,7	7,0 ± 0,5
A2	Angespannt	Normal	2,6 ± 0,8	4,5 ± 0,6
B1	Nervös	Angespannt	2,8 ± 1,3	7,0 ± 1,2
B2	Konzentriert	Angespannt	4,5 ± 1,5	9,5 ± 3,0
C1	Angespannt	Angespannt	3,6 ± 0,6	8,1 ± 0,8
C2	Normal	Angespannt	2,5 ± 0,4	4,1 ± 0,8
D1	Nervös	Angespannt	2,9 ± 0,6	7,4 ± 2,4
D2	Konzentriert	Angespannt	4,3 ± 1,2	6,8 ± 3,2
E1	Angespannt	Unter Druck	4,7 ± 1,3	5,7 ± 2,2
E2	Nervös	Normal	3,3 ± 0,9	7,8 ± 1,8
F1	Normal	Normal	2,1 ± 0,5	4,7 ± 1,2
F2	Nervös	Angespannt	1,5 ± 0,3	4,3 ± 1,8
G1	Nervös	Angespannt	2,4 ± 0,6	6,2 ± 2,1

5 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die Athleten aus dem Bereich Beach-Volleyball genau so wie die Athleten aus anderen Olympischen Sportarten im Wettkampf mit einer erheblichen Steigerung der Sympathikusaktivität zu kämpfen haben. Von den hier erfassten 13 Athleten zeigen 9 Athleten einem im Vergleich zum Training eindeutig niedrigeren Quotienten mit Werten unter 3. Die Erfahrung aus Untersuchungen in anderen Sportarten lässt vermuten, dass dies mit einer deutlichen Beeinträchtigung der Feinkoordination und häufig Fehlern im taktischen Verhalten verbunden ist.

Bei 5 Athleten zeigt sich Deckungsgleichheit zwischen Trainings- und Wettkampf-Quotienten. Hier handelt es sich um die Spitze der Spieler auf nationalen und internationalen Niveau. Sie zeigen damit das gleiche Verhalten wie die Athleten aus anderen Olympischen Disziplinen.

Man kann damit davon ausgehen, dass für die Sportart Beach-Volleyball die gleichen physiologischen Gesetzmäßigkeit gelten wie für die anderen bisher untersuchten olympischen Sportarten.

Das bedeutet, dass die Untersuchungsergebnisse für zwei Aspekte genutzt werden können:

1. Erfahrungen nutzen: die Trainings- und Wettkampfberatung für die Beach-Volleyball-Spieler kann auf Erfahrungen anderer Sportarten aufbauen.
2. Neue Erkenntnisse gewinnen: Erkenntnisse aus dem Beach-Volleyball Bereich können für andere Sportarten genutzt werden.

Ad 1: eine nähere Betrachtung der Untersuchungsergebnisse unter Trainings- und Wettkampfbedingungen der Beach-Volleyball-Athleten lässt drei typische Muster erkennen:

a) Athleten, die im Wettkampf mit Quotient unter 3 eine für ein erfolgreiches Abrufen von Bewegungsmustern und taktisch kluges Verhalten zu große Nervosität aufweisen. Die Erfahrung in der Betreuung von Athleten aus anderen Sportarten hat gezeigt, dass der Versuch, die Athleten durch mentale Techniken in ein günstigeres Aktivierungsniveau des Vegetative Nervensystems zu bringen, nicht gelingt. Ein Einwirken mentaler Techniken zielt auf eine Beeinflussung der Adrenalin-Ausschüttung. Dies erfordert aber, dass der Athlet sich durch Einwirkung von außen, z.B. im Rah-

men eines Gespräches, oder aber durch eine geeignete Steuerung seiner eigenen Gedanken, dahin gehend beeinflussen lässt, die Wettkampf-Situation nicht mehr als Anlass zu steigender Adrenalin-Ausschüttung anzusehen. Eine solche Steigerung der Adrenalin-Ausschüttung wird vereinfacht mit dem Begriff „Bedrohung“ umschrieben. Natürlich würde keiner der in Wettkämpfen aktiven Athleten den Begriff „Bedrohung“ für seine Wettkampfnervositat wählen. Aber unabhängig davon, welcher Begriff in vergleichbaren Situationen von Athleten oder auch Menschen im Alltag gewählt wird, NA/A-Quotienten unter 3 weisen immer darauf hin, dass das Zentralnervensystem die Situation als bedrohlich interpretiert.

Das Verhalten der Betroffenen ist auf Abwehr ausgerichtet und wirkt wenig überlegt. Dies ist auch im Rahmen vorliegender Untersuchung zu beobachten gewesen.

So hat sich einer der Athleten während eines Turnier mit seinem Partner gestritten und das Spielfeld verlassen. Er wollte mit niemandem mehr sprechen und ist abgereist, ohne die Proben wie besprochen zu beschriften.

Eine weitere Beispiel für erhohnte Nervosität und Gereiztheit zeigte sich im Viertelfinale eines Turniers, als ein anderer Athlet der Untersuchungsgruppe mit dem Schiedsrichter über einen Ball im Aus stritt und sehr verärgert war. Im weiteren Verlauf des Spiel traten nun mehrere taktische Fehler auf. Leider hatte er die Urinprobe nach dem Spiel nicht abgegeben. An den darauf folgenden Tagen konnten die Athleten ihr Verhalten nicht mehr verstehen.

Es hat sich bewährt (Zimmermann 1996), in solchen Situationen auf die Noradrenalin-Ausschüttung und nicht auf die Adrenalin-Ausschüttung einzuwirken. Dieses gelingt im Sport zuverlässig durch die Aufnahme eines geeigneten Aufwarmprogramms. Am Wettkampftag setzen die Athleten hierzu eine große Muskelmasse mit niedriger Intensität und mit Beherrschung des Koordinationsmuster ein. Idealerweise handelt werden zyklische Bewegungsabläufe über eine Dauer von mindestens 30 Minuten durchgeführt. Unter diesen Bedingungen unterstützt das Sympathische Nervensystem über seine sympathischen Nervenfasern und den Botenstoff Noradrenalin die arbeitenden Gewebe, ohne dass das Zentralnervensystem einen Anlass zur Steigerung der Adrenalin- Ausschüttung sieht. Der Erfolg der Methode lässt sich anhand der Steigerung des NA/A-Quotienten erfassen. Die Athleten empfinden diese Steigerung als einen Abbau von Nervosität, die begleitenden Trainer beobachten im Verhalten der Athleten unter dieser Maßnahme eine zunehmende Aufmerksamkeit und einen Wiedergewinn vom Kommunikationsfähigkeit.

b) Einige Athleten weisen unter Trainingsbedingungen ungünstig hohe Quotienten als Ausdruck einer sehr geringen Sympathikusaktivität auf. Die Erfahrung mit Athleten aus anderen Sportarten zeigt, dass diese Athleten häufig eine physische Belastung eingehen, die über dem Trainingsaufwand deutliche erfolgreicherer Athleten liegt. Und obwohl diese Athleten sogar gute Anpassungserscheinungen an Ausdauer- bzw. Kraft- Trainingsmaßnahmen erzielen, wirkt sich die unweigerlich gesteigerte Sympathikusaktivität unter Wettkampfbedingungen aber leistungsbeeinträchtigend aus.

Tab.8 stellt ein ersten Versuch dar um die hier aufgeworfene Problematik zu verdeutlichen. Der erfahrene Spielbeobachter erkennt recht genau die Nervosität des Athleten und erklärt damit auch taktisches- und technisches Fehlverhalten. Der Athlet beschreibt in diese Situation aber eventuell nur das Gefühl der Anspannung, das für eine Wettkampfsituation verständlich ist. Es ist schwierig aus diesen Formulierungen des Spielbeobachters und des Spielers geeignete Empfehlungen abzuleiten. Diese werden sich höchst wahrscheinlich vornehmlich auf das Verhalten im Wettkampf beziehen (z.B. „Bleib ruhig“, „keep cool“, „Achte nächstes mal auf...“). Erst die Messwerte der Katecholamin-Untersuchungen objektivieren die Wahrnehmung und ermöglichen Trainer und Athlet eine für beide nachvollziehbare Änderung im Wettkampf oder aber auch im Training vorzunehmen.

Bei Athleten, die ungünstig hohen Trainings-Quotienten aufweisen, sollten die Trainingsmaßnahmen z.B. hinsichtlich Umfang und Inhalt analysiert werden. Erfahrungsgemäß ist eine Trainingsdauer von mehr als 1¼ Stunde mit einer Steigerung des NA/A-Quotienten verbunden. Kaum einem Athleten gelingt es, unter Trainingsbedingungen die Sympathikusaktivität über einen so langen Zeitraum aufrecht zu erhalten. Trainer wissen um diesen zunehmenden Mangel an Konzentrationsfähigkeit während einer langen Trainingseinheit und reagieren darauf meist mit einem leistungsfordernden Trainingsinhalt Spielsequenzen, aber auch kurzdauernde, hoch intensive Belastungsmaßnahmen wie z.B. Springen, Laufen, Abstoppen, Starten werden unter Zeitdruck in das Trainingprogramm aufgenommen. Diese Maßnahmen haben zwar den Effekt einer Adrenalin-Steigerung und damit einer, mit dem absinkenden NA/A-Quotienten zum Ausdruck gebrachten, Steigerung der Sympathikusaktivität, aber sie steigern auch das Verletzungsrisiko bei zunehmendem Ermüdungszustand. Darüber hinaus verlängern sie die anschließende Regenerationsphase, so

dass die Athleten möglicherweise schlecht erholt in die nächste Trainingseinheiten gehen. In dieser Situation bietet es sich an, die Trainingszeit zu reduzieren und die Athleten zur gezielten Aufmerksamkeit auf die Bewegungsausführung und das taktische Verhalten anzuleiten.

Die Untersuchungsergebnisse lassen darüber hinaus erkennen, dass ein Training unter ungünstig hohen NA/A-Quotienten mit einer vermehrten Rekrutierung roter Muskelfasern verbunden ist. Am Beispiel des Athleten D1 lässt sich dies für einen Spieler darstellen, der anhand des Katecholaminverhaltens bei günstigen Quotienten als Mittelstrecklertyp bezeichnet werden kann (Abb. 15) Der bei einem NA/A-Quotienten von 10,8 erhobene Noradrenalin Wert liegt unerwartet hoch.

Da alle 3 in der Abbildung dargestellten Messwerte unter Trainingsbedingungen in einem Zeitraum von 14 Tagen erhoben wurden, darf man also davon ausgehen, dass der Trainingszustand keine wesentliche Veränderung erfahren hat. Der hohe NA-Wert lässt damit auf ein verändertes intra-, eventuell auch intermuskuläres Koordinationmuster schließen.

c) Athleten, die eine ideale Sympathikusaktivität im Training und Wettkampf aufweisen, können von der Katecholaminbestimmung profitieren, wenn sie sich die Erkenntnisse zur Frage der Muskelfasertypisierung (vgl. Schürmann 1997) nutzbar machen.

Hierzu muss sich der Athlet einer Belastung unterziehen, die unter Einsatz einer möglichst großen Muskelgruppe über einen Zeitraum von mindestens 30 min. erfolgt. Die Belastung muss mindestens 2 mal ausgeführt werden, in einem Zeitraum der sicherstellt, dass es zu keiner relevanten Änderung der Leistungsfähigkeit gekommen ist. Das Testverfahren nutzt den unterschiedlichen Einfluss, den Adrenalin auf rote und weiße Muskelfasern hat. Es ist daher erforderlich, dass die Testausführungen mit einer unterschiedlichen Sympathikusaktivierung durchgeführt werden. Liegen die NA/A-Quotienten über 7 sollten sie zur Beurteilung der Muskelfaserrekrutierung nicht herangezogen werden, weil die Neigung der Athleten in dieser Situation groß ist, vornehmlich rote Muskelfasern einzusetzen. Man erhält somit keine nützlichen Informationen für das Rekrutierungsmuster der Muskelfasern in der Wettkampfsituation. Dies ist im Rahmen der vorliegenden Untersuchung aber das Hauptinteresse.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass von den 13 erfassten Athleten 5 Athleten dem Sprintertyp zuzurechnen sind. Sie zeigen mit absinkendem Quotienten eine Abnahme der Noradrenalin-Ausscheidung als Ausdruck einer zunehmenden Nutzungsmöglichkeit des leistungssteigernden Effekts des Adrenalins auf die weißen Muskelfasern.

Vieles spricht dafür, dass die zur Zeit aktiven Athleten nicht nur davon profitieren, dass sie eine Schulung ihrer technischen und taktischen Fähigkeiten aus der Sportart Hallen-Volleyball mitbringen, sondern dass sie darüber hinaus von der ihnen angebotenen Muskelfasertypisierung profitieren. Als „Sprinter“ können sie die besonderen Schnellkraftfähigkeiten der weißen Muskelfasern effektiv unter den besonderen Bedingungen des Spiels auf Sandboden ausnutzen.

Ein Athlet, dem diese Muskelfasertypisierung aufgrund seiner genetischen Situation nicht zur Verfügung steht, wird zumindest theoretisch primär schlechte Voraussetzungen haben, um in der Sportart Beach-Volleyball erfolgreich zu sein. Die Untersuchungsergebnisse zeigen aber, dass unter den 13 untersuchten Athleten auch 3 Athleten außerordentlich erfolgreich spielen, obwohl ihre Muskelfasertypisierung sie eindeutig dem „Ausdauer“ zuordnet.

Hiermit wird eine Problematik angesprochen, die Trainer und Spieler vor erhebliche Schwierigkeiten stellt. Der Charakter der Spiel-Sportart Beach-Volleyball begünstigt eindeutig den schnellkräftigen Athleten. Spieler, die eine entsprechende Muskelfasertypisierung aufweisen, werden daher bei entsprechendem Interesse für einen Wechsel vom Hallen-Volleyball zum Beach-Volleyballspiel, profitieren können. Trainingsmaßnahmen, die diesen Athleten-Typ besonders ansprechen und mit hoher Effizienz zur Anwendung kommen, werden daher das Trainingsprogramm dominieren. In vorliegender Untersuchung geben alle Athleten, die Einblick in ihre Trainingsinhalte ermöglichen, an, dass sie neben dem sportartspezifischen Balltraining Krafttraining durchführen. Athleten, die einen hohen Anteil an roten Muskelfasern haben, werden durch sprintertypische Trainingsvorgaben keine vergleichbare Leistungsentwicklung nehmen können. Diese Sportler werden über kurz oder lang, wenn sie nicht über ausgezeichnete technische und taktische Fähigkeiten verfügen, der Sportart verloren gehen. Eine Chance eröffnet sich für diesen Athleten-Typ nur, wenn erfahrene Trainer ihnen eine „typgerechte“ Trainingsmaßnahme zusammenstellen können. Diese äußerst schwierige Aufgabe konnte bisher von Trainern nur gelöst werden, indem sie aus Trainings- und Wettkampf-

löst werden, indem sie aus Trainings- und Wettkampf-Beobachtungen sowie der Anwendung ausgewählter sportmotorischer Tests (z.B. Sprungtest) eine Athleten-Typisierung vorgenommen haben. Diese äußerst aufwendige Methode, die in hohem Maße vom Leistungsstand des Athleten beeinflusst wird, kann durch das hier dargestellte Messverfahren der Katecholaminbestimmung im Training ersetzt werden und zu elegant nutzbaren, sowie reproduzierbaren und insbesondere leistungstunabhängigen Ergebnissen führen.

Die Leistungstunabhängigkeit der mit der Katecholamin-Untersuchung vorgenommenen Muskelfasertypisierung stellt nicht nur für den Trainer im Hochleistungsbereich ein interessantes Hilfsmittel dar. Es bedeutet auch für die Entwicklung der Sportart und Förderung der Nachwuchsarbeit einen enormen Gewinn. Während in der Sportart Beach-Volleyball bisher aktive Athleten überwiegend (im Rahmen vorliegender Untersuchung zu 100%) aus der Sportart Hallen-Volleyball zum Beach-Volleyball gewechselt haben, könnte die zukünftige Entwicklung der Sportart auch Athleten aus anderen Disziplinen ansprechen. Auch eine eigene Nachwuchsarbeit mit jungen Sportlern, die sich von vornherein für Beach-Volleyball entschieden haben, ist denkbar. Damit werden möglicherweise Interessierte mit einer Gleichverteilung der roten und weißen Muskelfaser (Mittelstreckler), gegebenenfalls sogar solche mit einer Betonung der roten Muskelfasern (Ausdauerotyp) angesprochen. In einer solcher Situation, können die Sportler nicht mehr auf technische und taktische Vorerfahrungen aus einer vorhergehenden Volleyballkarriere zurückgreifen. Es ist von außerordentlicher Bedeutung, dass der Trainer ein typgerechtes Training zusammenstellen kann. Bei dem Versuch, Trainingsmethoden erfolgreicher Spieler zu kopieren, ist das Risiko groß, dass die Athleten auf Belastungen zurückgreifen, die für den eigenen Muskelfasertyp ungeeignet sind. Ehe die Aussichtslosigkeit einer solchen Vorgehensweise erkannt wird, wären sicherlich 2 bis 3 Trainingsjahre verloren. Liegen Untersuchungsergebnisse zur Muskelfasertypisierung des einzelnen Athleten vor, kann die Effizienz der betreffenden Trainingsmaßnahmen innerhalb weniger Trainingswochen überprüft werden.

So zeigen die Athleten, das seit langem bekannte Phänomen einer Abnahme der Noradrenalin Ausscheidungsrate für eine gegebene Belastung als Zeichen einer gelungenen Adaptation an Kraft- bzw. Ausdauertraining. Auf diese Weise wird durch das Untersuchungsverfahren ein Perspektive zur Entwicklung der Sportart eröffnet, die

Athleten mit unterschiedlichen Leistungsvoraussetzungen einen Zugang gewährt. Darüber hinaus werden durch den geschickten Einsatz der Methode Erkenntnisse der Trainingslehre für Nachwuchssportler nutzbar. In Untersuchungen an Tennisspielern, Turnern und Turnerinnen hat sich gezeigt, dass die Methode bereits im Kindesalter einsetzbar ist. Voraussetzung werden muss allerdings, dass die zu Untersuchenden fähig sind, 30 Minuten körperliche Belastung zu tolerieren und dass diese Belastung im Zeitraum einer Woche in der gleichen Form wiederholt werden kann.

Die Untersuchungen der Athleten zeigen, wie dies insbesondere am Beispiel von F2 deutlich wird, dass man nur wenige Messwiederholungen benötigt, um Aussage über die Muskelfaserrekrutierung zu ermöglichen, wenn die Bedingungen der Testdurchführung eingehalten werden. Die graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse ermöglicht allen Beteiligten eine nachvollziehbare Diskussion der Befunde.

So kann die Katecholamin-Messung unter Trainingsbedingung auf der Basis erkannter Wirkmechanismen der Physiologie dem Trainer und Athleten im Beach-Volleyball nützliche Hinweise nicht nur für die Trainingsgestaltung sondern auch für das Wettkampfverhalten zeigen.

6 Zusammenfassung

Es wird versucht mittels der Katecholaminbestimmung aus Urinproben unblutig und schmerzfrei unter Trainings- und Wettkampfbedingungen Aussagen zur Muskelfasertypisierung und zur psychischer Belastung der Spitzenspieler im Beach-Volleyball zu erhalten.

Die Literatursichtung zum Thema Beach-Volleyball hat gezeigt, dass die Sportart in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung von ihren Anfängen als Freizeitsportart zur Integration in die Olympische Spiele genommen hat.

Die Sportwissenschaftlichen Untersuchungen haben viele wichtige Aussagen zur Belastungsstruktur der Sportler in der Turnier-Situation ermöglicht. Vor diesem Hintergrund erscheint es notwendig, durch eine sportartspezifische Untersuchung Grundlagen für eine sportartbezogene Trainingsempfehlung zu schaffen. Für vorliegendes Untersuchungsvorhaben wurden Erkenntnisse zum Einfluss des Vegetativen Nervensystems auf die körperliche Leistungsfähigkeit genutzt, die in anderen olympischen Disziplinen gewonnen worden sind, deren Leistung mit Stoppuhr oder Maßband objektiviert werden kann. Auf dieser Basis war es möglich, ein Untersuchungsdesign zu entwickeln, das auch Beach-Volleyballern sportartnahen Einblick in ihre Sympathische- Aktivierung unter Trainings- und Wettkampfbedingungen ermöglicht.

Gleichzeitig können die Untersuchungsergebnisse zur Muskelfasertypisierung genutzt werden.

An der Untersuchung haben insgesamt 13 Spieler freiwillig teilgenommen. Sie waren in der Saison 2000 Mitglieder der 24 professionellen Mannschaften umfassenden Deutschen Beach-Volleyball Rangliste und nahmen regelmäßig am Beach-Cup und an D2-Masters-Turnieren teil.

Die Urinabgabe zur Bestimmung der Katecholamin-Konzentrationen erfolgte bei den Turnieren des German-Beach-Cups 2000 und der D2-Masters 2000 sowie unter Trainingsbedingungen. Dabei wurden die Athleten aufgefordert, mindestens 3 Lauf-tests mit identischer Belastungsgestaltung in einem Zeitraum von 2 Wochen durchzuführen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Beach-Volleyballer genau so wie dies vorher an Athleten aus anderen Olympischen Sportarten gezeigt werden konnte, in der Wettkampfsituation mit einer erheblichen Steigerung der Sympathikusaktivität kämpfen mussten.

Von den hier erfassten 13 Athleten zeigen 9 Athleten als Ausdruck einer hohen psychischen Belastung NA/A-Quotienten unter 3. Bei den meisten Athleten zeigt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen Trainings- und Wettkampf-Quotienten. Hier können die Katecholamin-Werte eine gute Orientierungshilfe für die Trainings- und Wettkampfbetreuung darstellen.

Die unter Trainingsbedingungen auf dem Laufband erhobenen Untersuchungsergebnisse zeigen, dass von den 13 erfassten Athleten 5 dem Sprintertyp und 1 Athlet dem Ausdauerertyp zuzuordnen sind. 3 Athleten weisen eine ausgeglichene Rekrutierung roter und weißer Fasern auf, die in Anlehnung an die Leichtathletik als Mittelstreckler bezeichnet werden. 2 Athleten liegen im Grenzbereich zwischen Sprinter und Mittelstreckler. 2 Athleten werden aufgrund ihres Katecholaminverhaltens zwar dem Ausdauerertyp zugeordnet, hiermit aber kommt ein Rekrutierungsverhalten zustande, das auf die ungünstig geringe Sympathikusaktivierung unter Trainingsbedingungen zurückzuführen ist.

Der besondere Charakter der Belastungsstruktur des Beach-Volleyball lässt erwarten, dass man in dieser Sportart vornehmlich Sprintertypen zum Erfolg führen kann. Der in der Untersuchung aufgrund seines Noradrenalin-Anstiegverhaltens eindeutig dem „Ausdauerertyp“ zugeordnete Athlet, zählt entgegen dieser Erwartung zu den außerordentlich erfolgreichen Spielern im deutschen Beach-Volleyball.

Die Muskelfasertypisierung mittels der Katecholamin-Untersuchung stellt nicht nur für den Trainer im Hochleistungsbereich ein interessantes Hilfsmittel dar. Es bedeutet auch für die Entwicklung der Sportart und Förderung der Nachwuchsarbeit einen Gewinn.

Während die in der Sportart Beach-Volleyball bisher aktiven Athleten überwiegend (im Rahmen vorliegender Untersuchung zu 100%) aus der Sportart Hallen-Volleyball zum Beach-Volleyball gewechselt haben, könnte die zukünftige Entwicklung der Sportart auch Athleten aus anderen Disziplinen rekrutieren und ihnen erfolgreiche Karrieren ermöglichen.

Hierzu wird es sich dann als hilfreich erweisen, wenn man mit einem einfachen Untersuchungsverfahren Aussagen zu Muskelfasertypisierung des Athleten geben kann.

Trainingsformen im Beach-Volleyball, von denen vornehmlich der Sprintertyp profitiert, müssen für den Ausdauerertrag gezielt verändert werden. Auch für die eigene Nachwuchsarbeit mit jungen Sportlern, die sich von vornherein für Beach-Volleyball entschieden haben, könnte auf dieser Basis eine typgerechte, erfolgversprechende Arbeit erfolgen. Ohne das Katcholaminverfahren wäre eine solche muskeltyporientierte, individuell gestaltete Trainingsarbeit nicht denkbar, da bisher nur die unangenehme Muskelbiopsie als Untersuchungsverfahren zur Verfügung steht. Die in der Sportpraxis häufig eingesetzten sogenannten sportmotorischen Tests sind sehr fehleranfällig und bei koordinativ wenig geschulten Athleten kaum aussichtsreich einsetzbar.

Die in der Untersuchung beobachtete Diskrepanz zwischen NA/A-Quotienten im Wettkampf und im Training bei einigen Spielern zeigt, dass auch die Sportart Beach-Volleyball von Erfahrungen anderer Sportarten im Umgang mit der psychischen Belastung des Wettkampf-Geschehnisses profitieren könnte.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Katecholaminbestimmung unter Trainings- und Wettkampfbedingungen im Beach-Volleyball ein hilfreiches Instrument zur effizienten Auswahl geeigneter Trainingsmaßnahmen und einer erfolgsversprechenden Wettkampfbetreuung darstellt.

Literaturverzeichnis

BADTKE, G.: Sportmedizinische Grundlagen Körpererziehung und Training. Harri Deutsch. Verlag Frankfurt / Main 1989.

BLUM, F.: „Empirische Untersuchung zum Vergleich der psychischen Beanspruchung im Hallenvolleyball und im Beach-Volleyball“. Diplomarbeit. Köln 1997, S 4- 18.

BÜHL, A. / ZÖFEL, P.: SPSS Version 8: Einführung in die Moderne Datenanalyse unter Windows, Addison Wesley Longman Verlag, 1999.

DVZ- die Psyche wird oft vernachlässigt. In: Volleyball Training 22, H. 2, 58-61.

GROSSER, M. / EHLENZ, H. / GRIEBL, R. / ZIMMERMANN, E.: Muskeltraining. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München 1999.

HARDER, S. / KRAFT, I. : Untersuchung der Sympathikusaktivität im Provokationstest „freier Fall“. Diplomarbeit. Bielefeld 2000.

HOWALD, H.: Veränderungen der Muskelfasern durch Training. In: Leistungssport 2 / 1989.

HÖMBERG, S.: Technik und Taktik des Sportspiels Beach-Volleyball. Diplomarbeit, Köln 1993.

HÖMBERG, S. / PAPAGEORGIU, A.: Handbuch für Beach-Volleyball. Aachen 1997.

HÖMBERG, S. / PAPAGEORGIU, A.: Handbuch für Beach-Volleyball. Aachen 1994.

HÖMBERG, S. / PAPAGEORGIU, A.: Vom Hallen- zum Beach-Volleyballer.- Teil 1. In: Volleyballtraining. 13 / 1994, 33- 47.

HÖMBERG, S. / PAPAGEORGIU, A.: Vom Hallen- zum Beach-Volleyballer.- Teil 2. In: Volleyballtraining 4 / 1994c, 56-61.

JARMOLUK, P.: Laktat- und Katecholaminbestimmungen als Mittel zur Leistungssteuerung im Judo. Erlensee SFT- Verlag. 1989

KASZAS, K.: Beach-Volleyball. Technik, Taktik, Training. BLV Verlagsgesellschaft mbH. München 1997.

KLINKE, R. / SILBERNAGL, S (Hrsg): Lehrbuch der Physiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York 1996.

KROHN, O.: Beach-Volleyball. Aachen 1994.

MEYNDT, U.: Vergleichende Strukturanalyse der Bayerischen Beach-Volleyball-Meisterschaft und dem Beach- Masters- Turnier München 1994. Diplomarbeit, Köln 1995, 3- 10.

NITSCH, J.R: Stress. Theorien, Untersuchungen, Maßnahme. Hans Huber Verlag, Bern Stuttgart, Wien 1981.

RIECKERT, H.: (Hrsg.). Sportmedizin- Kursbestimmung: Prävention- Rehabilitation, Breitensport- Hochleistungssport, Leistungsphysiologie, Morphologie, Biochemie, Innere Medizin, Traumatologie, sportmedizinische Diagnostik. Berlin 1987.

SCHLEY, S.: Spieler und Gegnerbeobachtung im Beach-Volleyball am Beispiel der Nationalmannschaft GER Ahmann / Hager und der Nationalmannschaft CAN Child / Heese. Diplomarbeit, Köln 1997, 7-12.

SCHÜRMAN, C.: Entwicklung diagnostischer Möglichkeiten zur Feststellung der Muskeltypisierung und Muskelrekrutierung unter Belastungsbedingungen durch unblutige, biochemische Untersuchungsverfahren. Doktorarbeit, Bielefeld 1997.

SIMKIN, N.W.: Funktionelle Charakteristik des Skeltmuskels des Menschen bei seiner Anpassung an sportliche Belastungen. In: KRESTOWNIKOWS, N.: Anpassungsmechanismen an sportliche Belastung. Barth, Leipzig 1982.

SPECKMANN, E-J.: Einführung in die Neurophysiologie, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 1981, 100-115.

STEINBACH, M.: Medizinisch-psychologische Probleme der Wettkampfvorbereitung. Verlag Bartels & Wernitz, Berlin 1971.

STENCHLY, C.: Marketing von Beach-Volleyball in Deutschland. Diplomarbeit, Köln 1996, 3-8.

STEUER, K.: Wissenschaftsobjekt Beach-Volleyball: Katalysator für den neuen Sportboden „Sand“. In: KUHN, P. / LANGOLF, K. (Hrsg.): Volleyball in Forschung und Lehre 1998, Czwalina Verlag Hamburg 1999, 9-15

VETTER, K.: Psychische Belastung im Beach-Volleyball. In: KUHN, P. / LANGOLF, K., (Hrsg.): Volleyball in Forschung und Lehre 1998, Czwalina Verlag Hamburg 1999, 29-41

VOGT, H. / DEMARÉES, H.: Zur muskulären Beanspruchungen im Volleyball. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.(36,1985.S163- 169.

VON HAGEN, T.: Systematische Spieler- und Spielbeobachtung der nationalen Beach-Volleyballspitze zur Trainings- und Spielsteuerung. Diplomarbeit. Köln 1998, 5-10.

WEICKER, H.: Sportmedizin: biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre Sportartspezifische Bedeutung. In: RICHARD H. STRAUSS (Hrsg.): Sportmedizin und Leistungsphysiologie. Stuttgart 1983.

WILLIMCZIK, K.: Statistik im Sport. Grundlage-Verfahren-Anwendung Mit ausführlich kommentieren SPSS- Ausdrucken. In: WILLIMCZIK, K. (Hrsg.): Forschungsmethoden in der Sportwissenschaft. Czwalina Verlag Hamburg, 1997.

ZIMMERMANN, E.: Das Ausscheidungsverhalten der Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin unter Trainings- und Wettkampfbedingungen. Eine Untersuchung zum Zusammenhang zwischen Sympathikusaktivität und Leistungsfähigkeit. Habilitationsschrift, Köln 1986.

ZIMMERMANN, E: "Katecholaminbestimmung". Unveröffentlichter Arbeitsbogen, 1997.

ZIMMERMANN, E. / DONIKE, M. / SCHÄNZER, W.: Stressfaktoren vor und nach wettkampf- bzw. Trainingsbelastung. In: HECK, H. / HOLLMAN, F. / LIESEN, H. / ROST, R. (Hrsg.): Leistung und Gesundheit. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln 1983, 277-282.

ZIMMERMANN, E. / DONIKE, M. / SCHÄNZER, W.: Katcholaminspiegel, psychische Aktivierung und Wettkampfstabilität. In: FRANZ, I. / MELLEROWICZ, H. / NOACK, W. (Hrsg.): Training und Sport zur Prävention und Rehabilitation in der technisierten Umwelt, 1985, 377-381.

Anhang

Persönliche Daten

Turnier -----

Name -----

Vorname -----

Alter -----

Beruf -----

Größe ----- cm.

Gewicht -----kg.

- Meine Hauptsportart ist:-----
- Ich Spiele Beach-Volleyball seit: -----
- Ich Trainiere -----mal in der Woche.
- Ich fühle mich vor dem Spiel () Nervös () Normal.
- Ich fühle mich im Spiel () Nervös () Normal. () angespannt.

Katecholamin - Bestimmung

Name:

Datum	Volumen	Uhrzeit	Uhrzeit (vorherige Abgabe)	Proben - Nr.	Bemerkungen (Befindlichkeit vor Urinabgabe)

→ **WICHTIG !!** Die Probenflaschen sind *maximal 2/3 !!* zu befüllen, sonst laufen sie beim einfrieren aber !! (Volumenausdehnung).

Die Probenflaschen bitte leserlich etikettieren und *ausschließlich mit Kugelschreiber* (alles andere wird beim einfrieren unleserlich, verwischt) beschriften !!

Ist das Ureinsammeln einmal nicht möglich, bitte unbedingt die Uhrzeit notieren !!

Beispiel:

Datum	Volumen	Uhrzeit	Uhrzeit (vorherige Abgabe)	Proben - Nr.	Bemerkung (Befindlichkeit vor der Urinabgabe)
03.03.1995	450 ml	6:25	22:55	1	Brummschädel / erst um 2:00 ins Bett

Beschreibung der Probanden und individuelle Ergebnisse

Athlet	Alter	Größe cm	Gewicht kg	Training Ball/Kraft	Subjektive Einschätzung	Muskelfasertyp	Training NA/A -Quotienten	Wettkampf NA/A Quotienten	Training NA/A- Quo- tienten	Wettkampf NA/A- Quo- tienten
A1	19	187	77	3	3	Konsentriert	Mittler	Ausdauer	7,0± 0,5	2,2 ± 0,7
A2	21	201	92	/	/	normal	Ausdauer	Sprinter	4,5± 0,6	2,6 ± 0,8
B1	18	190	75	/	/	Angespannt	Sprinter	Sprinter	7,0±1,2	2,8 ± 1,3
B2	18	206	75	/	/	Angespannt	Sprinter	Ausdauer	9,5± 3,0	4,5 ± 1,5
C1	19	194	85	4	2	Angespannt	Mittlerstreckler	Ausdauer	8,1± 0,8	3,6 ± 0,6
C2	21	188	82	2	1	Angespannt	Sprinter	Sprinter/ Mittel- streckler	4,1± 0,8	2,5 ± 0,4
D1	28	193	89	4	2	Angespannt	Mittel	Mittelstreckler	7,4± 2,4	2,9 ± 0,6
D2	23	199	88	3	2	Angespannt	/	Sprinter	6,8± 3,2	4,3 ± 1,2
E1	24	187	82	/	/	Angespannt	/	Mittelstreckler	5,7± 2,2	4,7 ± 1,3
E2	24	200	97	/	/	normal	/	Sprinter	7,8± 1,8	3,3 ± 0,9
F1	29	197	99	5	2	normal	Sprinter	Sprinter	4,7± 1,2	2,1 ± 0,5
F2	25	190	89	2	2	Angespannt	Mittlerstreckler	Sprinter/ Mittel- streckler	4,3±1,8	1,5 ± 0,3
G1	19	193	82	2	2	Angespannt	Ausdauer	Mittelstreckler	6,2± 2,1	2,4 ± 0,6

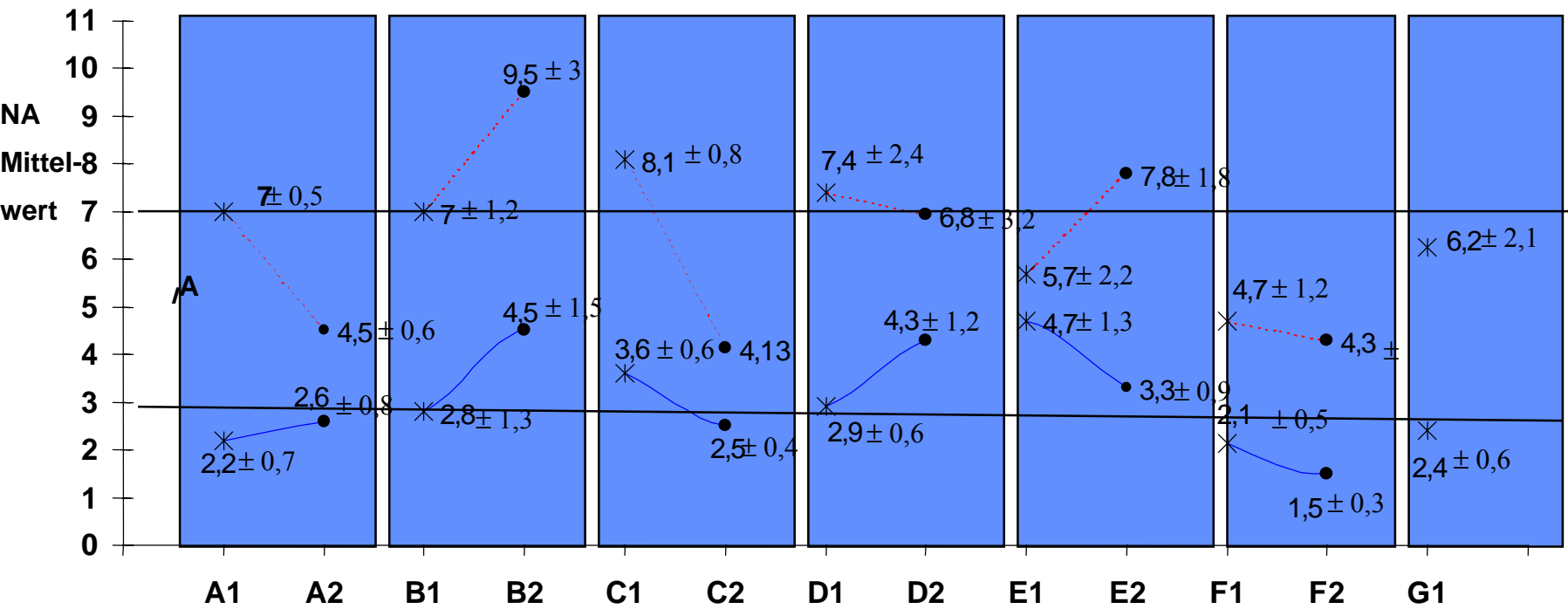


Abb. Die Sympathikus-Aktivität (NA/A) der Spieler im Training und Wettkampf.

Die Trainings-(---)und Wettkampf werte (—) der Spieler einer Mannschaften sind durch eine Linie miteinander verbunden Die Kennlinien bei NA/A von 3 und 7 stellen bei NA/A von 3 und 7 stellen den Bereich der optimalen Sympathikus-Aktivität.