

Leistungsbeeinflussende Faktoren im olympischen Sportschiessen



Ein Überblick über den aktuellen Stand der Wissenschaft in Bezug auf die leistungsdeterminierenden Faktoren im olympischen Gewehrschiessen.

Seminararbeit Sport und Leistung

Institut für Sportwissenschaft

Universität Bern

Vorgelegt von

Dino Tartaruga: (07-117-765)

Eingereicht bei

Dr. Karen Zentgraf

Bern, 25.01.11

Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Bewegungsbeschreibung Sportschiessen	3
2.1 Der Liegendanschlag.....	3
2.2 Der Stehendanschlag.....	4
2.3 Der Kniendanschlag.....	4
3. Leistungsbeflussende Faktoren	5
3.1 Postural Balance und Body Sway	5
3.2 State Anxiety and Visual Attention	6
3.3 Verschaltung von visuellen Afferenzen zu motorischen Efferenzen.....	6
3.4 Kortikale Aktivität	8
3.5 Einfluss von kinematischem Feedback.....	8
3.6 Kognitive Angst und physiologische Erregung	10
3.7 Kraft und Ausdauer	11
4. Ausblick.....	11
5. Literaturverzeichnis.....	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Liegendanschlag mit Riemenunterstützung Annik Marguet	3
Abbildung 2: Passiver Bewegungsapparat im Stehendanschlag	4
Abbildung 3: Annik Marguet Kniendanschlag Weltcup in Sydney	4
Abbildung 4: Zielweg bei einem Reaktionsschützen	6
Abbildung 5: Zielweg bei einem Halteraumschützen.....	6
Abbildung 6: Zielweg bei einem Optimierungsschützen.....	7
Abbildung 7: Chronometrie. Abbildung gemäss Roth et al. (1999).	7
Abbildung 8: Entwicklungsverlauf der Schiessleistung von Gruppen mit unterschiedlichen Feedbackmethoden (Mononen et al., 2007).....	9
Abbildung 9: Relative Hautleitfähigkeit Experten vs. Novizen.....	10
Abbildung 10: Hautleitfähigkeit Experten, gute Schüsse vs. schlechte Schüsse.....	10
Abbildung 11: Relative Herzfrequenz Experten vs. Novizen.....	10
Abbildung 12: Herzfrequenz Experten, gute Schüsse vs. schlechte Schüsse.....	10
Abbildung 13: Herzfrequenz und IEMG des M. flexor digitorum superficialis während der Zielphase.....	11

1. Einleitung

In dieser Seminararbeit geht es darum, den aktuellen Stand der Wissenschaft im Bezug auf die leistungsbeeinflussenden Faktoren im olympischen Gewehrschiessen zu untersuchen. Für Leser ohne schiesssportlichen Hintergrund wird Kapitel 2 einen Überblick über das Wettkampfsystem im olympischen Gewehrschiessen geben. Im Kapitel 3 folgen die Themenbereiche, die von verschiedensten Forschungsgruppen untersucht worden sind, mit teilweise für die Praxis sehr hilfreichen Erkenntnissen.

2. Bewegungsbeschreibung Sportschiessen

2.1 Der Liegendanschlag

Während dem Liegendteil des Wettkampfes wird vom Schützen versucht, so wenig Bewegung wie möglich zu erzeugen. Um dies gewährleisten zu können, muss sich der gesamte Körper in einem



Abbildung 1: Liegendanschlag mit Riemenunterstützung Annik Marguet

möglichst spannungsfreien Zustand befinden. Das Gewehr wird mit einem Riemen (Abbildung 1) am Oberarm des Stützarmes befestigt. Mit einer schlaufenartigen Einsetzbewegung wird der Unterarm um diesen Riemen geschlungen und stützt bei optimalen Einstellungen von Gewehrlänge, Riemenlänge usw., das gesamte Gewicht des Gewehrs. Je nach Position des Riemens am Oberarm kann es vorkommen, dass die Oberarmarterie teilweise abgedrückt wird. Dies äussert sich mit einer Mündungsschwankung im Rhythmus des Herzens. Da jeder Schuss einzeln geladen werden muss, entwickelt der Schütze einen möglichst ökonomisierten Bewegungsablauf, in dem er so wenige Gliedmassen wie möglich bewegt. Ein Millimeter Ungenauigkeit beim Einsetzen des Gewehrs kann auf der 50m entfernten Scheibe einen halben Meter ausmachen. Darum ist es

von äusserster Wichtigkeit, dass der Nullpunkt der Stellung minutiös ausgerichtet wird. Der Nullpunkt beschreibt den Ort, an den das Gewehr in der entspannten Stellung hinzeigt. Im Optimalfall wäre dies das Scheibenzentrum. Durch Grob- und Feinkorrekturen sind diese Ausrichtungs- und Korrekturbewegungen zu vollführen. Jede einzelne Korrekturmöglichkeit aufzuzeigen, würde hier den Rahmen der Arbeit sprengen. Die Abbildung zeigt die Muskelpartien, die während des Liegendanschlages teils gebraucht werden und teils zu Verspannungen neigen. Das Gewehrgewicht von ca. 6 kg, das Gewicht des Kopfes und der Oberkörper liegen zum grössten Teil auf dem Stützellenbogen. Der Riemen zieht mit dem genannten Gewicht am Oberarm, was in häufigen Fällen zu Lähmungserscheinungen in der Stützhand führt. Dieser Prozess ist kaum zu verhindern. Jede Stellung muss den eigenen Körperproportionen angepasst werden. Es wird versucht, das Gewehr dem Körper anzupassen. Frühere Modelle konnte man noch nicht so verstellen, wie dies heute der Fall ist. Während des Liegendanschlages befindet sich das Schultergelenk des Stützarmes in einer erheblichen Extension, die durch das Gewicht von Körper und Gewehr noch verstärkt wird. Damit sich die Stellung während des Wettkampfes nicht zu stark verändert, wird mit viel Zug auf Riemen und Stützhand eingerichtet, damit beispielsweise Höhenfehler aufgrund unzureichender Grundspannung nicht auftreten.

2.2 Der Stehendanschlag

So vielseitig der Mensch selbst ist, so unterschiedlich sind auch die Stellungen des

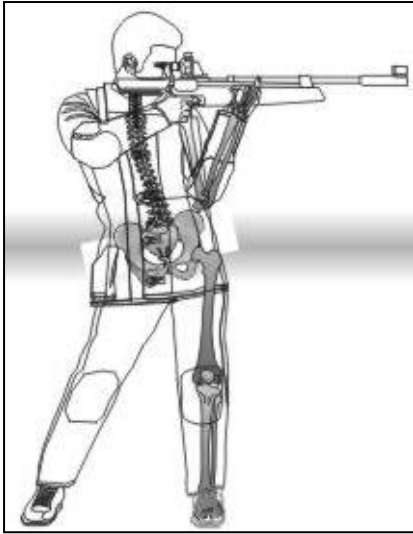


Abbildung 2: Passiver Bewegungsapparat im Stehendanschlag.

Stehendanschlages. Die grösste Rolle für die Stabilität im Stehendanschlag spielt eine gut ausgeprägte Sensorik. Sie ist dafür zuständig, zu fühlen, welche der Gliedmassen den Körper aus dem Gleichgewicht bringen, und was kleinste Bewegungen für Auswirkungen auf die Körperstatik haben. In einer Studie von Ball et al. nennt er die Parameter „*postural balance*“, „*body sway*“ und „*aim point fluctuation*“. „*Body sway and performance and aim point fluctuation are related at elite standard among rifle shooters.*“ (Ball, 2003). Diese Forschergruppe konnte einen Zusammenhang zwischen der Körperstatik (*postural balance*), der Körperschwankung (*body sway*) und der Schwankung des Zielpunktes (*aim point fluctuation*) feststellen. Je höher die Körperschwankung, desto geringer die Leistung (*performance*) und desto grösser die Schwankung des Zielpunktes. Die Abbildung 3 zeigt den passiven Bewegungsapparat im Stehendanschlag. Die knöcherne Säule, auf der das Gewehr aufliegt, sollte ohne muskuläre Haltearbeit gehalten werden können. Das Rückneigen und Abdrehen des Oberkörpers geschieht als Ausgleich für das Gewicht des Gewehrs. Um jedoch eine optimal dem Körper angepasste Stellung zu finden, sind biomechanische Messungen nötig, die über die Proportionen der einzelnen Körpersegmente den Körperschwerpunkt feststellen können, und allenfalls sogar die Bewegung der einzelnen Segmente zueinander aufdecken. Je nach dem wie stark, wie verkürzt, oder wie straff die jeweiligen Bänder und Muskelpartien sind, hat dies einen erheblichen Einfluss. Zu starke oder verkürzte Rückenstreckmuskulatur resultiert in einer Hohlkreuzstellung. Für den gesamten Wettkampf in einer derart nicht physiologischen Haltung zu verharren, kann gesundheitliche Schäden nach sich ziehen.

2.3 Der Kniendanschlag

Ähnlich wie im Liegendanschlag, ist in der Kniendstellung der Riemen zur Entlastung des



Abbildung 3: Annik Marguet Kniendanschlag Weltcup in Sydney.

Gewehrgewichts und zur Erleichterung des Haltens erlaubt. Ebenfalls als Hilfe ist ein Kniekissen erlaubt. Es wird in Form einer Rolle mit meistens Granulat oder Korkfüllung unter den Rist des rechten Fusses gelegt. Der Ellenbogen des Stützarmes wird auf dem Knie des aufgestellten Beines positioniert. Um die Atmung zu erleichtern, werden die Hosen geöffnet und ebenso die Schiessjacke nicht komplett verschlossen. Anhand der Resultate, die von international erfolgreichen Schützen erzielt werden, kann festgestellt werden, dass im Liegendteil des Wettkampfes am meisten Punkte erzielt werden. Danach folgt der Kniendteil und zum Schluss der Stehendteil. Die Tatsache, dass im Stehendanschlag weniger das Zentrum der Scheibe getroffen wird, als in den anderen Stellungen, kurbelt die Forschung an. Im Bereich der Stehendstellung konnten auch Studien, die einen der folgenden Leistungsaspekte untersucht haben, über Biathleten oder Bogenschützen vermehrt gefunden werden.

3. Leistungsbeeinflussende Faktoren

Die folgenden Unterkapitel decken die Bereiche ab, die aufgrund der Literaturrecherche mit dem sportlichen Schiessen in Verbindung gebracht werden.

3.1 Postural Balance und Body Sway

Postural Balance bedeutet Haltungsgleichgewicht, Body Sway deckt den Begriff Körperschwankung ab. Beide Begriffe haben in irgendeiner Weise mit Balance oder Gleichgewicht zu tun. Diese Begriffe werden gemäss Sportwissenschaftlichem Lexikon von Röthig und Prohl folgendermassen definiert:

„Als physikalische / chemische Grösse ist Gleichgewicht Zustand eines Systems, in dem sich zum Beispiel Kräfte, Drehmomente oder ablaufende Reaktionen bezüglich mindestens einer kennzeichnenden Grösse gegenseitig kompensieren. Das Gesamtsystem muss sich dabei nicht in Ruhe befinden (zum Beispiel Radfahrer während der Fahrt, Fliessgleichgewicht bei chemischen Prozessen). Selbst im aufrechten Stand des Menschen ohne äussere Störungen treten kontinuierliche Regulationsbewegungen in der Vor-/ Rück- und der seitlichen Ebene auf.“ (Haag et al., 2003)

Für das Sportschiessen kommt das Gleichgewicht in aufrechter Körperposition in Frage. Man spricht hier auch von der sogenannten Postural Balance (PB) oder auf Deutsch Haltungsbalance. Viele Forschungsgruppen haben sich mit diesem Aspekt der körperlichen Statik befasst. Swanenburg et al. untersuchten den Einfluss von körperlichem Training und Ernährung auf die PB von älteren an Osteoporose leidenden Menschen. Durch den Zuwachs der Muskelmasse und übrige physiologische Anpassungen aufgrund dieser Studie konnte eine Verbesserung der PB festgestellt werden. In wieweit die Resultate auf Schützinnen und Schützen übertragbar ist, lässt sich nur vermuten.

Aalto et al. untersuchten Experten und Novizen im Sportschiessen beider Geschlechter und konnten feststellen:

„The male top-level shooters could stabilize their posture significantly better than female top-level or male national level shooters, who were, in turn, much more stable than naive shooters.“ (Aalto et al., 1990).

Obwohl vermehrte Studien zeigen konnten, dass Unterschiede zwischen Gewehrschützen mit Expertise und Gewehrschützen ohne Expertise bestehen, was die Kontrolle der Haltungsbalance oder der Körperschwankung (body sway) angeht, (Era et al. 1996) konnte bisher keine Studie einen tatsächlichen Zusammenhang von Body Sway (BS) und der erbrachten Schiessleistung unter Experten aufdecken. Es wurde eine grosse Anzahl Schützen aller Leistungsniveaus untersucht, um diesen Unterschied festzustellen.

Aalto unterscheidet gar Schützen von Nicht-Schützen:

„Shooters have been found to produce smaller sway amplitudes than the general population.“ (Aalto et al., 1990).

Die Tatsache, dass innerhalb der Experten keine Zusammenhänge der individuellen Körperschwankung und einem schlechten Schuss auftreten, erklärt sich Heinula durch das Zusammenwirken mehrerer Faktoren, die einen Zentrumstreffer zustande kommen lassen. Hold, Aim und Trigger Control bilden nach ihm die drei Kernfaktoren die den Schützen dazu veranlassen eine 10 zu treffen (Heinula, 2007).

Ball konnte in seiner Experimentalgruppe den Einfluss von BS auf die Zielpunktverschiebung in der Zeit vor der effektiven Schussauslösung zeigen, doch nur bei 4 Schützen liess sich ein direkter

Zusammenhang von einer grossen BS-Amplitude auf die tatsächliche Schusslage feststellen (Ball et al., 1999, 2003). Andere Forschungsgruppen konnten ähnliche Befunde feststellen (Era et al., 1996) (Konttinen et al., 1999) (Mononen et al., 2007).

3.2 State Anxiety and Visual Attention

State Angst ist ein Zustand, der für den Moment des jeweiligen Zeitpunktes steht, während die Trait Angst mehr eine grundlegende Charaktereigenschaft darstellt. In verschiedensten Studien konnte Vickers zeigen, dass bei Experten die finale Fixation vor der jeweiligen Bewegungsausführung früher beginnt und länger andauert als bei Nicht-Experten. Dieses Phänomen wird als Quiet Eye bezeichnet und meint eine Konstante Fokussierung eines Punktes oder eines Gegenstandes für mehr als 100ms. Auch durch Aufmerksamkeitstraining konnte festgestellt werden, dass wenn Nicht-Experten ihre Aufmerksamkeit auf informationsreiche Areale vor ihrer Bewegungsausführung richteten, sich auch ihre Leistung signifikant verbesserte (Vickers et al., 2007).

Causer konnte den Zusammenhang von längerem Quiet Eye und besserer Schiessleistung für andere olympische Schiessdisziplinen nachweisen (Causer et al., 2010). Dafür konnte Janelle diesen Zusammenhang für den Stehendanschlag von Experten und Nicht-Experten in der Indoordisziplin Gewehr 10m feststellen. (Janelle et al., 2000)

3.3 Verschaltung von visuellen Afferenzen zu motorischen Efferenzen

Die folgenden drei Abbildungen sind als Anschauungsbeispiele für den typischen Zielweg der

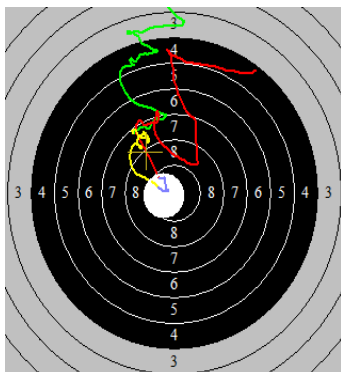


Abbildung 4: Zielweg bei einem Reaktionsschützen.

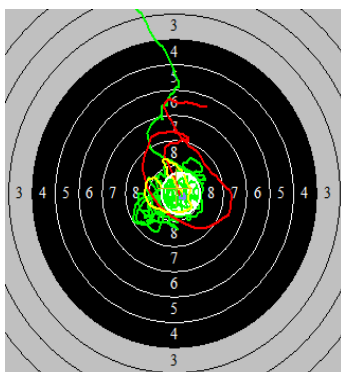


Abbildung 5: Zielweg bei einem Halteraumschützen.

jeweiligen Technik gedacht, die gleich erklärt wird. Die grüne Linie ist der Beginn des Zielweges bis zum Zeitpunkt, indem sie gelb wird. Dies geschieht bei $t-1s$ wobei t_0 die Schussauslösung ist. $t-0.1s$ wird die Zielweglinie blau und unmittelbar nach der Schussauslösung wird sie rot.

Schützen liessen sich nach Heinula in 3 Kategorien einteilen, die aufgrund ihres Ziel und Abzugverhaltens klassifiziert werden. Die Reaktionsschützen, die Halteschützen und die Optimierungsschützen. Reaktionsschiessen beschreibt ein senkrecht einfahren von oben in die Scheibe mit leicht aggressivem Abzugsverhalten. Sobald die erste Möglichkeit besteht, die Zehn zu treffen, wird der Druck auf dem Abzug relativ forsch erhöht. An Finals ist das die Methode, welche hohem Wettkampfdruck solide widersteht, sofern sie trainiert wurde. Die Gefahr bei dieser Technik ist, wie es Matthew Emmons (USA, Worldranking 5.) am Final des Dreistellungswettkampfes der Männer über 50m erfahren musste, während dem Einfahren zu aggressiv auf dem Druckpunkt des Abzuges zu sein. Im letzten Finalschuss löste er den Schuss zu früh und kassierte so eine 4,4 und fiel vom ersten auf den vierten Platz zurück.

Das Einfahren von oben beim Halte(raum)schiessen ist dasselbe wie beim Reaktionsschiessen. Der Unterschied ist allerdings, dass der Schuss mit kontinuierlicher Druckerhöhung auf dem Abzug möglichst unbewusst in den Halteraum abgegeben wird. Gute Schützen bewegen sich während der letzten Sekunde vor Schussauslösung innerhalb der 10.3.

Optimierungsschützen lassen sich beim Einfahren Zeit. Sie fahren ebenfalls von oben ein, tasten sich jedoch Schritt für Schritt voran, bis sie dem Zentrum nahe genug sind, um den Schuss zu lösen. Wenn aufgrund der Nervosität zu grosse Halteräume entstehen, ist während dem Wettkampf auf Reaktionsschiessen umzustellen. Schützen tun gut daran, alle Techniken zu beherrschen, denn alle haben ihre Vor- und Nachteile (Heinula, 2007).

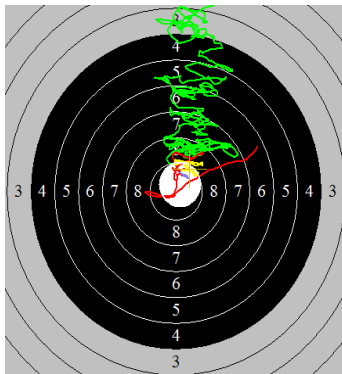


Abbildung 6: Zielweg bei einem Optimierungsschützen.

Da Zielen, Halten und Abziehen stets zusammenspielen, und der Schusswert aus einer Mischrechnung dieser drei Komponenten entsteht, kann nicht so einfach auf eine simple Stimulus-Reaktions Handlung geschlossen werden. Von der Erkennung des optimalen Zielbildes bis zur Betätigung des Abzuges geschieht noch mehr. Der visuelle Reiz muss von den Augen zum visuellen Kortex über die afferenten Nervenbahnen gelangen. Über weitere neuronale Verschaltungen bis zu einem Motoneuron, welches die Beugemuskulatur des Zeigefingers ansteuert, gelangt das Signal nun über das efferente Axon zur motorischen Endplatte, wo der elektronische Impuls erneut in chemischer Form, anhand sogenannter Neurotransmitter, in den synaptischen Spalt abgegeben wird und dort von der postsynaptischen Membran der Muskelzelle aufgenommen wird und in ihr die Kontraktion auslöst.

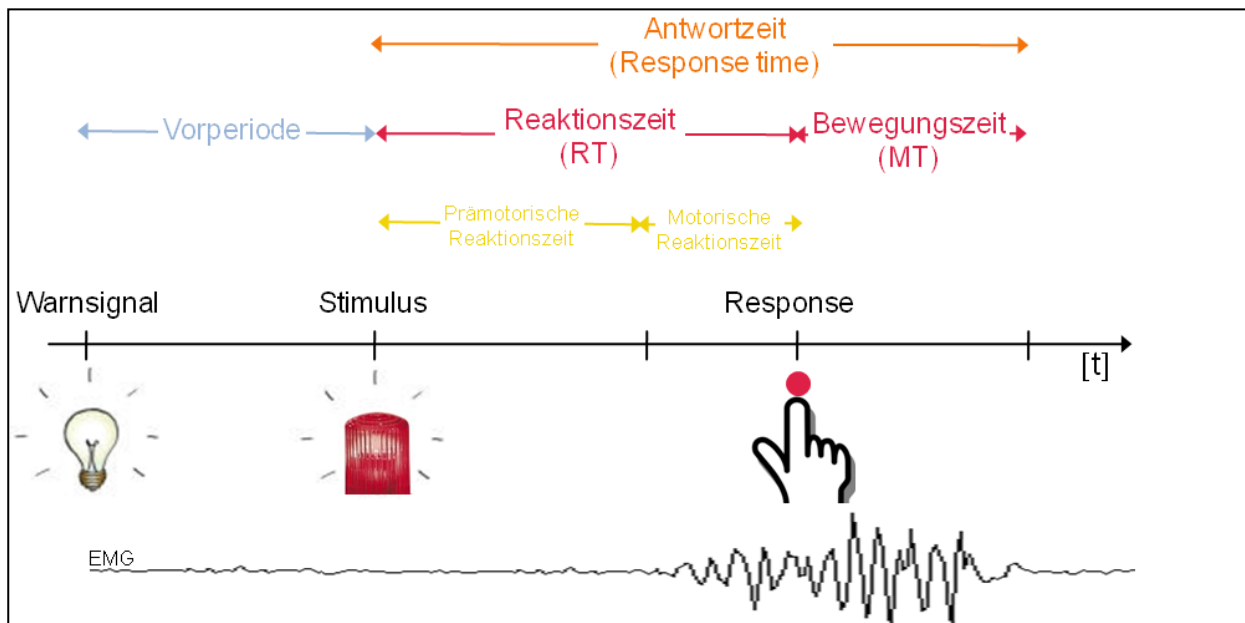


Abbildung 7: Chronometrie. Abbildung gemäss Roth et al. (1999).

In Abbildung 7 sind die verschiedenen Prozesse auf einer Zeitachse angeordnet. Um diese Grafik auf die Thematik im Zielen beim Sportschiessen zu übertragen, sind hierzu einige Erläuterungen. Als Warnsignal kann die selbstinduzierte Einfahrbewegung verstanden werden. Dies ist der Zeitpunkt, in dem der Schütze sich entschliesst, sich dem Zentrum der Scheibe zu nähern. Der Stimulus wäre im übertragenen Sinne das optimale Zielbild. Die Abzugsbetätigung wird als Response verstanden. Von Stimulus bis Bewegungsende können gut 300 ms vergehen. Da sich das Gewehr in dieser Zeit weiter bewegt und nicht einfach stillsteht, ist logisch. Da die Abzugsbewegung nicht abrupt geschehen darf, weil sonst das Gewehr durch die ruckartige Bewegung erschüttert würde, wird von einer derart „langen“ Zeit ausgegangen. Sie kann jedoch interindividuell variieren. Gute Schützen sind also in der

Lage, trotz dieser ungewissen Zeit, in der sie scheinbar keinen Einfluss mehr auf die Bewegungen des Gewehrs haben, dennoch Zehner zu schießen.

Um dieses Phänomen zu erklären, reichen kognitive Verarbeitungsmodelle nicht mehr aus. Gibson erklärt mit seiner Theorie des optischen Flusses, wie es dennoch möglich ist, das Zentrum der Scheibe zu treffen. Er konnte mit verschiedenen Experimenten zeigen, dass Wahrnehmung direkt die Bewegung steuert, ohne dass jedes Mal neue Berechnungen erfolgen müssen. Als Beispiel sei das Fangen eines Balles genannt. Kognitivisten würden quasi Momentaufnahmen zweier verschiedener Zeitpunkte des Ballfluges zur Berechnung der Flugbahn und der Geschwindigkeit beziehen. Dies würde allerdings einerseits rein rechnerisch, andererseits rein verarbeitungstechnisch viel zu lange dauern. Die Hand muss schliesslich auch noch an die korrekte Endposition geführt werden, um den Ball zu fangen.

Der psychoökologische Ansatz, den Gibson mit seiner Time to Contact Variable „Tau“ wählt, erklärt, dass die Bewegung durch die Wahrnehmung selbst geführt wird. Genau dies würde erklären, wie es einem Schützen gelingt, während der Einfahrbewegung den Druck auf dem Abzug stets zu erhöhen und im richtigen Zeitpunkt zu lösen, ganz ohne diese rechnerische Komponente (Gibson, 1966)(Goldstein, 2008).

3.4 Kortikale Aktivität

Von vielen Forschungsgruppen wurden Unterschiede während der Ausübung des Sports von Experten zu Novizen bezüglich der Hirnaktivitäten gemessen. Zusammenfassend über alle Studien, die zu diesem Bereich gefunden wurden, kann gesagt werden, dass Experten während der Zielphase eine erhöhte Aktivität von Alpha-Wellen aufweisen. Alpha-Wellen kommen dann vor, wenn sich der Organismus in einer reizarmen Umgebung aufhält und die visuelle Aktivität auf ein Minimum sinkt. Es handelt sich also um einen entspannten Wachzustand (Schandry, 2006).

Was also geschieht während der Zielphase, in der man eigentlich denken sollte, dass der Schütze zielt?

„Focusing not only on the visual target but also on the best way to stabilize and align the gun.“
(Weinberg, 2006).

Dieses Statement würde erklären, wie eine hohe Alpha-Wellenaktivität bei geöffneten Augen zustande kommen kann. Der Schütze schaut zwar hin, aber konzentriert sich auf körperinnere Prozesse und reguliert diese in den Optimalzustand (Weinberg, 2006)(Daniels, 1983)(Konttinen, 2000)(Lyytinen, 1993)(Tang, 2008).

3.5 Einfluss von kinematischem Feedback

In der Sportwissenschaft wird grundsätzlich Feedback in intrinsisches und extrinsisches Feedback unterteilt. Intrinsisches Feedback umfasst alle propriozeptiven, sensorischen Rückmeldungen, die innerhalb des Körpers dem zentralen Nervensystem Informationen zukommen lassen. Auch visuelle Reize gehören neben taktilen, auditiven, kinästhetischen und vestibulären Reizen zum intrinsischen Feedback. Extrinsisches Feedback beschreibt die Summe aller äusseren Rückmeldungen, die aufgenommen werden können. Diese Art von Feedback wird häufig auch als augmented Feedback bezeichnet, welches sich weiter unterteilen lässt in Knowledge of Results (KR) und Knowledge of Performance (KP). KR gibt Aufschluss über das Bewegungsergebnis und somit nichts über die Bewegungsmerkmale. Die Rückmeldung über die Richtigkeit einer Aufgabe wäre ein Beispiel für KR. KP hingegen gibt quantitative Rückmeldung darüber, ob und wie sehr die vollführte

Bewegungsausführung von einem Sollwert abweicht. Es wird nicht das Bewegungsergebnis zur Rückmeldung hinzugezogen, sondern der gesamte Bewegungsprozess wird aufgezeigt (Gentile, 1972). Übertragen auf den Schiesssport wäre KR die elektronische Trefferanzeige, KP die Rückmeldung über die Mündungsbewegung und den Zielweg auf der Scheibe. Mononen et al. haben sich mit dieser Thematik im Sportschiessen auseinandergesetzt. 5 Gruppen, nicht präzisionsschiessereifare, gemischtgeschlechtliche Versuchspersonen wurden untersucht, die

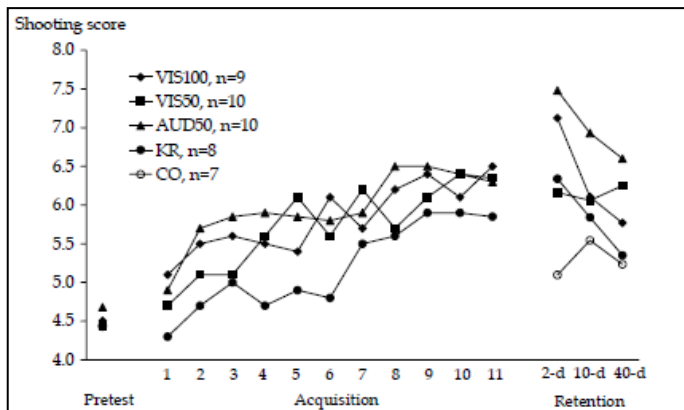


Abbildung 8: Entwicklungsverlauf der Schiessleistung von Gruppen mit unterschiedlichen Feedbackmethoden (Mononen et al., 2007)

unterschiedlich häufig Rückmeldungen bezüglich ihres Resultats oder ihrer Bewegungsausführung erhalten haben. Die fünfte Gruppe, die *Kontrollgruppe* (CO), absolvierte keines der 11 Trainingsinterventionen, die über 4 Wochen durchgeführt wurden. Jede Gruppe erhielt KR. Das bedeutet, jede Gruppe erfährt nach jedem Schuss die jeweilige Lage des Schusses. *VIS100* erhielt **nach** jedem Schuss, *VIS50* **nach** jedem zweiten zusätzlich ein visuelles Feedback über die Bewegungsausführung während der Zielphase (KR). Die Gruppe

AUD50 erhielt ebenfalls KR nach jedem Schuss und zusätzlich **während** der Bewegungsausführung über Kopfhörer ein Feedback über die Nähe des Zielpunktes zum Zentrum anhand einer Frequenzkodierung, das heisst je höher die Frequenz, umso näher dem Zentrum. Die Gruppe *KR* erhielt ausschliesslich Feedback über das Bewegungsergebnis. Es hat sich herausgestellt, dass die Versuchsgruppe *AUD50*, die während der Hälfte der Schüsse mit simultanem, auditivem Feedback trainiert haben, in den Retentionstests nach 2, nach 10 aber auch noch nach 40 Tagen alle anderen Versuchsgruppen übertrafen (Mononen et al. 2007). Underwood konnte zwei Jahre später, aufbauend auf diesen Erkenntnissen, vereinzelt Verbesserungen von „Rifle Stability“ bei hoch qualifizierten Präzisionsschützen feststellen, die mit auditivem Feedback trainiert haben (Underwood, 2009).

3.6 Kognitive Angst und physiologische Erregung

Eine Untersuchung von Tremayne et al. hat ergeben, dass sich Experten und Nicht-Experten in Bezug auf die physiologische Erregung unterscheiden. Die untersuchten Komponenten sind die Leitfähigkeit der Haut und die Herzfrequenz, die beide als Indikatoren für psychischen Stress und Auswirkung von kognitiver Angst gelten.

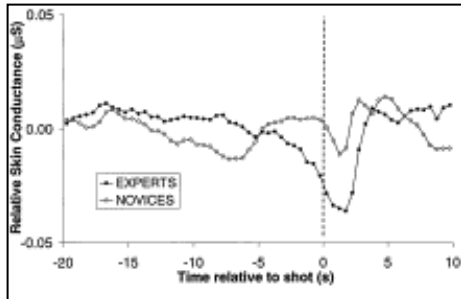


Abbildung 9: Relative Hautleitfähigkeit Experten vs. Novizen.



Abbildung 10: Hautleitfähigkeit Experten, gute Schüsse vs. schlechte Schüsse.

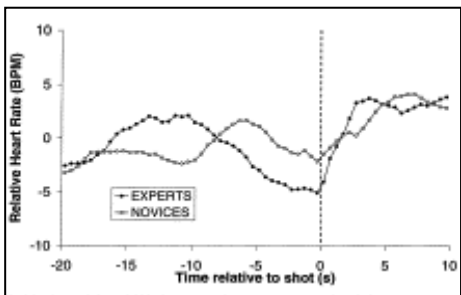


Abbildung 11: Relative Herzfrequenz Experten vs. Novizen

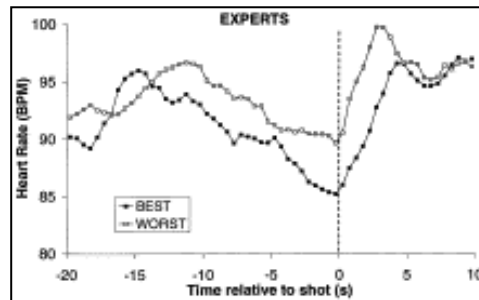


Abbildung 12: Herzfrequenz Experten, gute Schüsse vs. schlechte Schüsse

Durch kognitive Angst vor dem Versagen entsteht Stress, welcher den Sympathikonus erhöht. Dieser kurbelt die Schweißproduktion an, was zu einer erhöhten Leitfähigkeit der Haut führt: je mehr Stress, umso höher die Leitfähigkeit der Haut. Bei Experten konnte eine verminderte Leitfähigkeit der Haut festgestellt werden als bei Novizen ab ungefähr fünf Sekunden vor Schussauslösung. Feststellbar ist auch ein konstanterer Verlauf der Kurve der Experten im Vergleich zu jener der Novizen. Auch innerhalb der Experten konnten gute Schüsse mit weniger Leitfähigkeit der Haut in Verbindung gebracht werden.

Derselbe Effekt tritt bei der Beobachtung der Herzfrequenz auf. Experten weisen eine tiefere Herzfrequenz zum Zeitpunkt der Schussabgabe auf als Novizen. Innerhalb der Expertengruppe weisen die schlechteren Schüsse eine erhöhte Herzfrequenz im Vergleich zu den guten Schüssen auf (Tremayne et al., 2001).

Vickers untersuchte unter Druckbedingungen die physiologische Erregung und Blickverhaltenskontrolle bei Biathleten mit und ohne Expertise. Sie konnte ebenfalls zeigen, dass Athleten mit Expertise besser mit Druckbedingungen umzugehen scheinen (Vickers, 2007).

3.7 Kraft und Ausdauer

Eine Studie, die 2007 im Asian Journal of Exercise and Sports Science erschien, zeigt auf, wie mit insgesamt 7 Athleten aus Gewehr und Pistolendisziplinen ein sechswöchiges Konditionstraining durchgeführt wurde. Das Kontrollgruppendesign enthielt neben einem Pre-Test zwei Tests in der Interventionsphase, einen Post-Test und einen Test nach einer Detrainingsphase. Das folgende Statement stammt aus dieser Studie. Obwohl die Studie ein skurriles, methodisches Verfahren benützt, um die Zielgenauigkeit der Schützen zu messen, macht die Annahme einer verbesserten Haltefähigkeit aufgrund des erhöhten Muskeltonus durchaus Sinn. Die einzelnen Körpersegmente bewegen sich weniger zueinander, da die gestärkten Stütz- und Haltemuskeln über einen erhöhten Tonus verfügen.

„Improvement in aiming ability is most probably related to core strength and balancing ability“ (Krasilshchikov et al., 2007).

Eine etwas ältere Studie, die es sich dennoch lohnt zu betrachten, ist diejenige von Helin et al. aus dem Jahre 1987. Da wurde herausgefunden, dass Sportschützen mit Expertise den Schuss zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt des Herzrhythmus auslösen können. Während der Systole, wird das Blut aus den Herzkammern gepumpt, der unruhigste Moment des statischen Körpers, in der Diastole füllen sich die beiden Herzkammern wieder, dies beschreibt die ruhigste Phase des Körpers. Die Abbildung zeigt eine Schematische Darstellung des iEMG's des M. flexor digitorum superficialis zusammen mit der Herzfrequenz.

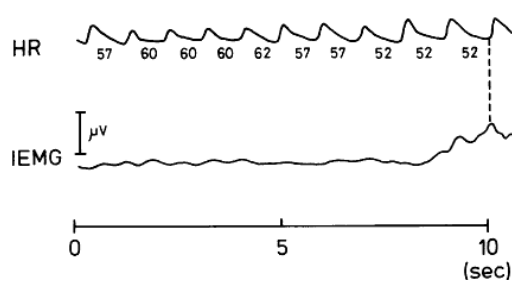


Abbildung 13: Herzfrequenz und IEMG des M. flexor digitorum superficialis während der Zielphase

Wie weiter auf der Abbildung erkannt werden kann, nimmt die Herzfrequenz gegen Ende der Zielphase ab. Der Schütze schießt im ausgeatmeten Zustand. Wenn man nun eine weitere Studie aus 1981 beizieht, in der eine Sinusarrhythmie im Bezug auf Ein- und Ausatmung festgestellt werden konnte, macht Ausdauertraining für Schützen plötzlich einen Sinn (Hirsch et al., 1981). Ausdauertrainierte Athleten zeigen eine noch stärkere Sinusarrhythmie als Untrainierte. Das ist ein Grund für den Leistungsschützen, Grundlagenausdauertraining zu betreiben.

Sportschützen schießen in der letzten Phase der Diastole. Wie weiter auf der Abbildung erkannt werden kann, nimmt die Herzfrequenz gegen Ende der Zielphase ab. Der Schütze schießt im ausgeatmeten Zustand. Wenn man nun eine weitere Studie aus 1981 beizieht, in der eine Sinusarrhythmie im Bezug auf Ein- und Ausatmung festgestellt werden konnte, macht Ausdauertraining für Schützen plötzlich einen Sinn (Hirsch et al., 1981). Ausdauertrainierte Athleten zeigen eine noch stärkere Sinusarrhythmie als Untrainierte. Das ist ein Grund für den Leistungsschützen, Grundlagenausdauertraining zu betreiben.

4. Ausblick

Die meisten der hier behandelten Studien untersuchten den Unterschied zwischen Experten und Nicht-Experten. Eine Frage stellt sich hier allerdings, wenn Athleten in der Lage sind, von 600 möglichen Punkten 599 Punkte zu erzielen: Worin unterscheidet sich der einzelne 9er Schuss von den 59 Zehnern? Hat der Athlet die Abweichung vom Normalwert gemerkt? Ist ihm ein Fehler unterlaufen? Wieso gelingt es ihm, 59 Mal richtig zu handeln, und bei einem Schuss versagt er? Es müssten Halteraumanalysen von Experten gemacht werden, die ermöglichen festzustellen, ob eventuell bereits schon bei einer 10,0 eine Abweichung vom Normalwert festzustellen ist.

Welche Zielmethode erreicht bei Variierung von Umgebungsbedingungen, physiologischer Erregung oder psychologischer Faktoren, die besten Resultate?

Body Sway wurde bis jetzt nur ganzheitlich analysiert. Es existieren fast keine Studien, welche die Bewegung einzelner Körpersegmente in Relation zu einander untersuchte. Kommt der Grundaufbau

der Stellung jedes Mal auf eine unterschiedliche Weise zustande oder kann der Athlet seine Bewegung höchst genau steuern?

Gibt es so etwas wie ein optimales Blickmuster, welches erfolgreiche Schützen anwenden, und durch dessen Anwendung ein Nicht-Experte Fortschritte erzielen kann? Ist der Ansatz von Gibson mit dem psychoökologischen Ansatz auf den Schiesssport anwendbar? Also steuert die Wahrnehmung tatsächlich die Bewegung des Gewehrs? Als Widerspruch dazu gelten die Studien, die im Kapitel 3.4 behandelt werden. Der Schütze zielt zwar, doch ist er mit der Aufmerksamkeit ganz wo anders. Die Alpha-Wellen zeigen dies.

Die Befunde zum auditiven Feedback stehen im Widerspruch zu den Informationsverarbeitungstheorien. Je mehr Information verarbeitet werden muss, umso länger dauert es, bis die motorische Reaktion erfolgt. Dennoch wird mit auditivem Feedbacktraining im Sportschiessen besser getroffen. Die Aufmerksamkeitsfokussierung auf den Effekt könnte als Erklärungsansatz beigezogen werden. Der Schütze versucht nicht, das Gewehr so spannungsfrei wie möglich zu halten, was in sich bewegungsbezogen wäre, sondern versucht während des Zielens, einen möglichst hohen Ton zu erzielen, den er über die Kopfhörer aufnimmt. Der Aufmerksamkeitsfokus liegt somit beim Effekt, und würde eine Verbesserung der Schiessleistung weitestgehend erklären. Aber worauf soll dann im Wettkampf die Aufmerksamkeit gelenkt werden, wenn solche Hilfsmittel nicht zu Verfügung stehen oder gar verboten sind?

Es ist noch viel Forschung notwendig, um die Sportart, welche von aussen als so statisch betrachtet wird, zu ergründen. Dabei könnte der Schiesssport mit seinen Bewegungsanforderungen und Erkenntnissen in der Grundlagenforschung viel beitragen.

5. Literaturverzeichnis

- Aalto, H., Pyykkö, I., Kähkönen, E., Starck, J. (1990). *Postural Stability in Shooters*. Journal for Oto-Rhino-Laryngology and its related specialities 52.4.232-238.
- Ball K. A. (1999). *Body sway and aim point fluctuation in the rifle and pistol shooting*. Masters thesis, Victoria University, Melbourne.
- Ball, K. A., Best, R. J., Wrigley, T. V. (2003). *Body sway, aim point fluctuation and performance in rifle shooters: inter- and intra- individual analysis*. Journal of Sports Sciences, 21.03.559-556.
- Behan, M., Wilson M. (2008). *State anxiety and visual attention: The role of the quiet eye period in aiming to a far target*. Journal of Sports Sciences, 26.2.207-215.
- Causser, J., Bennet, S. J., Holmes P. S., Janelle C. M., Williams, A. M. (2010). *Quiet Eye Duration and Gun Motion in Elite Shotgun Shooting*. Medicine & Science in Sports & Exercise 42.8.1599-1608.
- Daniels, F. S., & Landers, D. M. (1983). *An electroencephalographic study of left-handed rifle marksmen: A test of motoric involvement in temporal brainwave activity*. Unpublished manuscript, Arizona State University, Tempe.
- Era P, Konttinen N, Mehto P, Saarela P, Lyytinen H. (1996). *Postural stability and skilled performance- A study on top-level and naïve rifle shooters*. J Biomech. 29 (3): 301-306.
- Gentile, A. M. (1972). *A working model of skill acquisition with application to teaching*. Quest 17, 3-.23
- Gibson, J. J. (1966). *The Senses Considered As Perceptual Systems*. Houghton Mifflin Company.
- Goldstein, E. B. (2008). *Wahrnehmungspsychologie, der Grundkurs*. 7. Aufl. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Haag, H., Bös, K., Denk, H., Heinemann, K., Hummel, A., Mechling, H., Strauss, B. (Hrsg.) Röthig, P., Prohl R. (2003) *Sportwissenschaftliches Lexikon*. 7. Aufl. Schorndorf, Verlag Karl Hofmann.
- Heinula, J. Y. (2007). *Performance analysis in rifle shooting*. International Shooting Sport Federation (ISSF) News 07.01.08-10.
- Helin, P., Sihvonen, T., Hänninen M. D., Hänninen, O. (1987) *Timing of the triggering action of shooting in relation to the cardiac cycle*. British Journal of Sports Medicine 21.1.33-36.
- Hirsch, J. A. and Bishop, B., (1981). *Respiratory sinus arrhythmia in humans: how breathing pattern modulates heart rate*. American Journal of Physiology 241.620-629.
- Janelle, C. M., Hillman, C. H., Apparies, R., Murray, N. P., Meili, L., & Hatfield, B. D. (2000). *Expertise differences in cortical activity and gaze behavior during rifle shooting*. Journal of Sport and Exercise Psychology, 22, 167–182.
- Konttinen, N., Lyytinen, H., & Era, P. (1999). *Brain slow potentials and postural sway behavior during sharpshooting performance*. Journal of Motor Behavior, 31.11-20.
- Konttinen N, Landers DM, Lyytinen H. (2000). *Aiming routines and their electrocortical concomitants among competitive rifle shooters*. Scand J Med Sci Sports 10-169-177.
- Krasilshchikov, O., Zuraidee, E., Singh, R. (2007). *Effect of general and auxiliary conditioning on specific fitness of young pistol and rifle shooters*. Asian Journal of Exercise and Sports Science 04.01.01-6.
- Lyytinen, H. (1993). *Brain slow waves preceding time-locked visuo-motor performance*. Journal of Sports Sciences, 11.3.257-266.
- Mononen, K., Viitasalo, J. T., Konttinen, N., Era P. (2003). *The effects of augmented kinematic feedback on motor skill learning in rifle shooting*. Journal of Sports Sciences 21.10.867-876.
- Mononen, K. (2007). *The Effects of Augmented Feedback on Motor Skill Learning in Shooting: A Feedback Training Intervention among Inexperienced Rifle Shooters*. (Doctoral dissertation) University of Jyväskylä, KIHU - Research Institute for Olympic Sports.

- Mononen K, Viitasalo JT, Era P, Konttinen N. (2001). *Effects of 12-week shooting training programme on rifle movement kinematic characteristics*. J Hum Movement Stud 40.11-27.
- Mononen K, Konttinen N, Viitasalo J, Era P. (2007). *Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters*. Scand J Med Sci Sports. 17.2.180-185.
- Roth, K. (Hrsg.), Willimczik, K. (Hrsg.), Hossner, E.-J. (1999). *Die funktionalen Betrachtungsweisen. Bewegungswissenschaft*. Reinbek: Rowohlt. S. 200-201.
- Swanenburg, J., Douwe de Bruin, E., Stauffacher, M., Mulder, T., Übelhart, D. (2007). *Effects of exercise and nutrition on postural balance and risk of falling in elderly people with decreased bone mineral density: randomized controlled trial pilot study*. Clinical Rehabilitation 21.6.523-534.
- Schandry, R. (2006). *Biologische Psychologie*. 2. Aufl. Beltz Verlag, Weinheim.
- Tang, W.-T., Zhang, W.-Y., Huang, C.-C., Young, M.-S., Hwang, I.-S. (2008). *Postural tremor and control of the upper limb in air pistol shooters*. Journal of Sports Sciences, 24.14.1579-1587.
- Tremayne, P., Barry, R. J. (2001). *Elite pistol shooters: physiological patterning of best vs. worst shots*. International Journal of Psychophysiology 41.1.19-29.
- Underwood, S. M. (2009). *Effects of Augmented Real-Time Auditory Feedback on Top-Level Precision Shooting Performance*. Graduate School, University of Kentucky
- Vickers, J. N., Williams, A. M. (2007). *Performing under pressure: the effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon*. Journal of Motor Behavior 39.5.381-394.
- Weinberg, R. S., Gould, D. (2006). *Foundations of Sport and Exercise Psychology*. 4. Aufl. Champaign, Human Kinetics.