PDFMAILER.DE
Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Aus dem Institut für Medizinische Psychologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. phil. Dr. med. habil. Ernst Pöppel

Motorische Organisation und dystonische Störungen im kurzen Golfspiel- das „Yips“ Phänomen

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Humanmedizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Moritz Fischer
aus Köln
2007

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Herr Prof. Dr. phil. Dr. med. habil. E. Pöppel
Mitberichterstatter:	Herr Prof. Dr. med. D. Pongratz
	Herr Prof. Dr. med. F. Kolb
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Herr Dr. rer. biol. hum. C. Marquardt
Dekan:	Herr Prof. Dr. med. D. Reinhardt
Tag der mündlichen Prüfung:	01.02.2007

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....1

Einführung in die Thematik..... 3

A. Theoretische Grundlagen..... 7

1.1. Die Puttbewegung.....7

1.2. Theorien zur Bewegungsgenerierung..... 11

1.2.1. Anatomie der Bewegungsgenese..... 11

1.2.2. Theorien zum Erwerb der Motorik.....14

1.2.2.1. Das „closed-loop“ Modell nach Adams.....15

1.2.2.2. Die “Schema Theorie” nach Schmidt…….....16

1.2.3. Adaptive Lernprozesse.....17

1.2.4. Kontrolle von Willkürbewegungen..... 19

2. Ziele dieser Arbeit..... 20

3. Graphospasmusforschung als wissenschaftlich-methodischer Bezug..... 21

B. Datenerhebung.....23

1. Messinstrumente..... 23

2. Probandenpopulation..... 24

3. Durchführung der Messung..... 25

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

4. Exemplarische Falldarstellung 26
4.1. Darstellung der Basisdaten 26
4.2. Der graphische Report 28
4.2.1. Beispielreport: „Schwungbahn“ 28
4.2.2. Beispielreport: „Rotation und Schlagflächenausrichtung“ 31
4.2.3. Beispielreport: „Bewegungsdynamik“ 33

5. Messparameter 35

6. Variablentabelle 38

C. Datenanalyse 39

1. Schlagtechnische Parameter 40
1.1. Gesamt- und Rückschwunglänge 40
1.2. Schlagrichtung 43
1.3. Schlägerstellung im Treffmoment 45
1.4. Rotation 46

2. Dynamische Parameter 51
2.1. Schlagdauer 52
2.2. Treffzeitpunkt 53
2.3. Timing 54
2.4. Geschwindigkeitstiming 55
2.5. Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsverläufe 57
2.6. Geschwindigkeit und Beschleunigung im Treffmoment sowie in Relation zu ihren Maximalwerten 59
2.7. Release des Schlägerkopfes 62
2.8. Handgelenkswerte 63
2.9. „Jerk“ 65
2.10. Restliche Parameter 67

3. Zusammenfassung der Messergebnisse 68

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

D. „Yips“ im kurzen Golfspiel 71

1. Phänomenologische Abgrenzung 71
   1.1. Begriffliche Klärungen 71
   1.2. Differentialdiagnose „choking“ 73
   1.3. Merkmale der „Yips“-Betroffenen 73

2. „Yips“ im Bowling 74

3. Bisherige Erklärungsansätze des „Yips“-Phänomens 76
   3.1. Psychologische Ätiologie 76
   3.2. Physiologische Ätiologie 77
   3.3. Neuropathologische Ätiologie 77

4. Propagierte Strategien gegen das „Yips“-Leiden 78

5. Die „Yips“-spezifische Kinematik 80

6. Die „Yips“-spezifische Untersuchung der Population 83

7. Das „Yips”-Training 87

E. Diskussion 95

F. Zusammenfassung 100

G. Literaturverzeichnis 101

H. Anhang 107

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Vorwort

Der Golfsport erfreut sich seit einigen Jahren auch in Deutschland zunehmender Popularität. Eine steigende Anzahl interessierter Menschen findet Zugang zu diesem herausfordernden Sport und erlebt die „Faszination Golf“ mit all ihren Höhen und Tiefen. Die Ausreizung des spielerischen Vermögens und die Auslotung der physischen sowie psychischen Grenzen motivieren einen Großteil der Aktiven, diesem Sport überdurchschnittlich viel Aufmerksamkeit zu schenken und ihn passioniert zu betreiben.

Zu den persönlichen Highlights einer Golfrunde gehören u.a. die erfolgreichen Puttschläge. Auch wenn das Spiel mit dem relativ unscheinbaren Puttschläger auf den ersten Blick nicht so herausfordernd wirkt wie das Schwingen der voluminösen Schlägerköpfe beim Abschlag, hat doch das „spielerische Vermögen“ auf dem Grün eine enorme Relevanz für das Spielergebnis. So entscheidet sich auch das Konkurrieren der Profigolfer um die vordersten Plätze der Weltrangliste maßgeblich beim letzten Schlag der Runde: dem Putt. Doch diese zunächst einfach anmutende Bewegung erweist sich als sehr diffizil und stellt hohe Anforderungen an die mentalen sowie motorisch-konzeptionellen Kompetenzen.

In dieser Arbeit soll der Frage nachgegangen werden, was einen guten Puttschlag kinematisch-motorisch auszeichnet und was ihn, neben dem „ins Loch fallen“, als erfolgreich definiert. Mittels Messungen im Amateur- und Profigolfbereich sind die Charakteristika eines motorisch routinierten Puttschlages herausgearbeitet und ein profundes Wissen „rund um den Schlag auf dem Grün“ zusammengestellt worden. Die Darstellung der wichtigsten Schlagkriterien, ergänzt durch eine Anweisung zur motorisch sinnvollen Bewegungs-strategie, liefert eine dezidierte Anleitung zum Einstudieren und Trainieren der erfolgreichen Puttbewegung. Darüber hinaus thematisiert die Arbeit ein bislang kontrovers diskutiertes Puttphänomen: das sogenannte „Yips“.

Hierbei handelt es sich um eine ungeklärte Störung der flüssigen Puttbewegung mit krampfartigem Charakter, die sich zumeist im Moment des Ballkontaktes manifestiert. Das medizinisch-psychologische Phänomen, „nicht mehr putten“ zu können, hat in der Geschichte des Golfsports schon zahlreiche Profikarrieren enden lassen und ist auch im Amateurbereich ein oftmals frustrierendes Thema.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Dank moderner Messverfahren und unter Einbeziehung neuester bewegungswissenschaftlicher Erkenntnisse konnten wir uns diesem Thema erstmals „motorisch“ nähern und einen interessanten Ansatzpunkt für zukünftige Debatten erarbeiten.

An dieser Stelle möchte ich all denen meinen Dank aussprechen, die zur Entstehung und Vollendung dieser Arbeit beigetragen haben.
Hier ist an erster Stelle Herr Prof. Dr. Dr. E. Pöppel zu nennen, der mich zur Übernahme dieser Dissertation ermutigte und die Mitarbeit am Gesamtprojekt ermöglichte.
Mein tief empfundener Dank gilt Herrn Dr. Christian Marquardt, der als Projektleiter die messtechnischen Voraussetzungen für die Datenerhebung bereitstellte, meine Teilnahme an der Studiengruppe unterstützte, sein Wissen um die kinematischen Analysen zur Verfügung stellte und den Fortgang meiner Arbeit in jedem Stadium mit wertvollen Anregungen begleitete.
Weiterhin möchte ich von ganzem Herzen meiner Familie danken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit in jeder Hinsicht motivierte und tatkräftig unterstützte.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Einführung in die Thematik

Die Motorik ist in vielerlei Hinsicht eines der interessantesten und reizvollsten Gebiete wissenschaftlicher Forschung innerhalb der Medizinischen Psychologie. Sie konstituiert eine Schlüsselfunktion zur sinnvollen Interaktion des Menschen mit der Umwelt. Ohne die Möglichkeit, Gliedmaßen zielgerichtet zu bewegen, wären Fortschritte in der menschlichen Entwicklung nicht sehr wahrscheinlich gewesen. Dass es dem Nervensystem möglich ist, die Skelettmuskulatur willkürlich zu kontrollieren, ist in den Augen der meisten Laien keine bestaunenswerte Tatsache; sie wird entwicklungsgeschichtlich als selbstverständlich angenommen.

Doch handelt es sich dabei um einen enorm aufwändigen und gleichsam faszinierenden Entwicklungs- und Lernprozess. So steht hinter der scheinbar selbstverständlichen Fähigkeit, die Muskeln unter Willkürkontrolle zu stellen, ein komplexes Geschehen, welches eine hohe Anzahl funktionierender anatomischer Strukturen und eine störungsfreie cerebrale Entwicklung voraussetzt. Der menschliche Organismus ist mit der Geburt lediglich mit einigen wenigen motorischen Grundlagen ausgestattet, welche die ersten Interaktionen mit der Umwelt erlauben und das Überleben sichern. Nach Ausschöpfung dieses mitgegebenen Potentials im Sinne der Reflexmuster muss der Mensch sukzessive lernen, seine Muskeln zielgerecht zu steuern und sie zu handlungsrelevanten Aktionen zu benutzen. An dieser Stelle wird der Schritt von der Erbmotorik zur Erwerbsmotorik vollzogen.

Der sukzessive Aufbau motorischer Kompetenz vollzieht sich in der Regel unbewusst, obwohl es sich dabei unter neurologischen und motorischen Gesichtspunkten um einen komplexen und zeitintensiven Lernprozess handelt. So bedarf es z. B. vieler Monate oder gar Jahre, um eine grundlegende Motorik - wie Gehen oder Schreiben - unbewusst anwenden zu können.

Doch auch nach der erfolgreichen Etablierung motorischer Muster können Destabilisierungsprozesse verschiedener Genese das routinierte cerebral-motorische Zusammenspiel massiv stören. So sind Ataxien und Aphrasien nach cerebralen Insulten Beispiele für eine Folgesymptomatik nach schwerwiegenden Krankheiten. Aber auch ohne vorausgegangene organische Pathologie können sich Störungen innerhalb der Motorik manifestieren.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Hier sind Krankheiten aus dem Formenkreis der tätigkeitsspezifischen fokalen Dystonien anzuführen, wie z.B. Musiker- oder Schreibkrämpfe mit bisher ungeklärter Ätiologie. Sie imponieren als bizarres neurologisches Krankheitsbild, charakterisiert durch aktions-spezifische Spasmen. Die oft weitreichenden Konsequenzen führen im Extremfall bis zur Berufsaufgabe. Ähnliche Störungen sind auch aus dem Sportbereich bekannt, bei denen es während einer spezifischen Bewegungsausführung zu einer unkontrollierbaren motorischen Beeinträchtigung kommen kann (Bawden 2001; Smith et al. 2003).

Im Sommer 2003 konstituierte sich eine Forschungsgruppe am Institut für Medizinische Psychologie der Ludwig-Maximilians-Universität zu München in Zusammenarbeit mit der Entwicklungsgruppe für Klinische Neuropsychologie des Krankenhauses Bogenhausen (EKN), um nach erfolgreicher Analyse und Therapie von Schreibkrämpfen ihren Aufgabenfokus auf motorische Störungen im kurzen Golfspiel auszudehnen.
Die Untersuchungsrichtung zielte auf die Erforschung des sogenannten „Golferkrampfes“, einem Phänomen, dass in der Fachliteratur als „Yips“ benannt wird. Hierunter wird eine willkürmotorische Beeinträchtigung der Puttbewegung subsumiert. Symptomatisch stehen plötzlich auftretende Spasmen der Unterarm- und Handgelenksmuskulatur während der Schlagphase im Vordergrund. Dem Sportler ist es dadurch nicht mehr möglich, die feinmotorische Aufgabe des Puttschlages zielgerecht zu vollenden. Die bereits vorliegenden Erkenntnisse aus dem Bereich fokaler Dystonien, wie beispielsweise dem Schreibkrampf (Marquardt et al. 1996, 1999), sollten auf die Symptomatik des Golferkrampfes übertragen werden, um zur Klärung dieses beinahe „mystischen“ Themas beizutragen.

Die Erforschung dieses Phänomens ist insofern von Bedeutung, als sich der Golfsport in den vergangenen Jahren eine immer bedeutendere Position in der deutschen Sportlandschaft gesichert hat. Die Statistik des deutschen Sportbundes zeigt, dass es sich beim Golfsport um die Sportart mit dem größten Zuwachs an Mitgliedern handelt. Seit Mitte der 90er Jahre hat es jährliche Zuwachsraten von 5,6% bis 12,2% gegeben; im Jahr 2004 waren in Deutschland insgesamt ca. 485 000 Golfspieler registriert (vgl. Zeitschrift G.O.L.F. Time 1/2004 und 1/2005). Betrachtet man den absoluten Zugewinn, so liegt der Golfsport in den Jahren 2003/2004 hinter dem Deutschen Turnerbund und dem Deutschen Alpenverein an Position drei.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Entsprechend dieser demographischen Entwicklung sind auch bei den berufsmäßigen Golfspielern, Golflehrern und Auszubildenden Rekordzuwächse zu verzeichnen. Im Jahre 2004 waren 1.394 verbandsmäßig gemeldete, sogenannte „Teaching Professionals“ tätig, also Personen, die hauptberuflich den Golfsport betreiben. Gerade für diesen Personenkreis ist die motorische Beeinträchtigung von u.U. existenzieller Bedeutung, da die sich manifestierende Krampfneigung beim Putten im therapierefraktären Stadium nicht nur zur Leistungseinschränkung, sondern im Extremfall auch zur endgültigen Berufsaufgabe führen kann.

Während der Golfsport in Deutschland gerade erst an Popularität gewinnt, ist in den USA eine weitaus höhere Anzahl an Golfspieler zu verzeichnen; aus diesem Grund rekrutiert sich die Mehrzahl der Fachartikel zu diesem Thema aus dem amerikanischen Forschungsbereich. Federführend sind hier die wissenschaftlichen Publikationen der Mayo Clinic, Rochester (Smith et al. 2000, 2003), die insbesondere via Internetveröffentlichungen die aktuelle Diskussion um „Yips“ im Golfsport bestimmen (www.mayo.edu).

Als Ausdruck des breiten öffentlichen Interesses an diesem Thema kann exemplarisch der Golf Korresspodent John Hopkins („The Times“ vom 10.03.2003) zitiert werden: „If researchers have discovered something that will help golfers to come to terms with the yips, clubhouses around the world will resound to their cheers.“

Die Durchsicht der aktuellen medizinischen Literatur erbrachte insgesamt nur wenige wissenschaftliche Studien zu dieser Problematik (McDaniel 1989; Bawden 2001; Clark 2002; Smith et al. 2003). Die Autoren begrenzen sich in der Regel auf die symptomatische Beschreibung der Krampfneigung im Sport, ohne eine schlüssige Erklärung oder gar einen Therapieansatz des Phänomens zu liefern.

Der Forschungsauftrag dieser Arbeit lautete nun, mittels einer auf Ultraschall basierenden Messtechnik die wissenschaftliche Analyse der motorischen Organisationen und der regulären Abläufe des kurzen Golfspiels zu operationalisieren, um daraus eine präzise kinematische Analyse für den Golfkrampf zu entwickeln. Durch die Qualifizierung und Quantifizierung der gestörten Puttbewegung sollten Möglichkeiten für therapeutische Maßnahmen erarbeitet werden.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die bisherigen Erklärungsansätze (McDaniel et al. 1989; Malo 1998; Neumann 2000; Smith et al. 2001, 2003) bewegen sich auf einem Kontinuum zwischen ausschließlich psychologischen Erklärungsmustern (Clark 2002; Linder 1998) bis hin zu Vermutungen über erhebliche cerebrale Strukturdefizite im Sinne fokaler Dystonien (McDaniel 1989). Der in dieser Arbeit gewählte Forschungsansatz fokussiert dem gegenüber das motorische „Geschehen“.

Im Folgenden wird nach kurzer Beschreibung der zu leistenden Grundbewegung beim Putten und der Erörterung einiger relevanter Modelle der Bewegungsgenese die Puttbewegung kinematisch analysiert. Im Rahmen einer Querschnittsstudie wurden 160 Golfer vermessen und markante Bewegungsparameter quantifiziert und qualifiziert. Die anschließende Darstellung der empirischen Befunde hat das Ziel, die erfolgreiche Puttbewegung zu isolieren und zur Operationalisierung des „Yips“-Leidens beizutragen. Hieraus wird abschließend eine Basis für potentielle therapeutische Standards gelegt.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

A. Theoretische Grundlagen

1.1. Die Puttbewegung

Der „Putt“ ist der finale Schlag im Golfspiel. Es handelt sich dabei um eine im Prinzip einfache motorische Aufgabe. Ziel der Bewegung ist es, mit Hilfe eines besonderen Schlägers („Putter“) den auf einer speziell präparierten Rasenfläche („Grün“) liegenden Ball in eine vorgegebene Vertiefung („Loch“) rollen zu lassen („Einlochen“).

Unterschiedliche Konstruktionen und Oberflächenbeschaffenheiten der Grüns sowie die nie gleiche Position des Balles lassen jeden Puttschlag einzigartig erscheinen. Je nach Lage werden Puttschläge unterschiedlicher Länge und Kraft gefordert. Dem Ball muss durch eine gezielte Ausholbewegung eine kinetische Energie zugeführt werden, um ihn aus seiner individuellen Position ins Loch zu bewegen. Doch dieser vermeintlich simple Auftrag, mit einem Schläger eine gezielte und dosierte Kraft zu entwickeln und diese in adäquater Weise auf den Ball anzuwenden, erweist sich in der Praxis als ein komplexes Geschehen.

Nach der gängigen Lehrmeinung kann diese Aufgabe am Besten erfüllt werden, wenn der Spieler eine Bewegung ausführt, die den harmonischen und runden Verlauf eines ballistischen Pendels imitiert (Kölbing 2001, Letzelter 2005). Um eine korrekte Einschätzung der erforderlichen Puttlinie und der Dosierung des Schlages zu erreichen, muss der Spieler zuvor verschiedene Gegebenheiten beachten, die einen Einfluss auf die Laufeigenschaften des Balles ausüben können. Hierzu gehören u.a.:

- die Entfernung zum Loch
- die Oberflächenbeschaffenheit des Grases (z.B. schnell oder stumpf), die einen bedeutenden Einfluss auf die Rolleigenschaften des Balles hat
- mögliche Unebenheiten auf der Puttlinie
- mögliche Gefällstrecken, die durch Hangabtriebskräfte auf die Geschwindigkeit und auf das Rollverhalten des Balles einwirken können („Breaks“)
- Wuchsrichtung des Grases (Schlag mit oder gegen die Wuchsrichtung)
- Klimatische Faktoren wie vorherrschender Wind, Regen, Temperaturverhältnisse sowie Feuchtigkeit des Grases

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Diese Begleitumstände fließen als Gesamtkalkulation in die Auswahl der adäquaten Dosierung und die Ausrichtung des Puttschlages ein. Im Anschluss an diese präparierenden Beobachtungen („Lesen des Grüns“) kommt es zur eigentlichen motorischen Leistung. Hierzu bedarf es einer besonderen Ausführungstechnik, bei der empfohlen wird, auf folgende Punkte zu achten (Kölbing, 2001; Letzelter 2001):

- Ansprechposition (=Ausgangshaltung vor dem motorischen Einsatz)
- Ausrichtung des Schlägers und Körpers im rechten Winkel zur Ziellinie (=„square“). Aus dieser Position kann die gewünschte Pendelbewegung ohne Kompensationsbewegungen im Schulterbereich ausgeführt werden
- Stand ca. 20 cm bis schulterbreit
- mäßige Flexion im Hüftgelenk
- Arme in mäßiger Flexion im Ellenbogengelenk
- Hände unterhalb der Schulterlinie
- Augen über der gedachten Puttziellinie
- i.d.R. wird ein „Reverse-Overlapping“ Griff (siehe Abb.2) mit moderatem Druck und festem Handgelenk empfohlen
- stabile Kopfposition

Abb.1a: Ausgangsposition Puttbewegung/ Frontansicht

Abb.1b: Seitenansicht

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Abb.2: Der „Reverse-Overlapping“ Puttgriff

Der eigentliche Schwung wird in der modernen Technikauffassung von den Schultern geführt (Genske u. Strüver 2001). Durchgesetzt hat sich die Lehrmeinung, dass eine optimale Schwungbahn und eine korrekte Beschleunigungsbewegung von den großen Muskelgruppen im Rücken und Schultergürtel gesteuert werden sollte und die kleinen Muskeln an den Unterarmen und Handgelenken eher aus der Bewegungsführung auszuklammern sind.

Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die vor der Bewegung eingenommene Ansprechposition so weit wie möglich stabil zu halten. Die Winkel zwischen Ober- und Unterarm sowie zwischen Unterarmen und Handgelenken sollten während der Puttausführung unverändert bleiben. So kann vom Spieler das aus den Schultern, Armen und Handgelenken gebildete anatomische „Dreieck“ stabil gependelt werden. Die Schultern agieren dann in einer Art „Kippbewegung“, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die linke Schulter im Rückschwung nach unten und die rechte entgegengesetzt nach oben pendelt. Im Vorschwung wird der entgegengesetzte Weg eingeschlagen.
Bildlich entspricht dieser Bewegung die Vorstellung eines „Kleiderbügels“, der auf einer Stange hängend „hin- und herpendelt“. Hierbei ist zu beachten, dass der Unterkörper stabil und bis zur Hüfte möglichst unbeweglich bleibt. Jegliche Bewegungen oder Gewichts-verlagerungen würden von der gewünschten Schwungbahn ablenken (vgl. Abb. 3a & 3b).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Abb.3a Rückschwung

Abb.3b: Kippbewegung im Vorschwung

Wichtiger Diskussionspunkt ist die Frage, ob der Ball bei der Pendelbewegung exakt im tiefsten Punkt der Bewegung getroffen werden sollte oder ob der optimale Treffmoment eher wieder in der Aufwärtsbewegung des Schlägerkopfes liegt. Für die letzte Variante würde sprechen, dass bei einer Aufwärtsbewegung des Schlägers dem Ball ein „Topspin“ verliehen wird und damit eine kürzere Gleit- und eine längere Rollphase entsteht.
Um einen adäquat dosierten und zielgerichteten Putt zu spielen, ist es erforderlich, die Trajektorie des Pendels, auf deren Spur der Ball liegt, in einer ruhigen, glatten Bewegung nachzuvollziehen. Trainingstechnisch wird der Gedanke mitgegeben, „durch“ den Ball zu schlagen.

In Anbetracht der hier erwähnten Überlegungen zur Laufbahn des Balls, sowie zur idealen Körperhaltung des Spielers wird deutlich, dass die minimalistische Motorik beim Putten einer Feinabstimmung bedarf, die nur durch intensives Training etabliert werden kann. Gerade deshalb steht sie in der Gefahr, sich zum Manifestationsgebiet gravierender motorischer Störungen zu entwickeln (Letzelter, 2001; Kölbing, 2001; Woods 2001).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

1.2. Theorien zur Bewegungsgenerierung

Um eine wissenschaftliche Analyse der Puttbewegung und deren pathologische Abweichung („Yips“) durchführen und bewerten zu können, muss zunächst ein Verständnis über die allgemeine Generierung der motorischen Leistung vorliegen. Hierzu möchte ich auf die klassischen Lehrmodelle von Adams (1971) und Schmidt (1975) zurückgreifen, da sie die für unser Untersuchungsfeld relevanten motorischen Kontrollsysteme „feedback“ und „feedforward“ thematisieren.

1.2.1. Anatomie der Bewegungsgenese

Die Erforschung der Anatomie der motorischen Zentren ist ein wichtiger Baustein, um die mannigfaltigen Ausprägungen motorischer Störungen verstehen und ihnen eine Ätiologie zuordnen zu können. Beispielsweise konnte erst über eine detaillierte Untersuchung der physiologischen Vorgänge in der Bewegungsgenese im Bereich der Basalganglien ein Verständnis über die Symptome der Parkinson Erkrankung gewonnen und eine nachvollziehbare Erklärung für die Problematik des Ruhetremors sowie anderer motorischer Defizite aufgezeigt werden.
Eine Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten und veröffentlichter Erkenntnisse hat dazu beigetragen, dass inzwischen ein fundiertes Wissen über die Anatomie der motorischen Zentren zur Verfügung steht; dennoch werden bis heute nicht alle Vorgänge der Bewegungsgenese „en detail“ und lückenlos verstanden. An dieser Stelle wird ein kurzer Überblick über das bisherige Verständnis der zentralen und spinalen Anatomie in Bezug auf die Bewegungsgenerierung skizziert (Schmidt/Lang/Thews 2005 ; Marquardt 2000).

Damit die Idee, eine geplante Bewegung auszuführen, in die Realität umgesetzt werden kann, muss eine Kette von motorischen Zentren durchlaufen werden. Hierarchisch gesehen steht an erster Stelle die Initiierung der Idee, die in den kortikalen und subkortikalen Motivationsarealen generiert wird. Der emotionale Bewegungsantrieb entspringt aus dem limbischen System und wird über den Assoziationscortex mit Rückmeldungen somatosensorischer Art verknüpft. Hier wird die Planungsebene verwirklicht und in Zusammenhang mit einem Strategieentwurf die Entscheidung getroffen, wie eine Idee in eine motorische Aufgabe umgesetzt werden kann.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Der nächste Schritt zur Verwirklichung der Bewegung ist die Programmierung des motorischen Musters. Die endgültigen Programme gehen vom motorischen Kortex aus. Zuvor aber müssen noch einige zentrale Stationen durchlaufen werden. So wird zunächst vom prämotorischen Cortex ein Programm ausgearbeitet, was den Anregungen aus dem Assoziationscortex in Form eines motorischen Befehls entsprechen soll. Dieser wird noch durch die Einflüsse von Kleinhirn und Basalganglien modifiziert. Der motorische Cortex steht in direkter Verbindung mit den motorischen Zentren des Rückenmarks, erhält aber stets durch rückwirkende Schleifen mit Cerebellum und Basalganglien eventuelle kurzfristige Änderungen seiner efferenten Informationen. Das synergistische Wirken dieser motorischen Einheiten ermöglicht feinmotorische Kompetenzen, wie sie z.B. beim Puttschlag von Nöten sind.

In den Basalganglien werden die vom prämotorischen Cortex und Assoziationscortex vorgestellten „Rohpläne“ zur Bewegungsgenerierung unter Rückmeldungen aus der Sensorik zu fundierten Programmen ausgearbeitet. Parallel ablaufende cortiko-cortikale Signalschleifen integrieren mentale Leistungen in Bezug auf die Auswertung der sensorischen Informationen. Weiterhin modifizieren sie reaktiv eine Verhaltensanpassung an den emotionalen Kontext wie z.B. Motivation und Aktivierung. Motorische Leistungs-verschlechterung beim Putten aufgrund emotionaler Erregungszustände wie Turniersituation, Erfolgsdruck etc. könnten durch Interferenzen an dieser Stelle vermutet werden.

Über die Steuerung der Inhibition und Disinhibition werden die Programme ausgefeilt. Hier steht der Thalamuskern im Mittelpunkt. Über ihn laufen die Informationen in modifizierter Form wieder an den motorischen Kortex zurück. Eingangsstation der Basalganglien ist das Striatum, das sich aus den Kernen des Putamen und Nucleus Caudatus zusammensetzt. Über die Transmitterstoffe GABA, Substanz P und Enkephaline werden via Informationsschleifen nachgeschaltete Kerngebiete erreicht.

Eine vom Striatum ausgehende Schleife steuert die Pars reticulata der Substantia nigra sowie die Pars interna des Globus pallidus an. Durch GABA erfolgt eine Hemmung ihrer Efferenzen an den Thalamus; er wird somit indirekt enthemmt, also positiv in seinen Impulsen an den motorischen Kortex verstärkt. Eine weitere Schleife zieht vom Pars externa des Gobus pallidus inhibierend zum Nucleus subthalamicus. Dieser erregt die Substantia nigra sowie den Pars interna des Globus pallidus. Als Folge davon entsteht eine tiefe indirekte Hemmung des Thalamuskerns.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Eine Verbesserung der motorischen Symptomatik der Parkinson Erkrankung wurde maßgeblich durch die Forschung auf diesem Gebiet ermöglicht. Nicht nur die Basalganglien feuern über den Thalamus Impulse an den motorischen Cortex zurück, auch das Kleinhirn steuert seine Anteile bei. Gerade für die Ausführung von feinmotorischen, automatisierten Bewegungen - wie auch der Puttbewegung - und deren Korrektur ist die Steuerarbeit des Kleinhirns essentiell. Als Steuerzentrum der Motorik wird es mit vielen afferenten Informationen sowohl aus der Körperperipherie als auch von zentralen Stationen versorgt. Beispielhaft kann hier die propriozeptive Information aus den Handgelenken des Golfspielers angeführt werden.

Als Efferenzen verlassen die Nervenfasern der Purkinjezellen das Cerebellum, nachdem die Kleinhirnkerne als Schaltstationen durchlaufen worden sind. Wichtig für die Konstituierung motorischer Programme ist dabei vor allem das laterale Kleinhirn (Neocerebellum). Hier werden über bidirektionale Verbindungen die Abläufe von motorischen Aufgaben erlernt und in automatisierten Bewegungsschemata gespeichert. Gerade für die Kontrolle der Bewegungen ist die Arbeit des Kleinhirns elementar; Läsionen führen zu Störungen der Initialisierung, Koordination und Beendigung von zielgerichteten Bewegungen, wie z. B. der cerebellären Ataxie.

Nach Passieren dieser Kontroll- und Korrekturinstitutionen erreicht die nervale Information wieder den motorischen Kortex und wird von dort nach distal geleitet. Letzterer ist der Ausgangspunkt der langen Nervenbahnen, die die motorischen Informationen über die direkte Verbindung mit dem Rückenmark zu den Muskeln leiten. Hauptleitungsstrang ist der sogenannte Tractus corticospinalis, auch Pyramidenbahn genannt, der den Motorkortex in somatotopischer Gliederung verlässt und nach Bündelung in der Capsula interna weiter bis zum Hirnstamm verläuft. Dort teilt er sich auf und bis auf wenige Anteile kreuzt er auf die andere Seite. 80% der Pyramidenbahn wechseln an der Decussatio pyramidalis zu der Verlaufsseite, an welcher sie sich im Folgenden entlang des Rückenmarks erstrecken. Hier erreichen sie die einzelnen spinalen Interneurone, die die Nervenimpulse über die Alpha-Motorneurone an die motorische Endplatte der Muskulatur weiterleiten. Auch der Hirnstamm trägt in seiner Funktion zum Gelingen der motorischen Pläne aus dem Assoziationscortex bei.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

In ihm laufen afferente Informationen zur Kontrolle der Raumorientierung zusammen, die beispielsweise aus dem vestibulären System stammen, das in Zusammenarbeit mit den okulosensorischen und propriozeptiven Informationen integrierend die Stellung im Raum kontrolliert. Diese sensorischen Informationen sind für das erfolgreiche Umsetzen einer „feedback“ Kontrollregulation unentbehrlich. Die finale Ausführung der Bewegung als motorische Handlung steht in der Hierarchiekette als letztes Glied; sie wird auf der Ebene der Muskulatur verwirklicht. Therapieansätze zur Spasmenreduktion mit muskulären Injektionen (z.B. Botox) greifen hier in das motorische Geschehen ein.
An dieser Stelle ist zusammenzufassen, dass es eine Vielzahl von miteinander arbeitenden, komplex verschalteten Strukturen gibt, die eine einwandfreie Funktion voraussetzen, damit es zur planmäßigen Ausführung einer motorischen Handlung kommt. Bereits kleine Fehler oder Beeinträchtigungen innerhalb dieser hierarchischen Strukturen können zu dramatischen Defiziten in der Bewegungsausführung führen, wie es zum Beispiel bei einer Parese der Muskulatur nach einem Schlaganfall geschieht, bei dem bestimmte somatotope Felder im Motorcortex oder in der sich anschließenden Pyramidenbahn irreversibel geschädigt wurden.

1.2.2. Theorien zum Erwerb der Motorik

Die Motorik ist ein Schlüsselelement in der Interaktion und Kommunikation mit der Umwelt. Von diesem Standpunkt aus gesehen ist es eine Hauptaufgabe des Gehirns, motorische Befehle zu erarbeiten und sie konsequent in nützliche und sinnvolle Handlungen umzusetzen. Daher ist es immer schon eine interessante und zentrale Frage in der Hirn- und Bewegungsforschung gewesen, wie motorisches Lernen funktioniert und welche anatomischen Strukturen dem Lernprozess zugrunde liegen.
Das Gehirn transformiert Informationen aus dem Bereich der Sensorik in entsprechende motorische Ausgabesignale. Denn nur eine vorausgegangene Aufnahme und Auswertung der sensorischen Inputs kann eine zielgerichtete und in der jeweiligen Umwelt sinnvolle Handlung ermöglichen. Aber auch diese motorischen Befehle müssen auf ihre Richtigkeit überprüft und eventuell bei einer Änderung des Kontextes adaptiert werden. Hierzu ist ein Kontrollsystem notwendig, das ständig die Ergebnisse der motorischen Handlung überwacht und gegebenenfalls eine Modifikation der Befehle initiiert. Unter Berücksichtigung dieser grundlegenden Aspekte wurden in der Motorikforschung verschiedene Modelle zur Bewegungsgenese entwickelt.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

1.2.2.1. Das “closed-loop” Modell nach Adams

Ein klassisches und für den Forschungskontext maßgebendes Modell stammt von Adams (Adams 1971). Er brachte die Theorie des sog. „closed-loop“ Modells in die wissenschaftliche Diskussion ein. Prinzipiell handelt es sich dabei um ein System, dass mit Fehlerdetektion und deren Korrektur arbeitet. Adams postuliert, dass ausgeführte Bewegungen durch sensorische und propriozeptive Messungen Rückmeldungen erhalten, die dann mit einem Korrekturmaßstab verglichen werden. Eine Differenz zwischen Antwort und Referenz wird folgerichtig als ein „Fehler“ definiert. Dieser ist anschließend zu korrigieren.

Der Kern dieser Theorie besagt, dass sich der motorische Lernprozess in der Fähigkeit manifestiert, Fehler einer Bewegung aufzudecken und anschließend zu korrigieren. Das Wachstum dieser Fähigkeit ist von zentraler Bedeutung. Weiterhin unterstreicht dieses System die Wichtigkeit der Wahrnehmung. Sie ist ein fundamentaler Baustein des Referenzmechanismus zur Fehlerbeurteilung. So prägen sich sensorische, visuelle und propriozeptive Begleiterscheinungen bei jedem motorischen Versuch in einer Art Repräsentation „ihrer selbst“ ein. So ähnlich wie ein Subjekt eine Bewegung ausführt, die es versucht, aufgrund der Kenntnis des perfekten Ergebnisses zu verbessern, wird bei der „closed-loop“ Theorie eine „feedback“-Repräsentation der perfekt ausgeführten Bewegung abgelegt. Diese Repräsentation wird Wahrnehmungsspur oder perzeptuelle Spur genannt. Führt nun ein Subjekt eine Bewegung aus, so erhält es ein sensorisch getragenes Feedback („Knowledge of results“). Abweichungen des erhaltenen „feedbacks“ von der perzeptuellen Spur werden subjektiv als ein Gefühl der fehlerhaften Bewegungsausführung empfunden. Ständiges Abgleichen und Verbessern eventueller Differenzen zwischen „feedback“ und Wahrnehmungsspur führen zu Lernprozessen in der Motorik.
„The axiom underlying this account of motor learning and performance is that motor learning is at heart a perceptual process“ (Adams 1987).
In Erweiterung zur Idee der perzeptuellen Spur postuliert Adams die Existenz eines „memory systems“ (Gedächtnis-Spur), deren Aufgabe in der Initiierung der Bewegung liegt. Mit „feedback“ kann nur aus einer gegenwärtigen oder bereits erfolgten Bewegung gearbeitet werden, nicht aber schon davor. Dieses „memory system“ stellt ein kleines „motor-program“ dar, das die entsprechende Motorik, das vorausgehende „feedback“ sowie den Gebrauch der richtigen Wahrnehmungsspur als Vergleichsmaßstab aussucht und deren Ausführung initiiert.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Nachdem ein Bewegungsresultat vorliegt kann der anschließende Zeitraum genutzt werden, um eine neue Bewegungshypothese zu erstellen, die dann zu verbesserten Bewegungen und in Folge zu verbessertem „feedback“ führen soll. Führt ein Subjekt dieses Prozedere mehrfach aus, ist es in der Lage, einen guten inneren Referenzrahmen zu kreieren; dieser ermöglicht dem Subjekt, sich im Folgenden bei der Ausführung der Bewegung auf sein „inneres Gefühl“ verlassen kann. Es hat gelernt, wie eine Bewegung auszuführen ist und wie sich das erhaltene „feedback“ „anfühlt“.
Dieser Aufbau und die Möglichkeit des Abrufs des „verinnerlichten“ Gefühls der richtigen Puttbewegung sind - wie später belegt werden wird - notwendige Bestandteile der Vorbereitungsroutine eines guten Puttschlages.

1.2.2.2. Die „Schema Theorie“ nach Schmidt

Ein weiteres Modell zur Klärung des motorischen Lernprozesses stammt von Schmidt (1975). Seiner Theorie zufolge werden im Lernprozess nicht nur einzelne Wahrnehmungsspuren zum „feedback“-Abgleich aufgebaut, sondern vielmehr generalisierte Schemata und Bewegungsprogramme entworfen, die sogenannte „schema theory“. Schmidt rückt das Feedback-System nicht so deutlich in den Vordergrund wie Adams. Es wird in seiner Sicht eher anfänglich genutzt, um ein generalisiertes „motor-program“ aufzubauen, welches dann aufgrund der Integration sensorischer Informationen eine zentrale Kontrolle der Motorik organisiert.
Dieses Schema ist auch ohne die ständige afferente Feedbackinformation in der Lage, motorische Aufgaben zu leisten. Bei diesem „motor-program“ handelt es sich um eine abstrakte Struktur im Gedächtnis, welche auch schon vor der Bewegung aktiviert ist und eine Speicherung derjenigen Eigenschaften der Muskelkontraktionen und Relaxationen beeinhaltet, die eine Bewegung festlegen. Dieses „motor-program“ arbeitet bereits ca. 1 Sekunde vor der eigentlichen Bewegung und ist somit in der Funktion der Initiierung, dem System der „memory trace“ nach Adams gleichzusetzen. Der pragmatische Vorteil in Schmidts Theorie liegt in der Tatsache, dass das Modell der generalisierten Schemata eine zentrale und allgemeinere Organisation bestimmter Motorikklassen übernimmt, und dass nicht für jede Bewegung eine neue perzeptuelle Spur aufgebaut werden muss. Die individuelle Anpassung an eine motorische Aufgabe erfolgt nur über die Variation von Parametern wie Kraft, Dauer oder Amplitude einer Bewegung.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Auch die Anpassung an neue Gegebenheiten kann mit Hilfe der generalisierten Schemata schneller und erfolgreicher verlaufen, als wenn dazu immer eine neue Wahrnehmungsspur als „feedback“-Referenz kreiert werden müsste.

Diese beiden Modelle haben die Grundlagen für das heutige Verständnis des komplexen motorischen Lernprozesses gelegt und sind auch für diese Arbeit maßgeblich.

1.2.3. Adaptive Lernprozesse

Nach der Schilderung der klassischen Modelle motorischen Lernens stellt sich nun die Frage nach Adaptationsmechanismen, d.h. wie auch ausgereifte Bewegungen veränderbar sind und der Weg zur Manifestation einer Störung beschritten werden könnte.

Um eine Bewegung erfolgreich auszuführen, muss eine Kontrollinstanz („motor control“) eine dynamische Transformation durchführen, in der eine Inputinformation in angemessene Outputsignale wie Kraft und Richtung umsetzt wird, sowie einen Plan zur Koordination der beteiligten Muskeln entwerfen. Dafür wird das System der „feedback- und feedforward-internal models“ (siehe Kapitel 1.2.4.) benutzt, um sowohl eine Schätzung der „inversen“ Transformation zu erreichen als auch eine Kompensation ihrer potentiellen Fehler und eine Stabilisierung des Systems zu ermöglichen. Lernen heißt i.d.S., die Dynamik einer Bewegung zu erfahren und dann das adäquate interne Modell aufzubauen. In dieser Betrachtung entspricht motorisches Lernen einem ständigen Update (Adaptation) des internen Modells. Bei der Umsetzung des internen Modells in entsprechende Motorik entsteht ein Problem der Kontrolle: die Zielposition der zu bewegenden Glieder muss über eine Transformation vieler Koordinaten über den visuellen Speicher in die Idee einer Drehmomentserzeugung der beteiligten Muskulatur umgesetzt werden.
Motorische Adaptation entsteht entweder aufgrund

a) einer Veränderung der visuellen Umwelt in der das Ziel steht oder
b) einer Veränderung der mechanischen Umwelt, in der sich die Gliedmaßen bewegen.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Adaptation erfolgt in Form des Aufbaus eines modifizierten „internen Modells“, welches die veränderten Zustände berücksichtigt. Propriozeptive Informationen lassen die modifizierten Umstände erkennen und führen den Körper in den Adaptationsprozess ein. Nach einer kurzen Trainingsphase sind die Bewegungen an den veränderten Kontext angepasst.
Zur Dokumentation der Anpassung an veränderte dynamische Umweltzustände lassen sich Bewegungsprofile ableiten. Während sich unter kinematischen Gesichtspunkten gelernte und vielfach wiederholte Bewegungen automatisierten Profilen annähern, die sich durch flüssige, glatte Bewegungsmuster mit eingipfeligen, gleichmäßigen Geschwindigkeits- und Beschleunigungsprofilen auszeichnen, sind bei „adaptierten“ Bewegungen diese gleichmäßigen Parameterprofile zunächst nicht zu finden. Es zeigen sich „unruhige“ Bewegungsmuster, die einen flüssigen Ablauf dynamischer Parameter, wie beispielsweise Geschwindigkeit und Beschleunigung, vermissen lassen (Marquardt et Mai 1998).

Werden die Umweltverhältnisse wiederum in den Originalkontext überführt, zeigen sich sog. „Aftereffects“; d.h., der Organismus ist nicht in der Lage, sich unmittelbar wieder an die Ursprungssituation anzupassen. Er reagiert nach wie vor so, als agiere er innerhalb der veränderten Umweltbedingungen. Die Modifikation des Bewegungsprogramms ist noch auf die veränderten Umwelteinflüsse eingestellt und es bedarf einer bestimmten Zeitphase sowie einer Bewegungsrepetition, um eine „Rückgewöhnung“ an den ursprünglichen Kontext zu erreichen. Die nach wie vor veränderte Performance zeigt, dass das „internal model“ noch auf die „andere Umwelt“ eingestellt ist. In der Studie von Shadmehr (1994) korrelierte die Persistenz der „Aftereffects“ mit der Länge und Zeit der Übungsdauer im veränderten System. So wurden schon nach relativ kurzer Übungs- und Verweilzeit in den modifizierten Rahmenbedingungen bereits hartnäckige und konsistente „Aftereffects“ verzeichnet. Dies entspricht der Beobachtung, dass sich im Fall der „Yips“-geplagten Sportler die motorische Störung bereits durch einige wenige Ereignisse resistent etablieren konnte.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

1.2.4. Kontrolle von Willkürbewegungen

Abschließend soll in der theoretischen Betrachtung der motorischen Fähigkeiten die Frage der Willkürmotorik und ihrer Kontrolle thematisiert werden. In der frühen Phase des motorischen Lernens sind hohe Anforderungen an die sensorische Führung und Aufmerksamkeit gestellt, während später in der automatisierten Performance eher die sensorische Überwachung im Vordergrund steht. Für den Handelnden ist es jetzt von Interesse, die Bewegung nicht nur zu generieren, sondern auch eine Kontrolle über dieselbe zu besitzen, um sie präzise reproduzieren zu können. Hierzu stehen visuelle und propriozeptive Überwachungsmöglichkeiten zur Verfügung. Diese können von dem bereits vorgestellten Modell der „closed-loop“ Theorie (Adams 1972) abgeleitet werden und sind als sog. „feedback“-Kontrollen in der Literatur bezeichnet. Dieser Regelkreis kann aber nicht generell für alle Willkürbewegungen formuliert werden, da ihm physiologische Grenzen gesetzt sind.
Die kontinuierliche „feedback“-Kontrolle unterliegt einem Ausführungsgeschwindigkeitslimit. Um Präzision und Korrekturmöglichkeit zu erhalten, dürfen die Bewegungen nicht schneller als die maximale Reizverarbeitungsgeschwindigkeit sensorischer Informationen ausgeführt werden. Das physiologische Limit liegt hier im visuellen Bereich bei 200-300 ms Ausführungszeit pro Bewegung. Wechselbewegungen, die schneller als mit einer Geschwindigkeit von 2 Hz ausgeführt werden, verlieren an Wahrnehmungspräzision und sind somit nicht mehr unter Feedbackkontrolle zu stellen (Marquardt 1998).

Eine Verwendung dieser Kontrollmechanismen ist vor allem bei noch nicht gelernten Bewegungen oder im Kontext einer sehr hohen Genauigkeitsanforderung einer Bewegung zu finden. Schnellere Bewegungen hingegen fallen unter die Rubrik der „open-loop“ Charakteristika. Hier können während der Ausführung keine wesentlichen sensorischen Informationen mehr zur Bewegungssteuerung verarbeitet werden. Nach der absolvierten Bewegung hingegen kann aber eine Aussage getroffen werden, ob sie subjektiv einer korrekten oder inkorrekten Ausführung unterlag. Jedoch können keine simultanen motorischen Korrekturen mehr vorgenommen werden. Als „feed-forward“ Bewegungen werden sie nach einem bereits bestehenden motorischen Plan ausgeführt und hauptsächlich erst nach Beendigung der Bewegung auf ihre Korrektheit überprüft. „Feed-forward“ ist ein kinematisches Charakteristikum von hoch überlernten, ausgereiften Bewegungen. Dieser Nachweis ist eindrucksvoll in Zusammenhang mit den Untersuchungen zum Graphospasmus gelungen (Marquardt 2000).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

2. Ziele dieser Arbeit

Wie aus den vorausgegangen Kapiteln ersichtlich, gibt es bereits eine fundierte Grundlage in der Motorikforschung, die ein tiefgehendes Verständnis für die Genese, Organisation und Steuerung der Willkürmotorik ermöglicht. Auf dieser Basis sind für viele Bewegungsstörungen Theorien zur Lokalisation und Schädigung oder Insuffizienz der entsprechenden Struktur innerhalb der anatomischen Hierarchie formuliert worden. Auch im Hinblick auf das motorische Defizit während der Ausführung des Puttschlages sind interessante Vermutungen geäußert worden, jedoch blieb eine einwandfrei klärende Ätiologie bisher aus (Smith 2003). Die These einer fokalen Dystonie mit Störung der Motorik innerhalb eines bestimmten Kontextes war der bisher vielversprechendste theoretische Ansatz (McDaniel 1989). Ein empirischer Beweis dieser Forschungsrichtung steht jedoch noch aus. Während in der Untersuchung der golfspezifischen Motorikstörung stets die kausalen Faktoren und Läsionen betrachtet wurden, ist die endgültige motorische Ausführung nie genau untersucht oder beschrieben worden. An dieser Stelle setzt die Intention der vorliegenden Arbeit an.

Der erste Teil widmet sich der motorischen Organisation und Ausführung der willkürmotorischen Puttbewegung, um sie dann erstmals mit dem Methodenarsenal der kinematischen Analyse zu erforschen.
Im Fokus des zweiten Teils steht die Erklärung des Phänomens des „Golferkrampfes“ und die Vorstellung eines neuen Konzeptes zur Ätiologie und Therapie dieser Bewegungsstörung. Durch eine hochentwickelte Messmethode ist es möglich, auf Basis einer detaillierten Analyse der verschiedenen motorischen Parameter des Puttschlages genaue Antworten auf die Frage der Ausführung, Trainingsadaptation, Optimierung sowie Kontrolle dieser Schlagbewegung zu geben. Durch diese strukturierte kinematische Untersuchung können nicht nur die wichtigsten motorischen Grundpfeiler der automatisierten Bewegungsstrategie, sondern auch eventuelle Kompensationsstrategien im Sinne der defizitären „Yips“-Bewegung detektiert werden.

Auf dieser Grundlage ist auch ein neuer Ätiologieansatz des „Yips“-Problems entwickelt worden, der in seiner Richtigkeit durch erste erfolgreiche Trainingsbehandlungen bestätigt werden konnte.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

3. Graphospasmusforschung als wissenschaftlich-methodischer Bezug

Neben den in den vorangegangen Kapiteln beschriebenen Erkenntnissen aus der Organisation der Willkürmotorik sowie den Differenzierungen in „feedforward“ und „feedback“ Bewegungen sind die Erfahrungen, die in der kinematischen Analyse defizitärer Willkürmotorikbewegungen beim Schreiben gewonnen wurden, wesentliche Grundpfeiler und Ideenträger des „Yips“-Projektes (Marquardt et Mai 1998).

Ursprungsobjekt der neueren kinematischen Analyse war der Schreibkrampf (Graphospasmus) als isolierte Störung der Schreibbewegung. Das klinische Bild der Patienten ist durch ausgeprägte Verkrampfungen zahlreicher Muskeln in den Fingern, Unterarmen und teilweise auch im Oberarm-Schulterbereich sowie den Handgelenken der schreibenden Hand gekennzeichnet. Daraus resultieren extreme Gelenkstellungen sowie teilweise bizarr anmutende Stifthaltungen, die dem Patienten das Schreiben bereits kleiner Notizen als große Mühe erscheinen lassen oder es ihm gänzlich untersagen. Die Schreibleistung pro Zeiteinheit ist typischerweise stark vermindert. Hieraus kann für den Betroffenen u.U. sogar eine Berufsunfähigkeit resultieren. Erstaunlicherweise treten diese Symptome nur im Kontext des Schreibens in Erscheinung, während vergleichbare feinmotorische und komplexe Anforderungen problemlos ausgeführt werden können.

Diese Konstellation ist für das Störungsmuster der fokalen Dystonie bezeichnend. Sie ist definiert als ein Vorhandensein anhaltender oder zeitweise auftretender unwillkürlicher Muskelanspannungen, deren Ursache in der cerebralen Fehlansteuerung durch das Gehirn zu sehen ist. Durch diese Fehlanspannung kommt es zu den Störungen der Willkürmotorik sowie zu abnormen Fehlhaltungen des Körpers. Wenn die Störung nur bei einer speziellen Bewegung auftritt, wird sie als aktionsspezifische Dystonie charakterisiert (Sheehy 1982).Innerhalb der neueren Untersuchungsmöglichkeiten wurde bei Patienten mit ausgeprägten Schreibstörungen erstmals die Ausführungsebene beobachtet und ausgewertet. Mit Hilfe eines graphischen Tabletts wurden die Schreibbewegungen registriert und eine kinematische Analyse der Bewegung erstellt (Marquardt 1996).
Die Untersuchungshypothese war, dass gravierende Unterschiede im Bewegungsprofil eines routinierten Schreibers im Vergleich zum Schreibkrampfpatienten nachweisbar sind.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die interessierende Frage lautete, wie der Patient von einer ehemals flüssigen und hoch überlernten, automatisierten Bewegung in die defizitäre und deutlich reduzierte Bewegungskompetenz überwechseln konnte.
Die kinematische Analyse hat hier den entscheidenden Hinweis gegeben: Die gemessenen Schreibleistungen der Patienten ähnelten einer Bewegung, die sich unter kinematischen Parametern als eine gerade im Lernprozeß befindliche darstellt; also eine Bewegung unter „feedback“ Mechanismus mit ausgeprägter Kontrollanforderung. Der „feedback“ Mechanismus wird, wie bereits dargestellt (vgl. Seite 19), benutzt, um eine neue motorische Aufgabe zu bewältigen und sie unter ständiger sensibler Kontrolle bestmöglich auszuführen. Mit fortschreitendem Lernprozeß und ausreichender Repetition wird die Kontrolle von Details der Bewegungsausführung reduziert und das Bewegungsprogramm soweit ausgefeilt und stabilisiert, dass die Kontrollmechanismen heruntergefahren werden können und die Bewegung „feedforward“ mit einem Minimum an Überwachung zu steuern ist.

Damit steigt die Bewegungsleistung pro Zeit, die Profile nähern sich dem glatten Geschwindigkeits- und Beschleunigungsprofil an und die Ausführungen sind hoch reproduzierbar. Nach diesem Prinzip funktioniert auch der Erwerb und die Nutzung der Schreibkompetenz. Folgerichtig ist der Schreibkrampfpatient wieder in einen Bereich der forcierten Kontrolle seiner Bewegung abgerutscht und hat das Niveau der automatisierten Ausführung verlassen. Es konnte nachgewiesen werden, dass der Versuch, die automatisierte Bewegung bewusst propriozeptiv zu kontrollieren, auch bei gesunden, routinierten Schreibern mit einem Verlust an Kontinuität der Bewegung sowie einem zeitlichen Rückschritt innerhalb des Lernpfades einhergeht.
Nach Marquart et Mai (1998) ist hier die Genese des Schreibkrampfes zu finden. Durch ein gezieltes, strategieänderndes Schreibtraining gelang es bei Hunderten von Patienten, die ursprünglichen motorischen Kompetenzen zu reaktivieren und so eine „restitutio ad integrum“ zu erreichen.

Auf der Grundlage dieser erfolgreichen Arbeit ist die Untersuchung des „Yips“- Phänomens eingeleitet worden und mit Hilfe der kinematischen Analyse konnten signifikante Ergebnisse in der Beobachtung der regulären sowie pathologischen Ausführung des willkürmotorischen Puttschlages gewonnen werden.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

B. Die Datenerhebung

1. Messinstrumente

Zur Messung der Puttbewegung wurde auf eine PC gestützte Anlage zur dreidimensionalen Bewegungsanalyse zurückgegriffen. Das Messystem arbeitet auf der Basis der Ultraschall-laufzeitmessung. Zweck dieses Systems ist die dreidimensionale Erfassung und Auswertung von Bewegungen jeglicher Art bei Mensch, Tier und in der Technik (Produktbezeichnung CMS 20). Die Funktion des Systems basiert auf der Laufzeitmessung von Ultraschallimpulsen zwischen den am Messobjekt angebrachten Sendern und den Mikrofonen der Messeinheit. Das System ist transportabel, stellt keine speziellen Anforderungen an Untersuchungsräume, ist unmittelbar einsatzbereit und einfach zu handhaben. Die Bedienung erfolgt ausschließlich softwaregestützt mittels handelsüblicher PCs. Die Daten werden über eine serielle Schnittestelle übertragen. Messung und Auswertung dauern nur wenige Minuten und sind jederzeit beliebig oft wiederholbar. Die Anwendung dieser Technik auf die Puttmessung erforderte eine eigene Software, die von Dr. Christian Marquardt erstellt wurde. Das Messystem besteht aus einer Basisstation sowie Ultraschallmarkern, die auf den Putter appliziert werden (vgl. Abb. 4a & 4b). Durch die Bewegung im Aufzeichnungsfeld der Messeinheit und Triangulation können die absoluten Raumkoordinaten berechnet werden. Die Schallfrequenz der Marker liegt bei ca. 40 kHz.

Abb.4a: Präparierter Schaft mit Markern und Batterie-Gürtel-Einheit

Abb.4b: Basisstation mit Mikrophonen (rot)

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

2. Probandenpopulation

Im Rahmen der Querschnittsstudie dienten Golfer aus verschiedenen Alters- und Spielstärkenklassen als Probandenpopulation. Geschlechtsunterschiede wurden nicht berücksichtigt. Die Messung der Golfer erfolgte bei Turnieren während der Turnierserie „Oberpollinger Masters“ im Großraum München in zahlreichen Golfclubs.
Der Zeitraum der Erhebung war vom 10.05.2003 bis 22.09.2003.

Folgende Clubs wurden zur Datenerhebung ausgewählt:

- 10.05.2003 Golfclub Eichenried
- 17.05.2003 Golfclub Klingenberg
- 24.05.2003 Golfclub Landshut
- 07.06.2003 Golfclub Reit im Winkel
- 14.06.2003 Golfclub Wittelsbach
- 21.06.2003 Golfclub Feldafing
- 28.06.2003 Golfclub Maxlrain
- 05.07.2003 Golfclub Bergkramershof
- 19.07.2003 Golfclub Olching
- 17.08.2003 Golfclub Eschenhof
- 23.08.2003 Golfclub Gut Häusern
- 22.09.2003 Golfclub Hohenpfähl

Als Referenzgruppe dienten Profigolfer, deren Daten bei Messungen im Rahmen internationaler Turniere (European Tour/ PGA) erhoben wurden. Die Daten wurden bei folgenden Veranstaltungen der europäischen Turnierserie gewonnen:

- Deutsche Bank/ SAP Open März 2003 Golfclub Gut Kaden/ Hamburg
- BMW Open Oktober 2004 Golfclub Eichenried/ München
- Dunhill Championship Oktober 2005 Royal & Ancient Golf Club/ St. Andrews/ Schottland

Insgesamt ergab sich eine Untersuchungspopulation von 133 Amateur- und 27 Profigolfern.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

3. Durchführung der Messung

Die Probanden wurden bei den obengenannten Turnieren angesprochen und für die Teilnahme an der Studie gewonnen. Nach Erhebung der biometrischen Daten der Teilnehmer (Handicap, Alter, Spielpraxis in Jahren, Geschlecht) wurden die signalgebenden Marker auf den spielereigenen Putter appliziert (vgl. Abb. 4a & 6).

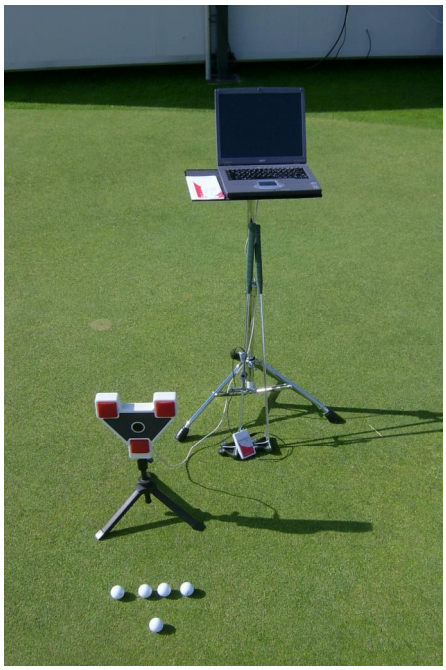


Abb.5: Basisstation mit Anschluss an PC

Abb.6: Messung eines PGA Professionals im, „Royal & Ancient Golf Club“, St..Andrews/ Schottland

Nach einigen Trainingsschwüngen wurde die Messreihe erhoben, die aus insgesamt 7 konsekutiven Puttschlägen bestand. Als Ziel des Schlages galt das Einlochen des Balles in ein ca. 4 m entferntes Loch. Alle Schläge wurden vom gleichen Punkt ausgeführt; das Schlagergebnis (Einlochen oder erreichte Nähe zum Loch) wurde nicht bewertet und auch nicht registriert. Das für die Versuchsdurchführung ausgewählte Gelände war für alle Probanden und Standorte vergleichbar, d.h. eine ebene Puttfläche ohne Schräglagen und gepflegte Rasenbeschaffenheit. Jeder Proband erhielt abschließend einen graphischen Ergebnisreport (vgl. Seite 28 ff), d.h. eine Übersicht über seine relevanten Bewegungs-parameter sowie eine von uns gestellte kinematische Analyse seiner Puttbewegung in Verbindung mit individuellen Trainingstipps. Dies wurde den Versuchsteilnehmern als Gratifikation für ihre Teilnahme an der Studie zur Verfügung gestellt.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

4. Exemplarische Falldarstellung

Im Folgenden wird der Datensatz eines Probanden exemplarisch erläutert. Dies soll eine Übersicht über die zur Verfügung stehenden graphischen Darstellungsmöglichkeiten bieten. Relevante Bewegungsparameter werden isoliert dargestellt und anhand der graphischen Reports illustriert.

4.1. Darstellung der Basisdaten

Präsentiert wird ein männlicher Spieler, 39 Jahre alt, mit 6 jähriger Golferfahrung und Spielstärke 15 (Handicap). Nach Beendigung des Messvorganges erscheint folgende Datenmaske (vgl. Abb.7):

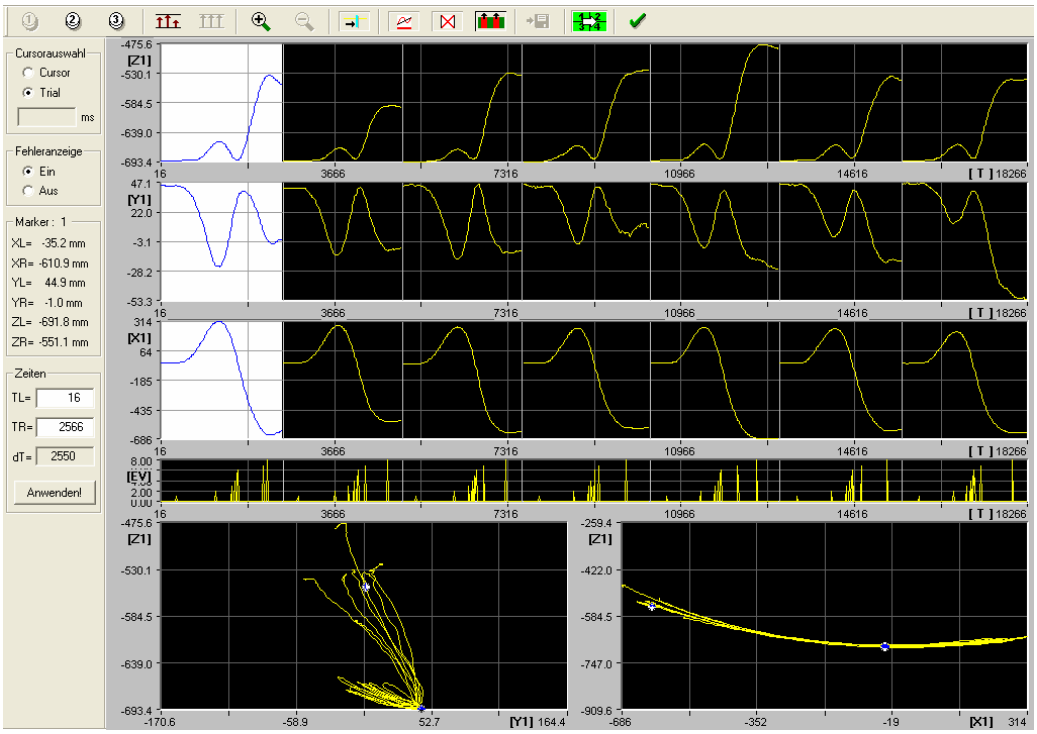


Abb.7: Datenmaske/ Zebris CMS 20 System. Die gelben Linien stellen die Datenableitung der sieben Versuche nach verschiedenen Raumkoordinaten (z;y;x;) dar.

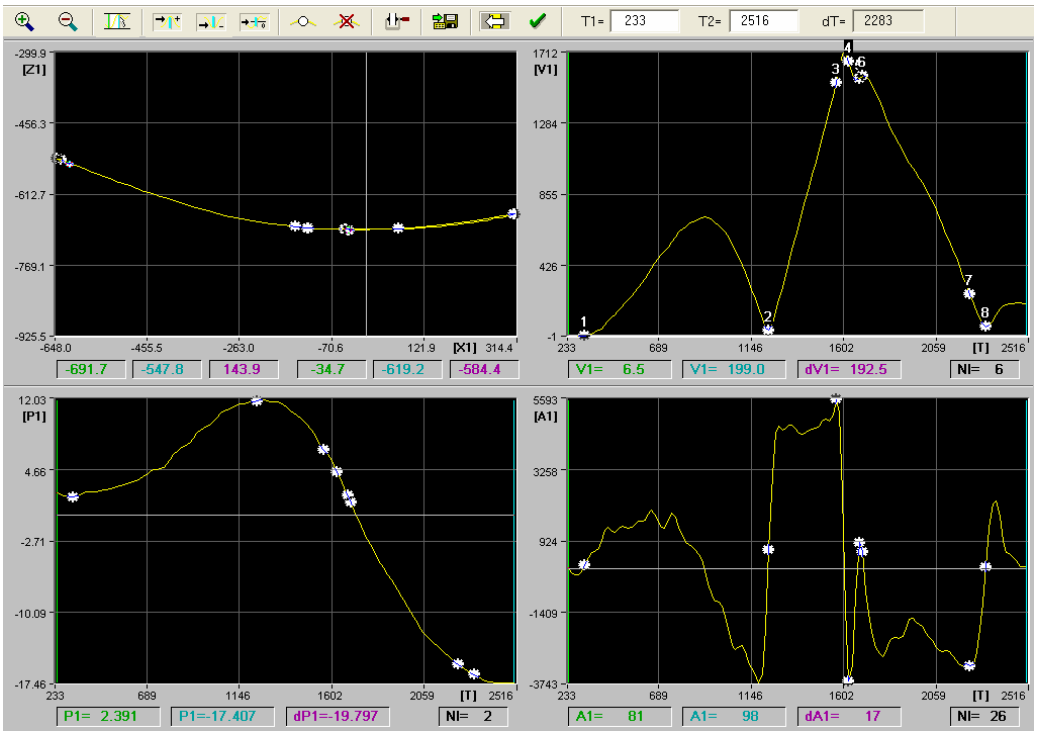
In dieser Graphik werden die Daten einer Versuchreihe in einem Übersichtsfenster angezeigt. In den Spalten 1-7 sind die Puttversuche dargestellt. Die einzelnen Zeilen zeigen graphisch die erfassten, berechneten und gefilterten Positionsdaten des Schlägerkopfes während der Bewegung an. Sie sind getrennt für die einzelnen Raumkoordinaten nach x (Länge), y (Höhe) und z (Tiefe) über die Ausführungszeit T im Koordinatensystem aufgetragen.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die beiden unteren Fenster zeigen die Auftragung der z Werte gegen jeweils x bzw. y. Dabei sind die sieben Puttdurchgänge durch überlagerte Darstellung aggregiert. Aus diesen Grunddaten können nun zahlreiche aussagekräftige Parameter abgeleitet werden. Um diese Daten für eine statistische Analyse aufzubereiten, wurde der oben beschriebene Bewegungsverlauf zunächst in relevante Segmente unterteilt. Danach konnte die Bewegungsanalyse punktorientiert vorgenommen werden. Diese Punktmessungen wurden an folgenden Stellen erhoben:

- Am Beginn der Bewegung
- Am Umkehrpunkt vom Rückschwung zum Vorschwung
- Am Punkt der maximalen Geschwindigkeit
- Am Punkt der maximalen Beschleunigung
- Im Treffmoment
- Im Moment des Ballrelease
- Im Punkt der maximalen Abbremsung
- Am Ende der Bewegung

In der Softwaremaske sind diese gewählten Untersuchungspunkte an den sog. „Markierungsperlen“ erkennbar (vgl. Abb.8).



:

Abb.8: Darstellung eines mittels Markierungsperlen sequenzierten Bewegungsprofils. Ausgewählt wurden die Kurven der Tiefenbewegung (z-Werte), der Geschwindigkeit (v), des Schlägerblattwinkels (p) sowie der Beschleunigung (a).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

4.2. Der graphische Report

Nachdem die Puttbewegung in die entsprechenden Segmente unterteilt wurde, konnten anschließend die aggregierten Daten in Form eines sog. graphischen Spielerreports dargestellt werden. Hierbei wurde der Puttschlag in drei wesentliche Aspekte differenziert. Diese sind „Schwungbahn“, „Rotation und Schlagflächenstellung“ sowie die „Bewegungs-dynamik“.

4.2.1. Beispielreport „Schwungbahn“

Anhand der graphischen Reports können erste Eindrücke von den kinematischen Gesichtspunkten der Bewegung gewonnen werden. Hierbei wird zunächst der Bewegungspfad des Schlägers in sowohl seitlicher Ansicht („lateral view“) als auch in der Draufsicht („top view“) gezeigt und erste statistische Werte errechnet (vgl. Abb.9).

Die sieben Puttschläge sind durch die schwarzen Linien repräsentiert und der Ballkontakt mittels des auf der Linie liegenden Punktes dargestellt (Pfeil 1). Rechts vom Punkt ist der Rückschwung aufgetragen, links davon der Vorschwung nach dem Ballkontakt bis zum Ende der Bewegung.

Oberer Abschnitt:
Im oberen Rechteck der Abb.9 ist die Bewegung aus der seitlichen Ansicht („lateral view“) dargestellt: An der langen Trajektorie des Schlages ist ablesbar, dass der hier ausgewählte Proband eine relativ „ausladende“ Bewegung vollzieht.
Dies wird im Balkendiagramm „Path length“ im unteren Teil des Reports mit statistischen Zahlen verdeutlicht. In der vertikalen Dimension des Schlages fällt die ausgeprägte Amplitude auf, die durch die bogenförmige Krümmung der Bewegungsspur deutlich wird. Nach der Initiierung des Schlages setzt in der Rückschwungbewegung ein erhebliches Anheben des Schlägerkopfes ein, das zum Treffmoment wieder absinkt und im Vorschwung in ein starkes Anheben übergeht.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

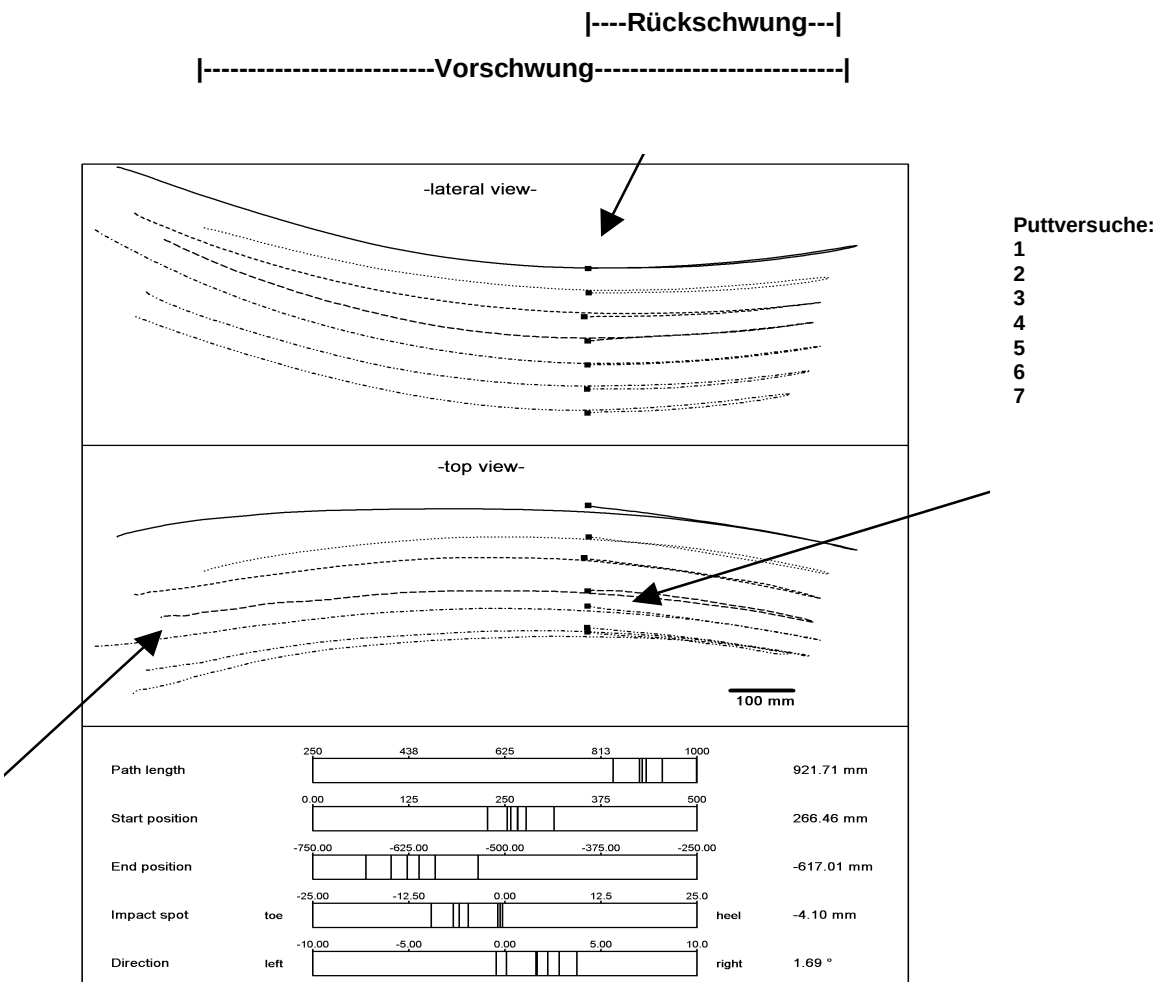


Abb.9: Graphischer Report über Schwungbahn; Ansicht des „lateral view“ sowie „top view“.
Im unteren Abschnitt befinden sich Balkendiagramme zu 5 ausgewählten Bewegungsparametern.

Mittlerer Abschnitt.

In der „Draufsicht“ („top view“) wird die horizontale Komponente der Bewegung um die Wirbelsäule als Körperachse in der Tiefe des Raumes deutlich. Im Rückschwung führt der Spieler den Schläger nach „hinten-innen“, im Treffmoment wieder zum Ball zurück und dann im weiteren Verlauf nach „vorne-innen“. Auch hier sind die sieben Puttschläge durch die schwarzen Linien dargestellt.

Die genauere Betrachtung der Puttschläge verdeutlicht weiterhin, dass bis auf den ersten Schlag alle weiteren Versuche in der Rückschwungbewegung eine horizontale „Schleifenbildungen“ bis zum Umkehrpunkt der Bewegung zeigen. Diese werden im Folgenden als sog. „loop“ Tendenz benannt (Pfeil 2).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Aus der Ansicht des Parameters „Schwungbahn“ mit zusätzlicher Markierung des Ballkontaktes lassen sich ebenfalls bereits erste Aussagen zum sog. „Timing“ des Schlages machen. Damit wird ein zeitliches Verhältnis zwischen Rück- und Vorschwung beschrieben. Der Zeitpunkt des Ballkontaktes wird hier in Relation zur Dauer des Gesamtschwunges gesetzt. Durch die graphische Darstellung kann eine Schätzung dieses Verhältnisses erfolgen. Im Beispielfall scheint der Treffzeitpunkt (schwarzer Punkt) geringfügig hinter der postulierten Idealposition zu liegen, die ungefähr nach dem ersten Drittel der Bewegung markiert sein sollte. Weiterhin ist im Verlauf des Schwunges zu erkennen, dass die Schlagbewegung besonders im letzten Drittel stark variiert (Pfeil 3).

Unterer Abschnitt:

Im Anschluss an die graphischen Darstellungen sind im unteren Abschnitt des Reports weitere Parameter in Form von Balkendiagrammen und Kennzahlen illustriert. Diese sind der Reihenfolge entsprechend:

- Länge der Schwungbahn („Path length“)
- Beginn des Vorschwunges („Start position“)
- Ende des Vorschwunges („End position“)
- Treffpunkt am Schlägerblatt („Impact spot“)
- Schlagrichtung im Treffmoment („Direction“).

Detaillierte Aufschlüsselungen und inhaltliche Definitionen der Begrifflichkeiten finden sich in der Parameterübersicht auf Seite 35 f. Innerhalb der Diagramme sind die einzelnen Puttschläge mit jeweils einem Streifen repräsentiert; auf der rechten Seite finden sich die dazu gehörigen Mittelwerte.

Die Puttleistung des betrachteten Probanden (vgl. Abb.9) legt folgende Kurzinterpretation nahe: Es handelt sich in diesem Fallbeispiel um eine noch nicht ausreichend gefestigte Bewegung, was sich in den relativ großen Differenzen der Messwerte in den Balkendiagrammen ausdrückt. Insgesamt ist eine weite Streuung bei allen gemessenen Parametern erkennbar. Die gewünschte Reproduzierbarkeit des Puttschlages ist nur beim Parameter des „Impact spot“, also am Treffpunkt des Schlägerblattes ansatzweise zu erkennen. Hier sind drei Puttschläge nahezu messwertidentisch.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Zusammenfassend können die Balkendiagramme dahingehend interpretiert werden, dass der betrachtete Spieler eine relativ weite Ausholbewegung („Path length“) vollzieht; während der Beginn der Vorwärtsbewegung noch weitgehend einheitlich ausfällt („Start position“), streut der Spieler in der Endphase seines Schlages („End position“) deutlich. Weiterhin trifft er den Ball tendenziell eher an der vorderen Kante des Schlagfläche („Impact spot“). Die im Mittelwert errechnete Schlagrichtung im Treffmoment („Direction“) zeigt 1.69 Grad rechts vom Ziel an, wobei in der Nullgradstellung die Schlagfläche senkrecht zur Ziellinie steht (= “square“) und so den erwünschten geraden Ballverlauf gewährt.

4.2.2. Beispielreport „Rotation und Schlagflächenausrichtung“

Im anschließenden Report sind weitere schlagtechnische Parameter der Bewegung aufgearbeitet. Nachdem im vorherigen Report der Bewegungspfad thematisiert wurde, ist in diesem Abschnitt besonders der Schlagrotation Aufmerksamkeit gewidmet. Sie beschreibt die Schlagflächenstellung gegenüber der Ziellinie, die im Treffmoment möglichst null Grad entsprechen sollte.
Die Rotation ist ein maßgeblicher Parameter für die Effizienz des Puttschlages und bestimmt zu ca. 80% die Richtung des Ballverlaufes. Die Rotationsbewegung des Schlägerblattes wird zum einen durch die „natürliche“ Körperrotation um die Wirbelsäule während der Ausholbewegung bestimmt, zum andern durch das aktive Mitwirken der Handgelenke beeinflusst. Idealerweise wird die Rotation beim Putten ausschließlich durch die Körperrotation gesteuert; der aktive Handgelenkseinsatz sollte auf eine Minimum reduziert werden.

Der nachfolgende Report analysiert die Rotationsverläufe des Schlägers während der Rück- und Vorschwungbewegung (siehe Abb.10 linke bzw. rechte Seite).
Aus der Graphik ist abzulesen, dass es dem Probanden nicht gelingt, in der Rotation ein Gleichmaß der Bewegung zu reproduzieren. Die Streuung der einzelnen Messwerte ist am differenten Verlauf der sieben Puttschläge deutlich sichtbar. So ist z. B. erkennbar, dass der Spieler am Ende der Rückschwunges ein Messwertintervall von 5° bis 10° geöffnetem Schlägerblatt aufweist, mit dem er dann in den Vorschwung übergeht.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Um die Schlägerblattstellung im Treffmoment qualifizieren zu können, ist dieser mit kleinen senkrechten Strichen innerhalb der Rotationsverläufe markiert. An diesem Beispiel ist ablesbar, dass der Spieler den Ball tendenziell mit geöffnetem Schlägerblatt trifft und somit einen Ballverlauf nach rechts vom Ziel initiiert. Im Idealfall hoher Bewegungskonstanz lägen die Wertelinien aller Puttschläge kongruent übereinander. Der Treffmoment würde eine „square“ Stellung aufweisen und die X-Achse bei 0° schneiden.

|----Rückschwung----| **|--------Vorschwung-------|**

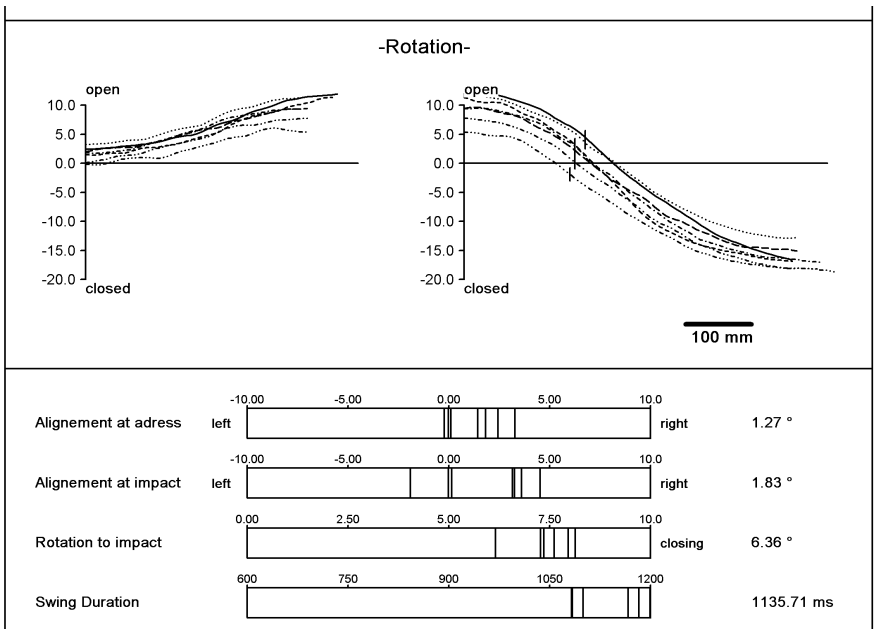


Abb.10: Graphischer Report über Rotation und Schlägerflächenstellung. Im oberen Abschnitt findet sich die Rotation im Rückschwung (linke Seite) und Vorschwung (rechte Seite). Im unteren Abschnitt Balkendiagramme.

Die im unteren Abschnitt des Reports aufgezeichneten Balkendiagrammen registrieren:

- Ausrichtung der Schlagfläche während der Ansprechposition („Alignment at address“)
- Ausrichtung der Schlagfläche im Treffmoment („Alignment at impact“)
- Rotation bis zum Treffmoment (“Rotation to Impact”)
- Schwungdauer (“Swing Duration”)

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Analyse der Diagramme eröffnet, dass der Proband in nur drei ausgeführten Puttschlägen eine exakte Ausrichtung erreicht. Die Mittelwertberechnung dokumentiert eine tendenzielle Orientierung um 1.27° nach rechts. Betrachtet man anschließend die Messwerte im Treffmoment, so zeigt sich, dass der Spieler die mittlere Ausrichtung des Schlägerblattes nach rechts bis auf einen Wert von 1.85° Schlägeröffnung ausbaut.

Diese Tendenz des Probanden, eine ausgeprägte Rotation während des Schlages zuzulassen, findet im nächsten Balkendiagramm („Rotation to impact“) nochmals Ausdruck. Im Durchschnitt rotiert der Spieler sein Schlägerblatt vom Rückschwungende bis hin zum Treffmoment um ca. 6,5°; idealerweise sollten nur knapp 3-4° Rotation erreicht werden (vgl. Seite 46 ff).
Der letzte Untersuchungswert beurteilt die Schwungdauer („Swing duration“). Wie zu erkennen ist, benötigt der Proband durchschnittlich mehr als eine Sekunde, um seinen Schlag auszuführen; dieser Wert ist im Rahmen unserer Untersuchungen als ein relativ zeitintensiver und zu langsamer Schlag zu bewerten (vgl. Seite 52 f).

4.2.3. Beispielreport „Bewegungsdynamik“

Neben den beschriebenen statischen Parametern wird im Report der dynamischen Verhältnisse der Untersuchungsfokus auf Geschwindigkeit und Beschleunigung gelegt. Die Verlaufskurven der Handgelenks- und Schlägerkopfbewegungen lassen aufschlussreiche Erkenntnisse über die Dynamiken des Schlages zu. So gibt die Betrachtung der einzelnen Kurvenverläufe Aufschluss über die motorische Reproduzierbarkeit des Puttschlages, was die dynamischen Parameter als besonders sensitive Marker für eine ausgereifte Puttbewegung qualifiziert.
In Abbildung 11 sind die dynamischen Parameter des Vorschwunges aufgetragen, wobei die linke Spalte die Verläufe des Handgelenks und die rechte Spalte die des Schlägerkopfes widerspiegelt. In Zeile 1 und Zeile 2 sind die erste und zweite Ableitung des Positionssignals dargestellt, also Geschwindigkeit und Beschleunigung („Velocity and Acceleration“). Zeile 3 berichtet über die 3. Ableitung, die Veränderung der Beschleunigung pro Zeiteinheit, den sog. „Jerk“-Wert. Dieser Parameter spiegelt feinste Aktivierungen der dynamischen Komponenten wieder. Dessen Relevanz für den Puttschlag wird an späterer Stelle ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel C 2.9.).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

|---RS---|-----VS----| **|---RS---|----VS-----I** **RS = Rückschwung**
VS = Vorschwung

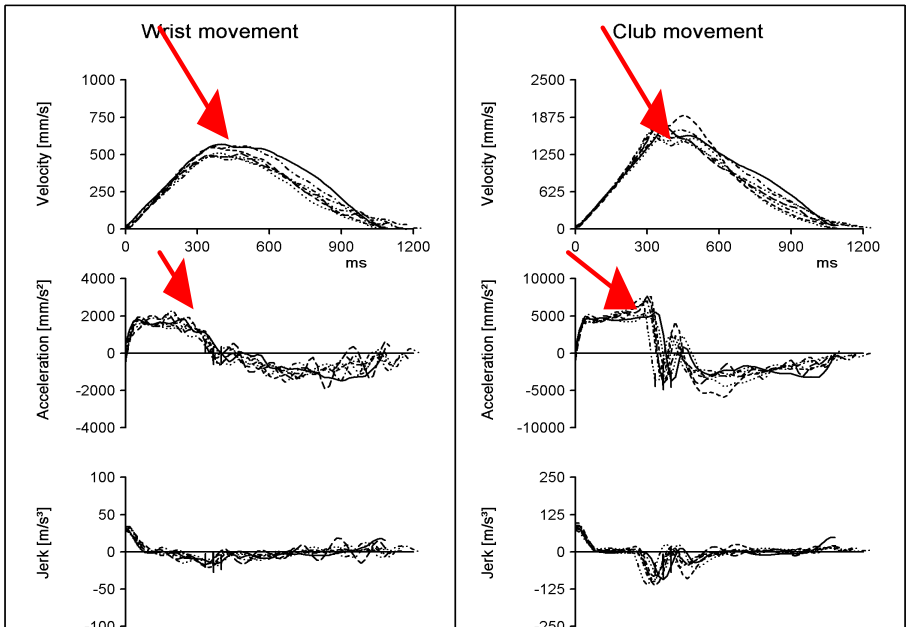


Abb.11: Graphischer Report über Bewegungsdynamik; aufgetragen sind die Ableitungen der Geschwindigkeit (oben) sowie Beschleunigung (Mitte) und „Jerk“ (unten) für jeweils Handgelenk (linke Seite) und Schlägerkopf (rechte Seite). Pfeile markieren den Treffmoment.

Aus diesen Graphiken ist für den betroffenen Fall abzulesen, dass die dynamischen Verläufe bis zum Treffmoment (rote Pfeile) sehr gleichmäßig sind. Sobald dieser erreicht ist, bricht die Bewegungskonstanz zusammen; die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufe divergieren bis zum Ausklang der Bewegung. Eine mögliche Erklärung für diese gehäufte Erscheinung könnte darin liegen, dass der Spieler versucht, „gegen“ den Ball zu schlagen, statt eine Bewegung „durch“ den Ball auszuführen. Der Spieler schenkt der Phase nach dem Ballkontakt offensichtlich nicht ausreichend Aufmerksamkeit.
Positiv hervorzuheben sind die Beschleunigungsverläufe bis zum Treffmoment. Hier erreicht der Spieler früh eine hohes Beschleunigungsniveau und hält dieses bis zum Ballkontakt bei. Eine motorische Unruhe lässt sich anhand der unauffälligen „Jerk“-Werte verneinen.

Abschließende Beurteilung:
Insgesamt betrachtet handelt es sich bei diesem Probanden um einen geübten Golfspieler, der bereits einen soliden Puttschlag aufweist. Die Schlaganalyse lässt keine groben motorischen Defizite wie extreme Schwankungen in der Geschwindigkeit oder Beschleunigung erkennen, wobei aber dennoch ein Verbesserungsbedarf ablesbar ist.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Sein größtes Defizit liegt in der ausgedehnten Schwungdauer, die mit einer zu langen Bewegungsspur einhergeht. Diese Variablen führen dann in synergistischer Weise zur objektivierten „Unsicherheit“, den Ball zielgerecht zu manövrieren; die Rotation des Schlägerkopfes exazerbiert das Problem weiter. Insgesamt überzeugen die dynamischen Parameter auf einem ausgewogenen Niveau.

5. Messparameter

Nachdem im vorangegangen Kapitel bereits einige Bewegungsparameter exemplarisch angesprochen und diskutiert worden sind, erfolgt an dieser Stelle eine komplettierende Zusammenstellung der für den Puttschlag relevanten Basismessparameter.
Zur groben Unterteilung können die Daten in schlagtechnische (1.- 6.) und dynamische (7.-10.) Parameter differenziert werden. Beginnend mit den schlagtechnischen Bewegungsaspekten werden im Folgenden die verwendeten Termini definiert und operationalisiert.

1. „Länge“

Def.: Räumliche Ausprägung des Puttschlages, gemessen in mm.
Ermittelt wurde die Strecke vom Ende des Rückschwunges bis zum Ende des Vorschwunges. Ebenfalls können Differenzierungen in isolierte Rück- und Vorschwunglänge getroffen werden.

2. „Bewegungsspur“

Def.: Optische Beurteilung der Schlägerführung.
Beurteilung vertikaler sowie horizontaler Bewegungen innerhalb der graphischen Reports. Potentielle Unregelmäßigkeiten und Abweichungen von der Idealschwungbahn sind detektierbar (z.B. Schleifenbildungen, sog. „loop“ - Tendenzen).

3. „Direction“

Def.: Schlagrichtung zum Zeitpunkt des Treffmomentes, gemessen in Grad, wobei die Ziellinie (90° = „square“) als Bezugspunkt dient. Die Direktion bestimmt neben Rotation bzw. Schlagflächenstellung im Treffmoment zu ca. 20% den resultierenden Ballverlauf.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

4. „Ausrichtung in der Ansprechposition“

Def.: Stellung der Schlagfläche in der Startposition in Relation zur Ziellinie. Auch hier gilt die null Grad Ausrichtung (90° Winkel des Schlägerblattes) zur Ziellinie als Referenz.

5. „Schlagflächenstellung im Treffmoment“

Def.: Ausrichtung des Schlägerblattes im Moment des Ballkontaktes, gemessen in Grad. Die Variable bestimmt zu ca. 80% den anschließenden Ballverlauf. Eine „square“ Stellung entspräche einem Winkel von 90° zur Ziellinie.

6. „Rotation“

Def.: Winkelveränderungen des Schlägerblattes während des Schwunges, angegeben in Grad. Ausgangspunkt ist die Stellung in der Ansprechposition mit Bezug zur Ziellinie.

7. „Dauer“

Def.: Zeitliche Dimension des Schlages, ausgedrückt in Sekunden.

Hierbei wurde die Zeit vom „take away“, also die Bewegung des Schlägerkopfes aus der Ansprechposition vom Ball weg nach hinten bis zum Ende des Vorschwunges ermittelt.

8. „Timing“

Def.: Ermittlung des relativen Treffzeitpunktes innerhalb des Vorschwunges, Quotient aus Treffzeitpunkt und Gesamtdauer.

9. „Geschwindigkeit“

Def.: Erste Ableitung der Basisdaten (vgl. Kapitel B 4.1.) als dynamischer Parameter des Handgelenkes und Schlägerkopfes, gemessen in maximaler Ausprägung in mm/s.

10. „Beschleunigung“

Def.: Zweite Ableitung der Basisdaten. Erfassung maximaler Beschleunigungswerte des Handgelenks und Schlägerkopfes, angegeben in mm/s^2.

11. „Jerk“

Def.: Erste Ableitung der Beschleunigung. Maß für die „Glätte“ der Beschleunigung. Sensitiver Parameter zur Detektion einer Bewegungsstörung. Maßeinheit mm/s^3.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die oben aufgeführten Parameter dienen als „Gerüst“, um eine Einschätzung der Puttgüte zu ermöglichen. Sie liefern ausreichend Informationen, um in Form von graphischen Reports die Puttbewegung optisch aufzuarbeiten und sie mit Zahlen zu objektivieren.

Als Grundlage für die Reports dienten 35 Parameter, die als fixe Messpunkte des Schwunges in der Software programmiert wurden. Sie werden im Folgenden tabellarisch aufgelistet und sind der spätere Bezugspunkt für die statistische Diskussion.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

6. Variablentabelle

Die nachstehende Tabelle listet in Form von Abkürzungen und deren inhaltlichen Kriterien die Bewegungsvariablen auf. Sie werden im anschließenden Kapitel in chronologischer Reihenfolge statistisch ausgewertet.

Abkürzung	Analysekriterium
1.dauer	Gesamtdauer des Vorschwunges
2.ttrend	Zeit vom Treffmoment bis Ende
3.ttref	Zeit bis Treffzeitpunkt
4.trfsym	Zeitliche Treffsymmetrie des Schlages
5.vsym	Symmetrie des Geschwindigkeitsprofils
6.tvmax	Zeitpunkt maximaler Geschwindigkeit
7.trvmax	Zeit vom Treffpunkt bis zur maximalen Geschwindigkeit
8.tamax	Zeitpunkt maximaler Beschleunigung
9.tamin	Zeitpunkt maximalen Abbremsens
10.xstart	Rückschwunglänge
11.sges	Gesamtlänge des Schlages
12.v1max	Maximale Schlägerkopfgeschwindigkeit
13.v1tref	Geschwindigkeit im Treffmoment
14.a1max	Maximale Beschleunigung des Schlägerkopfes
15.a1tref	Beschleunigung im Treffmoment
16.a1rele	Beschleunigung im Release
17.a1min	Maximales Abbremsen des Schlägerkopfes
18.v3max	Maximale Handgelenksgeschwindigkeit
19.v3tref	Geschwindigkeit des Handgelenks (HG) im Treffmoment
20.a3max	Maximale Beschleunigung des HG
21.a3tref	Beschleunigung des HG im Treffmoment
22.a3rele	Beschleunigung des HG im Release
23.a3min	Maximales Abbremsen des HG
24.a3rang	Beschleunigungs-Range des HG
25.j1betr	„Jerk“ Betrag des Schlägerkopfes
26.j3rang	„Jerk“ Range des HG
27.j3betr	„Jerk“ Betrag des HG
28.wstart	Schlägerausrichtung zu Beginn des Vorschwunges (Winkel)
29.wend	Schlägerausrichtung am Ende (Winkel)
30.wtreff	Effektiver Schlagwinkel am Ball; Summe aus „face“ (34) und „direction“ (35)
31.wtotrf	Rotationswinkel bis zum Treffmoment
32.wtoend	Rotationswinkel bis zum Ende
33.wges	Gesamtrotation Schläger (Winkel) im Vorschwunges
34.direction	Richtung der Schwungbahn im Treffmoment
35.face	Schlägerblattstellung im Treffmoment (Winkel)

Abb. 12: Tabellarische Übersicht über alle Bewegungsparameter

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

C. Datenanalyse

Die gewonnen Daten sind nun hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Relevanz für den Puttschlag gesichtet und in Relation zu den einzelnen Spielstärken (Handicap-Klassen) untersucht worden. Dazu wurde das Probandenkollektiv, bestehend aus 133 Amateurgolfern und 27 Profigolfern, in 4 Gruppen aufgeteilt. Die Einteilung orientierte sich hierbei an den üblichen Spielklassen, nach denen bei Amateurturnieren verfahren wird.
Die Daten aus allen Messreihen wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS 12.0 (Statistical Program for Social Sciences) verarbeitet. Hierbei wurden die Daten der einzelnen Puttschläge im ersten Schritt pro Person zum Mittelwert aggregiert und die dazugehörige Standardabweichung (Std.-Abw.) errechnet.

Hierzu wurden folgende Formeln verwendet:

Mittelwert:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$$

Standardabweichung:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(x_i - \bar{x} \right)^2}{n}} .$$

In der Gruppenuntersuchung wurden dann die Datensätze der Spieler routinemäßig nach Mittelwert, Spannweite und gemittelter Standardabweichung statistisch zusammengefasst.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Gruppen Nr.	Status	Spielniveau	HcP-Einteilung	Anzahl 160	In Prozent
-2,00	Profis	sehr hoch	0	27	16,8%
1,00	Amateure	hoch	1 - 12	28	17,5%
2,00	Amateure	mittel	13 – 24	82	51,2%
3,00	Amateure	niedrig	25 – 36	23	14,3%

Abb.13: Tabellarische Übersicht über das Probandenkollektiv

Nach der systematischen Untersuchung aller 35 Parameter (vgl. Kapitel B.6) werden im Folgenden ausgewählte Kriterien diskutiert, die sich als trennscharf in der Klassen-unterteilung der Probanden erwiesen haben. Analog zur bisherigen Einteilung (vgl. Kapitel B.4.2.) wird wiederum eine Gruppierung in schlagtechnische und dynamische Faktoren vorgenommen. In den Kapitelüberschriften werden zur besseren Orientierung jeweils auch die statistischen Abkürzungen und deren Nummer aus der Übersichtstabelle (vgl. Abb.12) angegeben.

1. Schlagtechnische Parameter

1.1. Gesamt- und Rückschwunglänge [sges (11); xstart (10)]

Wir beginnen die Diskussion der statistischen Werte mit dem Bewegungsparameter Gesamtlänge des Vorschwunges („sges“). Hierzu wurden die einzelnen Handicap-Gruppen tabellarisch gegenübergestellt (Abb.14.), wobei in der ersten Spalte die einzelnen Handicap-Gruppen aufgeführt sind. In der zweiten Spalte finden sich die statistischen Maßeinheiten Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung des jeweils untersuchten Parameters sowie in der letzten Spalte die errechneten Werte.

Die aggregierten Daten belegen an dieser Stelle eine Beobachtung, die bereits während der Auswertung graphischer Reports im Zuge der Messreihen aufgefallen war: Die besten Spieler weisen den kürzesten Schlagweg auf. Zwar scheint sich kein eindeutiges Verhältnis der Spielklassen zur Länge des Gesamtschwunges abzuzeichnen, dennoch kann davon ausgegangen werden, dass für einen professionellen Puttschlag ein kurzer Bewegungspfad von Vorteil zu sein scheint.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Gesamtlänge in mm
Profis -2	Mittelwert	673,36
	Spannweite	420,73
	Std.-Abw.	29,03
Amateure 1	Mittelwert	839,27
	Spannweite	604,20
	Std.-Abw.	59,47
Amateure 2	Mittelwert	760,92
	Spannweite	933,12
	Std.-Abw.	67,24
Amateure 3	Mittelwert	781,95
	Spannweite	560,94
	Std.-Abw.	66,92
Insgesamt	Mittelwert	762,88
	Spannweite	933,12
	Std.-Abw.	59,39

Abb.14: Gesamtlänge; Mittelwert, Spannweite sowie Standardabweichung

Noch eindrücklicher als der Vergleich der Durchschnittswerte ist die Betrachtung der Rangewerte (Spannweite) innerhalb dieses kinematischen Gesichtspunktes. In der Untersuchung der Schlaglänge zeigen die Profis mit teilweise prominentem Abstand die geringsten Rangewerte (420 mm zu z.B. 933 mm in der Amateurklasse 2). Die geringen Rangewerte sowie die auffallend niedrige Standardabweichung können dahingehend interpretiert werden, dass es einerseits großen Konsens über die Wahl der Schlaglänge gibt (ausgedrückt im Rangewert), und sich die Profis andererseits gerade in der Reproduzierbarkeit dieser Länge von den Amateuren absetzen (ausgedrückt in der Standardabweichung).

Diese Tendenz der hohen Wiederholbarkeit wird auch bei weiteren relevanten Parametern in der folgenden Diskussion zu erkennen sein. Die graphische Aufarbeitung macht nochmals deutlich, dass ein kurzer Schlag der favorisierte „Gold-Standard“ zu sein scheint, wie er hier von den Profis demonstriert wird (vgl. Abb.15).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

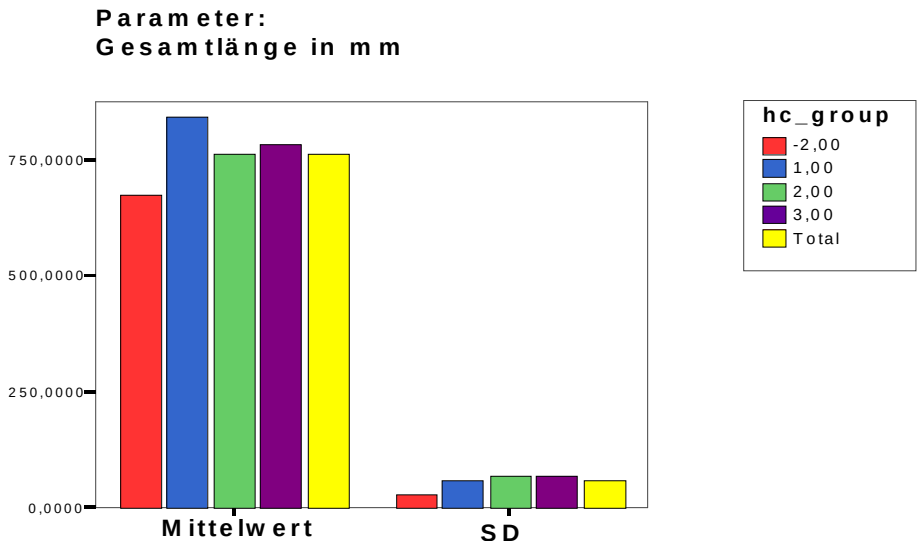


Abb.15: Balkendiagramm über Mittelwerte und Standardabweichung der Gesamtlänge; links die Profis (rot), die Amateur-Gruppen in der Reihenfolge der Spielstärke. Gruppe 1 (blau), Gruppe 2 (grün), Gruppe 3 (lila). Der letzte Balken zeigt den Wert für die Gesamtpopulation (gelb).

Eine ebenfalls aufschlussreiche Erkenntnis liefert die isolierte Betrachtung der Länge des Rückschwunges (vgl. Abb.16). Diese Länge in Relation zur Gesamtstrecke zu setzen ist ein wichtiges Instrument, um einen guten Spieler zu detektieren. Dieses Verhältnis ist bereits beim „Timing“ Aspekt anhand der graphischen Beispielreports (Seite 28 ff) angesprochen worden und wird an späterer Stelle (Seite 54 f) weiter erörtert.

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Rückschwunglänge in mm
Profis -2	Mittelwert	172,98
	Spannweite	218,01
	Std.-Abw.	11,04
Amateure 1	Mittelwert	266,10
	Spannweite	297,35
	Std.-Abw.	22,45
Amateure 2	Mittelwert	274,61
	Spannweite	552,83
	Std.-Abw.	28,02
Amateure 3	Mittelwert	302,93
	Spannweite	313,50
	Std.-Abw.	26,15
Insgesamt	Mittelwert	260, 04
	Spannweite	552,83
	Std.-Abw.	23,91

Abb.16: Rückschwunglängen; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Der Report macht deutlich, wie sich die Längen der Rückschwungbewegungen innerhalb der Population nach Spielstärke verändern. Die Profis weisen in unseren Untersuchungen den kürzesten Rückschwung auf, was in Folge zu einer günstigen Beschleunigungssituation im anschließenden Vorschwung führt. Ein zu weit ausladender Rückschwung kann unter Umständen eine zu hohe Schlägerkopfgeschwindigkeit generieren und damit den Spieler zu einem unerwünschten Bremsen vor dem Ballkontakt zwingen. Wie sich an späterer Stelle zeigen wird, wäre dieses Bewegungsmuster als motorisch eher ungünstig einzustufen (vgl. Seite 59 ff). Mit 172 mm Rückschwung halten die Profis deutlichen Abstand von den übrigen Amateurgruppen, bei denen die Rückschwungslänge mit der Spielstärke abnimmt (vgl. Abb.17).

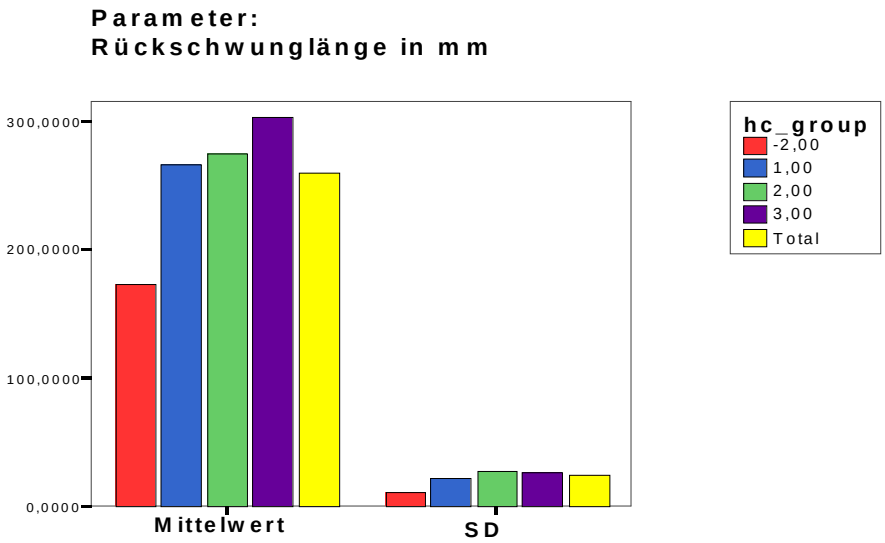


Abb.17: Balkendiagramm über Rückschwunglänge; farbliche Einteilung wie in Abb. 15

1.2. Schlagrichtung [direction (34)]

Nach diesen Grundlagen der Bewegungsführung soll im Folgenden dem Geschehen im „Treffmoment“ Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Parameter im Treffmoment bestimmen in herausragender Position unmittelbar über den Erfolg eines Puttschlages. Hierbei kommt neben der Schlagflächenstellung („face“ vgl. Kapitel C 1.3.) vor allem die Bewegungsrichtung des Puttschlages im Moment des Treffens zum Tragen („direction“).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Schlagrichtung („direction“) gibt an, ob der Spieler den Putter im Treffmoment „square“ (0°), also im rechten Winkel zur Ziellinie führt oder aber nach links oder rechts abweicht. Die nachfolgende Abb.18 zeigt die Messwerte der Schlagrichtung. Sie haben die „square“ Ziellinie im Treffmoment als Referenzbezug, wobei jegliche Abweichung nach links mit einem „–„ als Vorzeichen versehen ist, eine entgegengesetzte Schlagführung nach rechts vom Ziel im positiven Wert repräsentiert ist.

Gruppe HcP	Statistischer Maß	Schlagrichtung in Grad (°)
Profis - 2	Mittelwert	-2,22
	Spannweite	14,27
	Std.-Abw.	1,02
Amateure 1	Mittelwert	-0,99
	Spannweite	15,29
	Std.-Abw.	2,23
Amateure 2	Mittelwert	-1,11
	Spannweite	14,60
	Std.-Abw.	1,78
Amateure 3	Mittelwert	0,30
	Spannweite	14,16
	Std.-Abw.	1,63
Insgesamt	Mittelwert	-1,07
	Spannweite	17,53
	Std.-Abw.	1,71

Abb.18: Schlagrichtung; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

Die Werte eröffnen eine erstaunliche Bilanz. Anscheinend führen die meisten Profispieler den Schläger auf einem leichten „out to in“ Weg zum Zeitpunkt des Ballkontaktes, d.h., dass die Spieler im Treffmoment den Schläger auf einem Weg von rechts nach links in Bezug zur Ziellinie führen. Dies ist aus dem Wert -2,2° zu schließen. Die geringe Standardabweichung untermauert diese Beobachtung einer offensichtlich bewusst gewählten Strategie. Allerdings sind diese Werte stets in Zusammenhang mit der Schlägerblattstellung im Treffmoment („face“ vgl. Kapitel 1.3.) zu betrachten. Nur durch die synergistische Wirkung beider Parameter kann eine verlässliche Aussage über den tatsächlichen Ballverlauf getroffen werden.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

1.3. Schlagflächenstellung im Treffmoment [face (35)]

Die Schlagflächenstellung im Treffmoment bestimmt zu 80% den anschließenden Ballverlauf (Pelz 2000). Aus diesem Grund ist eine „square“, also auf das Ziel hin 90° ausgerichtete Schlagflächenstellung das anzustrebende Ziel.

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Schlägerflächenstellung in Grad (°)
Profis -2	Mittelwert	92,69
	Spannweite	15,02
	Std.-Abw.	0,94
Amateure 1	Mittelwert	92,14
	Spannweite	12,84
	Std.-Abw.	2,16
Amateure 2	Mittelwert	90,62
	Spannweite	20,52
	Std.-Abw.	1,92
Amateure 3	Mittelwert	89,20
	Spannweite	12,98
	Std.-Abw.	1,65
Insgesamt	Mittelwert	91,03
	Spannweite	24,86
	Std.-Abw.	1,75

Abb.20: Schlagflächenstellung im Treffmoment; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

Wie die Tabelle (vgl. Abb.20) zeigt, treffen die Profis den Ball mit der am weitesten geöffneten Schlagfläche (92.69°), wobei die geringe Standardabweichung von 0.94°, einen gewollten Effekt vermuten lässt. In isolierter Betrachtung würde eine solche Öffnung des Schlägerblattes den Ball rechts am Ziel vorbeirollen lassen. In ergänzender Betrachtung der Schlagrichtung im Treffmoment (-2.22°) wird dieser Effekt offensichtlich hierdurch kompensiert. Der knappen 2° Öffnung des Schlagblattes ist eine 2° geschlossene Schlagrichtung im Treffmoment offensichtlich entgegengesetzt (vgl. Abb.18), um in der Summe einen geraden Ballverlauf zu erreichen.

Der effektive Winkel im Treffmoment wird somit bestimmt durch:

Effektiver Winkel („wtreff“) = Schlägerflächenstellung („face“) + Direktion („direction“)

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

In Abb.21 sind die Daten zum ermittelten Treffmomentwinkel aufgeführt.

Gruppe HcP	Effektiver Winkel in Grad (°)
Profis –2	0,46
Amateure 1	1,15
Amateure 2	-0,49
Amateure 3	-0,49
Insgesamt	-0,04

Abb.21: Effektiver Treffmomentwinkel; Mittelwert

Die Analyse der Tabelle zeigt, dass die Profis einen „effektiven Treffmomentwinkel“ von nur knapp einem halben Grad Öffnung (0,46°) aufweisen und somit den Ball beinahe ideal zur Ziellinie laufen lassen. Erstaunlicherweise beträgt der effektive Winkel innerhalb der besten Amateurgruppe mehr als 1° Öffnung (1,15°) während die Gruppen 2 und 3 einen zunehmend negativen Winkel aufweisen, was im Ergebnis einen Balllauf nach links vom Ziel nach sich zieht.

1.4. Rotation [wtreff (30), wtotrf (31), wtoend (32), wges (33)]

Die Rotation ist ein weiterer konstituierender Teil des Puttschlages. So werden z. B. die effektiven Winkel im Treffmoment maßgeblich durch das Rotationsverhalten der Spieler bestimmt. Die Rotation stellt sich automatisch ein, sobald der Spieler den Versuch unternimmt, den Schläger aus der Ansprechposition nach hinten zu führen. Da der Spieler dabei nicht horizontal über den Ball gebeugt ist, sondern nur eine physiologisch leichte Flexion im Becken einnimmt, wird bei einer Schulter - Kippbewegung der Schläger nicht nur auf einer gedachten Geraden zur Seite, sondern auch in einer Rotation um die Wirbelsäule nach hinten geführt. Durch diese Ausholbewegung im Rückschwung fließt weiterhin eine vertikale Dimension der Rotation in den Schlag mit ein. Darüber hinaus kann die Rotation auch durch willentliche Aktion in Form einer Handgelenksbewegung herbeigeführt werden.

Im Folgenden wird an einem Beispiel das Zusammenspiel der verschiedenen Rotationssysteme in einem graphischen Report illustriert. Zunächst ist die Darstellung des Rotationsverhaltens im Schlägerkopf eines professionellen Spielers aufgetragen (vgl. Abb.22).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

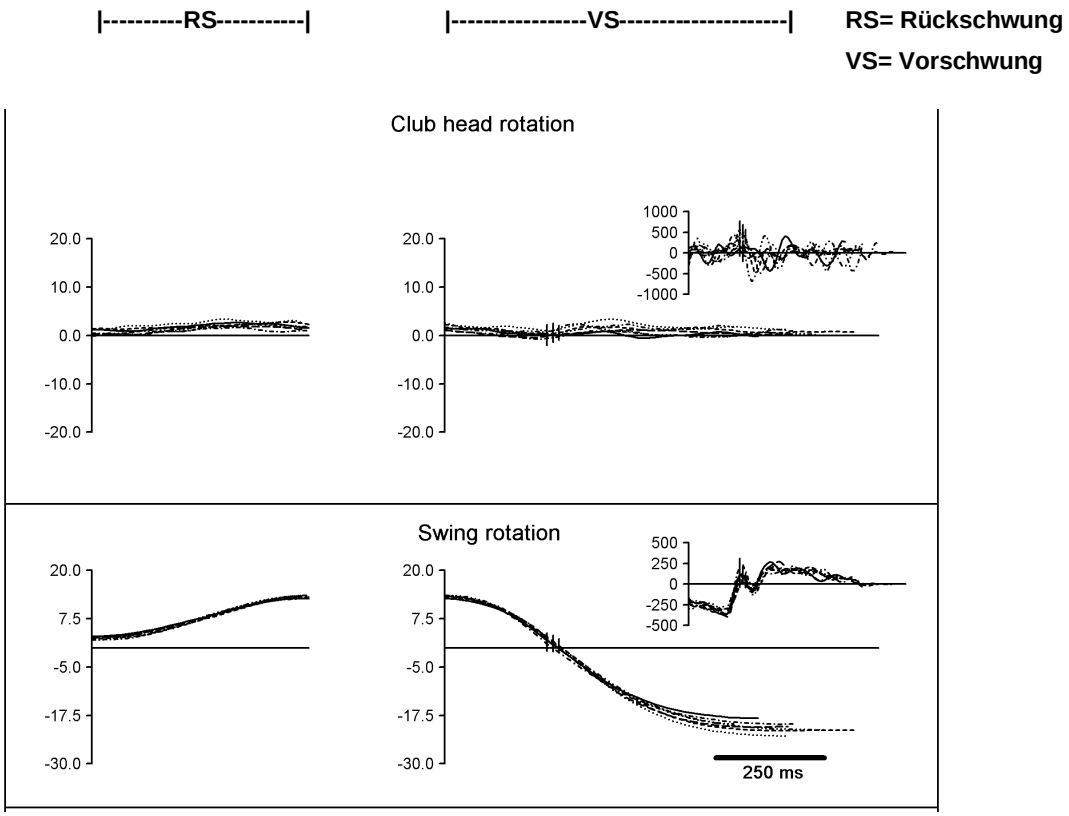


Abb.22: Graphischer Report über Schlägerkopfrotation; Profi 1
Im oberen Abschnitt findet sich die Abbildung der Schlägerkopfrotation („Club head rotation“) des Rückschwunges (links) und Vorschwunges (rechts). Im unteren Abschnitt ist die vertikale Bewegung („Swing rotation“) des Schlägerkopfes während des Rückschwunges (links) und Vorschwung (rechts) aufgetragen. Die kleineren Graphiken an der rechten oberen Seite stellen die 2. Ableitung der Rotation dar und sind ein Anhaltspunkt für die „ Glätte“ der Rotationsbewegung.

Eine Betrachtung des Kurvenverlaufes im oberen Bereich eröffnet, dass am Schlägerkopf nahezu keine Rotation messbar ist. Der Spieler unterdrückt offensichtlich eine, sich durch die Ausholbewegung einstellende physiologische Rotation. Eine derartige Fixierung auf das konstante „square“-Halten des Schlägerkopfes erfordert ein hohes Maß an Konzentration und Wiederholungsgenauigkeit der Bewegung und ist unter Umständen anfällig für Störungen unter Drucksituationen, da diese Strategie dem natürlichen Bewegungsmuster widerspricht.

Der untere Bereich der Abb.22 mit dem Titel „Swing Rotation“ bezieht sich auf die Rotation um die vertikale Achse. Sie ermöglicht bei perfektem Handling eine optimale Ausnutzung des „lofts“ (Schrägstellung des Schlägerblattes) des Schlägers. Wenn der Spieler im Treff-moment nicht exakt zur horizontalen Achse zurückkehrt, verändert sich der Wert in Form von „add-loft“ oder „de-loft“, was in einem modifizierten Rollverhalten des Balles resultieren kann.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Durch die Loftveränderung werden dem Ball veränderte „Spin“ Eigenschaften verliehen. Um die oben dargestellte Bewegung von anderen Rotationsstrategien abzugrenzen, ist in der nachfolgenden Graphik (vgl. Abb.23) ein alternatives Rotationsmuster aufgetragen. Dieser zweite Spieler aus der Gruppe der Profis arbeitet offensichtlich der Körperrotation nicht so vehement entgegen. Er lässt mehr natürliche Schlägerkopfrotation zu. Zu erkennen ist dies an einer Zunahme der Rotation im Rückschwung sowie einer gleichmäßigen Bewegung durch den Treffmoment (Schnittpunkt mit X-Achse) mit konsequenter Veränderung des Schlägerblattes durch den Schwung hinweg. Am Ende der Puttbewegung hat sich dem natürlichen Verlauf der Bewegung folgend das Schlägerblatt geschlossen. Die „Swing rotation“ verläuft ähnlich wie im vorher gewählten Beispiel.

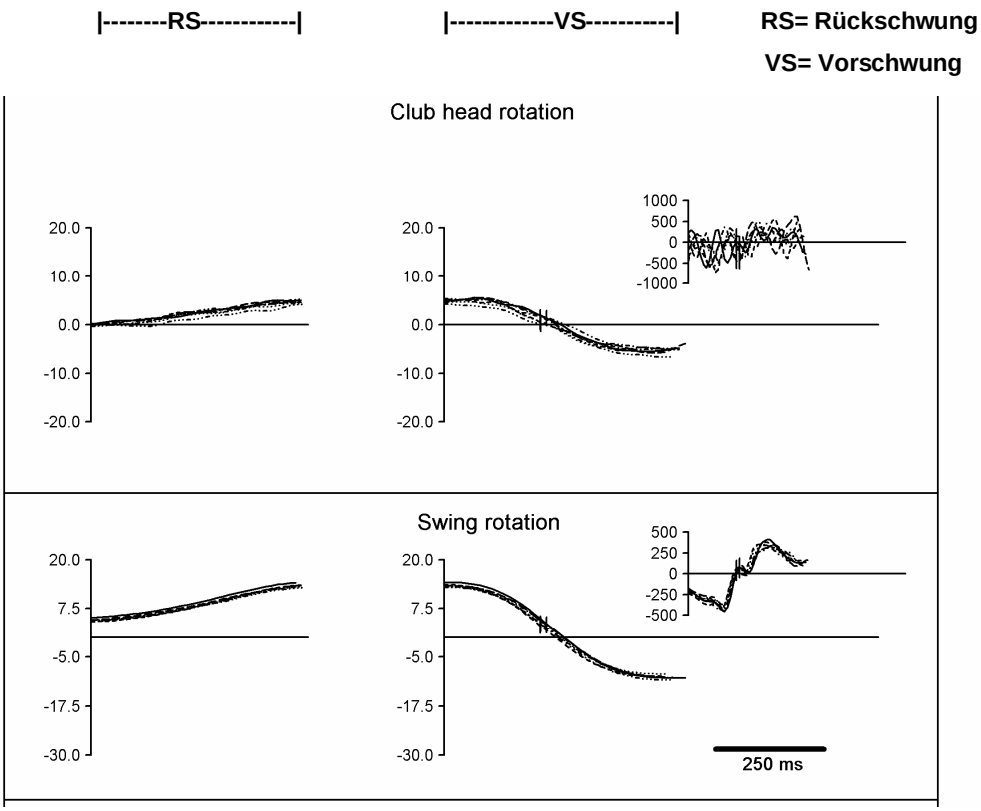


Abb.23: Graphischer Report über Schlägerkopfrotation und vertikaler Bewegung; Profi 2

Ebenfalls beispielhaft werden im Folgenden zwei Amateurspieler aus der mittleren und unteren Leistungsklasse herangezogen, anhand derer die Unterschiede im Rotationsverhalten deutlich herausgearbeitet werden können (vgl. Abb.24 und Abb.25).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Rotationsverläufe zeigen zwei differente Abweichungen vom Ideal: Während die Rotation des Schlägerblattes in der Abb. 24 bereits im Rückschwung erhebliche „Unruhe“ erkennen lässt, die sich in den Treffmoment überträgt, zeigt Abb.25 eine etwas gleichmäßigere Rotationsbewegung durch den Ball. Doch auch hier sind auffällige Unregelmäßigkeiten zu erkennen.

|-----RS----| **|----------VS----------|**

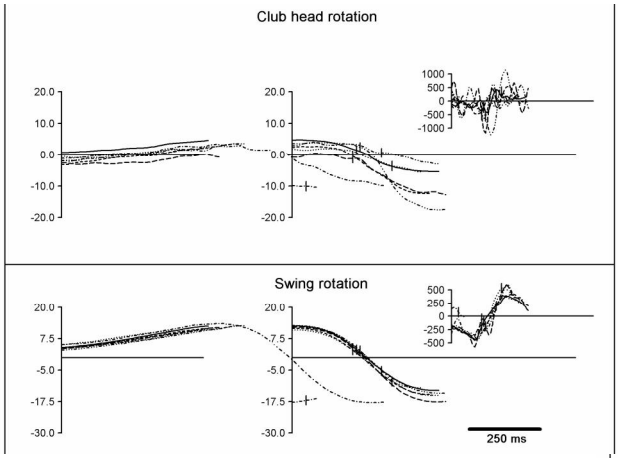


Abb.24: Graphischer Report über Schlägerrotation und vertikale Rotation, Amateur 1

|-----RS----| **|----------VS----------|**

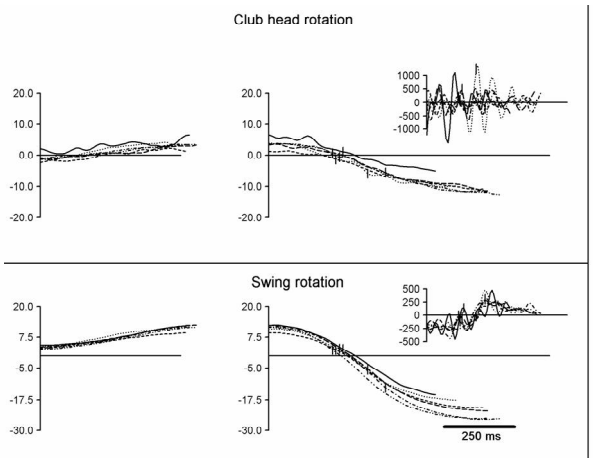


Abb.25: Graphischer Report über Schlägerrotation und vertikale Rotation, Amateur 2

Die Unterschiede zu den professionellen Spielern fallen unmittelbar ins Auge:

1. Die Schlägerkopfrotation lässt die großen Leistungsunterschiede der betrachteten Spieler besonders deutlich werden. Die Rotationsverlaufskurven zeigen eine massive Unruhe in der Schlägerführung. Die Bewegungskurven haben unterschiedliche Verläufe. Eine Reproduzierbarkeit der Bewegung ist offensichtlich nicht möglich gewesen.
2. Die Rotation um die vertikale Körperachse hingegen ist bei beiden Spielern weitgehend konstant, wobei der Amateur 2 (rechte Graphik) auffälligere Streuungen vermehrt am Ende der Bewegung erkennen lässt. Im Vergleich zu den Spitzenspielern ist das hohe Maß der Reproduzierbarkeit der Bewegung hier zu vermissen.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Diese Betrachtungen lassen den Schluss zu, dass eine ausgereifte und erfolgssichere Puttstrategie stets das Interesse verfolgen sollte, die Schlägerkopfrotation in einer kleinen Amplitude ausfallen zu lassen und so eine konstante Wiederholbarkeit der Bewegung zu garantieren. Das Bemühen um eine im Endeffekt geringe Rotation des Schlägerkopfes scheint eine erfolgversprechende Maxime zu sein.

Die kategorische Verneinung jeglicher Schlägerkopfrotation scheint jedoch ein unnötiges Postulat, da hierbei einem natürlichen, flüssigen Bewegungsmuster entgegengearbeitet werden müsste, was wiederum nur mit einem sehr hohen Maß an bewusster muskulärer Kontrolle zu erreichen wäre. Diese bewusste Kontrolle sollte aber gerade nicht bei einer automatisierten Bewegungsausführung im Vordergrund stehen (vgl. Kapitel E).

Dass die Spitzenspieler grundsätzlich die Devise der knappen Rotationsamplitude verfolgen, macht die statistische Sichtung der Daten deutlich (vgl. Abb.26). Hier werden die großen Klassenunterschiede transparent.

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Rotation in Grad (°) vor Treffmoment	Rotation in Grad (°) nach Treffmoment	Gesamtrotation in Grad (°)
Profis -2	Mittelwert	3,04	4,41	7,45
	Spannweite	11,01	16,82	23,73
	Std.-Abw.	0,56	1,01	1,05
Amateure 1	Mittelwert	4,27	11,18	15,46
	Spannweite	12,31	32,12	38,26
	Std.-Abw.	1,27	3,38	3,14
Amateure 2	Mittelwert	5,98	13,61	19,59
	Spannweite	15,49	34,02	38,22
	Std.-Abw.	1,48	3,34	3,41
Amateure 3	Mittelwert	7,17	15,22	22,39
	Spannweite	12,06	19,73	31,79
	Std.-Abw.	1,53	3,29	3,49
Insgesamt	Mittelwert	5,36	11,87	17,22
	Spannweite	17,65	34,67	47,51
	Std.-Abw.	1,30	2,95	2,97

Abb.26: Rotationsverhalten; gemessen wurde die Rotation vor dem Treffmoment, die Rotation nach dem Treffmoment und die Gesamtrange der Rotation; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

Die Zahlen dokumentieren überdeutlich das geringe Rotationsverhalten der Profis. Am Beispiel der Gesamtrotation kann abgelesen werden, dass die Amateurgruppe 3 einen ca. dreifach höheren Wert im Vergleich zu den Profis aufweisen (Profis = 7,45° vs. Amateur 3 = 22,39°). Aufschlussreich ist auch die Gegenüberstellung der Rotation vor und nach dem Treffmoment (Spalte 3 und 4).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die professionellen Spieler weisen nur geringste Rotationsunterschiede (= 3,04° / 4,41°) auf, wobei für alle Amateurklassen die Rotationsaktivität nach dem Treffmoment deutlich gesteigert ist (4,27° / 11,18°; 5,98 / 13,61°; 7,17° / 15,22°). Offensichtlich setzen bessere Spieler die Strategie des Schlagens „durch“ den Ball in einer eher gleichmäßigen Bewegung um. In der nachfolgenden Graphik (vgl. Abb.27) wird anhand des statistischen Instruments des „Boxplots“ nochmals deutlich, dass die Rotation des Schlägerblattes mit der Spielstärke der Golfer negativ korreliert. Die extrem enge Box des Boxplot in der Profi Gruppe zeigt, wie viele Spieler innerhalb der beiden mittleren Quartile liegen. Die Standardabweichungen in Abb.26 unterstreichen diese Beobachtung.

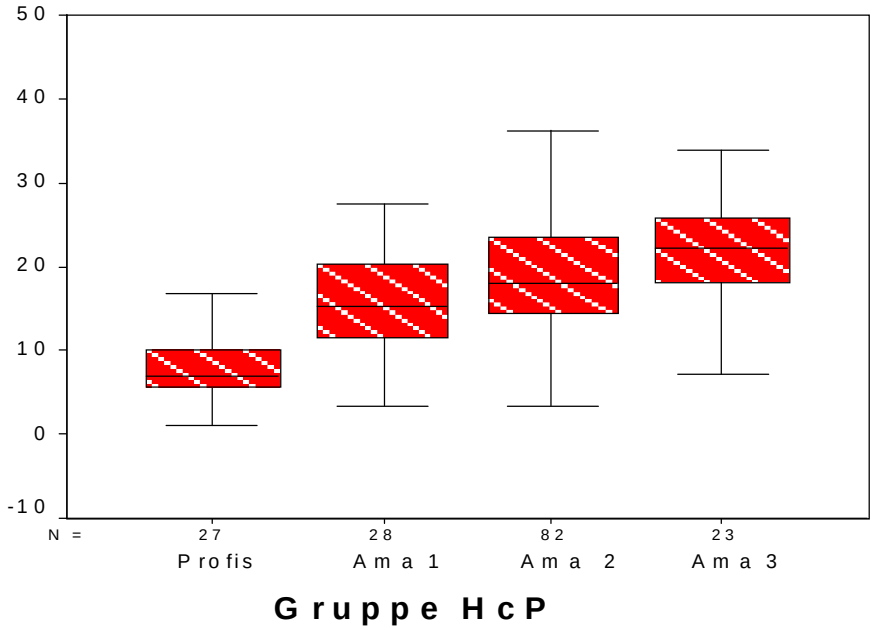


Abb.27: Boxplot-Verteilung über Gesamtrotation. Innerhalb der beiden mittleren Quartile (roter Bereich) liegen 50% der Probanden einer Gruppe.

2. Dynamische Parameter

Für den erfolgreichen Puttschlag ist der Zeitpunkt des Ballkontaktes ein wichtiges Kriterium. Im Treffmoment müssen viele Parameter aufeinander abgestimmt sein, um den Ball auf die richtige Bahn zu lenken, ihm die adäquate Geschwindigkeit zu verleihen und mit dem passenden „Spin“ starten zu lassen. Im Folgenden werden die im Treffmoment und Release (= Zeitpunkt, an dem der Ball nach der Impulsübertragung den Schlägerkopf verlässt)

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

relevanten Parameter besprochen, die sich auf Geschwindigkeit und Beschleunigung von Schlägerkopf und Handgelenk beziehen. Weiterhin sollen zunächst wichtige Aspekte des Timings und der Dauer des Schlages angesprochen werden.

2.1. Schlagdauer [dauer (1)]

Die Schlagdauer spiegelt wesentlich die intendierte motorische Strategie wieder. Während geringe Schlagdauerwerte für ein eher zügiges Durchgehen durch den Ball sprechen, reflektieren längere Zeiten wohl den Versuch der bewussten Schlagkontrolle. Diese Tendenz scheint sich in den Datensätzen wiederzuspiegeln (vgl. Abb.28). Die Profis weisen einen bewusst kurzen Schlag auf, der augenscheinlich auf ihrer Philosophie beruht, den Ball mit „Autorität“ zu schlagen. Als ebenfalls gering stellt sich die Schlagdauer unter den Amateuren dar, wobei innerhalb dieser Klassen eher von einem unreflektierten Schlag auf den Ball ausgegangen werden kann; sie halten den Schwung wohl kurz, aber nicht in Form einer kurzen Schwungbewegung „durch“ den Ball, sondern vielmehr in einer Art Schlagbewegung gegen den Ball. Hiervon zeugen unsere Beobachtungen sowie diverse graphischen Reports (vgl. Kapitel 2.5.).

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Gesamtdauer in ms
Profis -2	Mittelwert	808,40
	Spannweite	466,71
	Std.-Abw.	50,46
Amateur 1	Mittelwert	870,48
	Spannweite	519,00
	Std.-Abw.	63,66
Amateur 2	Mittelwert	805,16
	Spannweite	774,90
	Std.-Abw.	65,39
Amateur 3	Mittelwert	778,27
	Spannweite	475,60
	Std.-Abw.	54,93
Insgesamt	Mittelwert	813,27
	Spannweite	774,90
	Std.-Abw.	61,06

Abb.28: Gesamtdauer des Schlages; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

Die beste Amateurklasse (1) hingegen weist die längste Schlagdauer aus. Hier kann der Versuch der bewussten Schläger-Ball-Kontrolle angenommen werden. Diese Werte dürfen aber nicht isoliert betrachtet werden.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Sie sollten in Zusammenhang mit der Schlaglänge (vgl. Abb.14) analysiert werden. Bei gemeinsamer Interpretation kann bilanziert werden, dass die Profis einen kurzen Schlagerweg mit moderater Geschwindigkeit favorisieren. Die Amateure hingegen weisen eher längere Schwungwege aus, die aber mit einer z.T. kürzeren Gesamtdauer vergesellschaftet sind. Die geringste Standardabweichung in der Profigruppe unserer Stichprobe spiegelt erneut die Reife der motorischen Bewegung wider.

2.2. Treffzeitpunkt [ttreff (3)]

Wie oben bereits ausgeführt (vgl. Seite 30), ist der Treffzeitpunkt von enormer Relevanz für den Puttschlag. Ein erfahrungsgemäß favorisierter Moment liegt ungefähr nach der Absolvierung des ersten Zeitdrittels im Vorschwung. In diesem frühen Stadium der Bewegung mit frühzeitigem Ballkontakt sollte sich der Schläger noch in der Beschleunigungsphase befinden und so eine gute Führung bis zum Release ermöglichen.
Das nachfolgende Balkendiagramm (vgl. Abb.29) zeigt, dass wiederum die absoluten Werte aller HcP-Gruppen dicht beieinander liegen, lediglich die Profis erneut in beiden statistischen Kennzahlen den geringsten Wert liefern und sich somit von der restlichen Population distanzieren.

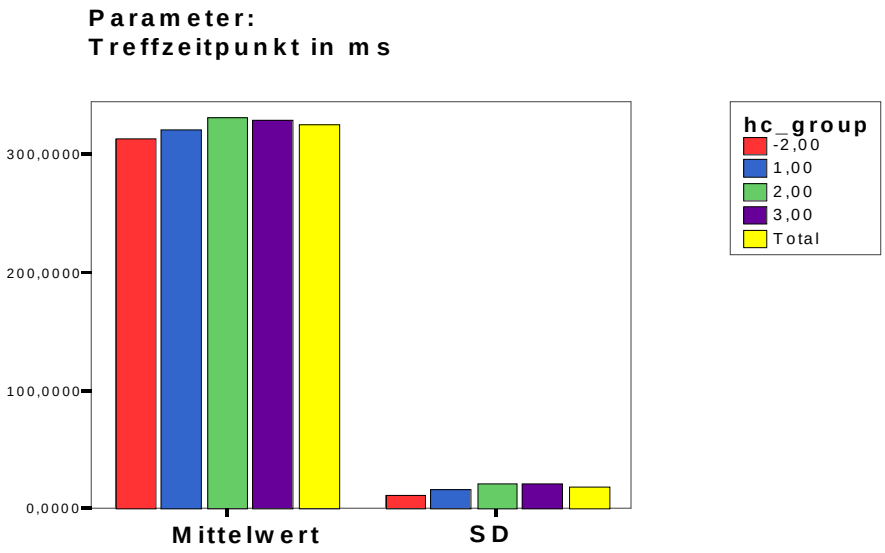


Abb.29: Balkendiagramm des Treffzeitpunktes, Mittelwert und Standardabweichung

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Treffzeitpunkt in ms	Gesamtdauer in ms
Profis –2	Mittelwert	313,23	808,40
	Spannweite	169,00	466,71
	Std.-Abw.	10,55	50,46
Amateure 1	Mittelwert	320,74	870,48
	Spannweite	201,71	519,00
	Std.-Abw.	16,06	63,66
Amateure 2	Mittelwert	330,68	805,16
	Spannweite	254,00	774,90
	Std.-Abw.	21,24	65,39
Amateure 3	Mittelwert	329,15	778,27
	Spannweite	235,57	475,60
	Std.-Abw.	20,84	54,93
Insgesamt	Mittelwert	325,78	813,27
	Spannweite	257,57	774,90
	Std.-Abw.	18,47	61,06

Abb.30: Treffzeitpunkt und Gesamtdauer; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

Der Treffzeitpunkt in ms ist stets im Verhältnis zur Gesamtschlagdauer zu bewerten. Die obige Tabelle (vgl. Abb.30) zeigt, dass die Profis im Durchschnitt ihren Ball nach ca. 313 ms treffen; auf die gesamte Dauer von 808 ms bezogen entspricht dies einem Treffzeitpunkt nach 38,7% der Gesamtzeit. Betrachtet man hingegen die HcP-Gruppe 3, so erreicht deren Schläger erst nach ca. 42,2 % der vergangenen Gesamtzeit den Ball.
Fazit: Bessere Spieler treffen früher.

2.3. Timing [treffsym (4)]

Das sogenannte „Timing“ ist ebenfalls ein aussagekräftiger und effizienter Parameter, um einen guten Puttschlag zu detektieren. Hierbei handelt es sich um das zeitliche Verhältnis zwischen Gesamtzeit des Vorschwunges und Treffzeitpunkt. Ein erfolgversprechendes Timing ist durch ein möglichst frühes Treffen des Balles gekennzeichnet, was sich in einem niedrigeren Wert ausdrückt. Die Treffsymmetrien der einzelnen HcP-Gruppen unterscheiden sich nicht markant voneinander. Tendenziell ist allerdings festzustellen, dass die besseren Spieler (HcP 1 und Profis) einen früheren Treffmoment favorisieren (0,39 bzw. 0,37 vs. 0,42). Führend hingegen ist erneut die Konstanz innerhalb der Profigruppe. So ist z.B. die Standardabweichung mit 0,024 im Vergleich zu der mittleren Amateurgruppe (0,036) um mehr als 60% geringer (vgl. Abb.31).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Treff Symmetrie
Profis -2	Mittelwert	0,39
	Spannweite	0,24
	Std.-Abw.	0,02
Amateure 1	Mittelwert	0,37
	Spannweite	0,20
	Std.-Abw.	0,03
Amateure 2	Mittelwert	0,42
	Spannweite	0,35
	Std.-Abw.	0,04
Amateure 3	Mittelwert	0,43
	Spannweite	0,26
	Std.-Abw.	0,03
Insgesamt	Mittelwert	0,41
	Spannweite	0,35
	Std.-Abw.	0,03

Abb.31: Treffsymmetrie; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

2.4. Geschwindigkeitstiming [vsym (5)]

Neben dem Trefftiming ist auch von Interesse, ob das Geschwindigkeitsmaximum (Vmax) vor, nach oder während des Treffmomentes erreicht wird. Unseren Erfahrungen zufolge ist es zur Kontrolle eines soliden Schlages von großer Bedeutung, den Ball nicht mit maximaler Schlägergeschwindigkeit zu treffen, sondern mit ansteigender Geschwindigkeit „durch den Ball zu gehen“.

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Vmax Symmetrie
Profis -2	Mittelwert	0,47
	Spannweite	0,28
	Std.-Abw.	0,04
Amateure 1	Mittelwert	0,48
	Spannweite	0,21
	Std.-Abw.	0,05
Amateure 2	Mittelwert	0,51
	Spannweite	0,31
	Std.-Abw.	0,05
Amateure 3	Mittelwert	0,51
	Spannweite	0,18
	Std.-Abw.	0,05
Insgesamt	Mittelwert	0,50
	Spannweite	0,35
	Std.-Abw.	0,05

Abb.32: Vmax Symmetrie; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Dies entspräche einem Symmetriewert von maximaler Geschwindigkeit (Vsym), der kurz nach dem Treffmoment läge. Die tabellarische Übersicht zeigt, dass die Probanden tendenziell eine Vmax Symmetrie aufweisen, die zeitlich hinter dem Treffmoment liegt (vsym Insgesamt = 0,5 vs. ttreffsym insgesamt = 0,41 (siehe Abb.31 + 32)). Eine auffällige Beobachtung zwischen den HcP-Gruppen ist, dass ausgehend von den Profis, die Vmax Symmetrie immer weiter zur Mitte hin verlegt wird und sich in den beiden leistungsschwächsten Gruppen sogar über den Zenit der Schwungbahn hinaus verlagert (vgl. 0,47 → 0,48 → 0,51 → 0,51). In der unten aufgeführten Graphik (vgl. Abb.33) sind Trefftiming und Geschwindigkeitstiming ins Verhältnis gesetzt. Die Häufung der Werte zeigt, dass die Probanden insgesamt den Treffmoment deutlich vor dem Punkt der maximalen Geschwindigkeit realisieren (Bereich oberhalb der roten Linie). Somit wird der Maxime des „durch“ den Ball Schlagens konsequent Rechnung getragen.

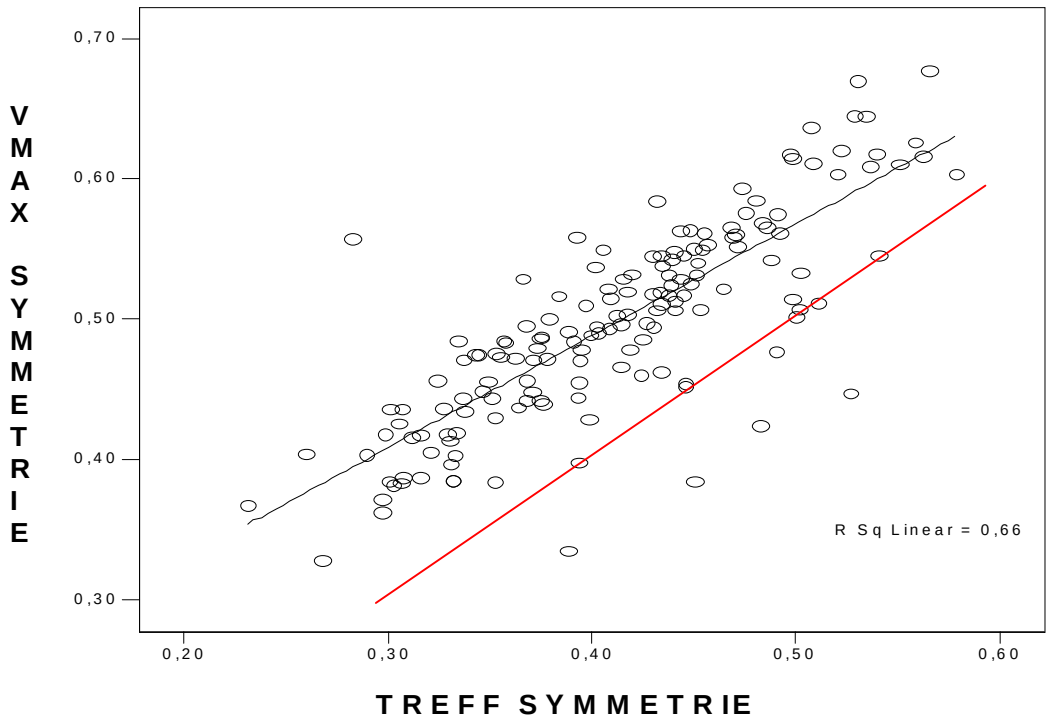


Abb.33: Scatterplot über Vmax Symmetrien und Treffsymmetrien mit Regressionsgerade. Der Bereich oberhalb der roten Linie repräsentiert die Wertepaare, deren Vmax Symmetrie zeitlich hinter der Treff-Symmetrie liegen.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

2.5. Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsverläufe [tamax (8)]

Im Folgenden werden die Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte eins ausgewählten Profispielers zur Illustration im graphischen Verlauf dargestellt, unterteilt nach Schläger- und Handgelenksableitung (vgl. Abb.34). Zum wiederholten Mal ergibt sich bei der Betrachtung der Profispieler ein einheitliches Bewegungsbild. Handgelenk und Schläger weisen sowohl für die Geschwindigkeit als auch für die Beschleunigung Kurvenverläufe mit höchsten Wiederholungswerten auf.

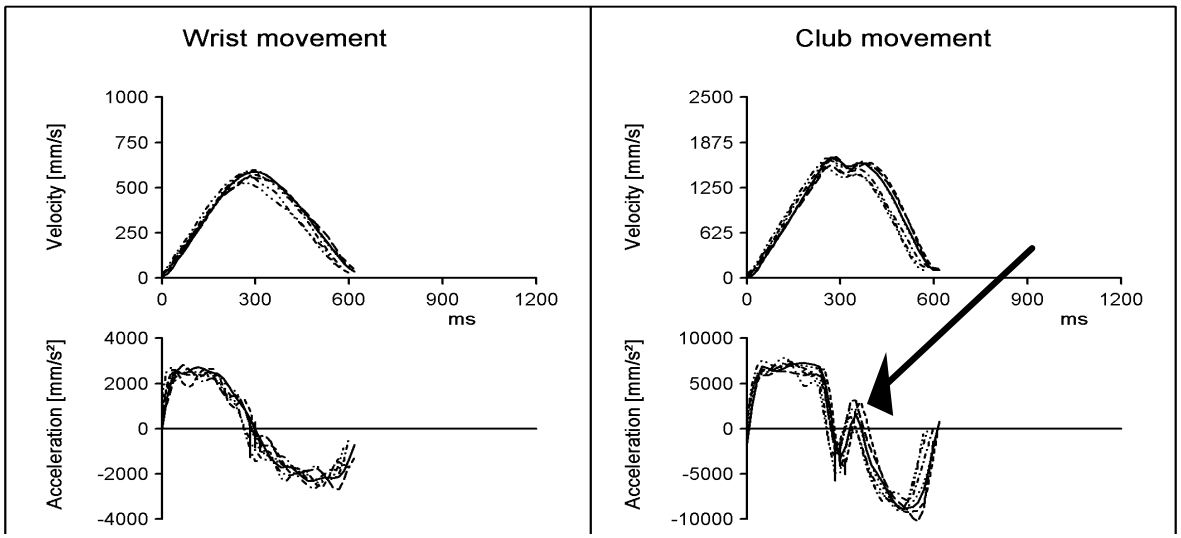


Abb.34: Graphischer Report über Geschwindigkeit („Velocity“) und Beschleunigungsverläufe („Acceleration“) / Profi. In der linken Spalte finden sich die Ableitung des Handgelenks und auf der rechten Seite die des Schlägerkopfes. Pfeil markiert den 2 Beschleunigungspeak nach dem Treffmoment.

An dieser Stelle soll auf die frühe „Plateau-Bildung“ im Graphen der Schlägerkopf-beschleunigung hingewiesen werden. Sie deutet an, dass der Profi mit konstanter Beschleunigung und somit konstant ansteigender Geschwindigkeit den Treffmoment erreicht. Diese kinematische Tendenz konnte bei allen guten Spielern herausgefiltert werden. Weiterhin ist festzuhalten, dass dieses kinematische Profil einem Muster des sog. „Swing Putts“ entspricht. Deutlich wird dies durch die nach dem Treffmoment verlängerte Beschleunigungsphase (Anstieg der Beschleunigungskurve nach Treffmoment (Pfeil)). Im Gegensatz hierzu imponiert der kurze sog. „Hit Putt“ mit einem veränderten Beschleunigungsmuster. In dieser Variante wird primär auf den Ball hin mit ansteigender Beschleunigung gearbeitet, die dann nach dem Ballkontakt drastisch abfällt. Das graphische Korrelat hierzu findet sich in der Abbildung 36 (Pfeil macht die aggressive Beschleunigung

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

und fehlende „Plateau“ Bildung deutlich).

Die tabellarische Übersicht über den gewählten Zeitpunkt maximaler Beschleunigung unterliegt der Beobachtung, dass die Profis um ein frühes Beschleunigungsmoment bemüht sind (vgl. Abb.35).

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Zeitpunkt max. Beschleunigung in ms
Profis -2	Mittelwert	201,81
	Std.-Abw.	62,87
Amateure 1	Mittelwert	235,67
	Std.-Abw.	55,26
Amateure 2	Mittelwert	212,69
	Std.-Abw.	75,21
Amateure 3	Mittelwert	213,05
	Std.-Abw.	62,85
Insgesamt	Mittelwert	214,93
	Std.-Abw.	68,56

Abb.35: Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung; Mittelwert und Standardabweichung

Die Profis wählen mit 201,8 ms einen frühen Beschleunigungszeitpunkt, um die Ausbildung eines Beschleunigungsplateaus noch vor dem Ballkontakt zu gewährleisten.

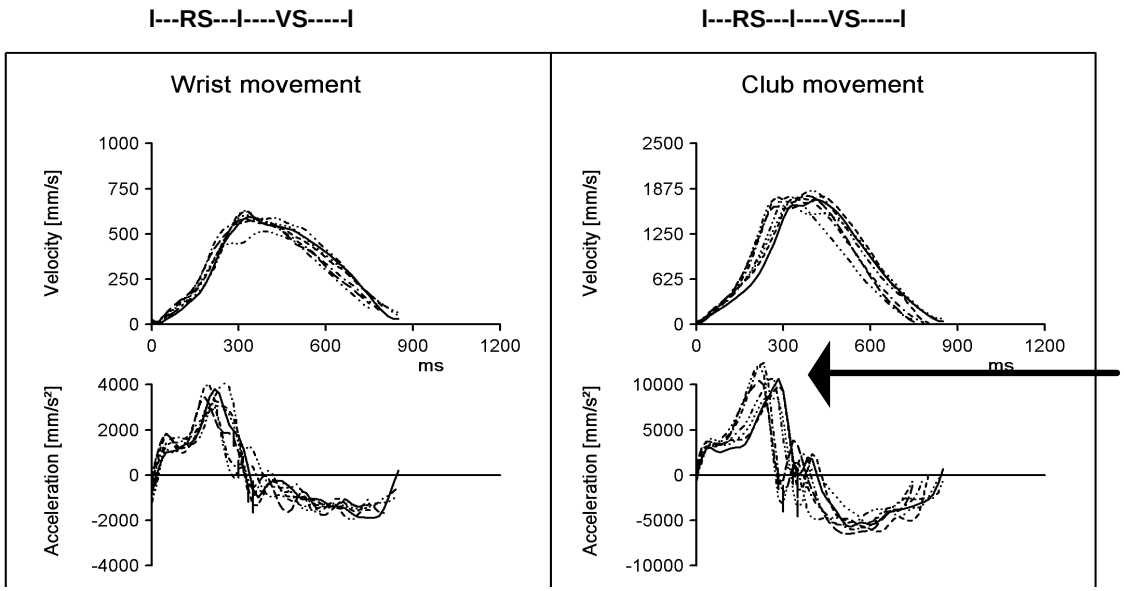


Abb.36: Graphischer Report über Geschwindigkeit und Beschleunigungsverläufe/ Amateur. Darstellung Handgelenk (links) und Schlägerkopf (rechts)

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Im Vergleich zur Abb.34 zeigt sich die graphische Darstellung des Amateurprofils typisch „unruhig“ (vgl. Abb.36). Hierbei handelt es sich um das erwähnte Muster eines kurzen „Hit Putts“. Dieser Amateur zeigt repräsentativ die kinematischen Schwächen einer noch nicht automatisierten Puttbewegung: Die Linien sind inkongruent und somit ist eine reproduzierbare Bewegung auszuschließen. Zudem beschleunigt der Spieler zum Treffmoment hin; dieser Tendenz steht die frühe „Plateau“-Bildung des Profis gegenüber und hat sich als eine inadäquate Strategie zur angemessenen Energieübertragung bei längeren, gefühlvollen Putts erwiesen. So kann geschlussfolgert werden, dass sich gerade in den dynamischen Parametern die kinematischen Charakteristika einer hochüberlernten, motorisch ausgereiften Bewegung zeigen.

2.6. Geschwindigkeit und Beschleunigung im Treffmoment sowie in Relation zu ihren Maximalwerten [v1max (12), v1treff (13), a1max (14), a1treff (15)]

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt besprochen (vgl. Seite 55), ist das Geschwindigkeitsmaximum des Schlages in der Regel einige Millisekunden nach dem Treffmoment zu beobachten. Dies resultiert aus einer durch den Ball anhaltenden Beschleunigung, die den Schläger inklusive Ball an Geschwindigkeit zunehmen lässt. Zur adäquaten Beurteilung der Geschwindigkeit und Beschleunigung im Treffmoment ist eine Gegenüberstellung mit den absoluten Maximalwerten angezeigt (vgl. Abb.37).

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Auftreff Geschwindigkeit in mm/s	Max. Geschwindigkeit Schläger in mm/s
Profis –2	Mittelwert	1474,16	1534,95
	Spannweite	266,05	512,46
	Std.-Abw.	41,74	72,43
Amateure 1	Mittelwert	1626,63	1784,98
	Spannweite	1439,96	1724,98
	Std.-Abw.	148,85	180,17
Amateure 2	Mittelwert	1595,35	1717,56
	Spannweite	1382,72	1989,87
	Std.-Abw.	119,49	180,17
Amateure 3	Mittelwert	1675,20	1818,31
	Spannweite	670,33	1305,99
	S Std.-Abw.	127,51	180,17
Insgesamt	Mittelwert	1591,85	1713,02
	Spannweite	1498,46	2297,15
	Std.-Abw.	112,66	153,99

Abb.37: Auftreffgeschwindigkeit und maximale Schlägergeschwindigkeit; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Wie die Auflistung erkennen lässt, schlagen die Profis mit der geringsten Schlägerkopf-geschwindigkeit auf den Ball (1474,16 mm/s); setzt man diesen Wert in Relation zur maximalen Schlägergeschwindigkeit (1534,95 mm/s) ist nachweisbar, dass sie im Treffmoment bereits 96% der maximal erreichten Geschwindigkeit entwickeln.
Im Vergleich zur Handicap Klasse 3 liegt die Auftreffgeschwindigkeit dort mit 1675 mm/s deutlich höher. Hierbei sind jedoch erst 92% der maximalen Schlägerkopfgeschwindigkeit erreicht; d.h. gute Spieler treffen den Ball mit geringerer Geschwindigkeit und kurz vor ihrem Geschwindigkeitshöhepunkt. Anzumerken ist allerdings, dass die Profis i.d.R. auf „schnelleren“ Grüns spielen und weniger Geschwindigkeit generieren müssen; somit kann der Vmax Wert geringer ausfallen. Wie bereits mehrfach diskutiert, offeriert sich der Unterschied der Spielklassen am deutlichsten im Feld „Reproduzierbarkeit der Bewegung“. Die Berechnung der entsprechenden Standardabweichungen dieses Parameters unterstreicht den Eindruck (vgl. Abb.38).

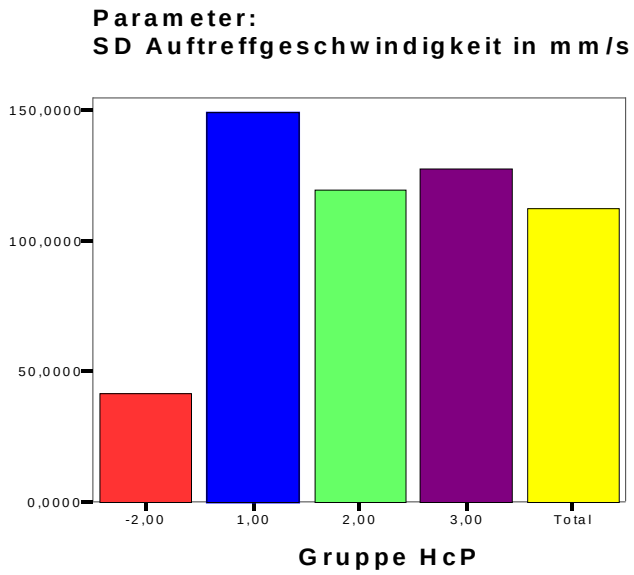


Abb.38: Balkendiagramm der Standardabweichungen der Geschwindigkeit im Treffmoment

Wie auch bei anderen bereits diskutierten Parametern treten an dieser Stelle die Unterschiede zwischen professionellen Spielern und Amateuren sehr deutlich zutage.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Der Parameter Geschwindigkeit im Treffmoment steht naturgemäß in enger Verbindung zur Beschleunigung. Die folgende Tabelle (vgl. Abb.39) und das Balkendiagramm (vgl. Abb.40) weisen eine prinzipiell ähnliche, aber noch stärker akzentuierte spielstärken-abhängige Verteilung auf.

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Auftreffbeschleunigung in mm/s²	Max Schläger Beschleunigung in mm/s²
Profis -2	Mittelwert	-2009,57	7979,85
	Spannweite	5632,42	4361,29
	Std.-Abw.	761,52	540,48
Amateure 1	Mittelwert	-1260,23	8996,23
	Spannweite	9416,59	11817,63
	Std.-Abw.	1620,77	1321,85
Amateure 2	Mittelwert	-2333,32	8380,16
	Spannweite	12193,49	16655,53
	Std.-Abw.	1881,63	1224,63
Amateure 3	Mittelwert	-2968,59	8985,22
	Spannweite	9917,03	8203,47
	Std.-Abw.	1728,71	1348,29
Insgesamt	Mittelwert	-2182,22	8507,40
	Spannweite	12194,98	16655,53
	Std.-Abw.	1624,98	1143,99

Abb.39: Beschleunigung im Treffmoment und max. Beschleunigung des Schlägers; Mittelwert, Spannweite und Standard-abweichung

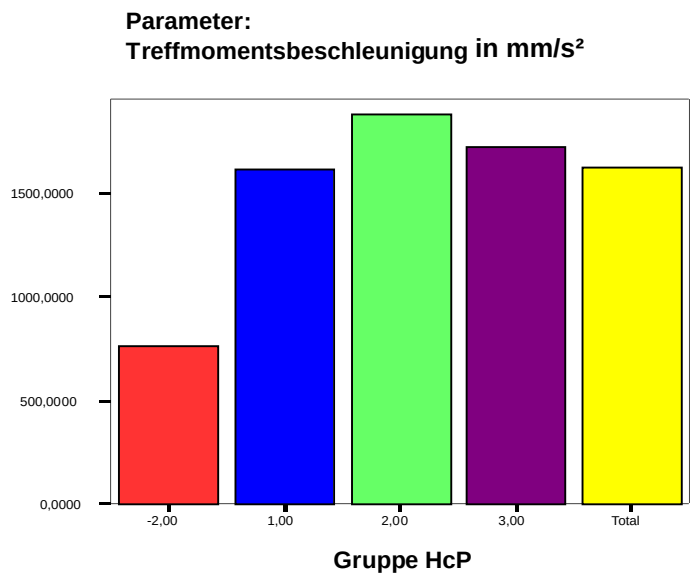


Abb.40: Graphischer Report über Standardabweichung der Beschleunigung im Treffmoment

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Eine interessante Entdeckung ergibt sich aus dem Vergleich der Beschleunigungswerte „Treffmoment“ und „maximale Beschleunigung“ (vgl. Abb.39). Die professionellen Spieler weisen den geringsten Beschleunigungsverlust aufgrund des Ballkontaktes auf:

Profis:	7979,85 mm/s²	→	-2009,57 mm/s²,	Differenz:	9988 mm/s²
Amateure 1	8996,23 mm/s²	→	-1260,23 mm/s²,	Differenz:	10259 mm/s²
Amateure 2	8380,16 mm/s²	→	-2333,32 mm/s²,	Differenz:	10713 mm/s²
Amateure 3	8995,22 mm/s²	→	-2968,59 mm/s²,	Differenz:	11963 mm/s²

Wiederum erweist sich die Gruppe der Profispieler als kontrollierter und reduzierter in ihren Bewegungen. Sie scheinen vom Ballkontakt unbeeindruckter zu sein, indem Sie den zwangsläufig eintretendenden Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsverlust offensichtlich besser kompensieren.

2.7. Release des Schlägerkopfes [a1rel (16)]

Unter Release versteht man den Zeitpunkt, an dem der Ball -nach dem Treffmoment- den Schlägerkopf wieder verlässt und auf seine Bahn in Richtung zum Loch geschickt wird. Kinematisch-analytisch lässt sich der Ballrelease durch den zweiten Beschleunigungspeak (= 2. Gipfel der Beschleunigungskurve, siehe Abb.34 Pfeil) innerhalb der Beschleunigungsphase nach dem Treffen des Balls fest.

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Release Beschleunigung in mm/s²	Max Schläger Beschleunigung in mm/s²
Profis -2	Mittelwert	1806,07	7979,85
	Spannweite	7267,39	4361,29
	Std.-Abw.	795,28	540,48
Amateure 1	Mittelwert	3687,96	8996,23
	Spannweite	7621,55	11817,63
	Std.-Abw.	1647,65	1321,85
Amateure 2	Mittelwert	2627,96	8380,16
	Spannweite	13131,34	16655,53
	Std.-Abw.	1956,75	1224,63
Amateure 3	Mittelwert	2868,64	8985,22
	Spannweite	10642,84	8203,47
	Std.-Abw.	1651,97	1348,29
Insgesamt	Mittelwert	2709,36	8507,40
	Spannweite	13960,81	16655,53
	Std.-Abw.	1662,85	1143,99

Abb.41: Release Beschleunigung und maximale Schlägerbeschleunigung; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Untersuchung der Gruppen ergab an diesem zweiten Beschleunigungspunkt wiederum den niedrigsten Mittelwert für die Profis (vgl. Abb.41). Die Werte bestätigen die Tendenzen zum allgemeinen Beschleunigungsverhalten der untersuchten Spielergruppen. Die enorme Konstanz der dynamischen Parameter und somit hohe motorische Qualität der automatisierten Bewegung zeigt sich auch an dieser Stelle bei einer Betrachtung der Standardabweichungen der Profigolfer.

2.8. Handgelenkswerte [v3max (18), v3treff (19), a3max (20), a3treff (21), a3rele (22), a3min (23), a3rang (24)]

Im Folgenden werden die kinematischen Parameter des Handgelenks betrachtet. Durch separate Handgelenkssensoren konnten die Veränderungen während der Bewegung im Treffmoment und Release detailliert aufgezeichnet werden. Der Systematik folgend steht die Betrachtung der Geschwindigkeit an erster Stelle. Dem Gedankenmodell des Pendels entsprechend, müsste die Geschwindigkeit des Handgelenks um einen gewissen Prozentsatz niedriger ausfallen als die des Schlägers, der am Ende einer Kreisbahn liegt, deren Achse im Idealfall die Schultern sind. So gesehen müsste bei einer stabilen Ausführung der Pendelbewegung ein konstantes Verhältnis von Schlägerkopf zu Handgelenksgeschwindigkeit auftreten, was die Werte der nachfolgenden Tabelle auch belegen (vgl. Abb.42).

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Auftreff Geschwindigkeit in mm/s	HG Auftreff Geschwindigkeit in mm/s
Profis –2	Mittelwert	1474,16	570,37
	Spannweite	266,05	365,21
	Std.-Abw.	41,74	77,00
Amateure 1	Mittelwert	1626,63	659,84
	Spannweite	1439,96	655,59
	Std.-Abw.	148,85	163,49
Amateure 2	Mittelwert	1595,35	652,46
	Spannweite	1382,72	860,49
	Std.-Abw.	119,49	172,75
Amateure 3	Mittelwert	1675,20	714,41
	Spannweite	670,33	518,90
	Std.-Abw.	127,51	140,36
Insgesamt	Mittelwert	1591,85	648,80
	Spannweite	1498,46	860,49
	Std.-Abw.	112,66	158,54

Abb.42: Auftreffgeschwindigkeit des Schlägers und Handgelenks (HG); Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Auf den ersten Blick zeigen auch die Beschleunigungsverhältnisse der nachfolgenden Übersicht erwartungsgemäße Werte im Vergleich von Profis und Amateuren (vgl. Abb.43).

Gruppe HcP	Statistisches Maß	Auftreff Beschleunigung in mm/s²	HG Auftreff Beschleunigung in mm/s²
Profis -2	Mittelwert	-2009,57	-21,94
	Spannweite	5632,42	1935,22
	Std.-Abw.	761,52	505,81
Amateure 1	Mittelwert	-1260,23	312,21
	Spannweite	9416,59	3436,67
	Std.-Abw.	1620,77	807,34
Amateure 2	Mittelwert	-2333,32	-207,79
	Spannweite	12193,49	3477,20
	Std.-Abw.	1881,63	862,53
Amateure 3	Mittelwert	-2968,59	-509,88
	Spannweite	9917,03	4393,55
	Std.-Abw.	1728,71	1130,56
Insgesamt	Mittelwert	-2182,22	-128,85
	Spannweite	12194,98	4393,55
	Std.-Abw.	1624,98	876,80

Abb.43: Auftreffbeschleunigung des Handgelenkes und Schlägerkopfes; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung

Die Gruppe der Profis wartet mit Werten auf, die nur ein geringfügiges Abbremsen des Handgelenks ablesen lassen (vgl. -2009,57 mm/s² → -21,94 mm/s²). In dieser Gruppe verhalten sich die Handgelenke der Spieler annähernd neutral, was einen flüssigen Impulsübertrag auf den Ball ermöglicht.

Die leistungsschwächsten Spieler hingegen weisen einen ausgeprägtes Nachlassen der Handgelenksbeschleunigung im Treffmoment aus (vgl. -2968,59 mm/s² → -509,88 mm/s²). Das kann als ein starkes Abbremsen durch den Ballkontakt erklärt werden; kinematisch betrachtet deckt sich diese Überlegung mit der Beobachtung, dass die HcP-Gruppe 3 oftmals einen „Hit Putt“ (vgl. Seite 57) verwendet. Dieser ist durch ein starkes Abbremsen im Treffmoment gekennzeichnet. Als Ausreißer ist die Gruppe der besten Amateure zu erkennen, die doch unerwartet positive Werte im Treffmoment aufweisen (vgl. -1260,23 mm/s² → 312,21 mm/s²). Das heißt, dass sie im Moment des Ballkontaktes ihre Bewegung weiterhin forcieren. Als einzige Gruppe weisen sie dieses Verhalten auch im Release auf. Es liegt die Vermutung nahe, dass diese Spieler einem Abbremsen des Schlägers durch den Ballkontakt mit aller Mühe entgegenwirken wollen und somit eine forcierte Beschleunigung realisieren. Die restlichen handgelenksbezogenen Untersuchungskriterien wie z.B. maximale Handgelenksbeschleunigung und –geschwindigkeit, maximales Bremsen und deren Verhältnisse im Release erbrachten keine zusätzlichen Erkenntnisgewinne und werden deshalb nicht weiter vorgestellt.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

2.9. „Jerk“ [j1betr (25), j3rang (26) , j3btr (27)]

Sehr interessant sind die sog. „Jerk“-Werte, die sowohl vom Schlägerkopf als auch vom Handgelenk abgeleitet werden können. Die Operationalisierung des „Jerk“ erfolgt kinematisch durch den Nachweis von Beschleunigungsaktivierungen während des Schlages. Diese wurden durch nochmalige Ableitung der gemessenen Beschleunigungsverhältnisse ermittelt. Damit konnte ein Parameter gewonnen werden, der sehr sensitiv die „Glätte“ einer Bewegung aus den dynamischen Komponenten herausfiltern kann. Diesem Wert wird auch in der Betrachtung der „Yips“-spezifischen Kinematik eine tragende Rolle zukommen (vgl. Kapitel D.5). Zur Veranschaulichung der Spannbreite des Parameters „Jerk“, werden im Folgenden zwei graphische Reports mit den jeweiligen Werten des Handgelenks und Schlägerkopfes gegenüber gestellt (vgl. Abb.44 & 45).

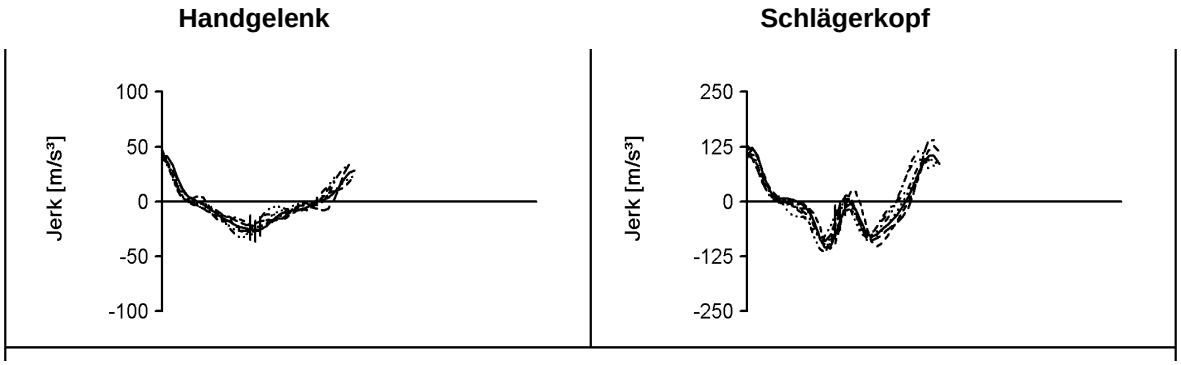


Abb.44: Graphischer Report über „Jerk“ -Werte eines Profis. Links ist die Ableitung des Handgelenks aufgetragen und rechts die des Schlägerkopfes.

Die Daten dieses Reports wurden an einem Profi erhoben. Die „Jerk“-Werte zeigen kongruente Verläufe und sind nur durch schwache „Dellen“ gekennzeichnet. Interessant sind hier maßgeblich die Verläufe am Handgelenk (linke Graphik).

Die Kurve dokumentiert eine absolut gleichmäßige Beschleunigung der Handgelenke. Die anfänglich positiven Werte passen zu der postulierten hohen Anfangsbeschleunigung und dem sich anschließenden sanften Abfall durch den Ballimpact, der in diesem Fall mustergültig anhand einer stetigen Beschleunigung durch den Ball beantwortet wird. Im Impact sind fast keine „Ablenkungen“ der Kurven erkennbar. Die Kurve des Schlägerkopfes folgt den Vorgaben des Handgelenks. Dem gegenüber stellt sich folgender Report eines Amateurs mit erheblichen Schwankungen dar (vgl. Abb.45):

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

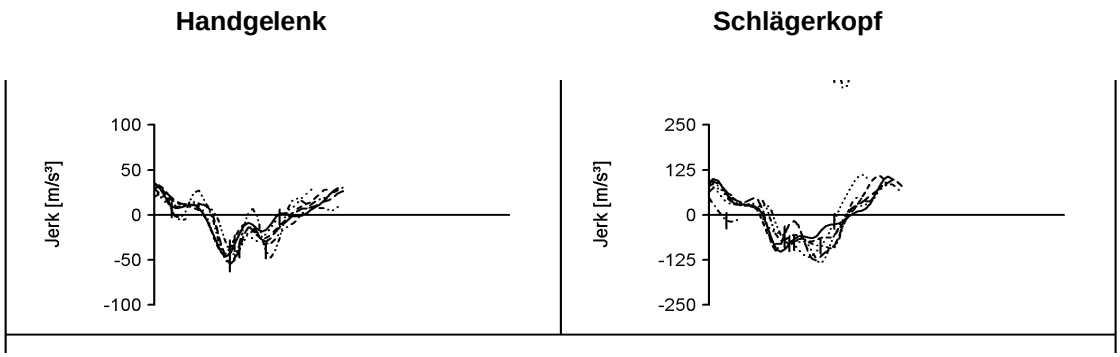


Abb.45: Graphischer Report über „Jerk"-Werte eines Amateurs. Links ist die Ableitung des Handgelenkes aufgetragen und rechts die des Schlägerkopfes.

Die vergleichende Betrachtung dieses Parameters mit dem Profireport zeigt sowohl Schläger- als auch Handgelenkswerte, die eine hohe Unruhe zum Ausdruck bringen. Dieser Spieler ist nicht fähig, eine ruhige gleichmäßige Beschleunigung zum Ball hin und durch ihn zu vollziehen. Er „zittert" im Treffmoment, was sich in den Kurvenschwankungen graphisch ausdrückt (vgl. Abb.45). Hierbei scheinen sich die unruhigen Bewegungstendenzen im Handgelenk aufgrund der Hebelwirkung am Schlägerkopf noch deutlicher zu manifestieren. Der zusammenfassende Datenreport zeigt die gemessenen „Jerk"-Werte für die einzelnen Gruppen der Studie (vgl. Abb.46).

Gruppe Hcp	Statistisches Maß	„Jerk"- Betrag Schläger	„Jerk"- Betrag HG	„Jerk"-Range HG
Profis –2	Mittelwert	27,97	9,49	35,98
	Spannweite	24,10	8,76	25,84
	Std.-Abw.	2,59	1,11	7,92
Amateure 1	Mittelwert	32,80	11,10	46,54
	Spannweite	38,03	14,00	66,05
	Std.-Abw.	4,84	1,61	9,35
Amateure 2	Mittelwert	35,27	11,59	46,66
	Spannweite	62,24	26,21	88,56
	Std.-Abw.	5,81	1,90	9,95
Amateure 3	Mittelwert	36,42	12,33	48,59
	Spannweite	42,22	15,21	42,81
	Std.-Abw.	5,33	1,75	9,11
Insgesamt	Mittelwert	33,77	11,26	45,11
	Spannweite	62,24	26,21	91,91
	Std.-Abw.	5,03	1,69	9,38

Abb.46: „Jerk"-Betrag des Schlägers, des Handgelenks und der Gesamtrange; Mittelwert, Spannweite und Standardabweichung. Angaben in mm/s³

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Mittelwerte zeigen wiederum eine eindeutige Leistungsklassenzugehörigkeit. Der Wert der professionellen Spieler ist mit 27,9 mm/s³ am geringsten und steigert sich um knapp 26% bis in Gruppe 3 (30,4 mm/s³). Die ausgereifte Bewegung drückt sich hier erwartungsgemäß in den Standardabweichungen aus; z.B. Profis = 2,59 mm/s³ vs. Gruppe 3 = 5,33 mm/s³. Auch die anderen „Jerk"-Werte des Handgelenkes und der Rangebereich spiegeln diese Beobachtung wieder. An späterer Stelle werden wir nochmals auf die Betrachtung der „Jerk"-Werte zurückgreifen und sie im Rahmen der „Yips"-Problematik diskutieren. So wird z.B. beim unwillkürlichen Zucken oder Rotieren des Handgelenks. während der Treffphase am Ball mit einer deutlichen Veränderung der Beschleunigung in Form eines auffälligen „Jerk"-Wert ein Hinweis gegeben. Dieses ungewünschte Verändern der Handgelenksposition ist -bei entsprechender Ausprägung- eines der Kardinalsymptome des „Yips"-Leidens (vgl. Kapitel D.5).

2.10. Restliche Parameter [ttrend (2), trvmax (7), tamin (9), wend (29)]

Folgende Parameter erbrachten keine verwertbaren Erkenntnisse:

- Zeit vom Treffmoment bis Ende des Vorschwunges
- Zeit von Treffpunkt bis zum Erreichen maximaler Geschwindigkeit
- Zeitpunkt maximalen Abbremsens
- Schlägerblattstellung am Ende des Vorschwunges

Sie werden in der Analyse nicht weiter aufgeführt.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

3. Zusammenfassung der Messergebnisse

Wird abschließend die Frage gestellt, an welchen Kriterien eine gelungene Puttbewegung festzumachen ist, so weist die kinematische Analyse übergreifend auf den Faktor „hohe Reproduzierbarkeit“ der Bewegung hin. Bei fast allen untersuchten Parametern erbrachten die Standardabweichungen für die Profi-Probandengruppe überzeugende „Bestmarken“; d.h. die Streuung der Messdaten war für die gesamte Referenzgruppe sehr klein und auch die Versuchsreihen der einzelnen Spieler zeichneten sich durch motorisch nahezu identische Bewegungsabläufe aus. Offensichtlich hat intensives und langjähriges Training das motorische Programm als Strategieplan gefestigt. Beispielhaft sind hier besonders die dynamischen Parameter „Schlägerkopfgeschwindigkeit“ und „Beschleunigung“ zu erwähnen, an denen die Charakteristika einer hochüberlernten, automatisierten Bewegung festgemacht werden können.

Im Folgenden sind diejenigen Bewegungsparameter tabellarisch zusammengefasst, die sich als trennscharfe Kriterien der Leistungsstärke erwiesen haben. Die Tabelle stellt die Mittelwerte der beiden Vergleichsgruppen (Amateure vs. Profis) dar und gibt die Mittelwertunterschiede in Prozent an. Die für die Konsistenz der Bewegung aussagekräftige Standardabweichung ist ebenfalls in der Differenz als Prozentzahl angegeben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit haben wir die der Berechnung zugrunde liegenden Standardabweichungen der Gruppen als Tabelle dem Anhang beigefügt (vgl. Anhang I). Von insgesamt 35 ermittelbaren Parametern haben sich 23 als aussagekräftig für die Betrachtung eines motorisch günstigen Puttschlages erwiesen. Generell kann gesagt werden, dass es im Vergleich „Profispieler vs. Amateure“ zahlreiche ausführungstechnische Unterschiede und Tendenzen gibt, die sich in vielen Parametern wiederspiegeln

Der Blick auf die Mittelwertdifferenzen lässt jedoch einige Extremwerte erkennen, die auch in der isolierten Betrachtung von höchster Bedeutung für die Puttkompetenz zu sein scheinen und zur Illustration nochmals herausgehoben werden sollen.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

	Amateur-Population	Professionelle Spieler		
N = 160	N = 132	N = 28		
Statistische Kennzahl	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert -Differenz In % A/P	Standard-Abweichungs-Differenz in % A/P
Parameter				
Gesamtdauer des Vorschwunges	817,0 ms	808,0 ms	1,00%	21,00%
Treffzeitpunkt	326,0 ms	313,0 ms	4,20%	84,00%
Zeitliche Treffsymmetrie	0.409	0.394	3,60%	29,00%
Vmax Timing	0.499	0.471	5,90%	44,00%
Zeitpunkt max. Geschwindigkeit	402,0 ms	374,0 ms	7,40%	91.6 %
Zeitpunkt max. Beschleunigung	220,0 ms	201,0 ms	9,40%	96,70%
Rückschwunglänge	280,0 mm	172,0 mm	**63,00%**	**134,50%**
Gesamtlänge	793,0 mm	673,0 mm	17,80%	**122,40%**
Max. Schlägergeschwindigkeit	1773,0 mm/s	1534,0 mm/s	15,50%	**137,00%**
Geschwindigkeit im Treffmoment	1632,0 mm/s	1474,0 mm/s	10,00%	**197,00%**
Max. Schlägerbeschleunigung	8787,0 mm/s²	7979,0 mm/s²	10,00%	**140,00%**
Beschleunigung im Treffmoment	-2187,0 mm/s²	-2009,0 mm/s²	8,60%	**140,20%**
Beschleunigung im Release	3060,0 mm/s²	1806,0 mm/s²	**69,00%**	120,20%
Maximale HG-Geschwindigkeit	655,0 mm/s	553,0 mm/s	18,00%	123,40%
Treffmomentgeschwindigkeit HG	675,5 mm/s	570,0 mm/s	18,00%	121,70%
Maximale HG-Beschleunigung	2642,5 mm/s²	2305,0 mm/s²	14,60%	34, 9%
Treffmomentbeschleunigung HG	- 134,6 mm/s²	- 21,9 mm/s²	**541,00%**	19,60%
Releasebeschleunigung HG	- 315,3 mm/s²	- 228,3 mm/s²	38,30%	13,10%
Schläger-„Jerk“	34,8 mm/s³	27,9 mm/s³	24,40%	**104,60%**
Handgelenks-“Jerk”	11,6 mm/s³	9,5 mm/s³	22,50%	57,50%
Schlägerstellung/ Face	90.6°	92.6°	-2,20%	97.6 %
Gesamtrotation Schläger	19.1°	7.45°	**156,00%**	**224,40%**
Schlagrichtung/ Direktion	- 0.59°	- 2.22°	-73,20%	84,50%

Abb.47: Statistische Ergebnistabelle der relevanten Bewegungsparameter.

Dies ist zunächst die Beschleunigung des Handgelenks im Treffmoment. Der extrem hohe Mittelwertunterschied (541 %) zwischen Amateuren und Profis sagt aus, dass erstere sich durch das Auftreffen auf den Ball in ihrer Beschleunigungsbewegung extrem unterbrechen lassen, um dann teilweise mit einer reaktiven Handgelenksaktion dieser Abbremsung entgegenwirken. Dies wird wohl maßgeblich durch die motorische „Hit Putt“ Strategie unterstützt.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Professionelle Spieler hingegen scheinen diesen zwangsläufigen Widerstand besser zu kompensieren und warten mit neutralen Handgelenkswerten auf. Hier kommt die Empfehlung, „durch“ den Ball zu schlagen deutlich ans Licht. Dies entspricht eher einer „Swing Putt“ Strategie.

Der weitere ebenfalls aussagekräftige Wert ist der Mittelwert der Gesamtrotation des Schlägers. Die Differenz von 156 % zwischen Profis und Amateuren gibt einen deutlichen Hinweis auf das „Ideal“ der Rotationsbeschränkung im Puttschwung. Die weiteren herausstechenden Unterschiede liegen in der Verkürzung der Rückschwunglänge sowie der stabileren Impulsübertragung auf den Release des Balles seitens der Profispieler. Die übrigen Kennzahlen der Mittelwertdifferenzen sind eher im Verbund zu betrachten. Ihre Diskussion erfolgte in unterschiedlichen Gruppierungen in den Kapiteln C 1 und 2.
Die Prozentwerte der letzten Spalte (= Standardabweichungsdifferenz) sind Ausdruck für das Gleichmaß und die Reproduzierbarkeit der Bewegung, indem wir die Standard-abweichungen in Relation zueinander gesetzt haben. Bei den insgesamt sehr deutlichen Unterschieden zwischen Amateuren und professionellen Spielern sind vor allem

- die dynamischen Parameter „Beschleunigung und Geschwindigkeit“
- der Schläger -„Jerk“ und
- die Gesamt- und Rückschwunglänge
- Gesamtrotation

hervorzuheben.

Speziell die Charakteristika der dynamischen Bewegungskomponenten, deren Kontrolle und Wiederholbarkeit offensichtlich erst nach längerem Lernprozess erreicht werden, scheinen sich als trennscharfes Kriterium zu erweisen, um einen motorisch stabilen Putt zu beschreiben.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

D. „Yips“ im kurzen Golfspiel

1. Phänomenologische Abgrenzungen

1.1. Begriffliche Klärungen

Wie bereits einleitend erwähnt, wollen wir im zweiten Teil dieser Arbeit die kinematische Analyse auf das motorische Störungsphänomen des Golferkrampfes ausdehnen. Bei der Betrachtung von Störungen in der Ausführung des Puttschlages muss zwischen physiologischen Einschränkungen (z.B. altersbedingt) und motorischen Störungen im Sinne einer Dystonie differenziert werden. Nur auf Letzteres soll im folgenden Abschnitt eingegangen werden. Hier steht die Phänomenologie einer Bewegungsstörung des Puttschlages im Mittelpunkt, die mit dem Wort „Yips“ benannt wurde. Eingeführt wurde dieser Begriff erstmals in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts vom schottischen Professional Tommy Armour. Eine etymologische Ableitung dieses Wortes ist nicht bekannt. Man vermutet, dass hierbei das Gefühl oder Geräusch beim Schlagen Ausdruck finden sollte. Dieser Begriff hat sich bis heute in der Literatur des Golfsports behauptet und ist auch in medizinischen Veröffentlichungen gebräuchlich.

„Yips“-Phänomene sind nicht nur bei dem hier untersuchten Puttschlag zu finden, auch andere Schläge im kurzen Golfspiel (Chip und Pitch) können Manifestationsgebiete des Golferkrampfes werden (vgl. GOLF DIGEST, 05.06.2004). Die Krampfneigung kann immer dort auftauchen, wo eine betont geführte und kontrollierte Bewegung erfolgen muss; sie ist insofern auch in anderen Sportarten anzutreffen. Auch dort bedient man sich des Terminus „Yips“, um diesen Formenkreis der motorischen Störung zu benennen (Bawden, 2001). Die Symptomatik dieses motorischen Defizits ist nicht immer einheitlich. Oft werden Beobachtungen bei Puttproblemen unter dem Begriff des „Yips“ subsumiert, die aber streng genommen nicht zu dieser Form der Bewegungsstörung gezählt werden können. Im Folgenden wird eine terminologische Präzisierung angestrengt.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

In den Formenkreis der „Yips“-Symptomatik gehört:

1. Die Unfähigkeit des Sportlers, den Puttschwung aus seiner Startposition heraus zu initiieren. Hierfür hat sich in der angloamerikanischen Literatur das Wort **„freezing“** eingebürgert. Der betroffene Spieler ist nicht mehr in der Lage, seinen Schläger aus der Ansprechposition zum Ausholen zurückzubewegen. Er „friert“ trotz besseren Willens geradezu in der Ausgangsposition fest. Die willkürmotorische Aktion ist für eine kurze Zeit paralysiert. Diese Blockaden manifestieren sich zeitlich und individuell sehr unterschiedlich. In der Regel vergehen einige Sekunden. Eine ähnliche „freezing“ Charakteristik ist auch am Wendepunkt der Ausholbewegung beschrieben. In diesem Fall sind die Spieler nun nicht mehr in der Lage, nach einer korrekt zurückgeführten Ausholbewegung den an seinen Wendepunkt gebrachten Putter in die Vorwärtsbewegung umzusetzen.

2. Eine weitere klassische Facette der motorischen Störung ist mit dem Begriff **„Jerk“** belegt (vgl. Seite 65 ff.). Hiermit ist die Beobachtung bezeichnet, dass die Spieler im Treffmoment -oder kurz davor- die Stabilität im Handgelenk aufgeben und durch eine ruckartige Rotation den Ball inadäquat beschleunigen. Die Tatsache, dass die Messung des „Jerk“-Betrages von uns standardgemäß bei allen Spielern gemessen wurde, zeigt, dass dieser Parameter nicht nur bei „Yips“ geplagten Spielern nachweisbar ist. Er gehört offensichtlich als „Grundjerk“, was einer Basisaktivierung gleichzusetzen ist, zu jeder Putt-bewegung dazu. Jedoch kann daraus nicht abgeleitet werden, dass alle Spieler beim Schlag „zittern“ oder „zucken“. Nur in seiner speziellen Ausprägung, also in der zusätzlichen Aktivierung des Handgelenks und einer Intensivierung der Beschleunigung, ist er in den Formenkreis des „Yips“ zu zählen. Bei Rechtshändern ist dieses Zucken meistens mit einer Supination des rechten Handgelenkes verbunden, bei Linkshändern entsprechend umgekehrt. Als Folge dieser unwillkürlichen Zuckung im Treffmoment kann der Ballverlauf und die Energieübertragung nicht mehr kontrolliert werden.

3. Weiterhin gehört auch das sog. Handzittern (**„tremor“)** zum „Yips“-Phänomen, was durch eine muskuläre Instabilität im Handgelenk während der gesamten Puttbewegung auftreten kann.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

1.2. Differentialdiagnose „choking“

Fälschlicherweise wird in der „Yips“-Symptomsammlung auch oft das sog. „**choking“** rubriziert. Hierbei handelt es sich jedoch lediglich um eine ungeübte Ausführung des Puttschlages, die durch wenig Gefühl und ein großes Defizit beim harmonisch glatten Bewegungsprofil gekennzeichnet ist. Es entsteht der Eindruck eines „gehackt und gedämpft“ geführten Schlages.
Die postulierte Imitation des flüssigen Pendelschwunges wird bei den „chokern“ nicht umgesetzt. Ein gängiger ätiologischer Ansatz ist die Annahme einer kortikalen Akzentuierung der linken Hirnhälfte; das Problem liegt folglich in einer Überbeanspruchung der linken analytischen Seite. Eine Dysbalance zu Ungunsten der rechten Gehirnhälfte führt zu einer „abgehackt“ wirkenden Bewegung, die durch den Einfluss der linken, eher sequentiell arbeitenden Hemisphäre erklärlich sein könnte. Die Reduktion der rechtshirnigen Aktivierung, die mehr das simultane Denken unterstützt, führt möglicherweise zu einer Einbuße des intuitiven Verhaltens (Clark 2003, div. Internetartikel). Hierbei handelt es sich um ein grundsätzlich sportpsychologisches Phänomen, das in der Regel nur temporären Charakter hat und nicht in der Gefahr einer sich vertiefenden Manifestation steht. Es handelt sich dabei um ein Aufregungsphänomen, das mit zunehmender Routine überwunden werden kann. Die „Yips“-Symptomatik hingegen neigt trotz oder gerade durch intensives Training zur Persistenz.

1.3. Merkmale der „Yips“- Betroffenen

Betroffene dieser motorischen Störung sind unerwarteter Weise Golfspieler mit mehrjähriger Erfahrung auf einem relativ hohen Leistungsniveau. In der Regel weisen diese Spieler nicht von Anfang an die „Yips“-Symptomatik auf, sondern entwickeln diese erst nach intensiver Spielpraxis. Die höchsten Prozentzahlen finden sich in der Stammvorgabeklasse unter 12. Die Inzidenzschätzungen liegen hier sogar zwischen ca. 30 bis 50 Prozent (Smith et al. 2003).

Gerade die kurzen Putts (2-4 feet zum Loch), die geübte Spieler routinemäßig einlochen, sind prädestiniert für die Störungsattacke. Bei längeren Putts zeigen dieselben Spieler hingegen kaum Ausprägungen eines „Yips“-Symptoms.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Auftretenswahrscheinlichkeit ist aber auch bei schnellen, hangabwärts gespielten und von links nach rechts brechenden Putts erhöht (Smith et al. 2003). In beiden Fällen ist ein hohes Maß an Kontrolle für die feinmotorische Anforderung nötig. Im Durchschnitt wird durch diese Störung eine zusätzliche Schlaganzahl von 4.7 Punkten pro 18 Loch erreicht. Berichtsgemäß sind diese motorische Behinderungen häufiger während forcierter Stresssituation erstmalig aufgetreten, wie z. B. bei Turnieren oder unter vergleichbaren Beobachtungssituationen. Aber auch bei gesteigerter Eigenbeobachtung wird vom Durchbruch der genannten Symptome berichtet (div. Internetartikel).

Beispiele für diese Akutsymptomatik sind jedoch nicht nur bei Amateuren zu finden; auch im Lager der professionellen Spieler ist dieses plötzliche motorische Versagen einer bisher beherrschten Routinebewegung bekannt. So beispielsweise am Finaltag der US Open Masters 1996 als Greg Norman gegen Nick Faldo in einer entscheidenden Situation auf dem Grün seine Puttroutine verlor und einen verhältnismäßig „einfachen“ Putt um Längen am Loch vorbei spielte.
Bekanntester Vertreter der „Yips“-Patienten ist der deutsche Golfprofi Bernhard Langer, der, um nach vielen Fehlschlägen diese Form der Störung zu überwinden, schließlich seine Putttechnik komplett umstellen musste und einen scheinbaren Ausweg aus der motorischen Krise nur über die Verwendung eines alternativen Putters gefunden hat.

2. „Yips“ im Bowling

Wie schon in der Einleitung erwähnt, ist das Phänomen des „Yips“ nicht nur auf den Golfsport beschränkt. Dartspieler und Bowler berichten ebenfalls von Störungsformen in ihrer Motorik, die unter dem Begriff „Yips“ subsumiert werden. Um das subjektive Erleben darzustellen, möchte ich im Folgenden exemplarische Zitate aus Interviews mit „Yips“ geplagten Bowlern wiedergeben (Bawden 2001). Vergleichbar zur Symptomatik des „freezings“ beschriebt ein Bowler seine individuelle Störung wie folgt:

> *„Als ich an der Spitze meines Schwunges angekommen war, dachte ich plötzlich darüber nach, wie ich den Ball loslassen soll. Und plötzlich war er wie festgefroren in meiner Hand; ich war so steif.“*
> *„..mein Hauptgedanke war, dass der Ball fest in meine Hand gedrückt wurde und ich ihn nicht loslassen konnte.“*

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Oft berichten Spieler über ausgeprägte Angstzustände beim ersten Erleben dieser Motorikstörung. Angst, Panik und stressinduzierte Fluchtneigung sowie negative Gedanken im Sinne einer kognitiven Angst wurden erlebt.

„ ..in allen meinen Sportarten habe ich noch nie etwas so Erschreckendes erlebt; der Gedanke, „ich kann es einfach nicht machen“;.....das Erschreckende an sich aber war der Gedanke, dass es doch nur an mir liegt, dass ich keine Kontrolle habe, egal was ich mache; ich kann diese einfache Aufgabe nicht erfüllen.“
„Mein Herz begann zu rasen, meine Gedanken waren völlig woanders, ich fühlte nur ganz bewusst, wie peinlich mir diese Situation war!“

„Ich wollte nur, dass es aufhört, ich hatte keine Lust mehr zu bowlen, ich sah aus wie ein Clown.....gerade bei der Sache, die ich so liebe; die Sache, bei der ich so unbedingt erfolgreich sein will und ich alles versucht und trainiert habe.....gerade hier schaue ich aus wie ein flippiger Clown!“
„es gibt da kein Entkommen,....du wirst es nicht los.“
„...es bleibt einfach in deinem Kopf, du kannst es nicht loswerden, wenn du den nächsten Ball spielen willst, weißt du ganz bestimmt, dass es wieder einen schlechten Ball geben wird.“

Interessant sind die von den Spielern entwickelten Kompensationsstrategien, mit denen sie intuitiv versuchten, eine Verbesserung ihrer Symptome zu erreichen.

“Ich sagte mir selber, wann es Zeit war den Ball loszulassen, weil ich genau wusste, dass ich ihn nicht zu dem richtigen Zeitpunkt loslassen würde; ..so sagte ich zu mir selber: „lass ihn los“, und natürlich kannst du so was nicht zur richtigen Zeit sagen, weil da längst dein Arm am Boden ist.“

Eine erwähnenswerte Tatsache scheint bei allen einmal vom „Yips“-betroffenen Spieler ähnlich zu sein: der Glaube, nie wieder völlig unbekümmert spielen zu können und die Gefahr, rezidivierend von „Yips“-Problemen heimgesucht zu werden

„Der negative Zug der Gedanken ist niemals weit weg.“

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

3. Bisherige Erklärungsansätze des “Yips“-Phänomens

Die Durchsicht der einschlägigen Literatur liefert Erklärungsansätze auf sehr unterschiedlichem Niveau. Die Spannbreite der Erklärungsansätze für das betrachtete Phänomen reicht von medizinisch-wissenschaftlichen Studien der Mayo Clinic, Rochester, bis hin zu erfahrungsgeleiteten Erklärungsversuchen von Praktikern in Form von diversen Internetveröffentlichungen. Im Folgenden werden wir die wissenschaftlich diskutablen Ansätze aufgreifen.

3.1. Psychologische Ätiologie

Die wohl offensichtlichste Erklärung für „Yips“ scheint in der Psychologie des Spielers zu liegen. Anders ist es nicht nachvollziehbar, warum sich eine jahrelang fehlerfrei ausgeübte Bewegung plötzlich und unter gewissen Umständen so dramatisch verändern kann. Da die Manifestation gerade bei den kurzen Putts stattfindet, liegt die Hauptthese des psychologischen Ansatzes darin, dass bei den 2-4 feet Putts eine zu große Erwartungshaltung auf dem Spieler lastet. Er erwartet von sich, eine „so einfache“ Anforderung sicher zu realisieren. So entsteht eine starke Stresssituation, die durch die Anspannung eines Turniers, durch Fremdbeobachtung relevanter Spielpartner oder erhöhte Selbstkontrolle noch verstärkt werden kann. Immer wieder wird gemutmaßt, dass Spieler, die die Ebene der automatisierten Schlagausführung verlassen und sich in besonderem Maße der Technik und der Kontrolle der Bewegung bewusst werden, in der Gefahr stehen, eine „Yips“-Symptomatik zu generieren. Stresssituationen aktivieren die Gehirnzentren, die die Ausführung der automatisierten Bewegung verhindern.

In Studien wurde vermutet, dass durch eine Imbalance der kortikalen Aktivierung die linke Hemisphäre, die die mechanische Kontrolle der Bewegung steuert, an Dominanz verliert und die Aktivität der rechten Seite Oberhand gewinnt. Hier ist über die verstärkte Aktivierung der kreativen Zentren Raum für mögliche Versagensängste und Verlustvorstellungen gegeben. Der Spieler verliert Kompetenz und Kontrolle über den Schlag (Smith et al. 2003). Dieser Prozess steht im Gegensatz zu der Annahme, dass eine Überaktivierung der linken Hemisphäre die ätiologische Komponente des „choking“-Verhaltens darstelle (vgl. Seite 73).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Wiederholung dieser Erfahrung führt zu einer konditionierten Traumatisierung.
In dieser Argumentationskette ist die Charakteristik des „freezings“ durchaus zu erklären. Der Spieler kann bei Initiierung des Schlages sein gewohntes Programm nicht abrufen, da er mit konditionierten Negativassoziationen beschäftigt ist. Die Umverteilung der kortikalen Aktivierung ist in Studien unter dem Messverfahren der PositronenEmissionsTomographie (PET) und im ElektroEncephalogramm (EEG) nachgewiesen worden (Crews 2000).

3.2. Physiologische Ätiologie

Die von der Mayo Clinic initiierten Untersuchungen ziehen auch eventuelle somatische Ursachen in ihre Betrachtung des „Yips“-Phänomens mit ein. Sie postulieren, dass durch exzessive Überbelastung das Muskel-Nerven-System gestört wird. Zu langes und übertriebenes Training kann ihrer Meinung nach zu einem Überbelastungssymptom führen, das in der „Yips“-Problematik mündet. Anders sei es nicht zu erklären, warum ein Putterwechsel, der eine andere Technik erfordert, in einigen Fällen zu einer Verbesserung des Problems führte. Um diese somatische These zu überprüfen, haben die Wissenschaftler entsprechende Vitalfunktionen bei Versuchs- und Kontrollgruppen gemessen.
In einer umfassenden multidisziplinären Studie wurden alle wichtigen Parameter der „Yips“-betroffenen Golfer erhoben (Smith et al. 2000). Zu den hervorhebbaren Resultaten zählten eine erhöhte Herzfrequenz, eine verstärkte Muskelaktivität in Handgelenken und Unterarmmuskulatur und eine forcierte Griffstärke. Die Forschungsergebnisse der Mayo Clinic lassen jedoch noch keine eindeutige Ätiologie zu. Ihr derzeitiger Wissensstand drückt sich in der Überschrift ihrer letzten Veröffentlichungen aus: „The „Yips“ in Golf; a continuum between focal dystonia and choking“ (Smith et al. 2003).

3.3. Neuropathologische Ätiologie

Autoren anderer Studien diskutieren, ob der Ursprung der „Yips“-Symptomatik in einem rein neurophysiologischen Strukturdefizit zu finden ist. Hierbei wird das Krankheitsbild der fokalen Dystonie, einer Untergruppe der nicht-rhythmischen Dyskinesien in den Vordergrund gestellt (McDaniel 1989). Dystonien sind definiert als ein Zustand abnormen Muskeltonus, der andauernd oder langsam wechselt. Klassifiziert werden Dystonien in fokale, segmentale oder generalisierte.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die hier angesprochene fokale Form der Dystonie äußert sich in unfreiwilligen Krämpfen und Bewegungen während der Ausführung einer feinmotorischen, oft geübten und meist überlernten Aufgabe. Das Bild der fokalen Dystonie mit motorischen Einschränkungen ist auch bei anderen Personengruppen wie z. B. Musikern, Dartspielern, Schreibern beschrieben worden. Daten über Persönlichkeitsstruktur, die Umstände des Auftretens der Störung und Beeinträchtigung anderer feinmotorischer Aufgaben im Alltagsleben wurden evaluiert.

Zur Verifizierung der Verdachtsdiagnose „fokale Dystonie“ sollte die Kontextspezifität der Störung abgeklärt werden. Neben der bestätigten Hypothese, dass die Störung stressassoziiert auftritt und dass die betroffenen Spieler über mehrjährige Spielpraxis verfügten, war die Beobachtung interessant, dass bei ca. 25% der Befragten auch andere Lebensbereiche durch Störungen der Motorik betroffen waren. Schreiben, Musizieren und ähnliche feinmotorische Aktivitäten wurden am häufigsten genannt. Weiterhin konnten Korrelationen mit der Charaktereigenschaft des sog. „obsessional thinking“ ermittelt werden.

Es liegt die Vermutung nahe, dass sich durch exzessives Training mit der falschen Strategie das Problem vertieft.

In der Summation der Daten gingen die Forscher davon aus, dass es sich bei der „Yips“-Symptomatik um eine Form der „occupational“ Dystonie handle. Sie sehen die Verursachung des Defizites in einer Unterbrechung des efferenten Outputs vom Striatum ausgehend über den Thalamus zum präcentralen Cortex. In Zusammenhang damit wird der Mangel eines Transmitters der Basalganglien genannt. Der in der Genese der Bewegung verwendete Botenstoff sei durch eine subkortikale Alterserscheinung vermindert (McDaniel 1989).

4. Propagierte Strategien gegen das „Yips“-Leiden

Da sich in Bezug auf die Ätiologie der „Yips“-Motorikstörung noch keine allgemein gültige wissenschaftliche Erkenntnis etabliert hat, ist es deshalb bisher auch nicht gelungen, dieser Bewegungsbeeinträchtigung eine effektive Therapiemethode entgegenzusetzen. In der Literatur sind zahlreiche Empfehlungen zu finden, die die betroffenen Spieler mit „Tipps und Tricks“ im Kampf gegen ihre lästige Schlaganomalie zu unterstützen versuchen. Ein nachhaltiger „Heilungsansatz“ ist jedoch noch nicht gefunden worden.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Zu den gängigsten Hilfestellungen gegen das „Yips“ werden gezählt:

1. mentale Techniken (vgl. Neumann 2000) wie
   - Konzentrationstraining
   - Visualisierungstechniken
   - Positives Denken
   - Autogenes Training
   - Trance-induzierende Schlagroutine
   - Training des selektiven Gedächtnisses

2. Materialwechsel (vgl. Kölbing 2001/ div. Internetartikel/ Fachzeitschriften)
   - Verwendung schaftverlängerter Putter mit Fixierungsmöglichkeit am Oberkörper („Belly“ oder „Besenstiel“- Putter)

3. Medikamentöse Ansätze (vgl. Smith 2003)
   - Botox-Injektion zur muskulären Paralyse
   - ß-Rezeptoren Blocker
   - Sedativa z.B. Benzodiazepine

4. Psychophysiologische Therapieansätze (vgl. Internetartikel)
   - Biofeedback Training (z.B. Firma HeartMath) zur Überwindung der kortikalen Inhibition

5. Technikänderung mittels Variation von (vgl. Internetartikel / Fachzeitschriften)
   - Griff
   - Körperhaltung
   - Pendelbewegung unterstützende Maßnahmen (Hände, Knie, Ellenbogen, Kopf)
   - Body-Putting (z.B. Knie initiieren und steuern die Bewegung)

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

5. Die „Yips“-spezifische Kinematik

Im Folgenden wollen wir uns dem „Yips“-Phänomen aus kinematischer Sicht zuwenden (vgl. Abb.48). Als Studienobjekt dient ein männlicher Spieler, HcP 23,5, der nicht der Probandenpopulation angehört und der seit einigen Jahren eine sich verstärkenden „Yips“-Neigung beklagt.

(Die „Unschärfe“ der Abb. ist durch die „Einscannung“ des erstellten Dokuments bedingt).

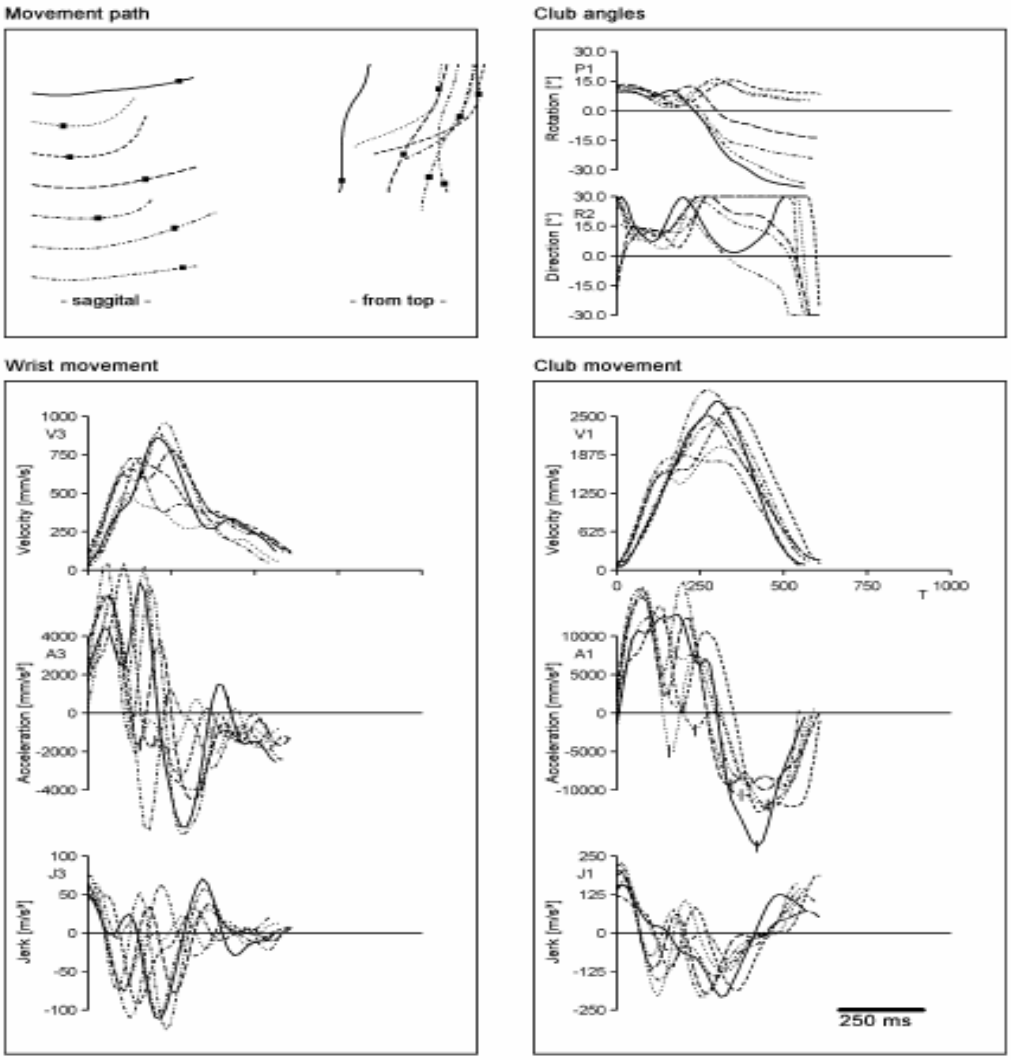


Abb.48: Graphischer Report „Yips“. Aufgeführt sind die Parameter „Bewegungspfad“ und Rotationsverläufe“ sowie „Geschwindigkeit“, „Beschleunigung“ und „Jerk“ jeweils von Handgelenk (links) und Schlägerkopf (rechts).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Der obenstehende Report zeigt eindrucksvoll die „Yips“-spezifische Störungssymptomatik: Die charakteristischen Merkmale einer „unruhigen“, „flatternden“ Bewegungs-ausführung sind hier exemplarisch illustriert. Der Systematik unserer bisherigen Analysen folgend, finden sich in dieser Abbildung die schlagtechnischen (Bewegungspfad und Rotation) und dynamischen Parameter (Beschleunigung und Geschwindigkeit sowie „Jerk“). Zunächst einmal sind die stark divergierenden Linien der einzelnen Versuche deutlich zu erkennen. Der Spieler ist offensichtlich nicht mehr in der Lage, eine reproduzierbare Bewegung auszuführen.

Im Einzelnen ist Folgendes besonders hervorzuheben:
Der Bewegungspfad zeigt in der Seitenansicht und in der Ansicht von „oben“ („lateral und top view“) bizarre Bewegungsmuster, die weit von den uns bekannten Graphiken des regelmäßigen Rhythmus störungsfreier Golfer entfernt sind (vgl. Seite 28 ff.). Aus den Rotationsgraphiken ist abzulesen, dass die Bewegung ihre größte Störung kurz vor dem Treffmoment aufweist. Nicht viel anders verhält es sich mit dem Richtungsparameter („direction“), der die Schlagrichtung im Treffmoment aus dem Bewegungspfad errechnet. In diesem Fall ist nicht einmal eine Tendenz erkennbar; die Werte variieren sowohl nach links als auch nach rechts von der Ziellinie. Die Kompetenz, dem Schlag eine präzise Richtung zu verleihen, ist offensichtlich völlig eingebüßt worden.
Auch die dynamischen Parameter wie Handgelenks- bzw. Schlägerkopfgeschwindigkeit und -beschleunigung sowie „Jerk“ spiegeln die massive Bewegungsstörung wieder. Spitzenwerte wechseln sich mit ausgeprägten Amplitudenabfällen ab, was auf eine alternierende Kontraktion der Muskulatur schließen lässt. An dieser Stelle soll schon darauf hingewiesen werden, dass der „Jerk“-Wert (= Ableitung der Beschleunigung) sich als ein sensitiver Messparameter zur Detektion der „Yips“-Störung zu erweisen scheint. Weiterhin kann das veränderte Rotationsmuster als Kriterium herangezogen werden.

Der hier vorgestellte Fall zählt sicher zu einem extremen Vertreter dieser Störung. Seine Bewegungseinschränkung wäre sicherlich auch mit bloßem Auge erkennbar gewesen. Die kinematische Analyse kann jedoch auch leichtere oder latente Formen einer entstehenden oder sich aufbauenden „Yips“-Beeinträchtigung aufdecken. Gerade durch die Begutachtung des „Rotationsverlaufes“ und die sensitiven dynamischen Parameter wie „Beschleunigung“ und „Jerk“ lassen sich sehr genau Einblicke in eine beginnende Bewegungsstörung gewinnen. Kommt es hier etwa zu latent unruhigen Mustern, so ist auch bei einem sonst unauffälligen Report davon auszugehen, dass sich eine potentielle Störung im Entwicklungsprozess befindet.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Das „geübte Auge“ eines Untersuchers kann potentielle Störungen im graphischen Reports ermitteln und entsprechend korrigierende Maßnahmen ergreifen, um so einer weiteren Exazerbation der Störung entgegenzuwirken.

Als Beleg wollen wir einen zweiten Vertreter der „Yips“-Störung heranziehen, dessen kinematischer Report über dynamische Parameter die beginnende Störung erkennbar werden lässt (vgl. Abb.49). Es handelt sich ebenfalls um einen männlichen Spieler, HcP 14, mit mehrjähriger Spielerfahrung. Laut Aussage des Probanden besteht keine symptomatisch-motorische Beeinträchtigung.

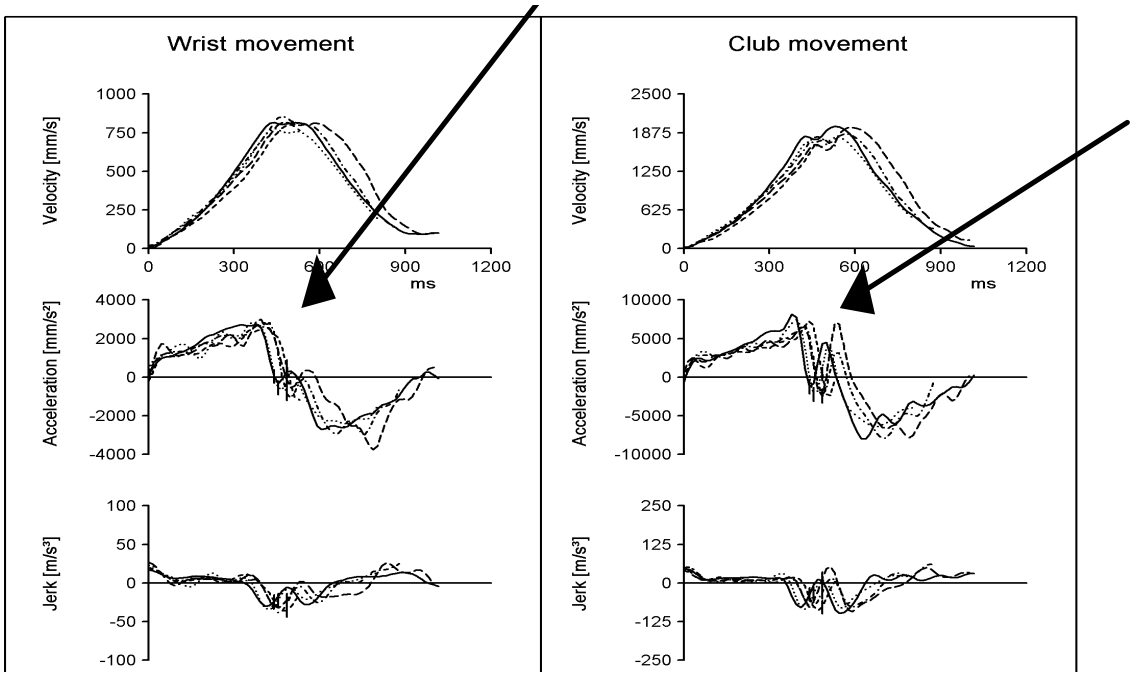


Abb.49: Graphischer Report über „Geschwindigkeit“, „Beschleunigung“ und „Jerk“ jeweils von Handgelenk (links) und Schlägerkopf (rechts) bei beginnender „Yips“-Störung. Pfeile indizieren den Treffmoment.

Die Pfeile markieren die „Yips“-spezifische Unruhe im Treffmoment. Auf den ersten Blick zeigen die Geschwindigkeitsprofile ein zufriedenstellendes Bild. Die Reproduzierbarkeit der Bewegung scheint gewährleistet zu sein. Betrachtet man jedoch die „Yips“-sensiblen Parameter Beschleunigung und „Jerk,“ so werden hier Anzeichen einer beginnenden oder latent bestehenden „Yips“-Störung sichtbar.

Die größte Unruhe der Bewegung ist erwartungsgemäß am Handgelenk wie auch am Schlägerkopf rund um den Treffmoment zu erkennen. Dies spricht tendenziell für eine paroxysmale Handgelenksaktion aufgrund von spontanen Muskelaktivitäten. Schnelle Anstiege innerhalb der Beschleunigungsamplitude sind generell krampfverdächtig.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

In der „Jerk“-Ableitung weisen die „Dellen“ auf gestörte Handgelenksaktion im Treffmoment hin. Diese beschriebenen Auffälligkeiten scheinen sich als „Yips“-spezifische Identifikations-kriterien zu erweisen. Zusätzlich sollten die Rotationswerte in die Betrachtung mit einbezogen werden, da durch plötzliche Spasmen der Handgelenksmuskulatur auch eine Beeinträchtigung des Rotationsverhaltens unvermeidbar ist. Diese Folge ist insbesondere bei ausgeprägten Störungen zu erwarten. Die Sensitivität der kinematischen Analyse eröffnet hiermit die Möglichkeit einer Früherkennung von „Yips“–Symptomen noch bevor eine Manifestation empirisch wahrnehmbar wird.

6. Die „Yips“-spezifische Untersuchung der Population

Im Folgenden haben wir mit Hilfe der „Yips“-sensiblen Parameter Beschleunigung, „Jerk“ sowie Schlägerkopfrotation die Gesamtpopulation auf „Yips“-Verdachtsfälle untersucht. Die Sichtung der graphischen Reports aller 133 Amateurspieler durch drei Begutachter führte unter besonderer Beachtung der oben genannten „Yips“-Parameter zur Auswahl von 26 Personen.
Diese Spieler sind im Folgenden nach Schweregrad ihrer Störung in 3 Gruppen untergliedert worden. Gruppe 3 weist dabei die schwerste Störungsform auf (vgl. Abb.50).

„Yips“-Gruppe	Störungs-grad	Anzahl	Alters-durchschnitt	HcP Durchschnitt	Spielerfahrung in Jahren	Geschlecht m : w
Y1	leicht	12	48,7	14,1	8,5	9 : 3
Y2	mittel	12	44,3	15,2	9,7	9 : 3
Y3	schwer	2	67,5	19,1	12,5	2 : 0

Abb.50: Biometrische Daten der „Yips“ -Population

Bei einer Fallzahl von 133 Amateuren hat die darin enthaltenden „Yips“-Population mit 19,5% einen relativ hohen Anteil. Damit liegen wir über den Annahmen anderer Studien, die in der Regel von ca. 12% ausgehen (Smith et al. 2001). Im Folgenden stellen wir die „Yips“-Gruppen tabellarisch und graphisch den störungsfreien Spielern gegenüber, wobei die Gruppe 0 die störungsfreien Golfer repräsentiert.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Tabelle (vgl. Abb.51) enthält die folgenden „Yips“-relevanten Parameter als Mittelwerte und Standardabweichungen:

- „Jerk“-Betrag des Schlägerkopfes
- „Jerk”-Betrag des Handgelenks
- „Jerk“-Range des Handgelenks
- Range des Schlägerblattstellung/Winkels (Gesamtrotation)

Yips	Statistisches Maß	„Jerk“- Betrag Schläger	„Jerk“- Betrag HG	“Jerk”- Range HG	Range des Winkels
Gruppe 0	Mittelwert	34,44	11,33	45,06	18,99
	Std.-Abw.	4,91	1,72	9,22	3,37
Gruppe 1	Mittelwert	35,35	12,55	55,14	21,30
	Std.-Abw.	7,13	1,82	11,55	3,05
Gruppe 2	Mittelwert	38,00	13,14	54,27	19,02
	Std.-Abw.	8,17	2,42	11,53	3,31
Gruppe 3	Mittelwert	45,75	13,02	55,41	20,70
	Std.-Abw.	13,65	2,35	10,78	6,36
Insgesamt	Mittelwert	35,02	11,63	46,97	19,23
	Std.-Abw.	5,54	1,81	9,67	3,38

Abb.51: „Yips“-Parameter; Mittelwert und Standardabweichung

Die Daten lassen wertvolle Einblicke in die veränderte Kinematik erkennen. Die „Jerk“-Werte verändern sich den „Yips“-Klassen entsprechend zu immer höheren Kennzahlen. Beispielweise findet in der Kategorie „Jerk“-Betrag Schläger eine Steigerung des Mittelwertes von den störungsfreien Golfern um 32% (34,44 mm/s³ vs. 45,75 mm/s³) bis zur schwersten Symptomgruppe statt. Innerhalb der Standardabweichung erreicht der Wertzuwachs sogar eine Niveau von 170 % Differenz zwischen „Nicht-Yipsern“ und „Yipsern“ (4,91 mm/s³ vs. 13,65 mm/s³). Die Parameter „Jerk“-Betrag des Handgelenks sowie die Range des „Jerk“ spiegeln diese Tendenz ebenfalls wieder. Nicht ganz so eindeutige Trends sind in der Rotationsanalyse zu erkennen. Dieser Effekt kann eventuell durch eine bewusste Unterbindung der sich natürlicherweise einstellenden Rotation erklärt werden, da die „Yips“-geplagten Spieler jegliche zusätzliche Rotation zu unterdrücken versuchen. Dieses ist jedoch eine Mutmaßung, die empirisch nicht verifiziert wurde.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die „Jerk“-Werte offerieren die deutlichsten gruppenspezifischen Veränderungen. Sie erweisen sich hier als das trennschärfste Kriterien zur „Yips“-Identifikation. Weiterhin können an dynamischen Parametern während des Treffmoments Hinweise auf eine „Yips“-spezifische Veränderung gefunden werden. Während motorisch ungestörte Spieler eine flüssige Bewegung durch den Ballkontakt aufweisen, sind durch die paroxysmalen Spasmen der „Yipser“ kinematische Veränderungen gerade im Bereich der Beschleunigung zu erwarten. Eine genaue Betrachtung der Schlägerableitungen sowie des Handgelenks machen Unterschiede deutlich. Die folgende Tabelle über die dynamischen Aspekte zeigt diese Tendenzen auf (vgl. Abb.52).

Yips	Statistisches Maß	Max Schläger Be-schleunigung	Auftreff Be-schleunigung	Max HG Be-schleunigung	HG Auftreff Be-schleunigung
Gruppe 0	Mittelwert	8594,54	-2172,83	2572,82	-143,16
	Std.-Abw.	1240,27	1666,65	973,67	940,97
Gruppe 1	Mittelwert	8474,27	-1590,11	2589,30	-270,74
	Std.-Abw.	1355,41	2137,25	918,85	947,13
Gruppe 2	Mittelwert	9106,07	-2981,87	2898,71	-27,69
	Std.-Abw.	1105,95	2093,44	782,31	959,25
Gruppe 3	Mittelwert	9220,93	-4914,47	2818,04	-753,57
	Std.-Abw.	2520,18	4761,92	626,37	1008,36
Insgesamt	Mittelwert	8639,60	-2234,95	2607,66	-153,51
	SD	1257,92	1795,13	945,84	937,20

Abb.52: Beschleunigungsverhältnisse der „Yips“-Gruppen. Maximale Schlägerbeschleunigung und Auftreffbeschleunigung; sowie Handgelenksbeschleunigung und Auftreffbeschleunigung (HG); Mittelwert und Standardabweichung

In den folgenden Abbildungen 53 & 54 sind diese tabellarischen Werte im Balkendiagrammen visualisiert. Es ist erkennbar, dass sich das „Yips“-Geschehen tendenziell an einem stärker beschleunigten Schlägerkopf anzudeuten scheint.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

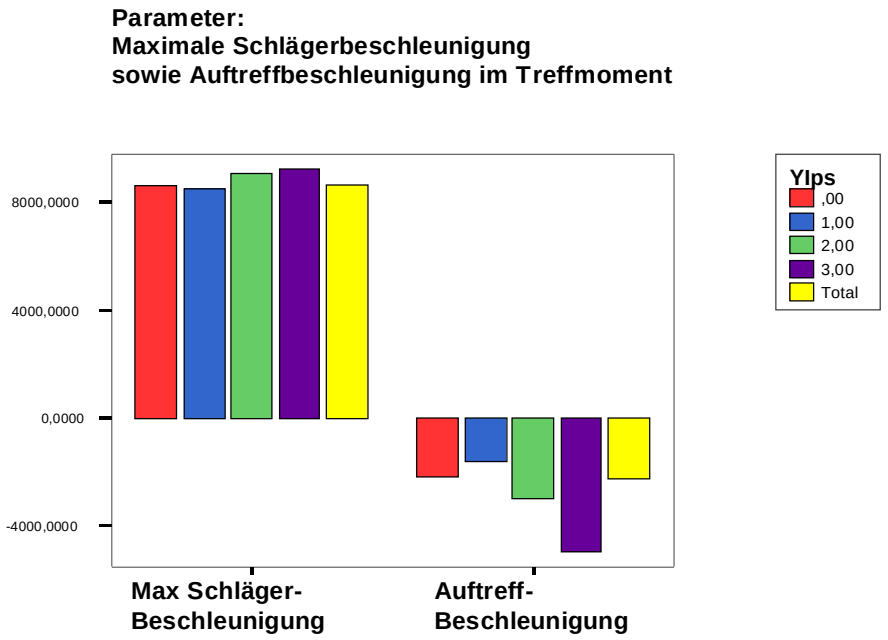


Abb.54: Balkendiagramm über max. Schlägerbeschleunigung sowie negative Auftreffbeschleunigung im Treffmoment („Bremsen“) bei „Yips“

Im linken Teil der Graphik ist die Tendenz zur Erhöhung der Schlägerkopfbeschleunigung mit zunehmender „Yips“-Belastung noch ansatzweise erkennbar. Die im rechten Teil aufgetragene Auftreffbeschleunigung macht deutlich, dass es den „Yipsern“ immer weniger gelingt, die durch den Ballkontakt verursachte Bremswirkung kompensatorisch aufzufangen, um ein Gleichmaß der Bewegung aufrechtzuerhalten. Die Bremswirkung ist in der Gruppe 3 besonders ausgeprägt.

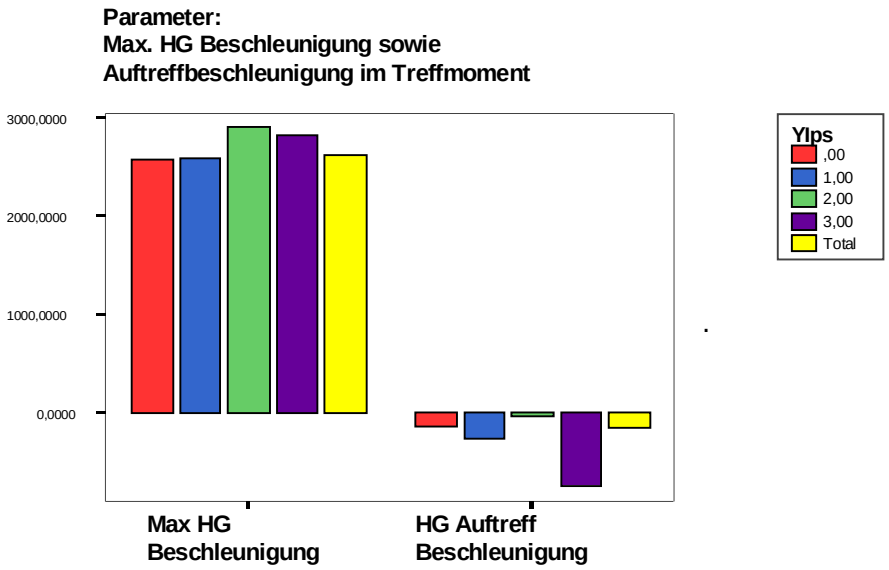


Abb.54: Balkendiagramm über maximale Handgelenkbeschleunigungen und negative Auftreffbeschleunigung bei „Yips“

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Bei den Ableitungen im Handgelenk ist dieser Trend ebenso erkennbar, wobei die Gruppe 2 aus der Systematik auszubrechen scheint. Eine Erklärung hierfür ist aus den uns vorliegenden Daten nicht abzuleiten.

Resümee:
Die Sichtung der „Yips“-Parameter macht deutlich, dass es innerhalb der Gruppen-untersuchung erhebliche Mittelwertunterschiede gibt. Die Bewegungsstörung scheint sich vor allem in denjenigen Parametern niederzuschlagen, deren ordnungsgemäße Steuerung nur durch eine automatisierte Bewegungsausführung perfektioniert werden kann. So zeigen die Parameter Rotation und „Jerk“ markante Veränderungen mit Zunahme der Störung. Vor allem die Standardabweichung und somit die Konsistenz der Bewegung lassen den motorischen „Zusammenbruch“ erkennen. Aufgrund der großen Streuung der Parameter ist eine „Diagnose“ anhand einzelner Werte jedoch nicht eindeutig möglich. Da „Yips“ im Treffmoment zu unterschiedlich chaotischen Ausschlägen führen kann, sind die Effekte im Mittel nicht eindeutig identifizierbar. Vor allem bei Betrachtung der Bewegungskonsistenz können deutliche Defizite bei den „Yipsern“ gefunden werden. Deshalb muss zur voll-ständigen Analyse der Bewegungsstörung der graphische Report hinzugezogen werden, um individuelle Schwierigkeiten der Bewegung herauszufiltern.

7. Das „Yips“-Training

Der letzte Schritt des wissenschaftlichen Auftrags war die Einzelfallbetrachtung von ausgewiesenen „Yipsern“, die Beschreibung therapeutischer Trainingsmaßnahmen sowie die anschließende Erfolgskontrolle. In diesem Teil der Studie wurden vier Golfspieler mit unterschiedlichen Manifestationsformen der „Yips“-Störung aufgenommen. Die Probleme imponierten von massiven Oszillationen im Handgelenk durch den ganzen Schlag bis hin zu eher leichteren Ausprägungen mit latentem Tremor.

Es handelt sich um vier männliche Spieler zwischen 43 und 58 Jahren. Auf die einzelnen Problematiken wird in der individuellen Spielervorstellung eingegangen. Die Spieler wurden zunächst unserer kinematischen Messung unterzogen, um anschließend ein von uns entwickeltes Rehabilitationstraining durchzuführen. Dieses Trainingsprogramm wurde nach Hypothesen der „Yips“-Genese entsprechend aufgebaut und individuell auf die einzelnen Spieler zugeschnitten.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Prinzipiell basiert das Programm darauf, dem Spieler die Möglichkeit der Reversibilität der „Yips“-Symptome zu demonstrieren. Dazu wurden in das „Bewegungsstrategie-Training“ Rehabilitationsübungen aufgenommen, die an den Kern des „Yips“-Problems herangehen und die Spieler aus ihrem „Teufelskreis“ herausziehen sollen, indem sie die Integrität ihrer motorischen Kompetenz wieder erfahren können (vgl. Seite 98).

Ein analoges Konzept wurde in der Behandlung des Schreibkrampfes entwickelt und inzwischen bei mehr als 500 Patienten erfolgreich in der Entwicklungsgruppe Klinische Neuropsychologie (EKN) am Krankenhaus München Bogenhausen eingesetzt. Die grundlegende Annahme ist, dass das Objekt -in diesem Fall der Golfball- und die Antizipation des Ballkontaktes das eigentliche Problem induzieren. Ohne das Objekt bzw. ohne die Vorstellung des Objektes tritt die Störung nicht mehr auf. Dies unterstreicht die Beobachtungen des Probeschlages, der meistens ohne motorische Störung abläuft.
Es wurden Übungen konzipiert, die die Bedeutung von Treffmoment und Ballkontakt reduzieren. Damit sollte der wichtigste Trigger der „Yips“-Symptomatik dekonditioniert werden. Ziel war es, den Spieler mit der Erfahrung in Kontakt zu bringen, dass seine motorischen Fähigkeiten für die Ausführung einer normalen Pendelbewegung ausreichen. Zu diesem Zweck wurde der Aufmerksamkeitsfokus vom Ball und Treffmoment abgelenkt, um die Pendelbewegung aus dem Kontext des Erfolgsdruckes herauszunehmen.

Instrumente zur Behandlung der Bewegungsstörung sind z.B. Variationen von Griff und Rhythmus, eine unerwartete Wegnahme des Balls oder absichtliche Blockierung des Schlages im Treffmoment. Erfolgreich waren auch einarmige Putts sowie die Ausführung von Miniaturschlägen im Bereich von zehn Zentimetern.
Die Leitidee bei der Zusammenstellung der Übungen war die, den Spieler mit der Erfahrung in Kontakt zu bringen, dass er die Puttbewegung mit seinen „verborgenen“ motorischen Programmen prinzipiell immer noch flüssig und ungestört ausführen kann. Dadurch sollte ein bewusstes „Umschalten“ zwischen blockiertem und flüssigem Bewegungsmuster erfahrbar werden.
An dieser Stelle eröffnet sich dem Spieler die Möglichkeit, den Teufelskreis der „Yips“-Symptomatik zu verlassen und langfristig die Chance zum dauerhaften Ausstieg zu finden.
Hierfür können jedoch keine einheitlichen oder standarisierten Übungsmuster empfohlen werden; aufgrund der oft unterschiedlichen Symptomatik kann nur ein entsprechend individueller Zuschnitt der Übungen erfolgreich sein.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Folgende Übungen aus dem Katalog haben sich mit großem Erfolg bewährt:

1. Treffmoment-Blockade

Während der Spieler einen Puttschlag ausführt, wird durch den Fuß des Trainers der Ball im Treffmoment blockiert. Hierbei erfährt der Spieler, mit welcher Kraft er gegen den Ball schlägt. Anschließend soll die Schlagstärke und die Griffkraft sukzessive reduziert werden; ist die Kraft adäquat, wird der Ball ohne Ankündigung durch den Trainer freigegeben. In diesem Moment lernt der Spieler, mit welcher Leichtigkeit der Ball zu schlagen ist. Es wird Wert darauf gelegt, diese Erfahrung mehrfach zu reproduzieren. Eine Variation dieser Übung liegt in der isolierten Benutzung des rechten Armes, da eine „Yips“-Störung häufig nur aus dem Einsatz des rechten Handgelenkes resultiert.

2. Rhythmus Training

Dabei wird versucht, an den Längen des Rück- und Vorschwunges und ihrer Relation zueinander zu arbeiten und sie entsprechend den Vorstellungen eines orientierenden 1/3 Rückschwung – 2/3 Vorschwung Timings zu optimieren. Längen und Geschwindigkeiten wurden variierend trainiert und das Timing sukzessive angepasst. Insbesondere die Fokussierung auf das richtige Timing lenkt vom Ballkontext ab und stabilisiert somit die Bewegungsverläufe und den Treffmoment.

3. Griffveränderung

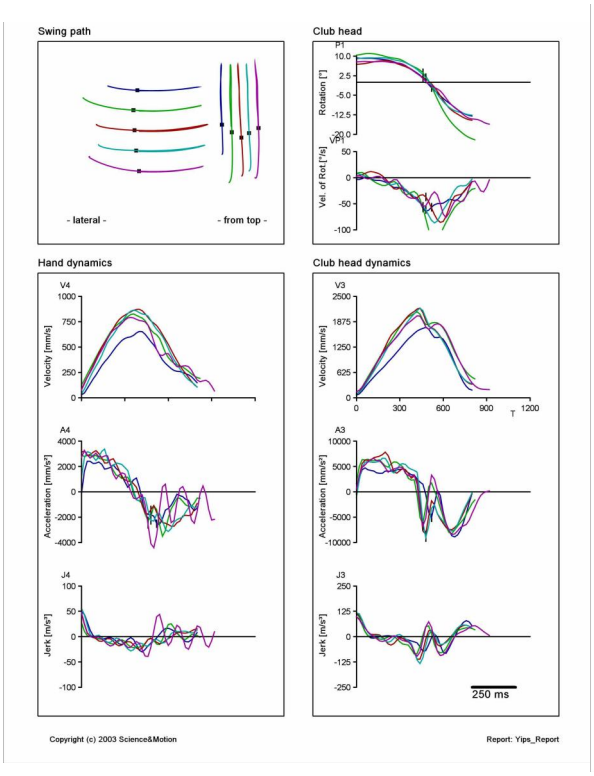
Die meisten „Yipser“ weisen aufgrund der aufgebauten Kontrollmechanismen einen vielfach überhöhten Griffdruck auf. Dieser ist extrem kontraproduktiv für die gefühlvolle Bewegung. Trainingsziel war die bewusste Lockerung des Griffes.

Diese ausgewählten Übungen lassen sich je nach „Indikation“ miteinander kombinieren . Die Intention der Trainingsvarianten richtete sich auf die Aktivierung der motorischen „back-up“ Programme, um wieder auf die vorhandenen basalen Leistungen zugreifen zu können. Im Folgenden werden vier Spieler charakterisiert und ihre graphischen Reports in der prä- und post-Trainingssituation gegenübergestellt (vgl. Abb.56 - 63).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Spieler Nr.1:

Alter:	58 Jahre
HcP :	10
Symptomatik:	Unsicherheit beim Putten, leichter Tremor, langer backswing, kurzer forwardswing, spielt gehackt auf den Ball.
Diagnose:	Leichtes „Yips“, unruhiges und zittriges Handgelenk, irregulärer Pfad.
Übungen:	mit rechter Hand üben, Ball mit Fuss blockieren und dagegen schlagen, backswing verkürzen.
Ergebnis:	Parameter regelmäßiger, Pfad ok, immer noch etwas unsicher, Spieler hoch zufrieden Performance: Alle Parameter im normalen Bereich.



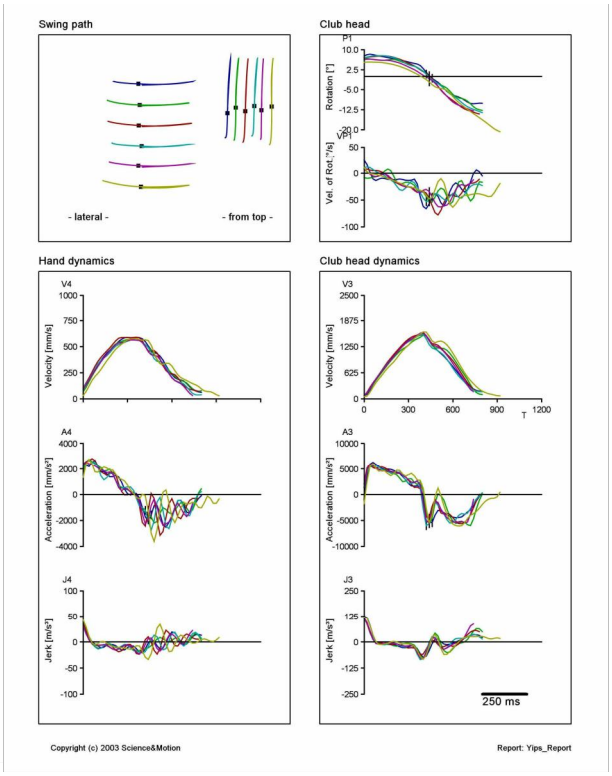


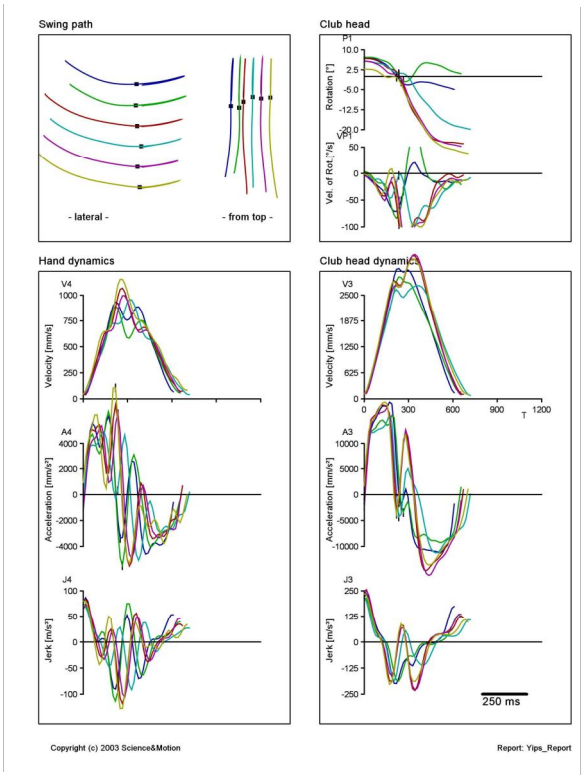
Abb.55: prä-Training **Abb.56:** post -Training

Graphischer „Yips“ -Report, Spieler 1, prä- und post-Training . Aufgezeichnet wurden die Schwungbahnen, Rotation des Schlägerkopfes, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie „Jerk“ des Handgelenkes und Schlägerkopfes.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Spieler Nr. 2 :

Alter:	43 Jahre
HcP:	6
Symptomatik:	Probleme nur bei langen Putts ab 7 m. Handgelenk fängt an zu oszillieren, nicht mehr kontrollierbar.
Diagnose:	Werte im normalen Bereich, aber extreme Oszillation des Handgelenkes, große Probleme mit Winkel; Pfad weniger betroffen.
Übungen:	Leichter Griff, rechte Hand reduzieren, langsamer schlagen und Länge beibehalten; lange und kurze Putts mischen.
Ergebnis:	Perfekt



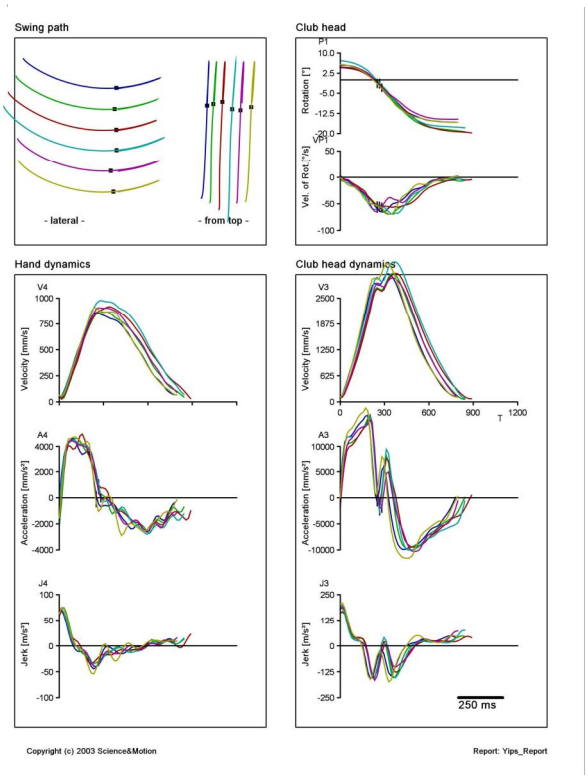


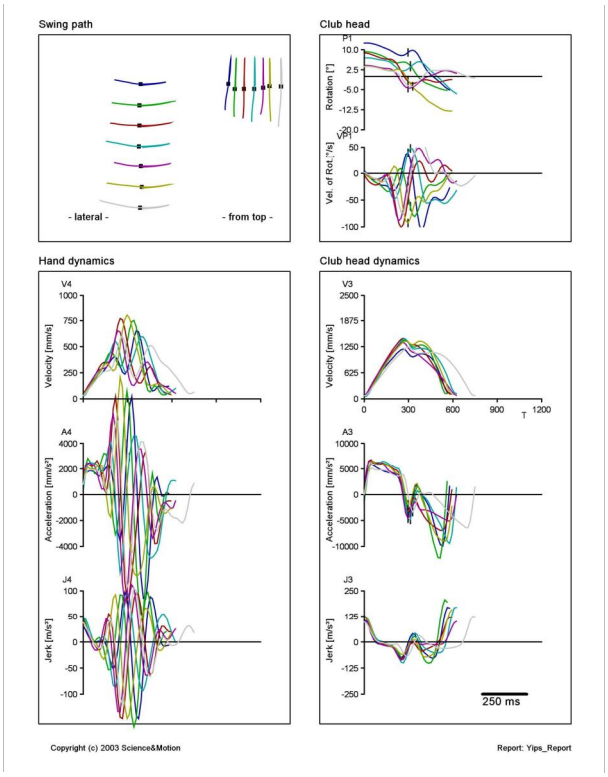
Abb.57: prä-Training **Abb.58**: post-Training

Graphischer „Yips“ -Report, Spieler 2, prä- und post-Training. Aufgezeichnet wurden Schwungbahnen, Rotation des Schlägerkopfes, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie „Jerk“ des Handgelenkes und Schlägerkopfes.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Spieler Nr. 3:

Alter:	54 Jahre
HcP:	4
Symptomatik:	Spielt normalerweise mit langem Putter. Kann nicht mehr mit kurzem Schläger spielen.
Diagnose:	Extremer „Yips“, kurze, abgehackte Bewegung. „Yips“ sehr früh in der Bewegung, Extreme Oszillation des Handgelenk, stark betroffener Schlägerkopf. Dynamiken noch sehr gut.
Übungen:	Nur rechtshändig üben, Ball blockieren, Bewegung zerlegen, vor den Ball- ab Ball, kleine Miniputts üben (10 cm).
Ergebnis:	Perfekte Performance. Pfad normal und ausgeglichener Rhythmus. 100% Erfolg



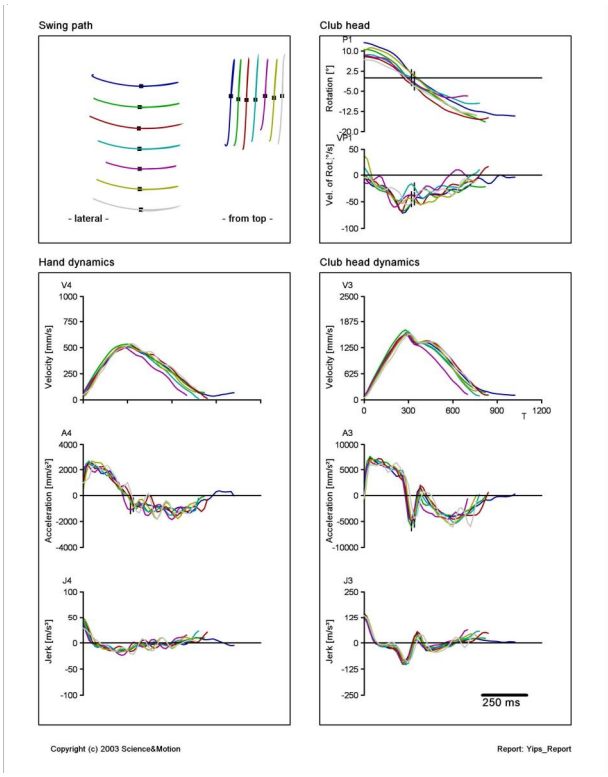


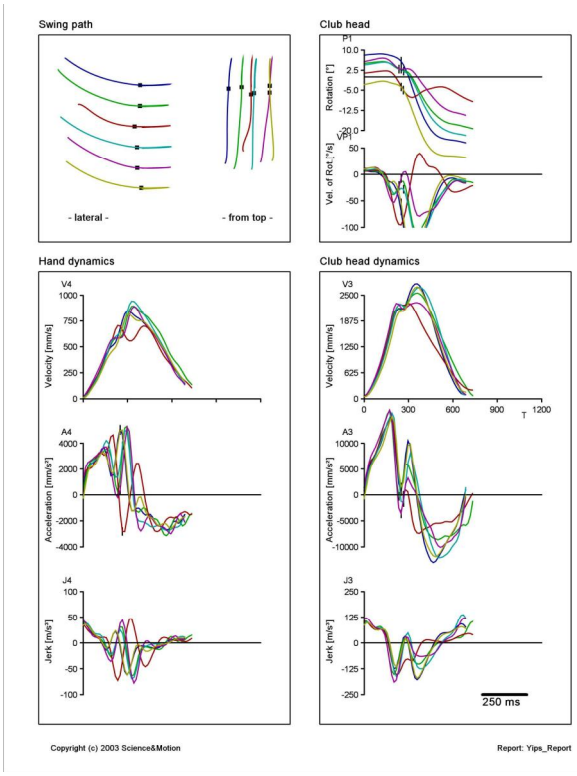
Abb.59: prä-Training **Abb.60**.: post-Training

Graphischer „Yips“ -Report, Spieler 3, prä- und post –Training. Aufgezeichnet wurden die Schwungbahnen, Rotation des Schlägerkopfes, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie „Jerk“ des Handgelenkes und Schlägerkopfes.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Spieler Nr. 4:

Alter:	48 Jahre
HcP:	13
Symptomatik:	Unsicherheit beim Putten, bricht mal nach links, mal nach rechts, ist abhängig von Situation.
Diagnose:	Mittelschwerer „Yips“, beginnt kurz vor Impact, Handgelenk stark betroffen. Am Schluß der Bewegung wieder ruhiger. Geht extrem aggressiv auf den Ball.
Übungen:	Rhythmus und Timing üben. Slow down. Ohne Ball / mit Ball. Den Schlägerkopf schwingen, die Bewegung "spüren". Dieses Gefühl mitnehmen zum Putten.
Ergebnis:	Alle Parameter ruhiger. Immer noch Probleme, aber deutlich besser. Weitere Verbesserungsmöglichkeit.



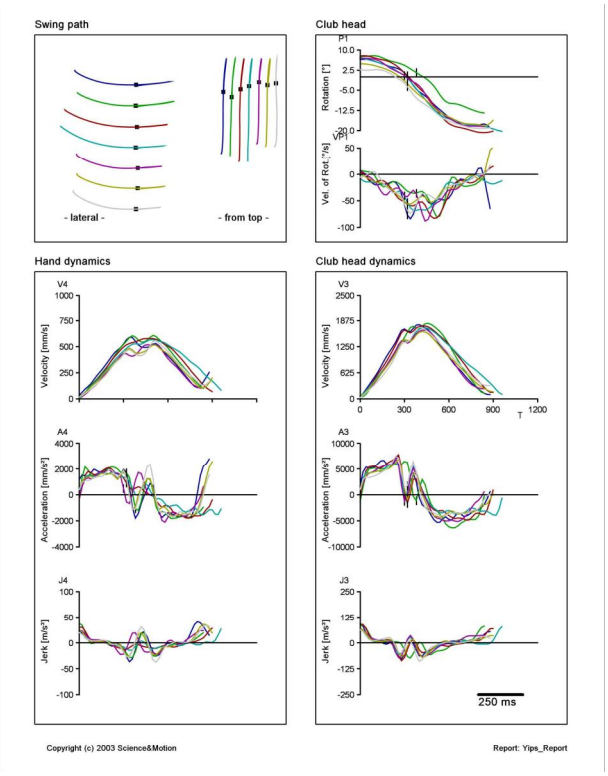


Abb.61: prä-Training **Abb.62**: post-Training

Graphischer „Yips“ -Report, Spieler 4, prä- und post-Training. Aufgezeichnet wurden die Schwungbahnen, Rotation des Schlägerkopfes, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie „Jerk“ des Handgelenkes und Schlägerkopfes.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die Anschauung der graphischen Reports zeigt die hohe Effizienz der gewählten Trainingsaufgaben. Die Bewegungen haben sich bei allen Versuchsteilnehmern ernorm verbessert und zeigen nun wieder die kinematischen Charakteristika einer beinahe störungsfreien Puttbewegung. Gerade die dynamischen Parameter wie Geschwindigkeit und Beschleunigung sind durch das „Timing“ Training wieder in „normale“ Verläufe zurückgeführt worden. Unter Beibehaltung der individuellen Trainingsempfehlungen sind stabile Ergebnisse zu erwarten.
Die graphischen Reports zeugen von der Richtigkeit unserer Trainingsansätze. Bei allen vier Studienteilnehmern haben sich im Verlauf des Trainings deutliche Verbesserungen in sämtlichen kinematischen Parametern ergeben. Die vergleichende Zusammenfassung der Vorher-Nachher-Messwerte für ausgewählte Parameter belegen den Therapieerfolg in augenscheinlicher Weise (vgl. Anhang II).

Als Fazit dieses Trainings ist festzuhalten, dass durch die Dekonditionierung der Aufmerksamkeit auf Ball oder Treffmoment eine sofortige und reproduzierbare motorische Verbesserung stattgefunden hat, die sich dank der innovativen Messtechnik in allen kinematischen Parametern verifizieren lässt. Somit ist es gelungen, eine einfache und effiziente Methode zu entwickeln, mit deren Hilfe sich eine erhebliche Verbesserung der „Yips“-Problematik einstellen kann und die den Betroffenen den vielversprechenden Horizont eröffnet, sich in Zukunft durch Wiederholung der angewandten Übungen selbstständig aus der motorischen Krise zu befreien.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

E. Diskussion

Mit Hilfe der hier vorgestellten kinematischen Analyse ist es gelungen, eine dezidierte und umfassende Bewegungsbeschreibung des Puttschwunges zu etablieren. Anhand präziser Messungen können nun fundierte Aussagen über den Puttschlag getroffen werden, die gängige „Trainingsideologien“ in ihrer Richtigkeit bestätigen oder falsifizieren.
So sind innerhalb der gemessenen Population interessante Daten über die Ausführung und Organisation des Puttschlages gewonnen worden, die eine klare Richtlinie für eine motorisch ausgereifte Bewegung vorgeben: Es hat sich gezeigt, dass es für einen kontrollierten Putt vorteilhaft ist, die Bewegungsphase zeitlich und in ihrer Länge zu beschränken. Weiterhin ist die Beschränkung der Schlägerkopfrotation als ein Erfolgskriterium anzusehen. Ein möglichst gerader Bewegungspfad kombiniert mit einer moderaten Rotation und der Verzicht auf den aktiven Handgelenkseinsatz zählen zu den Bewegungsmaximen des Erfolges. Eine darüber hinaus entscheidende Rolle spielt das adäquate Timing. Hier haben sich Werte von ca. 0.4 als die beste Strategie erwiesen. Das heißt, dass bereits vor der Hälfte des absolvierten Schlages (nach ca. 40% der Wegstrecke) der Ball getroffen werden sollte. Durch dieses „frühe“ Treffen kommen die dynamischen Parameter Geschwindigkeit und Beschleunigung am Effizientesten zur Entfaltung. Ein motorisch ausgereifter Putt imponiert mit einer im Treffmoment konstanten Beschleunigung sowie einem Geschwindigkeits-maximum nach dem Ballkontakt.

Wie kommen nun die professionellen Spieler zu ihrem ausgereiften Bewegungsablauf? Welche motorische Strategie oder Organisation liegt hier zugrunde?
Um eine konstante Puttleistung zu erbringen, muss ein Spieler zu seinem „eigenen“ Bewegungsablauf gefunden haben. Zwar folgen die meisten Spieler den von uns ermittelten Grundsätzen, doch gibt es immer wieder individuelle Elemente, so dass von der einen Idealbewegung beim Putten nicht gesprochen werden kann. Was jedoch bei allen differierenden Parametern auffällt ist die ausgesprochene Konstanz, mit der die Profis ihre Bewegung reproduzieren. Die Professionalität scheint in der Wiederholbarkeit der dynamischen Parameter zu liegen, was nur mit hohem Trainingsaufwand und einer guten motorischen Strategie erreicht werden kann. Letztere ist vor allem durch eine kurze Bewegung, eine begrenzte Rotation sowie ein günstiges Timing charakterisiert.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Diese Parameter werden von den Profis mit einer gewissen „Überzeugung“ der Bewegungsausführung gepaart, d.h., dass gute Spieler nicht die einzelnen motorischen Parameter bewusst kontrollieren. Vielmehr verlassen sie sich auf die intuitive Integration aller Bewegungsparameter zu einem einheitlichen Ganzen. Um zu diesem Punkt zu kommen, muss die Puttbewegung in ihren einzelnen Komponenten als automatisierte, „feed-forward“ gesteuerte Bewegung internalisiert sein.

Die Fokussierung auf die Schulterkippung als Triggerfunktion der Bewegungsinitiierung scheint sich hierbei als bewährtes Konzept zu erweisen. Eine über solche Startfrequenz eingeleitete motorische Routine ist die beste Lösung, um ein cerebral ausgereiftes Programm für das Putten beizubehalten und es auch unter Stresssituationen sicher verwenden zu können. Hier genau liegt die kritische Eintrittspforte für eine motorische Störung im Sinne der „Yips“-Symptomatik. In zahlreichen Studien wurde dieses Problem unter verschiedensten Aspekten beleuchtet, um eine sinnvolle Erklärung für den abrupten und paroxysmalen Verlust der motorischen Leistungsfähigkeit zu finden. Eine definitive Erklärung ist bisher jedoch ausgeblieben.
Die heute gängigen Ansätze bewegen sich in einem Kontinuum zwischen dem aus der Psychologie bekannten Phänomen des „chokings“ und dem neurologischen Erklärungsmuster der fokalen Dystonie (Smith et al. 2003). Während unter „choking“ ein situativer, stressbedingter Verlust der motorischen Kompetenz mit anschließender Rehabilitation gemeint ist, bezeichnet die fokale Dystonie eher das Bild einer persistierenden, immer wieder auftretenden, kontextspezifischen und nicht mehr steuerbaren, unfreiwilligen Veränderung einer bisher fehlerfrei ausgeübten, hochrepetitiven Bewegung. Motorisch äußert sich die Dystonie in charakteristischen Spasmen. Mit Hilfe des hochsensitiven Messverfahrens konnte Licht in diese Grauzone gebracht und ein schlüssiger Erklärungsansatz formuliert werden, der eine transparente Lösung dieses Problems anbietet.
Zunächst irritierend erschien es beim „Yips“-Phänomen, dass es eine Bewegung betrifft, die vor der Manifestation der Störung fehlerfrei ausgeführt wurde, um dann „plötzlich“ eine negative Veränderung zu erfahren. Dies setzt voraus, dass es zuvor eine intakte motorische Programmierung und Ausführung gegeben haben muss. Um den eingeschlichenen Fehler zu detektieren, erschien es sinnvoll, eine genaue Analyse der noch vorhandenen motorischen Leistungsfähigkeit in diesem Bereich zu erstellen. Wenn der Fehler innerhalb der leitenden oder ausführenden Strukturen verursacht sein sollte (McDaniel 1989), hätte damit jede vergleichbare feinmotorische Aufgabe gestört sein müssen. Dies ist beim „Yips“ aber gerade nicht der Fall.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Die charakteristische Kontextspezifität der Manifestation legte den Verdacht nahe, dass die Störung innerhalb der motorischen Programmierung für diese Aufgabe zu suchen ist. Doch wie kommt es dazu, dass ein ehemals funktionsfähiges Programm degeneriert?
Hier kamen die Forschungen auf dem Feld des Graphospasmus zu Hilfe. Ähnlich wie beim Schreibkrampf könnte es sich beim „Yips“ auch um das Zerbrechen einer bisher funktionierenden motorischen Einheit handeln. Nach initialen Schwierigkeiten entwickelt sich beim Graphospasmus ein ähnlich bizarres Bild innerhalb der Bewegungsausführung, das bis zur völligen Aufgabe der Schreibkompetenz führen kann. Dem erfolgreichen Therapiekonzept von Dr. Marquardt folgend, konnte der scheinbar unerklärbare, irreversible Kompetenzverlust aufgefangen und dauerhaft therapiert werden. In Analogie zu diesem Ansatz ist nun auch das „Yips“-Phänomen betrachtet worden.
Alle bekannten Initiierungssituationen haben die Tatsache gemein, dass der Fokus auf die Bewegung und ihre gewünscht fehlerfreie Ausführung gelegt wird und somit eine bewusste Überprüfung des motorischen Programms einsetzt. Jede motorische Leistung kann vom Ausführenden nur dann primär flüssig erbracht werden, wenn die Bewegung durch ein unterbewusst steuerndes Programm gemanagt wird. Hierbei handelt es sich um die Charakteristik der automatisierten, „feed-forward“ gesteuerten Bewegung. Verlässt der Spieler sein unterbewusst gesteuertes Programm, um eine Verbesserung seiner Puttleistung zu erarbeiten, wird er zunächst eine kinematische Verschlechterung erfahren. Die modifizierte Bewegung erscheint zu Beginn ungewohnt. Ein forcierter Trainingsaufwand ist zur Internalisierung der „neuen“ Bewegung notwendig. An dieser Stelle können sich andere, eventuell fehlerhafte Programme spontan etablieren.

Das cerebrale Programm wird modifiziert und der Spieler verlässt seine Routinebewegung. Infolgedessen muss der Spieler vermehrt propriozeptive Wahrnehmungsarbeit leisten, um die neu entwickelte Bewegung zu kontrollieren. Sein Arbeitsfokus liegt damit nicht mehr auf der Ausführung einer kurzen, zügig routinierten Bewegung; vielmehr wird im Rahmen des „closed-loop“ -Verfahrens eine ständige Kontrolle des „Outcomes“ durchgeführt. Dies kommt einem initialen Lernprozess gleich. Sofern die Erwartungshaltung mit den erbrachten Leistungen kollidiert, wird die Stresssituation verschärft. Zur deren Überwindung werden unter Umständen weitere Wahrnehmungssysteme aktiviert und eine muskuläre Kontrollambition angestrengt. Der Muskeltonus wird gesteigert und verhindert die flüssige Ausführung der Bewegung.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Durch die Veränderung der Puttstrategie hat sich in Zusammenhang mit den muskulären Anspannungen, zumindest kurzfristig, eine Leistungsverschlechterung eingestellt, die erneut in einer negativen Bewertung der motorischen Leistung mit Handlungsbedarf endet. So gerät der Spieler in eine Art Teufelskreis, in dem er sich zunehmend von seinem bisher verwendeten intakten Programm entfernt. Die negative Erfahrung schürt den Frustrationsgrad und fördert den Einsatz weiterer Kontrollmechanismen. Nach diesem forcierten „Training“ mit veränderter Technik hat der Spieler den Hypothesen zufolge sein motorisches Planungsprogramm soweit verändert, dass er nicht mehr in der Lage ist, die ursprünglich angelegte Steuerung fehlerfrei abzurufen. Dies wird ihn motivieren, erneut in den „Teufelskreis“ einzusteigen (vgl. Abb.63).

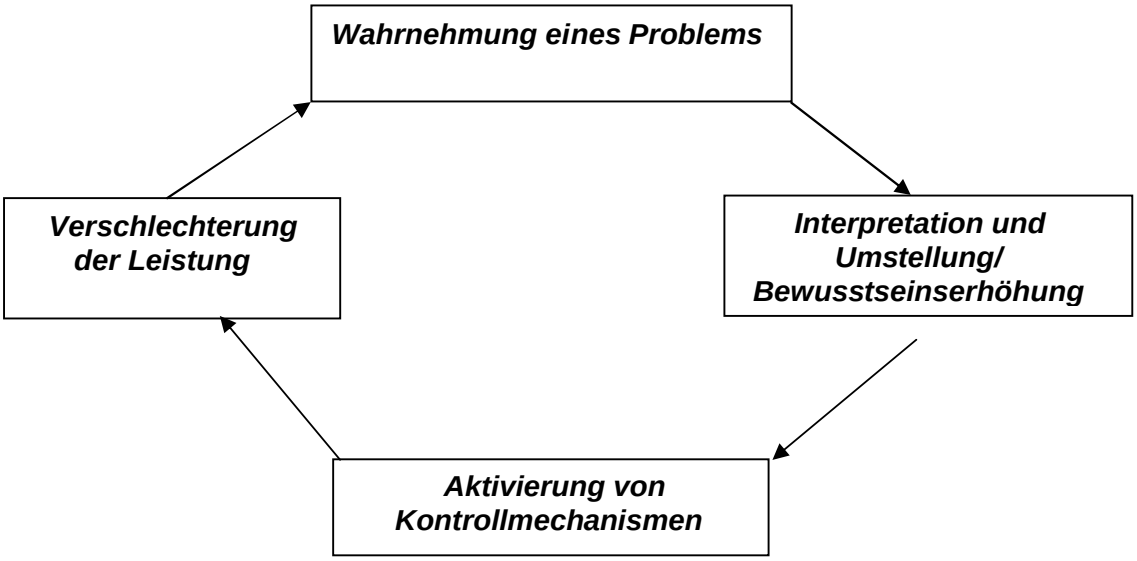


Abb.63: „Teufelskreis Modell“ nach Marquardt (2000)

Begleitende negative Affekte verschärfen diesen Teufelskreis, indem sie die oben genannten Mechanismen verstärken. So entstandene Emotionen führen zur einer Angst vor der Aushol- oder Pendelbewegung und münden in der Angst vor dem Ball. Als Ausdruck dieses antizipatorischen Kontrollzwanges werden die verstärkten Tonuswerte der Muskulatur bei „Yipsern“ während des Putts verstanden, wie auch die Symptome des „freezings“. Die Spieler haben buchstäblich „Angst“ davor, den Schläger auf den Ball einwirken zu lassen, da sie gelernt haben, dass es wahrscheinlich nicht zum erhofften Erfolg führen wird.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Hierbei blockieren sie den Treffmoment mit einer plötzlichen Anspannung der Muskulatur, was sich in Form der „Jerk“-Beträge als Ausdruck des Spasmus niederschlagen kann. Diese Erfahrungen lassen die Spieler an ihrer Fähigkeit, den Ball „normal“ schlagen zu können, zweifeln und manifestieren so diese neuen Programme. Die beschriebene Konditionierungsschleife hat sich bei manchen „Yipsern“ dermaßen generalisiert, dass bei jeglicher Puttbewegung eine „Yips“-Symptomatik auftritt.
Andere Spieler berichten, nur unter Stresssituationen in die „Yips“-Symptomatik einzusteigen. Diese Alternierung der Programme kann sich soweit verfestigen, dass die Spieler letztlich vorhersagen können, wann ihr „Yips“-Programm wieder „anspringen“ wird. Gerade für ambitionierte Spieler, die mit außerordentlichem Trainingsengagement versuchen, das entstehende Defizit zu kompensieren, wird das Problem u.U. verschärft. Unserer Ansicht nach wäre es sinnvoll, beim „Erkennen“ einer beginnenden Störung das Training zu unterbrechen und erst mit einigem Abstand - dem alten Bewegungskonzept vertrauend - wieder an die gewohnte Bewegung anzuknüpfen. Die motorische Strategie, den Puttschlag mit „commitment“ (Überzeugung) auszuführen und den Fokus nur auf die prägnante Schulterbewegung zu richten, erscheint in diesem Zusammenhang als sinnvoller Lösungsansatz.

Aus diesen Ergebnissen wird gefolgert, dass es sich beim „Yips“-Problem quasi um ein „hausgemachtes“ Defizit handelt, welches sich auf Versagensangst, gepaart mit fehlerhaften motorischen Programmen, gründet. Interessanterweise scheint die Alternierung der Programme darauf hinzudeuten, dass es sich beim „Yips“-Problem nicht um eine strukturelle Läsion innerhalb der Basalganglien oder Transmitterstoffe handelt, wie es von den Verfechtern der fokalen Dystonie-These angeführt wird, sondern lediglich um die fatale Anwählung eines fehlerhaften motorischen Programmes.
Die Annahme, dass es sich ähnlich dem „Yips“-Phänomen generell nicht um einen irreversiblen Verlust der motorischen Leistung handelt, haben auch Marquardt et al. (1998) beim Schreibkrampf geäußert. Sie prägten in diesem Kontext den Begriff der „Dissoziation der Schreibleistung“. In Analogie könnte diese Begrifflichkeit auch für den Golferkrampf angewendet werden. Da das „Yips“-Programm über eine Neuprogrammierung entstanden ist, liegt der therapeutischer Ansatz darin, die ursprünglichen aber unzugänglichen Kompetenzen wieder zu entfalten und dabei die fehlerhaften Programme zu verlernen.
Die überzeugenden Ergebnisse der therapeutischen Maßnahmen bestätigen die Richtigkeit dieser Annahme (vgl. Seite 87 ff).

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

F. Zusammenfassung

Mit der Entwicklung einer kinematischen Analyse für den Puttschlag im Golfsport wurde ein effizientes System zur Beurteilung der motorischen Güte der Bewegung geschaffen. Erstmals sind spezifische Aspekte einer Puttbewegung gesondert dargestellt und untersucht worden. Über eine dezidierte Analyse der Bewegung konnten Einblicke in die motorische Organisation des Puttschlages gewonnen werden. Damit sind neue Ansätze und Philosophien im Training des kurzen Golfspiels, insbesondere des Puttens, geschaffen worden.
Ein „feedback“-gesteuertes Training gibt es bisher nur mittels Videoaufzeichnung oder unter verbaler Korrektur des Trainers. Die kinematische Analyse hat mit ihrem innovativen System einen Einstieg in die Fachwelt gefunden. Es konnten neue Möglichkeiten des zielgerechten Trainings mittels graphischen Feedbacks zur Verfügung gestellt werden. Neben seiner Verwendungsmöglichkeit als Trainingssystem bietet sich ebenfalls die Option, über die präzise Bewegungsanalyse motorische Störungen zu detektieren. Dies umfasst sowohl manifeste als auch latente Ausprägungen.

So konnte mit Hilfe dieses Messsystems eine genaue Beleuchtung des bisher ungeklärten „Yips“-Phänomens im Golfspiel durchgeführt werden. Die Untersuchungen ermittelten charakteristische Muster dieser gestörten Bewegung und ermöglichten, Leitsätze für eine frühzeitige Diagnose potentieller Störungen zu formulieren. Weiterhin ist unter Einbezug neuester Forschungsergebnisse aus dem Gebiet des dystonischen Störungsformenkreises eine eigenständige Hypothese zur Ätiologie und Genese der „Yips“-Symptomatik erstellt worden, welche durch die kinematischen Untersuchungen in ihrer Richtigkeit bestätigt wurde. Auf Basis dieser Erkenntnisse sind Therapiekonzepte erarbeitet worden, die eine effiziente und langfristige Behandlung des „Yips“-Problems ermöglichen. Somit ist es erstmalig gelungen, ein durch objektivierte Trainingserfolge belegtes, schlüssiges Kausalitäts- und Therapieschema zur Verfügung zu stellen. Damit ist die „Entmystifizierung“ des „Yips“-Phänomens eingeleitet.

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

G. Literaturverzeichnis

Adams, J-A., 1987. historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skills
Psychological Bulletin, 1987, Vol. 101, No.1, 41-74

Adams, J-A., 1971. A closed loop theory of motor learning
Journal of Motor Behaviour 3; 1971, 111-149

Adler, Ch. et al., 2005. Abnormal co-contraction in yips-affected but not unaffected golfers: evidence for focal dystonia
Neurology, 2005 May 24;64(10):1813-4

Baumeister, RF, 1984. Choking under pressure: self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skillful performance
Journal of Pers Soc Psychol. 1984.Mar;46(3):610-20

Baumeister, R.F., Hamilton, J., Tice, D., 1985. Public versus private expectancy of success: confidence booster or performance pressure?
Journal of Personality and Social Psychology, 1985, 48, 1447-1457

Bawden, M., et Maynard, I., 2001. Towards an understanding of the personal experience of the “yips” in cricketers
Journal of Sport Sciences, 2001, 19, 937-953

Beilock, S., Wierenga, S., Carr, T., 2002. Expertise, attention, and memory in sensorimotor skill execution: impact of novel task constraints on dual-task performance and episodic memory
The quarterly journal of experimental psychology, 2002, 55A(4), 1211-1240

Brisson, T.A., Alain, C., 1997. A comparison of two references for using knowledge of performance in learning a motor task
Journal of Motor Behavior, 1997, 29, 339-350

Byl, N., Merzenich, M., Jenkins, W., 1996. A primate genesis model of focal dystonia and repetetive strain injury
Neurology 1996, 47. 508-520

Clark, R.D., 2002. Evaluating the phenomenon of choking in professional golfers
Perceptual and Motor Skills, 2002, 95, 1287-1294

Clark, R.D., 2003. Do professional golfers "choke"?
Percept Mot Skills. 2003.Jun;94(3 Pt 2):1124-30

Crews, D., 2000. Psychophysiological Differences between Choking and Successful Golf Putting Performance
Golf Magazine, 3/2001. 92-96

Davidson, PR., Jones, RD., Andreae, JH., Sirisena, HR., 2002. Simulating closed- and open-loop voluntary movement: a nonlinear control-systems approach
IEEE Trans Biomed Eng. 2002 Nov; 49 (11): 1242-52

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Delay, D., Nougier, V., Orliaguet, J-P., Coello, Y., 1997. Movement control in golf putting.
Human Movement Science 16 (1997), 597-619

Flash, T., Hogan, N., 1985. The coordination of arm movements: an experimental confirmed mathematical model
Journal of Neuroscience, 1985, 5: 1688-1703

Flash, T., Henis, E., 1991. Arm trajectory modifications during reaching towards visual targets
Journal of cognitive neuroscience, 1991,Volume 3, number 3, 219-230

Freund, H-J., 1986, Time control of hand movements
Progress in Brain research, 1986, Vol. 64. 287-294
Neurology 1996; 47: 508-520

Genske, D., Strüver, S., 2001. Golf- Richtig putten.
Stiebner Verlag, München

Guadagnoli, M., Holcomb, W., Davis, M., 2002. The efficacy of video feedback for learning the golf swing
Journal of Sports Science, 2002, 20, 615-622

Guadagnoli, M., and Lee, T.D., 2004. Challenge point: A framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning
Journal of motor Behaviour, 2004, Vol.36, No.2, 212-224

Halsband, U., Freund, H-J., 1993. Motor learning
Current Opinion in Neurobiology 1993, 3: 940-949

Hassmen, P., Koivula, N., 2001. Cardiac deceleration in elite golfers as modified by noise and anxiety during putting
Percept Mot Skills. 2001 Jun;92(3 Pt 2):947-57

Hollerbach, J. M., 1981. An oscillation theory of handwriting
Biological Cybernatics, 1982, 39, 139-156

Hung, G.K., 2003. Effect of putting grip on eye and head movements during the golf putting stroke
Scientific World Journal. 2003. Mar 24;3:122-37

Janelle. C.M., Jinguz, K., Singer, R.N., 1995. Subject-controlled performance feedback and learning of a closed motor skill
Perceptual and Motor Skills, 1995, 81, 627-634

Kölbing, A., 2001. Richtig gutes Golf.
BLV Verlagsgesellschaft mbH, München

Letzelter, M. + H., 2005. Golftechnik- wieso, weshalb, warum?
Phillika Verlag, 2005

Linder, D., Lutz, R., Crews, D.J., 1998. Who chokes and when? Situational and dispositional factors under pressure
World Scientific Congress for Golf III; 1998, St. Andrews, 158-165

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Malo, S.A., 1998. A cognitive approach to understanding the devastating “yips” in golf
Symposium presentation at Association for the Advancement of Applied Sport Psychology,1998, Sep. 23-27

Marquardt, C. , Gentz, W., Mai,N., 1998. Visual control of automated handwriting movements
Experimental Brain Research, 1999, 128: 224-228

Marquardt, C., Gentz, W., Mai,N., 1996. On the role of vision in skilled handwriting
IOS Press 1996, 87-97

Marquardt, C., Mai, N., 1999. Therapieansatz zur Behandlung des Schreibkrampfes
Zeitschrift für Handtherapie, 1/99. 12- 16

Marquardt, C., Mai, N., 1998. Diagnostik motorischer Schreibstörungen
Zeitschrift für Handtherapie, 1/98. 23-27

Marquardt, C., Mai, N., 1996. Das vernachlässigte Verhalten : Kinematische Analyse der Schreibbewegung beim Schreibkrampf
aus „Verhaltenstherapie, Selbstregulation, Selbstmanagement“ von H.S. Reinecker,D.Schmelzer, Hogrefe Verlag 1996, 307-328

Marquardt, C., 2000. Entwicklung eines Systems zur kinematischen Analyse von Schreibbewegungen
Dissertation 2000

Maxwell, J .P., Masters, R.S.W., and Eves, F.F., 2000. From novice to no know –how: A longitudinal study of implicit motor learning
Journal of Sports Science , 2000, 18, 111-120

McDaniel, K.D., Cummings, J.l. Shain, S., 1989. The “yips”: a focal dystonia of golfers
Neurology 1989; 39: 192-195

McKay, J.M., Selig, S.E., Carlson, J.S., Morris, T., 1997. Psychophysiological stress in elite golfers during practice and competition
Aust J Sci Med Sport. 1997, Jun; 29(2):55-61

Mononen, K., Viitasalo, J., Konzzinen, N., Era, P., 2003. The effects of augmented kinematic feedback on motor skill learning in rifle shooting
Journal of Sport Science, 2003, 21, 867-876

Murphy, M., 1994. Golf und Psyche
Hamburg 1994

Neumann, J., 2000. Autogenes Golf.
BLV Verlagsgesellschaft mbH, München

Newell, K.M., Walter, C.B., 1981. Kinematic and kinetic parameters as information feedback in motor skill acquisition
Journal of Human Movements Studies, 1981, 7, 235-254

Newell, K.M., Quinn, J.T., Carlton, M.J., 1987. Kinematic information feedback and task constraints.
Applied Cognitive Psychology, 1987. 1, 273-283

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Pelz, D., 2000. Dave Pelz`s Putting Bible.
Doubleday Books, 2000

Perkins-Ceccato, N., Passmore, S., Lee,T.D., 2003. Effects of focus depend on golfers´skill
Journal of Sport Sciences, 2003, 21, 593-600

Plamandon, R., 1994. A kinematic theory of rapid human movements, Part 1. Movement representation and generation
Biological Cybernatics, 1995, 72, 295-307

Plamandon, R., 1994. A kinematic theory of rapid human movements, Part 2. Movement time and control
Biological Cybernatics, 1995. 72, 309-320

Pöppel, E., Bullinger, M., Härtel, U., 1994. Medizinische Psychologie und Soziologie
Chapman and Hall, 1994

Pöppel, E. Grenzen des Bewußtseins
DtV Verlag, München 1987

Rosted, P., 2005. Acupuncture for treatment of the yips? – a case report
Acupunct med, 2005 Dec., 23(4); 188-9

Schmidt, R-A., 1975. A schema theory of discrete motor skill learning
Psychology Review, 1975, 82:225-260

Schmidt/ Lang/ Thews, 2004. Physiologie des Menschen
Springer Verlag 2004

Sachdev, P., 1992. Golfer´s cramp: clinical characteristics and evidence against it being an anxiety disorder
Movement Disorders, 1992. Oct; 7 (4): 326-332

Shadmehr, R., Mussa-Ivaldi, F.A., 1993. Adaptive representation of dynamics during learning of a motor task
The journal of neuroscience, May 1994, 14(5): 3208-3224

Sheehy, M.P. et Marsden, C.D., 1982. Writer´s cramp- a focal dystonia
Brain, 1982, 105, 461-480

Smith, A., et al. ,2003. The “yips” in Golf. A continuum between a focal dystonia and choking
Sports Med , 2003, 33(1), 13-31

Smith, A., et al., 2000. A multidisciplinary study of the “yips” phenomenon in golf
Sports Med, 2000, 30(6), 423-437

Taylor, J.A. and Shaw, D.F., 2002. The effects of outcome imagery on golf-putting performance
Journal of Sport Sciences, 2002, 20, 607-613

Wolpert, D.M., Ghahramani, Z., Flanagan, J.R., 2001. Perspectives and problems in motor learning
Trends in Cognitive Sciences Vol.5 No.11, Nov. 2001

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

White, J.Y., 1993. It´s golfer´s “yips”
Physician Sports Med, 1993, 21 (6), 13

Williams ID, Rodney M., 1978. Intrinsic feedback, interpolation, and the closed-loop theory J Mot Behav. 1978. Mar;10(1):25-36

Woods, T. How I play Golf
Warner books Inc., New York 2001

Zeitschrift G.O.L.F. Time 1/2004 und 1/2005

Internet-Links:

http://www.betterputting.com

http://www.channel4000.com/dimension/news-dimension-990805-091158.htm

http://www.canoe.ca/Health0101/08_yips-cp.htm

http://www.cookinglight.com/articles

http://www.drputt.com/deardrputt/GripPressure.htm

http://www.drputt.com/deardrputt/LongUphillPutts.htm

http://www.drputt.com/deardrputt/Nerves.htm

http://www.drputt.com/deardrputt/ShortPutt.htm

http://www.drputt.com/deardrputt/Yips.htm

http://www.findarticles.com/cf_0/mOHFI/3_52/70888172/print.jhtm

http://www.golflimk.com/tips/putting2

http://www.golfonline.com/instruction/pelz/feb99/cureforchipyips.htm

http://www.golfonline.com/tours/1998/pga/feature/yipsbonk0225.htm

http://www.hankooki.com/kt_sports/200102/t20010201144545471 13.htm

http://www.hankooki.com/kt_sports/200102/t20010201144348471 11.htm

http://www.heartmath.com/home/press_in_the_news/golf_yips_under_pressure.htm

http://www.healthsurfing.com/health/2001/03/02

http://www.home.zonnet.nl/cveldkamp/defiyips.htm

http://www.inq.philly.com/content/inquirer/2001/01/22/magazine/hsyips22.htm

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

http://www.jsonline.com/golfplus/mar99/yips31899.as

http://www.juniorgolfonline.com/article.cfm?article_num=9

http://www.mayo.edu/comm/mer/news/news_1438.htm

http://www.mayoclinic.com/findinformation

http://members.tripod.com/igreen/resources/id41_m.htm

http://www.mindtraining.net/golftips/tip2.htm

http://www.mysportsguru.com/CDA/Article/0,1093,1-1008-2018-2000,00.htm

http://www.nature.com/nsu/010111/01011-1.htm

http://www.news-journalonline.com/promos/golf/yips916.htm

http://www.peakperformance.com/golf/golf-success_yips.php

http://.pga.com/instruction/PGA_911/yips.htm

http://www.rockiesgolf.com/yips1.htm

http://www.shortgame-golf.com

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

H. ANHANG

I . Tabellarische Übersicht über die Standardabweichungen der gemessenen Parameter. Aufgetragen sind die Werte der Amateurpopulation vs. der Profispieler (vgl. Kapitel C 3).

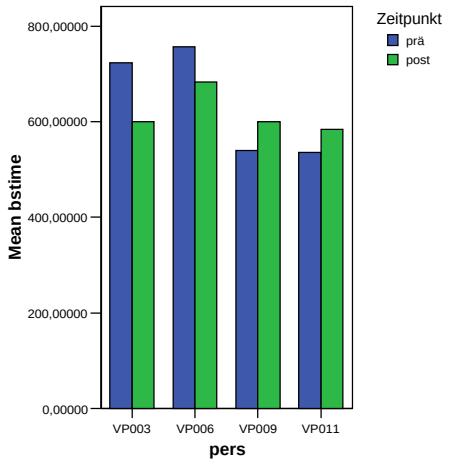
Parameter	**Amateure (Std.-Abw.)**	**Profis (Std.-Abw.)**
Gesamtdauer	61,3 ms	50,4 ms
Treffzeitpunkt	19,4 ms	10,5 ms
Treffsymmetrie	0,03	0,02
Vmax Timing	0,05	0,04
Zeitpunkt max. Geschwindigkeit	39,1 ms	20,4 ms
Zeitpunkt max. Beschleunigung	36,4 ms	18,5 ms
Rückschwunglänge	25,8 mm	11 mm
Gesamtstrecke	64,5 mm	29 mm
Maximale Schlägergeschwindigkeit	171,6 mm/s	72,4 mm/s
Geschwindigkeit im Treffmoment	133,1 mm/s	41,7 mm/s
Maximale Schlägerbeschleunigung	1300 mm/s²	540,4 mm/s²
Beschleunigung im Treffmoment	1298,2 mm/s²	540,4 mm/s²
Beschleunigung im Release	1752 mm/s²	795.6 mm/s²
Maximale HG-Geschwindigkeit	54,3 mm/s	24,3 mm/s
Treffmomentgeschwindigkeit HG	49,4 mm/s	22,1 mm/s
Maximale HG Beschleunigung	416,2 mm/s²	308,4 mm/s²
Treffmomentbeschleunigung HG	523,6 mm/s²	437,8 mm/s²
Releasebeschleunigung HG	492.2 mm/s²	439,6 mm/s²
Schläger-„Jerk“	5,3 mm/s³	2,5 mm/s³
Handgelenks-„Jerk“	1,7 mm/s³	1,1 mm/s³
Schlägerstellung / „Face“	1,80 °	0,90 °
Gesamtrotation Schläger	3,30 °	1,00 °
Schlagrichtung / „Direction“	1,80 °	1,00 °

Abb.64: Tabelle der Standardabweichungen Amateure vs. Profis

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

II. Balkendiagramme der vier Versuchsteilnehmer des „Yips“-Training

(vgl. Seite 87 ff.)



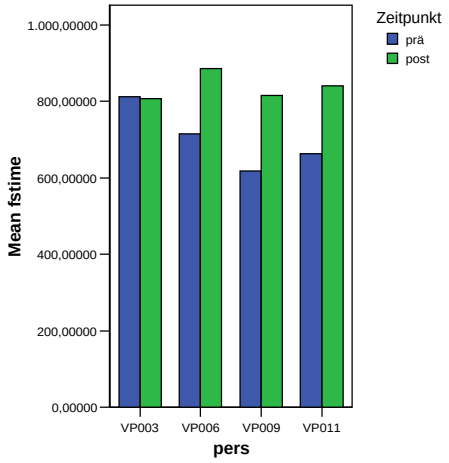


Abb.65: Rückschwung Zeit

Abb. 66: Vorschwung Zeit

Statistischer Report über Rückschwung- und Vorschwungzeit. Die blauen Balken zeigen die Werte vor dem Training und die grünen repräsentieren die Ergebnisse danach.

VP003 = erster Spieler (vgl. Seite 90)

VP006 = zweiter Spieler (vgl. Seite 91)

VP009 = dritter Spieler (vgl. Seite 92)

VP011 = vierter Spieler (vgl. Seite 93).

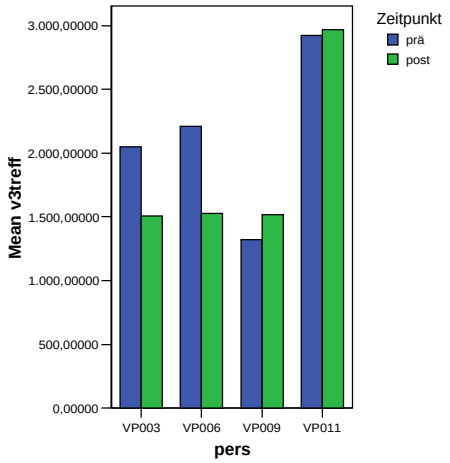
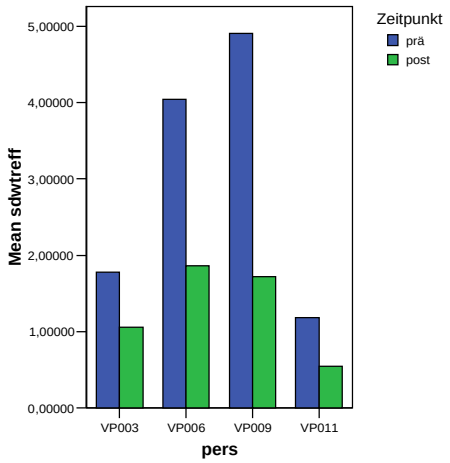


Abb. 67: Statistischer Report über Geschwindigkeit im Treffmoment. VP Nummern Einteilung wie Abb. 65/66

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de



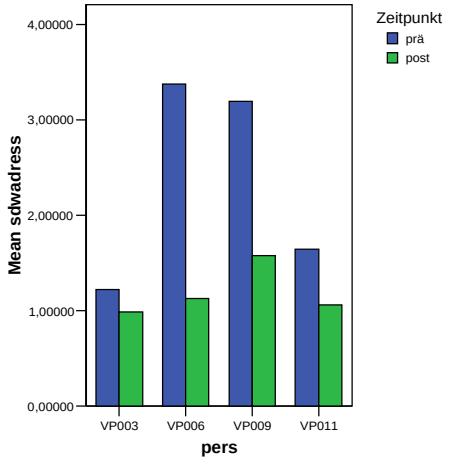


Abb.68: Ansprechwinkel

Abb.69: Treffwinkel

Statistischer Report über Standardabweichung des Ansprech- und Treffwinkels

VP Nummern Einteilung wie Abb. 65/66

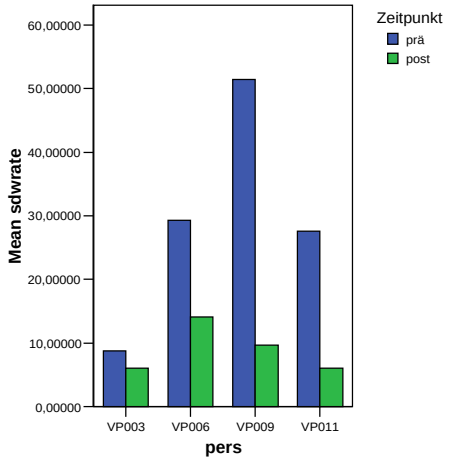


Abb.70: Statistischer Report über Standardabweichung Gesamtrotation

VP Nummern Einteilung wie Abb. 65/66

PDFMAILER.DE Kostenfrei und werbegesponsert PDF drucken und direkt per E-Mail versenden >Test it free www.pdfmailer.de

Lebenslauf

Name:	Fischer
Vorname:	Moritz
Geburtsort:	Köln
Geburtsdatum:	20.03.1980
Familienstand:	Ledig

Schule:

1986 - 1990	Grundschule, Taunusstein
1990 - 1999	Dilthey-Schule, Wiesbaden
Juli 1999	Abitur

Zivildienst:

1999 - 2000	Deutsche Klinik für Diagnostik, Wiesbaden

Studium:

2000 - 2006	Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
2003 - 2004	Gaststudium an der Medizinischen Hochschule der Universität Zürich im Rahmen eines „Erasmus/Sokrates“ Stipendiums
16. Okt. 2006	3.Staatsexamen
9. Nov. 2006	Approbation als Arzt