



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Ausgewählte Fragestellungen zur Stoßtechnikanalyse aus dem Sportbereich Billard“

verfasst von / submitted by

Thomas Boindl

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2020 / Vienna 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet: UA 190 482 406

Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:
Lehramtsstudium UF Bewegung und Sport UF Mathematik

Betreut von / Supervisor: Univ. Prof. Dr. Arnold Baca

Danksagung

In diesem Vorwort möchte ich mich ganz herzlich bei allen bedanken, die zu dieser Arbeit einen Beitrag geleistet haben. Meiner Familie und Freunden die mir bei diesem langwierigen Prozess beigestanden haben. Ein ganz besonderes Dankeschön gilt meinem Betreuerteam Dipl.-Ing.(FH) Dr. Philipp Kornfeind & Univ.-Prof.-Ing. Dr. Arnold Baca, die mich tatkräftig bei meinen Untersuchungen unterstützt haben. Obwohl ich nicht aus dem Sportbereich Billard komme, hat mich dieses Thema interessiert, vor allem, weil mein Zweitfach Mathematik ist, was mir bei der Erstellung von Formeln beziehungsweise bei der Auswertung sehr zugespielt hat. Leider gibt es auf diesem Gebiet nahezu keine Literatur und ich habe quasi neuen Boden betreten, was für mich ein äußerst spannendes und langwieriges Unterfangen war, alles selbst zu erarbeiten, beziehungsweise zu analysieren. Ich hoffe, dass diese Arbeit einigen Billardspielern etwas hilft, ihre Spieltechnik zu optimieren.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	2
1 VERZEICHNISSE	6
1.1 BEGRIFFSBESTIMMUNG	6
1.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
1.3 TABELLENVERZEICHNIS	8
1.4 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	10
2 EINLEITUNG	11
3 ZIELE	16
4 ZUSAMMENSETZUNG DER QUEUEGESCHWINDIGKEIT BEIM BREAK ..	17
4.1 BEWEGUNGSGRUPPE 1:	19
4.1.1 ANALYSE DES STOßES AUS DER BEWEGUNGSGRUPPE 1:	20
4.1.2 ZUSAMMENFASSUNG DES BEWEGUNGSABLAUFES:	21
4.2 BEWEGUNGSGRUPPE 2:	21
4.2.1 ANALYSE DER BEWEGUNGSGRUPPE 2:	22
4.3 BEWEGUNGSGRUPPE 3:	22
4.3.1 ANALYSE DER BEWEGUNGSGRUPPE 3:	23
4.4 BEWEGUNGSGRUPPE 4:	23
4.4.1 ANALYSE DES BEISPIELS VON BEWEGUNGSGRUPPE 4:	24
4.5 ZUSAMMENFASSUNG DER VERSCHIEDENEN BEWEGUNGSABLÄUFE	24
4.6 FAZIT.....	29
5 ENTSTEHUNG DER LAUFDISTANZ BEI MAXIMALEN STÖßEN	31
5.1 SFS	31
5.2 LFS	33

5.3	SDS.....	34
5.4	LDS.....	35
5.4.1	ZUSAMMENFASSUNG DER EINFLUSSFAKTOREN BEI DEN MAXIMALEN STANDARDSTÖßEN.....	36

6 WELCHER QUEUEWINKEL WIRD BEI STANDARDSTÖßEN IM DURCHSCHNITT ANGEWENDET?.....37

6.1	STOßVARIANTE A.....	38
6.1.1	ANALYSE	42
6.2	STOßVARIANTE B (SHORT FOLLOW SHOT ~180CM):.....	42
6.2.1	ANALYSE	46
6.3	STOßVARIANTE D (LONG FOLLOW SHOT):.....	46
6.3.1	ANALYSE	49
6.4	STOßVARIANTE E (LONG FOLLOW SHOT):.....	50
6.4.1	ANALYSE	53
6.5	STOßVARIANTE G (SHORT DRAW SHOT):.....	53
6.5.1	ANALYSE	57
6.6	STOßVARIANTE H (SHORT DRAW SHOT):.....	57
6.6.1	ANALYSE	60
6.7	STOßVARIANTE J (LONG DRAW SHOT):.....	61
6.7.1	ANALYSE	64
6.8	STOßVARIANTE K (LONG DRAW SHOT):.....	64
6.8.1	ANALYSE	67
6.9	STOßVARIANTE M (STOP SHOT):.....	68
6.9.1	ANALYSE	71
6.10	STOßART N (LONG STOP SHOT):.....	71
6.10.1	ANALYSE	74
6.11	VERGLEICHE DER STANDARDSTÖßE UNTEREINANDER:.....	75
6.11.1	DESKRIPTIVE STATISTIK DER TREFFERHÖHE ANGEZEIGT IN ZENTIMETERN:.....	75
6.11.2	ANALYSE:	75
6.11.3	DESKRIPTIVE STATISTIK DES QUEUEWINKELS ANGEZEIGT IN GRAD: ..	76
6.11.4	ANALYSE:	76

6.11.5	DESKRIPTIVE STATISTIK DER QUEUEGESCHWINDIGKEIT ANGEZEIGT IN METER PRO SEKUNDE:.....	77
6.11.6	ANALYSE:	77
6.11.7	VERGLEICH ZWISCHEN DEN EINZELNEN „SHORT SHOTS“	78
6.11.8	VERGLEICH ZWISCHEN DEN EINZELNEN „LONG SHOTS“	78
7	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	80
8	POOLBILLARD REGELN	83
8.1	ALLGEMEINE REGELN	83
8.2	FOULS	83
9	LITERATURVERZEICHNIS	84
10	ABSTRACT.....	85

1 Verzeichnisse

1.1 Begriffsbestimmung

<i>Hintere Umkehr:</i>	<i>Beginn der Stoßbewegung in Zielrichtung</i>
<i>Impact:</i>	<i>Sobald der Queue die zu spielende Kugel berührt</i>
<i>Vordere Umkehr:</i>	<i>Das Ende des Stoßes und sich die Queuespitze am weitesten vom Körper entfernt befindet</i>

1.2 Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: G, H, I short draw shot</i>	<i>12</i>
<i>Abbildung 2: Hintere Umkehr bei Proband 1 bei einem Breakversuch</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 3: Impact bei Proband 1 bei einem Breakversuch</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 4: Vordere Umkehr bei Proband 1 bei einem Breakversuch.....</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 5: Proband 10 Impact beim Break</i>	<i>18</i>
<i>Abbildung 6: Bewegungsgruppe 1 (hintere Umkehr – Impact – Vordere Umkehr) Proband 12, Break</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung 7: Bewegungsgruppe 2 (hintere Umkehr – Impact – Vordere Umkehr) Proband 13, Break</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung 8: Bewegungsgruppe 3 (hintere Umkehr – Impact – Vordere Umkehr) Proband 10, Break</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung 9: Bewegungsgruppe 4 (hintere Umkehr – Impact – Vordere Umkehr) Proband 21, Break</i>	<i>23</i>
<i>Abbildung 10: Diagramm zu den Stößen innerhalb der Bewegungsgruppen</i>	<i>26</i>
<i>Abbildung 11: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppen A & Queuegeschwindigkeiten A ...</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 12: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppen A & Trefferhöhe A</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 13: Punkt- Streudiagramm Speedgruppen A & Queuwinkel A</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 14: Punkt- Streudiagramm Speedgruppen A & Trefferhöhe A</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 15: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe B & Queuegeschwindigkeit B</i>	<i>43</i>
<i>Abbildung 16: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe B & Trefferhöhe B</i>	<i>44</i>
<i>Abbildung 17: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe B & Queuwinkel B</i>	<i>45</i>
<i>Abbildung 18: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe B & Trefferhöhe B</i>	<i>45</i>

Abbildung 19: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe D & Trefferhöhe D	47
Abbildung 20: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe D & Queuegeschwindigkeit D	48
Abbildung 21: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe D & Trefferhöhe D	48
Abbildung 22: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe D & Queuwinkel D	49
Abbildung 23: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe E & Trefferhöhe E	51
Abbildung 24: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe E & Queuegeschwindigkeit E	51
Abbildung 25: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe E & Queuwinkel E	52
Abbildung 26: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe E & Trefferhöhe E	53
Abbildung 27: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe G & Trefferhöhe G	54
Abbildung 28: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe G & Queuegeschwindigkeit G	55
Abbildung 29: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe G & Queuwinkel G	56
Abbildung 30: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe G & Trefferhöhe G	56
Abbildung 31: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe H & Trefferhöhe H	58
Abbildung 32: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe H & Queuegeschwindigkeit H	59
Abbildung 33: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe H & Queuwinkel H	59
Abbildung 34: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe H & Trefferhöhe H	60
Abbildung 35: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe J & Queuegeschwindigkeit J	62
Abbildung 36: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe J & Trefferhöhe J	62
Abbildung 37: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe J & Trefferhöhe J	63
Abbildung 38: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe J & Queuwinkel J	64
Abbildung 39: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe K & Queuegeschwindigkeit K	65
Abbildung 40: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe K & Trefferhöhe K	66
Abbildung 41: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe K & Trefferhöhe K	66
Abbildung 42: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe K & Queuwinkel K	67
Abbildung 43: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe M & Queuegeschwindigkeit M	69
Abbildung 44: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe M & Trefferhöhe M	69
Abbildung 45: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe M & Trefferhöhe M	70
Abbildung 46: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe M & Queuwinkel M	71
Abbildung 47: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe N & Queuegeschwindigkeit N	72
Abbildung 48: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe N & Trefferhöhe N	73
Abbildung 49: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe N & Trefferhöhe N	73
Abbildung 50: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe N & Queuwinkel N	74

1.3 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Beispiel der Errechnung der Queuegeschwindigkeit m/s im Impact</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 2: Zusammenfassung der Bewegungsabläufe in den einzelnen Gruppen.. 24 & 25</i>	
<i>Tabelle 3: Durchschnittsgeschwindigkeiten im Treffmoment beim Break.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabelle 4: Einteilung der Stöße der Probanden in den Bewegungsgruppen</i>	<i>27</i>
<i>Tabelle 5: Reihung der Durchschnittsgeschwindigkeiten der einzelnen Bewegungsgruppen</i>	<i>30</i>
<i>Tabelle 6: Relative Anteile der Breakstöße von den Gesamtversuchen</i>	<i>30</i>
<i>Tabelle 7: Modellzusammenfassung der maximalen SFS</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 8: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen SFS auf die Laufdistanz</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 9: Modellzusammenfassung der maximalen LFS</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 10: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen den LFS auf die Laufdistanz</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 11: Modellzusammenfassung der maximalen SDS</i>	<i>34</i>
<i>Tabelle 12: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen SDS auf die Laufdistanz</i>	<i>34</i>
<i>Tabelle 13: Modellzusammenfassung der maximalen LDS</i>	<i>35</i>
<i>Tabelle 14: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen den LDS</i>	<i>35</i>
<i>Tabelle 15: Einflussfaktoren auf die Laufdistanz bei maximalen Standardstößen</i>	<i>36</i>
<i>Tabelle 16: Deskriptive Statistik zur Stoßart A</i>	<i>37</i>
<i>Tabelle 17: Korrelation Winkelgruppe A & Queuegeschwindigkeit A</i>	<i>39</i>
<i>Tabelle 18: Korrelation Winkelgruppe A & Trefferhöhe A</i>	<i>39</i>
<i>Tabelle 19: Korrelation Speedgruppen A & Queuewinkel A</i>	<i>40</i>
<i>Tabelle 20: Korrelation Speedgruppen A & Trefferhöhe A</i>	<i>41</i>
<i>Tabelle 21: Deskriptive Statistik zur Stoßart B</i>	<i>42</i>
<i>Tabelle 22: Korrelation Winkelgruppe B & Queuegeschwindigkeit B</i>	<i>43</i>
<i>Tabelle 23: Korrelation Winkelgruppe B & Trefferhöhe B</i>	<i>44</i>
<i>Tabelle 24: Korrelation Speedgruppe B & Queuewinkel B</i>	<i>44</i>
<i>Tabelle 25: Korrelation Speedgruppe B & Trefferhöhe B</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 26: Deskriptive Statistik zur Stoßart D</i>	<i>46</i>
<i>Tabelle 27: Korrelation Winkelgruppe D & Trefferhöhe D</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 28: Korrelation Winkelgruppe D & Queuegeschwindigkeit D</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 29: Korrelation Speedgruppe D & Trefferhöhe D</i>	<i>48</i>

Tabelle 30: Korrelation Speedgruppe D & Queuewinkel D	49
Tabelle 31: Deskriptive Statistik zur Stoßart E	50
Tabelle 32: Korrelation Winkelgruppe E & Trefferhöhe E	50
Tabelle 33: Korrelation Winkelgruppe E & Queuegeschwindigkeit E	51
Tabelle 34: Korrelation Speedgruppe E & Queuewinkel E	52
Tabelle 35: Korrelation Speedgruppe E & Trefferhöhe E	52
Tabelle 36: Deskriptive Statistik zur Stoßart G	53
Tabelle 37: Korrelation Winkelgruppe G & Trefferhöhe G	54
Tabelle 38: Korrelation Winkelgruppe G & Queuegeschwindigkeit G	55
Tabelle 39: Korrelation Speedgruppe G & Queuewinkel G	55
Tabelle 40: Korrelation Speedgruppe G & Trefferhöhe G	56
Tabelle 41: Deskriptive Statistik zur Stoßart H	57
Tabelle 42: Korrelation Winkelgruppe H & Trefferhöhe H	58
Tabelle 43: Korrelation Winkelgruppe H & Queuegeschwindigkeit H	58
Tabelle 44: Korrelation Speedgruppe H & Queuewinkel H	59
Tabelle 45: Korrelation Speedgruppe H & Trefferhöhe H	60
Tabelle 46: Deskriptive Statistik zur Stoßart J	61
Tabelle 47: Korrelation Winkelgruppe J & Queuegeschwindigkeit J	61
Tabelle 48: Korrelation Winkelgruppe J & Trefferhöhe J	62
Tabelle 49: Korrelation Speedgruppe J & Trefferhöhe J	63
Tabelle 50: Korrelation Speedgruppe J & Queuewinkel J	63
Tabelle 51: Deskriptive Statistik zur Stoßart K	64
Tabelle 52: Korrelation Winkelgruppe K & Queuegeschwindigkeit K	65
Tabelle 53: Korrelation Winkelgruppe K & Trefferhöhe K	65
Tabelle 54: Korrelation Speedgruppe K & Trefferhöhe K	66
Tabelle 55: Korrelation Speedgruppe K & Queuewinkel K	67
Tabelle 56: Deskriptive Statistik zur Stoßart M	68
Tabelle 57: Korrelation Winkelgruppe M & Queuegeschwindigkeit M	68
Tabelle 58: Korrelation Winkelgruppe M & Trefferhöhe M	69
Tabelle 59: Korrelation Speedgruppe M & Trefferhöhe M	70
Tabelle 60: Korrelation Speedgruppe M & Queuewinkel M.....	70
Tabelle 61: Deskriptive Statistik zur Stoßart N	71
Tabelle 62: Korrelation Winkelgruppe N & Queuegeschwindigkeit N	72
Tabelle 63: Korrelation Winkelgruppe N & Trefferhöhe N	72
Tabelle 64: Korrelation Speedgruppe N & Trefferhöhe N	73
Tabelle 65: Korrelation Speedgruppe N & Queuewinkel N	74

<i>Tabelle 66: Deskriptive Statistik der Trefferhöhe</i>	<i>75</i>
<i>Tabelle 67: Deskriptive Statistik des Queuwinkels</i>	<i>76</i>
<i>Tabelle 68: Deskriptive Statistik der Queuegeschwindigkeit</i>	<i>77</i>
<i>Tabelle 69: Vergleich der Mittelwerte von H, B & M</i>	<i>78</i>
<i>Tabelle 70: Vergleich der Mittelwerte von den Stößen K, E & N</i>	<i>78</i>
<i>Tabelle 71: Zusammenfassung der Einflüsse der einzelnen Faktoren auf die Bewegungsgruppen</i>	<i>79</i>
<i>Tabelle 72: Zusammenfassung der Einflüsse der einzelnen Faktoren bei den speziellen Stößen</i>	<i>81</i>
<i>Tabelle 73: Deskriptive Statistik des Queuwinkels</i>	<i>81</i>

1.4 Abkürzungsverzeichnis

<i>ÖPBV</i>	<i>Österreichischer Poolbillard Verein</i>
<i>SFS</i>	<i>short follow shot</i>
<i>LFS</i>	<i>long follow shot</i>
<i>SDS</i>	<i>short draw shot</i>
<i>LDS</i>	<i>long draw shot</i>

2 Einleitung

Diese Diplomarbeit ist durch eine Untersuchung entstanden, die 2012 bei den Austrian Open in Zusammenarbeit vom ÖPBV und dem Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätssport durchgeführt wurde. Dabei hatten 21 Poolbillardspieler und eine Poolbillardspielerin 18 unterschiedliche Stöße zu absolvieren, die korrekt ausgeführt werden mussten. Dazu hatten diese Spieler pro Aufgabenstellung drei Versuche, um den Stoß zu meistern, was bedeutet, die rote Kugel zu lochen und die weiße Kugel in die richtige Position zu bringen.

Die einzelnen Aufgaben wurden von A-R durchnummeriert und es gab folgende Stoßvarianten:

A, B, C sind „short follow shots“, was bedeutet, dass die weiße Kugel mit dem Queue angespielt wird, die rote Kugel die sich 60 Zentimeter entfernt befindet gelocht wird und die weiße Kugel der roten Kugel nachlaufen soll. Bei A soll die weiße Kugel ~60 Zentimeter nachlaufen, bei B ~180 Zentimeter und bei C soll die weiße Kugel so weit wie möglich nachlaufen. „With a follow shot, the cue ball is struck above center to impart topspin. The effect of the topspin is to change the path of the cue ball after striking the object ball. (Alciatore, D., 2004: S.90)

D, E, F sind „long follow shots“, hier wird der Abstand von der weißen zur roten Kugel auf 120 Zentimeter erhöht. Bei D muss die Kugel wie bei A 60 Zentimeter weiterlaufen, bei E 120 Zentimeter und bei F wird wieder die maximale Weite versucht.

G, H, I sind „short draw shots“. Das bedeutet, dass die weiße Kugel nach dem Treffer mit der zu lochenden Kugel wieder zurückrollen muss. Bei G muss die weiße Kugel 60 Zentimeter, also an den Ursprungsort zurückrollen. Bei H muss die weiße Kugel sogar die doppelte Distanz zurücklegen und I ist wieder der maximale Versuch. „With a draw shot, the cue ball is struck below center to impart bottom spin. The effect of the bottom spin is to change the path of the cue ball after striking the object ball. Draw increases the angle between the final paths of the

object ball and cue ball (i.e., the cue ball is „drawn“ back). The harder the shot is hit, the longer the cue ball persists along the tangent line before curving; and the more bottom spin the ball has, the more it will curve.“ (ebd.: S.86)

J, K, L: Hierbei handelt es sich um „long draw shots“. Die weiße und die rote Kugel haben einen Abstand von 120 Zentimetern. Bei J muss die weiße Kugel 30 Zentimeter zurückrollen, bei dem Versuch K sollten es zwischen 90 und 120 Zentimeter sein und L ist wieder der maximale Versuch.

M, N: Dies sind „stop shots“. Die weiße Kugel muss innerhalb von 0,5 Zentimeter beim Treffer der roten Kugel stehenbleiben. Bei M ist der Abstand von der weißen Kugel zur roten Kugel 60 Zentimeter und bei N ist der Abstand auf 120 Zentimeter erhöht. „... when the cue ball hits the object ball perfectly squarely, without no cut angle. In this case, the cue ball stops completely (i.e., it gets stunned into place), transferring all of its speed to the object ball. This is called a stop shot. (ebd.: S.47)

O, P, Q, R: Hierbei handelt es sich um das Break. Als Break wird die Eröffnung bezeichnet. Die Stöße O und P werden von einem speziellen Queue, dem Breaker, ausgeführt und die Versuche Q und R mit einem Wirtshausqueue. Der Unterschied zwischen den Stoßvarianten O und P beziehungsweise zwischen Q und R besteht darin, dass bei O und R die weiße Kugel vom Startpunkt in der Mitte gestoßen wird und bei P und Q von der linken Seite.

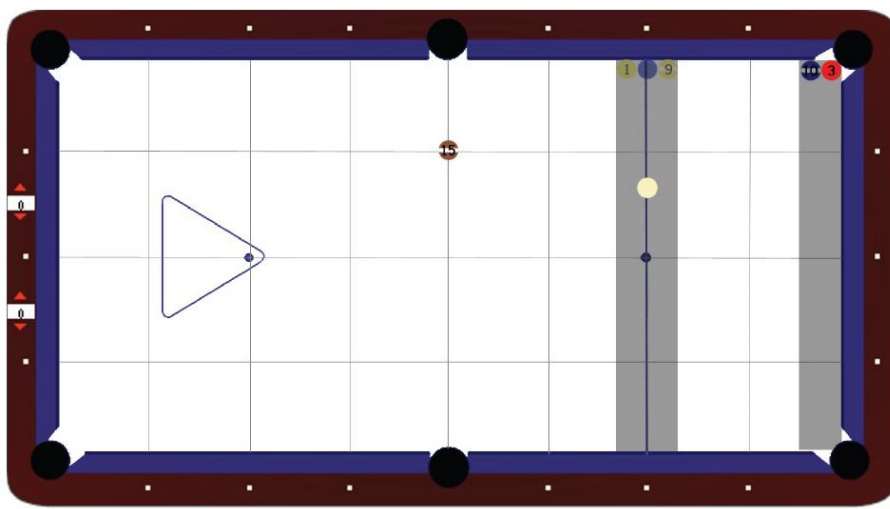


Abbildung 1: G, H, I short draw shot

Um jeden speziellen Stoß jedes Spielers im Anschluss in einem Programm wiedergeben zu können, wurden 8 high Speed Kameras mit einer 3D-Motion Capturing Funktion eingesetzt. An jedem Probanden wurden 24 Marker an den wichtigen Körperstellen angebracht und die high Speed Kameras wurden ausgewählt aufgestellt. Die 24 Marker wurden an jedem Spieler an derselben Stelle angebracht, um die Bewegung im Anschluss in dem Computerprogramm Vicon Nexus wiedergeben zu können. Dieses Programm wird dazu verwendet, um die Bewegungen mit Hilfe der Kameras und der Marker erfassten Daten rekonstruieren und bearbeiten zu können.

Folgend abgebildet sieht man ein paar ausgewählte Beispiele. Man kann die Bewegungen anhand eines Graphen und auch die gesamte Bewegung wieder und wieder abspielen.

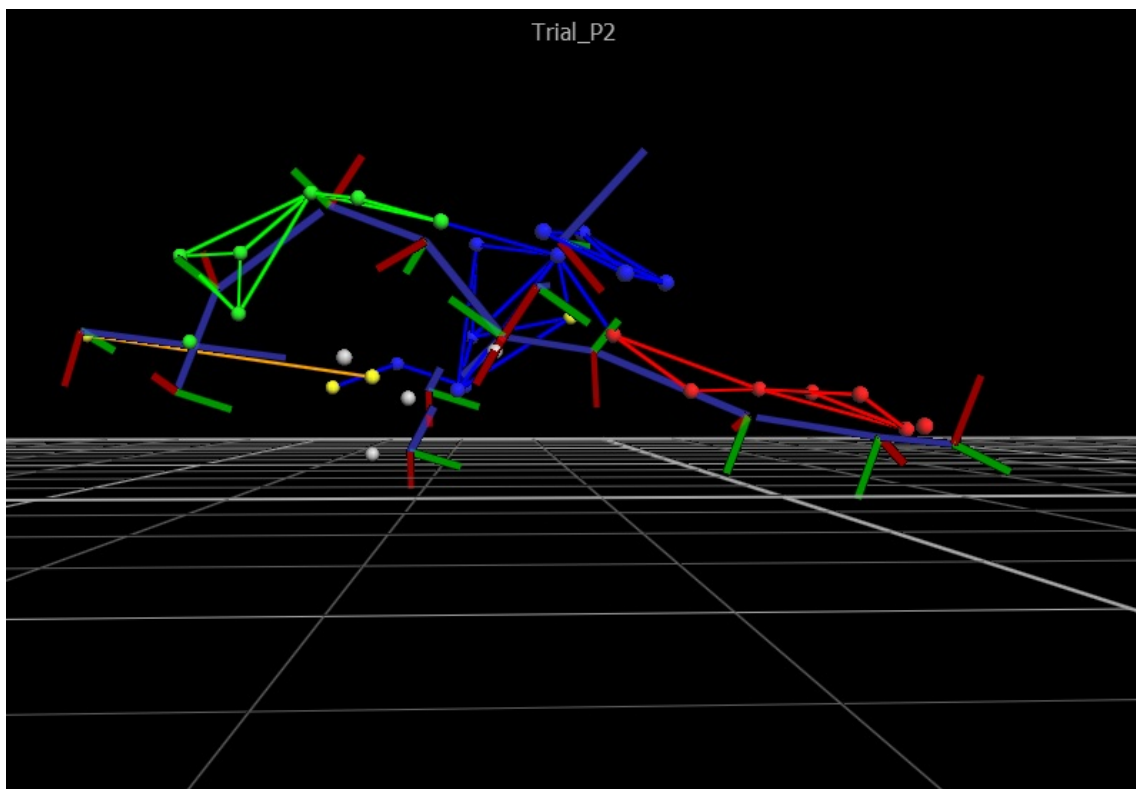


Abbildung 2: Hintere Umkehr bei Proband 1 bei einem Breakversuch

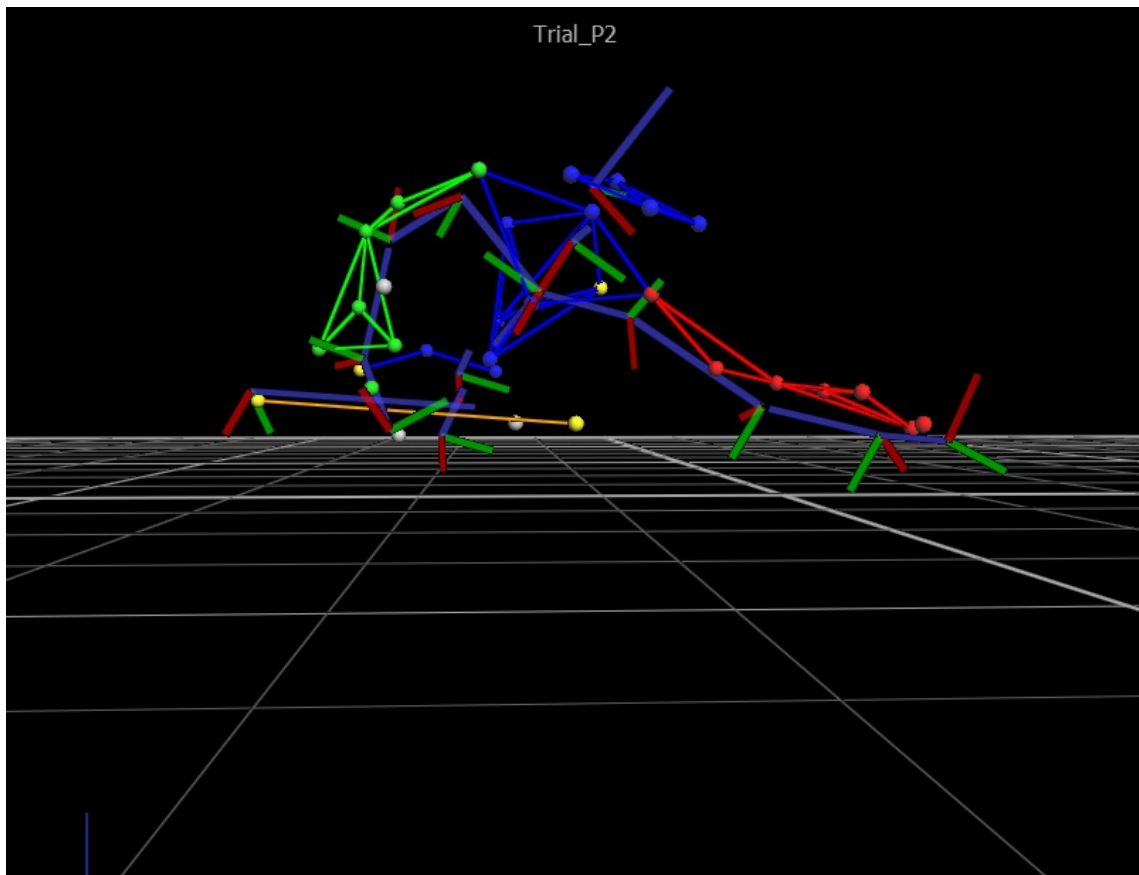


Abbildung 3: Impact bei Proband 1 bei einem Breakversuch

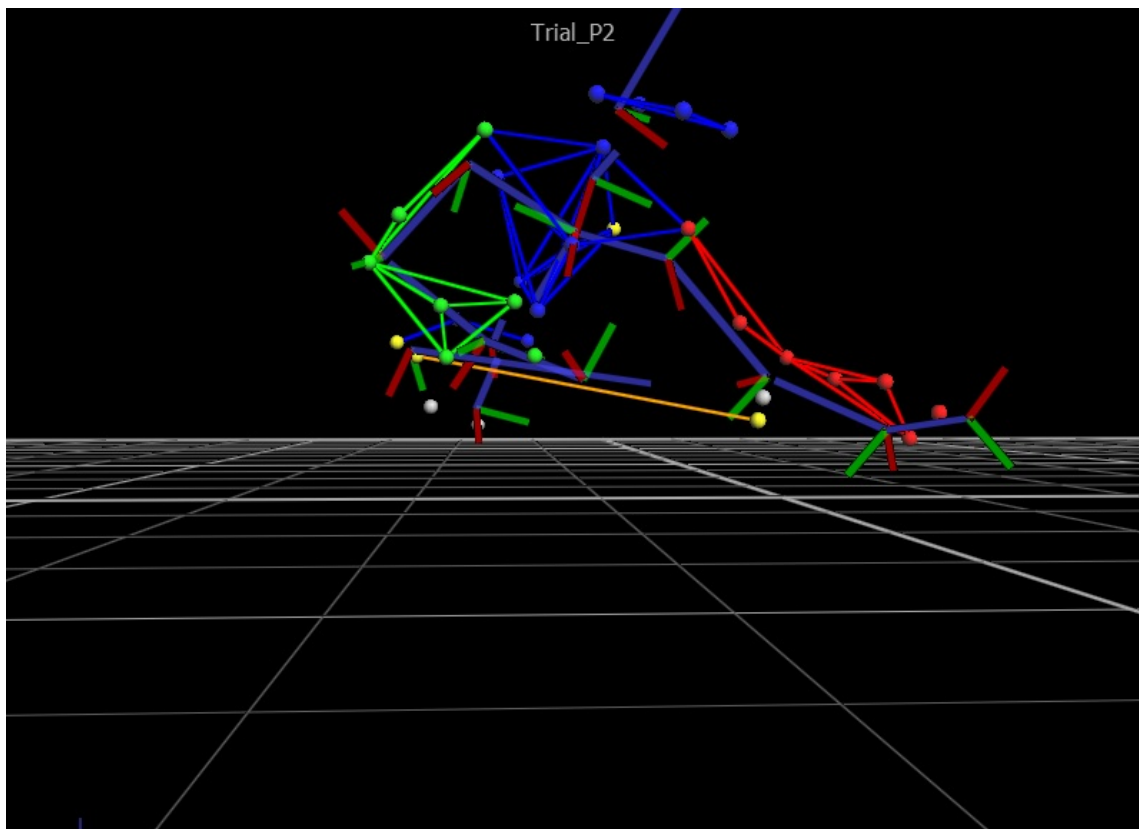


Abbildung 4: Vordere Umkehr bei Proband 1 bei einem Breakversuch

Jeder dieser Punkte, die in dieser Grafik sichtbar sind, war ein Marker der an den Spielern speziell angebracht wurde. Die Farben der Verbindungsstücke verraten uns, in welche Richtung des dreidimensionalen Raumes der Vektor, der sich zwischen den jeweiligen Punkten ergibt, zeigt. Grün ist unsere Zielrichtung X (Abszissenachse), Blau unsere Richtung Y (Ordinatenachse) und rot Richtung Z (Applikatenachse).

Diese Arbeit behandelt drei spezielle Fragestellungen, die von Gerald Gollnhuber, Mike Neumann und Andi Huber an das Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätssport gestellt wurden.

1) Kann für das härteste Break aller Athleten und Athletinnen (hohe Geschwindigkeit beim Treffpunkt des Spielballes) eine Tendenz für die Impulsübergabe aller beteiligten Gelenke erkannt werden?

2) Wie hängt die Laufdistanz des Spielballes mit der Trefferhöhe, Queuewinkel und der Queuegeschwindigkeit bei maximalen Stößen zusammen?

3) Welcher Queuewinkel wird bei Standardstößen im Schnitt angewendet?

Um diese Fragen beantworten zu können, wurden diese zuerst analysiert und anschließend für eine statistische Erhebung zusammengefasst:

1) Die Bewegungszusammensetzung der Maximalgeschwindigkeit des Queues bei dem Break.

2) Die Entstehung der Laufdistanz bei maximalen Stößen.

3) Der am häufigsten eingesetzte Queuewinkel bei den einzelnen Standardstößen.

3 Ziele

Ziel der Arbeit ist es zum einen, die im Überblick angeführten Fragen mittels statistischer und mathematischer Verfahren zu beantworten, Gemeinsamkeiten bei den Bewegungsabfolgen der verschiedenen Spieler zu finden, für die Bearbeitung unumgängliche Werte wie: Queuwinkel im Treffmoment, Queuegeschwindigkeit im Treffmoment, Trefferhöhe des Queues auf den Ball und die maximalen Winkelgeschwindigkeiten der beteiligten Gelenke von der hinteren Umkehr (Beginn des Stoßes in Zielrichtung) über den Impact (sobald der Queue den weißen Ball berührt) bis hin zur vorderen Umkehr (Beenden des Stoßes in Zielrichtung) zu erheben. Dadurch ist man in der Lage die drei gestellten Fragen zu beantworten.

Und zum anderen versucht man, einen Zusammenhang zwischen den einzelnen Parametern bezüglich der Laufdistanz des Spielballes herauszufinden. Um diese drei Fragen strukturiert gut beantworten zu können, werden diese nacheinander bearbeitet und am Ende nochmals zusammengefasst.

Folgend wurden drei Forschungsfragen formuliert.

- 1) Kann für das härteste Break aller Athleten (hohe Geschwindigkeit beim Treffpunkt des Spielballes) eine Tendenz für die Impulsübergabe aller beteiligten Gelenke erkannt werden?**
- 2) Welche Faktoren sind für die Laufdistanz bei den einzelnen maximalen Standardstößen verantwortlich?**
- 3) Welcher Queuwinkel wird bei den einzelnen Standardstößen zum Zeitpunkt des Impacts eingesetzt?**

4 Zusammensetzung der Queuegeschwindigkeit beim Break

Forschungsfrage:

Kann für das härteste Break aller Athleten und Athletinnen (hohe Geschwindigkeit beim Treffpunkt) eine Tendenz für die Impulsübergabe aller beteiligten Gelenke erkannt werden?

H1: Bei harten Breaks gibt es eine Tendenz zu einer Bewegungsabfolge, eine kinematische Kette der betroffenen Gelenke.

H0: Es ist keine Tendenz für eine Bewegungsabfolge erkennbar.

Um die Forschungsfrage zu beantworten, wurden zuerst die einzelnen Geschwindigkeiten von den drei verschiedenen Richtungen, also die x-, y-, und z-Richtung zum Zeitpunkt des Treffmoments aus dem Programm Vicon Nexus herausgesucht, in eine Microsoft Excel Tabelle geschrieben und anschließend der Betrag des Vektors ausgerechnet, um die daraus resultierende Zielgeschwindigkeit zu erhalten.

Queuegeschwindigkeiten in m/s der Einzelnen Stoßvarianten und Probanden im Impact					
		O1	P2	Q1	R1
Subject 1	x	0,105	1,959	1,93	0,205
	y	5,682	5,605	5,788	5,887
	z	-0,71	-0,879	-0,898	-0,798
	Res	5,727	6,002	6,167	5,944

Tabelle 1: Beispiel der Errechnung der Queuegeschwindigkeit m/s im Impact

Nun werden die Winkelgeschwindigkeiten der einzelnen Gelenke bei den Breakstößen bearbeitet. Dazu wurden die Winkelgeschwindigkeiten aller beteiligten Gelenke unter die Lupe genommen. Im Programm Vicon Nexus ist es möglich, den gesamten Bewegungsablauf in allen beteiligten Gelenken zeitgleich anzusehen. Es werden bei jedem Stoß drei verschiedene Zeitpunkte, also die hintere Umkehr, de Impact und die vordere Umkehr, in dem Programm markiert. Das erste markierte Event auf der Zeitleiste ist die hintere Umkehr. Die hintere Umkehr ist der Be-

ginn der Bewegung in Zielrichtung. Das zweite Event der Impact, der den Treffmoment von der Queuespitze auf die Billardkugel bezeichnet. Das dritte Event ist die vordere Umkehr. Hierbei wird der Zeitpunkt gemessen, in dem sich die Queuespitze beginnt, sich wieder gegen die Zielrichtung zu bewegen. Nun kann man bei den verschiedenen Graphen von den einzelnen Events hin und her springen und herauslesen, zu welchem Zeitpunkt welches Gelenk die maximale Winkelgeschwindigkeit erreicht.

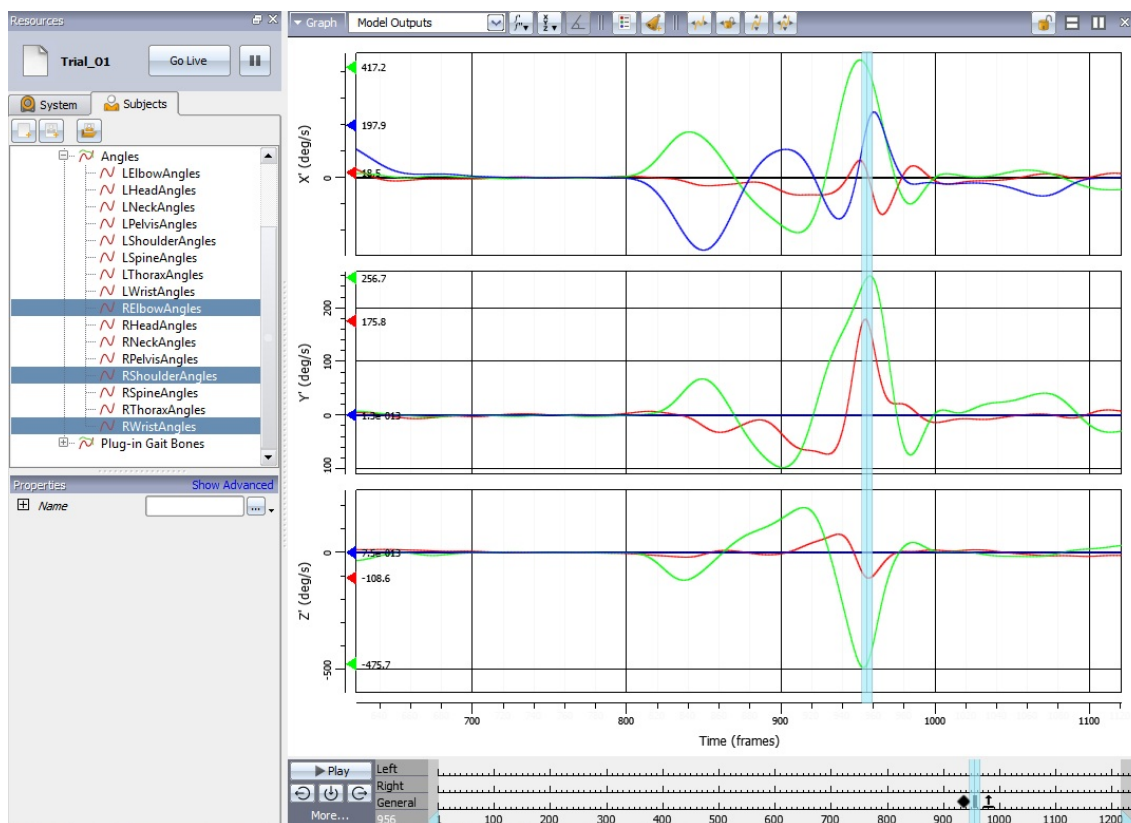


Abbildung 5: Proband 10 Impact beim Break

Bei dieser Abbildung 5 sieht man die Maxima der Winkelgeschwindigkeiten der beteiligten Gelenke.

Der rote Graph beschreibt in der x - Richtung das Handgelenk bezüglich der Adduktion, in der y- Richtung die Flexion. Der grüne Graph beschreibt in x-Richtung die Winkelgeschwindigkeit in der Schulter, was bedeutet der eingeschlossene Winkel zwischen dem Oberkörper und dem Oberarm. Der blaue Graph beschreibt und die Winkelgeschwindigkeit im Ellenbogengelenk. Diese Farbeinteilung bleibt auch bei den folgenden Grafiken bestehen.

Nun wurden die 22 Probanden in vier verschiedene Gruppen eingeteilt. Diese Einteilung wurde folgendermaßen getroffen. Es gab mehrere verschiedene Bewegungsmuster und unterschiedlich hohe Winkelgeschwindigkeiten in den einzelnen Gelenken an ihrer maximalen Ausführung, der Fokus wurde dabei jedoch auf das Timing generell gelegt. Es geht darum, die Bewegungsabfolge, also die maximalen Ausprägungen der einzelnen Winkelgeschwindigkeiten und deren Timing, zu bestimmen und diese in vier Gruppen einzuteilen. Es gab auch acht Versuche, die in keine der eingeteilten Gruppen sortiert werden konnten und untereinander verschieden sind. Diese wurden in die weitere Untersuchung, um Bewegungsmuster zu finden, nicht mehr mit einbezogen.

4.1 Bewegungsgruppe 1:

Diese Bewegungsgruppe hat folgendes Bewegungsmuster:

Nach der hinteren Umkehr ist die Winkelgeschwindigkeit im Ellenbogengelenk maximal. Erst knapp vor dem Impact beziehungsweise direkt im Impact ist die Handgelenksgeschwindigkeit in X-Richtung, also unsere Zielrichtung (Adduktion), an ihrem höchsten Punkt. Das Schultergelenk ist vom Timing her nach dem Impact angesiedelt und das Ellenbogengelenk kommt nach dem Schultergelenk nochmals zu einer maximalen Ausprägung. Diese Gruppe umfasst 24 Breakstöße der 68 gültigen Stöße. Es wurden die Stöße O, P, Q, R, also alle Breakversuche, in die Untersuchung mit einbezogen. Die Winkelgeschwindigkeiten vom Ellenbogengelenk sind blau gekennzeichnet, die des Schultergelenks grün und die des Handgelenks in rot. Es gab des Weiteren noch acht Stoßversuche, die aber in keines meiner ausgewählten Gruppen passen und sich untereinander ebenfalls sehr unterscheiden. Proband 13 und teilweise Proband 14 waren in diesem Punkt zwei Teilnehmer, die ich aus diesem Kapitel ausgeschlossen habe.

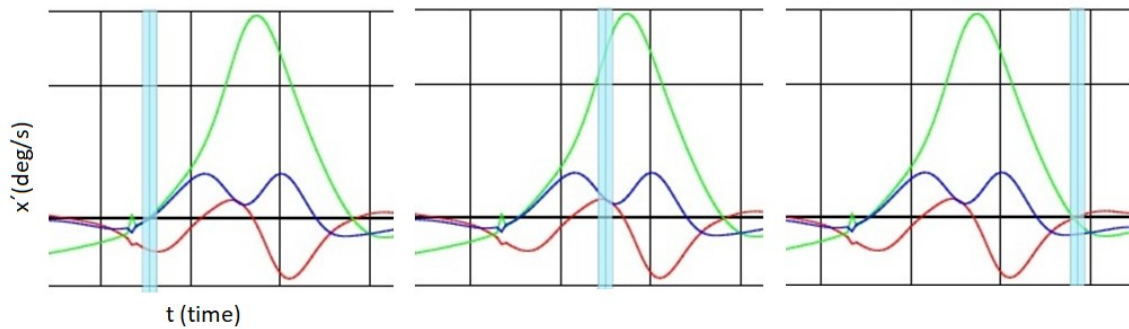


Abbildung 6: Bewegungsgruppe 1 (hintere Umkehr – Impact – vordere Umkehr) Proband 12, Break

4.1.1 Analyse des Stoßes aus der Bewegungsgruppe 1:

Man erkennt anhand der Abbildung 6 relativ deutlich, dass Proband 12 den Ellenbogen aufgrund der hohen Winkelgeschwindigkeit zu Beginn der Stoßrichtung in Zielrichtung bereits abduziert, das Handgelenk sich schon vor der maximalen Winkelgeschwindigkeit des Ellenbogengelenks in Zielrichtung bewegt und kurz nach dem Ellenbogengelenk direkt im Treffmoment ihre maximale Winkelgeschwindigkeit erreicht. Das Handgelenk ändert nach dem Impact sogar von der Abduktion in die Adduktion. Das Schultergelenk wird kurz nach dem Impact von der Winkelgeschwindigkeit maximal. Sobald die Winkelgeschwindigkeit im Schultergelenk wieder abnimmt und die Winkelgeschwindigkeit im Handgelenk nahezu nicht mehr vorhanden ist, nimmt die Winkelgeschwindigkeit im Ellenbogen wieder zu. Das bedeutet, dass der Proband am Anfang den Ellenbogen abduziert, während das Handgelenk und die Schulter ihren Beitrag zu der Bewegung leisten, ändert sich der Ellenbogenwinkel wenig, da der Oberarm am Körper vorbeigeführt wird und direkt bei dem Treffer der Queuespitze auf die weiße Kugel ist die Winkelveränderung im Ellenbogen nahezu nicht mehr vorhanden. Erst nachdem die Kugel getroffen wurde, abduziert der Spieler den Ellenbogen, was bedeutet, dass der Spieler seinen Arm schnell ausstreckt und somit ergibt sich die maximale Winkelgeschwindigkeit nach dem Treffer und knapp vor der hinteren Umkehr.

4.1.2 Zusammenfassung des Bewegungsablaufes:

Der Stoß beginnt mit der Beteiligung aller drei getesteten Gelenke mit einer Winkeländerung in Zielrichtung. Das bedeutet für den Ellenbogen eine Streckung, für das Schultergelenk, dass der Oberarm sich entlang der X-Achse in Zielrichtung bewegt und das Handgelenk startet zu Beginn mit einer Flexion. Am Start ist die Winkelgeschwindigkeit in allen beteiligten Gelenken noch relativ langsam, jedoch vor dem Impact hat die Ellenbogenwinkelgeschwindigkeit ihre erste Ausprägung und im Impact geht die Winkelgeschwindigkeit zurück, da der Ellenbogen am Oberkörper entlanggeführt wird. Das Handgelenk ist zum Zeitpunkt des Treffers mit der Adduktion mit der zugehörigen Winkelgeschwindigkeit maximal und sofort nach dem Impact kommt es im Handgelenk zu einer Gegenbewegung, also einer Abduktion. Von der Winkelgeschwindigkeit hat das Schultergelenk den größten Wert und Einfluss auf die Geschwindigkeit des Queues, obwohl die maximale Winkelgeschwindigkeit erst kurz nach dem Impact zu erkennen ist.

4.2 Bewegungsgruppe 2:

Auf der folgenden Abbildung 7 erkennt man, dass weit vor dem Impact und auch weit nach dem Impact eine Ausprägung der Ellenbogenwinkelgeschwindigkeit existieren. Im Unterschied zu der ersten Bewegungsgruppe wird die Winkelgeschwindigkeit im Schultergelenk etwas vor dem Impact maximal und die Winkelgeschwindigkeit im Handgelenk erst kurz nach dem Treffmoment am höchsten. In dieser Gruppe befinden sich 9 der 68 Versuche.

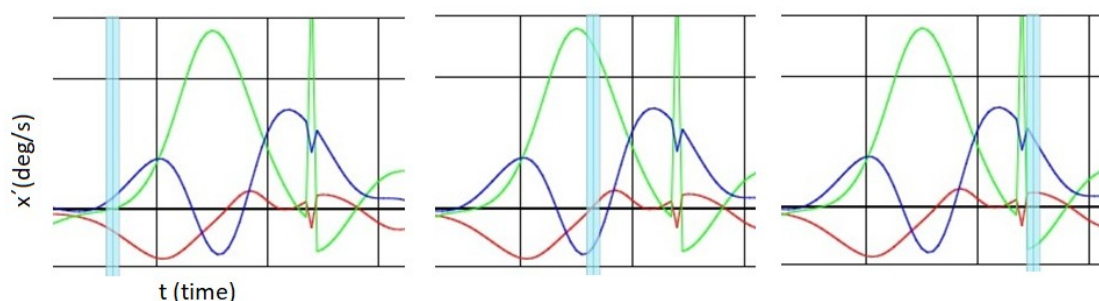


Abbildung 7: Bewegungsgruppe 2 (hintere Umkehr – Impact – vordere Umkehr) Proband 13, Break

4.2.1 Analyse der Bewegungsgruppe 2:

Wenn man diesen Bewegungsablauf genauer unter die Lupe nimmt, erkennt man, dass bei der hinteren Umkehr das Handgelenk sogar eine Extension aufweist, die sogar noch bei der Zielbewegung eingehalten wird. Es ist zwar kurz vor dem Impact eine Tendenz in Richtung Flexion erkennbar, jedoch wird die Flexion im Handgelenk erst nach dem Treffmoment mit ihrer Winkelgeschwindigkeit maximal. Das Ellenbogengelenk startet bereits mit einer Abduktion, die sich aber im Impact sogar zu einer Adduktion verändert. Das liegt daran, dass der Oberarm direkt am Körper vorbeigeführt wird und daher nahezu keine Veränderung der Winkelgeschwindigkeit mit sich bringt. Beim Schultergelenk sehen wir von Anfang an eine Bewegung in Zielrichtung, die sogar vor dem Impact maximal wird. Man erkennt nach der zweiten Ausprägung der blauen Kurve, also der Winkelgeschwindigkeit des Ellenbogengelenks, einen kleinen Sprung, was einen Messfehler in diesem Bereich bedeutet.

4.3 Bewegungsgruppe 3:

Diese Bewegungsgruppe besteht aus Stoßvarianten, bei denen die maximale Ausprägung der Ellenbogenwinkelgeschwindigkeit in die Zielrichtung nur einmal existiert. Des Weiteren sind in dieser Gruppe alle beobachteten Winkelgeschwindigkeiten der beteiligten Gelenke ganz knapp um den Zeitpunkt des Impacts maximal. Diese Gruppe umfasst 17 von 68 gültigen Breakversuchen.

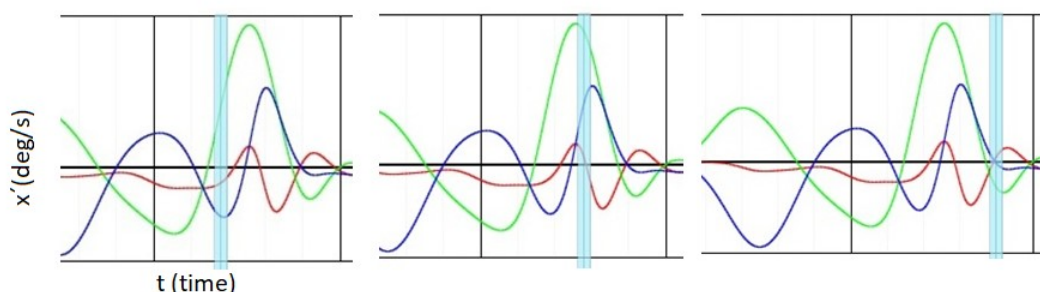


Abbildung 8: Bewegungsgruppe 3 (hintere Umkehr – Impact – vordere Umkehr) Proband 10, Break

4.3.1 Analyse der Bewegungsgruppe 3:

Bei dieser Bewegungsgruppe erkennt man, dass bei der hinteren Umkehr die Winkelgeschwindigkeit des Ellenbogens sogar negativ ist, was bedeutet, dass der Ellenbogen sogar noch etwas adduziert beziehungsweise sich die Winkelgeschwindigkeit in diesem beteiligten Gelenk stark reduziert wird. Doch schon kurz nach der hinteren Umkehr kommt es zu einer Abduktion des Ellenbogengelenkes. In dieser Gruppe hat das Schultergelenk vom Timing her ihre höchste Winkelgeschwindigkeit kurz vor beziehungsweise sogar im Impact und die maximale Winkelgeschwindigkeit des Handgelenks erfolgt knapp nach der des Schultergelenks.

4.4 Bewegungsgruppe 4:

Anders als in der Gruppe 3 wird hier die Winkelgeschwindigkeit des Schultergelenks vor der Winkelgeschwindigkeit des Handgelenks maximal. Die maximale Winkelgeschwindigkeitsausprägung des Ellenbogengelenks erfolgt erst kurz vor der vorderen Umkehr. Auch in dieser Gruppe sind die Winkelgeschwindigkeiten sehr knapp hintereinander maximal. Diese Bewegungsgruppe umfasst zehn Stöße.

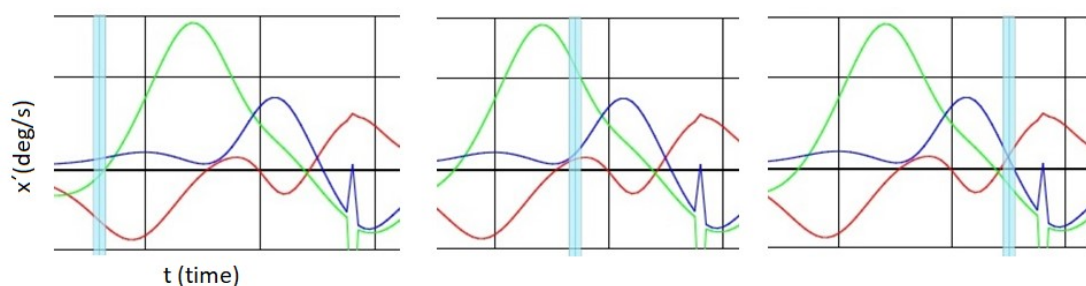


Abbildung 9: Bewegungsgruppe 4 (hintere Umkehr – Impact – vordere Umkehr) Proband 21, Break

4.4.1 Analyse des Beispiels von Bewegungsgruppe 4:

Hier erkennt man eindeutig, dass die größte Winkelgeschwindigkeit aus dem Schultergelenk kommt und von Beginn des Stoßes exponentiell ansteigt. Zum Zeitpunkt des Treffmomentes nimmt diese Winkeländerungsgeschwindigkeit sogar etwas ab. Die Winkelgeschwindigkeit im Handgelenk wird zum Zeitpunkt des Impacts gerade positiv in Zielrichtung und das Ellenbogengelenk wird erst nach dem Treffer mit einer maximalen Winkelgeschwindigkeit getestet. Bis zum Impact zeigt sich nahezu keine Änderung in dem eingeschlossenen Ellenbogenwinkel.

4.5 Zusammenfassung der verschiedenen Bewegungsabläufe

In der folgenden Tabelle wird kurz zusammengefasst, welche Gruppe, welche Merkmale aufweist und wie viele Stöße in den einzelnen Bewegungsgruppen stattfanden:

Bewegungsgruppen	Zusammenfassung der Bewegungs- kinematik	Anzahl der Stöße
Bewegungsgruppe 1	Es gibt zwei lokale Maxima bezüglich der Winkelgeschwindigkeit im Ellenbogengelenk, eine ereignet sich kurz vor dem Impact und die zweite erst nach dem Impact. Die Winkelgeschwindigkeiten im Handgelenk werden entweder knapp vor dem Impact oder im Impact maximal. Die Winkelgeschwindigkeit im Schultergelenk wird erst nach dem Stoß maximal.	24
Bewegungsgruppe 2	Wie bei der ersten Gruppe gibt es zwei maximale Winkelgeschwindigkeiten im Ellenbogengelenk, eine ereignet sich	9

	kurz vor dem Impact und die zweite erst nach dem Impact. Die Winkelgeschwindigkeiten im Handgelenk werden entweder knapp vor dem Impact, im Impact oder kurz nach dem Impact maximal. Die höchste Winkelgeschwindigkeit im Schultergelenk findet vor beziehungsweise im Impact statt.	
Bewegungsgruppe 3	Die Winkelgeschwindigkeit wird knapp nach dem Impact maximal. Die höchste Winkelgeschwindigkeit im Handgelenk und im Schultergelenk finden jeweils kurz vor dem Impact statt.	17
Bewegungsgruppe 4	Die größten Winkelgeschwindigkeiten im Ellenbogengelenk finden erst nach dem Impact statt. Die Winkelgeschwindigkeiten im Handgelenk passieren kurz nach dem Impact und die Schultergelenkwinkelgeschwindigkeiten sind erst vor dem Impact maximal.	10

Tabelle 2: Zusammenfassung der Bewegungsabläufe in den einzelnen Gruppen.

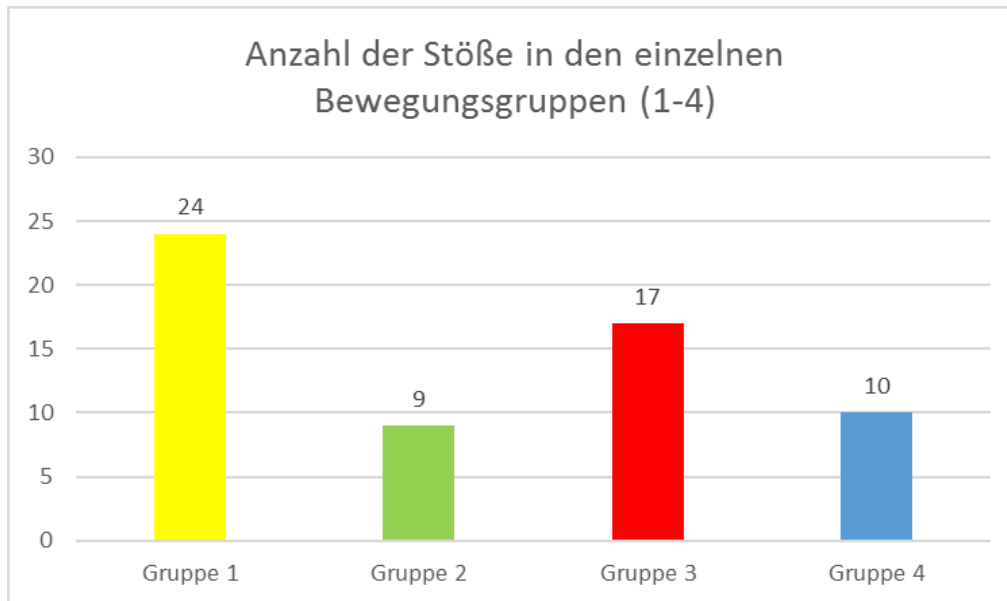


Abbildung 10: Diagramm zu den Stößen innerhalb der Bewegungsgruppen

Wenn man sich nun die ersten beiden Bewegungsgruppen in der Tabelle 2 ansieht, kommt man zu dem Schluss, dass die Bewegungen im Ellenbogenbereich ähnlich sind, jedoch das Timing der Schulter und des Handgelenks vertauscht wird. Abgesehen davon sind sich diese beiden Gruppen sehr ähnlich. Die dritte und vierte Gruppe weisen beide keine doppelte Ausprägung der Winkelgeschwindigkeit des Ellenbogengelenks auf und in der dritten Gruppe sind nahezu alle Winkelgeschwindigkeiten der beobachteten Gelenke sehr eng bei dem Treffmoment, was die Vermutung zulässt, der optimale Beschleunigungsweg zu sein.

Generell kann man sagen, dass die Schulter bei den Gruppen 1 & 2 das Ellenbogengelenk die Bewegung knapp vor der Schulter bis gleichzeitig einleitet und bei den Gruppen 3 & 4 die Schulter die Bewegungsabfolge anführt.

Um die Frage zu beantworten, wie sich die härtesten Breaks der Probanden von der Bewegung her zusammensetzen, muss man die einzelnen Stöße der Probanden nach der Queuegeschwindigkeit im Impact ordnen und anschließend ihre Bewegungsgruppe herausfinden. Leider kann man nicht davon ausgehen, dass alle Athleten über die gleichen körperlichen Grundvoraussetzungen verfügen und man weiß nicht, wo genau die einzelnen Probanden die Kugel anstoßen.

Spieler	O	P	Q	R	Mittelwert m/s	Mittelwert in km/h
18	6,89		6,59		6,74	24,27
11	6,21	6,81	6,72	6,11	6,46	23,26
13	6,77	6,15	6,06	6,84	6,46	23,24
14	6,85	5,98	6,11	6,74	6,42	23,11
22	6,42	6,41	6,23	6,21	6,32	22,74
16	6,31	6,37	6,1		6,26	22,55
20	6,29	6,27	6,16	6,13	6,21	22,37
15	5,99	6,69	5,61	6,5	6,2	22,31
3	6,59	5,53	6,09	6,46	6,17	22,21
6	6,04	6,18	6,14	6,06	6,11	21,98
21	6,28	6,11	6,03	5,91	6,08	21,89
9	6,08	6,55	5,62	5,88	6,03	21,71
4	6,49	6,13	5,8	5,62	6,01	21,63
12	6,21	5,67	5,92	6,09	5,97	21,51
1	5,73	6	6,17	5,94	5,96	21,46
8	6,05	5,96	5,68	5,93	5,9	21,26
2	5,83	5,5	5,7	5,81	5,71	20,55
10	5,45	5,19	5,68	6,22	5,64	20,29
7	5,4	5,18	5,46	5,13	5,29	19,04
5	6,31	6,79	6,44	1,22	5,19	18,68
17					0	0
19					0	0

Tabelle 3: Durchschnittsgeschwindigkeiten im Treffmoment beim Break.

In Tabelle 3 erkennt man die Durchschnittsgeschwindigkeit der einzelnen Probanden im Treffmoment. Die Geschwindigkeiten liegen zwischen 19 km/h und 24 km/h. Die Probanden, bei denen Messfehler in dem relevanten Bereich aufgetreten sind, konnten dabei leider nicht berücksichtigt werden.

Proband	Datenverlust	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe3	Gruppe4	Sonstige
18	O Missing		P Q R			
14						O P Q R
13			O P Q R			
3		Q R				O P
4						
22						
5	R missing	O P Q				
16	R Missing			O P		Q
20		O P Q R				
21					O P Q R	
12		O P Q R				
11					O P Q R	
9				P	O R	Q
8		O P Q R				
6		P Q	O R			
15	O Missing	R		P Q		
2				O P Q R		
1		O P Q R				
10				O P Q R		
7				O P Q R		
17						
19						
		24	9	17	10	8

Tabelle 4: Einteilung der Stöße der Probanden in den Bewegungsgruppen

Tabelle 4 verrät uns, in welchen Bewegungsgruppen die Probanden ihre Breakstöße ausgeführt haben. Dieser Datensatz ist nach der Geschwindigkeit im Treffmoment aufgeführt. In den meisten Fällen haben die Probanden alle gewerteten Stöße in der gleichen Bewegungsgruppe ausgeführt. Leider gab es bei einigen Stößen einen Messverlust beziehungsweise Messfehler, die mit einem schwarzen Balken versehen wurden. Nun erkennt man, dass die beiden Billardspieler, also Nummer 18 und 13, aus der Bewegungsgruppe 2 stammen. Proband Nummer 14 konnte leider keiner geeigneten Gruppe zugeordnet werden. Es gab insgesamt 8 der 68 gültigen Breakstöße, die keiner Bewegungsgruppe zugeordnet werden konnten. Die meisten Spieler und Spielerinnen konnten der Bewegungsgruppe 1 zugeordnet werden, die von der Geschwindigkeit in Impact eher dem Mittelfeld zuzuordnen sind. Auch die Bewegungsgruppe 4 hält sich von den Geschwindigkeiten im Treffmoment in der Mitte auf. Die sichtlich langsamere Bewegungsgruppe stellt daher die Bewegungsgruppe 3 dar.

4.6 Fazit

Forschungsfrage:

„Kann für das härteste Break aller Athleten und Athletinnen (hohe Geschwindigkeit beim Treffpunkt des Spielballes) eine Tendenz für die Impulsübergabe aller beteiligten Gelenke erkannt werden?“

Durch die Erstellung der vier Bewegungsgruppen ist folgend in Tabelle 5 zu erkennen, dass die am schnellsten gespielten Breakstöße aus der Bewegungsgruppe 2 stammen. Diese Gruppe umfasst, wie in Abbildung 10 sichtbar, lediglich 9 Stoßarten. Also hat sie einen geringen Anteil, wie in Tabelle 6 sichtbar. Die meisten Stöße, die ausgeführt wurden, stammen aus der Bewegungsgruppe 1, welche von der Durchschnittsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Treffmoments auf dem vierten Platz liegt. Anhand der erarbeiteten Daten, kann man davon ausgehen, dass eine Tendenz für die Impulsübergabe aller beteiligten Gelenke erkannt werden kann und die Bewegungsgruppe 2, die eine ähnliche Bewegungsstruktur aufweist, mit den durchschnittlich höchsten Queuegeschwindigkeiten zum Zeitpunkt des Treffers besitzt. Das bedeutet H1 wird beibehalten.

Bewegungsgruppen	m/s	km/h	Reihenfolge
Gruppe 2	6,46	23,256	1
Gruppe 4	6,21	22,37	2
Sonstige	6,19	22,284	3
Gruppe 1	6,129	22,06	4
Gruppe 3	5,828	20,98	5

Tabelle 5: Reihung der Durchschnittsgeschwindigkeiten der einzelnen Bewegungsgruppen

Bewegungsgruppen	relativer Anteil (%)
Gruppe 1	35,30%
Gruppe 3	25%
Gruppe 4	14,70%
Gruppe 2	13,20%
Sonstige	11,80%

Tabelle 6: Relative Anteile der Breakstöße von den Gesamtversuchen

5 Entstehung der Laufdistanz bei maximalen Stößen

Forschungsfrage:

„Welche Faktoren sind für die Laufdistanz bei den einzelnen maximalen Standardstößen verantwortlich?“

In diesem Kapitel wird beschrieben, aus welchen Parametern die Laufdistanz des Spielballes, also der weißen Kugel, entsteht.

Zuerst werden die einzelnen Daten, die hierbei notwendig sind, erhoben. Das sind in diesem Fall die Trefferhöhe des Balles, der spitze Winkel zwischen Queue und Billardtisch zum Zeitpunkt des Treffers und die Geschwindigkeit des Queues zum Zeitpunkt des Treffmomentes.

Dazu werden die einzelnen Spieler und Spielerinnen, auf die Laufdistanz des Balles bezogen, in Gruppen eingeteilt. Es gibt drei verschiedene Gruppen, wobei die Gruppe 2 die längste Distanz zurücklegt und die Gruppe 0 die kürzesten maximalen Stöße vorweist. Im Anschluss wird mittels SPSS eine Testung auf Zusammenhänge durchgeführt. Da wir uns in diesem Kapitel nur für die maximalen Stöße interessieren, werden auch nur diese berücksichtigt. Die Trefferhöhe wird in Zentimetern angegeben, der Queuewinkel in Winkelgrade und die Queuegeschwindigkeit in Metern pro Sekunde.

5.1 SFS

A, B, C sind „short follow shots“, was bedeutet, dass die weiße Kugel mit dem Queue angespielt wird, die rote Kugel, die sich 60 Zentimeter entfernt befindet, gelocht wird und die weiße Kugel der roten Kugel nachlaufen soll. Bei A soll die weiße Kugel ~60 Zentimeter nachlaufen, bei B ~180 Zentimeter und bei C soll die weiße Kugel so weit wie möglich nachlaufen.

Mit Hilfe einer linearen Regression ist es möglich, spezielle Abhängigkeiten mehrerer intervallskalierten Variablen zu erkennen.

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,521 ^a	,271	,125	31,255118597

Tabelle 7: Modellzusammenfassung der maximalen SFS

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
(Konstante)	205,371	147,964		1,388	,185
1 TrefferhöheC	5,682	3,224	,419	1,763	,098
QueuewinkelC	-1,756	10,701	-,039	-,164	,872
QueuegeschwindigkeitC	17,651	14,381	,271	1,227	,239

Tabelle 8: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen SFS auf die Laufristanz

R ist der Korrelationskoeffizient. Je höher dieser ausfällt, desto höher ist der Einfluss der getesteten Parameter auf das Zielkriterium, in diesem Fall der Laufristanz. Lautet der Korrelationskoeffizient 0, so hängen die Werte nicht linear voneinander ab. Nun werden die Betawerte der einzelnen Parameter betrachtet. Die Werte in der Spalte „Standardisierte Koeffizienten“ sind dieselben wie in „Regressionskoeffizient B“, nur dass sie standardisiert wurden. Dies hilft uns, die getesteten Werte direkt miteinander zu vergleichen. In der letzten Spalte der Tabelle 8 findet sich die Spalte „Sig.“. Sie gibt an, ob sich die Koeffizienten signifikant von Null unterscheiden. Ist der Wert hier unter .05 können wir davon ausgehen, dass ein linearer Zusammenhang existiert. In dem Versuch, dem maximalen Nachlaufstoß, also dem SFS, fällt das Ergebnis deutlich in Richtung Trefferhöhe aus, da dieser Wert mit 0,419 nahezu um den Faktor Zwei dem der Queuegeschwindigkeit überwiegt. Der Queuewinkel hat nahezu keinen Einfluss bei dem maximalen Nachläufer.

5.2 LFS

F sind „long follow shots“, hier wird der Abstand von der weißen zur roten Kugel auf 120 Zentimeter erhöht. Bei D muss die Kugel wie bei A 60 Zentimeter weiterlaufen, bei E 120 Zentimeter und bei F wird wieder die maximale Weite versucht.

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,338 ^a	,114	-,052	20,709135044

Tabelle 9: Modellzusammenfassung der maximalen LFS

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1 (Konstante)	641,904	118,576		5,413	,000
TrefferhöheF	-3,708	3,021	-,298	-1,227	,237
QueuewinkelF	2,790	7,459	,093	,374	,713
QueuegeschwindigkeitF	-5,572	8,516	-,157	-,654	,522

Tabelle 10: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen den LFS auf die Laufdistanz

Bei dieser Versuchsreihe fällt der Korrelationskoeffizient etwas geringer aus als bei den SFS und wenn man die einzelnen Einflussfaktoren und ihre Betawerte betrachtet, erkennt man auch hier, dass die Trefferhöhe wiederholt nahezu um den Faktor Zwei die Queuegeschwindigkeit übertrifft. Der Queuewinkel sagt bei dieser Stoßvariante, dem maximalen langen Nachläufer, auch wenig aus.

5.3 SDS

G, H, I sind „short draw shots“. Das bedeutet, dass die weiße Kugel nach dem Treffer mit der zu lochenden Kugel wieder zurückrollen muss. Bei G muss die weiße Kugel 60 Zentimeter, also an den Ursprungsort, zurückrollen. Bei H muss die weiße Kugel sogar die doppelte Distanz zurücklegen und I ist wieder der maximale Versuch.

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,223 ^a	,050	-,154	121,881252457

Tabelle 11: Modellzusammenfassung der maximalen SDS

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
	RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	765,639	454,436	1,685	,114
	Trefferhöhel	4,519	14,287	,083	,756
	Queuewinkel	-7,289	24,481	-,080	,770
	Queuegeschwindigkeitl	-57,813	73,824	-,209	,447

Tabelle 12: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen SDS auf die Laufdistanz

Nun wird die Spielvariante der maximale „short draw shot“ genauer analysiert. Hier erkennt man, dass der Korrelationskoeffizient im Gegensatz zu dem „short follow shot“ ebenfalls deutlich geringer ausfällt, was bedeutet, dass die einzelnen Einflussfaktoren weniger gewichtet sind. Dennoch erkennt man, dass die Queuegeschwindigkeit einen sogar mehr als doppelt so großen Einfluss auf den Stoß hat als die Trefferhöhe und der Queuewinkel. Wobei der Einfluss der einzelnen Faktoren bei den SDS insgesamt relativ gering ausfällt.

5.4 LDS

J, K, L: Hierbei handelt es sich um „long draw shots“. Die weiße und die rote Kugel haben einen Abstand von 120 Zentimetern. Bei J muss die weiße Kugel 30 Zentimeter zurückrollen, bei dem Versuch K zwischen 90 und 120 Zentimeter und L ist wieder der maximale Versuch.

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,732 ^a	,535	,448	70,270990016

Tabelle 13: Modellzusammenfassung der maximalen LDS

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	636,063	238,791	2,664	,017
	TrefferhöheL	9,853	10,500	,178	,362
	QueuewinkelL	-39,363	12,187	-,616	,005
	QueuegeschwindigkeitL	-130,308	40,244	-,561	,005

Tabelle 14: Zusammenfassung der einzelnen Einflussfaktoren bei maximalen den LDS

Dieser Stoß ist der „long draw shot“, bei dem wir erkennen, dass der Korrelationskoeffizient sehr hoch ist. Auch die einzelnen Einflussfaktoren wie die Queuegeschwindigkeit und der Queuewinkel sind beide äußerst hoch einzustufen. Die Trefferhöhe trägt auch dazu bei. Jedoch nehmen Queuewinkel und die Queuegeschwindigkeit um den Faktor Drei mehr Wichtigkeit ein.

5.4.1 Zusammenfassung der Einflussfaktoren bei den maximalen Standardstößen

Die folgende Tabelle zeigt, wie hoch die Einflüsse der einzelnen Faktoren auf das Zielkriterium, die Laufdistanz, wirken. Grün bedeutet, dass der Einfluss hoch ist. Gelb heißt, dass der Einfluss mittel ist und Rot bedeutet, dass der Einfluss gering ist. Je höher der Wert R ist, desto mehr tragen die einzelnen Faktoren bei.

Stoßart	Einfluss (R)	Queugeschw.(Impact)	Trefferhöhe	Queuwinkel (Anstellwinkel)
SFS	0,521			
LFS	0,338			
SDS	0,223			
LDS	0,732			

Tabelle 15: Einflussfaktoren auf die Laufdistanz bei maximalen Standardstößen

In der Tabelle 14 sieht man, dass bei den „follow shots“ die Trefferhöhen eindeutig am relevantesten sind, gefolgt von der Queugeschwindigkeit. Bei beiden spielt der Queuwinkel eine verschwindend geringe Rolle.

Leider ist die Analyse der beiden „draw shots“ nicht ganz so einfach. Wie man erkennt, ist bei dem „short draw shot“ der Einfluss der Parameter Queugeschwindigkeit, Trefferhöhe und Queuwinkel relativ gering. Die Geschwindigkeit spielt hierbei noch die größte Rolle. Sie hat so viel Einfluss, wie der Queuwinkel und die Trefferhöhe zusammen. Dies könnte bedeuten, dass ein „short draw shot“ sehr kräftig gespielt werden sollte.

Bei dem „long draw shot“ scheinen die einzelnen Parameter gewichtiger zu sein. Dieser Stoß wird vorrangig von der Queugeschwindigkeit und von dem Queuwinkel beeinflusst.

6 Welcher Queuewinkel wird bei Standardstößen im Durchschnitt angewendet?

Forschungsfrage:

Welcher Queuewinkel wird bei den einzelnen Standardstößen zum Zeitpunkt des Impacts eingesetzt?

Dieses Kapitel beschäftigt sich mehr mit der Frage, welchen Winkel wir ungefähr beim Treffmoment haben sollten, um auf die Stoßtechnik von Profis zu kommen. Hierbei ist die ursprüngliche Frage nicht sonderlich schwer zu beantworten. Man sucht die einzelnen Daten heraus, um sich den Mittelwert zu berechnen und das Ergebnis ist fertig. Um ein Gefühl zu bekommen wo die Billardkugel angespielt wurde, sollte man wissen, dass eine Billardkugel einen Durchmesser von 57,2 Millimetern hat. Im Anschluss wird bei jeder Stoßvariante eine Testung, Korrelation bivariat, auf Zusammenhang durchgeführt. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson gibt in den folgenden Tabellen dieser Testung an, wenn er sich 1 oder -1 annähert, dass ein Zusammenhang besteht. Um von einem signifikanten Ergebnis zu sprechen, sollte dieser Wert weniger als 0,05 betragen. Andernfalls ist das Ergebnis der Testung nicht ausreichend wahrscheinlich zusammenhängend. Zusätzlich verraten uns die zu den Tabellen erstellten Diagramme auf einen Blick, wie sich die Parameter in den einzelnen Gruppen verhalten. Beispielsweise, ob die Werte innerhalb einer Gruppe knapp beieinander sind oder wie weit sie auseinander liegen.

6.1 Stoßvariante A

short follow shot (~60cm):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheA	21	28,84 cm	37,51 cm	33,093 cm	2,534 cm
QueuewinkelA	22	0,537 °	3,843 °	2,4127 °	1,0124°
QueuegeschwindigkeitA	22	0,657 m/s	1,439 m/s	1,113 m/s	0,135 m/s
Gültige Werte (Listenweise)	21				

Tabelle 16: Deskriptive Statistik zur Stoßart A

Wenn wir uns die Mittelwerte bei der ersten Stoßart ansehen, haben wir hier einen kleinen Einblick wie der „short follow shot“ ungefähr gespielt wird. Die weiße Kugel wird im Schnitt auf der Höhe von 33,1 Millimetern angespielt und der Mittelwert des Queuewinkels bei der ersten Stoßart beträgt 2,412 Grad. Jedoch sieht man, dass sich das Minimum stark von dem Maximum unterscheidet und auch bei der Testung auf Normalverteilung fällt dieser Parameter klar durch. Daher wurden zwei Winkelgruppen erstellt. Die erste Winkelgruppe „flach“ hat einen Winkel von 2,4 Grad, die Winkelgruppe „steil“ besteht aus allen Spielern und Spielerinnen, die einen höheren Winkel im Treffmoment aufweisen. Eine weitere Gruppeneinteilung wurde vorgenommen und zwar zwei Gruppen, die sich von der Queuegeschwindigkeit im Treffmoment unterscheiden. Die Speedgruppe „langsam“ hatte eine Geschwindigkeit von maximal 1,12 Metern pro Sekunde und die Speedgruppe „schnell“ ab dieser Geschwindigkeit aufwärts. Blicken wir zusätzlich tiefer in den Bewegungsablauf hinein. Es wurden nun innerhalb der Standardstöße Gruppen erstellt, nominal verteilt und mit Hilfe von SPSS und der Punkt-biseralen Korrelation genauer untersucht. Das Ziel ist, herauszufinden, ob von den Profis beispielsweise bei einem langsameren Treffmoment eine ähnliche Trefferhöhe beziehungsweise ein nahezu identer Horizontalwinkel im Treffmoment, angewendet wird. Ebenfalls ist es interessant zu eruieren, ob sich bei den Spielern und Spielerinnen der Horizontalwinkel bei langsam gespielten Bällen markant von schneller angespielten Bällen unterscheidet. Die Trefferhöhe wird in Zentimetern, der Queuewinkel in Grad und die Queuegeschwindigkeit in Metern pro Sekunde angegeben.

		WinkelgruppeA	QueuegeschwindigkeitA
WinkelgruppeA	Korrelation nach Pearson	1	,382
	Signifikanz (2-seitig)		,079
	N	22	22
QueuegeschwindigkeitA	Korrelation nach Pearson	,382	1
	Signifikanz (2-seitig)	,079	
	N	22	22

Tabelle 17: Korrelation Winkelgruppe A & Queuegeschwindigkeit A

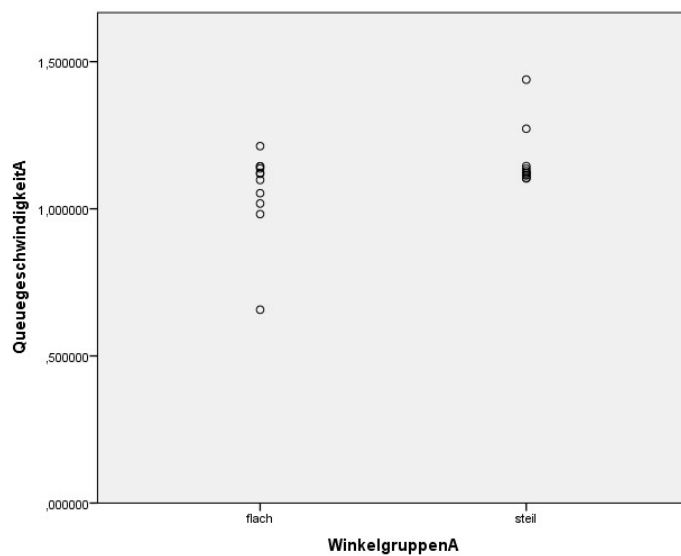


Abbildung 11: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppen A & Queuegeschwindigkeiten A

		WinkelgruppenA	TrefferhöheA
WinkelgruppenA	Korrelation nach Pearson	1	-,278
	Signifikanz (2-seitig)		,222
	N	22	21
TrefferhöheA	Korrelation nach Pearson	-,278	1
	Signifikanz (2-seitig)	,222	
	N	21	21

Tabelle 18: Korrelation Winkelgruppe A & Trefferhöhe A

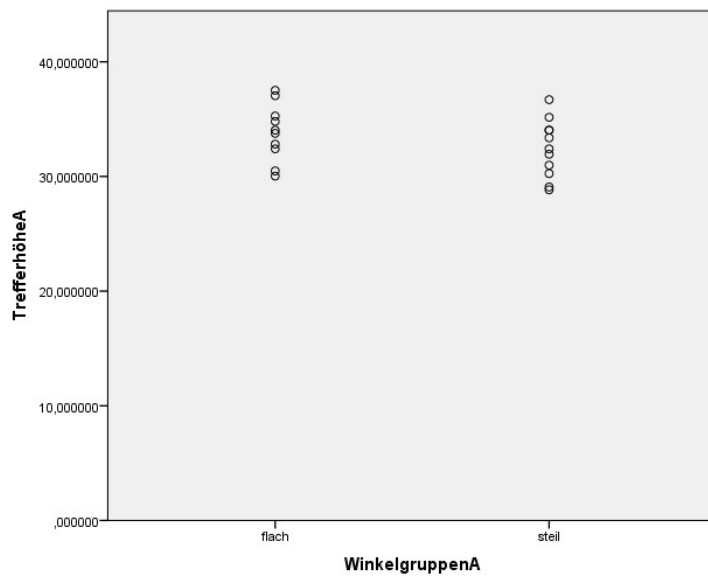


Abbildung 12: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppen A & Trefferhöhe A

		SpeedgruppenA	QueuwinkelA
SpeedgruppenA	Korrelation nach Pearson	1	,312
	Signifikanz (2-seitig)		,157
	N	22	22
QueuwinkelA	Korrelation nach Pearson	,312	1
	Signifikanz (2-seitig)	,157	
	N	22	22

Tabelle 19: Korrelation Speedgruppen A & Queuwinkel A

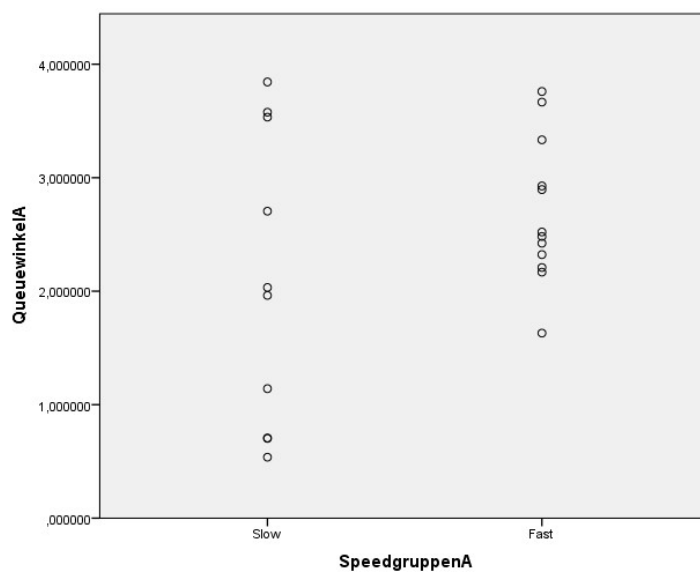


Abbildung 13: Punkt- Streudiagramm Speedgruppen A & Queuwinkel A

		Speed- gruppenA	TrefferhöheA
SpeedgruppenA	Korrelation nach Pearson	1	-,035
	Signifikanz (2-seitig)		,881
	N	22	21
TrefferhöheA	Korrelation nach Pearson	-,035	1
	Signifikanz (2-seitig)	,881	
	N	21	21

Tabelle 20: Korrelation Speedgruppen A & Trefferhöhe A

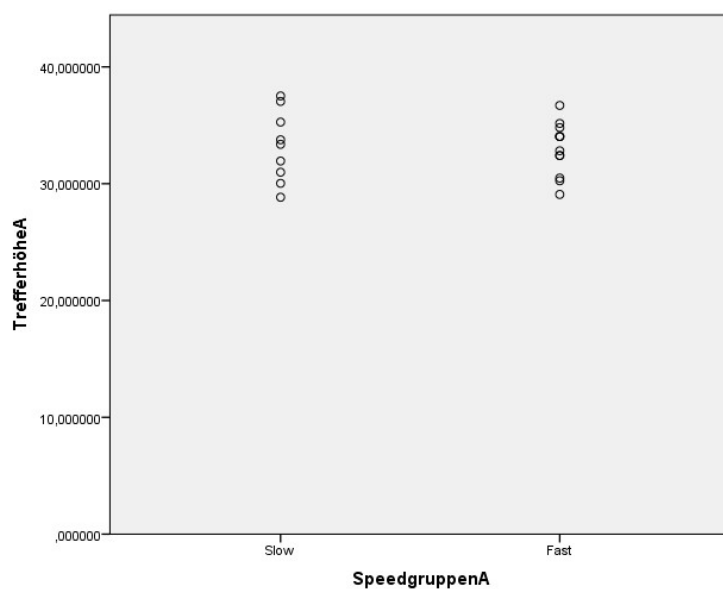


Abbildung 14: Punkt- Streudiagramm Speedgruppen A & Trefferhöhe A

6.1.1 Analyse

Wenn man im Statistikprogramm SPSS eine Punktweise- biserale Korrelation mit den entsprechenden Daten durchführt, erkennt man anhand der Grafiken, dass die Idee die einzelnen Stoßarten in Winkelgruppen und Speedgruppen zu unterteilen, zwar keine signifikanten Ergebnisse liefert, jedoch eine Tendenz für eine Änderung der Parameter zwischen den unterschiedlichen Gruppen erkennbar ist. Die oberen beiden Grafiken zeigen die Veränderung der Queuegeschwindigkeiten und der Trefferhöhe bei wachsendem Queuewinkel. Die Stoßart A ist ein kurzer Nachläufer, also bedeutet das, dass je höher der Winkel zum Zeitpunkt des Treffmomentes ist auch die Geschwindigkeit steigt, jedoch die Trefferhöhe sinkt. Die unteren Grafiken zeigen die Veränderungen bei der Einteilung bei den Speedgruppen. Je höher die Geschwindigkeit wird, desto größer wird auch der Queuewinkel, aber die Trefferhöhe bleibt im Schnitt nahezu gleich bei unterschiedlicher Geschwindigkeit.

6.2 Stoßvariante B (short follow shot ~180cm):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheB	20	33,76mm	40,32mm	36,66mm	2,17mm
QueuewinkelB	21	,35°	4,29°	2,227°	,99°
QueuegeschwindigkeitB	21	1,31m/s	2,15m/s	1,82m/s	,2028m/s
Gültige Werte (Listenweise)	19				

Tabelle 21: Deskriptive Statistik zur Stoßart B

Da sich die Stoßvariante A und die Stoßvariante B lediglich von der Distanz unterscheiden, die die weißen Kugeln nach dem Treffen der zu spielenden Kugeln zurücklegen muss, werden diese beiden Varianten miteinander verglichen. Wenn man diese oberhalb angeführten Werte mit den mit den Mittelwerten der Stoßvariante A vergleicht, erkennt man, dass die Kugeln bei Variante B, wo die Kugeln den weiteren Weg zurücklegen soll, um 3,57 Millimeter weiter oben angespielt wird. Der Mittelwert des Queuewinkels zum Zeitpunkt des Treffmomentes ändert sich um 0,19°, wobei der Winkel von der Variante B um 0,19° geringer ist. Der Parame-

ter, der sich am meisten verändert ist die Queuegeschwindigkeit im Treffmoment. Diese erhöht sich von der Stoßvariante A zu der Stoßvariante B um 0,71 Meter pro Sekunde.

		WinkelgruppeB	Queuege- schwindigkeitB
WinkelgruppeB	Korrelation nach Pearson	1	-,269
	Signifikanz (2-seitig)		,239
	N	21	21
QueuegeschwindigkeitB	Korrelation nach Pearson	-,269	1
	Signifikanz (2-seitig)	,239	
	N	21	21

Tabelle 22: Korrelation Winkelgruppe B & Queuegeschwindigkeit B

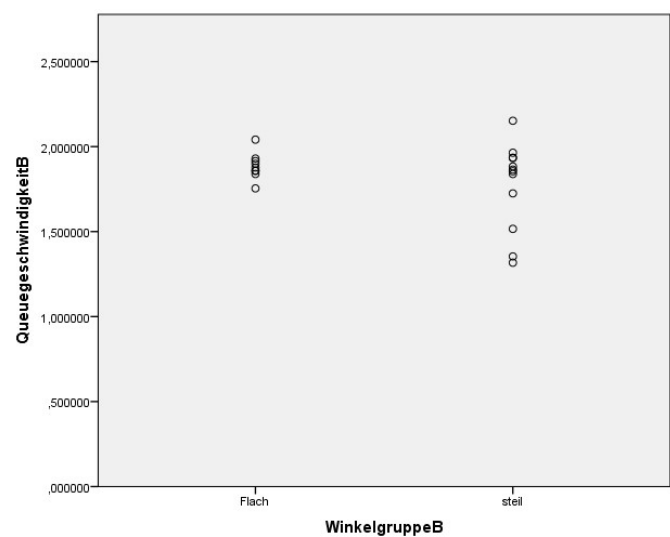


Abbildung 15: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe B & Queuegeschwindigkeit B

		WinkelgruppeB	TrefferhöheB
WinkelgruppeB	Korrelation nach Pearson	1	-,038
	Signifikanz (2-seitig)		,876
	N	21	19
TrefferhöheB	Korrelation nach Pearson	-,038	1
	Signifikanz (2-seitig)	,876	
	N	19	20

Tabelle 23: Korrelation Winkelgruppe B & Trefferhöhe B

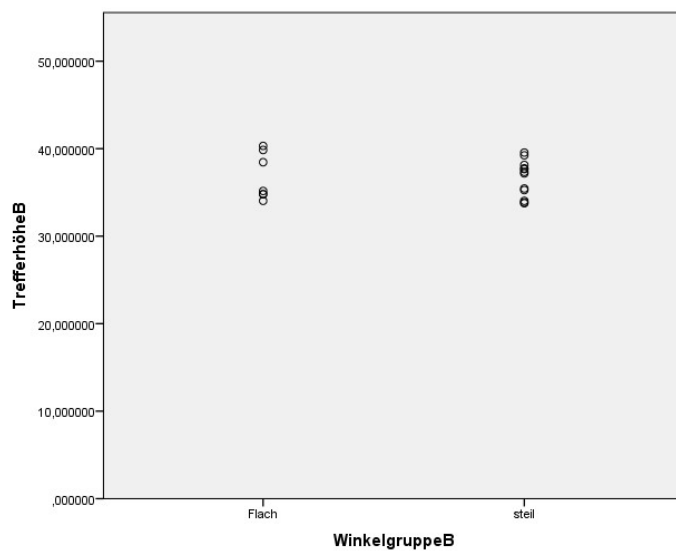


Abbildung 16: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe B & Trefferhöhe B

		SpeedgruppeB	QueuwinkelB
SpeedgruppeB	Korrelation nach Pearson	1	-,066
	Signifikanz (2-seitig)		,778
	N	21	21
QueuwinkelB	Korrelation nach Pearson	-,066	1
	Signifikanz (2-seitig)	,778	
	N	21	21

Tabelle 24: Korrelation Speedgruppe B & Queuwinkel B

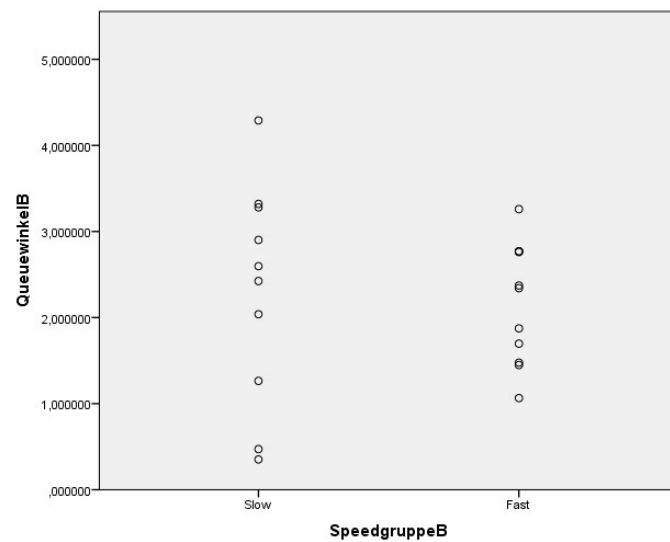


Abbildung 17: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe B & Queuewinkel B

		SpeedgruppeB	TrefferhöheB
SpeedgruppeB	Korrelation nach Pearson	1	,351
	Signifikanz (2-seitig)		,141
	N	21	19
TrefferhöheB	Korrelation nach Pearson	,351	1
	Signifikanz (2-seitig)	,141	
	N	19	20

Tabelle 25: Korrelation Speedgruppe B & Trefferhöhe B

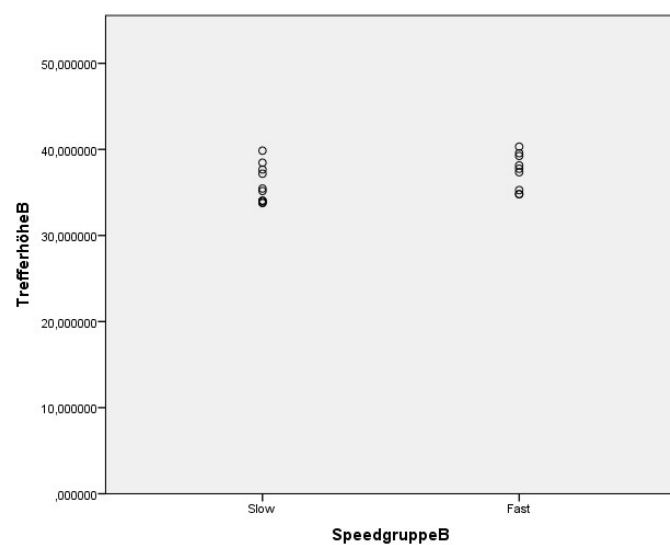


Abbildung 18: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe B & Trefferhöhe B

6.2.1 Analyse

Auch hierbei wurden die bivariaten Korrelationen berechnet und man erkennt, dass auch hier keine signifikanten Ergebnisse vorliegen. Dennoch kann man herausfiltern, dass es bei diesem Standardstoß, wenn die Queuegeschwindigkeit gering ist, der Queuwinkel weit auseinandergeht, aber dennoch zum gewünschten Erfolg führt. Je höher die Queuegeschwindigkeit ist, desto höher ist auch die Trefferhöhe angesiedelt. Das könnte bedeuten, wenn eine Kugel weiter weg vom Zentrum getroffen wird bekommt sie zwar mehr Drall, jedoch nicht die optimale Queuegeschwindigkeit zum Treffmoment mit. Zusätzlich kann man aus den Abbildungen ableiten, dass je höher sich der Queuwinkel verhält, desto geringer fällt die Queuegeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Treffers aus. Dies lässt sich vermutlich daher erklären, dass die Queuegeschwindigkeit lediglich von unserer Zielbewegung, also der Horizontalgeschwindigkeit ausgeht, man jedoch aufgrund des höheren Winkels eine zusätzlich weitere Vertikalbewegung durchführt. Das bedeutet, dass die Queuegeschwindigkeit vermutlich nicht generell langsamer ausfällt, sondern lediglich unsere Geschwindigkeit in Zielrichtung, die für diese Analysen relevant ist. Bei flach angespielten Bällen ist die Geschwindigkeit ziemlich gleich angesiedelt und es gibt wenige Ausreißer.

6.3 Stoßvariante D (long follow shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheD	21	23,83mm	37,18mm	30,8mm	3,119mm
QueuwinkelD	22	,594°	4,01°	2,418°	,887°
QueuegeschwindigkeitD	22	,96m/s	1,55m/s	1,195m/s	,138m/s
Gültige Werte (Listenweise)	21				

Tabelle 26: Deskriptive Statistik zur Stoßart D

Bei dieser Stoßart gehen die Werte der einzelnen Probanden sehr weit auseinander. Die Trefferhöhe liegt zwischen 23,83 Millimetern und 37,18 Millimetern. Das bedeutet, dass manche Probanden sogar die Kugel deren Mittelpunkt auf der Höhe von 28,6 Millimetern liegt sogar an der unteren Hälfte angespielt haben. Auch

der Queuwinkel geht bei den Spielern deutlich auseinander und nimmt Werte von 0,595° bis hin zu 4° an. Um genauere Informationen bezüglich des Stoßablaufes feststellen zu können, werden wieder die bivariate Korrelationen getestet.

		WinkelgruppeD	TrefferhöheD
WinkelgruppeD	Korrelation nach Pearson	1	,027
	Signifikanz (2-seitig)		,909
	N	22	21
TrefferhöheD	Korrelation nach Pearson	,027	1
	Signifikanz (2-seitig)	,909	
	N	21	21

Tabelle 27: Korrelation Winkelgruppe D & Trefferhöhe D

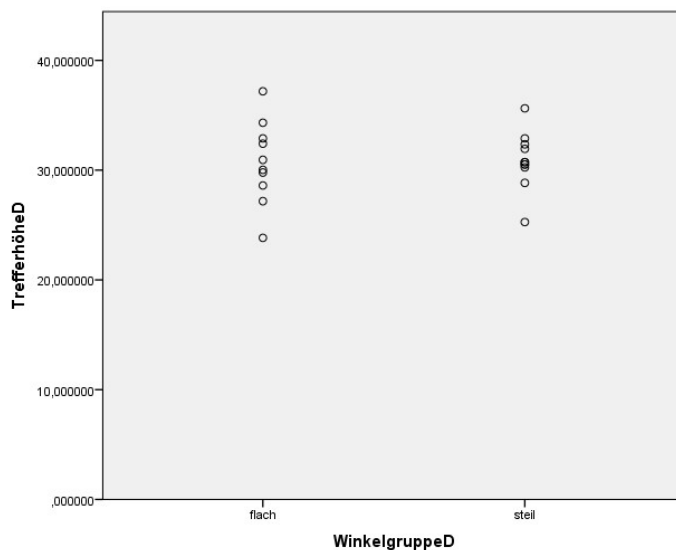


Abbildung 19: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe D & Trefferhöhe D

		WinkelgruppeD	Queuege- schwindigkeitD
WinkelgruppeD	Korrelation nach Pearson	1	,250
	Signifikanz (2-seitig)		,261
	N	22	22
QueuegeschwindigkeitD	Korrelation nach Pearson	,250	1
	Signifikanz (2-seitig)	,261	
	N	22	22

Tabelle 28: Korrelation Winkelgruppe D & Queuegeschwindigkeit D

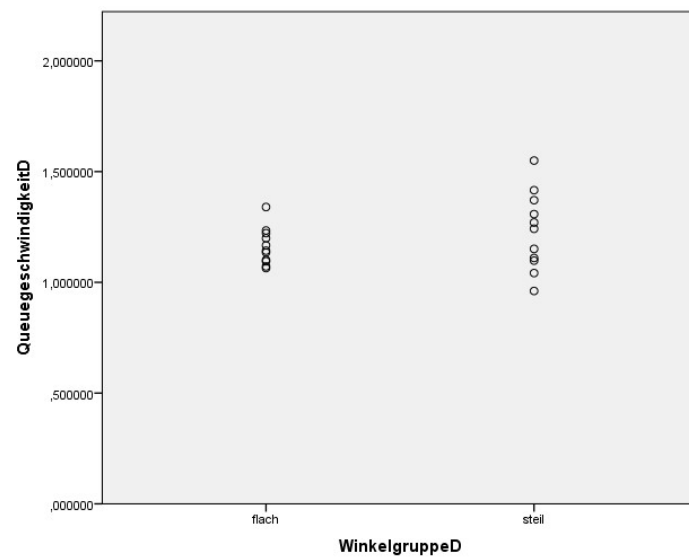


Abbildung 20: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe D & Queuegeschwindigkeit D

		SpeedgruppeD	TrefferhöheD
SpeedgruppeD	Korrelation nach Pearson	1	-,401
	Signifikanz (2-seitig)		,072
	N	22	21
TrefferhöheD	Korrelation nach Pearson	-,401	1
	Signifikanz (2-seitig)	,072	
	N	21	21

Tabelle 29: Korrelation Speedgruppe D & Trefferhöhe D

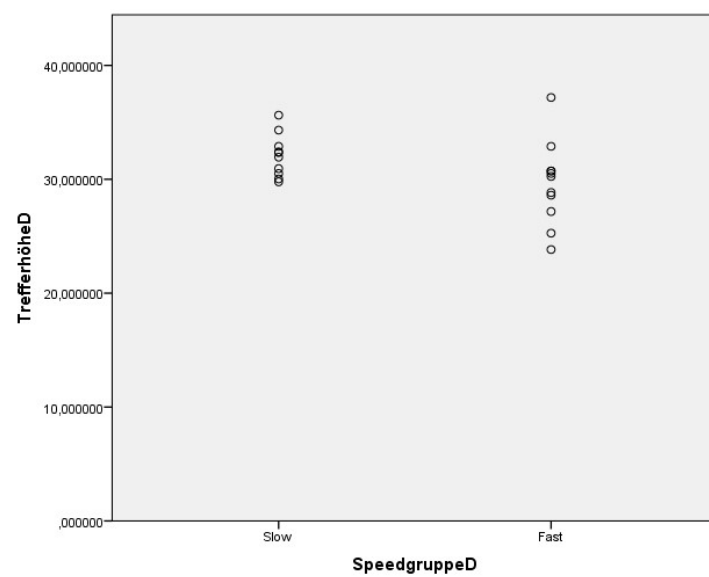


Abbildung 21: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe D & Trefferhöhe D

		SpeedgruppeD	QueuwinkelD
SpeedgruppeD	Korrelation nach Pearson	1	,379
	Signifikanz (2-seitig)		,082
	N	22	22
QueuwinkelD	Korrelation nach Pearson	,379	1
	Signifikanz (2-seitig)	,082	
	N	22	22

Tabelle 30: Korrelation Speedgruppe D & Queuwinkel D

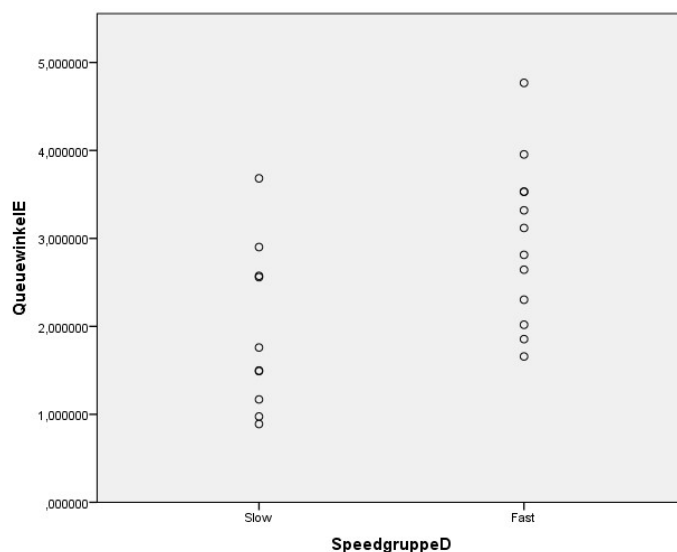


Abbildung 22: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe D & Queuwinkel D

6.3.1 Analyse

Wenn man die Abbildung 21 begutachtet, erkennt man, dass Probanden, die die weiße Kugel schneller getroffen haben, diese im Durchschnitt deutlich tiefer angespielt haben. Mit einer höheren Queuegeschwindigkeit ergibt sich ebenfalls ein höherer Queuwinkel, was die Abbildung 22 zeigt. Der Großteil der Probanden hat die weiße Kugel oberhalb des Zentrums getroffen, jedoch gehen die Trefferhöhen der Spieler und Spielerinnen auf der oberen Hälfte der weißen Kugel relativ weit auseinander. Zusammengefasst lässt sich aufgrund der Datenanalyse sagen, dass man die weiße Kugel bei dieser Stoßvariante entweder langsamer, dafür höher anspielen sollte oder etwas schneller und dafür sollte der Queuwinkel höher und die Trefferhöhe etwas niedriger sein.

6.4 Stoßvariante E (long follow shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheE	21	29,08mm	37,98mm	34,38mm	2,54mm
QueuewinkelE	22	,89°	4,76°	2,5°	1,04°
QueuegeschwindigkeitE	22	1,30m/s	1,979m/s	1,684m/s	,145m/s
Gültige Werte (Listenweise)	21				

Tabelle 31: Deskriptive Statistik zur Stoßart E

Wie auch bei der ähnlichen Stoßvariante D, gehen auch bei diesem Versuch E die Trefferhöhe und der Queuewinkel weit auseinander. Der Parameter, der sich von D zu E ändert, ist einmal mehr die Geschwindigkeit, mit der die Kugel angespielt wird. Die mittlere Geschwindigkeit des Stoßes D betrug 1,19 m/s und bei diesem Stoß beträgt sie 1,68m/s, was im Durchschnitt eine Änderung von 0,49m/s bedeutet.

		WinkelgruppeE	TrefferhöheE
WinkelgruppeE	Korrelation nach Pearson	1	-,251
	Signifikanz (2-seitig)		,271
	N	22	21
TrefferhöheE	Korrelation nach Pearson	-,251	1
	Signifikanz (2-seitig)	,271	
	N	21	21

Tabelle 32: Korrelation Winkelgruppe E & Trefferhöhe E

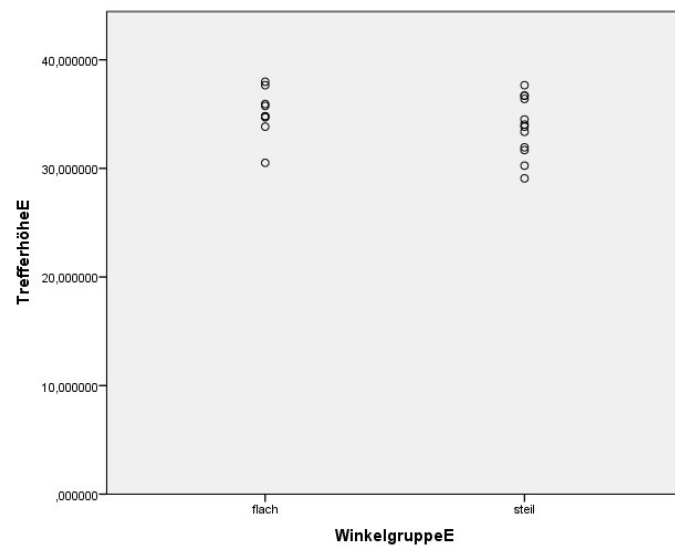


Abbildung 23: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe E & Trefferhöhe E

		WinkelgruppeE	Queuege- schwindigkeitE
WinkelgruppeE	Korrelation nach Pearson	1	-,070
	Signifikanz (2-seitig)		,757
	N	22	22
QueuegeschwindigkeitE	Korrelation nach Pearson	-,070	1
	Signifikanz (2-seitig)	,757	
	N	22	22

Tabelle 33: Korrelation Winkelgruppe E & Queuegeschwindigkeit E

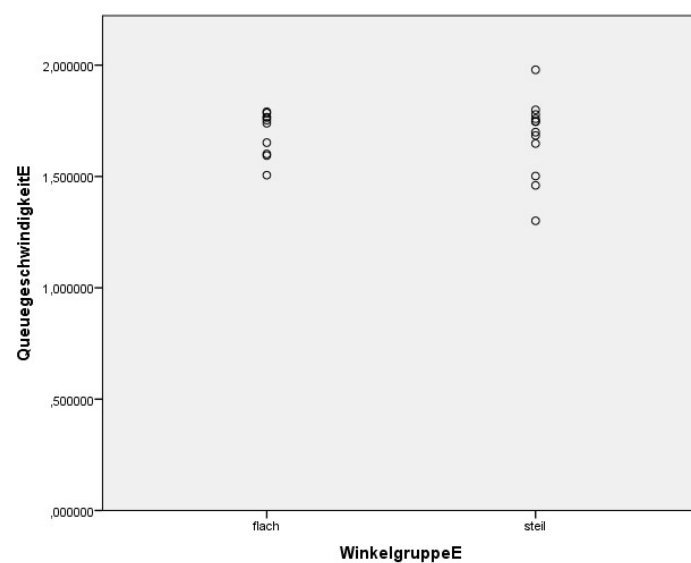


Abbildung 24: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe E & Queuegeschwindigkeit E

		SpeedgruppeE	QueuwinkelE
SpeedgruppeE	Korrelation nach Pearson	1	-,144
	Signifikanz (2-seitig)		,522
	N	22	22
QueuwinkelE	Korrelation nach Pearson	-,144	1
	Signifikanz (2-seitig)	,522	
	N	22	22

Tabelle 34: Korrelation Speedgruppe E & Queuwinkel E

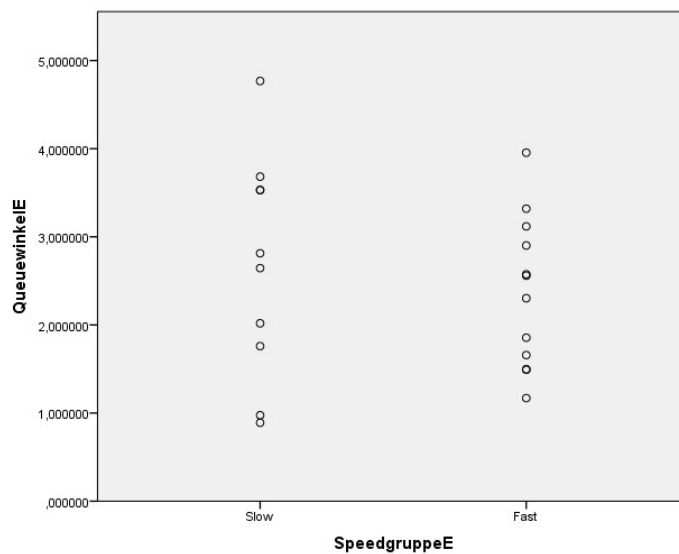


Abbildung 25: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe E & Queuwinkel E

		SpeedgruppeE	TrefferhöheE
SpeedgruppeE	Korrelation nach Pearson	1	,219
	Signifikanz (2-seitig)		,341
	N	22	21
TrefferhöheE	Korrelation nach Pearson	,219	1
	Signifikanz (2-seitig)	,341	
	N	21	21

Tabelle 35: Korrelation Speedgruppe E & Trefferhöhe E

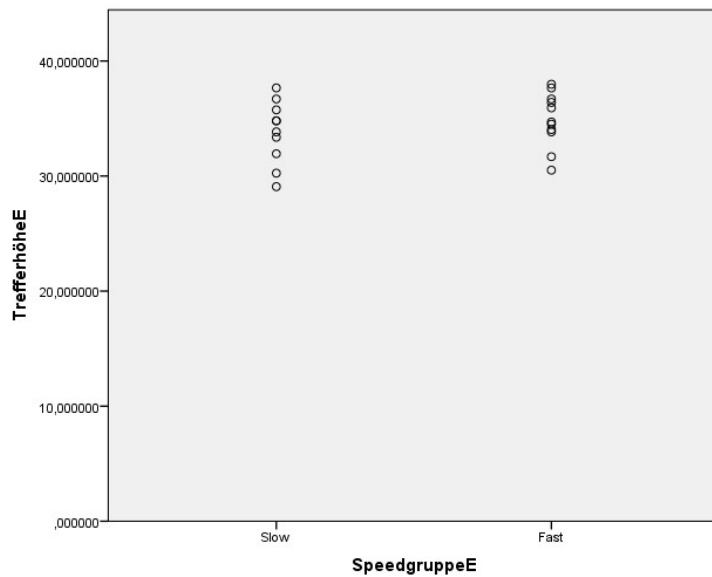


Abbildung 26: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe E & Trefferrhöhe E

6.4.1 Analyse

Bei dieser Stoßvariante gibt es ebenfalls keinerlei signifikante Ergebnisse, aber man kann auf Abbildung 25 erkennen, dass der Queuwinkel bei langsam angespielten Kugeln sehr weit auseinanderstreut. In diesem Fall sieht man, dass je höher der Queuwinkel sich verhält, desto niedriger fällt bei diesen Probanden die Trefferrhöhe aus. Ebenfalls interessant ist, dass die Kugeln die höher angespielt werden, auch mit einer höheren Queuegeschwindigkeit getroffen werden. Da die Kugel weiter entfernt vom Zentrum angespielt wird, muss augenscheinlich die Queuegeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Treffers erhöht werden.

6.5 Stoßvariante G (short draw shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferrhöheG	21	14,78mm	20,33mm	17,365mm	1,619mm
QueuwinkelG	21	2,61°	7,43°	4,984°	1,037°
QueuegeschwindigkeitG	21	1,97m/s	2,743m/s	2,494m/s	,178m/s
Gültige Werte (Listenweise)	20				

Tabelle 36: Deskriptive Statistik zur Stoßart G

Wenn man den Mittelwert der Trefferhöhe bei diesem Stoß, die 17,36mm, mit dem Mittelwert des Stoßes A, 33,1mm, also dem kurzen Nachläufer, vergleicht, erkennt man deutlich, dass bei dem kurzen Nachläuferstoß die Kugel nahezu um die Hälfte weiter oben angespielt wird. Der Mittelwert des Queuwinkels liegt hier bei fast 5 Grad. das ist mehr als doppelt so viel als bei dem Stoß A, dem kurzen Nachläufer, der einen Mittleren Queuwinkel von 2,4 Grad aufweist. Über die mittlere Queuegeschwindigkeit ist ebenfalls hier mehr als doppelt so groß, als bei der Stoßvariante A die 1,1m/s. Man könnte zusammenfassen, dass bei einem „short follow shot“ über 60 Zentimeter und bei einem „short draw shot“ über 60 Zentimeter im Durchschnitt die Parameter ungefähr um den Faktor zwei unterscheiden. Der „short draw shot“ wird zirka doppelt so schnell und mit dem doppelten Winkel als bei dem „short follow shot“ angespielt. Dafür wird der „short follow shot“ auf in etwa auf der doppelten Höhe des „short draw shots“ angespielt.

		WinkelgruppeG	TrefferhöheG
WinkelgruppeG	Korrelation nach Pearson	1	,360
	Signifikanz (2-seitig)		,119
	N	21	20
TrefferhöheG	Korrelation nach Pearson	,360	1
	Signifikanz (2-seitig)	,119	
	N	20	21

Tabelle 37: Korrelation Winkelgruppe G & Trefferhöhe G

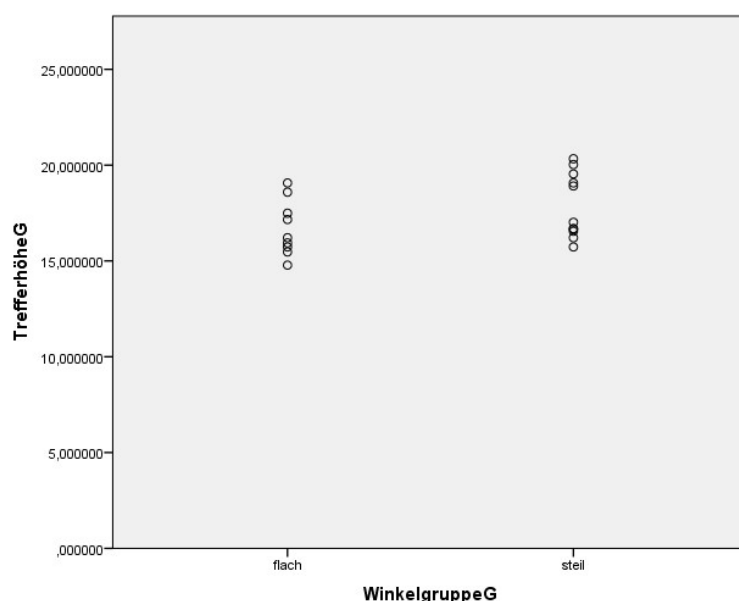


Abbildung 27: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe G & Trefferhöhe G

		WinkelgruppeG	Queuege- schwindigkeitG
WinkelgruppeG	Korrelation nach Pearson	1	-,332
	Signifikanz (2-seitig)		,141
	N	21	21
QueuegeschwindigkeitG	Korrelation nach Pearson	-,332	1
	Signifikanz (2-seitig)	,141	
	N	21	21

Tabelle 38: Korrelation Winkelgruppe G & Queuegeschwindigkeit G

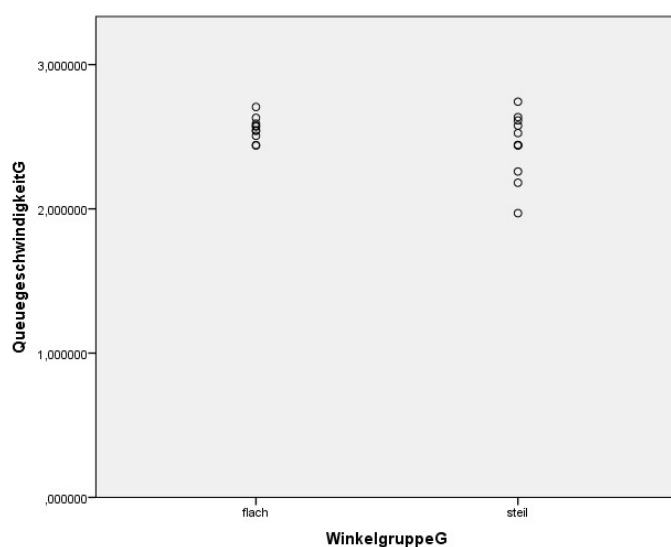


Abbildung 28: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe G & Queuegeschwindigkeit G

		SpeedgruppeG	QueuewinkelG
SpeedgruppeG	Korrelation nach Pearson	1	-,438*
	Signifikanz (2-seitig)		,047
	N	21	21
QueuewinkelG	Korrelation nach Pearson	-,438*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,047	
	N	21	21

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 39: Korrelation Speedgruppe G & Queuewinkel G

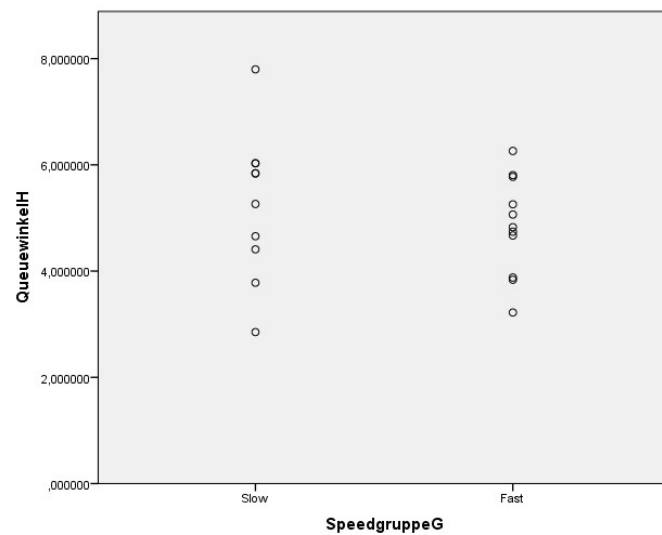


Abbildung 29: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe G & Queuewinkel G

		SpeedgruppeG	TrefferhöheG
SpeedgruppeG	Korrelation nach Pearson	1	-,279
	Signifikanz (2-seitig)		,234
	N	21	20
TrefferhöheG	Korrelation nach Pearson	-,279	1
	Signifikanz (2-seitig)	,234	
	N	20	21

Tabelle 40: Korrelation Speedgruppe G & Trefferhöhe G

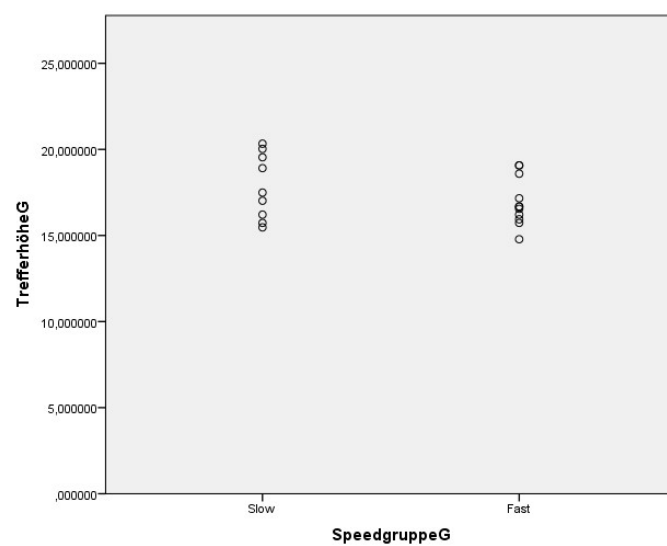


Abbildung 30: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe G & Trefferhöhe G

6.5.1 Analyse

Bei den Ergebnissen der bivariaten Korrelation sieht man, dass bei Stößen mit höherer Geschwindigkeit sowohl die Trefferhöhe als auch der Queuwinkel bei den meisten Probanden geringer ist. Zusätzlich erkennen wir, dass bei einem größeren Winkel auch die Trefferhöhe ansteigt. Auch hier erkennt man, wie bei den „long follow shots“ zuvor, dass die Billardkugel, wenn sie kräftiger angespielt wird, im Schnitt auch tiefer getroffen wird. Es zeigt sich also, dass der Drall einer Billardkugel nicht unbedingt von der niedrigeren Trefferhöhe, sondern eher einer höheren Trefferhöhe mehr betroffen ist. Ebenso verhält es sich mit dem Queuwinkel.

Bei der Testung auf einen Zusammenhang der Queuwinkelgruppe auf die Queuegeschwindigkeit ist das Ergebnis sogar signifikant. Das bedeutet in diesem Fall, dass die Queuegeschwindigkeit bei größerem Winkel signifikant absinkt.

6.6 Stoßvariante H (short draw shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheH	20	13,82mm	20,02mm	16,89mm	1,524mm
QueuwinkelH	21	2,85°	7,79°	5,04°	1,159°
QueuegeschwindigkeitH	21	2,29m/s	2,94m/s	2,77m/s	,168m/s
Gültige Werte (Listenweise)	19				

Tabelle 41: Deskriptive Statistik zur Stoßart H

Der deutlichere Unterschied zwischen der Stoßvariante H und der Stoßvariante G verhält sich ähnlich wie bei den Versuchen A und B. Die Kugel wird an der ähnlichen Position angespielt, jedoch ändert sich die Queuegeschwindigkeit am markantesten. Bei diesem Stoß haben wir eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 2,77m/s und bei dem Stoß G eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 2,49m/s, also eine Veränderung von ungefähr 0,28m/s.

		WinkelgruppeH	TrefferhöheH
WinkelgruppeH	Korrelation nach Pearson	1	,281
	Signifikanz (2-seitig)		,244
	N	21	19
TrefferhöheH	Korrelation nach Pearson	,281	1
	Signifikanz (2-seitig)	,244	
	N	19	20

Tabelle 42: Korrelation Winkelgruppe H & Trefferhöhe H

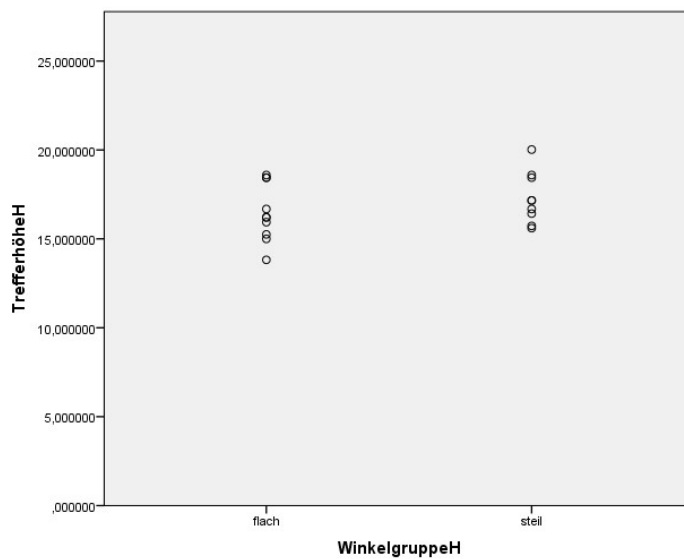


Abbildung 31: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe H & Trefferhöhe H

		WinkelgruppeH	Queuege- schwindigkeitH
WinkelgruppeH	Korrelation nach Pearson	1	-,327
	Signifikanz (2-seitig)		,147
	N	21	21
QueuegeschwindigkeitH	Korrelation nach Pearson	-,327	1
	Signifikanz (2-seitig)	,147	
	N	21	21

Tabelle 43: Korrelation Winkelgruppe H & Queuegeschwindigkeit H

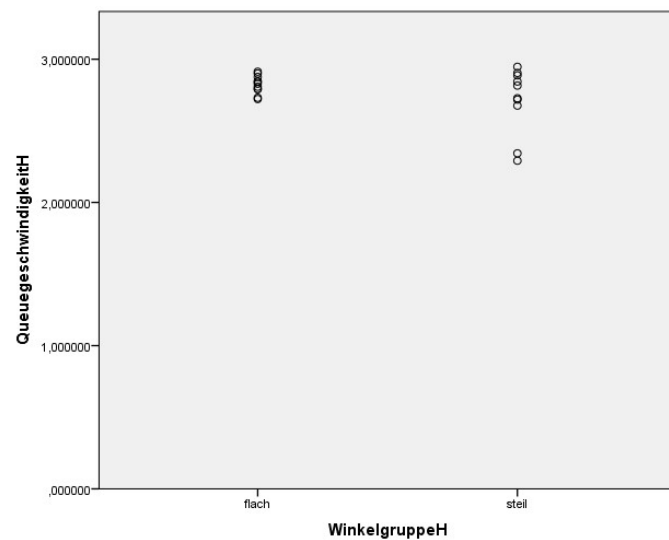


Abbildung 32: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe H & Queuegeschwindigkeit H

		SpeedgruppeH	QueuewinkelH
SpeedgruppeH	Korrelation nach Pearson	1	-,220
	Signifikanz (2-seitig)		,339
	N	21	21
QueuewinkelH	Korrelation nach Pearson	-,220	1
	Signifikanz (2-seitig)	,339	
	N	21	21

Tabelle 44: Korrelation Speedgruppe H & Queuewinkel H

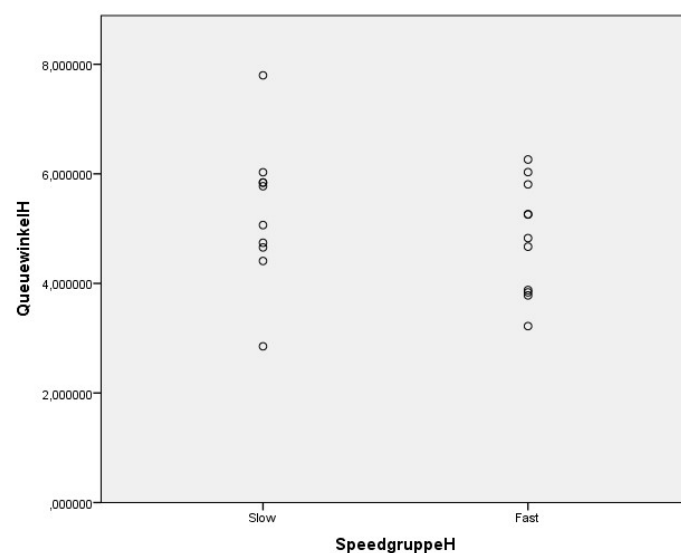


Abbildung 33: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe H & Queuewinkel H

		SpeedgruppeH	TrefferhöheH
SpeedgruppeH	Korrelation nach Pearson	1	-,184
	Signifikanz (2-seitig)		,450
	N	21	19
TrefferhöheH	Korrelation nach Pearson	-,184	1
	Signifikanz (2-seitig)	,450	
	N	19	20

Tabelle 45: Korrelation Speedgruppe H & Trefferhöhe H

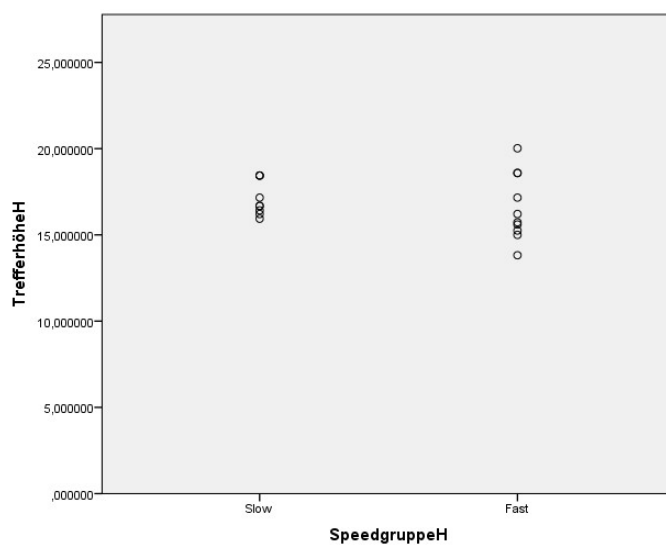


Abbildung 34: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe H & Trefferhöhe H

6.6.1 Analyse

Bei der bivariaten Testung gibt es nicht einmal annäherungsweise einen signifikanten Zusammenhang bezüglich der getesteten Parameter. Man sieht lediglich minimal, wie bei dem vorigen Stoß, dass bei höherer Geschwindigkeit wieder die Trefferhöhe und auch der Queuwinkel leicht abnehmen. Da die Ergebnisse jedoch keinen signifikanten Zusammenhang aufscheinen lassen kann man nur minimale Änderungen der Parameter bei den unterschiedlichen Spielern und Spielerinnen erkennen.

6.7 Stoßvariante J (long draw shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheJ	21	15,94mm	21,45mm	17,925mm	1,53mm
QueuwinkelJ	20	1,97°	6,89°	4,76°	1,279°
QueuegeschwindigkeitJ	20	2,68m/s	3,28m/s	3,042m/s	,176m/s
Gültige Werte (Listenweise)	19				

Tabelle 46: Deskriptive Statistik zur Stoßart J

Der Unterschied zwischen dieser Stoßvariante und der des „short draw shots“ G liegen ja an der Distanz zwischen der weißen und der Kugel die gelocht werden muss. Bei der Variante G liegen 60cm, und bei dem Stoß J 120 cm. Weiters muss die weiße Kugel bei G 60cm zurückrollen, nachdem sie die anzuspielende Kugel getroffen hat und bei J lediglich 30 cm. Beim Vergleichen der Mittelwerte erkennt man, dass die Trefferhöhe und der Queuwinkel bei den Stoßvarianten G und J ähnlich sind. Bei der Trefferhöhe ist die Differenz 0,56 mm, also gerade einmal ein halber Millimeter. Auch der Queuwinkel hat nur eine Differenz von 0,22°. Wieder ist die Queuegeschwindigkeit der Parameter, der einen deutlicheren Unterschied darstellt. Die Geschwindigkeiten liegen klar im Einerbereich und dennoch ist beim Stoß J die Durchschnittsgeschwindigkeit um 0,55 m/s höher.

		WinkelgruppeJ	QueuegeschwindigkeitJ
WinkelgruppeJ	Korrelation nach Pearson	1	-,242
	Signifikanz (2-seitig)		,304
	N	20	20
QueuegeschwindigkeitJ	Korrelation nach Pearson	-,242	1
	Signifikanz (2-seitig)	,304	
	N	20	20

Tabelle 47: Korrelation Winkelgruppe J & Queuegeschwindigkeit J

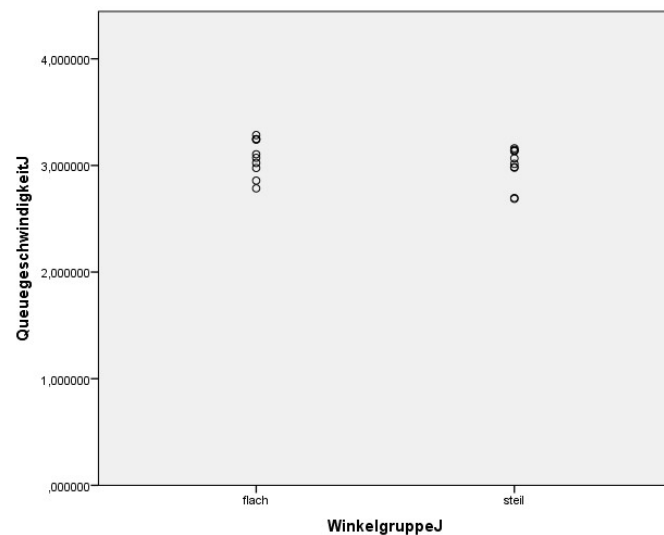


Abbildung 35: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe J & Queuegeschwindigkeit J

		WinkelgruppeJ	TrefferhöheJ
WinkelgruppeJ	Korrelation nach Pearson	1	-,075
	Signifikanz (2-seitig)		,762
	N	20	19
TrefferhöheJ	Korrelation nach Pearson	-,075	1
	Signifikanz (2-seitig)	,762	
	N	19	21

Tabelle 48: Korrelation Winkelgruppe J & Trefferhöhe J

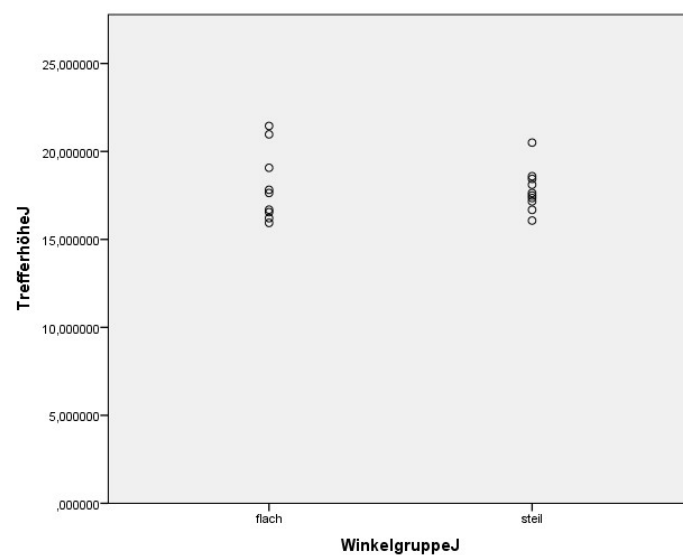


Abbildung 36: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe J & Trefferhöhe J

		SpeedgruppeJ	TrefferhöheJ
SpeedgruppeJ	Korrelation nach Pearson	1	-,049
	Signifikanz (2-seitig)		,841
	N	20	19
TrefferhöheJ	Korrelation nach Pearson	-,049	1
	Signifikanz (2-seitig)	,841	
	N	19	21

Tabelle 49: Korrelation Speedgruppe J & Trefferhöhe J

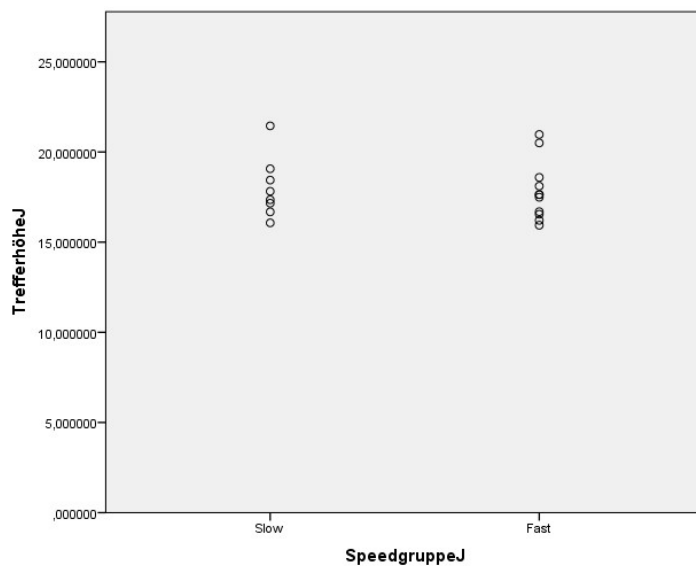


Abbildung 37: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe J & Trefferhöhe J

		SpeedgruppeJ	QueuwinkelJ
SpeedgruppeJ	Korrelation nach Pearson	1	,058
	Signifikanz (2-seitig)		,808
	N	20	20
QueuwinkelJ	Korrelation nach Pearson	,058	1
	Signifikanz (2-seitig)	,808	
	N	20	20

Tabelle 50: Korrelation Speedgruppe J & Queuwinkel J

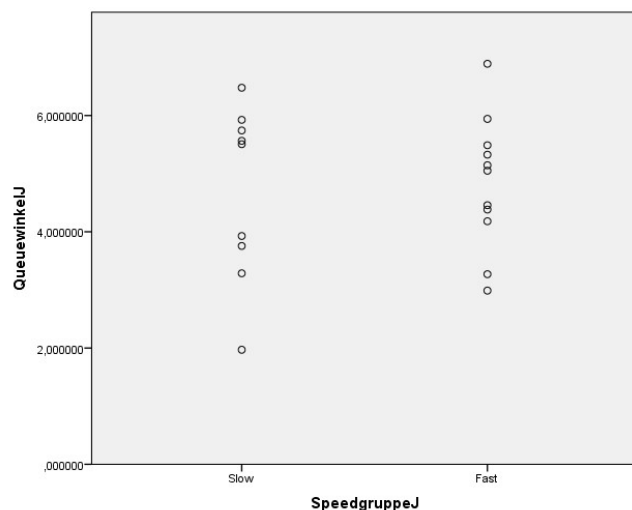


Abbildung 38: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe J & Queuewinkel J

6.7.1 Analyse

Bei allen vier Testungen gibt es bei weitem kein signifikantes Ergebnis und auch der Korrelationskoeffizient ist gering. Das bedeutet, dass bei dieser Stoßvariante die Stöße aus den Queuewinkelgruppen und den Speedgruppen sehr wahrscheinlich keinen positiven, oder negativen großen Zusammenhang mit den getesteten Parametern haben. Das bedeutet, dass die Queuegeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Treffmomentes wenig bis gar keine Auswirkung auf den Queuewinkel oder die Trefferhöhe hat. Ebenso verhält es sich in der Queuewinkelgruppe.

6.8 Stoßvariante K (long draw shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheK	21	14,3mm	19,39mm	17,15mm	1,51mm
QueuewinkelK	21	2,72°	6,54°	4,689°	1,30°
QueuegeschwindigkeitK	21	2,76m/s	3,68m/s	3,30m/s	,243m/s
Gültige Werte (Listenweise)	20				

Tabelle 51: Deskriptive Statistik zur Stoßart K

Auch bei diesem Stoß würde ich gerne die Unterschiede zwischen den Durchschnittswerten von der Variante H, der „short draw shot“, mit 120 cm zum Zurücklaufen und dieser Stoßvariante K hervorheben. Die Trefferhöhe unterscheidet sich

im Schnitt um 26 mm, und der Queuewinkel um 0,35°. Auch hier fällt der deutlichste Unterschied bei der Treffergeschwindigkeit aus. Bei K wird die weiße Kugel um 0,53m/s schneller getroffen als bei H.

		WinkelgruppeK	Queuege- schwindigkeitK
WinkelgruppeK	Korrelation nach Pearson	1	-,071
	Signifikanz (2-seitig)		,761
	N	21	21
QueuegeschwindigkeitK	Korrelation nach Pearson	-,071	1
	Signifikanz (2-seitig)	,761	
	N	21	21

Tabelle 52: Korrelation Winkelgruppe K & Queuegeschwindigkeit K

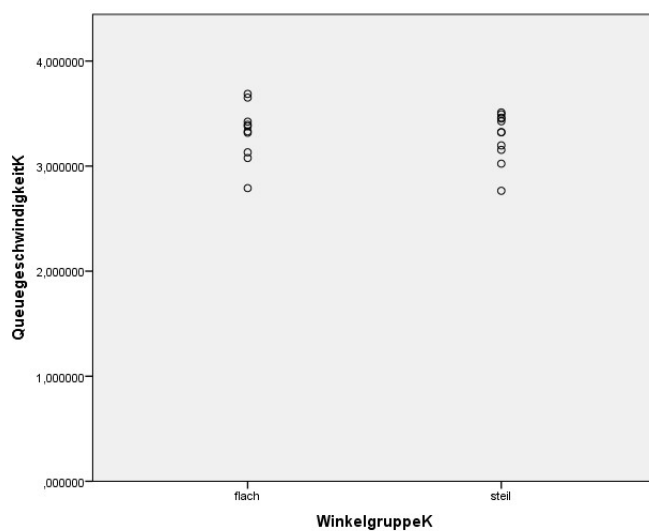


Abbildung 39: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe K & Queuegeschwindigkeit K

		WinkelgruppeK	TrefferhöheK
WinkelgruppeK	Korrelation nach Pearson	1	-,128
	Signifikanz (2-seitig)		,592
	N	21	20
TrefferhöheK	Korrelation nach Pearson	-,128	1
	Signifikanz (2-seitig)	,592	
	N	20	21

Tabelle 53: Korrelation Winkelgruppe K & Trefferhöhe K

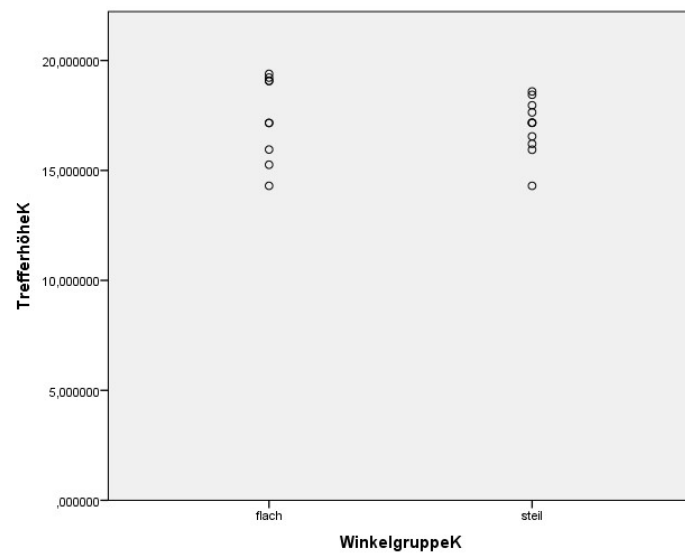


Abbildung 40: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe K & Trefferhöhe K

		TrefferhöheK	SpeedgruppeK
TrefferhöheK	Korrelation nach Pearson	1	,211
	Signifikanz (2-seitig)		,372
	N	21	20
SpeedgruppeK	Korrelation nach Pearson	,211	1
	Signifikanz (2-seitig)	,372	
	N	20	21

Tabelle 54: Korrelation Speedgruppe K & Trefferhöhe K

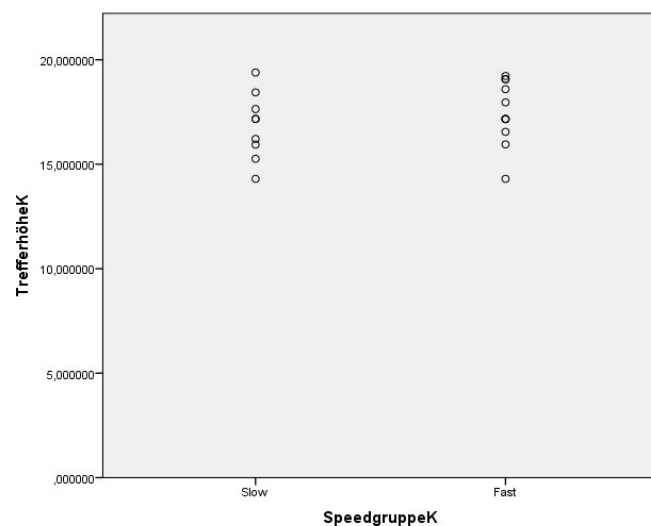


Abbildung 41: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe K & Trefferhöhe K

		SpeedgruppeK	QueuwinkelK
SpeedgruppeK	Korrelation nach Pearson	1	-,087
	Signifikanz (2-seitig)		,706
	N	21	21
QueuwinkelK	Korrelation nach Pearson	-,087	1
	Signifikanz (2-seitig)	,706	
	N	21	21

Tabelle 55: Korrelation Speedgruppe K & Queuwinkel K

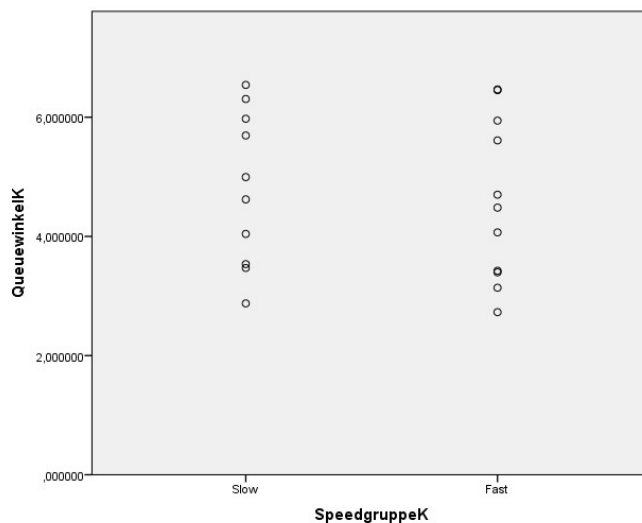


Abbildung 42: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe K & Queuwinkel K

6.8.1 Analyse

Was wir bei der Testung der bivariaten Korrelation herauslesen können, ist, dass bei steigender Geschwindigkeit der Queuwinkel bei dieser Stoßvariante leicht absinken könnte. Jedoch ist dieses Ergebnis nicht signifikant.

Bei allen weiteren drei Testungen gibt es wie bei der Stoßart J kein signifikantes Ergebnis und auch der Korrelationskoeffizient ist bei allen Testungen ziemlich gering. Das bedeutet, dass bei dieser Stoßvariante die Stöße aus den Queuwinkelgruppen und den Speedgruppen sehr wahrscheinlich keinen positiven oder negativen großen Zusammenhang mit den getesteten Parametern haben. Das heißt, dass die Queuegeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Treffmomentes wenig bis gar keine Auswirkung auf den Queuwinkel oder die Trefferhöhe hat. Ebenso verhält es sich in der Queuwinkelgruppe. Das Ergebnis könnte bedeuten, dass die Trefferhöhe bei allen Spielern und Spielerinnen die Trefferhöhe zwischen 14,3 mm und 19,39 mm liegt, was bei einem Durchmesser von 57 mm weit unterhalb der

Hälfte ist, dass bei den „long draw shots“ die Parameter Queuwinkel, und Queuegeschwindigkeit wenig Einfluss auf den Stoßerfolg haben könnten.

6.9 Stoßvariante M (stop shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheM	21	18,59mm	25,26mm	21,53mm	1,868mm
QueuwinkelM	21	1,76°	6,40°	4,30°	,96°
QueuegeschwindigkeitM	21	1,67m/s	2,88m/s	1,99m/s	,24m/s
Gültige Werte (Listenweise)	20				

Tabelle 56: Deskriptive Statistik zur Stoßart M

Hier ist es interessant zu sehen, auf welcher Höhe man die weiße Kugel anspielen sollte, wenn sie nach dem Treffen auf die zu lochende Kugel trifft. Wenn wir bedenken, dass eine Poolbillardkugel einen Durchmesser von 57 mm aufweist haben wir den Mittelpunkt bei 28,5 mm. Sogar das Maximum der Trefferhöhe, 25,26 mm liegt bei allen Probanden auf der unteren Hälfte der weißen Kugel. Der Mittelwert der Trefferhöhe weist sogar nur 21,54 mm auf. Nun werden die Mittelwerte der drei Stoßvarianten, verglichen bei denen der Abstand von zwischen der weißen Kugel und der zu lochenden Kugel 60cm betragen verglichen. Um deutlichere Unterschiede erkennen zu können wurde der „short follow shot“ B und der „short draw shot“ H ausgewählt.

		WinkelgruppeM	Queuege- schwindigkeitM
WinkelgruppeM	Korrelation nach Pearson	1	-,203
	Signifikanz (2-seitig)		,378
	N	21	21
QueuegeschwindigkeitM	Korrelation nach Pearson	-,203	1
	Signifikanz (2-seitig)	,378	
	N	21	21

Tabelle 57: Korrelation Winkelgruppe M & Queuegeschwindigkeit M

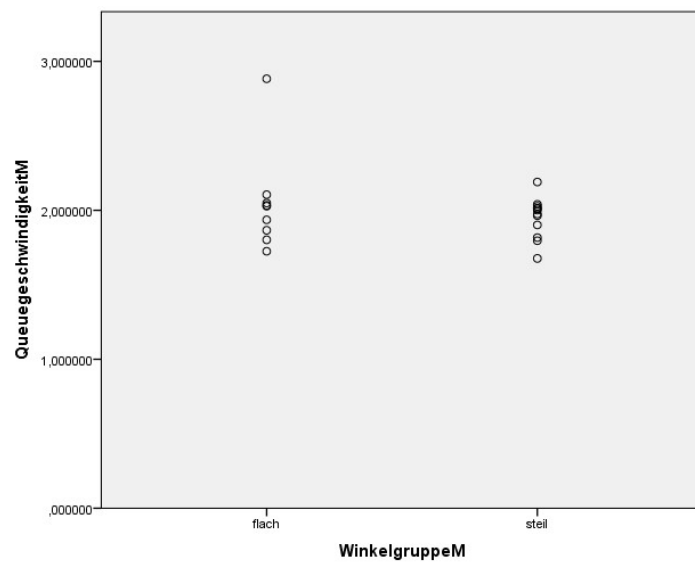


Abbildung 43: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe M & Queuegeschwindigkeit M

		WinkelgruppeM	TrefferhöheM
WinkelgruppeM	Korrelation nach Pearson	1	-,134
	Signifikanz (2-seitig)		,572
	N	21	20
TrefferhöheM	Korrelation nach Pearson	-,134	1
	Signifikanz (2-seitig)	,572	
	N	20	21

Tabelle 58: Korrelation Winkelgruppe M & Trefferhöhe M

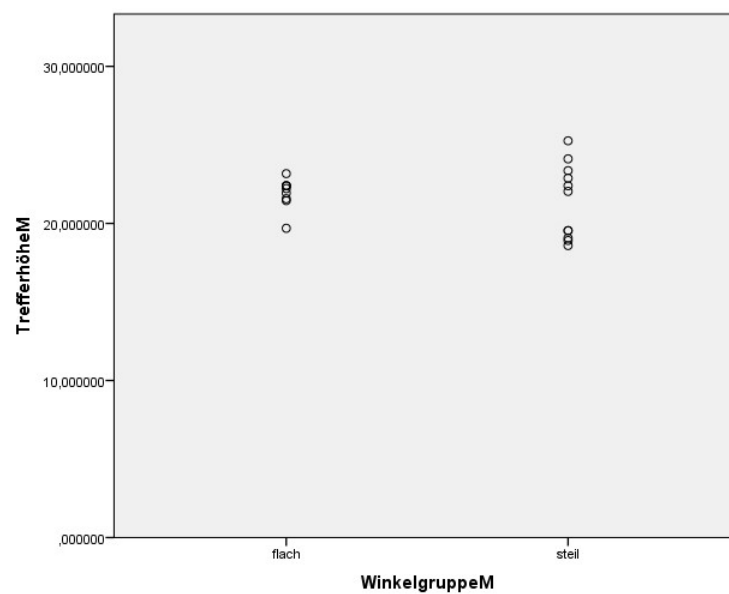


Abbildung 44: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe M & Trefferhöhe M

		TrefferhöheM	SpeedgruppeM
TrefferhöheM	Korrelation nach Pearson	1	,449*
	Signifikanz (2-seitig)		,047
	N	21	20
SpeedgruppeM	Korrelation nach Pearson	,449*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,047	
	N	20	21

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 59: Korrelation Speedgruppe M & Trefferhöhe M

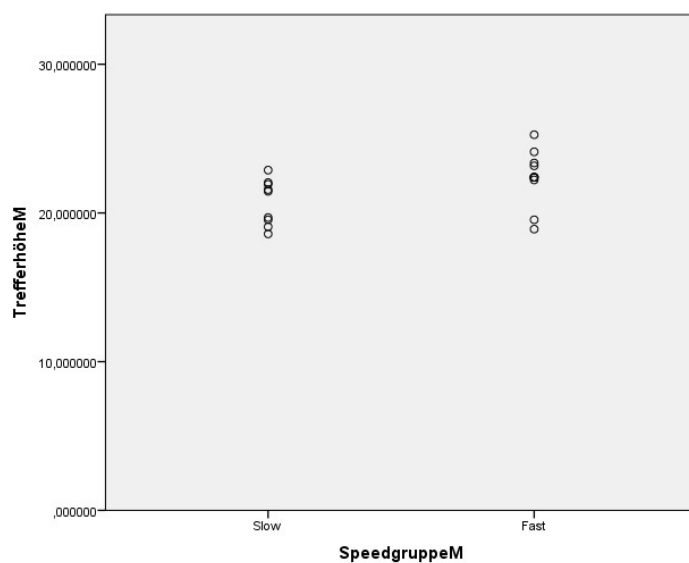


Abbildung 45: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe M & Trefferhöhe M

		SpeedgruppeM	QueuwinkelM
SpeedgruppeM	Korrelation nach Pearson	1	-,289
	Signifikanz (2-seitig)		,204
	N	21	21
QueuwinkelM	Korrelation nach Pearson	-,289	1
	Signifikanz (2-seitig)	,204	
	N	21	21

Tabelle 60: Korrelation Speedgruppe M & Queuwinkel M

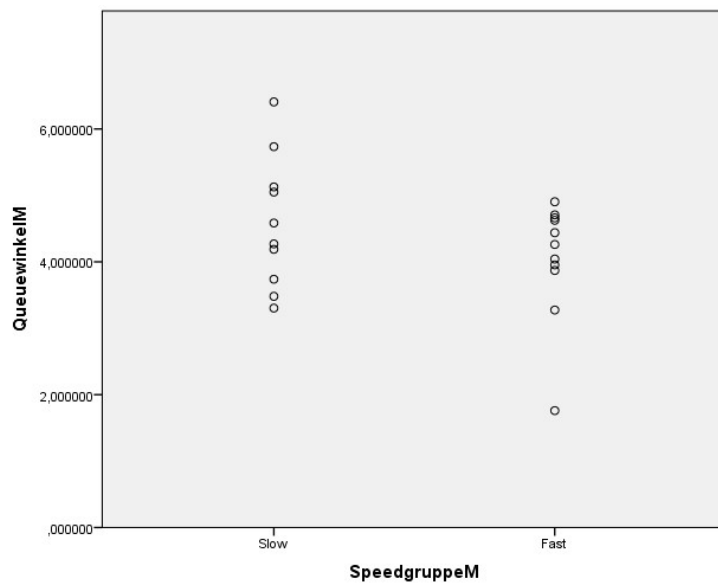


Abbildung 46: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe M & Queuewinkel M

6.9.1 Analyse

Bei der bivariaten Korrelation kommt zum Vorschein, dass Probanden, die den Ball schneller anspielen, einen geringeren Queuewinkel aufweisen könnten. Dieses Ergebnis ist jedoch nicht signifikant. Das einzig signifikante Ergebnis bei dieser Stoßart ist, dass wenn sich die Geschwindigkeit erhöht, sich auch signifikant die Trefferhöhe erhöht. Das heißt, um einen erfolgreichen „stop shot“ durchzuführen wird die weiße Kugel entweder langsamer angespielt und dabei etwas unterhalb des Zentrums der weißen Kugel und bei festeren Stößen etwas höher.

6.10 Stoßart N (long stop shot):

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
TrefferhöheN	21	15,47mm	24,79mm	20,38mm	2,179mm
QueuewinkelN	21	3,27°	5,83°	4,49°	,781°
QueuegeschwindigkeitN	21	2,30m/s	2,90m/s	2,62m/s	,176m/s
Gültige Werte (Listenweise)	20				

Tabelle 61: Deskriptive Statistik zur Stoßart N

Beim Vergleichen der Werte von M und N bemerkt man wiederholt eine deutliche Veränderung in der Queuegeschwindigkeit von 0,63 m/s im Treffmoment. Auch die Trefferhöhe liegt bei dem Mittelwert um 1,15 mm tiefer. Der Queuwinkel liegt bei beiden Stoßvarianten ziemlich nah beieinander.

		WinkelgruppeN	Queuege- schwindigkeitN
WinkelgruppeN	Korrelation nach Pearson	1	-,306
	Signifikanz (2-seitig)		,177
	N	21	21
QueuegeschwindigkeitN	Korrelation nach Pearson	-,306	1
	Signifikanz (2-seitig)	,177	
	N	21	21

Tabelle 62: Korrelation Winkelgruppe N & Queuegeschwindigkeit N

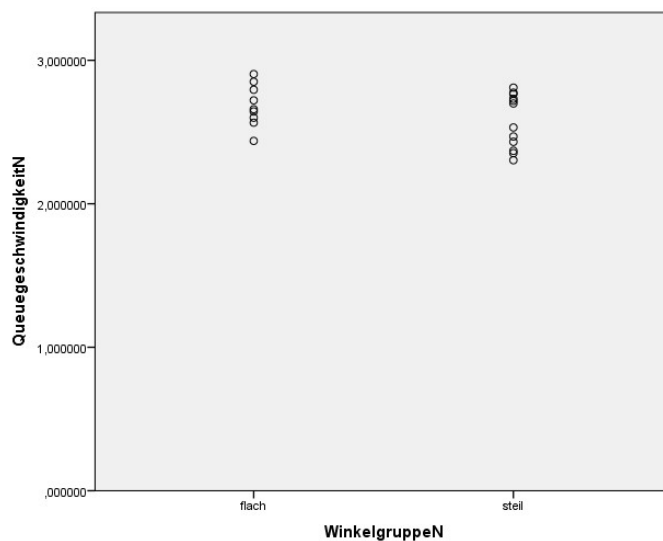


Abbildung 47: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe N & Queuegeschwindigkeit N

		WinkelgruppeN	TrefferhöheN
WinkelgruppeN	Korrelation nach Pearson	1	,199
	Signifikanz (2-seitig)		,401
	N	21	20
TrefferhöheN	Korrelation nach Pearson	,199	1
	Signifikanz (2-seitig)	,401	
	N	20	21

Tabelle 63: Korrelation Winkelgruppe N & Trefferhöhe N

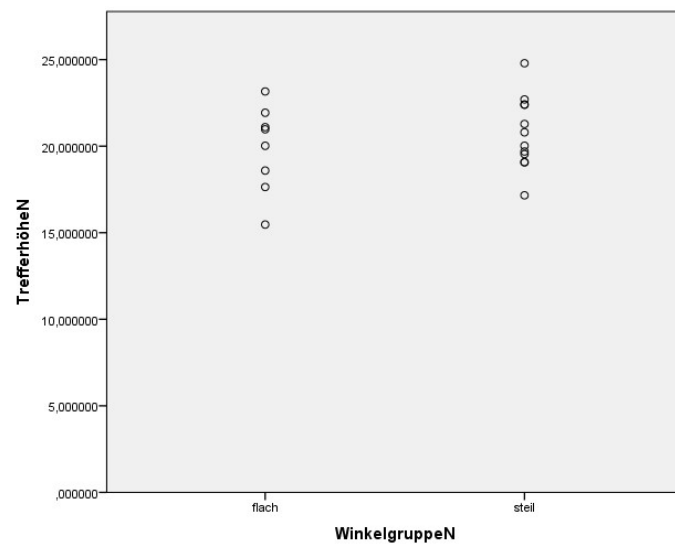


Abbildung 48: Punkt- Streudiagramm Winkelgruppe N & Trefferhöhe N

		SpeedgruppeN	TrefferhöheN
SpeedgruppeN	Korrelation nach Pearson	1	,065
	Signifikanz (2-seitig)		,785
	N	21	20
TrefferhöheN	Korrelation nach Pearson	,065	1
	Signifikanz (2-seitig)	,785	
	N	20	21

Tabelle 64: Korrelation Speedgruppe N & Trefferhöhe N

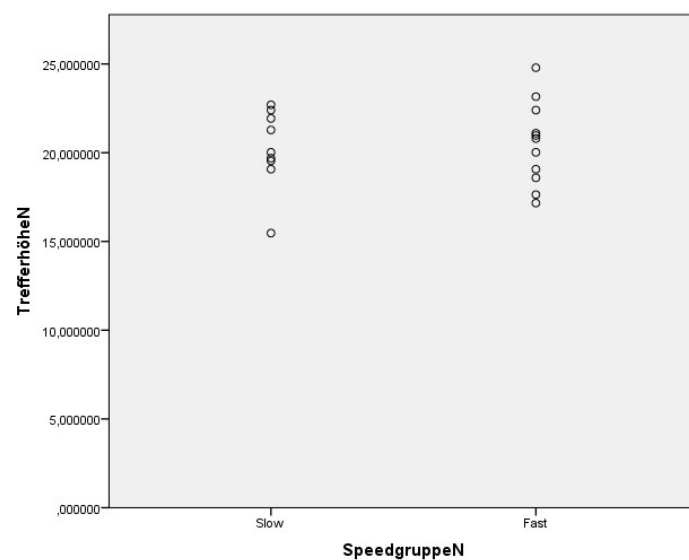


Abbildung 49: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe N & Trefferhöhe N

		SpeedgruppeN	QueuwinkelN
SpeedgruppeN	Korrelation nach Pearson	1	-,098
	Signifikanz (2-seitig)		,673
	N	21	21
QueuwinkelN	Korrelation nach Pearson	-,098	1
	Signifikanz (2-seitig)	,673	
	N	21	21

Tabelle 65: Korrelation Speedgruppe N & Queuwinkel N

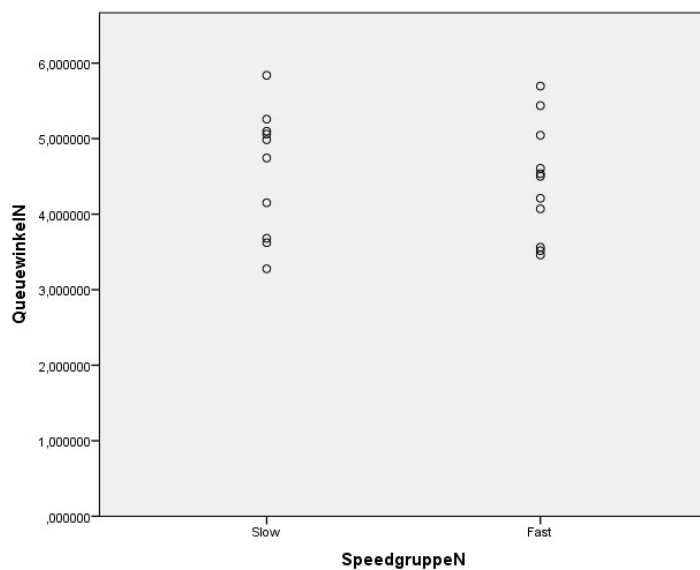


Abbildung 50: Punkt- Streudiagramm Speedgruppe N & Queuwinkel N

6.10.1 Analyse

Nun betrachten wir die mittleren Werte der Shots, die 120 cm bis zur zu treffenden Kugel absolvieren müssen. Es wurden wieder die Stöße ausgewählt, bei denen die weiße Kugel eine weitere Distanz zurücklegen musste. Bei der bivariaten Korrelation erhalten wir kein signifikantes Ergebnis, aber man erkennt, dass im Schnitt bei einem höheren Winkel eine geringere Queuegeschwindigkeit resultieren könnte.

6.11 Vergleiche der Standardstöße untereinander:

6.11.1 Deskriptive Statistik der Trefferhöhe angegeben in Zentimetern:

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
A (SFS 60cm)	21	28,84mm	37,51mm	33,09mm	2,53mm
B (SFS 120cm)	20	33,76mm	40,32mm	36,66mm	2,17mm
D (LFS 60cm)	21	23,83mm	37,18mm	30,80mm	3,119mm
E (LFS 120cm)	21	29,08mm	37,98mm	34,38mm	2,54mm
G (SDS 60cm)	21	14,78mm	20,33mm	17,36mm	1,619mm
H (SDS 120cm)	20	13,82mm	20,02mm	16,89mm	1,52mm
J (LDS 30cm)	21	15,94mm	21,45mm	17,92mm	1,53mm
K (LDS 90-120cm)	21	14,30mm	19,39mm	17,15mm	1,51mm
M (stop shot 60cm)	21	18,59mm	25,26mm	21,53mm	1,86mm
N (stop shot 120cm)	21	15,47mm	24,79mm	20,38mm	2,179mm
Gültige Werte (Listenweise)	19				

Tabelle 66: Deskriptive Statistik der Trefferhöhe

6.11.2 Analyse:

Die Trefferhöhe verrät uns schon einiges über die Absicht des Probanden dem Ball einen Spin auf der oberen Seite der Kugel oder auf der unteren Hälfte mitzugeben. Diese Tabelle gibt einen guten Einblick, welche Trefferhöhe im Durchschnitt von den Profipoolbillardspielern bei den unterschiedlichsten Standardstößen eingesetzt wird. Was bei diesen Untersuchungen leider nicht berücksichtigt wurde, ist, ob der Spieler die Kugel tatsächlich mittig getroffen hat. Es wäre auch möglich, dass die Kugel etwas links beziehungsweise rechts vom Zentrum getroffen wurde.

6.11.3 Deskriptive Statistik des Queuwinkels angegeben in Grad:

Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
A (SFS 60cm)	22	,53°	3,84°	2,41°	1,01°
B (SFS 120cm)	21	,35°	4,29°	2,22°	,99°
D (LFS 60cm)	22	,59°	4,01°	2,41°	,88°
E (LFS 120cm)	22	,89°	4,76°	2,50°	1,04°
G (SDS 60cm)	21	2,61°	7,43°	4,98°	1,03°
H (SDS 120cm)	21	2,85°	7,79°	5,04°	1,15°
J (LDS 30cm)	20	1,97°	6,89°	4,76°	1,27°
K (LDS 90-120cm)	21	2,72°	6,54°	4,68°	1,30°
M (Stop shot 60cm)	21	1,76°	6,40°	4,30°	,96°
N (Stop shot 120cm)	21	3,27°	5,83°	4,49°	,78°
Gültige Werte (Listenweise)	19				

Tabelle 67: Deskriptive Statistik des Queuwinkels

6.11.4 Analyse:

Man erkennt eine Tendenz bei den Mittelwerten zwischen den unterschiedlichen Stoßvarianten, jedoch gehen die einzelnen Werte der Probanden in Bezug auf den Queuwinkel deutlich auseinander. Die Standardabweichung beträgt teilweise sogar mehr als 1°, wobei die Mittelwerte nur Werte zwischen 2,2° und 5° annehmen. Daher ist es interessanter bei den einzelnen Stößen die Korrelationen bei den einzelnen Stößen in Hinblick auf die Trefferhöhe, Queuegeschwindigkeit und den Queuwinkel zu betrachten. Zum Beispiel wie verändert sich die Queuegeschwindigkeit bei einem höheren Winkel?!

6.11.5 Deskriptive Statistik der Queuegeschwindigkeit angegeben in Meter pro Sekunde:

Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
QueuegeschwindigkeitA	22	,65 m/s	1,43 m/s	1,11 m/s	,135 m/s
QueuegeschwindigkeitB	21	1,31 m/s	2,15 m/s	1,82 m/s	,202 m/s
QueuegeschwindigkeitD	22	,96 m/s	1,55 m/s	1,19 m/s	,138 m/s
QueuegeschwindigkeitE	22	1,30 m/s	1,97 m/s	1,68 m/s	,145 m/s
QueuegeschwindigkeitG	21	1,97 m/s	2,74 m/s	2,49 m/s	,178 m/s
QueuegeschwindigkeitH	21	2,29 m/s	2,94 m/s	2,77 m/s	,168 m/s
QueuegeschwindigkeitJ	20	2,68 m/s	3,28 m/s	3,042 m/s	,176 m/s
QueuegeschwindigkeitK	21	2,76 m/s	3,68 m/s	3,30 m/s	,243 m/s
QueuegeschwindigkeitM	21	1,67 m/s	2,88 m/s	1,99 m/s	,240 m/s
QueuegeschwindigkeitN	21	2,30 m/s	2,90 m/s	2,62 m/s	,176 m/s
Gültige Werte (Listenweise)	19				

Tabelle 68: Deskriptive Statistik der Queuegeschwindigkeit

6.11.6 Analyse:

Wie zu erwarten ist, steigert sich die Queuegeschwindigkeit bei den Stößen, bei denen die weiße Kugel mehr Weg zurücklegen muss. Sehr deutlich zu erkennen ist auch, dass die „follow shots“ langsamer gespielt werden als die „draw shots“ und die „stop shots“. Die „long draw shots“ stehen bei dieser Statistik deutlich an der Spitze.

In der folgenden Tabelle wird kompakt beschrieben, wie die einzelnen Einflussfaktoren auf die erstellten Gruppen wirken. Nehmen wir als Beispiel den „short follow shot“. Je höher der Winkel ausfällt, desto höher fällt auch die Geschwindigkeit aus, deshalb wird der Balken in diesem Beispiel grün. Umgekehrt verhält es sich mit der Trefferhöhe. Je höher der Winkel ausfällt, desto geringer wird die Trefferhöhe und sie wird mit einem roten Balken versehen. Sollte sich nichts ändern, so wird der Balken gelb.

6.11.7 Vergleich zwischen den einzelnen „short shots“

Werte	H (short draw ~120cm)	B (short follow ~120cm)	M (short stop shot)
Mittelwert der Trefferhöhe (mm)	16,89mm	36,66mm	21,53mm
Mittelwert des Queuwinkels (Grad)	5,04°	2,227°	4,30°
Mittelw. der Queuegeschw. (m/s)	2,77m/s	1,824m/s	1,99m/s

Tabelle 69: Vergleich der Mittelwerte von H, B & M

Bei Betrachtung der folgenden Tabelle erkennt man, dass der schnellste „short shot“ mit über 2,7 Meter pro Sekunden, was ungefähr 10 km/h bedeuten, der „short draw shot“ ist. Auch der steilste Winkel und die niedrigste Trefferhöhe gehören dem „short draw shot“. Die höchste Trefferhöhe wird bei einem „short follow shot“ gespielt. Was interessant wirkt ist, dass auch bei dem „short stop shot“ der Queuwinkel im Schnitt relativ groß erscheint.

6.11.8 Vergleich zwischen den einzelnen „long shots“

Werte	K (long draw shot)	E (long follow)	N (long stop shot)
Mittelwert der Trefferhöhe (mm)	17,15mm	34,38mm	20,38mm
Mittelwert des Queuwinkels (Grad)	4,68°	2,50°	4,49°
Mittelw. der Queuegeschwindigkeit (m/s)	3,30m/s	1,68m/s	2,62m/s

Tabelle 70: Vergleich der Mittelwerte von den Stößen K, E & N

Auch bei den „long shots“ ist der „draw shot“ der kräftigste Stoß. Er hat eine Geschwindigkeit von über 3,3 Meter pro Sekunde, was ungefähr 12 Kilometer pro Stunde ausmachen. Hier erblickt man jedoch, dass sich die Queuegeschwindigkeiten bei dem „long draw shot“ und dem „long stop shot“ im Vergleich zu den „short shots“ steigern, jedoch die Queuegeschwindigkeit bei dem „long follow shot“ reduziert sich sogar. Die Trefferhöhen bleiben bei diesen Stößen im Vergleich zu „short shots“ relativ gleich und die Queuwinkel sind ebenfalls ähnlich.

Im Anschluss gibt es noch eine Tabelle, in der die Einflüsse der einzelnen Parameter auf die Bewegungsgruppen gezeigt werden. Auf dem ersten Blick erscheint diese Tabelle etwas kompliziert, aber mit einem Beispiel dürfte es kein Problem werden, diese zu verstehen:

Nehmen wir den ersten Versuch, also A, her. Es wird in der zweiten Spalte, Winkelgruppen/speed, getestet. Je höher der Winkel wird, desto höher fällt auch die Queuegeschwindigkeit aus, da der Balken grün ist.

Nehmen wir den Versuch B unter die Lupe. Hier ist der Balken in der zweiten Spalte rot, was bedeutet, je höher der Winkel wird, desto geringer ist auch die Queuegeschwindigkeit.

In der vierten Zeile, also dem Versuch E, ist der Balken gelb, was bedeutet, dass es bei einem höheren Queuwinkel keine relevante Änderung bei der Queuegeschwindigkeit gibt.

Stoßart	Winkelgruppen/speed	Winkelgruppen/Trefferhöhe	Speedgruppen/Winkel	Speedgruppen/Trefferhöhe
A Short Follow (~60cm)	Grün	Rot	Grün	Gelb
B Short Follow (~180cm)	Rot	Gelb	Gelb	Grün
D long Follow (~60cm)	Grün	Gelb	Grün	Rot
E long Follow (~120cm)	Gelb	Rot	Rot	Grün
G short draw (~60cm)	Rot	Grün	Rot	Rot
H short Draw (~120cm)	Rot	Grün	Gelb	Gelb
J long draw (~30 cm)	Rot	Gelb	Gelb	Gelb
K long draw (zw 90cm & 120cm)	Gelb	Gelb	Rot	Grün
M Stop shot (60cm)	Rot	Gelb	Rot	Grün
N Stop shot (120cm)	Rot	Grün	Gelb	Gelb

Die Farbe Rot bedeutet, je höher die Bewegungsgruppe ist, desto niedriger ist der getestete Parameter.
(Je satter das Rot, desto größer ist der Einfluss)

Die Farbe Gelb bedeutet, dass es keine relevante Änderung stattfindet.

Die Farbe Grün bedeutet, je höher die Bewegungsgruppe ist, desto höher ist der getestete Parameter.
(Je satter das Grün, desto größer ist der Einfluss)

Tabelle 71: Zusammenfassung der Einflüsse der einzelnen Faktoren auf die Bewegungsgruppen

7 Zusammenfassung und Ausblick

„Kann für das härteste Break aller Athleten (hohe Geschwindigkeit beim Treffpunkt des Spielballes) eine Tendenz für die Impulsübergabe aller beteiligten Gelenke erkannt werden?“

Die Beantwortung dieser Fragestellung stellte sich als äußerst anspruchsvoll heraus. Die gesamten Zeitpunkte der einzelnen Events, hintere Umkehr, Impact & vordere Umkehr mussten zuerst herausgefunden werden. Im Anschluss wurde jeder einzelne Stoß betrachtet, um herauszufinden, welche Winkelgeschwindigkeiten wann ihre maximale beziehungsweise minimale Ausprägung haben. Im Anschluss erfolgte erst die Erstellung der einzelnen Bewegungsgruppen, und ihre Analyse. Die Bewegungsgruppe mit der höchsten Queuegeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Treffmomentes ist die Bewegungsgruppe 2, in der die Bewegung zuerst mit dem Ellenbogen initiiert wird. Sobald die Winkelgeschwindigkeit im Ellenbogengelenk absinkt, da der Arm direkt am Körper vorbeigeführt wird, wird die Winkelgeschwindigkeit im Schultergelenk immer größer. Kurz vor dem Impact steigt die Winkelgeschwindigkeit im Handgelenk, sinkt im Schultergelenk jedoch ab. Exakt im Impact ist keiner der Werte auf dem Maximum. Nach dem Impact wird die Winkelgeschwindigkeit im Ellenbogengelenk wieder maximal.

Diese Arbeit ist bisher eine der ersten auf diesem Gebiet. Aber aufgrund der bislang erhobenen Daten wäre es noch interessant, inwiefern das Hüftgelenk, das bei dieser Analyse leider außer Acht gelassen wurde, einen Einfluss hätte auf das Spielgeschehen.

„Welche Faktoren sind für die Laufdistanz bei den einzelnen maximalen Standardstößen verantwortlich?“

Dieser Bereich der Arbeit war aufgrund der enormen Datenmenge, die zu erheben war (Queuewinkel zum Zeitpunkt des Impacts, Queuegeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Treffmomentes & die Trefferhöhe zu, Zeitpunkt des Treffmomentes), eine langwierige Geschichte.

Stoßart	Einfluss (R)	Queugeschw.(Impact)	Trefferhöhe	Queuwinkel (Anstellwinkel)
SFS	0,521			
LFS	0,338			
SDS	0,223			
LDS	0,732			

Tabelle 72: Zusammenfassung der Einflüsse der einzelnen Faktoren bei den speziellen Stößen

Diese Tabelle zeigt eindeutig welche Faktoren den größten Einfluss auf einen speziellen Stoß haben, darauf könnte man bei einem Billardtraining gut aufbauen. Bei dem SFS erkennt man, dass die Trefferhöhe, die in Grün hinterlegt ist, einen großen Einfluss auf einen erfolgreichen Stoß hat, die Queugeschwindigkeit ist mit der gelben Markierung ebenfalls ein Einflussfaktor, jedoch nicht so groß, wie die Trefferhöhe. Der Queuwinkel hat mit der Roten Bemalung einen sehr geringen Einfluss auf einen erfolgreichen Stoß in dieser Stoßvariante. Sehr interessant zu sehen ist, dass bei den Stoßarten SFS & LFS die Trefferhöhe äußerst wichtig ist, jedoch bei den SDS & LDS eine sehr geringe Rolle spielt.

„Welcher Queuwinkel wird bei Standardstößen im Schnitt angewendet?“

Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
A (SFS 60cm)	22	,53°	3,84°	2,41°	1,01°
B (SFS 120cm)	21	,35°	4,29°	2,22°	,99°
D (LFS 60cm)	22	,59°	4,01°	2,41°	,88°
E (LFS 120cm)	22	,89°	4,76°	2,50°	1,04°
G (SDS 60cm)	21	2,61°	7,43°	4,98°	1,03°
H (SDS 120cm)	21	2,85°	7,79°	5,04°	1,15°
J (LDS 30cm)	20	1,97°	6,89°	4,76°	1,27°
K (LDS 90-120cm)	21	2,72°	6,54°	4,68°	1,30°
M (Stop shot 60cm)	21	1,76°	6,40°	4,30°	,96°
N (Stop shot 120cm)	21	3,27°	5,83°	4,49°	,78°
Gültige Werte (Listenweise)	19				

Tabelle 73: Deskriptive Statistik des Queuwinkels

Mit der Hilfe dieser Tabelle 32 sieht man, welchen Anstellwinkel die Probanden zum Zeitpunkt des Impacts verwenden. Die Gradanzahlen wandern auch innerhalb der Standardstoßvarianten weit auseinander. Jedoch ist erkennbar, dass der Queuwinkel bei „follow shots“ geringer ausfällt als bei „draw shots“.

Bei dieser Fragestellung wurde noch mehr in die Materie getaucht. Es wurden nicht nur die Queuwinkel im Schnitt betrachtet, sondern auch die Einflüsse der anderen Faktoren miteinbezogen. Mit der bivariaten Korrelation und der Erstellung der Winkelgruppen, und den Speedgruppen konnte man bei den einzelnen Stoßvarianten einiges herauslesen. Es wäre hierbei spannend zu sehen, ob diese Arbeit mit den gesammelten Ergebnissen einem Verein hilft, ihre Techniken zu verbessern und dadurch bessere Erfolge zu erzielen.

8 Poolbillard Regeln

8.1 Allgemeine Regeln

Poolbillard wird auf einem Spieltisch mit einer ebenen Platte gespielt. Der Rahmen des Spielbereiches wird von Banden aus Gummi gebildet. Es gibt sechs Aussparungen an den Banden, die die Taschen markieren. Diese gesamte Spielfläche wird mit einem geeigneten Tuch überzogen. Gespielt wird mit einer weißen Spielkugel und bis zu 15 Objektkugeln. Das Ziel des Spieles ist es, die richtigen Objektkugeln, abhängig von der Spielvariante, in den Taschen zu versenken. (vgl. *Lindemann, T., 2015: S.16f*)

8.2 Fouls

Es gibt verschiedene Spielvarianten, wie zum Beispiel 9er Ball, 8er Ball, 14/1 endlos oder Black Ball. Dennoch haben sie geschlossene Fouls. Bei einem Foul kommt der Gegenspieler an die Reihe.

- 1) Wird die Spielkugel gelocht beziehungsweise springt sie vom Tisch, ist das ein Foul.
- 2) Wird eine falsche Objektkugel gelocht oder auch nur zuerst angespielt, kommt es ebenfalls zu einem Foul.
- 3) Sollte keine Kugel gelocht werden, muss entweder die Objektkugel oder der Spielball eine Bande berühren, ansonsten ist das ein Fehler.
- 4) Es liegt auch ein Foul vor, wenn bei der Stoßausführung kein Fuß am Boden ist.
- 5) Ein Foul ist es ebenso, eine Kugel zu berühren, zu bewegen oder ihren Lauf zu verändern. Außer, die Verlegung findet aufgrund von einer regelgerechten Lageverbesserung statt.

(*ebd.: S.82ff*)

9 Literaturverzeichnis

- Alfieri, D., Sander, U., (2018). Grundlagen des Poolbillard. Litho Verlag e.K. Wolfhagen
- Alciatore, D., (2004). The Illustrated Principles of Pool and Billards. Sterling New York
- Lindemann, T., (2015). Poolbillard Regeln Litho Verlag e.K. Wolfhagen

10 Abstract

Der österreichische Poolbillardverband (ÖPBV) hatte drei Fragen zur Technikoptimierung beim Poolbillard gestellt. Diese Arbeit beschäftigt sich zum Großteil mit der Beantwortung folgender Fragestellungen:

- 1) Die Bewegungszusammensetzung der Maximalgeschwindigkeit des Queues bei dem Break.
- 2) Die Entstehung der Laufdistanz bei maximalen Stößen.
- 3) Der am häufigsten eingesetzte Queuwinkel bei den einzelnen Standardstößen.

Es wurden 22 professionelle Poolbillardspieler, und Poolbillardspielerinnen mit Markern bestückt, ihre Bewegungen wurden mit dem Programm Vicon Nexus analysiert und statistisch mit der Hilfe von dem Programm SPSS und Microsoft Excel ausgewertet, um Ergebnisse zu erhalten. Diese Diplomarbeit eignet sich für fortgeschrittene, und professionelle Billardspieler und Billardspielerinnen, die ihre speziellen Stoßvarianten optimieren wollen.