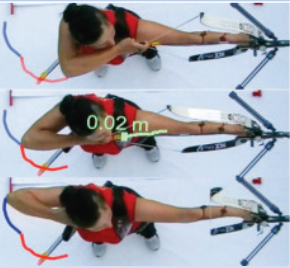
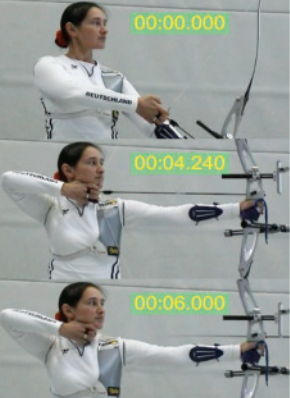
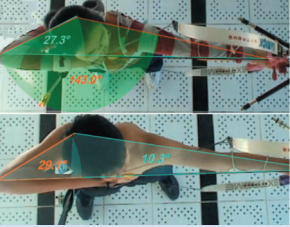


mithilfe physikalischer, insbesondere biomechanischer Prinzipien dazu bei, den Schießablauf nach seinen charakteristischen Kennzeichen zu erfassen.

Zur genaueren Beurteilung des Bewegungsablaufs verwendet man sowohl quantitative als auch qualitative Bewegungsmerkmale.

### Quantitative Bewegungsmerkmale

Bei den quantitativen Bewegungsmerkmalen handelt es sich um objektiv messbare Kriterien, die mit Hilfsmitteln wie etwa Stoppuhr oder entsprechender Software (z.B. Videoschnittprogramme) relativ einfach zu erfassen sind (Tab. 47). Im Vordergrund stehen demnach kinematische und dynamische Bewegungsaspekte.

| Ziel  | Hilfsmittel  | Beispiel  | Praxistipp  |
|---|--|---|---|
| Messen der tatsächlichen Auszugslänge <sup>1)</sup>                         | Videosoftware (z.B. Dartfish)  |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleichen Sie die Pfeillänge mit der tatsächlichen Auszugslänge</li> <li>Vergleichen und optimieren Sie die Zugmuster hinsichtlich der Bewegungskonstanz (s. S. 221) und Biomechanik (Kraftlinien)</li> </ul>      |
| Messen der Zeitdauer des gesamten Bewegungsablaufs (unter Laborbedingungen) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoppuhr</li> <li>Video-software (z.B. Dartfish)</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleichen und optimieren Sie die Zeitverläufe hinsichtlich der Bewegungskonstanz und des Bewegungsrhythmus (Zwischenmarken)</li> </ul>   |
| Messen der Gelenkwinkel   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Video-software (z.B. Dartfish)</li> <li>Foto</li> </ul>     |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vergleichen und optimieren Sie die Gelenkwinkel hinsichtlich der Bewegungskonstanz</li> <li>Vergleichen und optimieren Sie die Zugmuster hinsichtlich der Bewegungskonstanz und Biomechanik (Kraftlinien)</li> </ul> |

<sup>1)</sup> Beachten Sie: Die tatsächliche Auszugslänge liefert Hinweise über die Bewegungskonstanz im Zugmuster

**Tab. 47:** Möglichkeiten der Erfassung quantitativer Bewegungsmerkmale

Dabei beschreiben die kinematischen Bewegungsmerkmale räumlich-zeitliche Veränderungen (Orts- und Lageveränderungen) des gesamten Körpers oder einzelner Körperteile, die sich über die Erfassung von Wegstrecken (z.B. tatsächliche Auszugslänge), Geschwindigkeiten (z.B. mittlere Zugarmgeschwindigkeit) und Beschleunigungen darstellen lassen (z.B. Geschwindigkeitsverlauf der Zugbewegung).

Die dynamischen Bewegungsmerkmale analysieren bei der Bewegungsausführung auftretende Kräfte, die bedingt durch das Zuggewicht Auswirkungen auf den Verlauf bei unterschiedlichen Bogen- und Pfeilgewichten haben. Von besonderer Bedeutung sind ferner verschiedene Wurfarmstärken und Materialbeschaffenheiten.

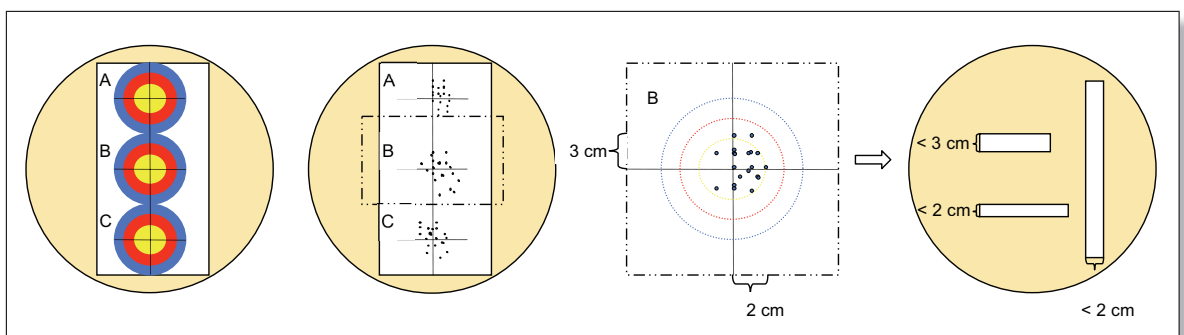
*Komplexes Beispiel:* Nach Garnreiter (2008) ist die aktuelle Leistungsfähigkeit eines Schützen quantitativ durch Streuanalysen messbar. Wie Abb. 209 zeigt, schießt der Schütze eine bestimmte Anzahl von Pfeilen auf Spots (Abb. 209 links). Hinter der Auflage befindet sich deckungsgleich mit dem Zentrum ein Blatt Papier (Abb. 209 Mitte links), bei dem die Einschussstellen der Pfeile sichtbar werden. Betrachtet man beispielsweise das Trefferbild B (Abb. 209 Mitte rechts), so lässt sich erkennen, dass einerseits die Visiereinstellung des Schützen nicht optimal ist, andererseits treten häufiger vertikale als horizontale Streuungen auf. Der Schütze sollte deshalb beispielsweise kurz- bzw. mittelfristig mehr auf horizontale Streifen trainieren (Abb. 209 rechts) und dabei die Streifenbreite allmählich reduzieren.

Zur Ermittlung einer aktuell optimalen Streifenbreite empfiehlt Garnreiter (2008) ferner, die Scheibenauflage in mehrere konzentrische Kreise zu zerlegen (Abb. 210 links).

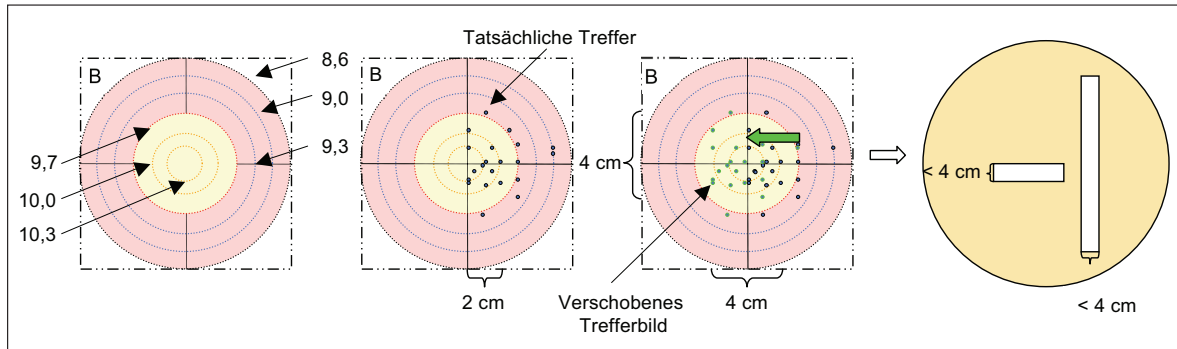
Rechnerisch ergibt sich zum Beispiel bei 20 Pfeilen ein erster Durchschnitt von 9,73 Ringen ( $[5 \times 10,3 + 5 \times 10,0 + 4 \times 9,7 + 3 \times 9,3 + 0 \times 9,0 + 2 \times 8,7] : 20 = 9,73$ ; Abb. 210 Mitte links), was einer Streifenbreite von etwa 5 cm entsprechen würde. Durch Verschieben der Schablone nach rechts (Abb. 210 Mitte rechts) ergibt sich jedoch aufgrund der Pfeilgruppierung rechts ein tatsächlicher Wert von 9,90 Ringen ( $[6 \times 10,3 + 6 \times 10,0 + 5 \times 9,7 + 2 \times 9,3 + 1 \times 9,0 + 0 \times 8,7] : 20 = 9,90$ ). Die Streifenbreite sollte daher nur bei  $< 4$  cm liegen (Abb. 210 rechts).

#### Konsequenzen für die Trainingspraxis:

- Verwenden und vergleichen Sie verschiedene Typen von Mittelstücken und Wurfarmen (Hersteller) in Kombination und erspüren Sie die unterschiedlichen Krafteinsätze während des Bewegungsablaufs.
- Analysieren Sie die Lage der Pfeilgruppierungen und ermitteln Sie dadurch die optimale Streifenbreite beim Horizontal- und Vertikaltraining (s. auch S. 422 bzw. 470)



**Abb. 209:** Streuanalyse zur quantitativen Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Schützen



**Abb. 210:** Ermittlung einer optimalen Streifenbreite: differenzierte Einteilung der Scheibenaufgabe, Analyse der Pfeilgruppierung, Verschieben der Schablone (grüner Pfeil) und Erstellen der aktuellen, individuellen Streifenbreite beim Horizontal- und Vertikaltraining

## Qualitative Bewegungsmerkmale

Die Qualität der Bewegungsausführung erfordert grundsätzlich ein gewisses Maß an Risikobereitschaft (vgl. Kahn 2008, 287).

Die quantitativen Bewegungsmerkmale allein reichen für eine umfassende Beurteilung des Schießablaufes nicht aus. Insbesondere die Schaffung einer genauen Bewegungsvorstellung erfordert daher zusätzliche qualitative Beurteilungskriterien. Diese lassen sich allgemein in elementare, mittlere und dynamische Merkmale unterteilen. Die Beurteilung von Bewegungsabläufen hat jedoch den Nachteil, dass sie auf einem hohen Maß an Subjektivität beruht. Um eine möglichst objektive Aussage hinsichtlich der Qualität einer Bewegung treffen zu können, bedarf es sowohl einer großen Bewegungserfahrung, einer umfassenden Beobachtungskompetenz als auch entsprechender (zum Beispiel video- und computergestützter) Darstellungsmöglichkeiten; dies wird umso deutlicher, als nur der Erfahrene die »Schlüsselemente« des Schießablaufs kennt, daher zielgerichtet »wesentliche« Qualitätsmerkmale beobachtet und präzise darzustellen weiß.

Wie bereits erwähnt, dienen die Bewegungsmerkmale als Ausdruck der Bewegungskoordination der Schaffung einer genauen Bewegungsvorstellung. Ihr kommt im motorischen Lernprozess eine besondere Bedeutung zu, da

sie leitende, programmierende und regulierende Funktionen beinhaltet. Ohne genaue Bewegungsvorstellung bzw. Vorgabe eines idealen Sollwertes (optimale Schießtechnik) kann der Schütze die geforderte Bewegungsaufgabe (z.B. Schulterpositionierung, Zugverlauf, enges Lösen) nicht bewältigen bzw. entwickeln.

Die qualitativen Bewegungsmerkmale ermöglichen auch eine genaue Bewegungskorrektur, da mit ihrer Hilfe Schlüsselemente des Schießablaufs (z.B. Griff und Ankern) erkannt und beschrieben werden können.

Darüber hinaus erlauben die Bewegungsmerkmale die unmittelbare Ergebnisrückmeldung des Beobachters (Trainer, Lehrer) und ermöglichen dadurch eine schnelle Bewegungskorrektur vor Ort.

### Elementare qualitative Bewegungsmerkmale

Elementare qualitative Bewegungsmerkmale sind Bewegungsstärke, Bewegungsumfang und Bewegungstempo.

### Bewegungsstärke

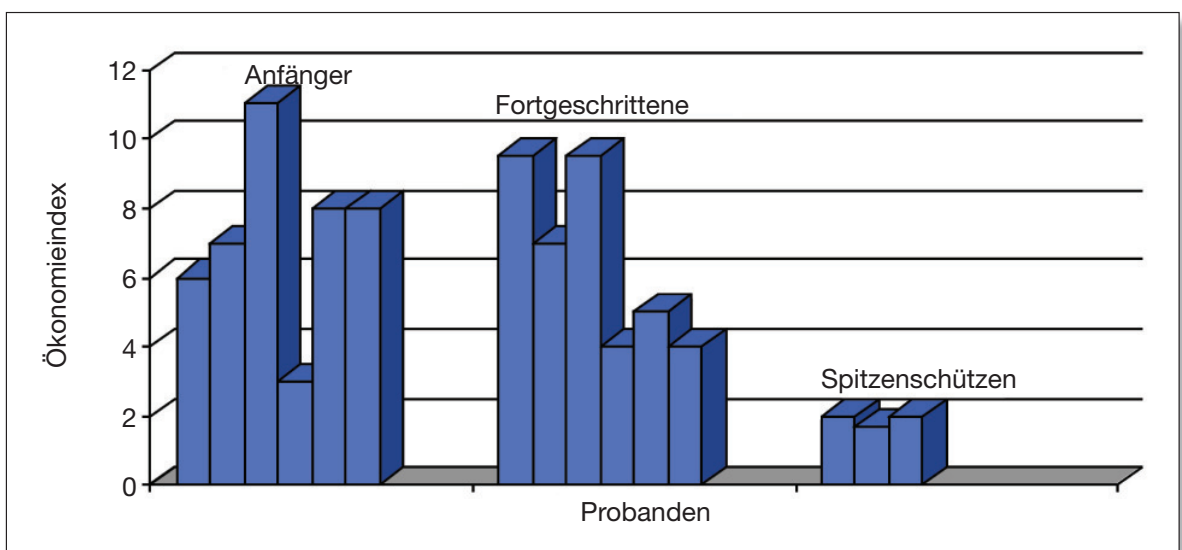
Die Bewegungsstärke charakterisiert das Ausmaß des Muskelkrafteinsatzes innerhalb des Bewegungsablaufs und steht in enger Beziehung zur koordinativen Fähigkeit der muskulären Differenzierungsfähigkeit.

Die Bewegungsstärke spielt im Bogenschießen eine entscheidende Rolle, weil sich der Kraft-einsatz einzelner Muskelgruppen während des Schießablaufs sehr differenziert gestaltet. So zeigen beispielsweise die Regressionsgeraden des Verlaufs der elektrischen Aktivitäten (EA-Verlauf) in Abb. 104 (s. Teil 3, S. 75), dass es bei zu langen Halte- bzw. Zielzeiten zu einer starken Aktivitätszunahme verschiedener Anteile des Deltamuskels sowie des Trapezmuskels (auf der Bogen- und Zugarmseite) kommt. Andererseits wird während der Klickerendphase eines optimal ausgeführten Schusses die fein koordinierte Druckerhöhung und Zugbewegung unter anderem durch eine erhöhte Aktivität der Rautenmuskulatur auf der Zugarmseite und der Sägemuskulatur auf der Bogenarmseite notwendig (vgl. S. 82), während insbesondere der Einsatz des Trapezmuskels in dieser Phase relativ konstant bleibt (s. S. 81). Dies hat den Vorteil, dass die Klickerendphase feinmotorisch gesteuert werden kann, wodurch ein »ruhiges« Lösen, ein stabiler Sehnenschatten und ein geringer Pfeilreflex möglich werden. Untersuchungen an Schützen unterschiedlicher Leistungsstärke zeigen ferner, dass insbesondere ein niedriger Ökonomieindex – als Maß der Bewegungsstärke im Sinne eines ökonomi-

schem Einsatzes relevanter Muskelgruppen (intra- und intermuskuläre Koordination) – eine hohe Schuss-Reproduktionsfähigkeit und damit eine hohe Bewegungskonstanz, eine ausgewogene Muskelaktivität und ein hohes Maß an Stabilität des Bogen- und Zugarms fördert (vgl. *Clarys et al. 1990, 25*).

Abb. 211 macht deutlich, dass im Lauf des Trainingsprozesses die Muskelbeteiligung im Schießablauf stetig reduziert und damit unter anderem die Konzentrationsleistung erhöht werden kann. Dies bestätigen auch *Hennesy und Parker (1990, 7/10)*, welche »die Kunst des Schießens« in der kompletten Ausschaltung von überflüssigen Bewegungen im Moment des Lösens sehen. Der Grund liegt für sie darin, dass eine erhöhte Muskelaktivität im Moment des Lösens Gegenkräfte für die Reaktion des Bogens hervorrufen kann.

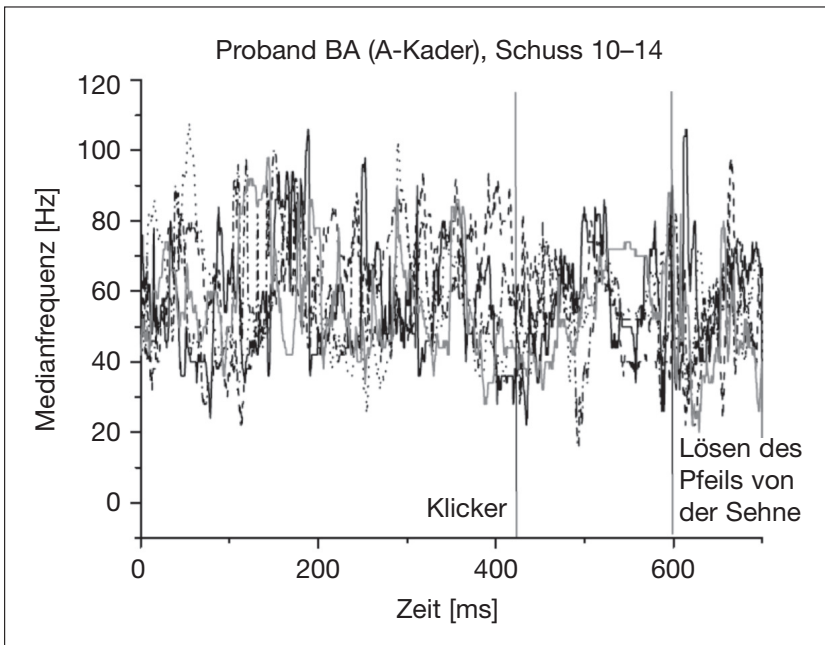
Gute Dienste zur Erfassung der Bewegungsstärke während des Schießablaufs leisten zeitliche Verläufe der Momentanmedianfrequenz (Aktivität des Muskels). *Witte et al. (2001, 37 bzw. 2010, 4)* konnten zeigen, dass die Medianfrequenz-Zeit-Kurven auch bei Spitzenschützen intra- und interindividuell sowohl während eines einzelnen Schusses (Abb. 212a) als auch



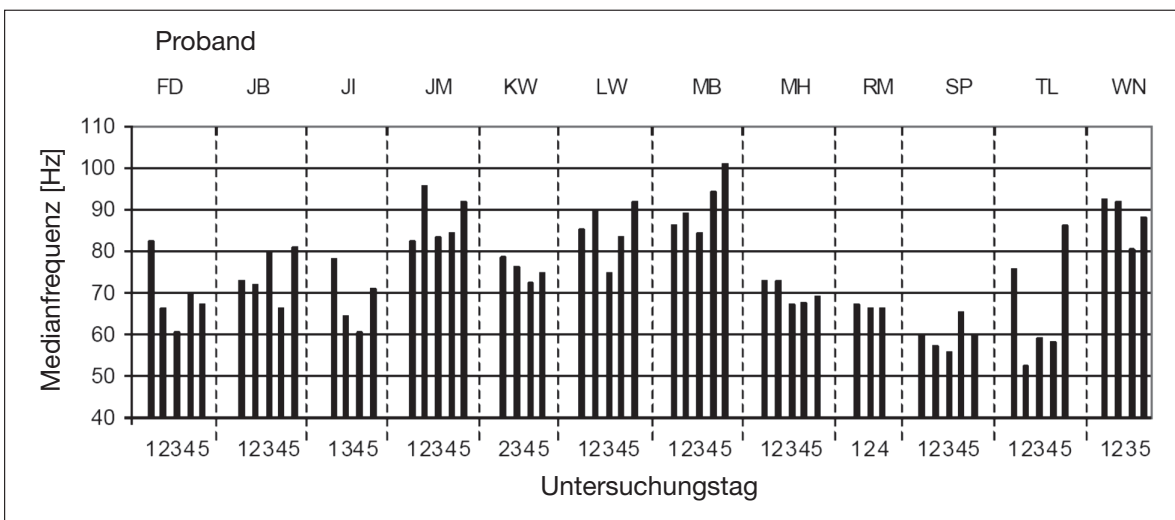
**Abb. 211:** Bewegungsstärke (Muskelökonomieindex) bei Anfängern, Fortgeschrittenen und Spitzenschützen (vgl. *Clarys et al. 1990, 25*)

im Mittel an mehreren Untersuchungstagen zum Teil sehr variabel sind (Abb. 212b). Abb. 213 zeigt ferner einen interindividuellen Vergleich dreier Schützinnen unterschiedlicher Leistungsstärke. Es ist zu erkennen, dass die mittlere Medianfrequenz des M. trapezius (pars transversa) durchschnittlich für die A-Kader-Schützin insbesondere zum Zeitpunkt des Lösens am geringsten und für die C-Kader-Schützin am höchsten ist.

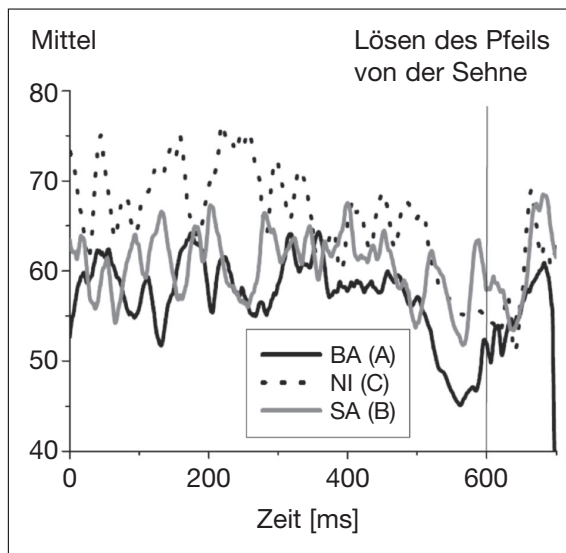
*Beachten Sie:* Ein Trainingsrückstand führt direkt zu einer veränderten intramuskulären Koordination und damit zu einem veränderten Frequenzspektrum, was wiederum bedeutet, dass ein entsprechendes Frequenzverhalten und damit das Muster der neuronalen Ansteuerung der motorischen Einheiten nicht langzeitstabil ist (vgl. Witte et al. 2001, 37).



**Abb. 212a:** Momentanmedianfrequenz in Abhängigkeit von der Zeit für fünf aufeinander folgende Schüsse einer A-Kader-Athletin. Die Zeitpunkte »Klicker« und »Lösen des Pfeils von der Sehne« kennzeichnen den Zeitraum, innerhalb dessen die Muskelaktionen zur Bewältigung der Auflösung des Kräftegleichgewichts erfolgen (vgl. Witte et al. 2001, 37)



**Abb. 212b:** Mittlere Medianfrequenzen des M. trapezius pars transversa aller Schützen an allen Testtagen (vgl. Witte et al. 2001, 37)



**Abb. 213:** Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Momentanmedianfrequenzen für A-, B- und C-Kader-Athleten (vgl. Witte et al. 2001, 37)

### Konsequenzen für die Trainingspraxis:

Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Druck-Zug-Verläufen, indem Sie beispielsweise die Klickerendphase mehr »drücken« oder »ziehen«. Beobachten Sie dabei Ihre Gruppierungen.

### Bewegungsumfang

Der Bewegungsumfang beinhaltet die optimale räumliche Ausdehnung einer Bewegung.

Der Bewegungsumfang äußert sich beim Bogenschießen in zwei Dimensionen: einerseits in der räumlichen Ausdehnung während des Vollauszugs (Übergang von der 2. auf die 3. Positionsphase), andererseits in der Tremorbewegung des Bogenarms in der Zielphase (s. S. 88).

Wie Abb. 214 und 215 zeigen, soll die Zughand während des Vollauszuges nahe der Kraftlinie, d.h. eng am Körper (mit minimalen Abweichungen in der Horizontalen) und mit geringen vertikalen und horizontalen Abweichungen zum Anker geführt werden. Nur dadurch sind eine ökonomische Arbeitsweise und eine hohe Reproduktionsfähigkeit des Schießablaufs gewährleistet.

Abb. 216 macht deutlich, dass die Bewegung des Ellbogens auf der Zugarmseite eine doppelte Kreisbewegung beschreibt (rote und blaue Kurve). Während die rote Kurve den Verlauf des Zugarmellbogens im Vollauszug und Anker beschreibt (Erreichen der 3. Positionsphase), setzt die blaue Kurve erst in der Phase des



**Abb. 214:** Vertikalbewegung der Zughand während des Vollauszuges



**Abb. 215:** Horizontalbewegung der Zughand während des Vollauszuges



**Abb. 216:** Bewegung des Ellbogens auf der Zugarmseite (rote und blaue Linie) während der 3. und 4. Bewegungsphase

Transfers (Übergang in die 4. Positionsphase) ein. Der unterschiedliche Verlauf liegt daran, dass die Kraftvektoren im Lösen stärker translatorisch wirken müssen, um eine effektive Zugbewegung zu gewährleisten.

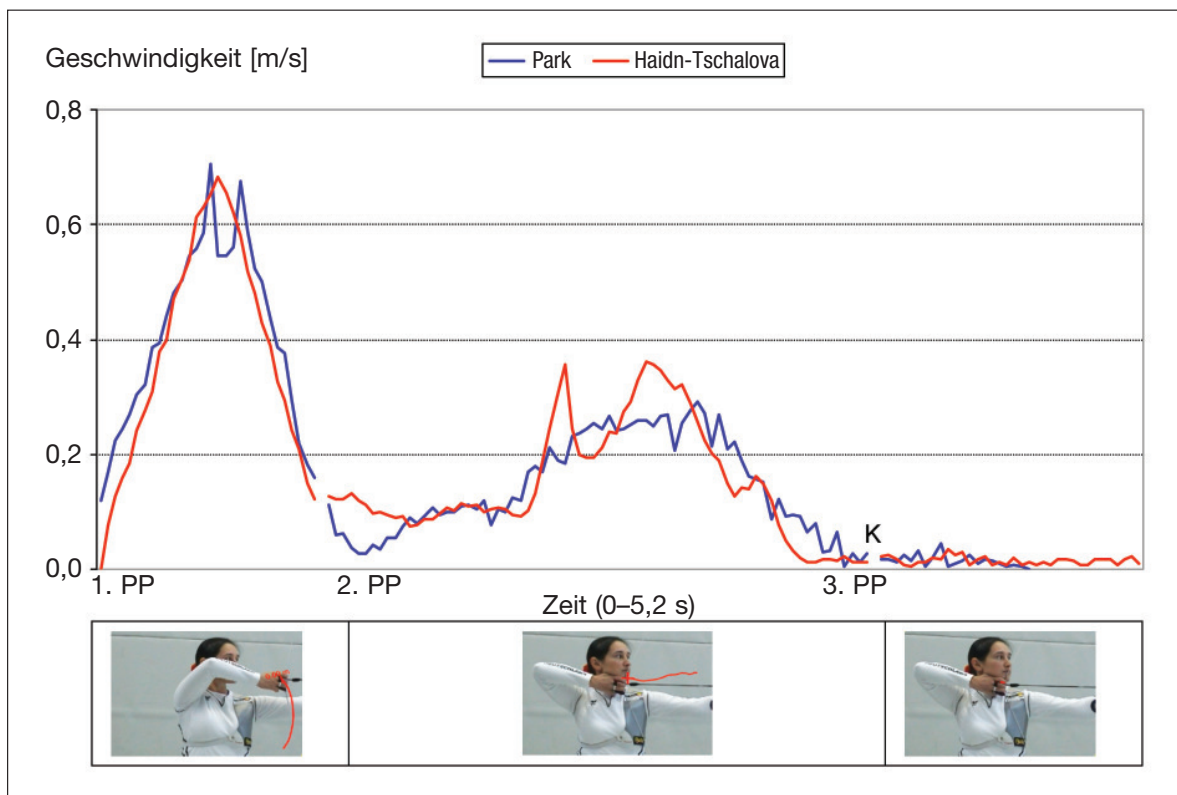
#### *Konsequenzen für die Trainingspraxis:*

Erfühlen und vergleichen Sie unterschiedliche Zugverläufe während des Vollauszugs. Achten Sie dabei auf eine konstante Position des Zugandrückens.

#### *Bewegungstempo*

»Mein Schießtempo war zu langsam – dadurch konnte ich die Konzentration nicht mehr aufrechterhalten« (PARK Kyung-Mo, Korea, Silbermedaillengewinner Olympische Spiele 2008 nach dem verlorenen Finale).

Das Bewegungstempo beschreibt die Geschwindigkeit von Gesamt- und Teilbewegungen innerhalb des Bewegungsablaufs.



**Abb. 217:** Bewegungstempo der Zughand bis zur Freigabe des Schusses im Vergleich zweier Spitzenschützinnen (PP: Positionsphase, K: Beginn der Klickerendphase)