



ASC · BOGENSPORT GÖTTINGEN

FACHBEREICH BOGENSPORT
LEITFADEN · EDITION 2026

SEHNENSCHWINGEN IM RECURVE-BOGENSPORT

Das Singen der *Sehne*.

Wie die Bogensehne schwingt, wie sie den Pfeil formt – und wie man sie abstimmt. Ein **technischer Leitfaden** über Wellenphysik, die Kopplung mit dem Archer's Paradox, den Lösevorgang, Sehnenmaterialien und ein systematisches Tuning. Für Trainer und Schützen.

Mehr als ein Seil.

Die Bogensehne sieht aus wie ein schlichtes Seil — und ist doch ein schwingungsfähiges System, dessen Bewegung den Schuss unmittelbar prägt. Sie überträgt nicht nur Kraft, sondern beeinflusst, wie die Energie in den Pfeil gelangt und in welche Richtung er den Bogen verlässt.

Der entscheidende Augenblick dauert nur 10 bis 15 Millisekunden. In dieser kurzen Zeit entwickelt die Sehne bereits komplexe Schwingungsmuster und übt seitliche und vertikale Kräfte auf den Nock aus. Drei Dinge prägen das: wie die Sehne als Saite schwingt, wie ihre Bewegung in das Archer's Paradox eingreift, und wie der Lösevorgang sie überhaupt anregt.

Dieser Leitfaden geht technisch in die Tiefe — Wellenphysik, Frequenzen, die Kopplung mit dem Pfeil —, ohne sich in Formeln zu verlieren, und mündet in einen praktischen, dreiphasigen Tuning-Ansatz. Das Leitmotiv: Die beste Sehne ist nicht die schnellste, sondern die, die zuverlässig immer gleich schwingt.

100–200_{Hz}

die schnelle Eigenschwingung der Sehne — das hörbare „Twang“

15–25_{ms}

Dauer des Fingerlösens — es überlappt die Pfeilbeschleunigung

8,5–9,5_{Zoll}

typisches Standhöhen-Fenster fürs Feintuning

📍 SO LIEST DU DIESEN LEITFADEN

Teil I erklärt, **wie die Sehne schwingt** und warum das den Pfeil beeinflusst. Teil II behandelt **Material und Abstimmung**. Jeder Abschnitt schließt mit einer Box „An der Schießlinie“ mit dem praktischen Kern.

INHALT

- 01 Die Sehne als Saite
- 02 Die Sehne im Archer's Paradox
- 03 Der Lösevorgang als Quelle
- 04 Sehnenmaterialien
- 05 Tuning in drei Phasen
- 06 Umwelt und Wartung

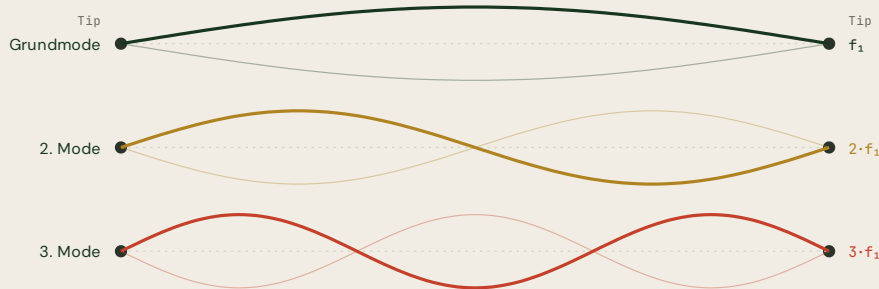
Die Sehne als Saite

In erster Näherung ist die Bogensehne eine gespannte Saite, an beiden Wurfarmspitzen fixiert. Wie schnell sich Wellen auf ihr ausbreiten, hängt nur von zwei Größen ab: der Spannung und der Masse pro Länge.

Die Wellengeschwindigkeit folgt aus Spannung T und linearer Massendichte μ als $v = \sqrt{T/\mu}$, und die Grundfrequenz einer beidseitig eingespannten Saite der Länge L ist $f_1 = v/(2L)$. Für eine typische Recurve-Sehne ergeben sich daraus Wellengeschwindigkeiten von etwa 320 bis 470 Metern pro Sekunde und transversale Eigenfrequenzen im Bereich von rund 100 bis 200 Hertz. Höhere Moden liegen bei ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz.

ABB. 1 · DIE EIGENMODEN DER SEHNE

DIE SEHNE ALS SCHWINGENDE SAITE



Die Sehne schwingt **schnell** – rund 100 bis 200 Hz – und klingt rasch ab. Das ist das hörbare „Twang“, nicht die langsame Bewegung des ganzen Bogens.

Stehende Wellen zwischen den Tips. Die Sehne schwingt in Grundmode und Obertönen. Entscheidend: Diese Eigenschwingungen sind *schnell* und klingen rasch ab – das hörbare „Twang“ direkt nach dem Schuss.

Drei Frequenzwelten nicht verwechseln

Hier lauert ein verbreiteter Denkfehler. Im Bogensport kursiert oft die Zahl „8 bis 12 Hertz“ – doch die gehört nicht zur Sehne. Sie beschreibt den physiologischen Muskel- und Bogenhand-Tremor vor dem Schuss. Die **eigene Schwingung der Sehne** liegt mehr als eine Größenordnung höher (rund 100 bis 200 Hz) und ist nach dem Schuss in Sekundenbruchteilen abgeklungen. Davon wiederum zu trennen ist die langsame Bewegung des ganzen Bogens und der Wurfarme. Wer diese drei Welten auseinanderhält, versteht Dämpfung und Tuning richtig.

Wo das Idealmodell endet

Die reale Sehne weicht in mehreren Punkten von der idealen Saite ab. Ihre Spannung ist während des Schusses nicht konstant, sondern steigt beim Lösen kurz stark an. Wicklungen und Nockpunkt verteilen

die Masse ungleichmäßig und werfen Wellen teilweise zurück. Eine endliche Biegesteifigkeit verschiebt die höheren Moden. Und bei großen Amplituden treten nichtlineare Effekte auf. Die einfachen Formeln liefern darum eine gute Näherung, nicht die exakte Wahrheit.

🎯 AN DER SCHIESSLINIE

Merke dir die Richtungsregeln statt der Zahlen: **mehr Spannung oder kürzere Sehne → höhere Frequenz; mehr Masse → tiefere Frequenz und langsamerer Pfeil.** Und lass dich von der „8–12 Hz“-Zahl nicht in die Irre führen — sie betrifft die Hand, nicht die Sehne.

02 · WIE DIE SEHNE SCHWINGT

Die Sehne im Archer's Paradox

Das Archer's Paradox — die seitliche Biegung des Pfeils während der Beschleunigung — wird meist über die Pfeilmechanik erklärt. Die Sehne ist darin kein Zuschauer: Ihre Bewegung ist Teil der Kraft, die den Pfeil formt.

Im klassischen Modell wirkt auf den Pfeil eine axiale Druckkraft der Sehne, gegen die sich der Schaft elastisch durchbiegt. Entscheidend ist: Diese Kraft ist keine ruhige, konstante Größe. Die schwingende Sehne überlagert dem reinen Vorschub kleine, oszillierende Komponenten — der Kraftvektor am Nock zeigt nicht stur in die Schussrichtung, sondern wackelt seitlich und vertikal.

ABB. 2 · VORSCHUB PLUS QUERKRÄFTE

DIE SEHNE IM ARCHER'S PARADOX



Die Sehne wackelt mit. Neben der großen Vorschubkraft (Größenordnung 30 bis 70 Newton) erzeugt die Sehnenschwingung kleine Querkräfte am Nock — typischerweise im Bereich weniger Prozent der Hauptkraft, aber genug, um die Anfangsrichtung zu beeinflussen.

Das Gleiche gilt vertikal. Neben dem bekannten horizontalen Paradox gibt es einen vertikalen Flexionsmodus, der direkt von der Nockpunktposition und der vertikalen Komponente der Sehnenfreigabe abhängt. Die Nockpunktüberhöhung — der Nockpunkt sitzt etwas oberhalb der rechtwinkligen Referenz — gleicht die asymmetrische Krafteinleitung beim Fingerlösen aus und steuert so die anfängliche vertikale Schwingung.

Und das wirkt lange nach: Der Pfeil schwingt während eines großen Teils seines Fluges weiter. Was am Nock in den ersten Millisekunden angestoßen wird, trägt der Pfeil also bis fast zum Ziel mit sich. Genau deshalb sind die Anfangsbedingungen, die die Sehne setzt, so wichtig.

*Die Sehne ist kein passives Seil, sondern ein schwingendes System
— ihre Bewegung ist Teil der Kraft, die den Pfeil formt.*

SEHNE UND PARADOX

03 · WIE DIE SEHNE SCHWINGT

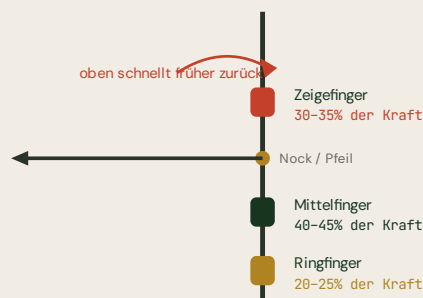
Der Lösevorgang als Quelle

Woher kommt die Schwingung überhaupt? Die wichtigste Antwort ist unbequem: vom Schützen selbst. Der Fingerlösevorgang ist die primäre Anregungsquelle für die Sehnenschwingung.

Beim mediterranen Griff liegt ein Finger oberhalb, zwei liegen unterhalb des Pfeils. Beim Lösen rollen sie nacheinander von der Sehne ab — ein Vorgang von etwa 15 bis 25 Millisekunden, der sich zeitlich mit der Pfeilbeschleunigung überlappt. Die Finger tragen dabei sehr ungleich: der Mittelfinger den größten Teil, der Zeigefinger einen mittleren, der Ringfinger den kleinsten. Weil der einzelne obere Finger weniger Reibung erzeugt als die zwei unteren, schnellt der obere Sehnenabschnitt minimal früher zurück — und übt ein kleines Drehmoment auf den Nock aus.

ABB. 3 · DIE ASYMMETRIE DER FINGERLÖSUNG

SPLIT-FINGER: ASYMMETRIE BEIM LÖSEN



Der einzelne obere Finger gibt die Sehne minimal früher frei als die zwei unteren – ein kleines Drehmoment auf den Nock. Eine völlig symmetrische Freigabe ist auch bei Spitzenschützen unmöglich.

Kein Lösen ist je perfekt symmetrisch. Die ungleiche Kraftverteilung auf die drei Finger und das minimal frühere Zurückschnellen des oberen Abschnitts setzen die Anfangsbedingungen der Sehnenschwingung – Schuss für Schuss ein wenig anders.

Daraus folgt der wichtigste praktische Schluss dieses Leitfadens: Weil die Finger die Sehne während eines großen Teils der Beschleunigung noch berühren, werden die Anfangsbedingungen des Pfeilflugs nicht durch ein „sauberes“ Lösen festgelegt, sondern durch eine Sehne, deren Bewegung der komplexe Ablass aktiv moduliert. Und genau hier trennt sich Spitze von Breite: Wer den Lösevorgang konsistenter ausführt, erzeugt konsistentere Sehnenschwingungen – und schießt enger. Die Schuss-zu-Schuss-Streuung des Lösens ist eine Hauptquelle der Gesamtstreuung.

Zwei Hilfen wirken hier. Eine mechanische Release-Hilfe (im Compound) löst symmetrischer als Finger – sichtbar an der viel geringeren nötigen Nockpunktüberhöhung. Und der **Klicker** im Recurve sichert eine konstante Auszugslänge und ein gleichmäßigeres Timing des Lösens, was die Variabilität indirekt senkt.

📍 AN DER SCHIESSLINIE

Die wirksamste „Sehnenabstimmung“ ist ein **sauberer, reproduzierbarer Lösevorgang**. Bevor du an Material und Standhöhe feilst, investiere in einen entspannten, gleichmäßigen Ablass über Rückenspannung. Kein Tuning der Welt gleicht ein unruhiges Lösen aus.

II

TEIL II · MATERIAL UND ABSTIMMUNG

Material und Timing.

Verstehen, wie die Sehne schwingt, ist die halbe Miete. Die andere Hälfte ist die Praxis: das richtige Material wählen und das System so abstimmen, dass die Schwingung kontrolliert und das Timing des Pfeilabgangs stimmt – robust gegen Temperatur, Verschleiß und die normale Streuung des Schützen.

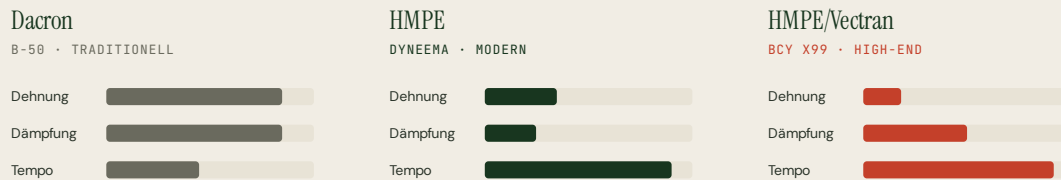
- 04 Sehnenmaterialien
- 05 Tuning in drei Phasen
- 06 Umwelt und Wartung
- Fazit

Sehnenmaterialien

Das Material bestimmt Dehnung, Masse und Dämpfung — und damit das Schwingungsverhalten. Drei Kategorien dominieren den modernen Bogensport.

ABB. 4 · DREI MATERIALIEN IM VERGLEICH

DREI SEHNENMATERIALIEN IM VERGLEICH



Dacron dehnt stark und dämpft gut — schonend für unverstärkte Bögen. HMPE ist schnell und dehnungsarm, schwingt aber länger nach und verlangt sorgfältigeres Tuning. Die Vectran-Mischung kombiniert geringste Dehnung mit etwas mehr Dämpfung.

Dehnung, Dämpfung, Tempo. Dacron ist dehnbar und stark dämpfend, HMPE schnell und dehnungsarm, die HMPE/Vectran-Mischung am dehnungsärmsten. Jede Wahl ist ein Kompromiss.

TAB. 1 · EIGENSCHAFTEN GÄNGIGER SEHNENMATERIALIEN

MATERIAL	DEHNUNG	INNERE DÄMPFUNG	ANWENDUNG
Dacron (B-50)	2–4 %	hoch	traditionelle Bögen, nicht verstärkte Tips
HMPE (Dyneema)	1–2 %	gering	moderne Recurve- und Compound-Bögen
HMPE/Vectran (X99)	< 1 %	moderat	Hochleistungs-Recurve und -Compound

Die geringe Dämpfung von HMPE hat zwei Seiten. Einerseits geht weniger Energie in Wärme verloren, die Übertragung auf den Pfeil ist effizienter. Andererseits klingen Schwingungen aus einem unsaubereren

Lösen langsamer ab und können die Präzision stärker stören — HMPE verlangt darum eine sorgfältigere Abstimmung als das gutmütige Dacron. Wichtig auch: Eine **leichtere Sehne ist schneller**, weil weniger Sehnenmasse mitbeschleunigt werden muss; das erhöht den Anteil der Energie, der beim Pfeil ankommt.

Neben dem Material zählen drei Konstruktionsgrößen: Die **Strangzahl** bestimmt Masse, Durchmesser und Nockpassung — mehr Stränge bedeuten mehr Masse, tiefere Frequenz und etwas weniger Tempo. Die **Sehnenlänge** legt über die Standhöhe das Timing fest. Und die **Eindrehung** beeinflusst Kompaktheit, Steifigkeit und Dämpfung.

@ AN DER SCHIESSLINIE

Für moderne Recurve-Bögen mit verstärkten Tips ist eine HMPE- oder HMPE/Vectran-Sehne Standard. Wähle die **Strangzahl nach der Nockpassung** (der Pfeil soll beim leichten Klopfen abfallen), nicht nach Maximaltempo — Sicherheit und sauberer Sitz gehen vor dem letzten fps.

05 · MATERIAL UND ABSTIMMUNG

Tuning in drei Phasen

Die Abstimmung läuft in drei Phasen — von der Grundkonfiguration über die Mechanik bis zur Feinabstimmung. Ein Gedanke steht über allem: Robustheit schlägt Optimierung.

Die Suche nach dem theoretisch perfekten Arbeitspunkt kann nach hinten losgehen, wenn das Ergebnis überempfindlich auf Temperatur, Materialermüdung oder die normale Streuung des Schützen reagiert. Ein System, das ein, zwei Prozent Idealleistung opfert, aber über einen breiten Bereich gleich bleibt, gewinnt im Wettkampf. Genau deshalb fahren viele Spitzenschützen bewusst konservative Konfigurationen.

Phase 1 — Grundkonfiguration

Material nach Bogentyp und Tip-Verstärkung wählen, Strangzahl nach Sicherheit und Nockpassung festlegen, Sehnenlänge nach Herstellerangabe bestimmen. Bei Recurve-Bögen liegt die Sehnenlänge typischerweise 3,5 bis 4 Zoll unter der AMO-Bogenlänge.

Phase 2 — Mechanische Abstimmung

Die Mittenwicklung in Länge und Spannung so wählen, dass die Nockpassung stimmt und die lokale Masse kontrolliert ist. Den Nockpunkt über Rohschaft-Tests einstellen; übliche Recurve-Überhöhung

beim mediterranen Griff etwa 3/8 Zoll (rund 9,5 mm). Falls Sehendämpfer eingesetzt werden, sitzen sie nicht in der Sehnenmitte, sondern ein gutes Stück zu den Tips hin (etwa ein Viertel der Länge von jedem Ende), wo sie die Schwingung wirksam bremsen.

Phase 3 – Feinabstimmung über die Standhöhe

Jetzt wird das Timing des Pfeilabgangs feinjustiert – über die Standhöhe, eingestellt durch Eindrehen der Sehne.

ABB. 5 · STANDHÖHE UND EINDREHUNG

STANDHÖHE – DIE SCHRAUBE FÜRS TIMING



Eindreihen statt drehen.

Mehr Eindreihungen verkürzen die Sehne und erhöhen die Standhöhe, weniger senken sie. In 1/4-Zoll-Schritten arbeiten und nach jeder Änderung Gruppierung, Schussgeräusch und Pfeilgeschwindigkeit beobachten.

Eindreihen statt grob drehen. Die Standhöhe – der Abstand von Griff zu Sehne – steuert das Timing. Man verändert sie in kleinen Schritten über die Zahl der Eindreihungen und beobachtet Gruppierung, Schussgeräusch und Pfeilgeschwindigkeit.

Für Recurve-Bögen liegt der typische Bereich zwischen 8,5 und 9,5 Zoll, abhängig von der Bogenlänge. Arbeite in Schritten von etwa einer Vierteldrehung. Ein leiseres Schussgeräusch ist ein gutes Zeichen für weniger Restschwingung. Wichtig: Eine Änderung der Standhöhe verschiebt die effektive Beschleunigungsstrecke und damit den dynamischen Spine – die Pfeil-Sehnen-Abstimmung also parallel im Auge behalten.

🎯 AN DER SCHIESSLINIE

Ändere immer **nur eine Größe** und schieße ein ganzes Ende, bevor du urteilst. Notiere Standhöhe, Strangzahl und Eindreihungen in einem kleinen Logbuch – so findest du nach einem Sehnenwechsel zielsicher zu deiner bewährten Abstimmung zurück.

Umwelt und Wartung

Zwei praktische Fragen zum Schluss: Was macht die Temperatur mit der Sehne, und wann gehört sie gewechselt?

Bei der Sehne sind die Temperatureffekte spürbarer als etwa bei der Stahlfeder im Button. HMPE-Sehnen können bei Temperaturänderungen von mehr als etwa 15 Grad eine merkliche Längenänderung zeigen, die die Standhöhe und damit das Timing verschiebt. Bei deutlichen Temperatursprüngen — etwa zwischen Hallensaison und heißem Sommerturnier — lohnt darum eine kurze Nachkontrolle der Standhöhe.

Beim Verschleiß sind hochwertige HMPE-Sehnen ausdauernd, aber nicht unbegrenzt. Sinnvoll ist eine regelmäßige Sichtkontrolle auf Abrieb, Ausfransungen und Veränderungen der Nockpassung. Ein Austausch empfiehlt sich bei sichtbaren Schäden oder, je nach Material und Belastung, nach etwa 3.000 bis 10.000 Schuss. Eine gerissene Sehne im Schuss ist nicht nur ärgerlich, sondern gefährlich — hier gilt: lieber früher als später.

📍 AN DER SCHIESSLINIE

Wickel dir eine **frische Sehne rechtzeitig ein und schieße sie ein**, bevor die alte am Ende ist — gerade vor wichtigen Wettkämpfen. Eine neue Sehne setzt sich in den ersten Schüssen noch (die Standhöhe sinkt leicht); plane das ein und kontrolliere nach dem Einschießen nach.

FAZIT · WAS BLEIBT

Die Sehne, die gleich schwingt

Die Sehne ist das am meisten unterschätzte Bauteil des Bogens. Wer sie als das schwingende System versteht, das sie ist, behandelt sie entsprechend.

- 01 **Drei Frequenzwelten.** Die eigene Sehnenschwingung ist schnell (rund 100–200 Hz) und kurzlebig — nicht zu verwechseln mit dem Muskelzittern der Hand (8–12 Hz) oder der langsamen Bewegung des ganzen Bogens.
- 02 **Teil des Paradox.** Die schwingende Sehne überlagert dem Vorschub kleine Querkräfte am Nock. Sie ist nicht Störer, sondern Mitspieler.

- 03 **Der Ablass ist die Quelle.** Der Fingerlösevorgang regt die Schwingung an; seine Konsistenz entscheidet über die Streuung. Das beste Tuning beginnt am sauberen Lösen.
- 04 **Robust vor optimal.** Material und Standhöhe so wählen, dass das System über Temperatur, Verschleiß und Tagesform gleich bleibt.
-

Die beste Sehne ist nicht die schnellste, sondern die, die unter allen Bedingungen gleich schwingt.

FACHBEREICH BOGENSPORT · ASC GÖTTINGEN

Das Singen der Sehne.

Ein technischer Leitfaden zum Sehnenschwingen im Recurve-Bogensport — von der Wellenphysik der gespannten Saite über die Kopplung mit dem Archer's Paradox und den Lösevorgang bis zu Sehnenmaterialien und einem dreiphasigen Tuning-Ansatz. Mit dem Leitgedanken: Robustheit vor Optimierung.

Herausgegeben vom **Fachbereich Bogensport im ASC Göttingen von 1846 e.V.** Text und Konzept: **Hartmut Stöpler**. Der Autor schreibt unabhängig.

Bogenschießen im ASC Göttingen: Anfängerkurse, Training, Bogenplatz in Grone und Bogenevents — olympisch, Feldbogen, 3D und Halle.
www.bogenschiessen-goettingen.de