



ENERGIE UND MATERIAL IM RECURVEBOGEN

Der arbeitende *Wurfarm.*

Ein Leitfaden darüber, wie Wurfarme Energie speichern,
zurückgeben und sich verschieden anfühlen - und was davon
für Training und Auswahl wirklich zählt.

Der Wurfarm ist kein Zubehör.

Er wirkt still, bis die Sehne geht. Dann beschleunigt der Wurfarm in wenigen Millisekunden, zieht die Sehne nach vorn, gibt einen Teil seiner gespeicherten Energie an den Pfeil ab und beginnt selbst zu schwingen. Was sich für die Schützin oder den Schützen wie ein weicher, harter, ruhiger oder lebendiger Bogen anfühlt, entsteht aus diesem kurzen Ablauf.

Das macht Wurfarme anspruchsvoll zu beurteilen. Zuggewicht allein sagt wenig. Zwei Wurfarmpaare können am Klicker denselben Wert zeigen und sich dennoch deutlich unterscheiden: in der Kraft-Auszugs-Kurve, in ihrer bewegten Masse, in der Verwindungssteifigkeit und in der Art, wie sie Restenergie im Bogen zurücklassen.

Dieser Leitfaden übersetzt die Forschung in Fragen, die an der Schießlinie helfen. Er erklärt nicht, welcher Wurfarm „der beste“ ist. Er zeigt, welche Eigenschaften messbar sind, welche nur als Tendenz gelten und warum die passende Kombination aus Wurfarm, Auszug, Pfeil und Schießtechnik wichtiger ist als ein einzelnes Materialversprechen.

I Kurve

Die Fläche unter der Kraft-Auszugs-Kurve beschreibt die gespeicherte Arbeit.

2 Wege

Energie geht in den Pfeil - oder bleibt als Bewegung, Wärme, Schall und Vibration im Bogen.

O Mythen

Holz, Schaum und Carbon erklären nie allein, wie ein Wurfarm schießt.

© SO LIEST DU DIESEN LEITFADEN

Teil I zeigt, wie der Wurfarm arbeitet. Teil II erklärt, wohin die Energie geht. Teil III übersetzt Material und Geometrie in Auswahl und Training. Jeder Abschnitt endet mit einer Box „An der Schießlinie“ - dem praktischen Kern.

INHALT

TEIL I · WIE DER WURFARM ARBEITET

01 Die Fläche unter der Kurve

02 Der Recurve verändert den Hebel

TEIL II · WOHIN DIE ENERGIE GEHT

03 Leichte Teile, schwerer Pfeil

04 Was im Bogen zurückbleibt

TEIL III · MATERIAL, STABILITÄT, AUSWAHL

05 Kern, Laminat und Schussgefühl

06 Steif in der richtigen Richtung

07 Wurfarme vergleichen

08 Was Trainer:innen beobachten

Die Fläche unter der Kurve

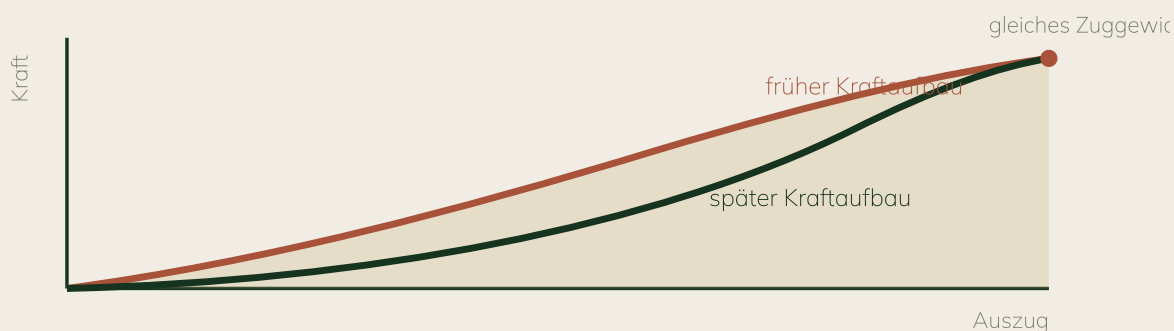
W

enn Du einen Bogen ausziehst, verrichtest Du Arbeit. Der Wurfarm nimmt diese Arbeit auf, indem er sich biegt. Das Zuggewicht am Anker ist dabei nur ein einzelner Punkt. Entscheidend ist, wie viel Kraft über den gesamten Auszugsweg nötig war.

Genau das zeigt die Kraft-Auszugs-Kurve. Auf der waagerechten Achse steht der Auszugsweg, auf der senkrechten die benötigte Kraft. Die Fläche unter der Kurve entspricht der Energie, die im gespannten Bogen gespeichert ist. Ein Wurfarm, der früh im Auszug mehr Kraft aufbaut, kann bei gleichem Endzuggewicht mehr Energie speichern als ein Wurfarm, dessen Kraft erst spät ansteigt.

Für Sportler:innen ist die Kurve aber nicht nur eine Energiebilanz. Sie ist auch ein Bewegungsgefühl. Steigt die Kraft in der Klickerzone sehr stark an, wird der letzte Teil des Auszugs anstrengender und kleine Längenunterschiede verändern die Haltekraft deutlicher. Ein gleichmäßiger Anstieg kann ruhiger wirken. Zu flach darf die Kurve für manche Schütz:innen ebenfalls nicht sein, weil dann das klare Feedback im Durchziehen fehlt.

ABB. 1 · GLEICHER ENDWERT, ANDERE GESPEICHERTE ARBEIT



Die Kurve zählt. Zuggewicht und Auszugslänge beschreiben nicht allein, wie viel Arbeit im Bogen gespeichert ist. Die gesamte Form der Kurve entscheidet.

© AN DER SCHIESSLINIE

Vergleiche Wurfarme nicht nur nach dem aufgedruckten Zuggewicht. Entscheidend ist, wie sie sich an **Deiner Auszugslänge** verhalten - besonders auf den letzten Zentimetern vor dem Klicker.

Der Recurve verändert den Hebel

Der gebogene Wurfarmkopf ist mehr als eine Form. Beim Working-Recurve liegt die Sehne im gespannten Zustand an einem Teil des Wurfarms an. Während des Auszugs löst sie sich Stück für Stück davon. Damit verändert sich der wirksame Hebel, über den die Sehne den Wurfarm biegt.

Diese bewegliche Berührungsstelle macht die Mechanik anspruchsvoll. Der Wurfarm ist kein einfacher Stab, der an einem Punkt federt. Er verformt sich über seine Länge, während sich zugleich die Richtung der Sehnenkraft ändert. Moderne Modelle behandeln deshalb Wurfarm und Sehne als gekoppeltes dynamisches System mit beweglichen Randbedingungen.

Für die Praxis genügt eine einfachere Einsicht: Geometrie formt die Kraft-Auszugs-Kurve. Stärker ausgeprägte Recurves können die Kraft früher aufbauen und den späteren Anstieg verändern. Das kann Energie und Auszugsgefühl beeinflussen, garantiert aber weder Geschwindigkeit noch Präzision. Kooi zeigte bereits in seinen Modellvergleichen, dass bessere Werkstoffe mit hoher Energiespeicherung pro Masse oft wichtiger sind als eine spektakuläre Form allein.

ABB. 2 · DER KONTAKTPUNKT WANDERT



Ein Hebel in Bewegung. Beim Auszug verändert sich nicht nur die Biegung des Wurfarms, sondern auch der Punkt, an dem die Sehne ihn verlässt.

Der Recurve ist kein Versprechen. Er ist eine Geometrie, die erst mit Material, Masse und Auszug zu einem guten Wurfarm wird.

DER KERN VON TEIL I

© AN DER SCHIESSLINIE

Ein ungewöhnlich stark gebogener Wurfarm kann interessant sein. Prüfe trotzdem zuerst, ob die Kurve zu Deinem Auszug und zu Deiner Art des Durchziehens passt.

II

Wohin die Energie geht.

Beim Lösen verschwindet die gespeicherte Arbeit nicht. Ein Teil beschleunigt den Pfeil. Ein anderer Teil bleibt in Wurfarmen, Sehne und Mittelteil zurück - als Bewegung, Schwingung, Schall und Wärme.

03 Leichte Teile, schwerer Pfeil

04 Was im Bogen zurückbleibt

- danach: Teil III · Material, Stabilität, Auswahl

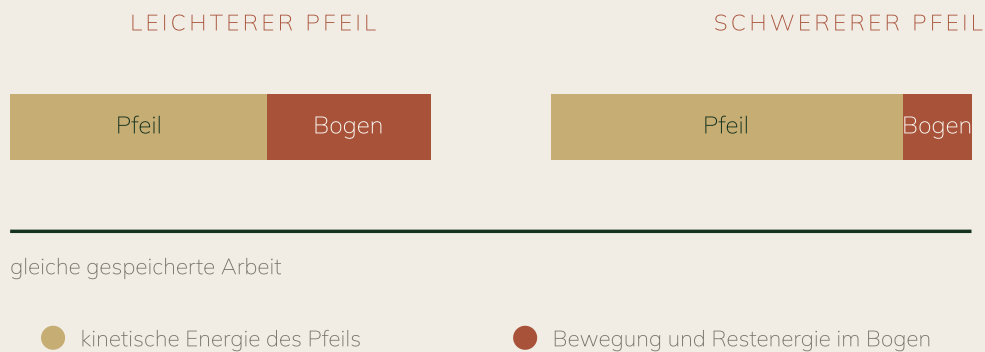
Leichte Teile, schwerer Pfeil

Der Pfeil ist nicht das Einzige, was beim Schuss beschleunigt wird. Auch die Wurfarme und die Sehne bewegen sich. Dafür brauchen sie Energie. Je mehr wirksame Masse im System beschleunigt werden muss, desto weniger der gespeicherten Arbeit steht dem Pfeil zur Verfügung.

In der Bogenphysik wird dieser Zusammenhang häufig mit der virtuellen Masse beschrieben. Sie ist keine Masse, die Du auf eine Waage legen kannst. Sie fasst zusammen, wie viel Bewegungsenergie in den Teilen des Bogens steckt, wenn der Pfeil die Sehne verlässt. Masse nahe an den Wurfarmspitzen wirkt dabei besonders stark, weil sie sich schnell bewegt.

Das erklärt zwei vertraute Beobachtungen. Erstens können leichte Wurfarme und leichte Tips die Energieübertragung verbessern. Zweitens steigt der Wirkungsgrad mit einem schwereren Pfeil, weil dessen Masse im Verhältnis zur bewegten Masse des Bogens größer wird. Der schwerere Pfeil fliegt trotzdem langsamer. Wirkungsgrad und Geschwindigkeit sind nicht dasselbe.

ABB. 3 · ZWEI WEGE FÜR DIESELBE GESPEICHERTE ARBEIT



Mehr Wirkungsgrad bedeutet nicht mehr Tempo. Ein schwererer Pfeil kann einen größeren Anteil der gespeicherten Arbeit aufnehmen und dennoch langsamer sein.

© AN DER SCHIESSLINIE

Beurteile Pfeilgeschwindigkeit nie ohne Pfeilmasse. Und schieße keinen Pfeil, der leichter ist als vom Hersteller für Dein System freigegeben. Ein Leerschuss ist der Extremfall: Der Pfeil nimmt gar keine Energie auf.

Was im Bogen zurückbleibt

Nicht jede gespeicherte Energie wird zu Pfeilenergie. Ein Teil beschleunigt die Wurfarme und die Sehne. Ein Teil wird durch innere Reibung im Material in Wärme umgewandelt. Ein Teil bleibt nach dem Pfeilabgang als Schwingung im Bogen und wird als Geräusch oder Bewegung spürbar.

Die innere Reibung heißt Hysterese. Wenn ein Material belastet und wieder entlastet wird, folgt es nicht exakt demselben Weg zurück. Die kleine Differenz ist verlorene mechanische Arbeit. Bei Verbundwerkstoffen hängt sie nicht nur vom Kern ab, sondern vom gesamten Aufbau: Fasern, Harz, Klebung, Geometrie und Fertigungsqualität wirken zusammen.

Das Schussgefühl ist deshalb ein Hinweis, aber kein vollständiges Messgerät. Ein ruhiger Bogen kann gut gedämpft sein. Er kann aber auch einfach mehr Energie in langsameren Schwingungen tragen, die weniger scharf wirken. Ein lebendiger Bogen kann effizient sein und trotzdem unangenehm schwingen. Erst der Vergleich unter gleichen Bedingungen trennt Eindruck und Ursache.

ABB. 4 · DIE ENERGIEBILANZ DES SCHUSSES



Restenergie muss irgendwohin. Nach dem Pfeilabgang wird sie im Bogen abgebaut. Dämpfung verändert, wie schnell und in welcher Form das geschieht.

© AN DER SCHIESSLINIE

Wenn ein Bogen plötzlich anders klingt oder stärker schwingt, suche zuerst nach einer Veränderung: Standhöhe, lockere Schrauben, beschädigte Sehne, gelöste Dämpfer oder sichtbare Wurfarmfehler. Ein neues Geräusch ist kein Tuningziel.

III

Material, Stabilität, *Auswahl.*

Wurfarme werden als Holz, Schaum, Carbon oder Graphen verkauft. Geschossen wird aber nie ein Material allein. Geschossen wird ein vollständiger Aufbau - mit einer bestimmten Geometrie, Masse und Fertigungsqualität.

05 Kern, Laminat und Schussgefühl

06 Steif in der richtigen Richtung

07 Wurfarme vergleichen

08 Was Trainer:innen beobachten

Kern, Laminat und Schussgefühl

Ein moderner Wurfarm ist ein Sandwich. Die äußeren Faserlagen tragen einen großen Teil der Zug- und Druckspannungen. Der Kern hält diese Lagen auf Abstand, nimmt Scherkräfte auf und prägt Masse sowie Dämpfung des Aufbaus. Erst zusammen entsteht der Wurfarm.

Holzkerne können sich ruhig und gedämpft anfühlen. Schaumkerne können leicht und gleichmäßig sein. Carbonlagen können hohe Steifigkeit bei geringer Masse ermöglichen. Diese Sätze beschreiben Tendenzen, keine Garantien. Holzart, Schaumrezeptur, Faserorientierung, Harz, Klebung, Breite, Dicke und Recurve-Geometrie können den Einfluss des Kernmaterials überlagern.

Darum ist die einfache Frage „Holz oder Schaum?“ oft zu klein. Die bessere Frage lautet: Wie verhält sich dieses Wurfarmpaar in meinem vollständigen System, bei meiner Auszugslänge und mit meinem Pfeil?

TAB. 1 · WAS MATERIALANGABEN LEISTEN - UND WAS NICHT

ANGABE	KANN BEEINFLUSSEN	BEWEIST NICHT
Holzkern	Masse, Dämpfung, Feuchte- und Temperaturverhalten	dass der Wurfarm langsam, weich oder instabil ist
Schaumkern	Masse, Gleichmäßigkeit, geringe Feuchteaufnahme	dass der Wurfarm schneller oder unangenehm hart ist
Carbonlagen	Steifigkeit, Masseverteilung, Rückstellverhalten	dass der Wurfarm präzise ist oder Fehler verzeiht
Marketingname	weist auf eine Konstruktionsidee hin	eine messbare Wirkung in Deinem Setup

ABB. 5 · DER WURFARM ALS VERBUND



Das Ganze schießt. Kein einzelnes Material erklärt Geschwindigkeit, Dämpfung oder Haltbarkeit. Der Aufbau und seine Fertigung entscheiden mit.

🎯 AN DER SCHIESSLINIE

Lass Dich von Materialbegriffen informieren, aber nicht entscheiden. Wenn zwei Wurfarme zur Wahl stehen, vergleiche sie im selben Mittelteil, mit derselben Sehne, Standhöhe und Pfeilmasse.

Steif in der richtigen Richtung

Ein Wurfbogen soll sich in Schussrichtung biegen. Seitlich soll er möglichst wenig nachgeben. Diese Verwindungssteifigkeit wird wichtig, weil die Sehne beim Fingerlösen nicht vollkommen gerade nach vorn geht. Auch Pfeilbiegung, Griffdruck und kleine Ausrichtungsfehler belasten das System seitlich.

Ein verwindungssteifer Wurfbogen hält die Sehnenbahn unter solchen Belastungen besser in seiner vorgesehenen Ebene. Das kann die Wiederholbarkeit unterstützen. Er macht einen unsaubereren Ablass aber nicht sauber und ersetzt weder eine ruhige Bogenhand noch ein passendes Tuning.

Auch hier ist Vorsicht bei Einzelwerten nötig. Messmethoden für Torsion unterscheiden sich in Last, Einspannung und Messpunkt. Werte verschiedener Quellen sind deshalb selten direkt vergleichbar. Sinnvoll ist der Vergleich nur, wenn dieselbe Methode auf mehrere Wurfbögen angewendet wird.

ABB. 6 · BIEGEN ERWÜNSCHT, VERDREHEN BEGRENZEN



Stabilität ist Richtungstreue. Der Wurfbogen muss elastisch sein, ohne seine seitliche Ausrichtung unnötig zu verlieren.

Ein stabiler Wurfbogen kann Wiederholbarkeit unterstützen. Er kann sie nicht für Dich herstellen.

STABILITÄT OHNE MYTHOS

© AN DER SCHIESSLINIE

Wenn die Gruppe seitlich streut, prüfe zuerst Ablass, Bogenhand, Button, Pfeil und Zentrierung. Ein neuer Wurfbogen ist keine Abkürzung um diese Arbeit herum.

Wurfarme vergleichen

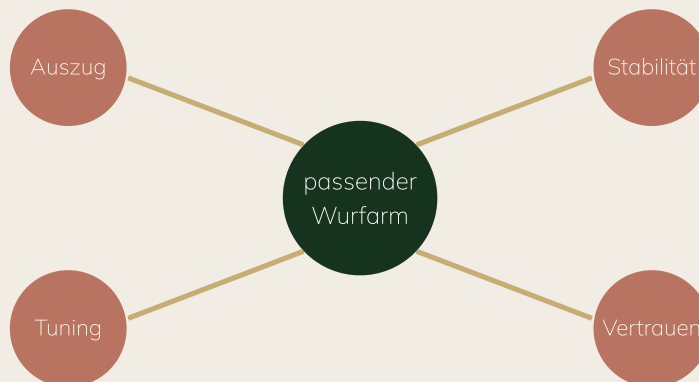
Ein guter Vergleich beginnt mit gleichen Bedingungen. Schon eine andere Sehne, eine veränderte Standhöhe oder ein anderes Pfeilgewicht kann Klang, Geschwindigkeit und Schussgefühl stärker verändern als der Unterschied zwischen zwei Wurfarmpaaren.

Darum lohnt sich ein kleiner Testplan. Er muss nicht wissenschaftlich perfekt sein. Er muss nur verhindern, dass gleichzeitig mehrere Dinge verändert werden. Nimm Dir Zeit, die Wurfarme auf Zuggewicht, Tiller und Zentrierung einzustellen. Schieße genug Pfeile, damit der erste Eindruck nicht allein entscheidet.

TAB. 2 · EIN FAIRER VERGLEICH IN FÜNF SCHRITTEN

SCHRITT	KONSTANT HALTEN	BEOBACHTEN
1 · Aufbau	Mittelteil, Sehne, Nockpunkt, Button, Pfeil	Passung, Zentrierung, sichtbare Qualität
2 · Einstellung	Zuggewicht am Klicker, Tiller, Standhöhe	Kraftgefühl im letzten Teil des Auszugs
3 · Einschießen	gleiche Technik und Entfernung	Klang, Vibration, Stabilität des Visierbilds
4 · Messen	gleiche Pfeilmasse und Messmethode	Geschwindigkeit als ein Wert unter mehreren
5 · Entscheiden	mehrere Serien, nicht nur drei Pfeile	Wiederholbarkeit, Ermüdung, Vertrauen

ABB. 7 · WAS EIN WURFARM FÜR DICH LEISTEN MUSS



Die schnellste Lösung ist nicht automatisch die beste. Ein Wurfarm muss zu Deinem Bewegungsablauf passen und über viele Pfeile wiederholbar bleiben.

© AN DER SCHIESSLINIE

Wenn Du beim Testen ständig über den Wurfarm nachdenkst, ist das eine Information. Gute Ausrüstung tritt im Schussablauf in den Hintergrund.

Was Trainer:innen beobachten

W

urfarme werden oft dann zum Thema, wenn etwas im Schuss nicht mehr ruhig wirkt: Der Klicker wird schwer, die Hand springt, der Bogen klingt hart oder die Gruppe öffnet sich. Nicht jedes dieser Zeichen kommt vom Wurfarm. Aber jedes verdient eine geordnete Prüfung.

Trainer:innen helfen am meisten, wenn sie Material und Technik nicht gegeneinander ausspielen. Ein zu hoher Kraftanstieg am individuellen Auszug kann die Bewegung erschweren. Eine unstete Rückenspannung kann denselben Eindruck erzeugen. Ein veränderter Klang kann von einem Schaden kommen - oder von einer gelockerten Schraube.

Die Aufgabe ist deshalb nicht, schnell eine Ursache zu benennen. Die Aufgabe ist, Veränderungen zu isolieren.

- ⊙ **Auszug beobachten.** Wird der letzte Zentimeter vor dem Klicker sichtbar langsamer oder bricht die Linie zusammen?
- ⊙ **Setup dokumentieren.** Standhöhe, Tiller, Zuggewicht am Klicker, Sehne und Pfeilmasse gehören in die Trainingsnotiz.
- ⊙ **Geräusche ernst nehmen.** Ein plötzlich neues Knacken, Surren oder Schlagen verlangt eine Sicht- und Funktionsprüfung.
- ⊙ **Wurfarme paarweise prüfen.** Achte auf Risse, Delamination, verdrehte Tips, beschädigte Nocken und ungewöhnliche Spuren an der Sehnenlage.
- ⊙ **Nur eine Variable ändern.** Sonst ist nachher unklar, ob Wurfarm, Sehne, Button oder Technik die Wirkung erzeugt hat.

*Material kann eine Bewegung erleichtern oder erschweren.
Lernen muss der Körper sie trotzdem.*

DIE GRENZE DER AUSTRÜSTUNG

⊙ AN DER SCHIESSLINIE

Bei sichtbaren Schäden, ungewöhnlicher Verformung oder einem plötzlich veränderten Geräusch: **Training stoppen**, Bogen entspannen und das Material fachkundig prüfen lassen.

Fachliche Grundlage

1. Kooi, B. W. (1991): On the mechanics of the modern working-recurve bow. Computational Mechanics 8, 291-304. DOI: 10.1007/BF00369887.
2. Kooi, B. W. (1981): On the mechanics of the bow and arrow. Journal of Engineering Mathematics 15, 119-145. DOI: 10.1007/BF00052515.
3. Kooi, B. W. (1994): The Design of the Bow. Proceedings Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen 97(3), 1-27.
4. Zaniewski, I. (2009): Modeling of the archery bow and arrow vibrations. Shock and Vibration 16, 307-317. DOI: 10.3233/SAV-2009-0470.
5. Heo, W. W. et al. (2023): Manufacture and Vibration-Damping Effect of Composites for Archery Carbon Fiber-Reinforced Polymer Limb with Glass Fiber-Reinforced Polymer Stabilizer. Materials 16, 4048. DOI: 10.3390/ma16114048.

Vier Einsichten

Ein guter Wurfarm ist nicht der, der am meisten verspricht. Es ist der, der seine Arbeit wiederholbar in Deinen Schuss einfügt.

FACHBEREICH BOGENSPORT · ASC GÖTTINGEN

01

Die Kurve zählt. Das Zuggewicht am Anker ist nur ein Punkt. Gespeicherte Arbeit und Auszugsgefühl entstehen über den ganzen Weg.

02

Energie hat mehrere Wege. Sie beschleunigt den Pfeil, bewegt den Bogen und geht teilweise als Wärme, Schall und Vibration verloren.

03

Das Ganze schießt. Kern, Laminat, Geometrie, Masseverteilung und Fertigung wirken zusammen. Ein Materialname ist kein Ergebnis.

04

Passung schlägt Mythos. Der richtige Wurfarm passt zu Auszug, Pfeil, Technik und Trainingsalltag - und bleibt dabei unauffällig.



ASC · BOGENSPORT
GÖTTINGEN

FACHBEREICH BOGENSPORT
LEITFADEN · EDITION 2026

Der arbeitende *Wurfarm.*

Ein Leitfaden über Energie, Geometrie und Material moderner Recurve-
Wurfarme - für Trainer:innen und Sportler:innen, die Ausrüstung verstehen
wollen, ohne ihr mehr zu versprechen, als sie leisten kann.

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

www.bogenschiessen-goettingen.de