

Auszüge aus diesem Beitrag erschienen in der Juli/August-Ausgabe 1996 des Bogensport Magazins im Verlag Herrmann Kuhn GmbH & Co. KG, Villingen-Schwenningen

Das Geheimnis des Visiers

Das Visier beim Bogenschießen

Horst Reindl

Bis zur Ablösung durch Pulver und Blei dienten Pfeil und Bogen noch als Jagdgerät und Waffe. Visiereinrichtungen waren jedoch damals noch unbekannt. Robin Hood, Dschingis Khan, die Indianer Nordamerikas, die englischen Langbogenschützen des Mittelalters, die japanischen Samurai, die Reiter des osmanischen Reiches und all die anderen Bogenschützen von der Steinzeit bis in die jüngste Neuzeit wußten noch nichts davon. Auch die Naturvölker, die heute noch mit Pfeil und Bogen jagen, sind auf dem gleichen Stand der Technik und kommen ohne Zielhilfe aus. Alle damaligen Bogenschützen zielten und schossen "instinktiv". Das Ziel wurde über das Gesamtbild des Bogenarmes, des Pfeiles und des Bogens erfaßt, das Gerät wurde unbewußt in die richtige Position gebracht. Wer davon abhing, daß sein Pfeil schnell das Ziel erreichte, hatte nicht die Zeit, ein Visier einzustellen und gemächlich zu zielen. Dauerte der Vorgang zu lange, sanken die Chancen für den Jäger oder es drohte gar die Vernichtung durch des Gegners Pfeil. Diese Fähigkeit, rasch und ohne zeitraubendes Visieren zu treffen, wurde durch andauernde Übung, beginnend in frühester Jugend, erworben.

Heute sieht das ganz anders aus. Bis auf die Traditionalisten, wie die Kyudoka und Langbogenschützen, die das instinktive Schießen bewußt pflegen, verwenden alle Bogenschützen Visiereinrichtungen oder Visiersysteme. Selbst die den früheren Bogenschützen noch sehr nahe kommenden Blankbogenschützen zielen und visieren systematisch. Sie wenden das sogenannte "String-walking" an, eine Visiermethode, bei der durch unterschiedliches Positionieren der Pfeilhand auf der Sehne der zur jeweiligen Entfernung passende Abschußwinkel eingestellt wird. Das Abgreifen des Abstandes unterhalb des Pfeiles entspricht dem Einstellen des Visiers, die Pfeilspitze dient als Anhaltspunkt, als Visierkorn.

Die Visierschützen machen eigentlich nichts anderes. Sie halten statt der Pfeilspitze das Visierkorn oder den Visierring ins Ziel und verstellen den Abschußwinkel, indem sie statt der Finger auf der Sehne das Korn auf einer Schiene nach oben oder unten verschieben. Die Compoundschützen gehen noch ein bißchen weiter, sie benutzen zusätzlich noch "Peep-sight" und "Scope", also eine Kimme und eine vergrößernde Zieloptik.

Visierkurve

Die meisten Bogensportler kennen die Visierkurve, d. h. die Abhängigkeit der Visiereinstellung von der Entfernung, wie sie in Abbildung 1 dargestellt ist. Wie kommt diese Kurve zustande, warum muß man das Visierkorn weiter nach unten schieben, wenn man auf größere Distanzen schießen will?

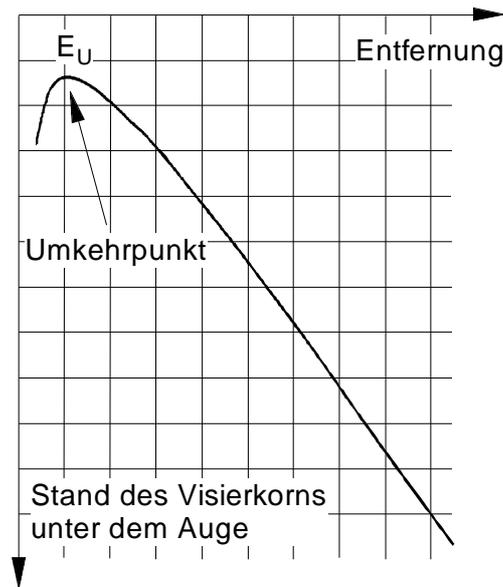


Abbildung 1: Typische Visierkurve

Betrachten wir doch einmal den Vorgang des Zielens mit einer Visiermarke. Beim Zielen wird die Visiermarke auf die Verbindungslinie Auge - Ziel gebracht. Der Pfeil befindet sich unterhalb des Auges und folgt einer Kurve ins Ziel, die natürlich von der Visierlinie abweicht. Um den Pfeil für größere Distanzen ins Ziel zu bringen, muß der Bogen um einen kleinen Winkel angehoben werden. Dabei gerät eine Visiermarke, die sich vorher zwischen Auge und Ziel befand, über die Visierlinie. Um das auszugleichen, muß die Marke wieder nach unten geschoben werden, und zwar um so weiter, je größer der Abschlußwinkel ist. Deshalb bewegt sich mit zunehmenden Entfernungen die Visiermarke immer weiter nach unten.

Die Visierkurve (Abb. 1) ist nun nichts anderes als die Darstellung der Abhängigkeit des Abschlußwinkels von der Zielentfernung. Für die praktische Anwendung wird der Abschlußwinkel ersetzt durch die Visierskalenwerte, die sich über die Geometrie des Systems Schütze-Bogen-Visier-Ziel aus den Abschlußwinkeln ableiten lassen.

Bei der Visierkurve fällt aber eine Merkwürdigkeit auf. Für große Entfernungen ist der Abschlußwinkel groß, d. h. die Visiermarke ist weit unten. Die Kurve steigt dann mit abnehmender Entfernung, aber nur bis zu einem Umkehrpunkt, der bei den meisten Bogen zwischen 8 und 12 Metern liegt. Bei Entfernungen darunter fällt die Kurve wieder, d. h. das Korn wandert wieder nach unten, der Zielwinkel wird wieder größer! Die Flugbahn des Pfeiles und damit der Abschlußwinkel werden hauptsächlich beeinflusst durch die Erdanziehung und den Luftwiderstand, der aber bei kleinen Entfernungen keine große Rolle spielt. Für die theoretische Entfernung null Meter wäre der Abschlußwinkel sogar null. Es muß also außer Schwerkraft und Luftwiderstand noch einen anderen Einfluß geben, der den Abschlußwinkel für kurze Distanzen wieder anwachsen und die Visierkurve umkehren läßt.

Parallaxeneffekt

Um diesem Effekt auf die Spur zu kommen, lassen wir Schwerkraft und Luftwiderstand einmal außer acht. Wie in Abb. 2 für zwei unterschiedliche Entfernungen E_1 und E_2 dargestellt, befinden sich Auge, Visierkorn und Ziel jeweils auf einer Linie. Der Pfeil hat den Abstand A unter dem Auge und würde ohne Gravitation gerade ins Ziel fliegen. Das Korn hat die Abstände h_p unter und VL vor dem Auge. Die Visierlinie bildet mit der Linie Pfeil - Ziel einen Winkel. Dieser sogenannte Parallaxenwinkel δ ist um so größer, je kleiner die Zielentfernung ist.

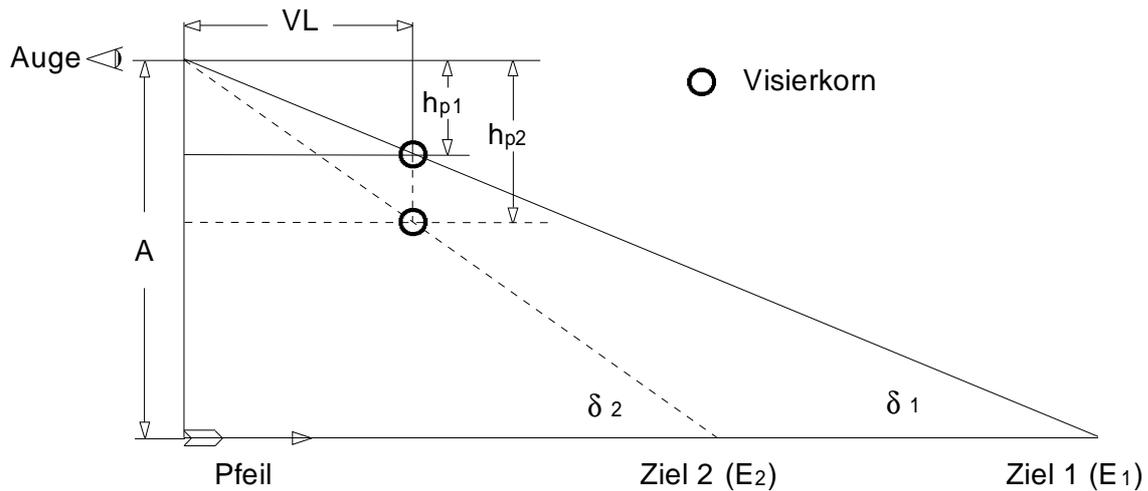


Abbildung 2: Parallaxe bei der Visiereinstellung

Die zwei Zielentfernungen E₁ und E₂ ergeben unterschiedliche Winkel δ₁ und δ₂. Diese Winkel hängen neben der Entfernung nur von den Abmessungen des Schützen und des Bogens, nicht aber vom Zuggewicht des Bogens ab. Bei den Blankbogenschützen, bei denen durch den augennahen Anker sich der Pfeil nur wenige mm unterhalb des Auges befindet, tritt der Parallaxeneffekt praktisch nicht auf. Bei den Visierschützen, die unter dem Kinn ankern, betragen diese Winkel für Distanzen von 6 bzw. 50 Metern etwa 1,24° bzw. 0,15°. Befindet sich das Visierkorn für E₁ um den Abstand h_{p1} unter dem Auge, so bewegt es sich für E₂ weiter nach unten, und der Abstand zum Auge vergrößert sich auf h_{p2}, das Visierkorn muß also für kürzere Distanzen weiter unten stehen. Aus den Ähnlichkeitsgesetzen für Dreiecke kann man ableiten:

$$\frac{h_p}{VL} = \frac{A}{E} \quad \text{oder} \quad h_p = \frac{VL \cdot A}{E}$$

Die Größen A und VL sind durch die Körpermaße des Schützen und die Länge des Visiervorbaues bestimmt. Der Abstand h_p ist für große Zielentfernungen sehr klein und wird erst für Entfernungen unter ca. 30 Meter deutlich größer. Die Kurve für diesen Zusammenhang wird durch den Ast einer Hyperbel gebildet (Abb. 3 u. 6). In der Abb. 3 ist der Abstand h_p dargestellt, um den sich das Visierkorn aufgrund des Parallaxeneffektes unter dem Auge befinden müßte. Dabei sind ein Pfeilabstand von 13 cm unter und ein Visierabstand von 1 m vor dem Auge angenommen.

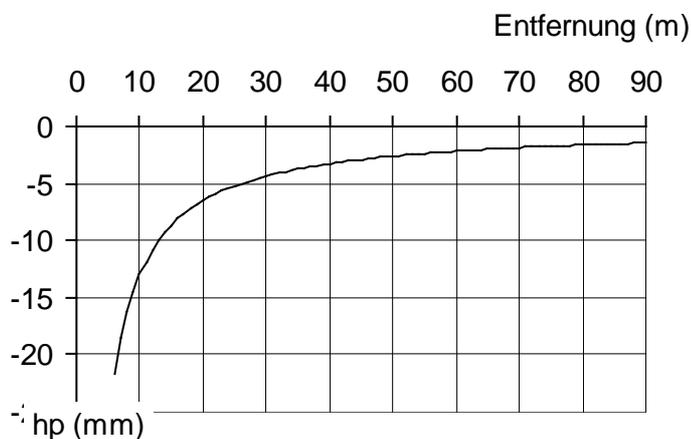


Abb. 3: Einfluß der Parallaxe auf die Visiereinstellung

Schwerkraft und Luftwiderstand

Wenn sich Auge, Pfeil und Ziel auf einer waagerechten Linie befinden, ist der Parallaxenwinkel null und die Visiereinstellung wird nur von Schwerkraft und Luftwiderstand beeinflusst. Allerdings würde der Pfeil unter dem Ziel einschlagen. Um das zu vermeiden, muß der Bogen um den Winkel α angehoben werden. Das Visierkorn wird ja mitgehoben und muß um h_s nach unten verschoben werden, damit es wieder zwischen Auge und Ziel kommt (Abb. 4).

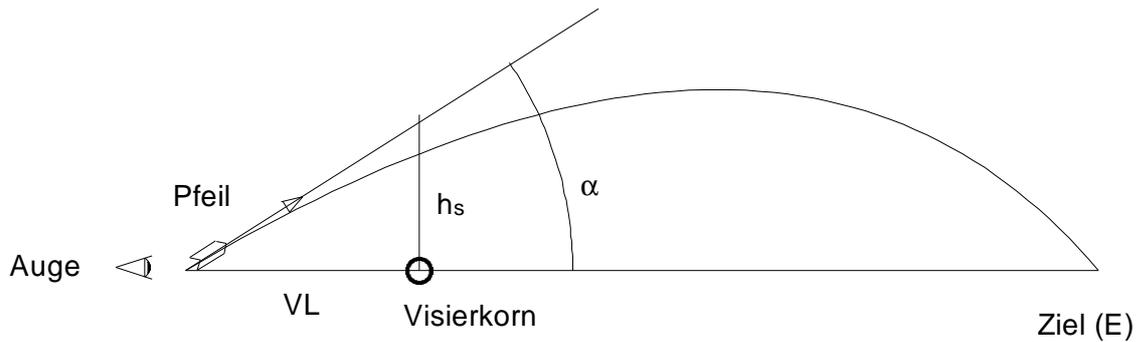


Abb. 4: Visiereinstellung beim Abschußwinkel α

Aus Abb. 4 ergibt sich:

$$h_s = VL \cdot \tan \alpha$$

Die Abhängigkeit von α und damit von h_s von der Entfernung ist wegen des Luftwiderstandes nicht so leicht zu berechnen wie der Einfluß der Parallaxe. Mit dem Computer läßt sich jedoch auch dieses Problem lösen. Abschußwinkel und h_s sind in dem uns interessierenden Bereich zwischen 6 und 90 m fast linear von der Entfernung abhängig. Wie in Abb. 5 gezeigt, werden Abschußwinkel und h_s mit zunehmender Entfernung größer, spielen aber für Entfernungen unter ca. 10 Metern keine große Rolle.

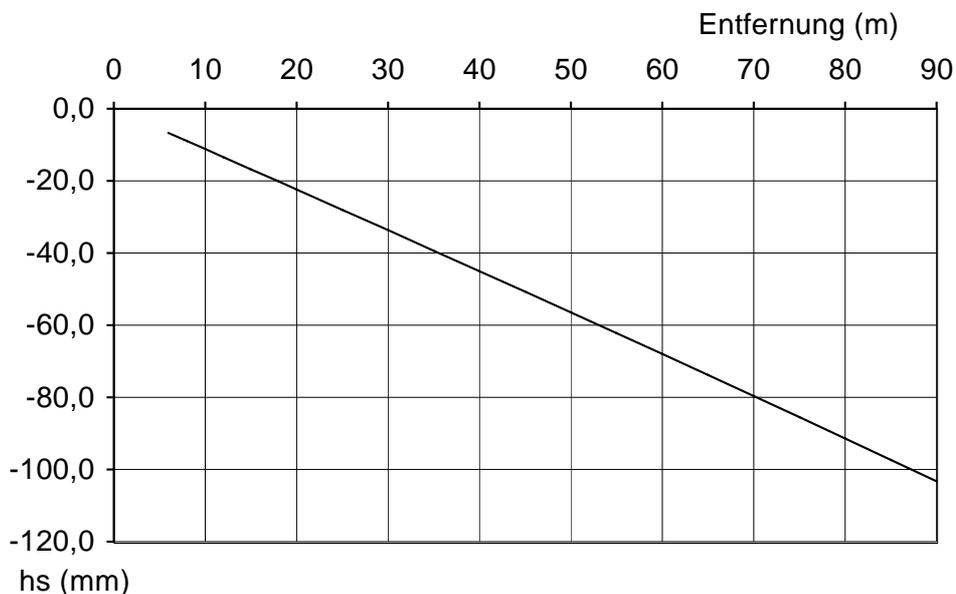


Abb. 5: Einfluß von Gravitation und Luftwiderstand auf die Visiereinstellung

Diese Kurve gilt für einen Bogen von 40 lbs, einen Pfeil von 17 g (Alu-Carbon), für die Körpermaße eines mittleren Schützen und einen Visierabstand zum Auge von 1 Meter. Für 90 m muß man demnach das Visier um rund 103 mm nach unten schieben, um den Abschlußwinkel von etwa 5,5° zu erzeugen. Von den 103 mm werden etwa 100 durch die Schwerkraft und 3 durch den Luftwiderstand verursacht.

Kombination aller Einflüsse

Berücksichtigt man nun die drei Einflüsse, Parallaxeneffekt, Luftwiderstand und Schwerkraft zusammen, so erhält man die Visierkurve (Abb. 6). Die Wirkung von Gravitation und Luftwiderstand auf die Visierkurve wird unterhalb des Umkehrpunktes durch den Parallaxeneffekt übertroffen. Der Stand des Visierkorns wird durch die Summe der zwei Werte h_p und h_s bestimmt (Abb. 6):

$$h = h_p + h_s$$

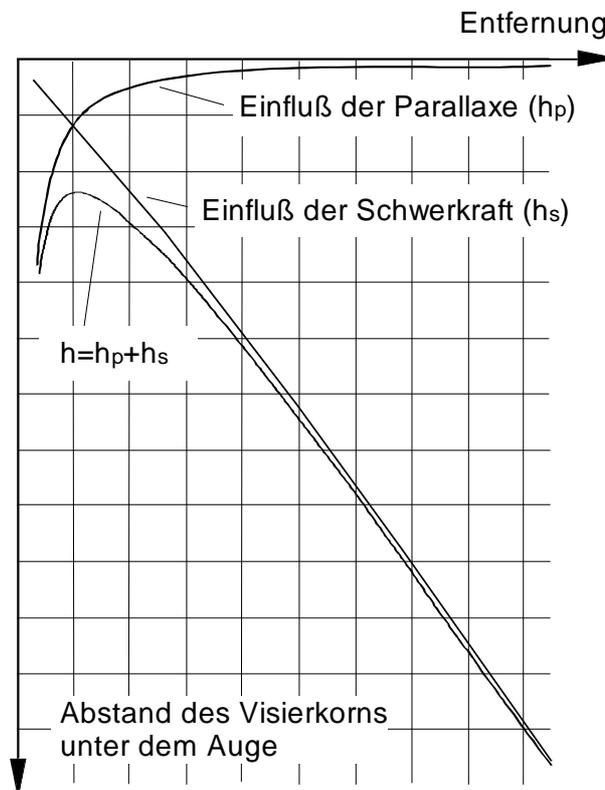


Abb. 6 Visierkurve

Bestimmung der Pfeilgeschwindigkeit aus der Visierkurve

Da der Luftwiderstand bei kleinen Entfernungen vernachlässigbar ist, gilt bei weniger als 15 Metern mit guter Näherung:

$$h = \frac{VL \cdot A}{E} + VL \cdot \tan\left(0,5 \cdot \arcsin \frac{E \cdot g}{v_0^2}\right)$$

v_0 ist hier die Abschlußgeschwindigkeit und g steht für die Erdbeschleunigung (9,81 m/s²). Wir wollen diese Formel nicht weiter untersuchen, sie soll uns nur helfen, die Abschlußgeschwindigkeit unseres Pfeiles näherungsweise abzuschätzen. Nach ein bißchen Umformen und Differenzieren erhalten wir eine einfachere Gleichung:

$$v_0 = E_U \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot A}}$$

E_U ist die Entfernung für den Umkehrpunkt in der Visierkurve (Abb. 1). Wenn wir die Entfernungen und die zugehörigen Visiereinstellungen "ausschießen", d. h. durch Probieren ermitteln, können wir die Visierkurve zeichnen, daraus die Distanz E_U für den Umkehrpunkt entnehmen und die Abschlußgeschwindigkeit berechnen. Für einen Abstand Auge-Pfeil von $A=0,13$ m ergeben sich für verschiedene Umkehrpunkte E_U folgende Abschlußgeschwindigkeiten:

E_U (m)	8	9	10	11	12
v_0 (m/s)	49	55	61	68	74

Alle diese Betrachtungen helfen sicher, die Funktion des Visiers besser zu verstehen. Eines sollte dem Schützen aber klar sein: Über die Scheibe verteilte Streuungen lassen sich nicht mit theoretischen Rechenspielerien oder mit Visierakrobatik verringern, sondern nur durch Training, sauberen Stil und gut abgestimmtes Material.