

## Feldbogenschießen im Gelände Rauf oder runter, halte drunter

Warum muß man bei Schüssen im Gelände „abziehen“?

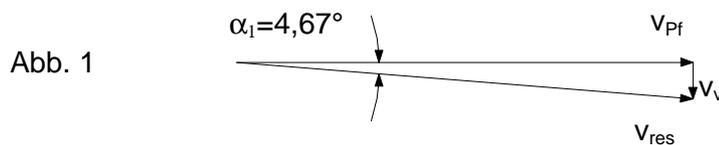
Rauf oder runter, halte drunter! Dieser alte Jägerspruch beruht auf der Erfahrung, daß man bei einem Gewehrschuß bergauf oder bergab nicht ins Ziel halten darf, sondern darunter anhalten muß. Hält man ins Ziel, geht der Schuß zu hoch. Das ist beim Bogenschießen genauso. Um im Gelände Hochschüsse zu vermeiden, muß man eine geringere Entfernung am Visier einstellen. Bei den Blankbogenschützen entspricht das einem tieferen Abgriff auf der Sehne, also einem Abgriff für eine kürzere Distanz.

Warum ist das so? Es klingt paradox, daß man bergauf, wo der Pfeil ja gegen die Schwerkraft steigen muß, eine kürzere Distanz einstellen oder tiefer abgreifen muß als in der Ebene. Bergab ist es noch eher einzusehen, da ja hier die Schwerkraft den Pfeilflug unterstützt.

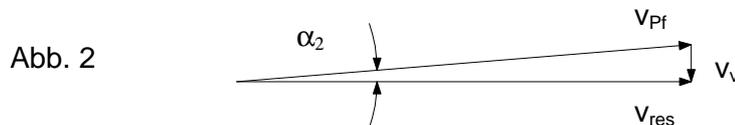
Ursache für den Effekt ist der Unterschied in der Richtung des Pfeilfluges und der Schwerkraft. Untersuchen wir doch die Situation in einer vereinfachten Darstellung. Vereinfacht deswegen, weil wir hier den Luftwiderstand ebenso außer acht lassen können wie die Tatsache, daß der Pfeil unterhalb der Linie Auge-Visier-Ziel abgeschossen wird. Der Luftwiderstand kann für die Feldbogenentfernungen vernachlässigt werden.

Wenn wir z. B. einen Pfeil mit einer Geschwindigkeit von 60 m/s waagrecht auf eine 30 m entfernte Scheibe abschießen würden, träfe er durch die Erdanziehung etwa 1,24 m unterhalb des Zentrums auf, das entspricht einem Winkel von der Waagerechten nach unten von etwa 2,34°. In Wirklichkeit ist die Abweichung wegen des Luftwiderstandes geringfügig größer, aber den haben wir ja ausgeklammert. Bei 60 m wäre der Winkel schon 4,67°.

Betrachten wir das Ganze einmal im Hinblick auf die Geschwindigkeiten. Bei der angenommenen Geschwindigkeit von 60 m/s fliegt der Pfeil hier 1 Sekunde. In dieser Sekunde senkt er sich wegen der Schwerkraft um 4,9 m wenn wir ihn genau waagrecht abschießen. Seine mittlere Geschwindigkeit beträgt also horizontal  $v_{Pf} = 60$  m/s und vertikal nach unten  $v_v = 4,9$  m/s. Setzt man die beiden Geschwindigkeiten, die einen rechten Winkel bilden, nach Größe und Richtung zusammen, erhält man die resultierende Geschwindigkeit des Pfeils  $v_{res}$ . Die Richtung von  $v_{res}$  bildet mit der Waagerechten den Winkel von  $\alpha_1 = 4,67^\circ$ .



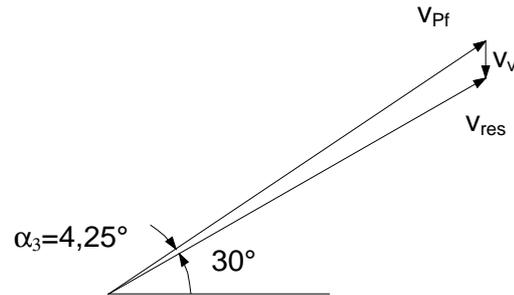
Um ins Zentrum zu treffen, müssen wir den Bogen also anheben.



Wenn man es ganz genau nimmt, etwas mehr, da ja die Winkel in Abb. 1 und 2 nicht genau gleich sind.  $v_{Pf}$  und  $v_v$  stehen in Abb. 2 nicht mehr im rechten Winkel zueinander. Der Unterschied zwischen  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  beträgt aber nur 0,01°.

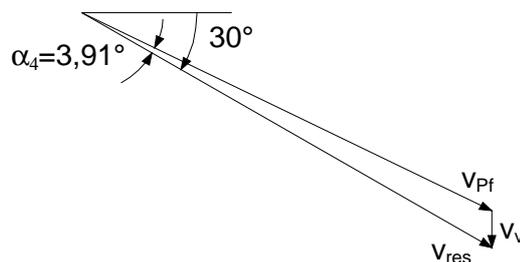
Um diesen Winkel, den sogenannten Überhöhungswinkel, müssen wir den Bogen anheben, damit der Pfeil wieder ins Zentrum trifft. Wie wir oben gesehen haben, ist der Winkel um so kleiner, je kürzer die Distanz ist.

Wie sieht das aus, wenn wir den Pfeil in Richtung einer 60 m entfernten Scheibe 30 ° nach oben abschießen? Auch hier würde der Pfeil wieder unterhalb der Scheibe durchgehen und wir müssen den Bogen entsprechend anheben damit die Richtung der resultierenden Geschwindigkeit  $v_{res}$  wieder ins Ziel zeigt.



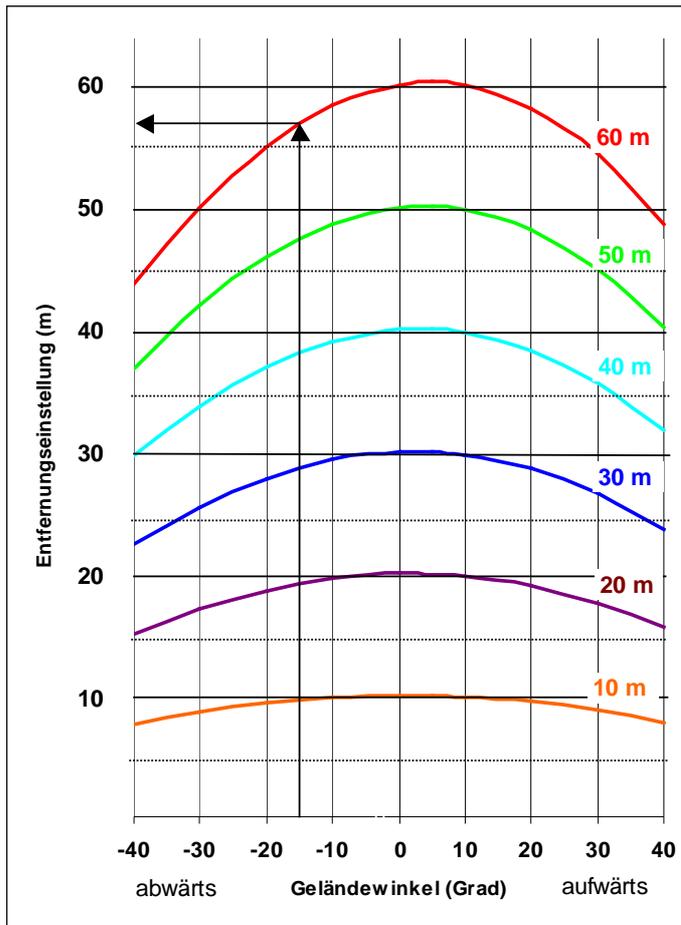
Weil aber Pfeilabschußrichtung  $v_{Pf}$  und Schwerkraft  $v_v$  beim Aufwärtsschuß keinen rechten sondern einen kleineren Winkel zueinander bilden, ergibt sich auch ein anderer Überhöhungswinkel  $\alpha_3$  zwischen  $v_{Pf}$  und  $v_{res}$  und zwar ein kleinerer als beim Schuß in der Ebene, hier  $\alpha_3 = 4,25^\circ$ . Ein kleinerer Winkel entspricht aber einer kleineren Entfernung. In der Ebene würde man  $4,25^\circ$  für eine Entfernung von ca. 55 m einstellen. Mit der Visiereinstellung oder dem Abgriff auf der Sehne für 55 m in der Ebene trifft man bei  $30^\circ$  aufwärts auf 60 m bei einer Abschlußgeschwindigkeit von 60 m/s.

Beim Abwärtsschuß stehen  $v_{Pf}$  und  $v_v$  ebenfalls in einem anderen Winkel zueinander als in der Ebene. Auch die resultierende Geschwindigkeit  $v_{res}$  und  $v_{Pf}$  bilden einen anderen, kleineren Winkel  $\alpha_4$  als in der Ebene, nämlich  $3,91^\circ$  für 60 m und  $30^\circ$  abwärts. Das entspricht also einer noch kürzeren Distanz in der Ebene, nämlich 50 m.



Damit wird auch klar, daß man bei Abwärtsschüssen einen anderen resultierenden Winkel erhält als bei Aufwärtsschüssen auf die gleiche Entfernung, da  $v_{Pf}$  und  $v_v$  einen stumpfen Winkel bilden (also größer als ein rechter Winkel).

Man kann nun die entsprechenden Überhöhungswinkel für die verschiedenen Steigungen und Gefälle des Geländes ausrechnen. In dem folgenden Diagramm sind die einzustellenden Werte (Visier oder Sehnenabgriff) für die tatsächlichen Zielentfernungen von 10 bis 60 m als farbige Kurven bei einer Pfeilgeschwindigkeit von 60 m/s für Geländewinkel von  $40^\circ$  abwärts bis  $40^\circ$  aufwärts dargestellt. Der Geländewinkel  $0^\circ$  steht für einen Schuß in der Ebene.



Wie man die Entfernungseinstellung aus dem Diagramm ablesen kann, soll in einem Beispiel erläutert werden. Die Pfeilgeschwindigkeit wird mit 60 m/s (ca. 200 fps) angenommen, die tatsächliche Zielentfernung soll 60 Meter bei einem Gefälle von 15° bergab betragen: Geht man im Diagramm bei -15° nach oben, trifft die Linie die rote 60-m-Kurve bei ca. 57 Meter, d. h. am Visier sind 57 Meter einzustellen. Bei einer Distanz von 40 Metern (türkisfarbene Kurve) wären 38 Meter einzustellen.

Bei Berücksichtigung des Luftwiderstandes verändern sich die am Visier einzustellenden Werte für Auf- und Abwärtsschüsse im Bereich der Feldbogenentfernungen gegenüber den Werten ohne Luftwiderstand nur geringfügig. Bei der angenommenen Abschußgeschwindigkeit von 60 m/s, einer Distanz von 60 m und einem Geländewinkel von 40° wäre der Unterschied deutlich geringer als ein Meter. Nun sind 40° Steigung oder Gefälle (45° entsprechen 100%!) beim Feldbogenschießen ziemlich selten. Bei allen Werten darunter sind die Unterschiede noch kleiner, ebenso wie bei höheren Pfeilgeschwindigkeiten. Allenfalls bei niedrigen Abschußgeschwindigkeiten und dicken Alu- oder Holzpfeilen steigt bei Entfernungen ab ca. 50 m der Unterschied zum Vakuum auf etwas mehr als 1 Meter.

Im Diagramm fällt auf, daß die Kurven nicht symmetrisch zur 0°-Achse (der Ebene) sind. Wegen der unterschiedlichen Winkel zwischen Pfeilrichtung und Schwerkraft bei Auf- und Abwärtsschüssen tritt der größte Überhöhungswinkel etwa bei 5° aufwärts auf. Das heißt, daß man zwischen 0° und 10° aufwärts minimal zugeben, also eine etwas größere Entfernung einstellen müßte. Da der Effekt aber klein ist (<1m) und erst bei größeren Entfernungen auftritt, kann er vernachlässigt werden. Höchstens bei Pfeilgeschwindigkeiten, die deutlich unter 60 m/s liegen, wäre dieser Effekt zu berücksichtigen.

Aus der Berechnung und dem Diagramm ergibt sich zusammenfassend:

- Je größer die Pfeilgeschwindigkeit, desto kleiner der Unterschied in den Überhöhungswinkeln zwischen Schüssen in der Ebene, bergauf oder bergab, d. h., je größer die Pfeilgeschwindigkeit, desto weniger muß man „abziehen“. Hier sind die Compoundschützen klar im Vorteil.
- Je größer die Entfernung, desto größer der Effekt, desto mehr muß man „abziehen“
- Je größer der Geländewinkel, desto größer der Unterschied zur Ebene, desto mehr ist „abzuziehen“
- Bei gleichem Winkel und gleicher Entfernung muß man bergab mehr „abziehen“ als bergauf
- Bei einem Geländewinkel bis etwa  $10^\circ$  bergauf kann man für alle Feldbogenentfernungen, also bis 60 m, die gleiche Entfernung wie in der Ebene einstellen. Bei Schüssen bis  $10^\circ$  bergab kann man bei Entfernungen bis ca. 30 m die gleiche Entfernung wie in der Ebene einstellen. Über 30 m oder über  $10^\circ$  abwärts muß „abgezogen“ werden.
- Es ist darauf zu achten, daß sich bei den leichten Steigungen oder Gefällen kein Haltungsfehler einschleicht, daß die T-Haltung beibehalten wird.
- Der Unterschied zwischen Vakuum und Luft kann bei den Feldbogenentfernungen, also bis 60 m vernachlässigt werden, da er deutlich kleiner als 1 m ist.

Der Effekt ist abhängig von der Pfeilgeschwindigkeit, damit von der Pfeilmasse, dem Pfeildurchmesser, der Befiederung, der Wurfarmstärke, der Auszugslänge, der Bogengeometrie (Recurve oder Compound) und dem Wirkungsgrad des Bogens.

Allen Berechnungen wurde hier eine Pfeilgeschwindigkeit von 60 m/s zugrunde gelegt. Das ist die Geschwindigkeit die etwa mit einem Bogen mit 38-lbs-Wurfarmen und Alu-Carbon-Pfeilen erzielt wird. Für alle anderen Geschwindigkeiten ergeben sich natürlich andere Werte.

Alle diese theoretischen Überlegungen und Berechnungen helfen vielleicht manchem Feldbogenschützen, seine Visiereinstellung beim Aufwärts- oder Abwärtsschuß zu verbessern, aber am Pflöck ist trotzdem jeder allein und muß sein Bestes geben, um einen sauberen Schuß ins Ziel zu bringen.