

Optik für Schützen

Die Optik ist in der Physik ein wohl erforschtes Gebiet, jedoch fehlen weitgehend Darstellungen, die sich konkret auf die Verwendung von optischen Geräten als Ziel-Optik ausrichten. Genau damit aber hat es der Schütze zu tun und dieser Artikel soll Fragen zu Themen wie Absehen, Parallaxe, Austrittspupille u.ä. beantworten. Die Perspektive auf das Thema ist die des Präzisions-Gewehrschützen, in deren Mittelpunkt das Zielfernrohr steht.

1. Winkelmaße (MOA, MIL und Rad)

In der Anwendung und Beschreibung von Zielfernrohr-(ZF-)Gewehren muss man häufig mit kleinen Winkeln arbeiten. Deshalb hier einführend die wichtigsten Winkeleinheiten sowie einige Beziehungen, die besonders im Umgang mit kleinen Winkeln von Nutzen sind.

Das geläufigste Winkelmaß ist wohl das „Grad“, welches man definiert, indem man den Vollkreis in 360 gleiche Sektoren aufteilt. Für die Arbeit mit kleinen Winkeln teilt man das Winkelgrad nochmals in sechzig gleiche Sektoren und erhält die Bogen- oder Winkelminute (engl.: minute of angle, MOA), also

$$\boxed{1 \text{ MOA} = 1/60 \text{ Grad}}$$

Besonders praktisch für Rechnungen, wie sie beim Schiessen auftreten, ist das „Promille“, in der englischen Literatur häufig als „MIL“ bezeichnet. Mathematisch gesprochen ist das der Tangens (Formel 1.5) des Winkels, definiert als Verhältnis G/g (Bild 1.1) in Tausendstel.

☞ Formel 1.1

$$\boxed{\alpha[\text{MIL}] = G/g \cdot 1000 = G[\text{mm}] / g[\text{m}]}$$

(gilt nur für kleine Winkel)

In der Mathematik benutzt man ein drittes Maß, das so genannte Bogenmaß „Rad“. Das Bogenmaß bezeichnet die Länge des Bogens, der vom Winkel bestrichen wird, am Einheitskreis (Kreis mit Radius 1). Der Vollkreis erhält das Maß 2π ($\pi \cong 3.14$), was seinem Umfang entspricht. Da der Vollkreis in Grad das Maß 360 erhält, ergibt sich folgende Umrechnungsformel:

☞ Formel 1.2

$$\boxed{\alpha[\text{grad}] = \alpha[\text{rad}] \cdot 360/2\pi \Rightarrow \alpha[\text{grad}] \cong \alpha[\text{rad}] \cdot 57.32}$$

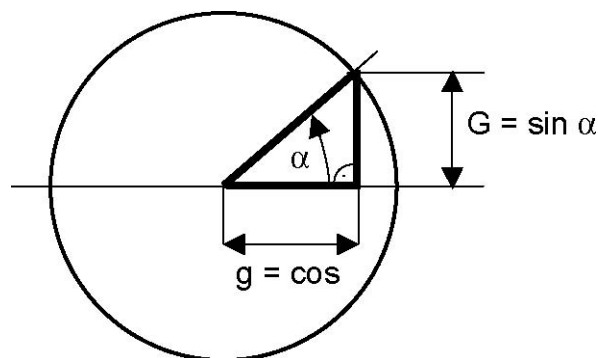


Bild 1.1: Einheitskreis

Ein rechtwinkliges Dreieck wie in Bild 1.1 findet der Schütze z.B. im Verhältnis von Zielhöhe (= G) zu Zieldistanz (= g). Da die Zielhöhe immer viel kleiner ist als die Zieldistanz, erhalten wir die eingangs erwähnten kleinen Winkel, die wegen ihrer Kleinheit zeichnerisch gar nicht darstellbar sind.

Der Vollständigkeit halber seien noch kurz die Winkelfunktionen Cosinus, Sinus und Tangens eingeführt, mit Bezug auf Bild 1.1.

Man muss diese Funktionen nicht unbedingt kennen, aber sie sind überaus nützlich und auf vielen Taschenrechnern fest programmiert.

- ☞ Formel 1.3 $\cos \alpha = g$
- ☞ Formel 1.4 $\sin \alpha = G$
- ☞ Formel 1.5 $\tan \alpha = \sin \alpha / \cos \alpha = G/g$

Für kleine Winkel (kleiner als 1grad) gelten in Rad folgende Näherungen, die viele Berechnungen im Zusammenhang mit dem Gewehrschuss stark vereinfachen, weil man so die Winkelfunktionen weglassen kann:

- ☞ Formel 1.6 $\alpha \cong \sin \alpha \cong \tan \alpha ; \cos \alpha \cong 1$ (Winkel in Rad)

Da Winkel in MIL wie schon erwähnt eigentlich den Tangens angeben, folgt aus Formel 1.6 die Umrechnung von MIL in Rad:

- ☞ Formel 1.7 $\alpha [\text{rad}] = \alpha [\text{MIL}]/1000$ (für kleine Winkel bis ca. 1grad)

Da wir nun die Winkelfunktionen kennen, können wir auch die Umrechnung von MIL in MOA angeben, welche in der Praxis sehr häufig benutzt wird:

- ☞ Formel 1.8 $\alpha [\text{MIL}] \cong \alpha [\text{MOA}] \cdot 0.29$ (für kleine Winkel bis ca. 60MOA bzw. 1grad)

Dies gilt nur für kleine Winkel gemäß Formel 1.6. Genau müsste man eigentlich den Tangens benutzen, was aber kaum von Bedeutung ist.

- ☞ Formel 1.8a $\alpha [\text{MIL}] = \tan(\alpha [\text{MOA}] / 60) \cdot 1000$ (Rechnung in Grad)
- ☞ Formel 1.8b $\alpha [\text{MIL}] = \tan(\alpha [\text{MOA}] \cdot 0.00029) \cdot 1000$ (Rechnung in Rad)

Zur Untermauerung des Gesagten seien einige Winkel in verschiedenen Einheiten aufgelistet:

[MOA]	[rad]	[MIL]	cm auf 100m
1	0.00029074	0.29	2.91
2	0.00058148	0.58	5.81
3	0.00087222	0.87	8.72
5	0.00145370	1.45	14.54
10	0.00290741	2.91	29.07
60	0.01744444	17.45	174.46
600	0.17444444	176.24	1762.36
1800	0.52333333	577.00	5769.96

Tabelle 1.1: Winkelmaße im Vergleich (nach Formeln 1.2 und 1.8a)

Die Tabelle zeigt deutlich, wie die Gleichheiten aus Formel 1.6 eben nur für kleine Winkel gelten und nicht z.B. für 30 grad (1800 MOA).

Statt MIL oder Promille wird in wissenschaftlichem Zusammenhang auch oft die gleichwertige Einheit Milrad (1/1000 Rad) benutzt.

Für die Anordnung gemäß Bild 1.2 ergibt sich nach Formel 1.6, dass die Winkel α und α' gleich sind, immer unter der Voraussetzung genügend kleiner Winkel.

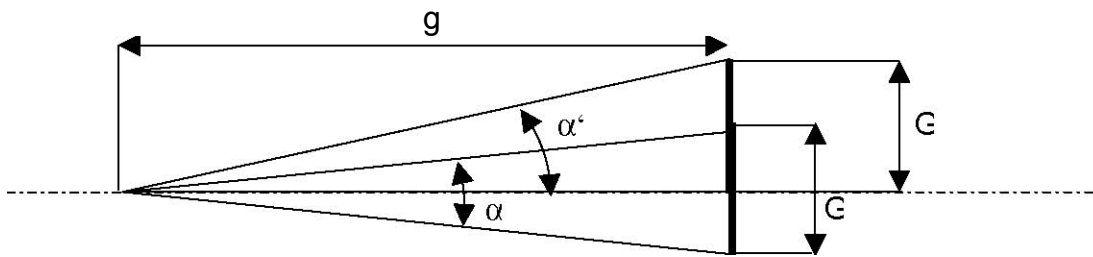


Bild 1.2: Bezug auf Zentrum oder Fuß des Zieles ergeben gleichen Winkel

Drei Beispiele sollen das bisher Dargestellte erläutern:

Beispiel 1.1:

Im Feldstecher mit Promill-Skala erscheint eine Türe, die 2 m hoch sei, unter einem Winkel von 8 MIL. Wie weit ist die Türe entfernt?

Mit Formel 1.1 können wir folgende Gleichung schreiben: $8 \text{ MIL} = 2 \text{ m} / g \cdot 1000$
 Diese Gleichung umgeformt nach der Unbekannten g ergibt: $g = 2 \text{ m} \cdot 1000 / 8 \text{ MIL} = 250 \text{ m}$

Die Türe ist also 250m von uns entfernt.

Beispiel 1.2:

Beim Einschiessen auf 150 m liege der mittlere Treffpunkt unserer Drei-Schuss-Gruppe 4 cm rechts der Mitte. Wie viel müssen wir das ZF korrigieren?

Nach Formel 1.1 ist der gesuchte Winkel in Promill: $\alpha[\text{MIL}] = 40 \text{ mm} / 150 \text{ m} = 0.27 \text{ MIL}$
 Falls unser ZF für MOA graviert ist, rechnen wir um, gemäß umgekehrter Formel 1.8 $\alpha[\text{MOA}] = 0.27 / 0.29 = 0.93 \text{ MOA}$

Beispiel 1.3:

Gemäß den Angaben des Herstellers habe unser Gewehr mit der empfohlenen Munition eine Streuung von 1/2 MOA. Können wir damit ein Hühnerei (Durchmesser 4 cm) auf 200 m treffen?

Wenn die Streuung eines Gewehres in Winkelmaßen angegeben wird, bedeutet dies, dass praktisch alle Schüsse in eine Fläche treffen, die aus der Schnittfläche einer lotrechten Ebene mit einem Kegel des angegebenen Öffnungswinkels besteht. Die Verteilung der Einschüsse innerhalb dieser Fläche allerdings ist mehr oder weniger zufällig. Um ein Ziel sicher treffen zu können, muss demnach der Streukreis kleiner sein als das Ziel.

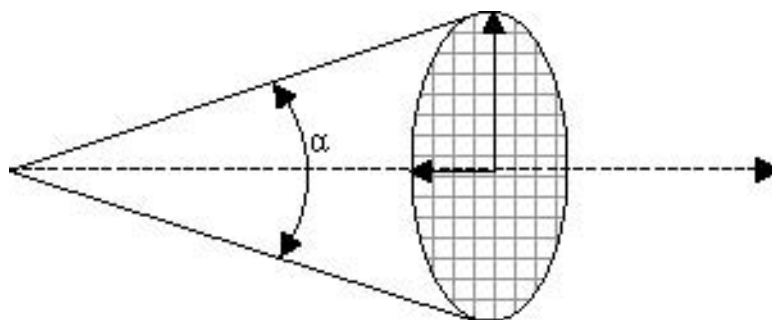


Bild 1.3: Streukegel

Für unser Hühnerei ergibt sich unter Ausnutzung der Beziehung, die in Bild 1.2 behauptet wird,

ein Öffnungswinkel von
oder in MOA - nach Formel 1.8

$$\alpha = 0.04 \text{ m} / 200 \text{ m} = 0.2 \text{ MIL}$$

$$\alpha = 0.7 \text{ MOA} > \frac{1}{2} \text{ MOA}$$

Um das Hühnerei zu treffen, darf der Öffnungswinkel des Streukegels also 0.7 MOA nicht überschreiten. Da unser Gewehr mit 0.5 MOA deutlich weniger streut, müssten wir das Ei treffen können.

Man kann auch andersherum rechnen: $\frac{1}{2}$ MOA Streuung entsprechen auf 200 m einem Streukreis von 29 mm (Formeln 1.1, 1.8 und Tabelle 1.1). Da diese Streuung kleiner ist als unser Hühnerei mit Durchmesser 40 mm, sollte man es mit dem ersten Schuss treffen können.

2. Aufbau und Elemente des Zielfernrohrs

Die Linsensysteme und feinmechanischen Verstellmechanismen der modernen Zielfernrohre sind unglaublich kompliziert. Dieser Abschnitt soll an Hand vereinfachter Modelle das Verständnis der Funktionsprinzipien ermöglichen. Zu diesem Zweck zeigt das Schema in Bild 2.1 den groben Aufbau eines 2-fach vergrößernden ZF.

Für dünne Linsen gilt die so genannte Abbildungsgleichung:

➔ Formel 2.1 $1/f = 1/g + 1/b$ (f: Brennweite „focus“; g: Gegenstandsweite; b: Bildweite)

In realen ZF ist jede im Bild 2.1 als Strich dargestellte dünne Einzellinse (1), (2) und (3) ein ganzes System von Linsen, mit dem Zweck, die Gesamtlänge des Rohres kurz zu halten und Verzerrungen von Farbe und Form bis zum Rand des Rohres hin zu vermeiden. Außerdem werden die Linsen beschichtet (engl.: coated), um ihre Lichtdurchlässigkeit zu erhöhen. Farbtreue, Farbtiefe und Brillanz sind wichtige, einfach zu überprüfende Qualitätsmerkmale eines ZF.

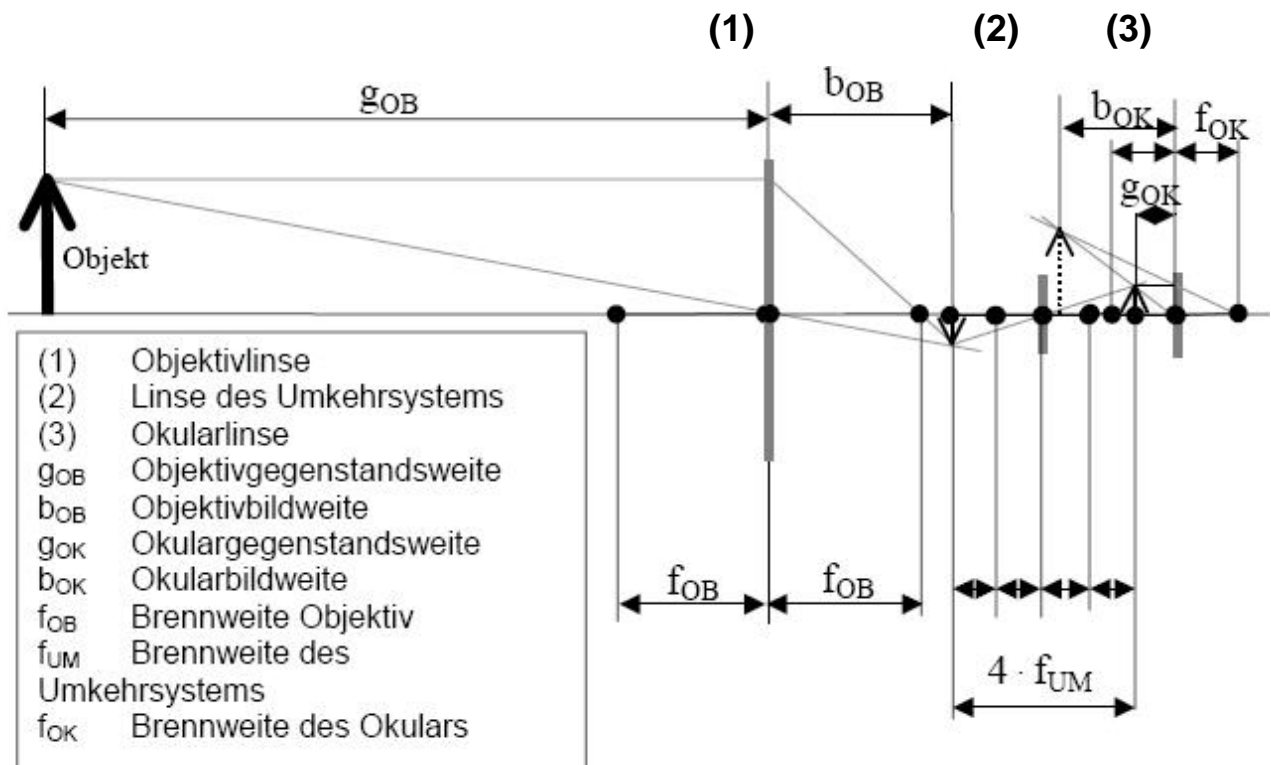


Bild 2. 1 Strahlengang im ZF mit Vergrößerung 2-fach

Der Teil des ZF, der dem Gegenstand („Objekt“) zugewandt ist, heißt „Objektiv“. Vom Gegenstand der Gegenstandsweite g_{OB} erzeugt die Linse des Objektivs (1) ein kleines, reelles, auf dem Kopf stehendes Zwischenbild mit der Bildweite b_{OB} (Objektivbildebene). In dieser Ebene montiert man üblicherweise das Absehen, manchmal aber auch in der Okulargegenstandsebene g_{OK}

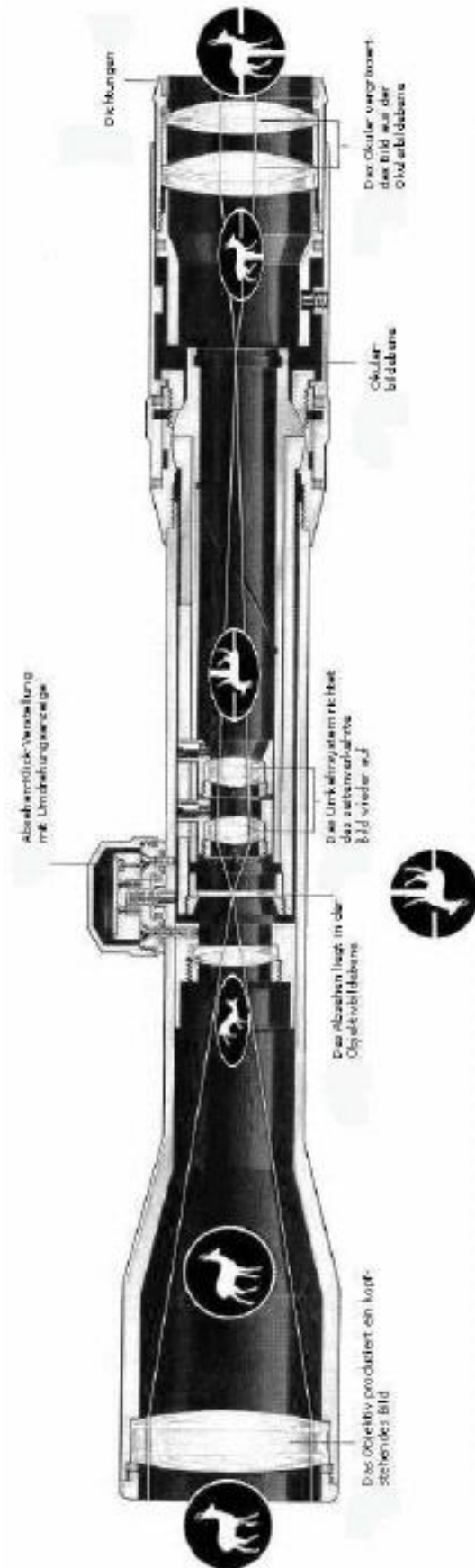


Bild 2.2: Schnitt und Strahlengang eines Zielfernrohrs von Schmidt&Bender. Gut erkennbar das schwenkbar gelagerte Innenrohr mit dem Absehen und dem Umkehrsystem.

Bild 2.2: Schnitt eines ZF

Die Lichtstrahlen gehen dann weiter in das Umkehrsystem (2), das die Größe des Bildes nicht verändert, es aber auf die Füße stellt, so dass der Betrachter ein richtig stehendes Bild zu sehen bekommt. Das Bild steht nun nicht mehr in b_{OB} , sondern in g_{OK} . Das Umkehrsystem ist der Hauptgrund dafür, dass Zielfernrohre immer ziemlich lang sind.

Der Teil des ZF, der dem Auge zugewandt ist, heißt „Okular“. Die Okularlinse (3) wirkt als Lupe, mit welcher der Betrachter das kleine Bildchen mit Abstand g_{OK} im Innern des ZF betrachtet; dadurch kommt eigentlich die Vergrößerung zustande (vgl. Abschnitt 3). Dieses Bild der Lupe in b_{OK} ist das eigentliche Zielbild und man nennt es ein „virtuelles“ Bild, weil man es nicht mit einem Schirm sichtbar machen kann und weil es nur durch die Lupenlinse hindurch gesehen werden kann; dies im Gegensatz zum „reellen“ Bild der Objektivlinse, welches mit einem Schirm sichtbar gemacht werden könnte (vgl. Projektoren, Photoapparate).

In Bild 2.1 ist die Okulargegenstandsweite g_{OK} etwas kleiner als die Brennweite f_{OK} , was einem schlecht eingestellten ZF entspricht. Man sollte das Okular nämlich so einstellen, dass das Bildchen genau in den Brennpunkt der Okularlinse ($g_{OK} = f_{OK}$) fällt; die Bildweite b_{OK} wird dann unendlich und das Auge kann entspannt in die Ferne sehen. Am besten findet man diese Einstellung, indem man mit dem ZF auf eine entfernte weiße Wand zielt und am Okular schraubt, bis man bei entspanntem Auge das Absehen scharf sieht. Es ist unbedingt zu vermeiden, in das Rohr zu starren, weil man es dann schlecht einstellt und das Auge beim Zielen ermüden wird.

Das Gehäuse sorgt dafür, dass alle Linsen und Verstellmechanismen beim Schuss an ihrem Ort bleiben (Schussfestigkeit) und dass keine Feuchtigkeit in das Rohr eindringt (Wasserdichtigkeit). Wie gut ein ZF diese Bedingungen erfüllt, lässt sich vor dem Kauf leider nicht zerstörungsfrei testen, der Käufer muss sich auf den guten Ruf des Herstellers verlassen. Zur Erhöhung der Lichtdurchlässigkeit und um ein Beschlagen der Linsen zu vermeiden, sind manche Rohre mit Stickstoff gefüllt.

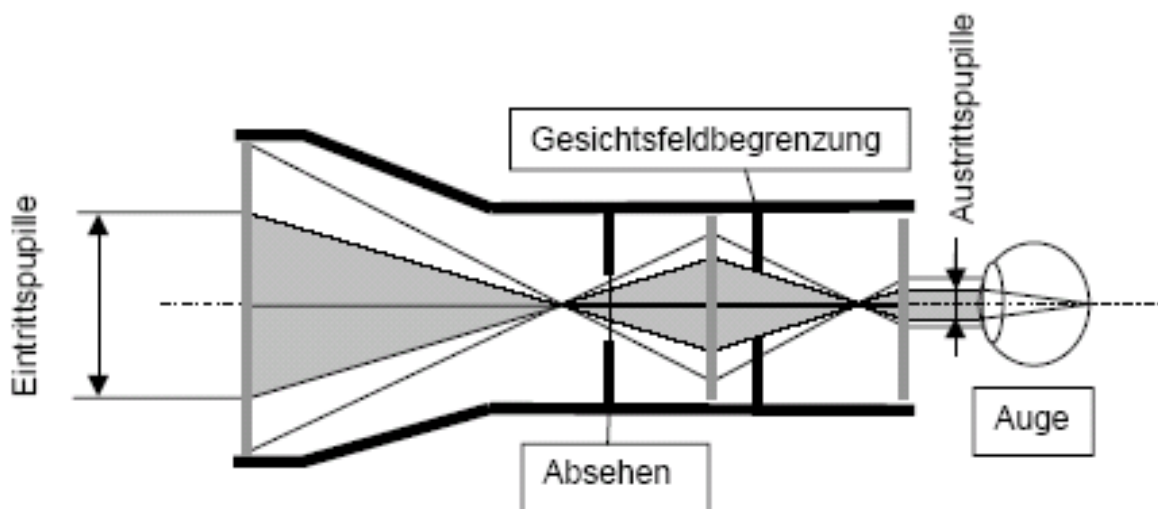


Bild 2.3: Lichtbündel im ZF

Wegen der unterschiedlichen Weglängen der Randstrahlen gegenüber den Mittelstrahlen ist es nicht möglich, über den ganzen Linsendurchmesser ein brillantes Bild zu erhalten. Aus diesem Grund montieren die Hersteller eine Lochblende - die Gesichtsfeldbegrenzung - in das Strahlenbündel, um die unbrauchbaren Randstrahlen wegzuschneiden (Bild 2.3). Diese Maßnahme gewährleistet eine gleichmäßig hohe Schärfe und Farbtreue über das ganze sichtbare Bild, verkleinert aber natürlich den wirksamen Objektivdurchmesser und somit das Sehfeld.

Damit die Begrenzung des virtuellen Zielbildes auch mit der realen Begrenzung durch das Okular übereinstimmt, muss das Auge einen bestimmten Abstand zu diesem einhalten. Um die Wahl des richtigen Rohres mit Rücksicht auf die Art der Waffe und deren Rückstoss zu ermöglichen, geben gewissenhafte Hersteller den Augenabstand in ihren Katalogen an; er beträgt meistens knapp 10cm.

Zur Montage auf das Gewehr findet man den richtigen Ort für das ZF, indem der Schütze die Waffe in seiner bevorzugten Stellung anschlägt, wobei die Wange fest auf dem Kolben aufliegen muss. In dieser Stellung muss das ZF so hoch sein, dass das Auge des Schützen genau in der Seele des Rohres liegt. Natürlich muss der Schaft so gestaltet sein, dass dies auch möglich ist.

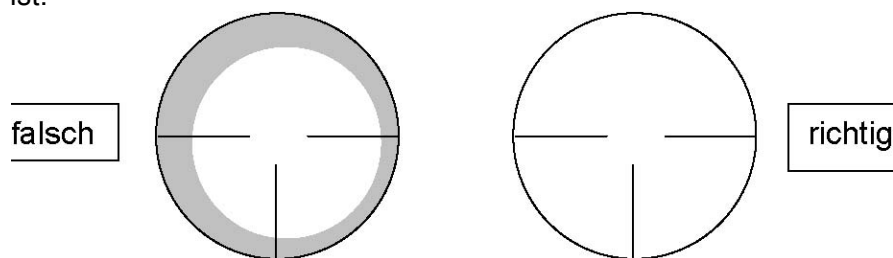


Bild 2.4: Schlecht ausgeleuchtetes Absehen (links) wegen falschem Augenabstand

Der Abstand des Rohres zum Auge des Schützen mit der Waffe im Anschlag muss so gewählt werden, dass der Schütze ein „sauber ausgeleuchtetes“ Absehen sieht. Das heißt, die Begrenzung des Gesichtsfeldes muss scharf sein und darf nicht diffus auslaufen (Bild 2.4).

Die wichtigsten Kennzahlen eines ZF sind bei „Allgemeine Bemerkungen zum Zielfernrohr“ nachzulesen (Thema 1 der Waffentechnik)

Man sollte nach nützlichem Zubehör wie Schutzdeckeln und besonders Sonnenblenden Ausschau halten. Eine Sonnenblende, deren Länge mindestens gleich dem Objektivdurchmesser ist, verhindert nämlich sehr wirksam verräterische Reflexionen der Objektivlinse und schützt das Auge vor direkter Sonneneinstrahlung; für Scharfschützen ein unerlässliches Zubehör. Hier soll an den berühmten sowjetischen Scharfschützen Zaitsev erinnert werden, der im wochenlangen Duell seinen Gegner deshalb besiegen konnte, weil in dessen ZF sich die Abendsonne spiegelte. Der heldenhafte Tod des deutschen Scharfschützen, wie im Hollywood dargestellt, ist nur zuschauerwirksam.

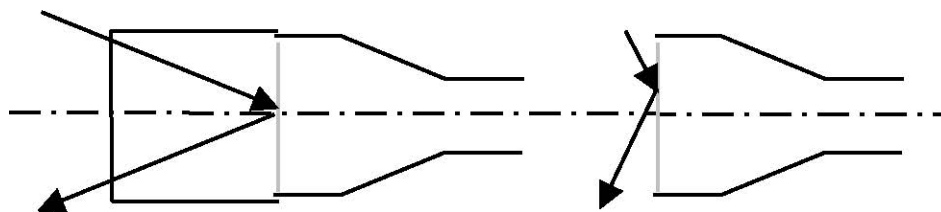


Bild 2.5: Objektiv mit aufgesetzter Sonnenblende (links) und ohne (rechts)

Aber wieso braucht man überhaupt ein Zielfernrohr? Ein offenes Visier bestehend aus Kimme (bzw. Diopter) und Korn hat auch seine unbestreitbaren Vorteile: Es ist extrem robust und bietet eine sehr tiefe Visierhöhe. Demgegenüber sprechen für ein ZF folgende Vorteile:

- es hilft, Zielfehler zu vermeiden;
- es fördert eine genaue Zielerkennung;
- es ermöglicht einen Schuss bis weit in die Dämmerung hinein;
- es bietet sehr feine Verstellmöglichkeiten.

Keine andere Visierung vereint all diese Vorteile in sich, weshalb das ZF für Präzisionsschützen die erste Wahl darstellt.

3. Vergrößerung

Das Auge kann sich – wie auch jedes technische Linsensystem – nur jeweils auf eine Distanz scharf stellen. Beim Zielen mit offenem Visier, also mit Kimme und Korn, sind aber drei Distanzen zugegen: die Distanz zum Ziel, die Distanz zum Korn und die Distanz zur Kimme; nur eines davon kann der Schütze scharf sehen, aber welches?

Aus der Schiesslehre wissen wir, dass wir uns auf das Korn konzentrieren müssen, aber die Tatsache bleibt, dass dabei Ziel und Kimme unscharf bleiben. Nicht so beim ZF: Egal, welche Vergrößerung wir einsetzen, das Visierbild besteht nur noch aus der einen Ebene des Absehens und nicht mehr aus den zwei Ebenen von Kimme und Korn. Zusätzlich fällt bei geschickter Konstruktion des ZF die Bildebene des Zieles (b_{OB} , siehe Bild 2.1) mit der Ebene des Absehens zusammen, womit also das Auge Visierung und Ziel zugleich scharf sehen kann. Aus drei verschiedenen Bildebenen ist plötzlich eine einzige entstanden, auf die sich das Auge sehr gut einstellen kann.

Weitere Details ebenfalls in „Allgemeine Bemerkungen zum Zielfernrohr“

4. Parallaxe

Die Parallaxe erscheint vielen Schützen als sehr geheimnisvolles Phänomen und tatsächlich ist der Fehler durch Parallaxe beim Schiessen auch schwierig zu berechnen, aber vor allem deshalb, weil die entsprechenden Angaben durch die Hersteller von ZF häufig fehlen. Im Grunde genommen handelt es sich dabei aber um eine äußerst alltägliche Erscheinung, was zwei Beispiele verdeutlichen sollen.

Beispiel 4.1: Bilden Sie mit Ihren zwei Zeigefingern ein Kreuz und zielen Sie damit auf ein Türschloss. Wenn Sie dann den Kopf bewegen, wird das Kreuz unweigerlich aus dem Ziel wandern. Gehen Sie nun zu dem Türschloss und legen Sie das Fingerkreuz direkt darauf: Wie auch immer Sie den Kopf bewegen, das Kreuz bleibt auf dem Türschloss.

Beispiel 4.2: Nehmen Sie ein dickes Lineal und versuchen Sie, aus einer Landkarte eine Distanz abzulesen. Wenn Sie den Kopf bewegen, bemerken Sie, dass die Strichmarken des Lineals mit Ihren Kopfbewegungen hin und her wandern, was ein genaues Ablesen erschwert, denn man muss den Kopf genau senkrecht über die Karte halten. Nehmen Sie nun ein Lineal mit geschliffener Messkante oder eines, bei dem die Strichmarken auf ein dünnes Blech geätzt sind: egal wie Sie nun den Kopf drehen und wenden, die Marken bleiben auf der Karte stehen.

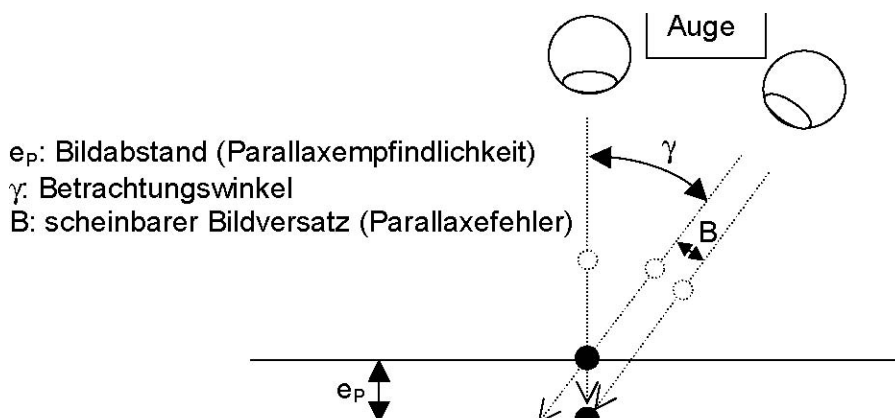


Bild 4.1: Parallaxe

Die in den Beispielen dargestellten Abweichungen nennt man Parallaxefehler. Er entsteht immer dann, wenn man versucht, zwei verschiedene Bildebenen in Einklang zu bringen, und er verschwindet, wenn die zwei Bildebenen zusammenfallen. Anders gesagt: der Parallaxefehler wird umso größer, je weiter die zwei Bildebenen auseinander sind (e_p groß) und je mehr der Betrachtungswinkel abweicht (γ groß).

Was hat dies nun mit ZF zu tun, wo die eine Ebene des Absehens („Fadenkreuz“) unmöglich auf das Ziel gelegt werden kann, das ja mehrere zehn, wenn nicht hunderte von Metern entfernt liegt?

Es ist gewiss nicht nötig, mit dem Gewehr bis zum Ziel zu laufen, denn aus Bild 2.1 sieht man, dass das Objektiv ein Bild des Zieles im Innern des ZF erzeugt. Wenn man nun das Absehen genau in dieser Objektivbildebene montiert, fallen die zwei Bildebenen von Ziel und Absehen zusammen und der Parallaxefehler verschwindet (Bild 4.2). Man braucht also nur die Bildweite b_{OB} zu kennen, das Absehen dort zu montieren und der Parallaxefehler existiert nicht mehr.

Leider ist es nicht ganz so einfach, denn die Bildweite ändert sich beständig mit der Gegenstandsweite (Formel 2.1). Wer nun Ziele in verschiedenen Entfernungen beschießen will, sieht sich mit dem Problem konfrontiert, dass sich die Bildweite ebenfalls ändert, womit das Zwischenbild aus der Ebene des Absehens heraus wandert und ein Parallaxefehler möglich wird.

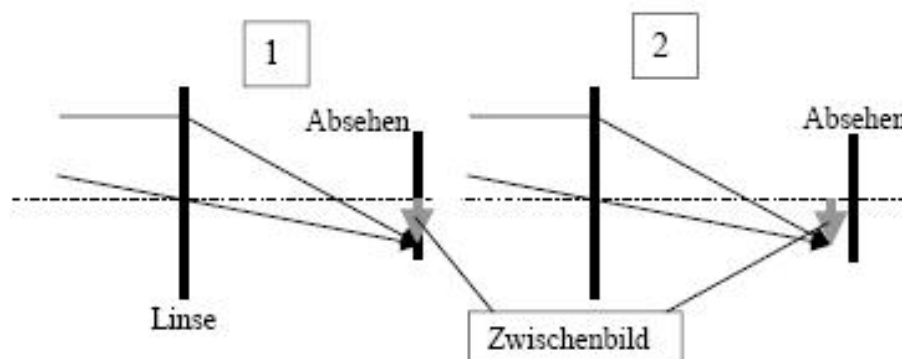


Bild 4.2: Absehen: in Bildebene (1) - keine Parallaxe; neben Bildebene (2): Parallaxefehler möglich!

Bild 4.2 zeigt einen wichtigen Nebeneffekt der Parallaxekorrektur: Durch die Nachführung der Bildebenen kann der Schütze immer Absehen und Bild zugleich scharf sehen, was sonst nicht gelingt.

Aus den Beispielen 4.1 und 4.2 sowie Bild 4.1 wird klar, dass man mit einer immer gleichen Kopfhaltung den Parallaxefehler vermeiden kann. Schon in Abschnitt 2 wurde erwähnt, dass man das ZF so montieren soll, dass das Auge des Schützen beim Anschlag mit der Wange fest an den Schaft gedrückt möglichst genau in der Seele des Rohres liegen soll – eine Maßnahme, welche Parallaxefehler wirksam verhindert.

Für Schützen, die sich nicht auf das saubere Anschlagen der Waffe verlassen wollen, bieten die Hersteller Rohre mit Parallaxeausgleich an. Dazu werden entweder die Objektivlinse und somit das Gegenstandsbild (Bild 4.3.1) oder das Absehen (Bild 4.3.2-3) verschoben, bis die beiden Bilder zusammenfallen. Solche Verstellmechanismen sind meistens von einigen Metern (z.B. 50m) bis „Unendlich ∞ “ graviert, wobei „Unendlich“ bei einigen hundert Metern beginnt. Ab solchen Distanzen ändert sich die Objektivbildweite nämlich kaum noch, sie fällt praktisch mit der Brennweite zusammen und ein weiteres Abgleichen der Zwischenbilder lohnt sich nicht mehr (vgl. Bilder 4.4 und 4.5).

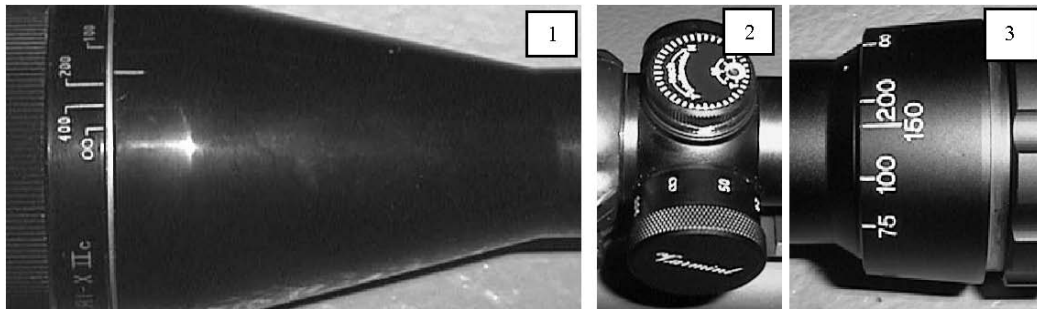


Bild 4.3: Drei Varianten des Parallaxenausgleichs:

- 1) am Objektiv (Detail Leupold)
- 2) seitlich am Mittelrohr (Detail Schmidt&Bender)
- 3) am Okular (Detail Bausch&Lomb)

Variante 1 verschiebt die Objektivlinse, Varianten 2 und 3 verschieben das Absehen.

Für die Parallaxeverstellung gilt sinngemäß, was wir schon im vorderen Abschnitt über die variable Vergrößerung festgestellt haben: Die komplizierte Feinmechanik erhöht den Preis des ZF und verschlechtert dessen Robustheit.

Jagd-ZF, die z.T. große Strapazen erdulden müssen, sind deshalb meistens fest so eingestellt, dass die Parallaxe bei einer jagdtypischen Schussdistanz von 100 m verschwindet. Da der Parallaxefehler kaum je mehr als $\frac{1}{4}$ MOA ausmacht - was bei Jagdbüchsen in der allgemeinen Streuung völlig untergeht - ist diese Wahl sicher gerechtfertigt (Bild 4.5).

Außerdem ist hier die Physik dem Schützen für einmal freundlich gesonnen: Bei weiten Distanzen im Bereich von Unendlich ändert sich die Bildweite kaum noch und das Absehen braucht keine Korrektur mehr. Bei kurzen Distanzen, wo der Parallaxefehler wichtig sein könnte, erscheint dafür das Ziel umso größer. Der Parallaxefehler gleicht sich also ein Stück weit selber aus.

Dies gilt nicht für extreme Präzisionsansprüche, namentlich im Bereich des Polizei-Scharfschützenwesens, wo man nie im Vorherein weiß, auf welche Distanz man schießen muss und das Ziel bloß einen Durchmesser von 4 cm hat, z.B. bei einer Geiselnbefreiung (im jagdlichen Schießen geht man von einer Zielgröße von 8 cm aus). Für diesen Einsatz ist sicher ein ZF mit Parallaxenausgleich zu empfehlen, ebenso wie eine variable Vergrößerung. Auch die Einwände bezüglich Robustheit eines so komplizierten ZF greifen hier nicht, da ein Polizeischarfschütze ja nicht tagelang durch Wälder robben muss.

Zusammenfassung

Dem Schützen steht eine breite Palette von Zielvorrichtungen zur Verfügung. Das einfachste, billigste und robusteste Visier ist das mechanische Visier mit Kimme (bzw. Lochkimme, Diopter) und Korn. Die grobe Zielmarke verdeckt allerdings viel vom Ziel und der Schütze kann nicht Zielmarke und Ziel zugleich scharf sehen.

Im Gegensatz zum mechanischen Visier bieten optische Visiere präzises, ermüdungsfreies Zielen, sind dafür aber viel teurer und empfindlicher als die mechanischen Stahlvisiere.

Die feinen Zielmarken und starke Vergrößerung des Zielfernrohres sind von Nachteil, wenn schnelle Zielerfassung wichtiger wird als Präzision.