



DIE WAFFENKULTUR

Das Open Source Magazin für Waffenanwender



Schusswaffen

Runderneuerung: Tikka T3 im GGS Schaft

Scharfschützenwesen

Objektivdurchmesser bei ZF: Der 56er-Mythos

Ausbildung & Taktik

Glock: Der Waffenmeister

Russische Nahkampfmittel: RKG-3

Standardübungen (24): Der 10-14 Drill

Zubehör

AK Magazine

Das Kalenderblatt

South Armagh Sniper



Der 56er-Mythos

Von Henning Hoffmann

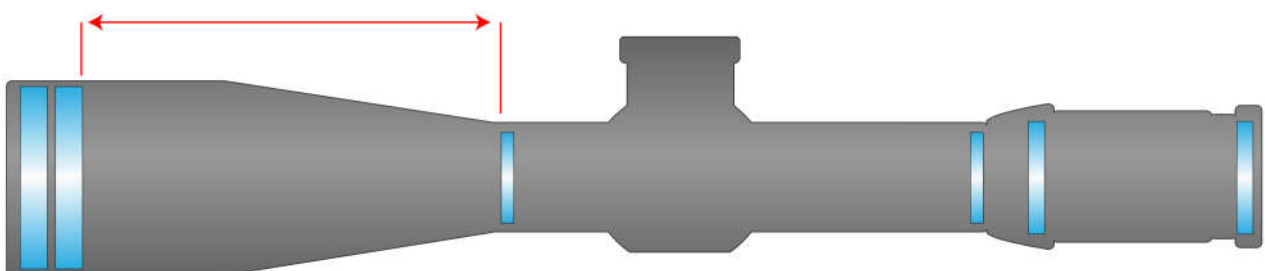
Die Bildqualität eines Zielfernrohrs hängt von mehreren Faktoren ab. Der Objektivdurchmesser ist dabei nicht das entscheidende Kriterium. Am Ende ist er nur eine „Begleiterscheinung“ und kein Qualitätsmerkmal per se

„Zielfernrohre mit einem 56-mm-Objektiv sind besonders lichtstark und bieten daher auch bei widrigsten Lichtverhältnissen eine hervorragende Sicht.“, diesen oder ganz ähnlichen Unsinn hat bestimmt jeder schon einmal beim renommierten Händler gehört. Es ist natürlich einfach, im Verkaufsgespräch auf ein offensichtliches Konstruktionsmerkmal eines Zielfernrohrs hinzuweisen. Für den Käufer ist die Sache damit glasklar und auch noch so schön logisch:

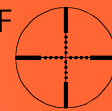
Größere Öffnung ist gleich mehr Licht. So einfach kann Physik sein. Und schon ist man mit ausreichend Fachwissen fürs Long Range Schießen oder die Dämmerungsjagd gewappnet. Am Ende verlässt der über-tölpelte Kunde das Geschäft mit einem überteuert gekauften Zielfernrohr in seiner Einkaufsstüte, dass vermutlich nicht einmal seinem eigentlichen Verwendungszweck gerecht werden wird.

Metapher

Als in den 1980er-Jahren die ersten Turbo-Benzinmotoren mit bis dato ungeahnten Motorleistungen im Straßenverkehr auftauchten, stiegen die Kraftstoffverbräuche sprunghaft an. Um eine adäquate Reichweite zu gewährleisten, mussten die Hersteller größere Benzintanks verbauen. Alpina BMW vergrößerte das Kraftstoffgefäß mittels 30-Liter-Zusatztank sogar auf über einhundert Liter.



Die Brennweite des ZF hat großen Einfluss auf die Bildqualität



Zwei 56er-Objektive: Das Cronus BTR hat eine wesentlich kürzere Brennweite, als das Kahles K525



Das Ultra kurze Kahles K318 hat trotz des 50-mm-Objektiv weniger Brennweite als das Leupold Mk4 10x40 LR/T

Hier kommt die schlechte Nachricht: Nur weil ein Auto einen großen Tank hat, ist es noch lange kein Alpina BMW. Der größere Tank war lediglich eine Begleiterscheinung der hohen Motorleistung; kein Qualitätsmerkmal für leistungsstarke Autos per se. Im übertragenen Sinne bedeutet das, ein 56-mm-Objektiv macht noch lange kein lichtstarkes Long Range Zielfernrohr. Wie im Folgenden anhand der Kriterien Austrittspupille, Dämmerungszahl, Lichttransmission und Brennweite sowie unter Zuhilfenahme physikalischer Gesetzmäßigkeiten erklärt wird.

Kriterium 1: Austrittspupille (AP)

Als Austrittspupille bezeichnet man den Durchmesser des Strahlenbündels, der das Okular verlässt. Die Austrittspupille entspricht dem Quotienten aus Objektivdurchmesser und Vergrößerung. Bei einem Zielfernrohr der Dimension 8x56 beträgt die AP demnach sieben Millimeter; bei einer ZF-Dimension von 10x50 noch fünf Millimeter.

Die Austrittspupille ist aber lediglich das bildseitige Bild. Die andere Seite der Gleichung ist das menschliche Auge selbst und entscheidend für die wahrnehmbare Bild-

helligkeit. Nur der Teil des Lichtstroms, der auch vom Auge aufgenommen werden kann, trägt zur Bildhelligkeit bei.

Die durchschnittliche maximale Pupillenweite eines Menschen hängt ab vom Lebensalter. Liegt sie bei einem Jugendlichen noch bei 1,5 Millimeter (Tagsehen) und maximal acht Millimeter (Nachtsehen), so reduziert sich die maximale Öffnungsweite bei Erwachsenen auf vier bis sechs Millimeter. Einem 80jährigen Greis bleiben nur noch etwa zwei Millimeter Pupillenweite beim Nachtsehen.

Die 7-mm-Austrittspupille des 8x56 Ziel-



Direkter Vergleich zwischen dem Kahles K318 (oben) und dem Langzeittest K312 (beide 50-mm-Objektiv)

fernrohrs kann demnach kaum ein Erwachsener noch aufnehmen. Für ihn bringt daher die ZF-Dimension 10x50 keinen wahrnehmbaren Nachteil.

Zwei tatsächlich sinnvolle Faustregeln hierbei: Die Austrittspupille sollte immer mindestens so groß sein wie die Pupille des Beobachters oder Schützen. Und eine Austrittspupille von weniger als vier Millimeter ist bei nachlassendem Licht grundsätzlich ungeeignet. Egal, wie hoch die Dämmerungszahl ist.

Güte einer Austrittspupille

Die Güte von Austrittspupillen kann schnell taxiert werden: Das Fernglas mit ausgestrecktem Arm gegen eine helle Fläche halten und die Okulare betrachten. So werden die Austrittspupillen sichtbar. Bei einem guten Fernglas sind diese absolut kreisförmig, im Rand scharf und gleichmäßig hell. Eckige Formen und Abschattungen (Vignettierungen) sind ein Indikator für kleine Prismen oder Glas mit geringer Brechzahl und damit minderwertige Qualität.

Die Dämmerungszahl besitzt keine Aussagekraft

Kriterium 2: Dämmerungszahl

Die Dämmerungszahl ist die Wurzel aus dem Produkt von Vergrößerung und Objektivdurchmesser. Sie ist somit eine rein rechnerische Größe und lässt Leistungsdaten wie Bildschärfe, Kontrast, Lichttransmission, Farbwiedergabe unberücksichtigt. Die mangelhafte Aussagekraft der Dämmerungszahl, die besonders Jägern im deutschen Sprachraum als Orientierungshilfe

dient, zeigt eine Beispielrechnung:

Alle Ferngläser der Dimension 8x56 haben eine Dämmerungszahl von 21,2; unabhängig von deren Güte oder Anzahl der verbauten Linsen und deren Beschichtung. Selbst ein Fernglas in 56x8 hätte eine identische Dämmerungszahl von 21,2. Ein Fernglas in 56x8 ist offenkundiger Unsinn und auch nirgends verfügbar. Die Dämmerungszahl besitzt demnach keine Aussagekraft.

Bei Zielfernrohren weicht die Berechnung der Dämmerungszahl von der für Ferngläser ab. In diesem Fall wird nur die Objektivöffnung berücksichtigt, die eine maximal acht Millimeter große Austrittspupille ergibt. Denn mehr Licht könnte selbst ein sehr junger Schütze nicht nutzen. Dazu ein konkretes Beispiel:

Der jagdliche Allrounder 3-12x56 hat bei einer 3-fach Vergrößerung eine theoretische Austrittspupille von 18,7 Millimeter (56 Millimeter Objektivdurchmesser geteilt durch drei). Kein menschliches Auge ist in der Lage, eine so große Objektivöffnung und die daraus resultierende Austrittspupille effektiv zu nutzen.

Daher wird zuerst die Objektivöffnung berechnet, die bei 3-fach Vergrößerung eine 8-mm-Austrittspupille ergeben würde. Das sind 24 Millimeter. Bei Stellung 3-fach ergibt sich damit rein rechnerisch eine Dämmerungszahl von 8,5 (Wurzel aus dem Produkt von drei und 24).

Kriterium 3: Lichttransmission

Die Lichttransmission ist der „Lichtdurchlassungsgrad“. Die Transmission benennt in Prozent, welcher Anteil des einfallenden Lichts im Okular wieder austritt. In einer Zieloptik kommt es immer zu Lichtver-

lusten. Entscheidend ist, wie groß diese Verluste ausfallen. Diese Transmission zu errechnen, ist unter Laborbedingungen mit viel Aufwand machbar. Mit mehreren hundert Messungen werden die Durchschnittswerte für die Spektralfarben identifiziert und das Ergebnis mit der Empfindlichkeit des menschlichen Auges hinsichtlich Farben bewertet. Dabei wird zwischen Tag- und Nachttransmission unterschieden.

Premiumgläser liegen heute in der Regel jenseits der 90 Prozent Transmission. Ein ZEISS Victory 8x56 T* FL liefert beispielsweise 94 Prozent Lichttransmission, die für die Nachtjagd beliebten Zielfernrohre der HT-Serie von ZEISS liegen laut Hersteller bei 95 Prozent.

Die Güte und die Art der Entspiegelungsbeschichtung der verbauten Gläser spielt eine Rolle, denn die Lichttransmission wird beeinflusst von Reflexen bzw. speziellen Antireflexvergütungen auf der Glasoberfläche. Ein Beispiel stellt die ZEISS T* Mehrschichtvergütung auf allen Glas-Luft-Flächen dar. Dieses Mehrschichtverfahren mit seinem 6-schichtigen Aufbau wird dabei individuell auf einzelne Linsen und Glasmaterialien abgestimmt. Über einhundert im Hochvakuum aufgedampfte Schichten pro Glasseite sind dabei üblich. Eine solche Beschichtung berücksichtigt auch die erhöhte Blauempfindlichkeit des Auges in der Dämmerung und unterstützt so dabei, möglichst viel Licht rauszuholen.

Als Endkunde kann man nicht wissen, welche Standards ein Hersteller bei der Ermittlung der Lichttransmission hat und wie die Messergebnisse entstehen.

95 Prozent Lichttransmission im Durchschnitt bei einer sehr hohen und damit re-



Deutliche Unterschiede: Das Schmidt & Bender PM II 10x40 und das Athlon Cronus 4,5-29x56

präsentativen Anzahl von Messungen unter identischen Laborbedingungen und vorab exakt definierten Lichtverhältnissen (typisch für Dämmerung oder eine mondhellere Nacht) werden ihr Versprechen auch in der Praxis einlösen. Pickt eine findige (oder verzweifelte) Marketingabteilung stattdessen ein einsames Spitzenresultat einer Tagmessung heraus und gibt dieses dann ohne weitere Erklärung als Lichttransmission an, wird der Anwender eine Enttäuschung erleben.

Das Kriterium Lichttransmission wird daher zumindest für Endanwender aufgrund unzureichender Informationsbasis zu einem Nullargument.

Für die Lichttransmission ist der Objektivdurchmesser belanglos

Kriterium 4: Brennweite

Die Brennweite meint hier den Abstand zwischen der Objektivlinse und den Linsen in der ersten Bildebene. Dieser Abstand hat maßgeblichen Einfluss auf die Bildqualität eines Zielfernrohrs. Je größer der Abstand, desto besser die Bildqualität, weil die Objektivlinse die Lichtstrahlen nicht so aggressiv bündeln muss.

Die Abbe-Zahl, benannt nach dem deutschen Physiker Ernst Abbe, dient als dimensionslose Größe zur Charakterisierung der lichtbrechenden Eigenschaften von optischen Gläsern. Eine hohe Abbe-Zahl steht für geringe Dispersion und deutet auf eine hohe Linsenvergütung hin.

Entstehen beim Brechen von Lichtwellen

Abbildungsfehler, nennt man das chromatische Aberration. Eine mögliche Gegenmaßnahme bei chromatischer Aberration, ist das Zusammenfügen mehrerer Linsen zu einer Linsengruppe.

Eine kurze Brennweite im ZF ermöglicht die seit einigen Jahren am Markt verfügbaren Zielfernrohre in (Ultra-) kurzer Bauweise. Eine hohe Bildqualität muss hier allerdings mit einem Bündel mehrerer Objektivlinsen erkaufte werden. Premiumanbieter verbauen nicht selten zwei oder gar drei Objektivlinsen, um die chromatische Aberration zu mindern. Darüber hinaus sind die Linsen anti-dispersionsbeschichtet. Beide konstruktiven Merkmale erhöhen den Fertigungsaufwand enorm, wodurch das ZF entsprechend hochpreisig wird.

Zielfernrohre mit einer langen bzw. normalen Brennweite hingegen liefern auch ohne diesen optischen Extraaufwand eine entsprechend hohe Bildqualität.

Je größer die Linse, desto schwieriger ist die Aberration zu minimieren. Preiswerte, aber große Linsen werden immer deutlich weniger Bildqualität erzeugen, als preiswerte kleine Linsen. Spielt das Budget bei der ZF-Beschaffung wirklich eine tragende Rolle (was es nie tun sollte), ist der Endanwender besser beraten, ein Zielfernrohr mit einem Objektivdurchmesser kleiner als 45 Millimeter zu beschaffen bei gleichzeitig langer Brennweite. Noch einmal: Die Bildqualität eines ZF steigt nicht proportional mit seinem Objektivdurchmesser.

Kriterium 5: Objektivdurchmesser

Der Objektivdurchmesser diente bisher lediglich als eine von zwei Basisgrößen bei der Berechnung von Austrittspupille und

Dämmerungszahl. Kriterien also, die ohne Aussagekraft zur Qualität, Güte oder Leistungsfähigkeit eines Zielfernrohrs sind.

Für die Lichttransmission ist der Objektivdurchmesser belanglos. Denn Lichttransmission wird maßgeblich durch die Güte und die Anzahl der verbauten Linsen beeinflusst.

Leitfaden zum Kauf

Vor allem sollte vorm Kauf der Verwendungszweck klar definiert sein. Es gibt kein „All-round“-Zielfernrohr. Jeder Einsatzzweck ist speziell und verlangt nach einem zweckdienlichen ZF. Man erkaufte sich nicht automatisch ein Mehr an Zweckdienlichkeit, nur weil das ZF überdurchschnittlich teuer am Markt angeboten wird. Von Extrem-Kriterien, wie bspw. extreme Zoom-Faktoren, extrem kurze Bauweisen oder von extremen Objektivdurchmessern ist generell abzuraten.

Fazit

In kaum einem anderen Marktsegment wird mit so viel Halbwissen und Scharlatanerie verkauft, wie bei Zielfernrohren. Sobald in einem Beratungsgespräch über Zielfernrohre auf die Dämmerungszahl abgestellt wird oder die Phrase vom „lichtstarken ZF aufgrund 56-mm-Objektiv“ bemüht wird, sollte das Gespräch abgebrochen und der Verkaufsraum schnellstmöglich verlassen werden.

Bemerkung

Alle im Artikel vorgestellten Zielfernrohre sind Kaufempfehlungen. Zum Teil werden die ZF seit mehreren Jahren erfolgreich im Praxistest genutzt.