

■ Wenn die Nacht zum Tage wird

In der Dunkelheit sorgen Nachtsichtgeräte für den richtigen Durchblick, indem sie unsichtbares Infrarotlicht der Umgebung in sichtbares Licht umwandeln.

1) vgl. www.youtube.com/watch?v=QM_KgPAZrYU

Hochspannung pur verspricht „Das Schweigen der Lämmer“ – ein Film, der 1991 für Furore sorgte. Besonders das nervenaufreibende Finale, in dem die FBI-Agentin Clarice Starling mit gezückter Pistole hilflos in einem stockdunklen Keller herumirrt, hat es in sich. Denn ihr Gegenspieler, der Serienmörder Buffalo Bill, trägt eine Nachtsichtbrille, mit der er der panischen Clarice problemlos auflauern kann.¹⁾ Selten wurde wohl ein Nachtsichtgerät so effektiv in Szene gesetzt wie in diesem Thriller.

Wer wie Clarice durch absolute Dunkelheit irrt, sieht nichts, weil die Stäbchen und Zapfen in unserer Netzhaut nur auf Licht im sichtbaren Spektralbereich zwischen 400 und 750 nm reagieren, das nicht in den völlig abgedunkelten Keller dringt. Wenn noch Restlicht im sichtbaren Bereich vorhanden ist, wie in der Dämmerung oder bei teilweiser Dunkelheit, reagieren die Stäbchen auf diese kleinen Hell-Dunkel-Unterschiede und ermöglichen es uns, Dinge zu erkennen. Eindeutig im Vorteil ist aber Buffalo Bill, dessen Nachtsichtbrille die Infrarotstrahlung der Umgebung verstärkt und in sichtbares Licht umwandelt, sodass für ihn die Nacht (fast) zum Tag wird.

Dr. Katja Bammel, science & more redaktionsbüro, kb@science-and-more.de



Bushnell.de

Nachtsichtgeräte erlauben es, das Heulen des Wolfes nicht nur zu hören,

sondern ihn dabei auch zu beobachten.

Hauptsächlich das Militär, der Bundesgrenzschutz, Jäger, aber auch Höhlenforscher und Tierfilmer nutzen Nachtsichtgeräte, um sich bei Dunkelheit im Gelände zu orientieren. Passive Nachtsichtgeräte detektieren dabei die in der Natur vorhandene Infrarotstrahlung, die durch das Rekombinationsleuchten der tagsüber von der Sonne ionisierten Moleküle und die Streuung von terrestrischem und Sternenlicht in niedrigen Atmosphärenschichten zustande kommt. Aktive Geräte dagegen hellen bei völliger Dunkelheit mit IR-Strahlungsquellen die Umgebung auf. Bei kurzen Reichweiten (z. B. zum Kartenlesen bei Nacht) reichen dafür LEDs aus, für größere Entfernungen bis zu 800 Meter ist intensives Laserlicht erforderlich.

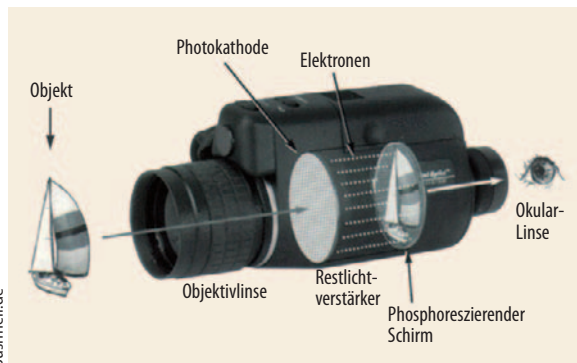
Aus wenig Licht mach viel

Ein Nachtsichtgerät besteht aus einem speziell für das Infrarot durchlässigen Objektiv, welches das vorhandene IR-Licht sammelt, aus einem zentralen Bildwandler bzw. Restlichtverstärker und einem Okular, welches das relativ kleine Abbild der Röhre vergrößert darstellt (Abb. 1). Für die eigentliche Umwandlung von IR- in sichtbares Licht ist die Bildwandlerröhre,

die aus einer Photokathode, einer Mikrokanalplatte und einem Leuchtschirm aufgebaut ist, verantwortlich. Die Photokathoden sind mit Gallium-Arsenid beschichtet, da dieses Material auf Strahlung bis 920 nm anspricht und somit für eine gute IR-Empfindlichkeit sorgt. Die Lebensdauer der Bildwandlerröhre ist dank der Halbleiter-Beschichtungen verglichen mit Vorgängermodellen um einen Faktor 3 auf gut 10 000 Stunden gestiegen.

Fällt das vom Objektiv gesammelte und gebündelte IR-Licht auf die Photokathode, so schlagen die Photonen aus der IR-lichtempfindlichen Oberfläche Photoelektronen heraus (äußerer Photoeffekt), die zur Mikrokanalplatte hin beschleunigt werden. Bei dieser handelt es sich um eine wenige Zehntel Millimeter dünne Scheibe, in der einige Millionen parallel zueinander liegende Glasröhrchen gebündelt sind. Die Kanäle haben einen Durchmesser von 6 bis 8 μm und sind rund 10 μm voneinander entfernt. Innen sind sie mit einem speziellen photochemischen Material beschichtet.

Ein besonderes Merkmal der Kanäle ist, dass sie etwa 8 bis 10 Grad gegenüber der Plattenachse geneigt sind. Dadurch prallen die aus der



Bushnell.de

Abb. 1 Ein Nachtsichtgerät beinhaltet eine Objektiv- und Okularlinse, zwischen denen sich eine zentrale Bildwandlerröhre mit einer Mikrokanalplatte befindet. In ihr werden die Photoelektronen vervielfacht. In dieses monokulare Nachtsichtgerät ist rechts ein schmaler IR-Aufheller integriert, sodass man damit auch in großer Dunkelheit Tiere noch erkennen kann.

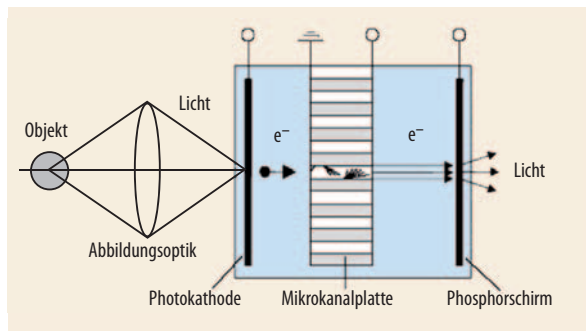


Abb. 2 In den Kanälen der Mikrokanalplatte werden Photoelektronen vervielfacht. Dieser Prozess sorgt für die Signalverstärkung in Nachtsichtgeräten.

Photokathode ausgelöst und in die Kanäle eindringenden Elektronen auf die innere Beschichtung und schlagen dort Sekundärelektronen heraus. Ein an der Mikrokanalplatte anliegendes Feld beschleunigt die Elektronen im Kanal, sodass sie beim erneuten Aufprallen auf die Beschichtung Sekundärelektronen erzeugen (Abb. 2). Pro Kanal löst jedes Photoelektron kaskadenartig einige Hundert Elektronen aus, die beim Verlassen der Mikrokanalplatte in Richtung des phosphoreszierenden Leuchtschirms beschleunigt werden.

Beim Auftreffen auf den Leuchtschirm regen die Elektronen im entsprechenden Bildpunkt Phosphoratome zur Fluoreszenz an. Das dabei emittierte grüne Licht ist charakteristisch für Nachtsichtgeräte und liegt in dem Wellenlängenbereich, auf den die lichtempfindlichen Stäbchen am besten ansprechen und in dem sie Intensitätsunterschiede gut auflösen können. Das Okular, an dem sich die individuelle Sehstärke justieren lässt, stellt das relativ kleine und grünlich schimmernde Bild auf dem Schirm detailgenau und vergrößert dar.

Viel hilft nicht immer viel

Die Bildwandlerröhren von Hochklasse-Geräten vergrößern das Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsbeleuchtung um einen Faktor 50 000. Allerdings sagen solche Werte noch nichts über die tatsächliche Qualität eines Nachtsichtgerätes aus. Entscheidend sind u. a. auch das Auflösungsvermögen und das Rauschverhalten. Das Auflösungsvermögen eines Nachtsichtgerätes hängt von der Anzahl der Mikrokanäle ab: So setzt sich das Bild auf dem Leuchtschirm aus umso mehr Bildpunkten zusammen, je

mehr Kanäle eine Mikrokanalplatte besitzt. Bei der Umwandlung von Licht in Elektronen entsteht das Hintergrundrauschen. Besonders bei wenig IR-Restlicht und einem niedrigen Signal-zu-Rausch-Verhältnis macht sich das hohe Hintergrundrauschen als Flimmern unangenehm bemerkbar, indem Helligkeitsunterschiede verschmieren. Gute Geräte besitzen ein Signal-zu-Rausch-Verhältnis von 18 bis 30. Lichtempfindliche CCD-Sensoren bieten den Vorteil, dass sich hohes Bildrauschen bei der Echtzeit-Bildbearbeitung entfernen ließe. Daher könnten sie konventionelle Leuchtschirme künftig ersetzen, doch lassen Auflösung und Bildqualität derzeit noch zu wünschen übrig.

Tierische Leuchtteppiche

Wie so häufig versucht der Mensch, mit großem Aufwand das zu erreichen, was die Natur einigen Tiere bereits in die Wiege gelegt hat. So wundert es nicht, dass z. B. Katzen bevorzugt im Dämmerlicht jagen, denn verglichen mit Menschen reicht ihnen eine siebenmal geringere Lichtintensität zum Sehen. Dass Katzen, Hunde oder auch Haie deutlich mehr wahrnehmen, liegt u. a. daran, dass hinter ihrer Netzhaut eine spiegelähnliche Schicht liegt, die als Restlichtverstärker für sichtbares Licht wirkt. Dieses sog. *Tapetum lucidum* reflektiert die Lichtstrahlen, sodass sie die Netzhaut ein zweites Mal passieren und dadurch die Reaktion der Stäbchen verstärken. Mit diesem „Leuchtteppich“ sind Tiere hervorragend für die Nacht gerüstet, während wir auf unhandliche Geräte angewiesen sind, die alles in eine etwas ungesunde grüne Farbe tauchen.

Katja Bammel