

### **Aufblühen (Blooming)**

Dies ist ein momentaner Verlust der Sicht durch zu hohen Lichteinfall. Dieser Effekt tritt gewöhnlich bei Röhren der 0. und 1. Generation auf. Bei hohem Lichteinfall wird die gesamte Abbildung heller und wäscht aus oder sie überstrahlt das gesamte Gesichtsfeld.

### **Auflösung (Resolution)**

Dies ist die Fähigkeit eines Nachtsichtsystems oder eines Restlichtverstärkers zwischen zwei Objekten, die nahe beieinander sind zu unterscheiden. Die Auflösung von Restlichtverstärkern wird in Linienpaaren pro mm (lp/mm) angegeben. Die Auflösung von Nachtsichtsystemen in Zyklen pro Milliradian (cy/mr) (1 Milliradian ist das Eintausendstel (1/1000) eines Einheitswinkels). Die Auflösung von 1,0 cy/mr (1 mr = 0,0572958 Grad) wird durch ein Nachtsichtgerät erreicht, dass in einer Entfernung von 914 Meter, zwei Objekte einer Größe von 0,457 Meter, in einem Abstand von 0,457 Meter auflösen kann.

Bei jedem speziellen Nachtsichtsystem bleibt die Auflösung des Restlichtverstärkers konstant, während sich die Systemauflösung durch Alterung der Optiken bzw. durch Vorsetzen eines Filters oder einer Linse verändert.

Die Auflösung im Zentrum der Röhre kann unterschiedlich zu der Auflösung am Rand sein. Dies ist besonders zu beachten beim Einsatz in der Fotografie oder Videotechnik.

### **Automatische Helligkeitsregelung (ABC = Automatic Brightness Control)**

Dies ist eine elektronische Spannungsregelung an der Mikrokanalplatte zur Optimierung der Helligkeit und zum Schutz der Mikrokanalplatte vor Beschädigung. Dieser Effekt zeigt sich bei schnellen Helligkeitsänderungen in der Umgebung, wenn die dargestellte Abbildung plötzlich heller und nach kurzer Verzögerung wieder konstant wird.

### **Automatische Taktung (Autogating)**

Eine elektronische Schaltung, die automatisch die Spannungsversorgung in sehr kurzen Abständen Ein- und Ausschaltet. In Verbindung mit der MCP-Beschichtung (Ionen Barrier) erhält man dadurch eine sehr geringe Übersteuerung (Blooming) der Röhre, sowie ein besseres Signalrauschverhältnis. Durch die hohe Taktfrequenz wird eine leises pfeifen verursacht. Es lässt sich daher einfach feststellen, ob es sich um „Autogated“ Röhren handelt.

### **Dioptrien (Diopter)**

Dies ist die Einheit zur Bestimmung der Augenkorrektur bzw. die optische Brechung einer Linse. Sie dient zur Korrektur der unterschiedlichen Sehfähigkeit der menschlichen Augen.

### **Emissionspunkt (Emission Point)**

Dies ist ein ständiger, pulsierender winziger Punkt von Licht, der auch in völliger Dunkelheit vorhanden ist und immer stationär bleibt. Sollte der Emissionspunkt plötzlich verschwinden oder nur noch fein sichtbar sein, ist dies kein Anzeichen für einen Defekt des Nachtsichtgerätes. Bei einem Emissionspunkt, der unter allen Lichtverhältnissen hell bleibt, sollte das Gerät zur Reparatur abgegeben werden. Achtung: Helle Punkte können auch Licht in der gerade betrachteten Szene sein.

### **Footlambert (fL)**

Dies ist die Maßeinheit für Helligkeit gleich 1 fc (footcandle = 10.76 Lux) in einer Entfernung von einem Foot (30,48 cm).

### **Funkeln (Scintillation)**

Dies ist ein feiner willkürlicher Effekt über dem gesamten Darstellungsbereich des erzeugten BIV-Bildes. Wird manchmal auch als Bildrauschen bezeichnet und ist bei Verwendung von Mikrokanalplatten unvermeidlich. Dieser Effekt ist häufiger bei niedrigen Lichtverhältnissen bemerkbar und nicht zu verwechseln mit Emissionspunkten.

### **Gallium Arsenide (GaAs)**

Dies ist eine chemische Verbindung für die Herstellung der 3. Gen Photokathoden. GaAs besitzt eine sehr hohe Empfindlichkeit im Spektralbereich zwischen 450 nm und 950 nm (sichtbares Licht bis zum nahen Infrarotbereich).

### **Generationen (Generations)**

Zwei Nachtsichttechnologien werden mit diesem Thema genannt: Restlichtverstärkung und thermische Darstellung. Die Restlichtverstärkung ist unproblematischer, weil das dargestellte Bild der Realität entspricht. Bei der thermischen Darstellung, werden abhängig von der Temperatur lediglich schwarze und weiße Linien sichtbar gemacht, die relativ schwer zu interpretieren sind. Die am weitesten verbreitete Technik ist, allein wegen der relativ geringen Kosten, die Restlichtverstärkung. Bis zum heutigen Tage sind drei Generationen von Restlichtverstärkern (Gen. 0 bis Gen. 3) bekannt. Eine 4. Generation ist bisher nicht definiert worden. Gem. Wikipedia sind das neueste Röhren mit einer direkten Schnittstelle zum Datenaustausch.

### **Generation 0**

Die erste Generation (Gen. 0) für Waffenaufsätze stand bereits zum Ende des 2. Weltkrieges bzw. zum Koreakrieg zur Verfügung. Dies war kein Restlichtverstärker, sondern lediglich eine Sichtbarmachung von Zielen, die mit Hilfe einer Infrarotlichtquelle beleuchtet wurden.

### **Generation 1**

Die Nachtsichttechnik wird allgemein als  $I^2$  bezeichnet. Am bekanntesten war das "Starlight Scope", das Anfang der sechziger Jahre für den Vietnamkrieg entwickelt wurde. Es bestand aus drei hintereinander geschalteten Verstärkerbaugruppen und war aufgrund seiner Länge und Größe sehr unhandlich. Die Darstellung war in der Mitte klar und deutlich, nahm nach außen immer mehr ab, und hatte bei hohem Lichteinfall das für Gen. 1 typische Aufblühen (Blooming).

### **Generation 2**

Die Entwicklung der Mikrokanalplatte (MCP) in den späten 60ziger Jahren ermöglichte die Entstehung der 2. Generation Röhren. Die MCP hatte die gleiche Leistung wie die in der 1. Gen hintereinander geschalteten Verstärkerstufen. Aufgrund des erheblich geringeren Gewichtes der MCP, war die Entwicklung von leichteren in der Hand haltbaren bzw. am Helm zu befestigenden Nachtsichtgeräten möglich. Die MCP ist auch bei zu hohem Lichteinfall wesentlich robuster.

### **Generation 3**

Die dritte Generation von Restlichtverstärkern wurde Mitte der 70ziger Jahre entwickelt und stand in den frühen 80ziger Jahren erstmals zur Verfügung. Zwei wesentliche Weiterentwicklungen waren dafür ausschlaggebend. Zum einem die Gallium Arsenid (GaAs) Photokathode und zum anderen die aufgedampfte Aluminiumoxidschicht (Ionenbarriere) auf der MCP. Die GaAs Photokathode war im Bereich des sichtbaren Lichtes bis hin zum nahen Infrarotbereich wesentlich lichtempfindlicher. Dadurch können Ziele in weiterer Entfernung und unter geringeren Lichtverhältnissen noch erkannt werden. Das Aufbringen einer Aluminiumoxidschicht auf die MCP erhöhte die Betriebszeit von 2 000 h – 3 000 h auf über 10 000 h.

Die Herstellung von getakteten Spannungsversorgungen, sowie noch dünneren Aluminiumoxidschichten auf der MCP, machte die Entwicklung von so genannten automatisch getakteten (autogated) Röhren möglich.

### **Glasfaserverzerrungen (Fiber Optics Manufacturing Distortions)**

Zwei bedeutende Glasfaserverzerrungen sind bekannt. S-Verzerrung und die scherenartige Verzerrungen. Dies sind aber Effekte, die bei heutigen Röhren der 3. Generation nicht mehr auftreten.

- **S-Verzerrung (S-Distortion)**

Diese Art der Verzerrung tritt in den Glasfasern der 180°-Umkehrung (Twister) auf, ist sehr schmal und mit dem ungeübten Auge kaum wahrzunehmen.

- **Scherenartige Verzerrungen (Shear Distortion)**

Diese können in allen Restlichtverstärkern, deren Phosphorschirm aus Glasfasern besteht, auftreten und erscheinen als Spalt oder Verschiebung von geraden Linien beim Blick durch das Nachtsichtgerät und erwecken den Eindruck, als würden die Linien scherenartig auseinander streben.

### **Helligkeitsschutz (BSP = Bright-Source Protection)**

Dies ist eine elektronische Spannungsregelung an der Photokathode zum Schutz der Röhre vor zu hohem Lichteinfall (Raumlicht oder Fahrzeuglicht). Es erhöht die Lebenszeit der Röhre, verringert dabei allerdings die Auflösung im Moment des Lichteinfalls.

### **Hintergrundflimmern (EBI = Equivalent Background Illumination)**

Dies ist die Menge des Lichtes, das von der Photokathode ohne Einfall von Restlicht abgestrahlt wird. Das Hintergrundflimmern verändert sich durch die Temperatur des Nachtsichtgerätes. Je höher die Temperatur, umso größer ist das Hintergrundflimmern. Das Hintergrundflimmern wird gemessen in Lumen pro  $\text{cm}^2$  ( $\text{lm}/\text{cm}^2$ ). Je geringer der Wert, umso besser. Dieser Wert bestimmt die niedrigste Lichtmenge, die sichtbar gemacht werden kann. Alles unterhalb dieses Wertes wird unterdrückt.

### **I2 Bildverstärkung (I2 = Image intensification)**

Sie nimmt sichtbares und nicht sichtbares (IR) Licht auf und verstärkt es zu einem klaren sichtbaren Bild bei geringen Lichtverhältnissen.

### **Infrarotbeleuchter (IR Illuminator)**

Dies ist eine Lichtquelle im für das bloße Auge nicht sichtbaren Infrarotbereich (ca. 880 nm). Sie dient zur Ausleuchtung von besonders dunklen Bereichen, um die Leistungsfähigkeit von Nachtsichtgeräten zusätzlich zu erhöhen. Zu beachten ist hier, dass der IR-Strahler entsprechend dem Spektrum (Farbtemperatur) in dem der Restlichtverstärker arbeitet, ausgewählt wird.

### **IR Infrarot (IR Infrared)**

Dies ist Licht im nicht sichtbaren Bereich zwischen 780 nm und 1 mm (sichtbares Licht 380 nm bis 780 nm).

### **Klassische Verzerrung (Classical Optical Distortion)**

Diese Art der Verzerrung entsteht während der Entwicklung am Rand der Optiken oder im Restlichtverstärker, wenn gerade Darstellungslinien sich nach außen oder innen bewegen. Die Verzerrung wird sichtbar durch die Abbildung von Rechteckmustern oder Kreisen. Diese Verzerrung tritt bei allen Geräten mit der gleichen Modellbezeichnung auf. Gewöhnlich ist dies bei den heutigen Optiken nicht mehr sichtbar.

### **Konstante Störstrahlung (FPN = Fixed-Pattern Noise)**

Die konstante Störstrahlung ist gewöhnlich ein kosmetischer Mangel, charakterisiert durch ein schwaches sechseckiges Muster über dem gesamten sichtbaren Bereich. Dieses Muster kann bei sehr hohem Lichtniveau in allen Bildverstärkern der 2. und 3. Generation beobachtet werden. Dies ist bei der Produktion unvermeidlich.

### **Linienpaare pro Millimeter lp/mm (Line Pairs per Millimeter)**

Dies ist die Maßeinheit zur Festlegung der Auflösung von Nachtsichtgeräten. Die Maßeinheit wurde 1951 von der US Air Force über ein Standardauflösungsziel festgelegt. Die Ziele bestehen aus einer Serie von unterschiedlichen horizontalen und vertikalen Feldern. Ein Benutzer soll in der Lage sein, alle Felder sowie die Zwischenräume zu erkennen.

### **Lumen**

Dies ist Maßeinheit für den Lichtstrom, der Menge von Photonen, die das menschliche Auge in einer Sekunde wahrnehmen kann.

### **Mikroampere pro Lumen ( $\mu\text{A}/\text{lm}$ , Microamps per Lumen)**

Dies ist die Messung von elektrischem Strom (mA), die von einer Photokathode erzeugt wird, bei einer gegebenen Menge von Licht (Lumen).

### **Mikrokanalplatte (MCP = Microchannel Plate)**

Dies ist eine metallbeschichtete Glasscheibe, welche die Fähigkeit besitzt, die von der Photokathode erzeugten Elektronen zu vervielfachen. Diese Technik wird nur in Röhren der 2. Gen. und 3. Gen. genutzt. Die MCP verhindert die Verzerrungen, wie sie in Röhren der 0. Gen. und 1. Gen. auftraten. Die Anzahl der Kanäle liegt heute bei ca. 10,6 Millionen.

### **Milliampere pro Watt (mA/W, Milliamps per Watt)**

Dies ist der Strom in mA, der von einer dem Licht ausgesetzten Photokathode bei festgelegter Wellenlänge und Leistung erzeugt wird.

### **Naher Infrarotbereich (Near-infrared)**

Dies ist der untere Bereich des Infrarotbandes (IR Band 750 nm bis 2 500 nm).

### **Photokathode (Photocathode)**

Die Eingangsfläche einer Restlichtverstärkerröhre absorbiert Energie (Photonen) und wandelt diese in Elektronen um. Das verwendete Photokathodenmaterial ist bezeichnend für die unterschiedlichen Generationen von Röhren.

### **Photokathodenempfindlichkeit (Photocathode Sensitivity)**

Die Photokathodenempfindlichkeit wird gemessen in Mikroampere pro Lumen ( $\mu\text{A}/\text{lm}$ ) und bezeichnet die Fähigkeit, Licht in Elektronen umzuwandeln. Lumen ist die wissenschaftliche Maßeinheit dafür, welche Wellenlängen (violett bis rot) das menschliche Auge sieht. Es ist wichtig zu wissen, dass Restlichtverstärker auch Lichtwellen übertragen, die das menschliche Auge nicht sieht und dass deshalb bei der Prüfung Spektrallicht eingesetzt wird. Die Photokathodenempfindlichkeit wird mit einer Kaltlichtquelle bei 2856 Grad Kelvin gemessen. Dies entspricht in etwa einem sternenbeleuchteten Himmel.

### **Schwarze Punkte (Black Spots)**

Dies sind kosmetische Fehler im Restlichtverstärker, Schmutz oder Teile zwischen den Linsen. Schwarze Punkte im Restlichtverstärker beeinflussen die Leistung oder die Zuverlässigkeit des Gerätes nicht. Sie sind in der Produktion unvermeidlich.

### **Signal-Rauschverhältnis (S/N = Signal to Noise Ratio)**

Das Signal-Rauschverhältnis ist die Größe des Signals im Verhältnis zum Rauschen. Wenn das Rauschen in einer Abbildung genau so groß ist wie das Signal, ist das Signal nicht mehr zu erkennen. Das Signal-Rauschverhältnis ändert sich mit der Helligkeit, da das Rauschen konstant, das Signal aber größer ist. Je höher das S/N, desto dunkler kann die betrachtende Szene sein, in der das Nachtsichtgerät noch funktioniert. Der Effekt von S/N in Nachtsichtgeräten entspricht dem von Fernsehgeräten. Je weiter die Antenne von der Sendestation entfernt ist, umso größer ist das Rauschen (Schnee) im Bild.

### **Spektrum (Spectrum)**

Das Feld einer elektromagnetischen Energie von kosmischer Strahlung bis hin zur niedrigsten Frequenz.

### **Systemabstand zum Auge (Eye Relief)**

Dies ist der Abstand des Auges zum letzten Element der Optik, um ein optimales Sichtfeld zu erhalten. Eines der häufigsten Probleme beim Einsatz von optischen Geräten.

### **Thermische Bilddarstellung (Thermal Imaging)**

Dies ist der Empfang von Strahlung und Temperaturunterschieden von 7,5 bis 13,5 Mikrometer und die Umwandlung in eine sichtbare Darstellung. Die thermische Bilddarstellung ist eher für das Entdecken als für das Erkennen von Zielen geeignet.

### **Verstärkung (Gain)**

Sie wird auch als Lichtverstärkung oder Helligkeitsverstärkung bezeichnet. Sie ist der Faktor mit dem das einfallende Licht verstärkt wird. Er wird angegeben in Röhrenverstärkung oder Systemverstärkung und hat keine Einheit.

- Die Röhrenverstärkung wird gemessen in „Lichtausgang (fQ) durch Lichteingang (fc)“ und wird gewöhnlich in Zehntausender-Werten angegeben. Ist die Röhrenverstärkung zu hoch, wird das Signal-Rausch-Verhältnis schlechter. Die Röhrenverstärkung der bei den US-Streitkräften eingesetzten Röhren liegt bei 20 000 bis 45 000.
- Die Systemverstärkung wird gemessen in „Lichteingang (fc) durch Lichtausgang (fQ)“ und ist die Verstärkung, die der Nutzer tatsächlich sieht und wird gewöhnlich in Tausender-Werten angegeben.

Die Systemverstärkung der bei den US-Streitkräften eingesetzten Geräte liegt bei 2 000 bis 3 000.

In jedem Nachtsichtgerät wird die Röhrenverstärkung durch die Qualität der Optiken und durch den Einsatz von Filtern reduziert. Für den Kunden ist deshalb die Systemverstärkung der wichtigere Wert.

### **Verzerrung (Distortion)**

Es gibt zwei verschiedene Arten von Verzerrungen. Die eine wird hervorgerufen durch die Optiken oder durch den Restlichtverstärker und wird als klassische Verzerrung bezeichnet. Die andere wird durch Fehler in den Glasfasern, die im Restlichtverstärker eingesetzt werden, hervorgerufen.

NV-Consulting