

Optische Untersuchungen an Wildwarnreflektoren vom Typ WEGU-GFT

Inhalt

1. Aufgabe
2. Abschätzung der Strahlungsdichteverteilung des rückgestreuten Lichtes
3. Messung des mittleren spektralen Reflexionsgrades des sichtbaren Lichtes und angrenzender Wellenlängenbereiche
4. Vergleich mit anderen Wildwarnreflektoren

1. Aufgabe

Die WEGU-GFT Wildwarnreflektoren in den Farben Weiß und Signalrot der Firma Gummiformteile GmbH/ Niedersachswerfen sollen in ihren strahlungstechnischen Eigenschaften untersucht werden, um Qualität und Wirksamkeit der Produkte bewerten zu können. Die Ergebnisse werden für einen Vergleich mit den „Swareflex,, Wildwarnreflektoren der Firma Swarovski /Österreich genutzt.

2. Abschätzung der Strahlungsdichteverteilung des rückgestreuten Lichtes

2. 1. Meßmethode und Aufbau

Zur Bewertung der Abstrahlcharakteristik der Reflektoren benötigt man die Strahlungsdichte (Strahlungsleistung pro Raumwinkel) des reflektierten Lichtes in Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel. Mit dem benutzten Siliziumsensor ist es möglich, einen Strom zu messen, der proportional zur Intensität (Strahlungsleistung pro bestrahlter Fläche) des auffallenden Lichtes ist. Bei konstanten geometrischen Bedingungen sind Intensität und Strahlungsdichte proportional und einfach ineinander

umzurechnen. Jedoch sind beides absolute Größen, deren Messung relativ aufwendige Eichungen erfordert. Da bei der durchzuführenden Messung die Intensitäts- bzw. Strahlungsdichteverhältnisse verschiedener Winkel von Interesse sind, ist es für die Einschätzung der Helligkeitsverteilung ausreichend, die Ergebnisse als Stromfluß des Siliziumempfängers anzugeben. Bei gleichbleibenden Versuchsparametern (Abstände, Strahldurchmesser, Lichtquelle) ist die gemessene Stromstärke auch bei verschiedenen Reflektoren direkt proportional zur Strahlungsdichte. So kann die Verteilung der Strahlungsdichte verschiedener Reflektoren verglichen werden, ohne diese absolut zu bestimmen.

Der Aufbau basiert auf einer konstanten Bestrahlungsrichtung. Der Beobachtungswinkel α wurde in horizontaler und vertikaler Richtung variiert (Bild 1). Für die Messungen der horizontalen Verteilung war $X = Y = 50$ cm. Beim vertikalen Aufbau betragen $X = 30$ cm und $Y = 50$ cm.

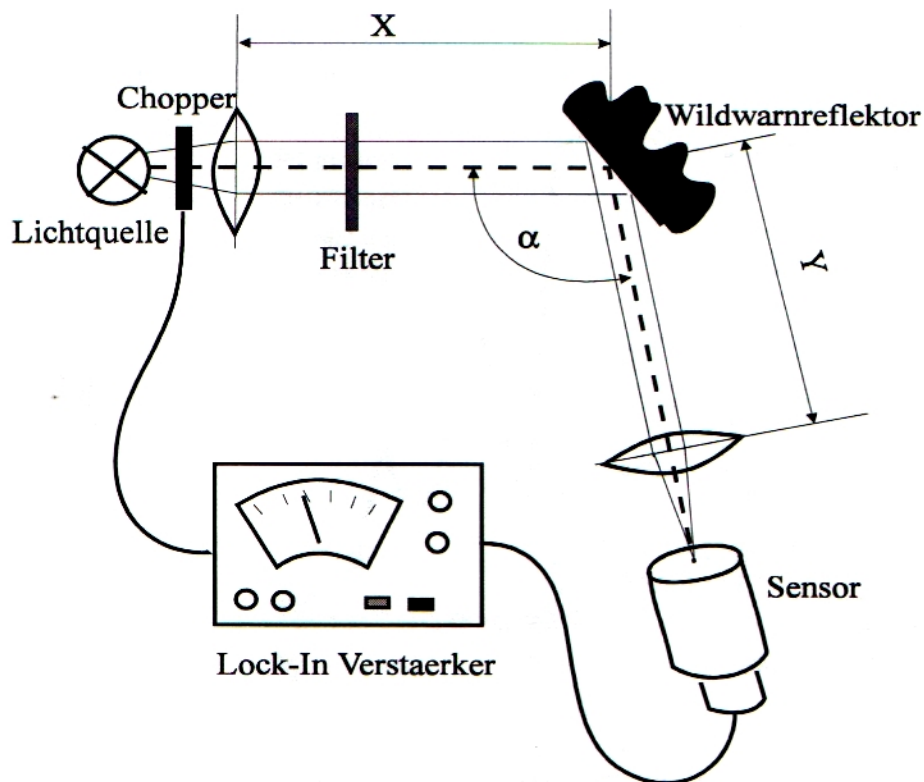


Bild 1: Schematischer Versuchsaufbau für die Messung der Intensitätsverteilung.

Das Meßsignal repräsentiert die gesamte Strahlungsleistung des zugänglichen Spektralbereiches, der von der Quelle (Halogen Lichtwurf Lampe HLWS5 /20 W) und

Empfänger (Siliziumphotoelement mit Lock-In-Verstärker des CZ-Schichtdickenmeßgerätes) auf den sichtbaren und den daran angrenzenden Wellenlängenbereichen beschränkt wird. Horizontale Messungen wurden ebenfalls für ausgewählte Wellenlängenbereiche um 500 nm (blaugrün), 630 nm (rot) und 900 nm (nahes Infrarot) durchgeführt.

Der Durchmesser des auf den Reflektor auffallenden Strahls betrug ca. zwei Zentimeter. Das bewirkte eine Mittelung der Intensität über viele in verschiedene Richtungen reflektierende Segmente des Reflektors, was dazu führt, daß die gemessene Winkelverteilung das gesamte Abstrahlverhalten des Reflektors repräsentiert. Der vermessene Bereich für den Winkel α reichte in der horizontalen Ebene von 12° bis 140° und in der vertikalen Ebene von -80° bis 80° .

2. 2. Ergebnisse

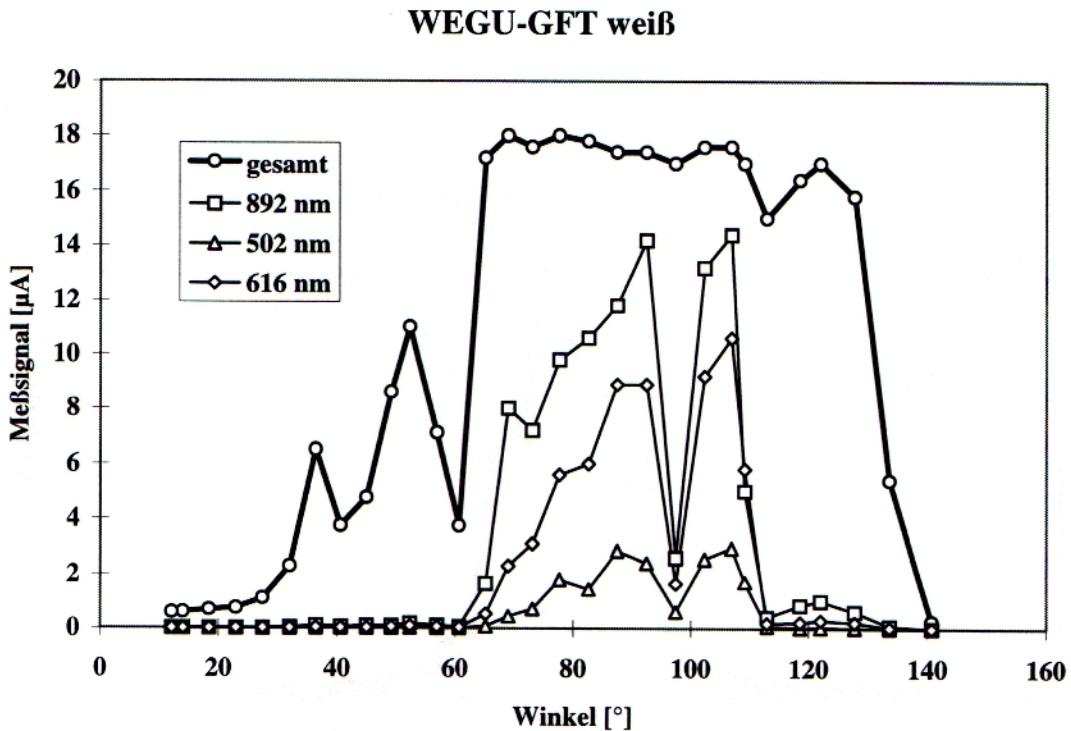


Bild 2 : Die horizontale Intensitätsverteilung des WWR WEGU-GFT in Weiß über dem gemessenen Bereich des Winkels α .

WEGU-GFT signalrot

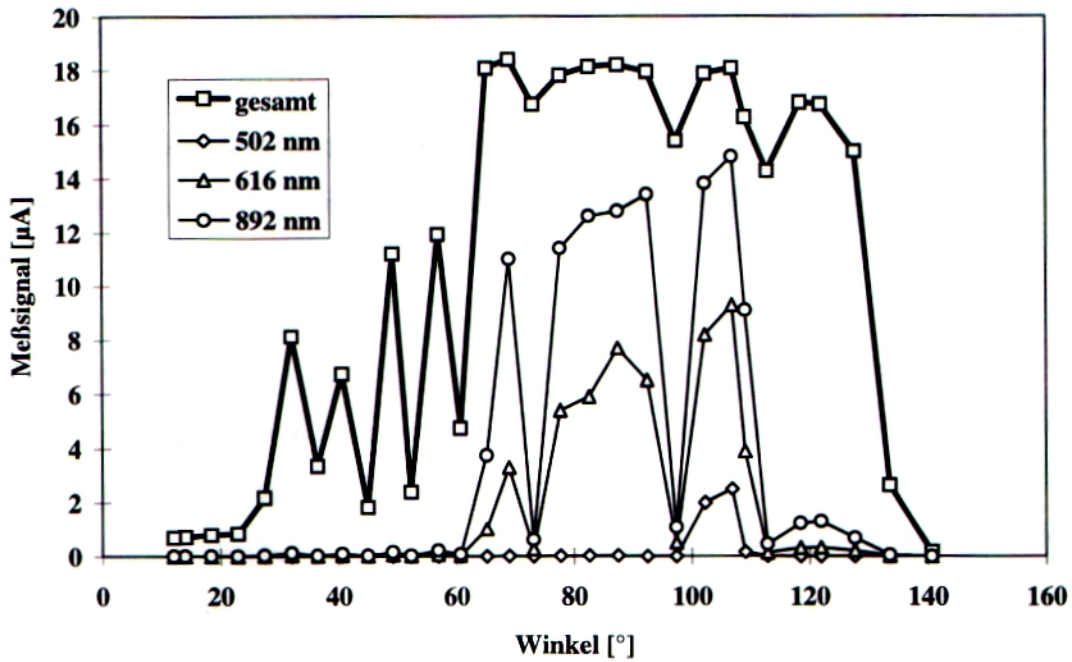


Bild 3 : Die horizontale Intensitätsverteilung des WWR WEGU-GFT in Signalrot über dem gemessenen Bereich des Winkels α .

Vertikale Winkelverteilung

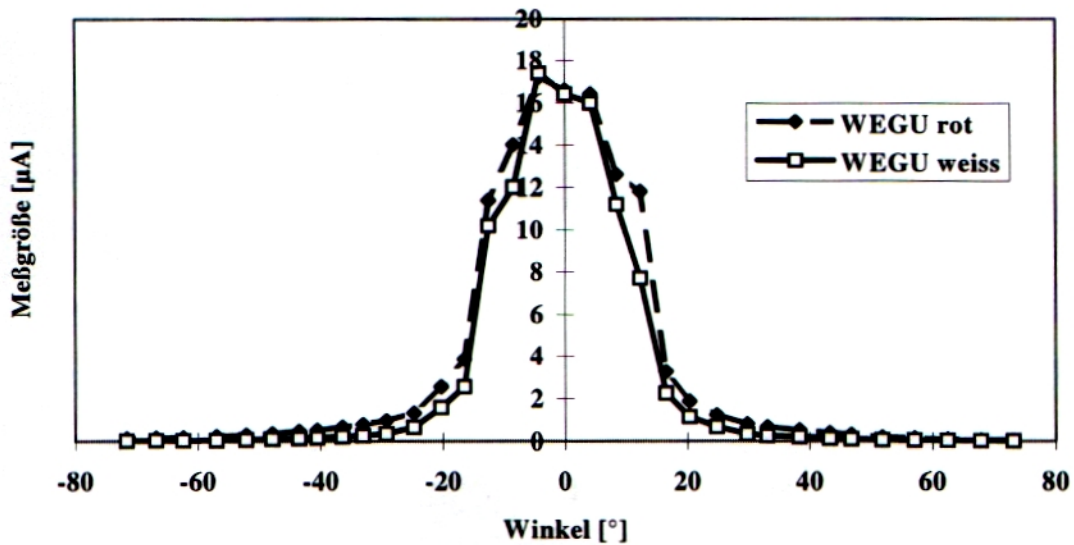


Bild 4: Vertikale Winkelverteilung der Intensität WWR WEGU-GFT in Weiß und Signalrot.

Bild 2 und 3 zeigen die horizontale Intensitätsverteilung des WEGU-GFT in Signalrot und Weiß über dem gemessenen Bereich des Winkels zwischen Einfall- und Reflexionsstrahl α (10° bis 140°). Es sind verschiedene Wellenlängenbereiche (gesamter möglicher Wellenlängenbereich des Aufbaus, um 500 nm, um 630 nm und um 900 nm) dargestellt. In der vertikalen Ebene (Bild 4) erstreckt sich der Bereich von α von -80° bis $+80^\circ$. Auch hier sind verschiedene Wellenlängenbereiche dargestellt.

2. 3. Bemerkungen

Die Meßwerte der gesamten Intensität zeigen, daß bei parallel zur Straße einfallendem Licht der überwiegende Anteil des reflektierten Lichtes mit einem Winkel von 60° bis 130° abgelenkt wird (Bild 5 a). Größere Winkel sind nicht möglich, da dieser Bereich praktisch hinter dem Reflektor selbst liegt. Bei kleineren Winkeln bis hinunter zu ca. 30° erscheinen die Reflexionen mit stark schwankender Intensität, jedoch mit einer gerade

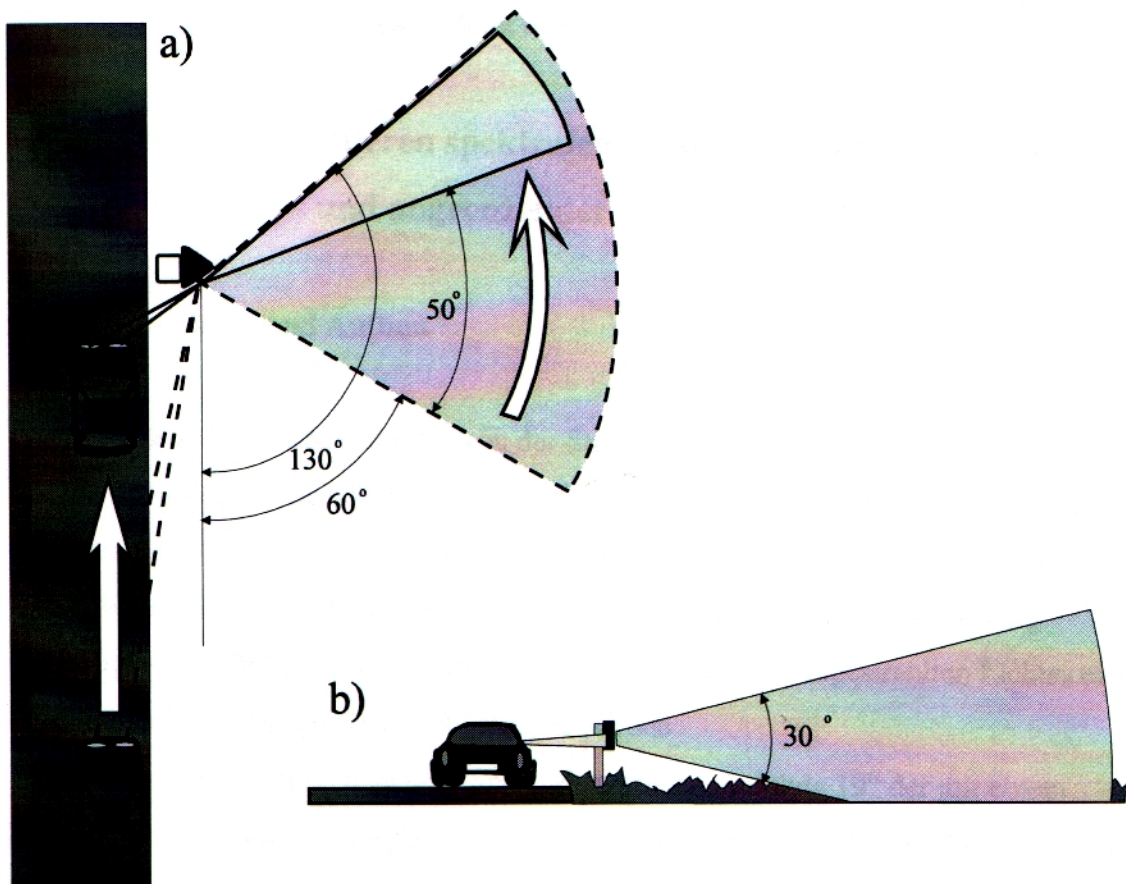


Bild 5 a und b: Die Bilder skizzieren den Bereich, in den das Licht im Wesentlichen reflektiert wird. Bild a) zeigt die horizontale Ebene und Bild b) die vertikale.

halb so großen Maximalintensität. Für Winkel, die kleiner als 30° sind, wird kaum noch Licht reflektiert, was mit Rücksicht auf den Straßenverkehr sinnvoll ist.

Die Messungen für die bestimmten Farben des Lichtes zeigen, daß die verschiedenen Wellenlängenbereiche mit unterschiedlicher Stärke reflektiert werden. Es wird deutlich, daß die Charakteristik einzelner Wellenlängenbereiche noch strukturierter ist. Die Kontraste sind groß. Erwartungsgemäß reflektiert der signalrote Reflektor blaugrünes Licht kaum.

Im Laufe des Vorbeifahrens eines Fahrzeugs verschiebt sich die gesamte Charakteristik um ca. 50° . Die großen Intensitätsschwankungen in der Reflexionscharakteristik erzeugen zusammen mit der Bewegung des beleuchtenden Fahrzeuges einen Eindruck mehrerer Lichtblitze oder zumindest mehrerer sich bewogender Lichtquellen.

Die vertikale Winkelverteilung zeigt, daß hauptsächlich in den Winkelbereich von -15° bis 15° reflektiert wird. Das heißt, bei ebenem Gelände wird ab 5 m Abstand vom Reflektor bis zur Höhe von zwei Meter alles ausgeleuchtet (Bild 5b).

3. Messung des mittleren spektralen Reflexionsgrades des sichtbaren Lichtes und angrenzender Wellenlängenbereiche

3. 1. Meßmethode und Aufbau

Die Helligkeit der Reflexionen die von der Straße in die Landschaft gespiegelt werden, hängen nicht nur von der räumlichen Verteilung des Reflexes ab, sondern auch vom Reflexionsgrad des verwendeten Materials. Ein hoher Reflexionsgrad ist für eine höchstmögliche Lichtausbeute und damit für einen effektiven Einsatz notwendig.

Der spektrale Reflexionsgrad gibt an, wieviel Prozent des eingestrahnten Lichtes einer bestimmten Wellenlänge wieder abgestrahlt werden.

Die Messungen erfolgen an dem Spektralfotometer „Lambda 19“ der mit einem Ulbricht-Kugeleinsatz („Labsphere“ RSA-PE-19) ausgerüstet ist. In der Ulbricht-Kugel wird gerichtet sowie ungerichtet reflektiertes Licht diffus gestreut und trägt somit zum Meßsignal bei (Bild 6). Das ermöglicht die Bestimmung des Reflexionsgrades

unabhängig von der Richtung der Reflexion. Durch die Mittelung mehrerer Spektren ist die Bestimmung des mittleren Reflexionsgrades als Eigenschaft des Reflektormaterials unabhängig von der Reflektorstruktur möglich. Es werden zehn Spektren an verschiedenen Orten der Reflektorfläche gemessen und gemittelt. Der gemessene Spektralbereich erstreckt sich von 200 bis 900 nm (Zum Vergleich - das menschliche Auge ist für Licht der Wellenlängen von ca. 400 bis 800 nm empfindlich). Die Kalibrierung der Messung mit der Ulbricht-Kugel erfolgt an einem Material (Aluminium), dessen spektralen Eigenschaften durch Messung der gerichteten Reflexion bekannt sind.

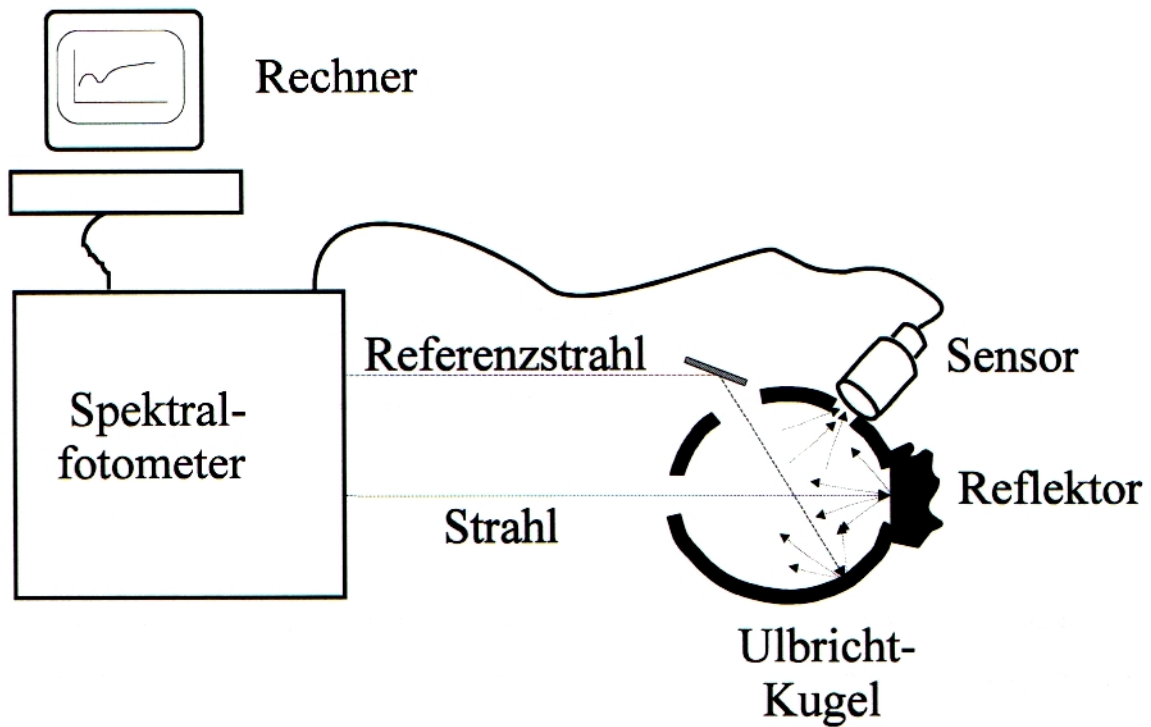


Bild 6: Der Versuchsaufbau mit der Ulbricht-Kugel.

3. 2. Ergebnisse

Der spektrale Reflexionsgrad wurde für den Wellenlängenbereich von 200 nm bis 900 nm bestimmt und ist im Bild 7 für den signalroten und den weißen WEGU-GFT WWR dargestellt.

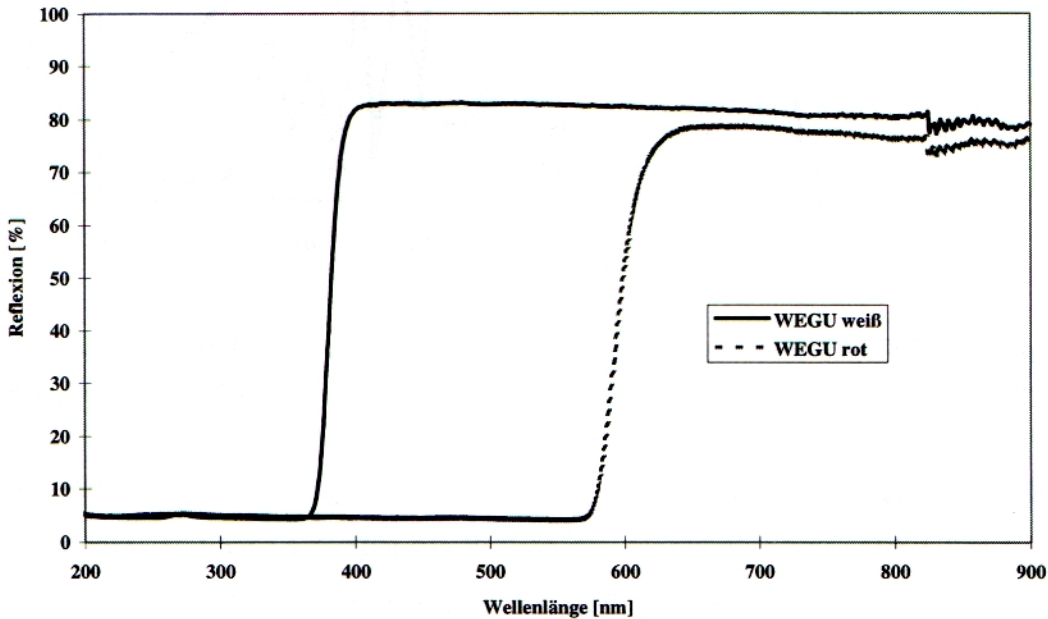


Bild 7: Der spektrale Reflexionsgrad des WWR WEGU-GFT in Signalrot und in Weiß.

3. 3. Bemerkungen

Der Reflexionsgrad des weißen Reflektors ist im gesamten sichtbaren Bereich nicht unter 80 %. Beim roten Reflektor wird aufgrund der Farbe Licht mit Wellenlängen unter 600 nm kaum noch reflektiert (Reflexionsgrad kleiner als 5 %). Im infraroten Spektralbereich ist die Reflexion bei beiden Farben hoch und im ultravioletten niedrig.

4. Vergleich mit anderen Wildwarnreflektoren

Sämtliche Messungen wurden auch an dem Wildwarnreflektor „Swareflex“ in rot durchgeführt. Dies ermöglicht den Vergleich mit den Werten der WEGU-GFT Wildwarnreflektoren.

4. 1. Vergleich der Strahlungsdichteverteilung

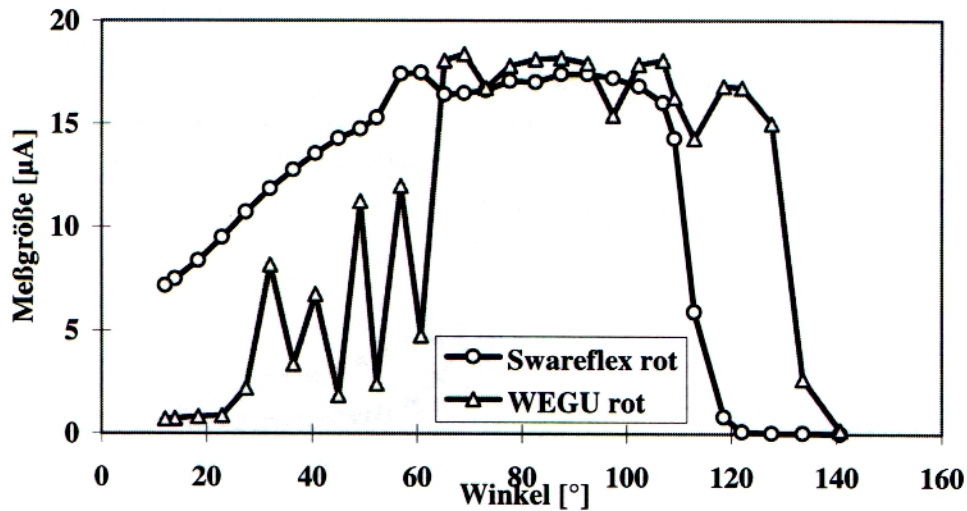


Bild 8 : Es werden die winkelabhängigen Strahlungsdichteverteilungen des WWR WEGU-GFT und des WWR „Swareflex Reflektors“ vergleichend dargestellt.

Das Verhalten der Strahlungsdichte mit der Veränderung des Beobachtungswinkels in der horizontalen Ebene weist bei den Reflektoren der verschiedenen Hersteller deutliche Unterschiede auf (Bild 8). So ist zu erkennen, daß die Intensitätsverteilung des „Swareflex“ Reflektors der Firma Swarovski einen über große Bereiche gleichmäßigen Verlauf ohne große Betragsschwankungen aufweist. Im Gegensatz dazu zeigt der Intensitätsverlauf der „WEGU“ Reflektoren mehrere Maxima, die durch Winkelbereiche kleinerer Intensität getrennt sind. Diese Maxima sind durch die etwa 4 mal 4 mm großen ebenen Segmente zu erklären, die als kleine ebene Spiegel gerichtet reflektieren. Beim WWR „Swareflex“ wird das Licht durch die unebenen Segmente eher diffus reflektiert.

Die Messungen bestätigen die verschiedenen Helligkeitseindrücke der Reflektoren die bei den Untersuchungen des Institutes für Landtechnik Bonn ¹⁾ fotografisch festgehalten wurden.

Wenn man davon ausgeht, daß Wild auf seinem Weg innehält, wenn es geblendet wird, verspricht das aussenden von mehreren hellen Reflexionen eine größere Wirkung als eine homogene Ausleuchtung geringerer Intensität.

1) Prof. Dr. Ing. K.-H. Kromer und Dr. Ing. L. Damerow : „Ermittlung des Reflexionsverhaltens verschiedener Reflektoren“, 1996

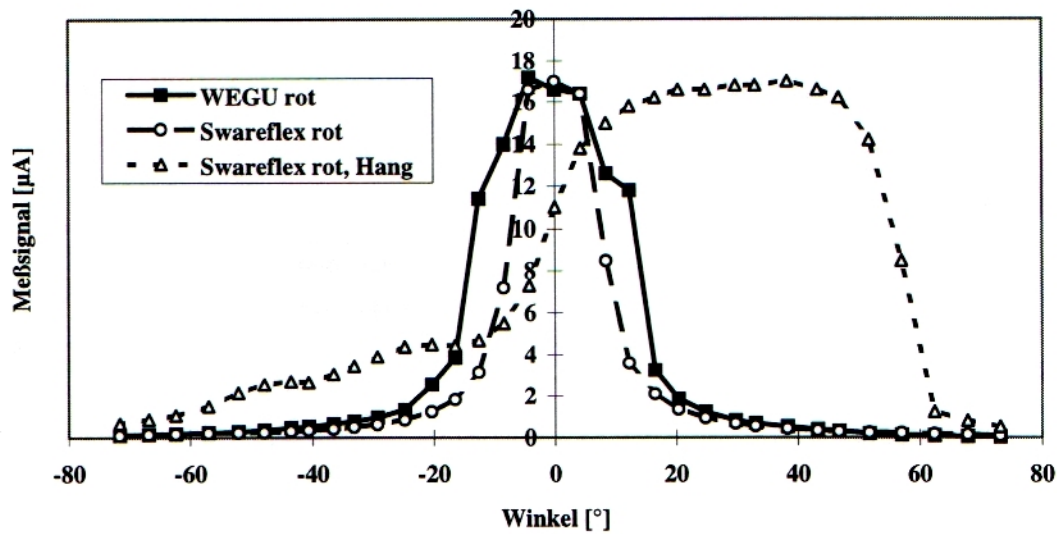


Bild 9 : Die vertikale Intensitätswinkelverteilung des WEGU-GFT in rot im Vergleich zum „Swareflex“ rot und „Swareflex“ rot für Hanglagen.

Die vertikale Verteilung (Bild 9) zeigt, daß der WWR WEGU-GFT in einem etwas größeren Winkelbereich reflektiert als der WWR „Swareflex“, dessen Abstrahlbereich von ca. -10° bis 10° reicht. Der „Swareflex“ Reflektor für Hanglagen strahlt jedoch in einen sehr großen Raumbereich aus, der je nach Montage aufwärts oder abwärts zeigt.

4. 2. Vergleich des mittleren spektralen Reflexionsgrades

Je nach Farbe ist das spektrale Verhalten der verschiedenen Reflektoren ähnlich (Bild 10). Jedoch sind in dem Spektralbereich, wo der Reflexionsgrad möglichst groß sein soll, Unterschiede zu erkennen. Dort reflektieren die WEGU Reflektoren ca. 10 % mehr Licht.

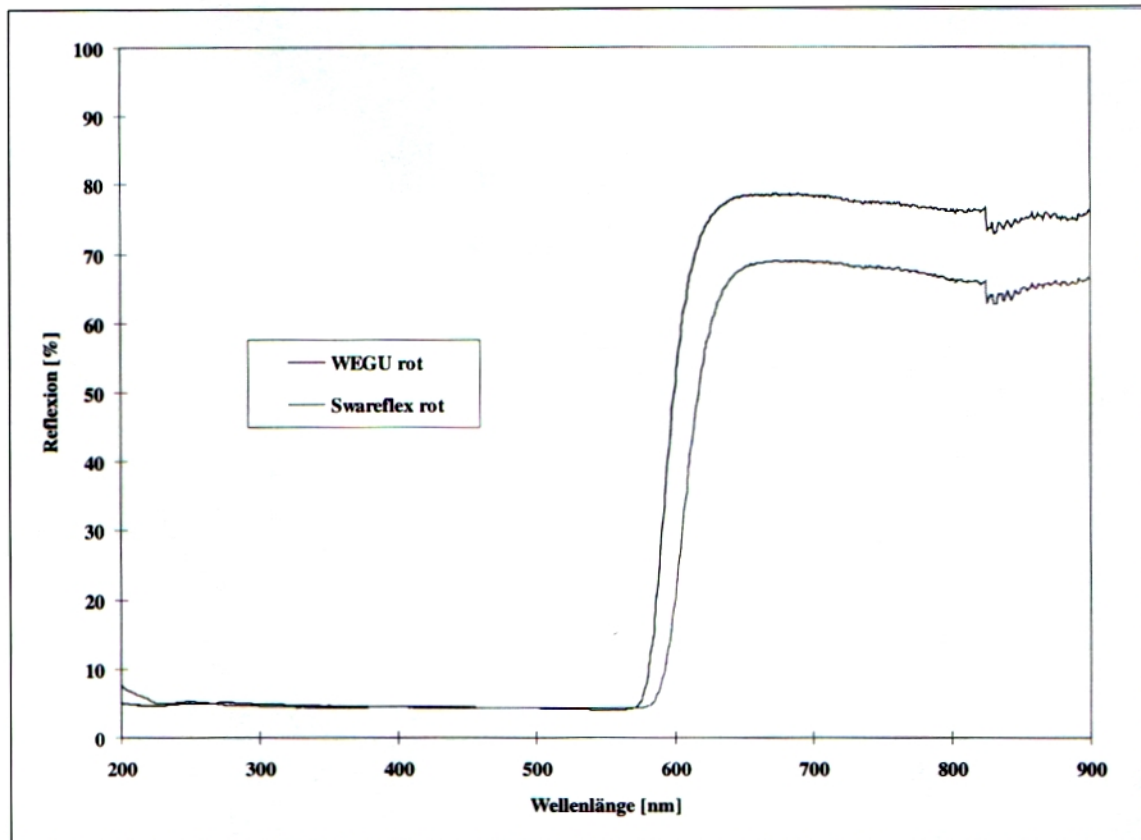


Bild 10 : Der spektrale Reflexionsgrad des WWR WEGU-GFT und des WWR „Swareflex,, (beide in Rot).