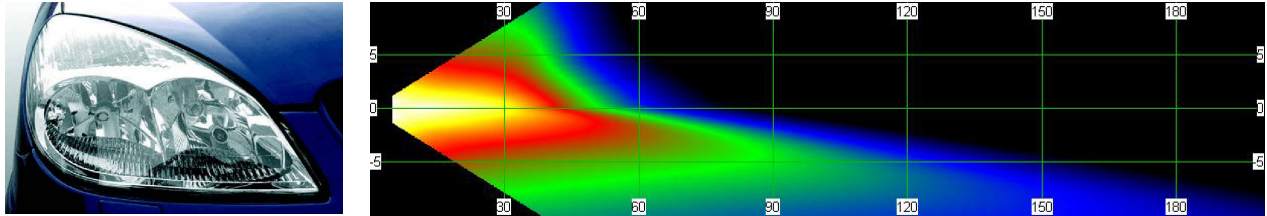


**LMK2000 Software****Zusatzmodul Scheinwerfermessung****Zielstellung**

In vielen Bereichen der Photometrie haben sich bildverarbeitende Leuchtdichtemessverfahren bereits als Alternative zu Beleuchtungsstärkemessern (Goniophotometern) durchgesetzt. Eine Anwendung im Bereich der Scheinwerfermesstechnik war bislang aber nur begrenzt möglich, weil die hohen Kontrastverhältnisse, wie sie z.B. in der Abblendlichtverteilung von Kfz-Scheinwerfern vorliegen, zu großen Streulichtfehlern (häufig über 200% zum tatsächlichen Messwert) führen. Mit der LMK2000 Scheinwerfer bieten wir ein System an, welches auf die Vermessung von kontrastreichen Lichtverteilungen zugeschnitten ist. Mit dem System können Lichtverteilungen von den verschiedensten Scheinwerfern mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden. Durch die speziell angepasste Hard- und Software ist es möglich selbst den hohen Anforderungen bei der Vermessung von Abblendlichtverteilungen bei Automobilscheinwerfern gerecht zu werden.

**Vorteile der LMK**

Das übliche Messverfahren für Scheinwerferlichtverteilungsmessungen ist ein Beleuchtungsstärkemessverfahren (1-Bereichs-Photometrie). Dieses Verfahren kann für die Ermittlung einer kompletten Lichtverteilung mehr als eine Stunde benötigen, weil der Scheinwerfer unter Verwendung eines Photogoniometers mit einem Photoelement (Beleuchtungsstärkemesser) abgescannt werden muss. Eine Leuchtdichtemessung benötigt für die Ermittlung der kompletten Lichtverteilung oder eines Farbbildes nur wenige Sekunden, da (im Gegensatz zur Beleuchtungsstärkemessung) mit einer Leuchtdichtemesskamera (LMK) die komplette Lichtverteilung mit einer einzigen Bildaufnahme bzw. bei Farbaufnahmen (

**Abbildung 1**) mit vier Bildaufnahmen ermittelt werden kann. In den ermittelten Leuchtdichtebildern lassen sich dann beliebige Messpunkte auslesen, Schnitte anlegen u. v. m. (Vgl. LMK2000). In den ermittelten Farbbildern kann darüber hinaus z.B. der Farbverlauf entlang eines Schnittes (

**Abbildung 1**) an der HDG beurteilt werden (siehe **Abbildung 2**).

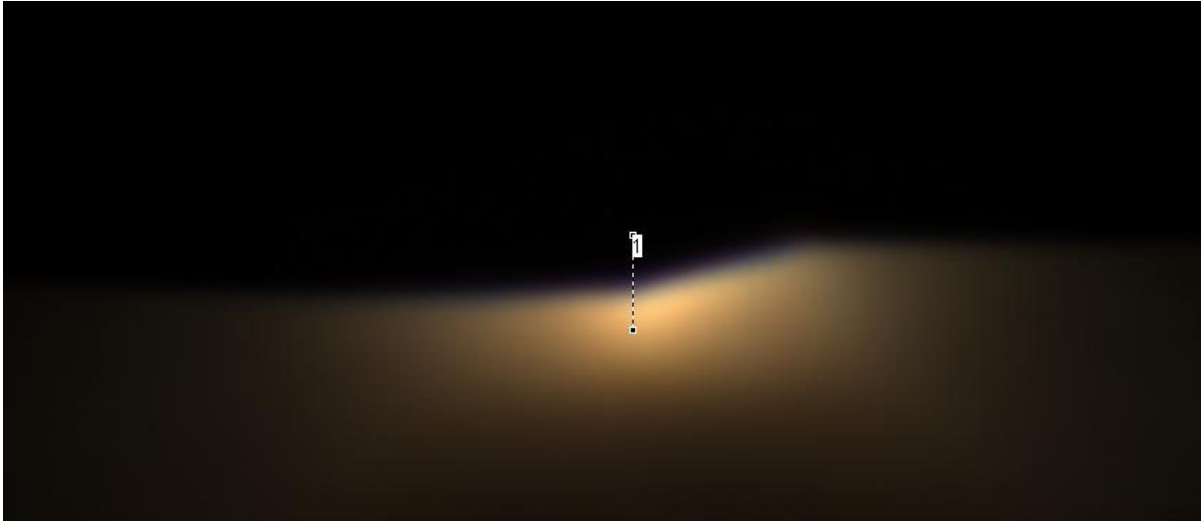


Abbildung 1: Farbaufnahme eines Xenon-Projektionsmoduls

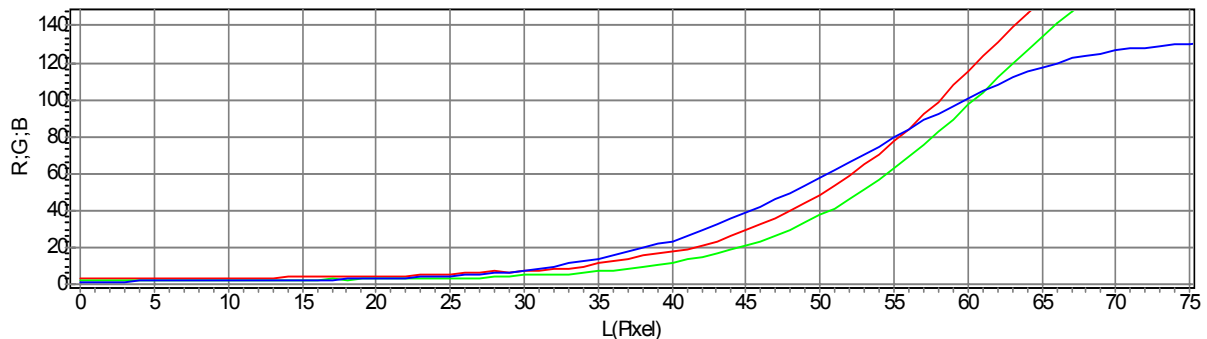


Abbildung 2: RGB Kurven entlang des Schnittes in Abbildung 1 durch die HDG

## Streulicht

Beim Messen von Licht, muss man darauf achten, dass nur das Licht zum Messmittel gelangt, welches für die Messung von Interesse ist. Alles Licht was einem Bildpunkt zugeordnet wird und nicht von dem korrespondierenden Objektpunkt stammt, wird als Streulicht oder auch Falschlicht bezeichnet. Als Resultat wird das Bild gleichmäßig (global) oder auch unterschiedlich (lokal) aufgehellt. Dabei fällt der Einfluss in dunklen Bildbereichen stärker ins Gewicht, da dort ursprünglich niedrigere (weniger als 1% des Aktivbereiches) oder gar keine Intensitäten vorliegen. In Folge dessen werden die Messwerte vor allem in dunklen Bereichen erheblich verfälscht. Hier kann es in einer Abblendlichtverteilung zu Abweichungen vom wahren Wert von über 200% kommen. Außerdem reduziert sich dadurch der Kontrast (Verhältnis Bildmaximum zu Bildminimum) und der Dynamikumfang (Verhältnis Bildmaximum zu kleinstem messbaren Wert) des Bildes. Die Ursachen für Streulicht sind unerwünschte Reflexionen und Fremdlichtquellen sowie Streuung an Materialübergängen.

Unter Verwendung von speziell an diese Problematik angepasster Hard- und Software sind wir in der Lage diese Probleme zu kompensieren und sehr genaue Messergebnisse zu liefern.

## Hardware

Die Hardware basiert auf den Standardsystemen LMK 98-3 Color bzw. LMK 98-3 und bietet den gleichen Funktionsumfang. Bei einem Scheinwerfermessaufbau wird üblicherweise mit der LMK die Leuchtdichte auf einer Projektionswand gemessen, die aus der Beleuchtungsstärke resultiert, die der Scheinwerfer auf der Projektionswand erzeugt. Der komplette Messaufbau (Raum und Kamera) für ein solches System ist fixiert, d.h. der Bezug zwischen Kamera, Scheinwerfer, Messwand und dem Raum bleibt unverändert. Dabei ist es wichtig, dass der Raum komplett abgedunkelt ist und ggf. zusätzliche Blenden zum Abschatten integriert werden, um das Streulicht im Raum auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Projektionswand sollte eine diffus reflektierende, gleichmäßige (homogene) Oberfläche besitzen, um die Bedingung eines Lambert-Strahlers zu erfüllen. Außerdem sollte sie Licht jeder Wellenlänge gleichermaßen reflektieren.

## Software

Die wesentlichen Bestandteile der Softwareerweiterung LMK2000 Scheinwerfer sind die Streulichtkorrektur und die Koordinatentransformation. Bei der Streulichtkorrektur wird die LMK einer speziellen Kalibrierung unterzogen, so dass anschließend in Echtzeit eine Streulichtkorrektur der Aufnahmebilder möglich ist. Mit der Koordinatentransformation sind verschiedene geometrische und lichttechnische Umrechnungen möglich, so dass man z.B. die Beleuchtungsstärke oder die LVK bestimmen kann.

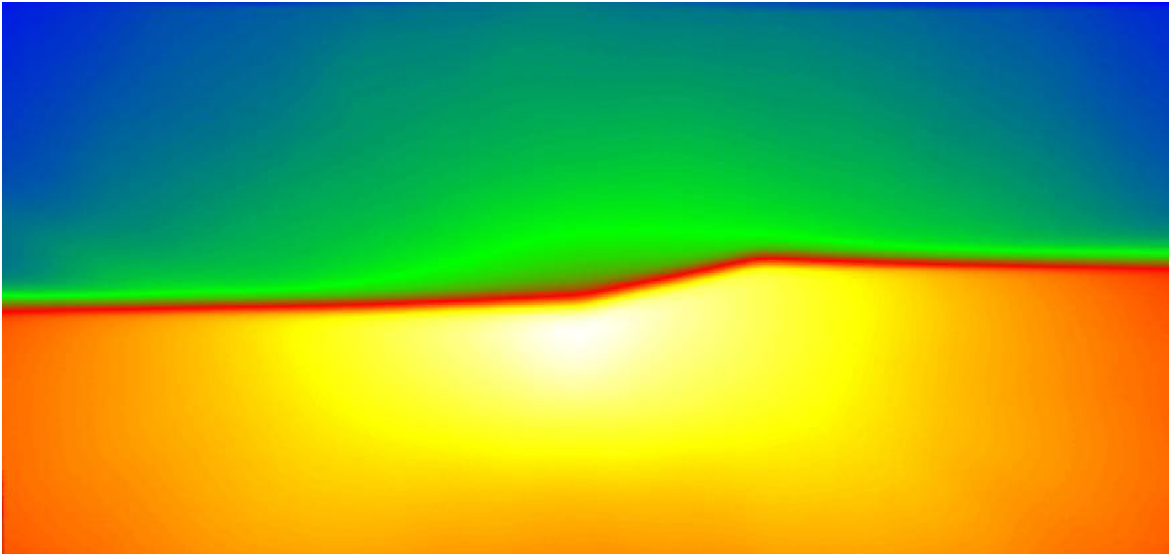
### **Streulichtkorrektur**

Mit der LMK2000 Software kann eine Streulichtkorrektur durchgeführt werden, mit der eine wesentliche Reduzierung des Streulichtes erreicht werden kann.

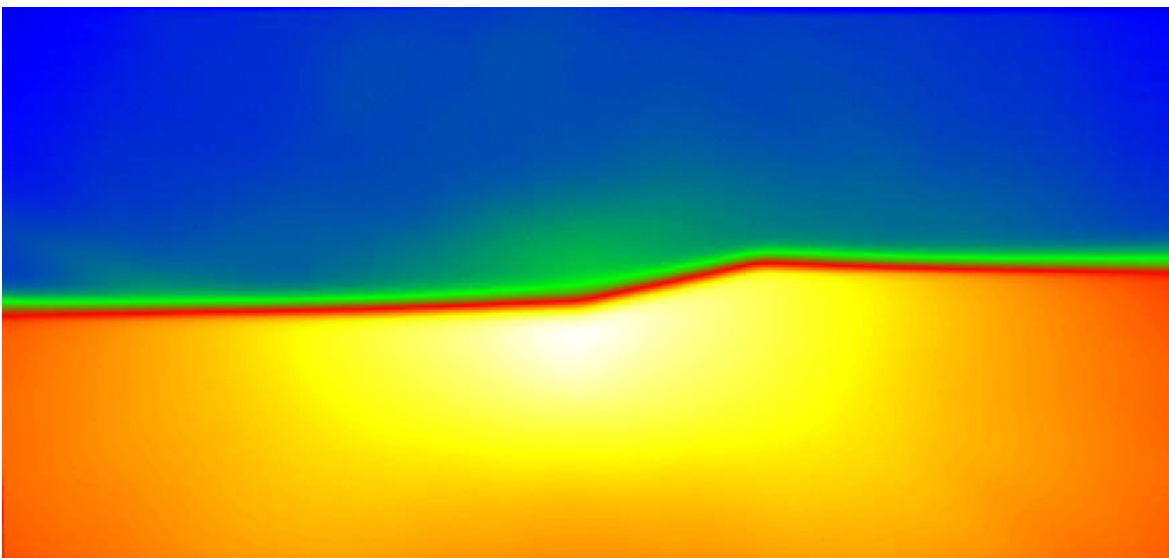
**Abbildung 3** zeigt die streulichtbelastete Scheinwerferaufnahme eines Xenon-Abblendlichtscheinwerfers und

**Abbildung 4** die streulichtkorrigierte. Beide sind zur besseren Visualisierung des Passivbereiches 4-fach logarithmisch dargestellt. In

**Abbildung 3** ist das Streulicht oberhalb der Hell-Dunkel-Grenze deutlich zu erkennen (grüner Saum). Man kann sehen, dass es bis zum oberen Bildrand reicht. Nach der Korrektur ist das Streulicht wesentlich reduziert.



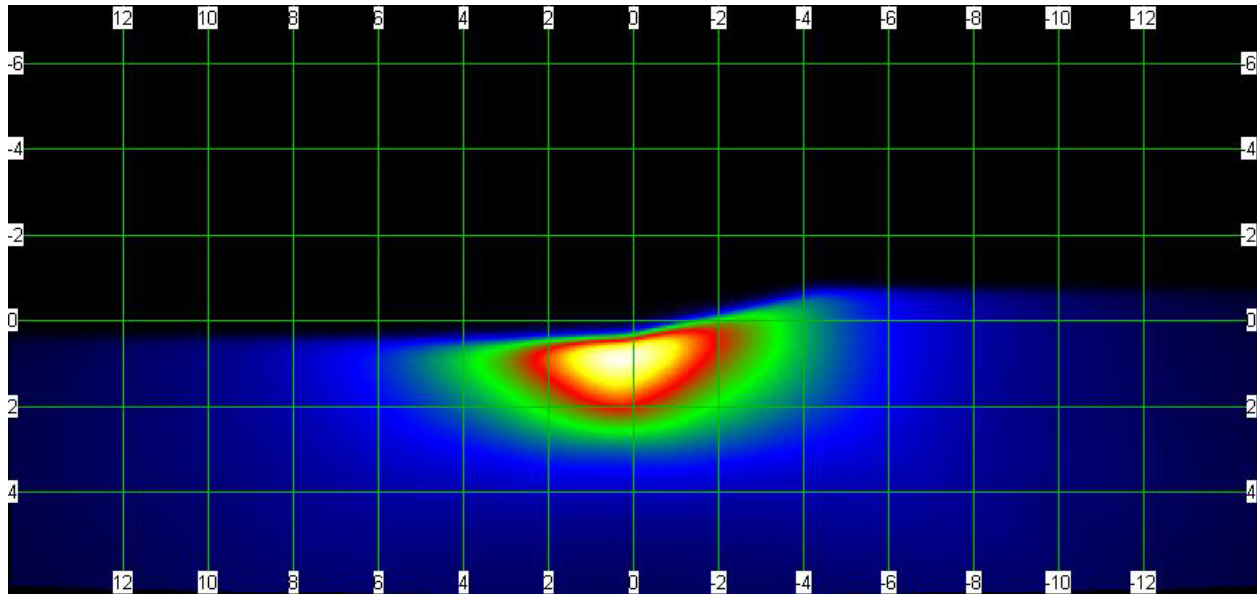
**Abbildung 3:** streulichtbelastete Scheinwerferaufnahme 4fach logarithmisch



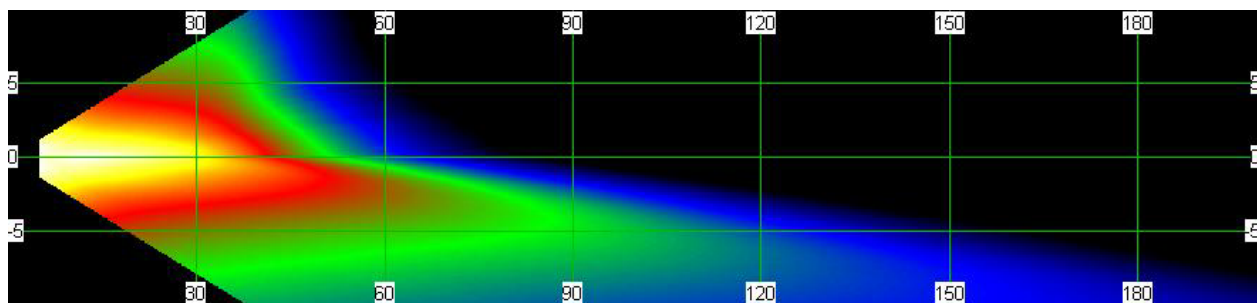
**Abbildung 4:** Streulichtkorrigierte Scheinwerferaufnahme 4fach logarithmisch

### ***Koordinatentransformationen***

Die LMK2000 Scheinwerfer Software beinhaltet eine Erweiterung der LMK2000 Software, bei der aus dem mit der LMK2000 aufgenommenen Leuchtdichtebild das korrespondierende Beleuchtungsstärkebild sowie die LVK berechnet werden. Dabei kann die Beleuchtungsstärke wahlweise auf der Ebene (z.B. auf einer 10 m entfernten Projektionswand) oder auf der Halbkugel (z.B. 25 m Radius für ECE) bestimmt werden. Anschließend können z.B. Protokolle (angelehnt an die ECE) geladen oder erstellt und so alle gewünschten Messpunkte mit einmal ermittelt werden. Als zusätzliche Möglichkeit ist speziell für den Automobilbereich noch eine Umrechnung in die Beleuchtungsstärken auf der Fahrbahn möglich.



**Abbildung 5:** LVK eines Xenon Abblendlichtscheinwerfers (Einheit: Grad)



**Abbildung 6:** Beleuchtungsstärke auf der Straße eines Xenon Abblendlichtscheinwerfers (Einheit: Meter)

Scheinwerfer strahlen über sehr große Winkelbereiche, unter Umständen sogar über den kompletten Halbraum, Licht aus. In den meisten Fällen können nur sehr viel kleinere Ausstrahlwinkel mit einem Bild erfasst werden. Deshalb ist es darüber hinaus möglich, mehrere Teilbilder verschiedener Winkelbereiche zu einem Komplettbild zusammenzusetzen.

Diese spezielle Softwareversion enthält umfangreiche Programmteile für die Anwendungen im Bereich Scheinwerfermessung und vereinfacht den Zugriff auf die benötigten Funktionen durch eine übersichtlichere Menüstruktur.