

## Mit Reflexion zum Durchlicht

### Einsatz von Retroreflektoren in der Industriellen Bildverarbeitung

Beim Einsatz von Lichtschranken sind Retroreflektoren schon lange selbstverständlich. Und wenn ein Autofahrer auf einer nächtlichen Straße die schwach kontrastierten Bilder auf seiner Netzhaut verarbeiten muss, helfen ihm die praktischen Reflexmaterialien auf Verkehrsschildern, Baken und Kleidung. In der industriellen Bildverarbeitung hingegen ist das Hilfsmittel noch nicht so bekannt, darum soll das Thema hier näher beleuchtet werden.

Eine Problemstellung, wie sie ähnlich in der Industriellen Bildverarbeitung täglich zu lösen ist, soll dabei zunächst als Beispiel dienen. Die Aufgabe besteht darin, die Produktion einer Kunststoffspritzgussanlage mit der Kamera zu prüfen.

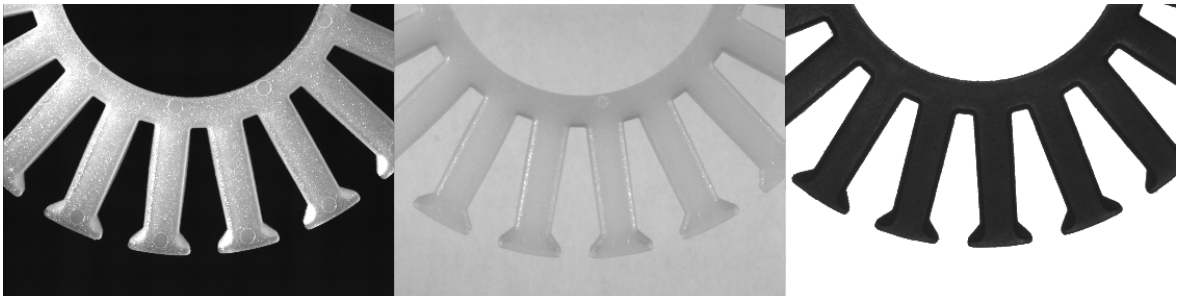
Die Kunststoffteile werden nach dem Spritzen von einem Greifer aus den Nestern entnommen. Vor der Ablage in einen Behälter sollen mit einem Vision-System typische Fehler wie Spritzgrat oder mangelhaft ausgespritzte Kontur festgestellt werden.

#### ***Kein Durchlicht möglich!?***

Es liegt auf der Hand, die Prüflinge (Kunststoffteile) von hinten zu beleuchten. Da hinter den Prüflingen jedoch nur wenige mm Abstand bis zu einer metallischen Greiferplatte bleiben, ist für eine Durchlichtanordnung kein Platz – von bildverarbeitungsgerechter Konstruktion also leider keine Rede.

Der zweite Lösungsansatz ist, die metallische Greiferplatte streuend weiß zu beschichten und von vorn anzustrahlen. Dies funktioniert, wenn die Prüflinge dunkler sind. Im beschriebenen Fall haben aber die Prüflinge verschiedene Farben. Darunter sind auch farblos streuende, so dass nicht in allen Fällen ein guter Kontrast vorliegt.

Die dritte Variante besteht darin, die Fläche mit einer Reflexfolie zu bekleben. Bild 1 zeigt die verschiedenen Ergebnisse.



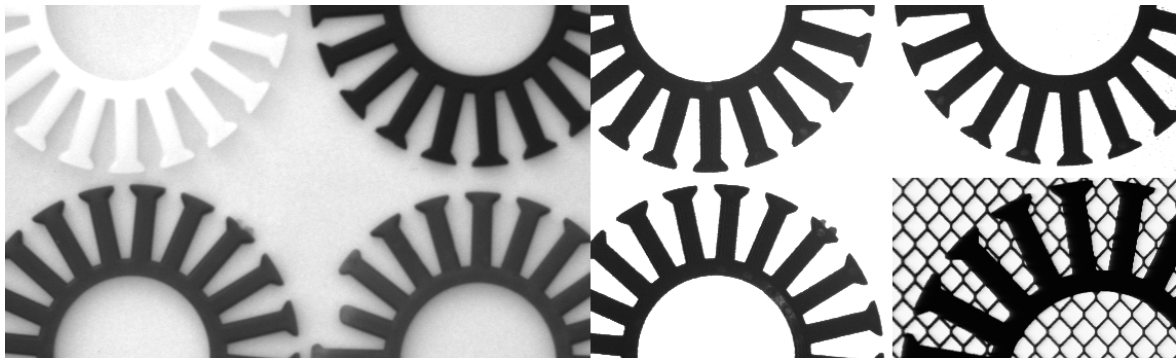
*Abb.1: Verschiedene Hintergründe bei Auflicht: dunkel, diffus streuend, Reflexfolie (v.l.n.r.)*

Der Kontrastunterschied zwischen den verschiedenen Methoden ist deutlich erkennbar. Die Reflexfolie liefert die besten Ergebnisse. Es sind zwei verschiedene Typen von Reflektoren handelsüblich.

1. Folie mit Tripelspiegeln  
 Hinter dem typischen sechseckigen Muster eines Reflektors befinden sich einzelne Prismen mit jeweils drei Spiegelflächen, die wie die Ecke eines Würfels angeordnet sind.  
 Tripelspiegel finden sich als starre Platten aus Polycarbonat geformt oder auch als Folien mit viel kleineren Strukturen.
2. Folie mit Perlen  
 Die Folie benutzt Kugelflächen, an denen sich das Licht bricht und intern spiegelt.  
 Der Einsatz von Kügelchen ist wesentlich flexibler als der von Tripelspiegeln. Dadurch lassen sich neben Folien auch Farben und waschbare Gewebe herstellen.

### ***Farbunterschiede wegreflektieren***

In dem vorgestellten Beispiel wurde eine Perlfolie für den reflektierenden Hintergrund gewählt, weil die Wabenstruktur der Prismenfolie bei der geforderten Auflösung störend wirkt. Es ergibt sich ein starker Kontrast, weil die Reflektorfolie viel wirksamer als eine streuende Fläche ist. Das Problem der verschiedenen farbigen Prüflinge kann – quasi nebenbei – gelöst werden (siehe Bild 2).



*Abb.2: Trotz farblicher Unterschiede sind die Prüflinge vor der Reflektorfolie (rechte Bildhälfte) mit identischem Kontrast abgebildet (jeweils l.o. farblos, r.o. schwarz, unten braun), Vergleichsbild mit Wabenmuster bei Verwendung einer Folie mit Tripelspiegeln r.u. im Bild*

Beim Einsatz von Retroreflektoren kann man von einem verflochtenen Strahlengang sprechen, weil die Beleuchtung mit der Abbildung des Objektivs übereinstimmt. Dies kennt man auch von telezentrischen Systemen, die jedoch sorgfältig justiert werden müssen. Bild 3 zeigt im Wesentlichen den Strahlengang. Jeder Strahl wird zu seiner Quelle zurückgespiegelt und dies in einem weiten Winkelbereich.

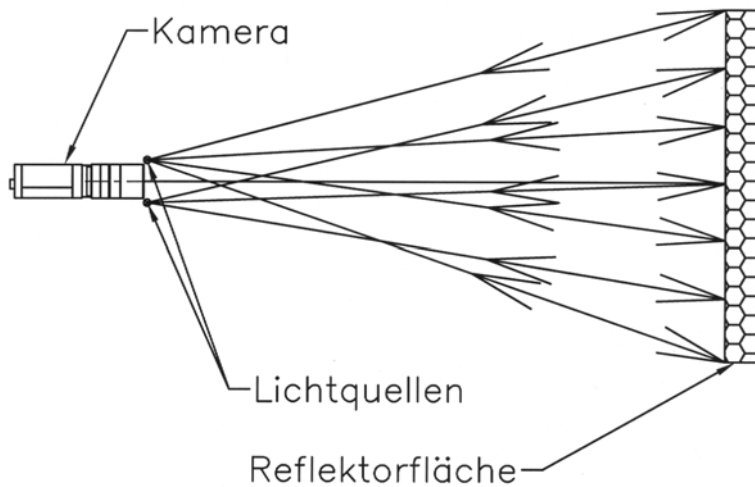


Abb.3: schematischer Strahlengang

Die Lichtquelle muss also nahe der Eintrittspupille des Objektivs liegen, damit das Licht zum Kamerasensor gelangen kann. Entfernt man die Lichtquelle vom Objektiv, nimmt die Bildhelligkeit schnell ab. Je besser der Reflektor, um so stärker ist dieser Effekt.

Setzt man eine Prismenfolie in 1m Abstand ein, halbiert sich die Helligkeit, wenn man die Lichtquelle nur etwa 10 mm von der optischen Achse entfernt.

In unserer Anwendung wurden 9 LED als möglichst kleiner Ring vor dem Objektiv angeordnet. Es kann auch sinnvoll sein, die Lichtquelle über einen Strahlteiler einzuspiegeln, allerdings verliert man dadurch bereits an der Quelle mindestens 75% der genutzten Energie.

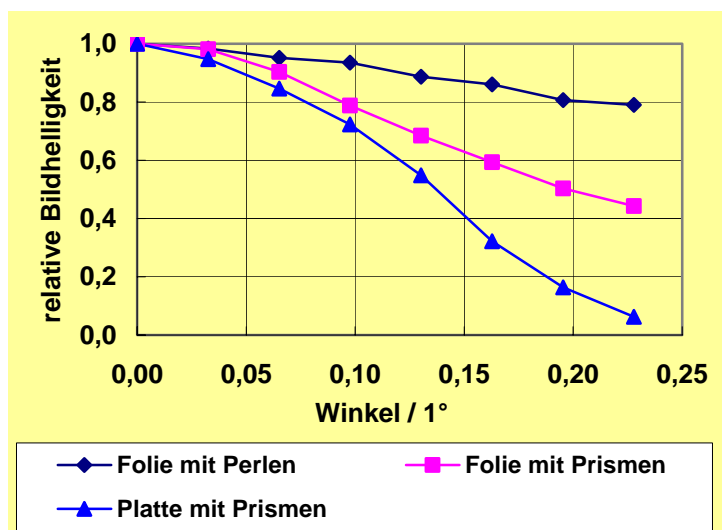


Abb.4: Die Helligkeit sinkt mit zunehmenden Winkel zwischen den Strecken Objektiv-Reflektor und Lichtquelle-Reflektor

Gegenüber einem weißen Blatt Papier liegt die Rückstrahlung mit einer Perlfolie 60x, mit einer Folie aus Tripelspiegeln sogar 200x höher.

### ***Freiluftanwendungen mit undefiniertem Hintergrund“***

Auch bei Aufgabenstellungen unter freiem Himmel können Retroreflektoren zum Einsatz kommen. Stichworte sind hier die Schaffung definierter Szenen bei üblicherweise sehr heterogenem, undefiniertem bzw. undefinierbarem Hintergrund sowie die optische Kennzeichnung bewegter oder ruhender Objekte mit reflektierenden Markierungen. Bei der letztgenannten Markierung ergibt sich die Analogie zur eingangs beschriebenen Situation des Autofahrers bei einer Nachtfahrt.

Ein solches System unter freiem Himmel wurde von Bi-Ber bereits in einer Anwendung in der Landwirtschaft – konkret beim Weinanbau - realisiert. Die Reflektorfolie - hierbei wird eine Folie mit Tripelspiegeln verwendet - ist etwa 1m von der Kamera entfernt und misst 30x50cm<sup>2</sup>. Dank der effektiven Nutzung der Beleuchtung erscheint die Umgebung dunkler, lediglich direktes Sonnenlicht ist heller. Die Infrarot-LED wurden hierbei synchron mit der Belichtung der Kamera gepulst.

Bi-Ber GmbH & Co. Engineering KG

Jürgen Fikau, Ronald Krzywinski

Tel.: +49 - 30 - 5304 1253

[info@bilderkennung.de](mailto:info@bilderkennung.de); [www.bilderkennung.de](http://www.bilderkennung.de)