

5. Fluoreszenzanwendungen

UV-Beleuchtungen kommen immer dann zum Einsatz, wenn Materialien zum „Leuchten“ angeregt werden sollen. Die Anregungswellenlänge ist dabei abhängig von dem verwendeten Fluoreszenzmittel, kann sich aber im kompletten Spektrum – von ultraviolett bis hin zum nahen Infrarot – befinden. Da in industriellen Prozessen der Einsatz ultravioletter Strahlung überwiegt, konzentriert sich dieser Teil der Wissensreihe auf Anwendungen mit ultravioletter Bestrahlung. Fluoreszenzanwendungen sind in unterschiedlichen Branchen gefragt.

Einige Anwendungsfelder im Überblick:

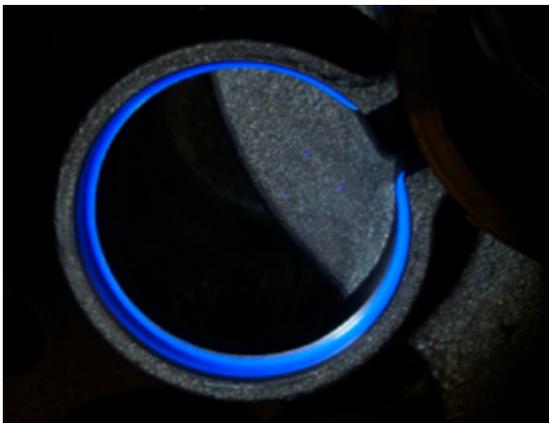
- Kontrolle von Klebstoff, Lack, Dicht- und Schmiermitteln
- Prüfung von Markierungen und Sicherheitsmerkmalen als Schutz vor Plagiaten und Fälschungen
- Produktkennzeichnungen
- Track & Trace
- Rückstands- und Restschmutzanalyse
- Riss-, Lunker- und Defektprüfung
- Forensische Analysen



Track & Trace in der Pharmazieindustrie

Das beschriebene „Leuchten“ entsteht durch Lumineszenz, ein photophysikalischer Vorgang. Lumineszenz ist die optische Strahlung, die beim Übergang von einem angeregten Zustand zum Grundzustand entsteht. Dabei unterscheidet man zwischen Fluoreszenz und Phosphoreszenz.

- Bei der **Fluoreszenz** emittiert ein Material Licht während der Anregung. Es beginnt also unter Bestrahlung in einer bestimmten Wellenlänge zu leuchten. Dieses Leuchten klingt jedoch direkt nach der Bestrahlung wieder ab.
- Die **Phosphoreszenz** beschreibt einen ähnlichen Effekt, jedoch leuchtet das Material bei dieser Form nach Ende der Bestrahlung nach. Dieses Nachleuchten kann bis zu mehrere Stunden andauern, aber auch nach Sekundenbruchteilen abklingen. Die Dauer ist abhängig vom phosphoreszierenden Stoff und der Bestrahlungsstärke.



Gussteil mit fluoreszierendem Auftrag unter UV-Bestrahlung
Links: Fluoreszenz für menschliches Auge gut zu erkennen



Rechts: gleiche Einstellung wie links; Monochrom-Kamerabild

Einfluss des
Beleuchtungs-
winkels

Wellenlängen

Optische Filter

Blitzen vs.
Permanent

Fluoreszenz-
anwendungen

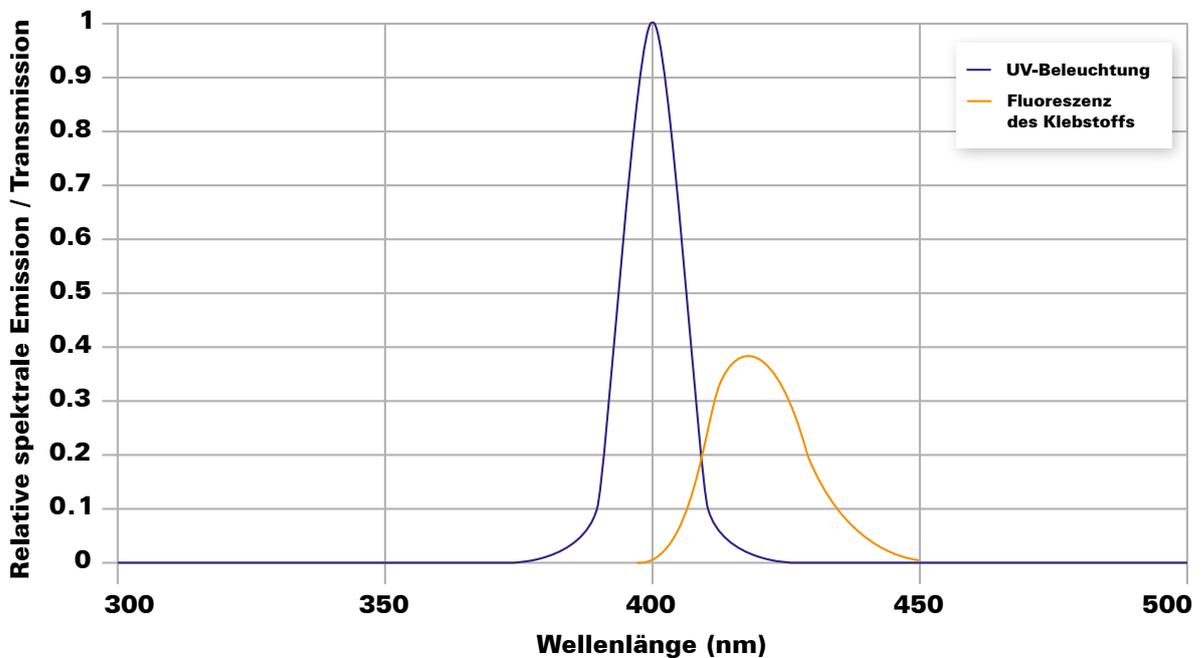
Beleuchtungs-
technik zum
Lesen und
Verifizieren von
Codes

Beleuchtungs-
technik für
Shape-form-
Shading

5. Fluoreszenzanwendungen

Während die Begutachtung phosphoreszierender Materialien ohne spezielle Filter erfolgen kann, tritt bei fluoreszierenden Stoffen das Problem auf, dass das emittierte Licht energieärmer ist, als das absorbierte. Mit dem Auge ist die Fluoreszenz deutlich zu erkennen. Das führt zu dem Trugschluss, dass die Kamera das Leuchten ebenso gut wahrnehmen muss. Diese ist jedoch im ultravioletten Spektrum wesentlich empfindlicher, während das menschliche Auge die UV-Strahlung kaum wahrnimmt. In Wirklichkeit ist das Leuchten geringer als die Lichtstärke der UV-Beleuchtung. Im Kamerabild überstrahlt das UV-Licht die Fluoreszenz des angeregten Stoffes. Häufig ist der Kontrast zu schwach, um eine prozesssichere Kontrolle zu gewährleisten.

Bildaufnahme ohne Objektiv- und Beleuchtungsfilter



Einfluss des
Beleuchtungs-
winkels

Wellenlängen

Optische Filter

Blitzen vs.
Permanent

Fluoreszenz-
anwendungen

Beleuchtungs-
technik zum
Lesen und
Verifizieren von
Codes

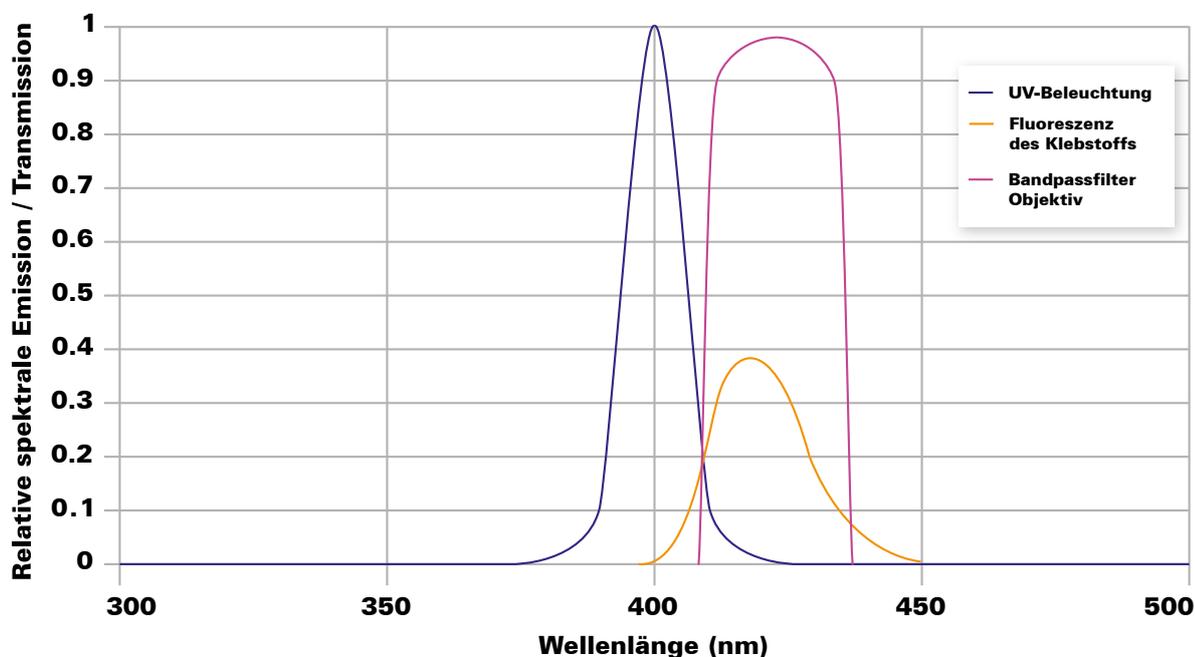
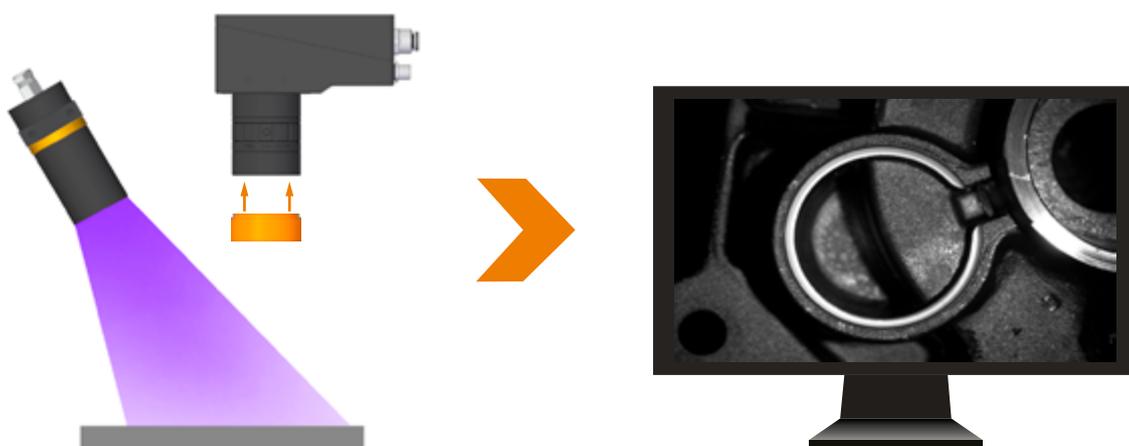
Beleuchtungs-
technik für
Shape-from-
Shading

5. Fluoreszenzanwendungen

Um solche Aufgabenstellungen zuverlässig zu lösen, empfiehlt sich die Verwendung einer Hochleistungs-LED Beleuchtung in Kombination mit speziellen Filtern.

Wichtigster Faktor dabei ist die Auswahl eines geeigneten Objektivfilters. Im besten Fall wird ein Bandpassfilter verwendet, der genau auf die Wellenlänge des fluoreszierenden Stoffs abgestimmt wird. Leuchtet das zu betrachtende Material mit 430nm, wird ein Filter ausgewählt, der genau diese Wellenlänge hindurchlässt, alle anderen Wellenlängen jedoch sperrt. Dadurch kann sowohl Fremdlicht, als auch ein Großteil der benötigten UV-Strahlung ausgeblendet werden. Da dies jedoch nicht immer möglich ist, zum Beispiel bei weißer Fluoreszenz, kann ebenso mit einem Langpassfilter gearbeitet werden. Dieser sollte das Störlicht der UV-Beleuchtung komplett blocken.

Bildaufnahme mit Objektivfilter, aber ohne Beleuchtungsfilter



Einfluss des Beleuchtungswinkels

Wellenlängen

Optische Filter

Blitzen vs. Permanent

Fluoreszenzanwendungen

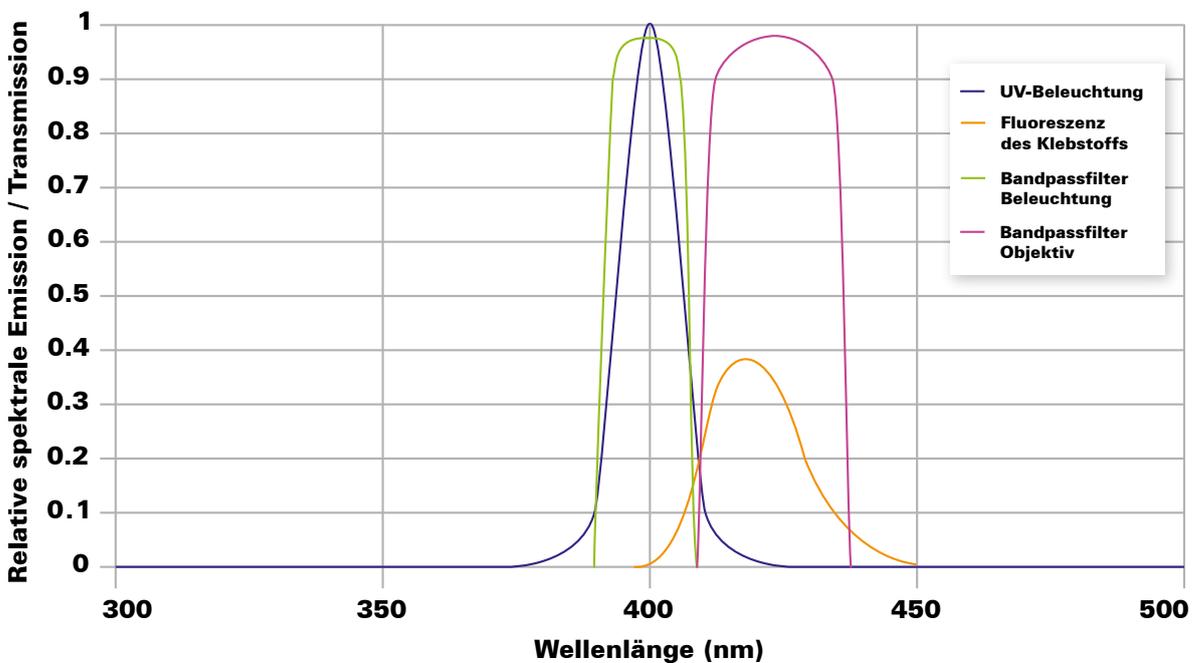
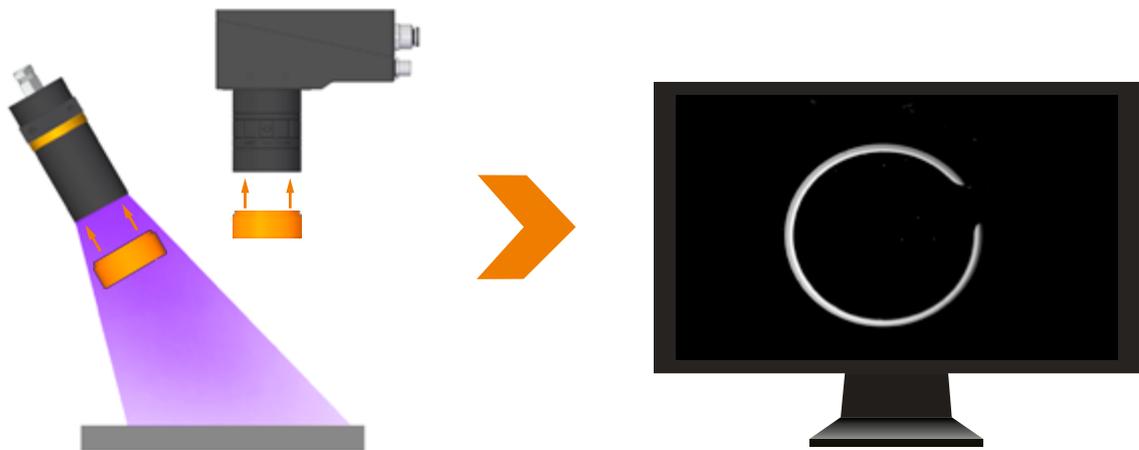
Beleuchtungstechnik zum Lesen und Verifizieren von Codes

Beleuchtungstechnik für Shape-form-Shading

5. Fluoreszenzanwendungen

UV-LEDs emittieren ein recht breites Lichtspektrum, welches auch einen Anteil sichtbares blaues Licht beinhaltet. Besonders blaue oder weiße Fluoreszenz erschwert die Auswahl eines Objektivfilters, da die Spektren der Lichtquelle und der Fluoreszenz sehr nah beieinander liegen. Hier kommen spezielle Beleuchtungsfiler zum Einsatz, die nur die tatsächlich benötigte UV-Strahlung transmittieren und das übrige Licht sperren.

Bildaufnahme mit Objektivfilter und Beleuchtungsfiler



Durch die Verwendung einer Hochleistungs-LED Beleuchtung in Kombination mit perfekt abgestimmten Objektiv- und Beleuchtungsfilern kann sowohl das Licht der Beleuchtung, als auch störendes Umgebungslicht gänzlich eliminiert werden. Als Ergebnis erscheinen fluoreszierende Merkmale hell leuchtend im Kamerabild auf einem dunklen Untergrund.

Einfluss des Beleuchtungswinkels

Wellenlängen

Optische Filter

Blitzen vs. Permanent

Fluoreszenzanwendungen

Beleuchtungstechnik zum Lesen und Verifizieren von Codes

Beleuchtungstechnik für Shape-from-Shading