

## Bildqualität in Medical & Life Sciences: Einfluss von Partikeln im optischen Pfad

Mit der MED ace hat Basler eine Kameraserie in den Markt gebracht, die speziell auf die Bedürfnisse von Medical- und Life Sciences-Anwendungen ausgerichtet ist. Eine Besonderheit bei den MED ace Kameras ist das Dust Protection Feature Set, das den Sensorraum versiegelt. Weshalb bei Medical-Applikationen auf mögliche Verunreinigungen des optischen Pfades besonders geachtet werden sollte, wird in diesem Product Insight beleuchtet.

### Inhalt:

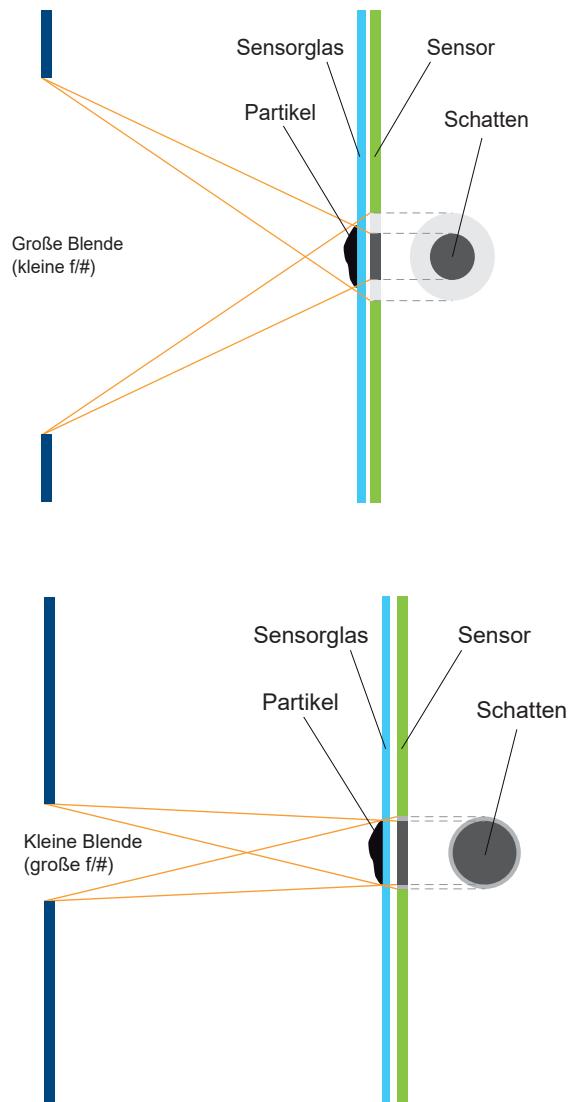
1. Einleitung.....	1
2. Die Abhängigkeit von der Blendenzahl.....	1
3. Die Abhängigkeit von der Lage im Strahlengang .....	2
4. Das Dust Protection Feature Set.....	3

### 1. Einleitung

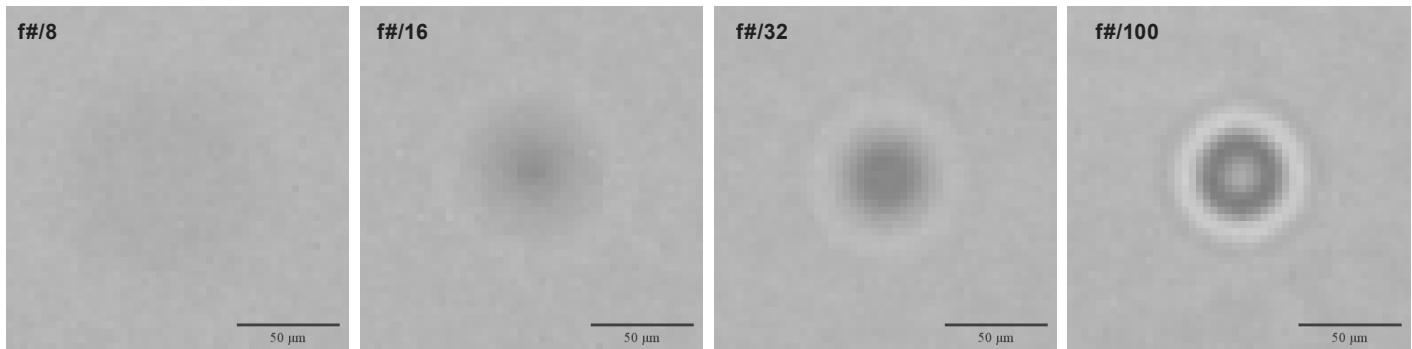
Bei der Bildgebung in medizinischen oder wissenschaftlichen Laboren sind mikroskopische Verfahren mit optischen Vergrößerungen weit verbreitet, da oftmals kleinste Strukturen wie beispielsweise Gewebezellen untersucht werden. Mit diesen Vergrößerungen gehen in der Regel hohe Blendenzahlen - typischerweise  $> 20$  - einher, die Streulicht minimieren, um die benötigte Auflösung zu erreichen. Was sich positiv auf die Darstellung von mikroskopischen Proben auswirkt, kann jedoch negative Effekte hervorrufen, sobald sich unerwünschte Partikel im optischen Pfad befinden. Schmutz im Strahlengang einer Kamera, der mit einem normalen Objektiv und kleiner Blendenzahl nicht erkennbar ist, kann bereits bei geringen mikroskopischen Vergrößerungen störend im Bild sichtbar werden und somit Bildinformationen überlagern und ggf. deren Auswertung erschweren. Aus diesem Grund muss in Applikationen mit hohen Blendenzahlen ein besonderes Augenmerk der Reinhaltung des gesamten optischen Systems gelten.

### 2. Die Abhängigkeit von der Blendenzahl

Anhand des Strahlengangs lässt sich der Einfluss der Blendenöffnung auf die Sichtbarkeit der Schmutzpartikel auf einfache Weise nachvollziehen. Wenn die Blendenöffnung groß und die Blendenzahl damit klein ist, ist der Lichtkegel sehr groß und die Lichtstrahlen fallen unter einem größeren Winkel auf den Bildsensor. Der Schatten des Schmutzpartikels ist dementsprechend gering ausgebildet, da der komplett abgeschattete Bereich auf dem Sensor klein ist. Es bildet sich um den Kernschatten ein zusätzlicher Randschatten, der im Bild durch eine weniger ausgeprägte Abschwächung charakterisiert ist.



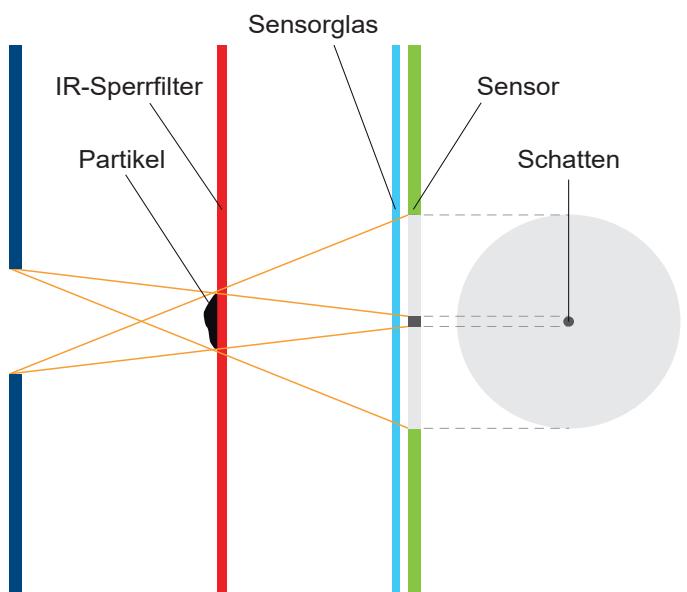
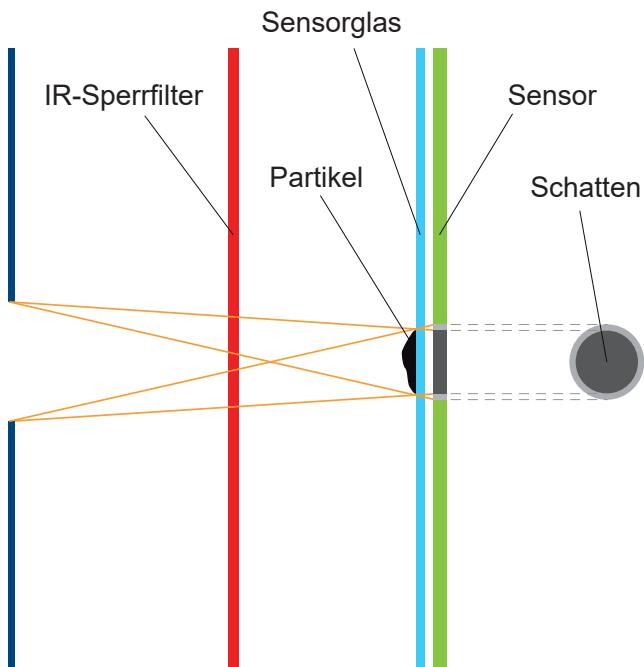
**Abb.1: Einfluss der Blende auf die Sichtbarkeit eines Partikels.**  
Diese einfachen Abbildungen zeigen den Zusammenhang zwischen der Blendenöffnung und der Sichtbarkeit eines Partikels, der sich direkt auf dem Sensorglas befindet, im Bild. Bei der großen Blendenöffnung oben (kleine Blendenzahl) ist der Kernschatten kleiner als der Partikel selbst. Dieser Effekt wird durch den Strahlengang, die Beugung des Lichts am Partikel und das durch den großen Einfallsinkel vergleichsweise diffuse Licht erzeugt. Unten ist dasselbe Szenario bei einer deutlich kleineren Blendenöffnung (höherer Blendenzahl) dargestellt. Durch den geringeren Einfallsinkel ist der Kernschatten des Partikels größer und dunkler: der Partikel ist im Bild deutlich sichtbar. (Abbildung nicht maßstäblich)



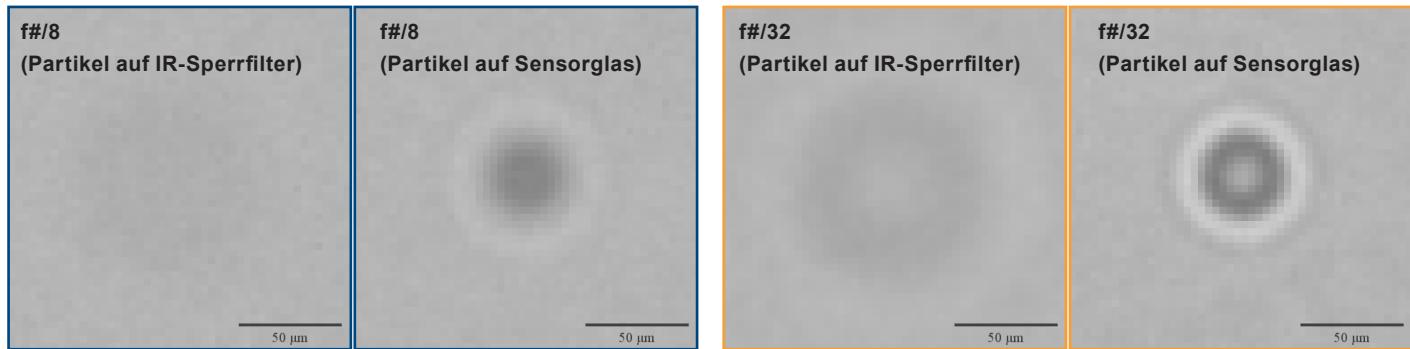
**Abb.2: Erkennbarkeit eines Partikels bei unterschiedlichen Blendenzahlen.** Zur Verdeutlichung des Einflusses der Blende wurde eine Kamera mit 3,45 µm großen Pixeln mit einem definierten Schmutzpartikel präpariert. Dieser wurde direkt auf das Sensorglas aufgebracht und hat einen Durchmesser von 13 µm. Von links nach rechts wird die Blendenöffnung kleiner und der Partikel dadurch stärker sichtbar. Ab Blende 32 werden Beugungsringe sichtbar und der Partikel wird prominenter. Die Grauwertabweichungen steigen von 3 % bei Blende 8 auf 21 % bei Blende 32.

### 3. Die Abhängigkeit von der Lage im Strahlengang

Wie stark sich Schmutz im Bild zeigt ist nicht ausschließlich von der Blende abhängig, sondern auch von der Lage des Schmutzes im Strahlengang. Je dichter der Partikel am Sensor gelagert ist, desto größer fällt sein Kernschatten aus. So kann ein Partikel, der sich bei Farbkameras auf dem IR-Sperrfilter befindet, im Bild nicht oder nur kaum erkennbar sein, während derselbe Partikel auf dem Sensorglas im Bild sehr prominent ist. Umso wichtiger ist es aus diesem Grund, den Raum zwischen IR-Sperrfilter und Sensor frei von Partikeln zu halten.



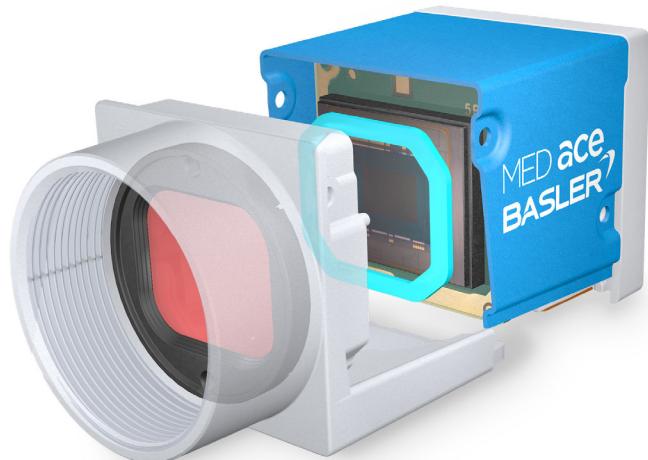
**Abb.3: Einfluss der Partikelposition auf die Sichtbarkeit.** In dieser Abbildung ist der Einfluss der Lage des Partikels im optischen Pfad auf die Sichtbarkeit veranschaulicht. Links befindet sich der Partikel direkt auf dem Sensorglas und erzeugt einen gut erkennbaren Kernschatten. Im rechten Bild befindet sich der Partikel auf dem IR-Sperrfilter, die Blende ist identisch zu der im rechten Bild. Durch die größere Entfernung zwischen Partikel und Sensor laufen die Lichtstrahlen hinter dem Partikel weiter zueinander und erzeugen dadurch einen deutlich geringeren Kernschatten. Der Randschatten ist erkennbar schwächer ausgebildet, da viele Lichtstrahlen an dem Partikel vorbeilaufen können und zusätzlich Beugungseffekte eine Abschwächung bewirken. (Abbildung nicht maßstäblich)



**Abb.4: Vergleich der Sichtbarkeiten eines Partikels auf dem IR-Sperrfilter und auf dem Sensorglas.** Wie in Abb.2 wurde eine Kamera (3,45  $\mu\text{m}$  Pixelgröße) mit einem 13  $\mu\text{m}$  großen Schmutzpartikel präpariert. Dieser befindet sich auf dem IR-Sperrfilter (jeweils links). Bei identischer Blendenzahl ist der Partikel auf dem Sensorglas deutlicher zu erkennen, als derselbe Partikel auf dem IR-Sperrfilter.

## 4. Das Dust Protection Feature Set

Alle Basler MED Kameras werden in einem gesonderten Produktionsraum unter Reinraumbedingungen in Anlehnung an ISO 14644 Klasse 8 mit größter Sorgfalt gefertigt. Die Luft im Produktionsraum wird permanent gefiltert und zyklisch überwacht. Übersteigt die Anzahl an Partikeln in der Luft eine definierte Grenze, wird nicht produziert und es werden geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen. Alle Fertigungsmitarbeiter sind speziell für den Einsatz in diesem Bereich geschult und gelangen ausschließlich über eine Luftschieleuse in den Produktionsbereich. Um das Eindringen von Partikeln zu verhindern, müssen Kittel, Haarnetz und spezielle Handschuhe getragen werden. Da es insbesondere bei Farbkameras aufgrund des verwendeten IR-Sperrfilters nicht ohne weiteres möglich ist, den Sensor im Falle einer Verschmutzung zu reinigen, bietet Basler für ausgewählte MED ace Kameras das Dust Protection Feature an. Dies beinhaltet zum besonderen Schutz des Sensorraums vor Kontamination durch Partikel einen Dichtungsring, der zwischen IR-Sperrfilter und Sensorglas montiert wird und so eine sichtbare Verschmutzung unzugänglicher Bereiche im Strahlengang der Kamera verhindert. Zusätzlich zur Endabnahme an unserem Kameratest-Tool werden bereits während der Fertigung dieser Kameras die kritischen Bauteile Sensor und IR-Sperrfilter auf mögliche Verunreinigungen untersucht und können so, wenn nötig, noch vor dem finalen Zusammenbau von Partikeln befreit werden. Dies verhindert wirkungsvoll spätere Probleme in mikroskopischen Kundenapplikationen.



**Abb.5: Das Dust Protection Feature Set.** Die MED Kameras mit dem Dust Protection Feature Set haben zum besonderen Schutz des Sensorraums vor unerwünschten Partikeln ein angepasstes Hardware-Setup: ein Dichtungsring (dargestellt in hellblau) wird während der Fertigung zwischen IR-Sperrfilter und Sensorglas eingebracht. Diese Dichtung verhindert das Eindringen von Partikeln während des Transportes, dem Verbauen beim Kunden und natürlich in der finalen Anwendung im Zielsystem des Anwenders. Somit wird dafür Sorge getragen, dass die bei der Endabnahme überprüfte Reinheit über die gesamte Lebensdauer der Kamera erhalten bleibt.



## Autorin

Dr. Melanie Gräsel

Melanie Gräsel ist seit 2018 als Product Platform Manager bei der Basler AG im Bereich Medical & Life Sciences tätig, wo sie die Entwicklung der Basler MED ace Kameraserie betreut.

In engem Kontakt zu verschiedenen Kunden hat sie ein offenes Ohr für deren Wünsche, Anforderungen und Anregungen. Sie beobachtet darüber hinaus neue Technologien und Trends und betreut Innovationsprodukte.

Vor ihrer Tätigkeit bei Basler hat Melanie Gräsel ein Studium der Medizintechnik absolviert, zunächst mit einem Dipl.-Ing. (FH) abgeschlossen und danach zur Dr.-Ing. promoviert. In ihrer Dissertation hat sie sich mit der Entwicklung eines Ultraschallgerätes zur Messung von Knocheneigenschaften befasst. Durch ihre langjährige Erfahrung bringt Melanie viel Wissen aus der Medizintechnik sowie aus Hard- und Software-Entwicklung mit.

## Kontakt

Dr. Melanie Gräsel  
Product Platform Manager – Medical & Life Sciences  
Tel. +49 4102 463 801  
Fax +49 4102 463 46801  
E-Mail: [Melanie.Graesel@baslerweb.com](mailto:Melanie.Graesel@baslerweb.com)

## Basler Konzern

Basler ist ein international führender Hersteller von hochwertigen Digitalkameras und Kamerazubehör für Industrie, Medizin, Verkehr und eine Vielzahl weiterer Märkte. Der Basler Konzern beschäftigt rund 800 Mitarbeiter an seinem Hauptsitz in Ahrensburg sowie an weiteren Standorten in Europa, Asien und Nordamerika.

Basler Kameras für Medical & Life Sciences sind in den verschiedensten Anwendungen, wie etwa Mikroskopie, Laborautomation und Diagnostik zu finden. Sie werden in der Ophthalmologie, Pathologie, Hämatologie und der Dermatologie sowie in der biomedizinischen Forschung eingesetzt. Die Basler MED ace Kameraserie ist speziell auf die hohen Bildverarbeitungs-Ansprüche im Bereich Medical & Life Sciences zugeschnitten. Die Basler MED Feature Sets sorgen für eine farbtreue Bildwiedergabe, wie sie bspw. in der Ophthalmologie benötigt wird.

Mit mehr als 30 Jahren Erfahrung in der Bildverarbeitung verfügt Basler u.a. über fundierte Kenntnisse zur CMOS-Sensortechnologie. Das erleichtert den Übergang von CCD zu CMOS und hilft Herstellern bspw. von medizinischen Geräten, die passende Kamera für ihre Anwendung zu finden.

Die separate Produktionslinie für die Basler MED ace Kameraserie stellt die Einhaltung der Qualitätsmanagementnormen nach ISO 13485:2016 sicher.

## Basler AG

An der Strusbek 60-62  
22926 Ahrensburg  
Telefon: +49 4102 463 500  
Fax: +49 4102 463 599  
E-Mail: [sales.europe@baslerweb.com](mailto:sales.europe@baslerweb.com)  
Website: [www.baslerweb.com/medical](http://www.baslerweb.com/medical)