

# MATRIX- ODER ZEILENKAMERA? DIE AUSWAHL DER RICHTIGEN KAMERA FÜR IHRE ANFORDERUNGEN

VON SÖREN SPRINGMANN

Der Markt für Druckbildinspektionssysteme ist in Bewegung. Während die bisherige Unterteilung im Wesentlichen auf preisgünstigen Beobachtungssystemen und kostenintensiven automatischen Prüfsystemen beruhte, verwischte diese Differenzierung in den vergangenen Jahren immer mehr. Auch simple Bahnbeobachtungssysteme bieten mittlerweile rudimentäre automatische Prüfungen. Doch trotz aller technischer Weiterentwicklung dieser Geräte, können sie nicht die Leistungsfähigkeit klassischer Inspektionssysteme erreichen. Die verbauten preisgünstigen Matrixkameras setzen der möglichen Prüfleistung enge Grenzen. Für eine vollumfängliche Druckbildinspektion geht auch heute kein Weg an den deutlich aufwändigeren Zeilenkamarasystemen vorbei. Warum das so ist, lässt sich anhand der jeweiligen Systemeigenschaften erklären.

Matrixkameras begegnen uns jeden Tag. Sie sind in Verbrauchergeräten wie Kameras, Telefonen und Webcams – und damit allgegenwärtig. Im Gegensatz dazu finden sich Zeilenkameras kaum in Konsumerprodukten, sondern werden hauptsächlich in industriellen Anwendungen wie Messung, Sortierung und Qualitätssicherung eingesetzt.

Eine Matrixkamera macht bei einer Aufnahme ein Bild einer großen rechteckigen Fläche, das unmittelbar auf einem Monitor angezeigt werden kann. Beispiel: Eine 12 Megapixel Kamera nimmt ein Bild aus 4000 Bildpunkten quer zur Laufrichtung und 3000 Bildpunkten in Laufrichtung in einer einzelnen Aufnahme auf. Wegen der 4000 Bildpunkte bezeichnet man ein solches System auch als 4k-System.

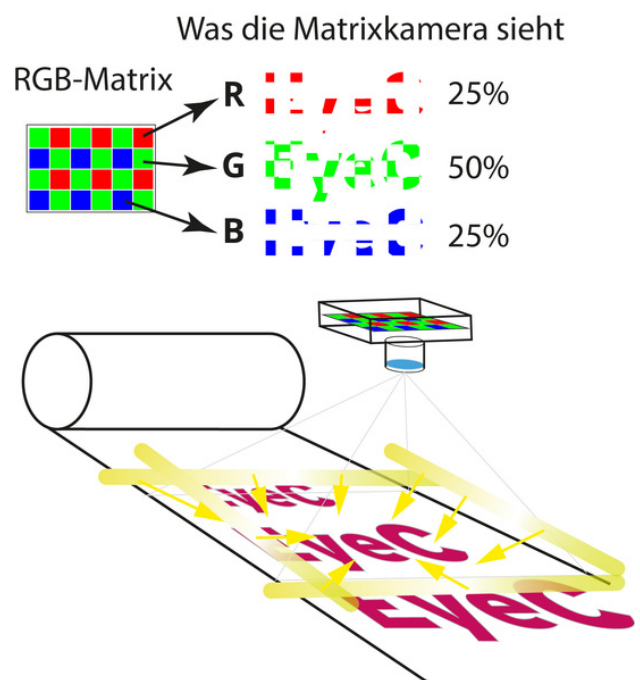


Abbildung 1:  
Ansicht Matrixkamera

Im Unterschied dazu macht eine 4k-Zeilenkamera zwar auch ein Bild mit 4000 Pixeln quer zur Laufrichtung – in Laufrichtung jedoch hat es nur einen Pixel je Farbe und bildet damit deutlich weniger als einen Millimeter der Bahn ab. Um nun ebenfalls ein 12-Megapixel-Bild zu erhalten, muss die Zeilenkamera 3000 Einzelaufnahmen machen und diese im Anschluss zu einem Bild zusammensetzen. Ein zunächst groß erscheinender Aufwand, der sich jedoch in handfesten Vorteilen innerhalb der Prüfleistung widerspiegelt.

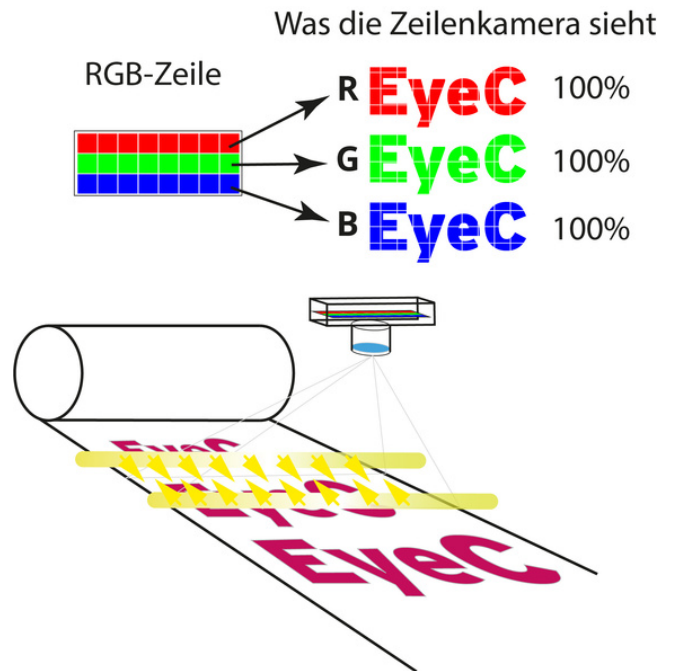


Abbildung 2:  
Ansicht Zeilenkamera

### WAS ALSO MACHT DIE FARBZEILE SO VIEL BESSER?

Die Antwort gibt ein Blick auf das Herz der Kamera, den sogenannten Sensor. Der Farbzeilensensor ist ein langer, schlanker Streifen aus hochreinem Silizium mit drei nebeneinander angeordneten dünnen Reihen aus vielen Pixeln, aufgeteilt in die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau. Bei einem 4k-Sensor sind dies beispielsweise jeweils eine Reihe 4000 rote, 4000 blaue und 4000 grüne Pixel. Während die Druckbahn nun unter der Kamera hindurchläuft, baut sich so Zeile für Zeile ein Bild auf, das an jedem Ort über eine komplette RGB-Information verfügt.



Abbildung 3:  
Trilinearer Zeilensensor

Im Gegensatz dazu hat ein Farbmatrixsensor eine rechteckige, lichtempfindliche Oberfläche, die aus tausenden, in Spalten und Zeilen angeordneten Pixel besteht. Um die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau zu erhalten, hat jeder Pixel einen eigenen Farbfilter. Diese Anordnung nennt sich „Bayer-Pattern“ und legt fest, dass die Hälfte der Pixel einen Grünfilter und jeweils ein Viertel der Pixel einen Rot- oder Blaufilter hat. Die Farbmatrixkamera kann also nicht für jedes Pixel einen Rot-, einen Grün- und einen Blau-Wert bestimmen, sondern liefert ausschließlich einen der Farbwerte – niemals alle drei.

Ergo: die Matrixkamera sieht im ungünstigen Fall nur  $\frac{1}{4}$  der Farbinformationen, die Zeilenkamera hingegen, hat immer 100% Farbinformation, siehe dazu auch Abbildung 5.

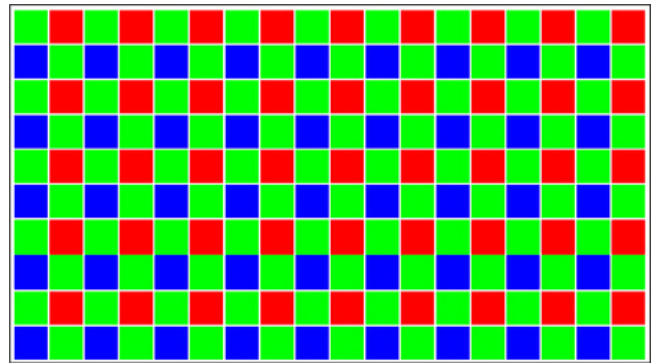


Abbildung 4:  
Farbsensor Matrixkamera

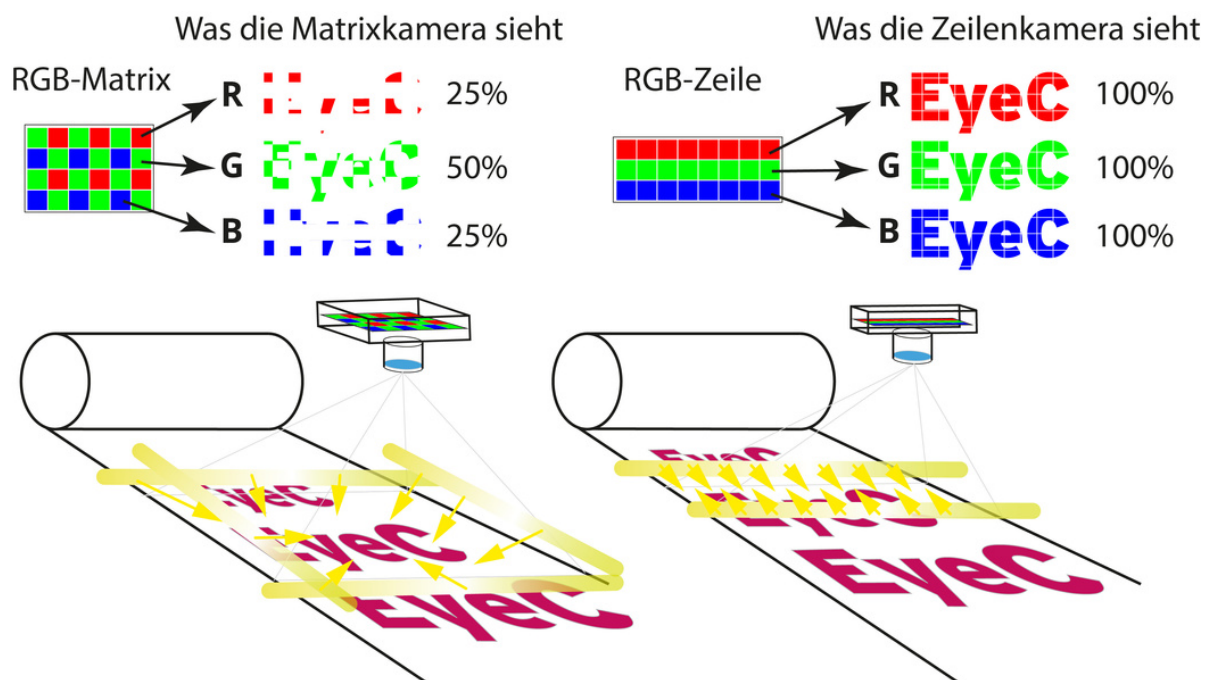


Abbildung 5:  
Vergleichsansicht Matrix- und Zeilenkamera

Will man nur ein ansprechendes Foto haben, stellt dieses Verfahren kein Problem dar. Schlaue Algorithmen in den Kameras erraten die wahrscheinliche Farbinformation auf Basis der jeweiligen Nachbarpixel und ergänzen sie entsprechend. Eine wirkliche Messung ist mit diesem erratenen Bildinhalt natürlich nicht möglich. Für die Druckbildkontrolle bedeutet dies zwar, dass die Matrixkamera grobe Abweichungen zeigen kann. Zu allen Strukturen, die kleiner als vier Pixel sind, kann die Matrixkamera allerdings keine Aussage über die Farbe des Objekts machen.

Um jedoch sicherzustellen, dass auch kleine farbige Strukturen auf jedem einzelnen Produkt sauber gedruckt sind, braucht man ein Bild mit vollständiger korrekter Farbinformation in jedem Pixel. Ein solches Bild liefert uns die Zeilenkamera. Durch die 100%-Kontrolle von Grün, 100% Rot und 100% Blau, liefert die Zeilenkamera dreimal so viel Information bei nominell gleicher Auflösung wie die Matrixkamera.

Vereinfacht gesagt bedeutet dies, dass bereits eine 2k Farbzeilenkamera so leistungsfähig ist wie eine 12 Megapixel "4k" Farb-Matrix-Kamera ist.

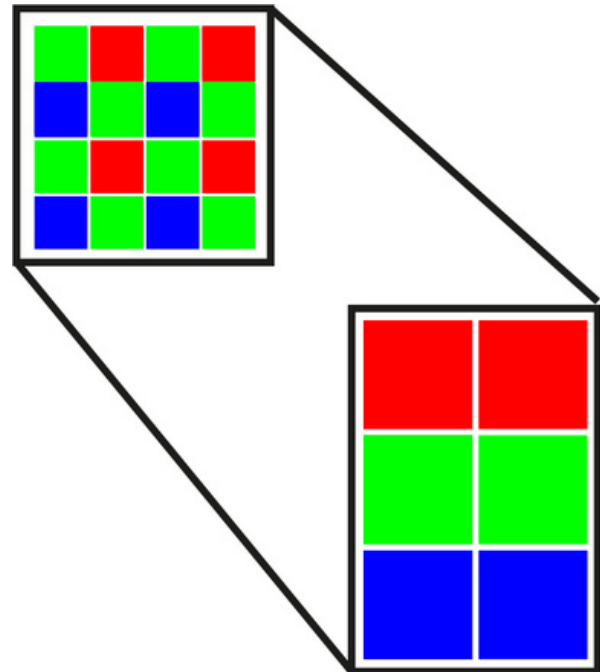


Abbildung 6:  
Im Vergleich: während eine Matrixkamera 16 Einzelpixel benötigt, benötigt die Zeilenkamera lediglich 6 Pixel

Ein weiterer Nachteil von Matrixkameras ist die diffizile Beleuchtung. Um ein gleichmäßiges Prüfergebnis zu bekommen, benötigen wir eine gute, homogene Ausleuchtung unseres Sichtfeld. Natürlich dürfen die Leuchten nicht das Druckbild verdecken und können somit nur recht weit vom Beobachtungsort angeordnet werden. Zudem macht es die, an jedem Ort unterschiedliche Beleuchtungsrichtung unmöglich, glänzende Materialien wie Hologramme oder Metallfolienanwendungen zuverlässig zu prüfen. Auch die Inspektion von

geprägtem Karton, lackierten Oberflächen und anderen anspruchsvollen Materialien stellt eine große Hürde für Matrixsysteme dar. Im Gegensatz dazu bieten Zeilenkameras eine einfache Lösung. Ihr Sichtfeld ist ein schmaler Streifen senkrecht zur Bahn, so dass eine optimale Beleuchtung aus allen möglichen Winkeln erfolgen kann. So wird eine einfach zu bedienende, vollflächige Inspektionsmöglichkeit geboten, selbst bei glänzenden und komplexen Materialien.

## WARUM ALSO WERDEN TROTZ DIESER PROBLEMATIKEN MATRIXKAMERA-BASIERTE-SYSTEME ZUR DRUCKBILDKONTROLLE ANGEBOTEN?

Die Antwort liegt im Preis. Trotz ihrer Einschränkungen sind Matrixkamerabasierte Systeme nach wie vor eine Option für weniger anspruchsvolle Anwendungen und stellen für Druckereien eine kostengünstige Lösung dar.

Bei anspruchsvolleren Druckerzeugnissen geht aber kein Weg an der Zeilenkamera vorbei. Denn Farbe, Glanz, Prägung oder Hologramme sowie sehr kleine Abweichungen lassen sich nur mit Zeilenkamarasystemen wirksam prüfen, da sie optimale Voraussetzungen für gleichmäßige Ausleuchtung und maximale Schärfe bieten. Auf diesem Weg erlauben Zeilenkamaras zuverlässige, reproduzierbare Prüfergebnisse für die ganze Bandbreite von Druckerzeugnissen.

### FAZIT

Beide Systeme haben ihre Berechtigung am Markt. Allerdings ist es in der Regel sehr einfach das für die Aufgabe passende Konzept zu benennen.

Matrixsysteme sind deutlich günstiger und decken das Anforderungsprofil von sehr einfachen, wenig veredelten Druckerzeugnissen ab.

Sobald Farbe, Glanz und kleine Strukturen zu prüfen sind und eine hohe Reproduzierbarkeit des Prüfergebnisses erforderlich ist brauchen wir Zeilenkamaras.

Zeilenkamaras finden sich damit zwingend bei Druckerzeugnissen der Pharmaindustrie sowie bei Markenartiklern. Aber auch in allen anderen Bereichen finden sich komplexe Oberflächen wie glänzende, metallisierte Oberflächen, Lackierung oder Folienkaschierung.

Um für diese Produkte eine echte 100%-Kontrolle und solide Qualitätssicherung zu gewährleisten, bedarf es eines Zeilenkamarasystems.

# SIE HABEN FRAGEN?

Schreiben Sie uns an [info@EyeC.com](mailto:info@EyeC.com)