

DBV 1: Kontrollfragen und Antworten; richtige Antworten sind fettgedruckt

Fragenkomplex *Einführung in die Bildverarbeitung*

1 Welche Aussagen bezüglich der Bildbearbeitung sind zutreffend?

- Die Bildbearbeitung dient bei der Bildvorverarbeitung vor allem zum Festlegen von ROI's und zur Trennung von Objekten und Hintergrund.
- Bei der Bildbearbeitung werden einige wenige markante Merkmale berechnet und ausgegeben.
- **Die Bildbearbeitung dient zur Modifikation von Bildern z. B. zur Hervorhebung von Details, zur Kontrastverbesserung oder zu Änderungen unter ästhetisch-künstlerischen Gesichtspunkten usw. Das Ergebnis ist wiederum ein Bild.**
- Die Bildbearbeitung findet ausschließlich im Bereich der Hobby-Fotografie Anwendung und hat nichts mit der Bildverarbeitung zu tun.

2 Das dimensionelle Messen mit Hilfe der Bildverarbeitung

- ist grundsätzlich nicht möglich, da Halbleiterbildsensoren und Kameras nicht dafür ausgelegt sind,
- ist nur mit Hilfe in das Bild zusätzlich projizierter Maßverkörperungen bzw. Teilermaßstäbe möglich,
- **ist möglich, da Halbleiterbildsensoren auf Grund des reproduzierbaren Pixelrasters selbst Maßverkörperungen darstellen; deshalb werden Bildverarbeitungssysteme z.B. in 2D- und 3D- Messmaschinen eingesetzt,**
- **muss bei sehr hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit mit kalibrierten bzw. zertifizierten Messsystemen erfolgen.**

Fragenkomplex *Abtastung*

3 Was sind Ortsfrequenzen?

- Frequenzen elektromagnetischer Wellenlängen, welche nur an bestimmten Orten auftreten (z. B. durch konstante Wellenlängen farbiger Objekte),
- zeitliche Schwankungen der Helligkeitsinformation eines festen Pixels von Bildaufnehmern bei Bildfolgen,
- **Anzahlen von Schwingungen bzw. Perioden pro Längeneinheit**
- zeitliche Schwankungen bestimmter geometrischer Objektkenngößen (Schwerpunkt, Länge, Fläche usw.) bei Bildern von elastischen Objekten.

4 Was versteht man unter Aliasing bzw. welche Effekte werden dadurch verursacht?

- **Vortäuschung niederfrequenter, im Originalsignal nicht vorhandener Signalanteile,**
- Infolge Aliasings werden Signale mit Frequenzen größer als das doppelte der Abtastfrequenz vorgetäuscht, welche im ursprünglichen Signal nicht enthalten sind.
- Unter Aliasing versteht man fehlerhafte Bildsignale infolge falscher Belichtung.

- **Aliasing entsteht durch fehlerbehaftete Rekonstruktion von Signalen infolge Verletzung des Abtasttheorems (Unterabtastung, „undersampling“).**

5 Was sind Moire-Bilder bzw. wodurch sind sie charakterisiert?

- Moire-Bilder entstehen durch optische Täuschungen z.B. bei der Betrachtung von Bildern mit Objekten in perspektivischer Darstellung.
- **Moire-Bilder sind periodische Bildfehler, welche bei Bildabtastungen durch Verletzung des Abtasttheorems entstehen.**
- Moire-Bilder entstehen durch Interferenz-Effekte bei der Verwendung von kohärentem Licht und sind meist unerwünscht. Mitunter werden diese Effekte jedoch für Mess- und Prüfzwecke nutzbar gemacht (z.B. „Newtonsche Ringe“).
- Moire-Bilder entstehen grundsätzlich bei der optischen Abtastung und anschließenden Darstellung von Gitterstrukturen bei zu geringer Lichtintensität.

6 In Filmsequenzen mit bewegten Bildern treten mitunter Darstellungsfehler dergestalt auf, dass sich z.B. Speichenräder von fahrenden Fahrzeugen entgegen der Fahrtrichtung zu drehen scheinen. Wie ist dieser Effekt zu erklären?

- Unterabtastung infolge zu großen Pixelrasters,
- **Unterabtastung infolge zu geringer Bildwiederholfrequenz,**
- Moire-Bilder durch Überlagerung der Pixelstruktur mit der Speichenstruktur
- Tiefpasswirkung der Kameraelektronik bei höheren Frequenzen des Videosignals

7 Was ist bezüglich der Bildabtastung durch Halbleiterbildsensoren zutreffend?

- **Die Ortsauflösung ist durch das Pixelraster begrenzt. Es können nur Signale fehlerfrei rekonstruiert werden, deren kleinste im Ortsfrequenzspektrum auftretende Periodendauer größer ist als das doppelte Pixelraster.**
- Die Auflösung ist durch das Pixelraster begrenzt. Es können nur Signale fehlerfrei rekonstruiert werden, deren kleinste im Ortsfrequenzspektrum auftretende Periodendauer größer ist als das halbe Pixelraster.
- **Da Halbleiterbildsensoren ein integrales Signal über die Pixelfläche bilden, was einem Tiefpassverhalten und somit einer Anti-Aliasing-Wirkung entspricht, erübrigt sich in vielen Fällen der Einsatz von Anti-Aliasing-Filtern bei Halbleiterbildsensoren.**
- Die Ortsauflösung ist zwar grundsätzlich durch das Pixelraster begrenzt, kann jedoch mittels Subpixelalgorithmen erheblich gesteigert werden.

8 Was ist beim Einsatz von Halbleiterbildsensoren in der dimensionellen Messtechnik bzw. Strukturerkennung zutreffend?

- Die Ortsauflösung ist zunächst durch das Pixelraster begrenzt, kann jedoch durch Subpixelalgorithmen gesteigert werden.
- Die Messgenauigkeit bei Aufgaben der Längenmesstechnik (Länge, Abstand, Position) ist durch das Pixelraster begrenzt und kann grundsätzlich nicht weiter gesteigert werden.
- **Die Messgenauigkeit bei Aufgaben der Längenmesstechnik (Länge, Abstand, Objekt-, Kantenposition) ist zunächst durch das Pixelraster begrenzt, kann aber durch Subpixelalgorithmen deutlich gesteigert werden.**

- Das Pixelraster hat für die Messgenauigkeit bzw. Ortsauflösung keine Bedeutung.

Fragenkomplex *Optik und Lichttechnik*

9 Die geometrische Optik lässt sich folgendermaßen charakterisieren:

- **Sie wird ausschließlich durch Strahlen beschrieben, welche sich geradlinig ausbreiten bzw. an Grenzflächen gebrochen oder reflektiert werden. Die Welleneigenschaften des Lichts werden vernachlässigt.**
- In der geometrischen Optik gehen die Welleneigenschaften des Lichts nur in grober Näherung ein: es werden nur Fälle maximaler Amplituden (konstruktive Interferenz) und vollständiger Auslöschung (destruktive Interferenz) berücksichtigt.
- In der geometrischen Optik wird die magnetische Komponente des elektromagnetischen Feldes vernachlässigt.
- Grundlage für die Berechnung von Strahlenverläufen in der geometrischen Optik sind das Brechungs- und das Reflexionsgesetz; diese Gesetze werden hierbei ausschließlich auf sphärische Grenzflächen angewendet.
- **Grundlage für die Berechnung von Strahlenverläufen in der geometrischen Optik sind das Brechungs- bzw. Reflexionsgesetz; welches auf brechende bzw. reflektierende Grenzflächen angewendet wird.**

10 Was versteht man unter „Paraxialoptik“?

- **Näherung der geometrischen Optik durch lineare Abbildungsgleichungen mit Gültigkeit für Strahlen in Nähe der optischen Achse,**
- Beugung an sphärischen Grenzflächen und Geradengleichungen,
- Beugung an Öffnungs- und Feldblenden,
- Annahme ausschließlich von Parallelstrahlen.

11 Asphärische Linsen

- **werden eingesetzt zur Vermeidung bzw. Korrektur von Abbildungsfehlern, welche bei sphärischen Linsen durch Strahlen mit großem Abstand zur optischen Achse entstehen (also nicht mehr das Kriterium der „Paraxialoptik“ erfüllen),**
- **haben in rotationssymmetrischer Ausführung Grenzflächen, deren Ebenenschnitte sich durch Kegelschnitte zuzüglich einer Potenzreihe beschreiben lassen,**
- haben Grenzflächen, welche sich grundsätzlich durch ein den Oberflächenausschnitt eines Ellipsoids beschreiben lassen,
- werden speziell eingesetzt zur Abbildung transparenter bzw. teiltransparenter Objekte,
- zeichnen sich durch die Wahl der Glassorte und die besondere Form beim Einsatz in abbildenden Systemen durch einen besonders großen Abbildungsmaßstab aus.

12 Welche Aussagen zur Abbildung sowie zu virtuellen und reellen Bildern bei optisch abbildenden Systemen sind zutreffend?

- **Die wirkliche Vereinigung von Lichtstrahlen, welche von einem Objektpunkt aus-**

gehen, führt in der Bildebene zur Erzeugung eines reellen Bildes, welches durch einen Schirm sichtbar gemacht werden kann. Man spricht hierbei von einer optischen Abbildung.

- Breiten sich Lichtstrahlen so aus, dass sie von einem gemeinsamen Punkt zu kommen scheinen (zu ermitteln durch rückwärtige Verlängerung der tatsächlich vorhandenen Strahlen), so spricht man von einem virtuellen Bild.
- Entstehen z.B. durch Unterabtastung fehlerhafte Bildstrukturen (Artefakte, Moire-Bilder), so handelt es sich um virtuelle Bilder.
- Virtuelle Bilder entstehen nicht durch eine optische Abbildung von Objekten, sondern werden künstlich mittels Computersimulationen erzeugt.
- Virtuelle Bilder entstehen nicht durch die (geometrisch-) optische Abbildung, sondern werden mittels spezieller wellenoptischer Effekte (Holografie, Beugung, Polarisation) erzeugt.

Die bei den nachfolgenden Fragen verwendeten Ortsrelationen („davor“, „dahinter“) beziehen sich auf den Standpunkt eines Betrachters, welcher in Ausbreitungsrichtung der Strahlen in ein optisches System schaut.

13 Was ist zutreffend für Lupen?

- Bei einer Lupe handelt es sich um ein Objektiv mit besonders starker Vergrößerung; zwischen Lupe und Auge entsteht ein stark vergrößertes reelles Zwischenbild, welches durch das Auge weiter vergrößert und auf die Netzhaut abgebildet wird.
- **Bei einer Lupe ist das zu betrachtende Objekt zwischen objektseitiger Brennebene der Lupe und Lupe zu platzieren, sodass ein aufrecht stehendes vergrößertes virtuelles Bild entsteht, welches auf die Netzhaut des Auges abgebildet wird.**
- Für Lupen werden Zerstreuungslinsen verwendet, welche vergrößerte, virtuelle Zwischenbilder erzeugen, die durch das Auge auf die Netzhaut abgebildet werden.
- **Bei richtiger Anwendung einer Lupe divergieren die von einem Objekt ausgehenden Strahlen hinter der Lupe und werden durch die Linse des Auges wieder gesammelt und auf der Netzhaut zu Bildpunkten vereint.**

14 Wie lassen sich Hauptebenen charakterisieren?

- Hauptebenen sind die Eintritts- und die Austrittsebenen optischer Systeme
- Bei dicken Linsen fallen die Hauptebenen zusammen.
- **Hauptebenen sind als äquivalente Orte der Lichtbrechung Hilfsmittel zur einfachen Beschreibung und Konstruktion der Strahlengänge geometrisch-optisch beschreibbarer Systeme im paraxialen Gebiet (außerhalb des paraxialen Gebietes ist die Beschreibung näherungsweise möglich).**
- **Die mit Hilfe der Hauptebenen ermittelbaren (ausgezeichneten) Strahlen entsprechen außerhalb der Ebenen dem tatsächlichen Verlauf; zwischen den Hauptebenen werden sie grundsätzlich (idealisiert) als parallel angenommen, entsprechen also nicht dem tatsächlichen Verlauf.**
- Mit Hilfe der Hauptebenen lassen sich sämtliche Abschnitte von Lichtstrahlen in optischen Systemen (also auch innerhalb von Linsen) grafisch ermitteln.

15 Wodurch sind Öffnungs- bzw. Feldblenden charakterisiert

- **Feldblenden grenzen das Bildfeld ein, welches durch das optische System übertragen und abgebildet wird.**
- Die Größe einer Feldblende hat Einfluss auf den Öffnungswinkel und die numerische Apertur eines Objektivs.
- **Mit der Größe einer Öffnungsblende lässt sich die numerische Apertur einstellen und somit die in ein optisches System eintretende Lichtmenge beeinflussen.**
- Neben der numerischen Apertur lassen sich mit einer Öffnungsblende auch die Grenzen des übertragenen Bildfeldes einstellen.
- Mit einer Feldblende lässt sich der Kohärenzgrad des einfallenden Lichts einstellen.

16 Was ist die Numerische Apertur NA, wovon hängt sie ab und welchen Einfluss übt sie auf die optischen Eigenschaften eines Systems aus?

- **NA: Produkt aus dem Sinus des halbseitigen Öffnungswinkels eines fokussierenden optischen Systems (z.B. Objektiv oder einer Sammellinse) und der Brechzahl des Mediums zwischen Objekt und dem System**
- NA: Der Öffnungswinkel eines optischen Systems.
- Die beugungsbegrenzte Auflösung nimmt mit zunehmender numerischer Apertur ab.
- **Die numerische Apertur hängt unter Anderem von der Objektweite und dem Durchmesser der Öffnungsblende bzw. Eintrittspupille ab.**

17 Was versteht man in der Optik unter Astigmatismus?

- **Abbildungsfehler durch den Versatz von Bildpunkten der Strahlenbündel in verschiedenen Ebenen,**
- Lichtabschwächung bei der Verwendung von Polarisationsfiltern
- Abbildungsfehler durch kontinuierliche Änderung des Abbildungsmaßstabes von der Bildmitte zum Rand hin,
- Krümmung der Bildebene bei abbildenden Systemen (Bildweite ist abhängig von der Entfernung zur optischen Achse),
- Unerwünschte Beugungsmuster durch Verwendung von kohärentem oder teilkohärentem Licht.

18 Wodurch ist die sphärische Abberation von Linsen bzw. Objektiven gekennzeichnet?

- **Der Brennpunkt ist abhängig vom Abstand der Strahlen von der optischen Achse.**
- **stärkere Brechung der Randstrahlen als der näher an der optischen Achse liegenden Strahlen,**
- Abbildungsfehler durch kontinuierliche Änderung des Abbildungsmaßstabes von der Bildmitte zum Rand hin,
- Krümmung der Bildebene (Bildweite ist abhängig von der Entfernung zur optischen Achse).

19 Welche Maßnahmen sind geeignet zur Verhinderung der sphärischen Abberation?

- **geeignete Einstellung der Öffnungsblende,**
- Verwendung lichtstarker Objektive,
- **Verwendung von Linsen mit zwei unterschiedlichen Krümmungsradien,**
- Verwendung von Achromaten,
- geeignete Einstellung der Feldblende.

20 Was versteht man unter Dispersion?

- **Abhängigkeit des Brechungsindex von der Lichtwellenlänge,**
- Ablenkung kohärenter Strahlen an Hindernissen (z.B. Gitter, Spalt),
- Die Divergenz von Strahlenbündeln z.B. bei Zerstreuungslinsen,
- Abbildungsfehler in Form von Farbsäumen an Bildrändern,
- Interferenzmuster bei der Verwendung von Laserstrahlung.

21 Was ist die beugungsbegrenzte Auflösung und wodurch kann sie quantitativ definiert werden?

- **Beugungsbegrenzte Auflösung: ergibt sich dadurch, dass sehr kleine Objekte bzw. Punkte nicht als Punkte sondern aufgrund wellenoptischer Effekte (Beugung an Kanten wie z.B. Blendenöffnungen) als ausgedehnte Beugungsfiguren abgebildet werden und bei zu geringem Abstand demzufolge optisch nicht mehr unterschieden werden können.**
- Beugungsbegrenzte Auflösung: ergibt sich dadurch, dass sehr kleine Objekte bzw. Punkte nicht als Punkte sondern aufgrund wellenoptischer Effekte (Beugung an Kanten wie z.B. Blendenöffnungen) als ausgedehnte Beugungsfiguren mit Minima und Maxima abgebildet werden und sich bei zu geringem Abstand zweier Beugungsfiguren diese sich gegenseitig komplett auslöschen.
- **Definition der Auflösungsgrenze z.B. durch folgendes Kriterium: die Hauptmaxima beider Beugungsmuster müssen mindestens so weit entfernt sein wie das Hauptmaximum vom ersten Minimum.**
- Definition der Auflösungsgrenze z.B. durch folgendes Kriterium (Abbesche Sinusbedingung): Es seien n und n' die Brechzahlen im Objekt und Bildraum sowie σ und σ' die Winkel eines durch die Achspunkte vom Objekt und Bild gehenden Strahls. Der Quotient $n \sin \sigma / n' \sin \sigma'$ muss dann gleich dem Abbildungsmaßstab β' sein.

22 Was besagt das Huygenssche Prinzip?

- **Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle, welche sich halbkugelförmig im Raum bzw. halbkreisförmig in der Ebene ausbreitet.**
- An lichtundurchlässigen Hindernissen werden Lichtstrahlen gebeugt. Die gebeugten Strahlen überlagern sich gegenseitig und mit der ursprünglichen Welle, sodass es zu Interferenzerscheinungen in Form typischer Beugungsmuster (z.B. beim Spalt bzw. Doppelspaltversuch) kommt.
- Jeder Punkt einer Wellenfront ist Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle, welche sich in alle Richtungen (kugelförmig im Raum bzw. kreisförmig in der Ebene) ausbreitet.
- Beugungsmuster entstehen durch kontinuierliche Änderung von Gangunterschieden miteinander interferierender Wellen. Dadurch kommt es abwechselnd zur Verstärkung bzw. Abschwächung der Lichtintensitäten mit Maxima und Minima.

23 Welche Aussagen zum Huygensschen Prinzip sind zutreffend?

- Das Huygenssche Prinzip lässt sich unabhängig vom Strahlenverlauf und von geometrisch konstruktiven Gegebenheiten an jeder Art von kohärentem Licht durch Interferenzerscheinungen experimentell nachweisen.
- **Das Huygenssche Prinzip lässt sich experimentell nachweisen, wenn sich im Ausbreitungsraum von kohärentem Licht undurchlässige Hindernisse befinden; der Nachweis ist z.B. im Spalt- bzw. Doppelspaltversuch anhand von Beugungsmustern möglich.**
- Die Strahlbeugung – ausschließlich von kohärentem Licht - an Hindernissen (welche der Lichtausbreitung entgegenwirken) lässt sich mit dem Huygensschen Prinzip erklären.
- **Die Strahlbeugung an Hindernissen (welche der Lichtausbreitung entgegenwirken), lässt sich mit dem Huygensschen Prinzip erklären.**

24 Welche Aussagen zur Polarisation elektromagnetischer Wellen sind zutreffend?

- Polarisierte Wellen sind dadurch charakterisiert, dass die Schwingungsrichtungen von elektrischer und magnetischer Feldkomponente senkrecht zur Ausbreitungsrichtung sind.
- **Projiziert man die Auslenkung der elektrischen oder magnetischen Feldkomponente einer elektromagnetischen Welle in eine Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Welle, so erhält man im Falle unpolarisierten Lichts eine Linienschar mit beliebig vielen Richtungen (unpolarisiertes Licht), eine Linie einer bestimmten Richtung (linear polarisiertes Licht), einen Kreis (zirkular polarisiertes Licht) oder eine Ellipse (elliptisch polarisiertes Licht).**
- **Bei linear polarisiertem Licht schwingen die magnetische und elektrische Feldkomponente in jeweils nur einer Ebene.**
- Zirkular polarisiertes Licht ist dadurch charakterisiert, dass die Schwingungsrichtung der elektrischen bzw. magnetischen Feldkomponente innerhalb einer Ebene parallel zur Ausbreitungsrichtung rotiert.

25 Was beschreiben unmittelbar die Fresnel-Gleichungen zur Situation an Grenzflächen zwischen transparenten Medien?

- **die Amplitudenverhältnisse (der elektrischen oder magnetischen Feldkomponente) zwischen reflektiertem bzw. gebrochenem Strahl einerseits und einfallendem Strahl andererseits für parallel und senkrecht polarisierte Wellen in Abhängigkeit von den Winkeln des einfallenden und gebrochenen Strahls,**
- das Amplitudenverhältnis der elektrischen zur magnetischen Feldkomponente des gebrochenen Strahls für parallel und senkrecht polarisierte Wellen in Abhängigkeit von den Winkeln des einfallenden und gebrochenen Strahls,
- die Amplitudenverhältnisse (jeweils der elektrischen Feldkomponente) zwischen gebrochenem und reflektiertem Strahl für parallel und senkrecht polarisierte Wellen in Abhängigkeit von den Winkeln des einfallenden und gebrochenen Strahls,
- die Amplitudenverhältnisse (jeweils der elektrischen Feldkomponente bzw. magnetischen Feldkomponente) von Reflexion und Transparenz für parallel und senkrecht polarisierte Wellen in Abhängigkeit vom Polarisationsgrad des einfallenden Strahls

26 Welche Eigenschaften bzw. Wirkmechanismen treffen auf schwarze Strahler zu?

- Ein schwarzer Strahler sendet nur Strahlung in nicht sichtbaren Wellenlängenbereichen aus.
- Ein schwarzer Strahler reflektiert auf ihn treffende elektromagnetische Strahlung vollständig.
- **Das Spektrum einer von einem schwarzen Strahler ausgesendeten Strahlung hängt ausschließlich von seiner Temperatur ab.**
- Schwarze Strahler senden ein Spektrum aus, dessen Maximum sich mit zunehmender Temperatur zu größeren Wellenlängen hin verschiebt.

27 Was beschreibt das Plancksche Strahlungsgesetz?

- **Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der frequenz- bzw. wellenlängenabhängigen Intensitätsverteilung (Spektrum) der elektromagnetischen Energie einer von einem schwarzen Strahler ausgesendeten Strahlung in Abhängigkeit von seiner Temperatur.**
- Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen der frequenz- bzw. wellenlängenabhängigen Intensitätsverteilung (Spektrum) der elektromagnetischen Energie einer von einem schwarzen Strahler ausgesendeten Strahlung in Abhängigkeit von seiner Energie und seinem Wärmeleitvermögen.
- Das Plancksche Strahlungsgesetz gibt unmittelbar an, bei welcher Wellenlänge das Maximum der Strahlungsleistung eines schwarzen Körpers in Abhängigkeit von seiner Temperatur liegt.
- Das Plancksche Strahlungsgesetz beschreibt das Verhältnis von Emission und Absorption eines schwarzen Körpers in Abhängigkeit von der wellenlängenabhängigen Intensitätsverteilung einer auf den Strahler treffenden Strahlung.

28 Was bezeichnet bzw. was ist zutreffend für den Begriff „Farbtemperatur“

- **Die Farbtemperatur ist ein Vergleichswert für eine Farbe in Form einer Temperatur, welcher sich aus der wellenlängenabhängigen Verteilung der Strahlung einer temperaturabhängigen Lichtquelle bzw. deren Maximum ergibt, z.B. aus dem Planckschen Strahlungsgesetz bzw. dem Wienschen Verschiebungssatz für schwarze Strahler.**
- Die Farbtemperatur ist ein Vergleichswert für eine Farbe in Form einer Temperatur, welcher sich aus dem Farbeindruck eines erwärmten Körpers aus einem Referenzmaterial (z.B. Farbtemperatur 1077K für rot glühendes Eisen) ergibt.
- Die Farbtemperatur ergibt sich aus einem (gedachten) linearen Zusammenhang zwischen Temperatur und der Wellenlänge im sichtbaren kontinuierlichen Spektrum. Einen konkreten Wert erhält man, indem man zwischen den Werten für violett (380 nm; 273 Kelvin) und rot (780 nm; 1373 Kelvin) linear interpoliert.
- Die Farbtemperatur ist ein Vergleichswert für eine Farbe in Form einer Temperatur und ergibt sich aus der Umrechnung der Werte des RGB-Farbsystems mittels einer Formel, wobei die RGB-Werte mit unterschiedlicher Wichtung eingehen.

29 Wie ist der Raumwinkel definiert?

- Positioniert man einen Kegel mit der Spitze im Mittelpunkt einer Kugel und projiziert beide in eine Ebene, so ist der Raumwinkel der Mittelpunktswinkel des dadurch gebildeten Kreissektors.
- **Der Raumwinkel ist definiert als das Verhältnis eines Ausschnitts aus einer Kugeloberfläche („Kugelkappe“), welche von einem Kegel herausgeschnitten wird, dessen Spitze sich im Kugelmittelpunkt befindet, und dem Quadrat des Radius der Kugel.**
- Der ebene Winkel zwischen zwei Geraden, welche durch den Mittelpunkt einer Kugel und zwei beliebige Punkte der Kugeloberfläche gehen, wird als Raumwinkel bezeichnet.
- Positioniert man einen Kegel mit der Spitze im Mittelpunkt einer Kugel, so schneidet dieser Kegel aus der Kugeloberfläche ein Flächenstück in Form einer Kappe heraus. Das Verhältnis der Fläche dieser „Kugelkappe“, zum Kugelradius wird als Raumwinkel definiert.

30 Was versteht man unter dem Begriff Lichtstrom bzw. was trifft auf diesen zu?

- Der Lichtstrom ist die lichttechnische Entsprechung zur physikalischen Lichtleistung. Man erhält ihn durch Multiplikation des Strahlungsflusses mit dem Maximalwert des Fotometrischen Strahlungsäquivalents.
- Der Lichtstrom ist eine strahlungsphysikalische Größe und bezeichnet allgemein die Lichtleistung.
- **Der Lichtstrom ist eine lichttechnische Größe und stellt das Pendant zur strahlungsphysikalischen Größe „Strahlungsfluss“ dar. Man erhält ihn durch Integration des mit dem Fotometrischen Strahlungsäquivalent wellenlängenabhängig gewichteten Strahlungsflusses.**
- Der Lichtstrom ist die lichttechnische Entsprechung zur physikalischen Bestrahlungsstärke.
- **Der Lichtstrom ist die lichttechnische Entsprechung zur physikalischen Lichtleistung.**

31 Was versteht man unter dem Begriff Bestrahlungsstärke bzw. was trifft auf diese zu?

- **Die Bestrahlungsstärke ist definiert als Strahlungsfluss (Strahlungsleistung) pro Fläche. Die Einheit ist W/m^2 .**
- Die Bestrahlungsstärke ist definiert als Strahlungsenergie pro Fläche. Die Einheit ist Ws/m^2 . Die lichttechnische Entsprechung ist die Belichtung.
- **Die lichttechnische Entsprechung der Bestrahlungsstärke ist die Beleuchtungsstärke.**
- Die Bestrahlungsstärke ist definiert als Strahlungsfluss, welcher in ein bestimmtes Raumwinkelelement abgegeben wird. Die Maßeinheit ist demzufolge W/sr . Die lichttechnische Entsprechung ist die Lichtstärke mit der Einheit cd (Candela $1cd = 1lm/sr$).
- Die Bestrahlungsstärke ist eine lichttechnische Größe und ist definiert als Lichtstrom pro Fläche. Die Einheit ist lx .

32 Was ist zutreffend für das fotometrische Strahlungsäquivalent bzw. seine Anwendung?

- **Das fotometrische Strahlungsäquivalent gibt den wellenlängenabhängigen Quotienten aus der lichttechnischen Größe Lichtstrom und dem physikalischen Strahlungsfluss an. Der Maximalwert liegt bei $\lambda = 555\text{nm}$ und beträgt $k_m = 683 \text{ lm/W}$.**
- Bei einem Lichtstrom von 683 lumen ergibt sich entsprechend des fotometrischen Strahlungsäquivalents eine zugehörige integrale Strahlungsleistung von 1W.
- Die gesamte Strahlungsleistung einer Lichtquelle betrage im sichtbaren Spektrum 1W. Dann beträgt der zugehörige Lichtstrom entsprechend des fotometrischen Strahlungsäquivalents 683 lm.
- **Der gesamte Lichtstrom einer Quelle mit einer einzigen Spektrallinie bei 555nm und einem Strahlungsfluss von 1W beträgt entsprechend des fotometrischen Strahlungsäquivalents 683 lm.**

Fragenkomplex *Technische Komponenten von Bildverarbeitungssystemen*

33 Welche der nachfolgend aufgeführten Komponenten sind Bestandteile von analogen Standardkameras?

- **Halbleiter-Bildsensor (Kamera-Chip),**
- A/D-Wandler,
- **Elektronik zur Videosignalerzeugung,**
- Integrierte Beleuchtung,
- Mikroprozessor bzw. Microcontroller.

34 Welche der nachfolgend aufgeführten Komponenten sind Bestandteile von analogen Standardkameras?

- **Objektiv,**
- Bildspeicher,
- Hardware-LUT,
- Digitalschnittschnittstelle,
- **Halbleiter-Bildsensor (Kamera-Chip).**

35 Wodurch sind Smart Kameras charakterisiert

- extrem kleine Bauweise,
- **Integration von Kamera, A/D-Wandlung, Rechentechnik und BV-Software in einem Gehäuse,**
- Integrierte LED-Beleuchtung,
- Integration von Bildverarbeitung und weiteren sensorischen Funktionen (z.B. Lichtschranken, Laserabstandsmessung usw.,

36 Was ist kennzeichnend für Asynchron- bzw. Restart-Reset-Kameras?

- Das generierte Bildsignal ist nicht pixelsynchron.

- **Nach einem eingehenden Triggerimpuls wird der aktuelle Videozyklus unterbrochen und mit geringer Zeitverzögerung sofort ein neuer Videozyklus (Belichtung und Auslesung) gestartet. Dies gewährleistet einen sehr geringen zeitlichen Versatz zwischen Trigger und Bildaufnahme.**
- Nach jedem Videozyklus ist der Bildsensor in einem aufwändigen Taktregime zurückzusetzen, um eventuell vorhandene Restladungen zu entfernen. Dieses Taktregime kann, in Abhängigkeit vom vorhergehenden Videozyklus, unterschiedlich lang sein. Deshalb ergibt sich kein synchronisierbares Videosignal.
- Bei o. g. Kameras handelt es sich um 3-Chip Farbkameras, bei welchen die 3 Farbkanäle nicht synchron zueinander ausgelesen werden.

37 Was ist für einen Bayer-Sensor zutreffend?

- Ein Bayer-Sensor ist ein Farbbild-Sensor, bei welchen in quadratischen bzw. nahezu quadratischen Blöcke von 4 Pixeln vor jedem Pixel jeweils ein einer bestimmten Farbe Farbfilter positioniert ist. Üblicherweise sind dies Filter der Farben Rot, Grün, Gelb und Blau.
- **Ein Bayer-Sensor ist ein Farbbild-Sensor, bei welchen in quadratischen bzw. nahezu quadratischen Blöcken von 4 Pixeln vor jedem Pixel jeweils ein Farbfilter positioniert ist.**
- Ein Bayer-Sensor ist ein Farbsensor, welcher speziell für die Chemie-Industrie zur Qualitätskontrolle bei der Herstellung von Farben entwickelt wurde.
- **Das Verhältnis der Farbempfindlichkeit der Farben Rot : Grün : Blau ist bei einem Bayer-Sensor 1 : 2 : 1.**

38 Wie ist der Dynamikbereich von optischen Sensoren bzw. Bildsensoren definiert?

- als Verhältnis vom maximalem Signal zum Rauschen beim maximalen Signal?
- als maximale Änderungsgeschwindigkeit des optischen Eingangssignals, welche noch fehlerfrei detektiert werden kann?
- Als Verstärkungs-Bandbreiteprodukt des Ausgangsverstärkers von optischen bzw. Bildsensoren,
- **als Verhältnis vom maximalen Signal zum Rauschen im unausgesteuerten (also bei abgedunkeltem Sensor) Zustand des Sensors.**

39 Was ist ein CMOS-Bildsensor bzw. wie lässt er sich charakterisieren?

- Die Funktionsweise eines CMOS-Sensors ist nahezu identisch mit der von CCD-Sensoren, nur dass die Herstellungstechnologie CMOS-basiert ist.
- **Ein CMOS-Sensor ist in CMOS-Technologie ausgeführt und bietet darüber hinaus eine Reihe von zusätzlichen Funktionen, welche CCD's nicht besitzen, z.B. einzeln adressierbare Pixel, Signalverstärkung gleich vor Ort bei jedem Pixel usw.**
- Ein CMOS-Sensor besitzt neben dem lichtempfindlichen Teil einen digitalen Bildspeicher, welcher in CMOS-Technologie ausgeführt ist.
- Der einzige Unterschied zu CCD-Sensoren ist, dass der Ausgangsverstärker von CMOS-Sensoren aus zwei MOS-FET's unterschiedlicher Kanaltypen besteht, welche in komplementärer Weise (komplementäre MOS-Technik: CMOS) zusammengeschaltet sind.

40 Nach welchem Prinzip erfolgt bei CCD-Sensoren die Signalübertragung von den Pixeln zum Ausgangsverstärker?

- als Spannungssignal über elektrische Leitungen,
- mittels optischer Übertragung,
- **Verschiebung von Ladungspaketen nach dem Ladungskopplungsprinzip,**
- als Stromsignal, die Pixel fungieren hierbei als Stromquellen,
- als Stromsignal; die Ladungen werden dabei mit Hilfe des Ladungskopplungsprinzips zunächst zu jedem Pixel gehörigen Ladungsverstärker transportiert, welchem wiederum eine Stromquelle nachgeschaltet ist.

41 Was ist charakteristisch für CCD-Sensoren, welche nach dem Frame-Transfer-Prinzip (FT) arbeiten?

- **Zum Transport der optisch generierten Ladungsträger an den Ausgang werden diese zunächst über den lichtempfindlichen Bereich in einen abgedunkelten Bereich transferiert und von hier zeilenweise ausgelesen.**
- Es wird nicht das vom Analogfernsehen her bekannte Halbbildverfahren angewendet; d.h. es wird immer das Vollbild in der Reihenfolge aller Zeilen ausgelesen.
- Bei der Auslesung werden die am Rand liegenden Pixel mit einer Zusatzinformation versehen, welche sie als Randpixel kennzeichnen. Nachgeschaltete Baugruppen können auf diese Weise erkennen, wann ein Rahmen (frame) und somit ein Bild komplett übertragen wurde.
- **Da der Transport der Signalladungen bei FT-CCD's teilweise im lichtempfindlichen Bereich stattfindet, werden diese während des Transports verfälscht.**

42 Was ist charakteristisch für CCD-Sensoren, welche nach dem Interline-Transfer arbeiten?

- Zwischen den lichtempfindlichen Spalten befinden sich abgedunkelte Schieberegister, welche die Ladungen der benachbarten Sensoren übernehmen und seriell in das horizontale Schieberegister übertragen. Nachteilig ist die Verfälschung der Ladungen während dieser Übertragungen.
- **Nachteilig ist, dass die Fläche der Schieberegister nicht für die Belichtung zur Verfügung steht und somit die effektive lichtempfindliche Fläche kleiner ist als die eines FT-Sensors mit gleicher Sensorfläche.**
- Die Signalladungen werden durch Stromimpulse über elektrische Leitungen übertragen, welche jeweils zwischen zwei benachbarten lichtempfindlichen Spalten befinden.
- **Zwischen den lichtempfindlichen Spalten befinden sich abgedunkelte Schieberegister, welche die Ladungen der benachbarten Sensoren übernehmen und seriell in das horizontale Schieberegister übertragen. Durch die Abdunklung werden die Ladungen während des Transports nicht verfälscht.**

43 Welche der nachfolgenden Funktionen bzw. Komponenten sind Analogen Frame Grabbern grundsätzlich zuzuordnen?

- Empfang und Weiterverarbeitung analoger Videosignale,
- Digitalisierung von Analogsignalen,
- **Empfang und Abspeicherung von Digitalsignalen,**
- **Signalprozessoren zur schnellen Videosignalverarbeitung.**

44 Was ist zutreffend für die Farbsysteme RGB bzw. YUV?

- Das Farbsystem RGB enthält Informationen über die Intensitäten der Farben Rot, Grün und Blau. Aussagen über die Helligkeit können daraus nicht abgeleitet werden.
- Das Farbsystem YUV enthält neben den Aussagen zu den Farbintensitäten (Farbdifferenzsignale) zusätzlich Informationen zur Helligkeit (Chrominanzsignal Y); es ist somit aussagefähiger als das Farbsystem RGB.
- Das Farbsystem RGB enthält Informationen zum Farbspektrum in hoher Auflösung.
- **Die Informationen der Farbsysteme RGB und YUV können ineinander umgerechnet werden; somit ist der Informationsgehalt beider Farbsysteme gleich.**

45 Wodurch sind telezentrische Messobjektive gekennzeichnet?

- Bei telezentrischen Messobjektiven ist das Verhältnis von Objekt- zur Bildweite konstant.
- Telezentrische Messobjektive sind spezielle Mikroskopobjektive zur Vermessung von mikroskopisch kleinen Bauteilen.
- **Bei telezentrischen Messobjektiven ist der Abbildungsmaßstab weitestgehend unabhängig vom Objektstand.**
- Telezentrische Messobjektive sind im Bereich der optischen Achse besonders lichtstark.

46 Was ist die Köhlersche Beleuchtung bzw. wodurch ist sie charakterisiert?

- Die Köhlersche Beleuchtung ist ein Streifenprojektionsverfahren zur dreidimensionalen Erfassung von Oberflächenprofilen.
- **Die Köhlersche Beleuchtung ist ein speziell für Mikroskopanwendungen entwickeltes Beleuchtungsverfahren.**
- Bei der Köhlerschen Beleuchtung wird eine sehr schmalbandige Lichtquelle mit hohem Kohärenzgrad verwendet.
- **Bei der Köhlerschen Beleuchtung lassen sich die Größe des ausgeleuchteten Feldes und die Beleuchtungsapertur unabhängig voneinander einstellen.**