

## Praktikum

# Bildverarbeitung / Bildinformationstechnik

## Versuch BV 1 / BIT 1: Bildaufnahme



Patty Gadegast, CV00, 160967  
Alexander Opel, CV00, 160275  
Gruppe 3

Otto-von-Guericke Universität Magdeburg  
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
Institut für Elektronik, Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik  
Lehrstuhl für Technische Informatik

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Vorbereitungsaufgaben .....	3
Was versteht man unter Dunkelsignal und Sättigung?.....	3
Welche Rauscheinflüsse gibt es bei der Signalumwandlung im CCD-Bauelement? .....	3
Nennen Sie den Unterschied zwischen Festmusterrauschen und zeitlichem Rauschen! .....	3
Welche Möglichkeiten gibt es, das Rauschen einer Kamera zu bestimmen? .....	3
Informieren Sie sich über den Aufbau eines Video-Signals!.....	4
Welche Maßnahme wird bei der Beleuchtung zur Elimination des Bildflimmerns angewendet? .....	4
Wie erscheint ein mit Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung beleuchteter Körper auf dem digitalisierten Bild? .....	4
Nennen Sie Anwendungsbeispiele der Auflicht-, Durchlicht- und diffuser Beleuchtung!....	4
Warum entsteht bei der Transformation aus der physikalischen Erscheinung der Farbe in den RGB-Raum ein Informationsverlust?.....	4
Welche Vorteile bringt die Transformation in andere Farbräume? .....	5
Stellen Sie die Transformationsmatrix für die Transformation eines RGB- in ein YUV- Bild auf! .....	5
Warum ist die Transformation in den HSI- Farbraum eine nichtlineare Transformation?....	5
Erläutern Sie die Betriebsarten „Grauwertverarbeitung“ und „Schwellwertverarbeitung“ mit denen das Zeilenkamerainterface SK9160 betreiben werden kann! .....	5
Aufgaben und Auswertung .....	6
Zeilenkamera.....	6
Matrixkamera / Beleuchtung .....	7
Aufnahme einer Bewegung.....	13
Rauschen .....	14
Auswertung des Histogramms .....	15
Farbbildverarbeitung .....	17
ASCII- Werte .....	18
RGB- Matrix .....	19
YUV- Matrix .....	20
HSI- Matrix .....	21

## Vorbereitungsaufgaben

### **Was versteht man unter Dunkelsignal und Sättigung?**

- Das Dunkelsignal DS ist das arithmetische Mittel des i-ten Pixels  $\text{pix}(i)$  über  $M$  Messungen unter Berücksichtigung des Offsets  $\text{DS}_{\text{OFF}}$  :

$$\text{DS}(i) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \text{pix}(i, j) - \text{DS}_{\text{OFF}}(i)$$

Den Offset  $\text{DS}_{\text{OFF}}$  kann man nährungsweise mittels linearer Regression der Dunkelsignalfunktion über der Integrationszeit bei  $t_{\text{INT}} = 0\text{ms}$  ermitteln

- Die Sättigung (eigentlich der Beginn der Sättigung) bezeichnet die n-%-Abweichung (z.B.  $n = 10$ ) von der berechneten Regressionsgeraden

### **Welche Rauscheinflüsse gibt es bei der Signalumwandlung im CCD-Bauelement?**

Zeitliches Rauschen

- Photonenrauschen
- Dunkelstromrauschen

Festmusterrauschen

- Photo Response Non-Uniformity (Empfindlichkeitsungleichförmigkeit)
- Dark Signal Non-Uniformity (Dunkelsignalungleichförmigkeit)

### **Nennen Sie den Unterschied zwischen Festmusterrauschen und zeitlichem Rauschen!**

Festmusterrauschen:

- man belichtet benachbarte Pixel mit dem gleichen Muster, erhält aber verschiedene Grauwerte, obwohl diese gleich sein müssten

zeitliches Rauschen:

- man misst die Helligkeit eines Pixels über einen bestimmten Zeitraum und erhält Schwankungen in den Werten

### **Welche Möglichkeiten gibt es, das Rauschen einer Kamera zu bestimmen?**

- Das Rauschen über mehrere Bilder mitteln, diesen Wert dann von den einzeln aufgenommenen Bildern abziehen

## ***Informieren Sie sich über den Aufbau eines Video-Signals!***

Ein Fernsehsignal der nach der CCIR-Norm muß folgende drei Informationen enthalten:

- Den Bildinhalt; eine Spannung, die proportional den Helligkeitswerten der Bildvorlage ist.
- Die Synchronisationsimpulse, die den Gleichlauf der Strahlablenkung im Sender und Empfänger herstellen.
- Ein Austastimpuls, damit die Bildröhre während des Rücklaufs dunkel gesteuert wird. Bei einem Grabber wird dieses Signal benutzt um dem Grabber ein neues Bild bzw. neue Zeile anzuzeigen.

## ***Welche Maßnahme wird bei der Beleuchtung zur Elimination des Bildflimmerns angewendet?***

- Einsatz 3 Glühlampen an drei Phasen
- Einsatz eines Vorschaltgerätes bei Leuchtstofflampen ( $f=10\dots30\text{kHz}$ )
- Beleuchtung mit Gleichstrom (Nachteil: zusätzliches Netzteil)

## ***Wie erscheint ein mit Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung beleuchteter Körper auf dem digitalisierten Bild?***

- Hellfeldbeleuchtung: achsenparalleles Licht → keine Schatten
- Dunkelfeldbeleuchtung: Licht fällt schräg auf das Objekt → Schattenwurf

## ***Nennen Sie Anwendungsbeispiele der Auflicht-, Durchlicht- und diffuser Beleuchtung!***

- Auflicht: Fotografieren
- Durchlicht: Dias scannen, Filmvorführung, Mikroskopie
- Diffuse: Tageslicht ohne Sonnenschein

## ***Warum entsteht bei der Transformation aus der physikalischen Erscheinung der Farbe in den RGB-Raum ein Informationsverlust?***

- Der Mensch hat 3 Arten von Zäpfchen: unterschiedliche spektrale Empfindlichkeit (rot grün, blau)
- Spektrale Strahlungsverteilung (Farbreiz) in drei Spektralereichen bewertet (r, g, b) → es ergeben sich 3 Farbwerte: gewaltige Reduktion der Information
- Nicht alle Farben additiv mischbar (innere Farbmischung)

## **Welche Vorteile bringt die Transformation in andere Farbräume?**

Transformation in YUV Raum:

- Y-Signal alleine für eine Grauwertwiedergabe verwendbar
- Kommt für die Übertragung mit einer geringeren Bandbreite aus, da nur für das Y-Signal eine hohe Bandbreite erforderlich ist (Y:U:V üblich: 4:2:2, 4:1:1)

## **Stellen Sie die Transformationsmatrix für die Transformation eines RGB- in ein YUV- Bild auf!**

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,2990 & 0,5870 & 0,1440 \\ -0,1470 & -0,2890 & 0,4370 \\ 0,6150 & -0,5150 & -0,9000 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

## **Warum ist die Transformation in den HSI- Farbraum eine nichtlineare Transformation?**

- Der HSI Raum orientiert sich an der Art der Beschreibung visueller Farbwahrnehmungen des Menschen und kann nicht durch eine lineare Matrixoperation berechnet werden

## **Erläutern Sie die Betriebsarten „Grauwertverarbeitung“ und „Schwellwertverarbeitung“ mit denen das Zeilenkamerainterface SK9160 betreiben werden kann!**

- In der Betriebsart „Grauwertverarbeitung“ werden die digitalisierten Helligkeitswerte direkt in den FIFO-Speicher der Interface-Karte geschrieben. Die CPU des PC kann die gespeicherten Daten asynchron zur Datenaufnahme lesen und verarbeiten
- Bei der Betriebsart „Schwellenverarbeitung“ werden nur dann Informationen in den FIFO-Speicher geschrieben, wenn die digitalisierten Helligkeitswerte bestimmte Werte überschreiten, die der Anwender programmieren kann. Die Schwellenwertverarbeitung des CCD- Signals bewirkt somit eine erhebliche Verminderung der von der SPU zu verarbeitenden Datenmenge. Dadurch kann die Messfrequenz wesentlich gesteigert und Echtzeitverarbeitung auch bei komplexer Objektstrukturen ermöglicht werden.

# Aufgaben und Auswertung

## Zeilenkamera

### Aufnahme eines Dunkelsignalbildes

Clock	Integrationszeit	Schwelle
1,5 MHz	1,41 ms	6 - 7
	2,52 ms	6 - 7
	4,01 ms	6 - 7
	6,02 ms	6 - 7

### Ermittlung durchschnittlicher Helligkeiten

Pixelnr. 1056

Integrationszeit	Helligkeitswert
1,41 ms	54
2,52 ms	94
4,01 ms	147
6,02 ms	211

### Effekte unter Sättigung

Clock: 6 MHz, Integrationszeit: 1,27

- Grauwerte nähern sich der Schwelle 226 an
- 255 nie erreicht
- ADU nicht voll ausgeschöpft, keine 255 Grauwerte

### Zusammenhang zwischen Clock und maximaler Integrationszeit

- je geringer die Integrationszeit bei gleichem Clock, desto weniger Graustufen existieren
- weniger Graustufen → geringerer Bereich?
- Höhere Integrationszeit → größeres Grauspektrum
- Ursache für den Zusammenhang: Clock  $\ll$  Integrationszeit

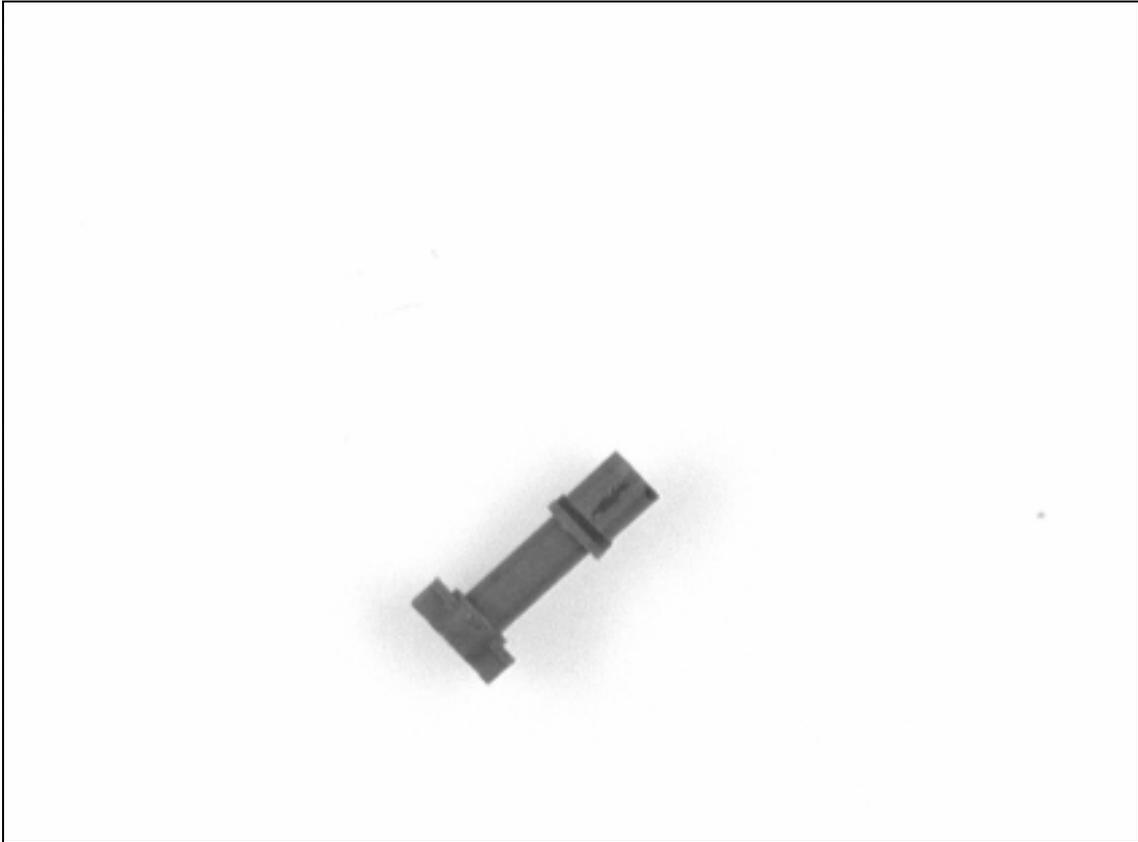
## Kalibrierung

	Linienabstand	Linienbreite
<b>Kalibriermuster</b>	221 Pixel	88 Pixel
	4,3 mm (gegeben)	1,7 mm
<b>Linienmuster 1</b>	79 Pixel	86 Pixel
	1,53 mm	1,7 mm
<b>Linienmuster 2</b>	36 Pixel	40 Pixel
	0,7 mm	0,8 mm

## Matrixkamera / Beleuchtung

Es wurden verschiedene Objekte als S/W- Bild aufgenommen jeweils mit Dunkelfeld-, Durchlicht- und Hellfeldbeleuchtung

	Hellfeldbeleuchtung	Dunkelfeldbeleuchtung	Durchlichtbeleuchtung
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Kontraste im Bild</li> <li>• Oberflächen- und Formeigenschaften ersichtlich, die im Schattenwurf verloren gingen</li> <li>• Informationen über Farbe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Kontraste im Bild</li> <li>• Schattenwurf durch verschiedene Lichtquellen ermöglichen mehr Informationen über die Körperform und Oberflächenstruktur</li> <li>• Farbinformationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialeigenschaften wie Transparenz ersichtlich</li> <li>• Transparente Farben sichtbar</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probleme bei hoher Reflexionsfähigkeit der Oberfläche → Überstrahlung des Bildes</li> <li>• Fehlinformationen bei transparenten Objekten möglich</li> <li>• Wenig Informationen über Körperform und größere Strukturen der Oberfläche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglicher Informationsverlust durch die Schattenbildung (Strukturen nicht ausgeleuchtet)</li> <li>• Probleme bei hoher Reflexionsfähigkeit der Oberfläche (Überstrahlung)</li> <li>• Fehlinformationen bei transparenten Objekten möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Oberflächeneigenschaften ersichtlich (z. B. Farbe, Struktur)</li> <li>• Außer dem Umriss ist bei nichttransparenten Objekten keine weitere Information gewonnen</li> </ul>



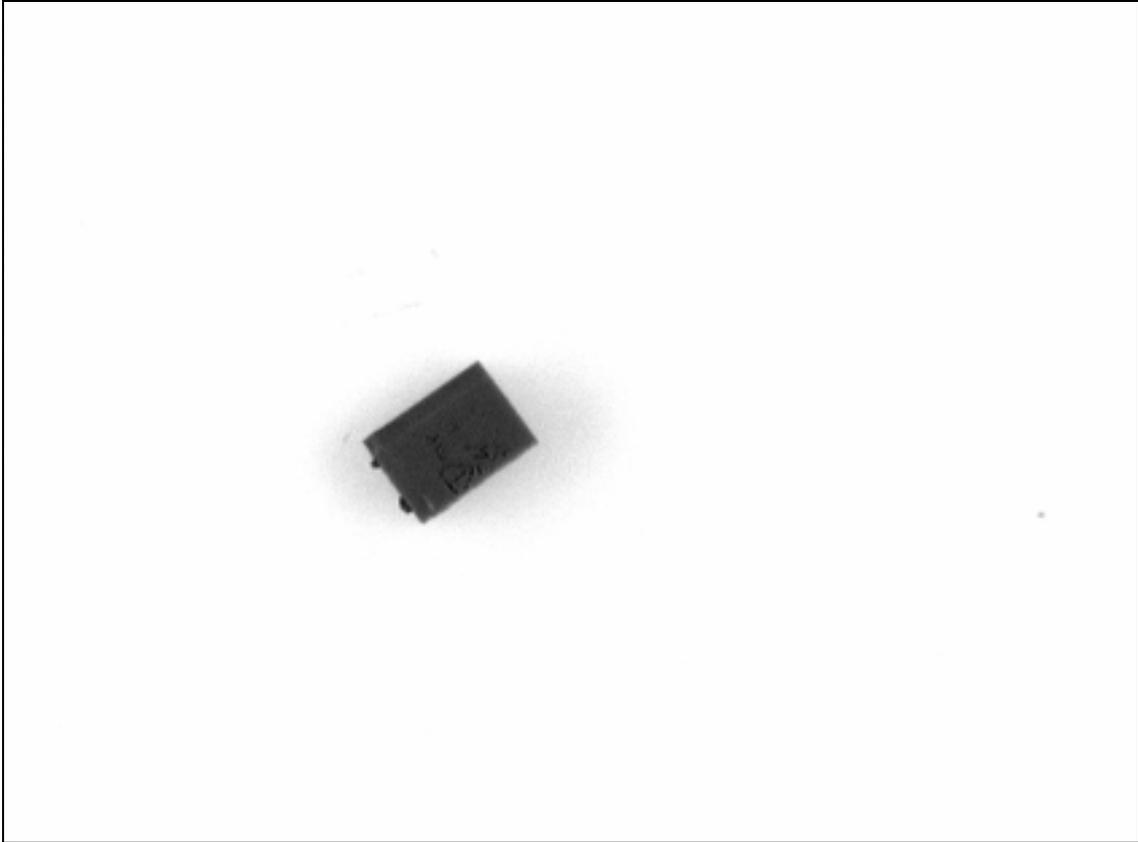
**Abbildung 1: Objekt 1 mit Dunkelfeldbeleuchtung**



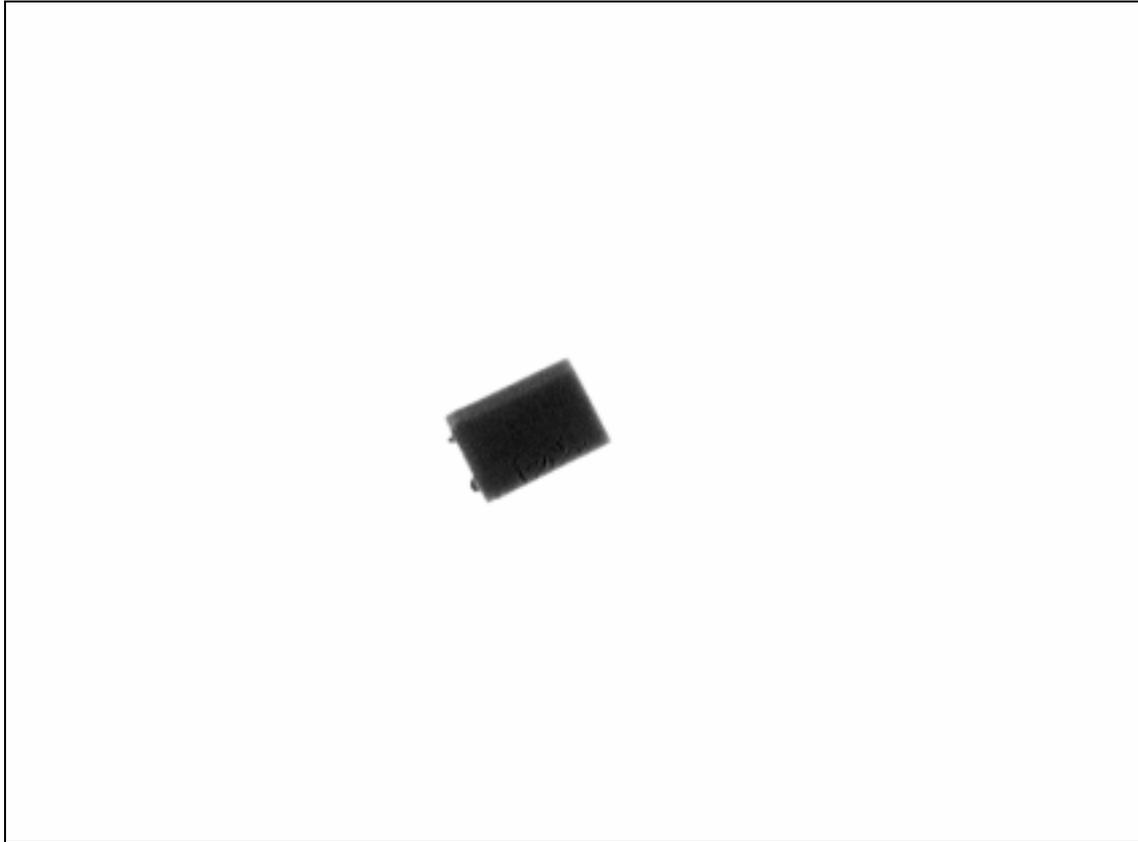
**Abbildung 2: Objekt 1 mit Durchlichtbeleuchtung**



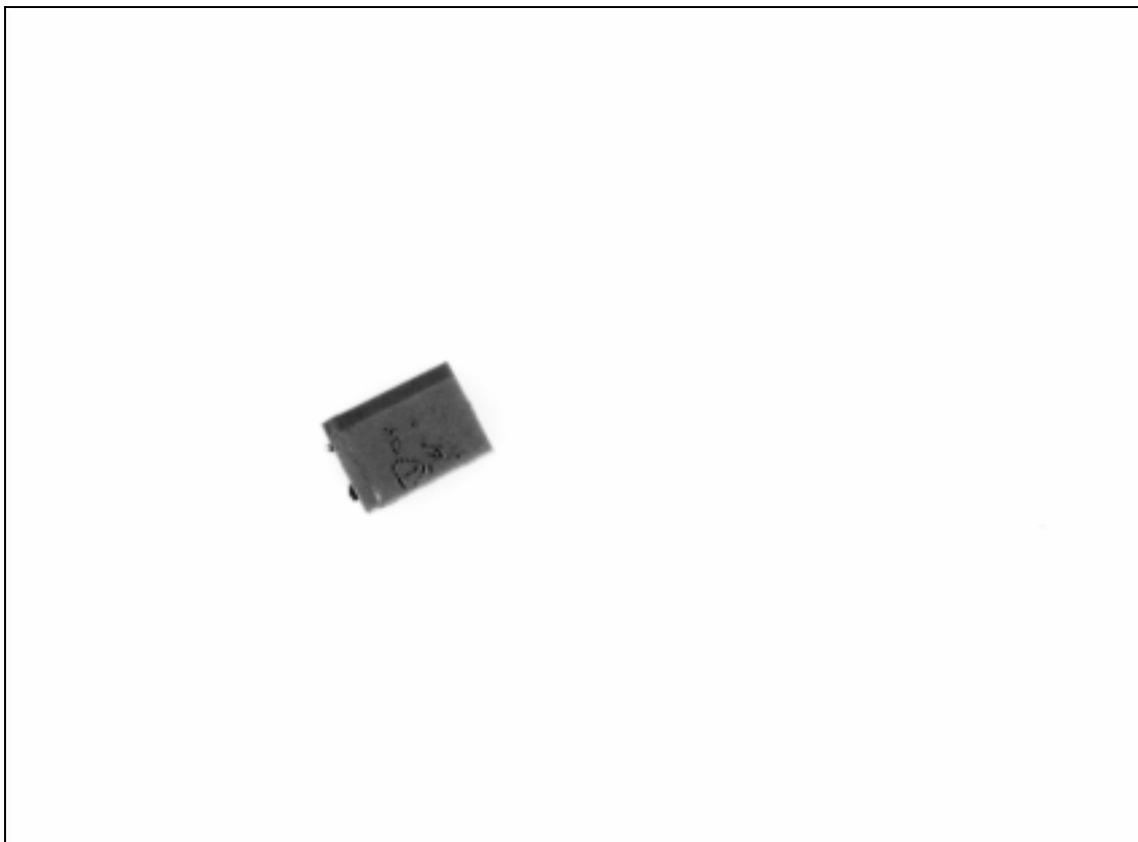
**Abbildung 3: Objekt 1 mit Hellfeldbeleuchtung**



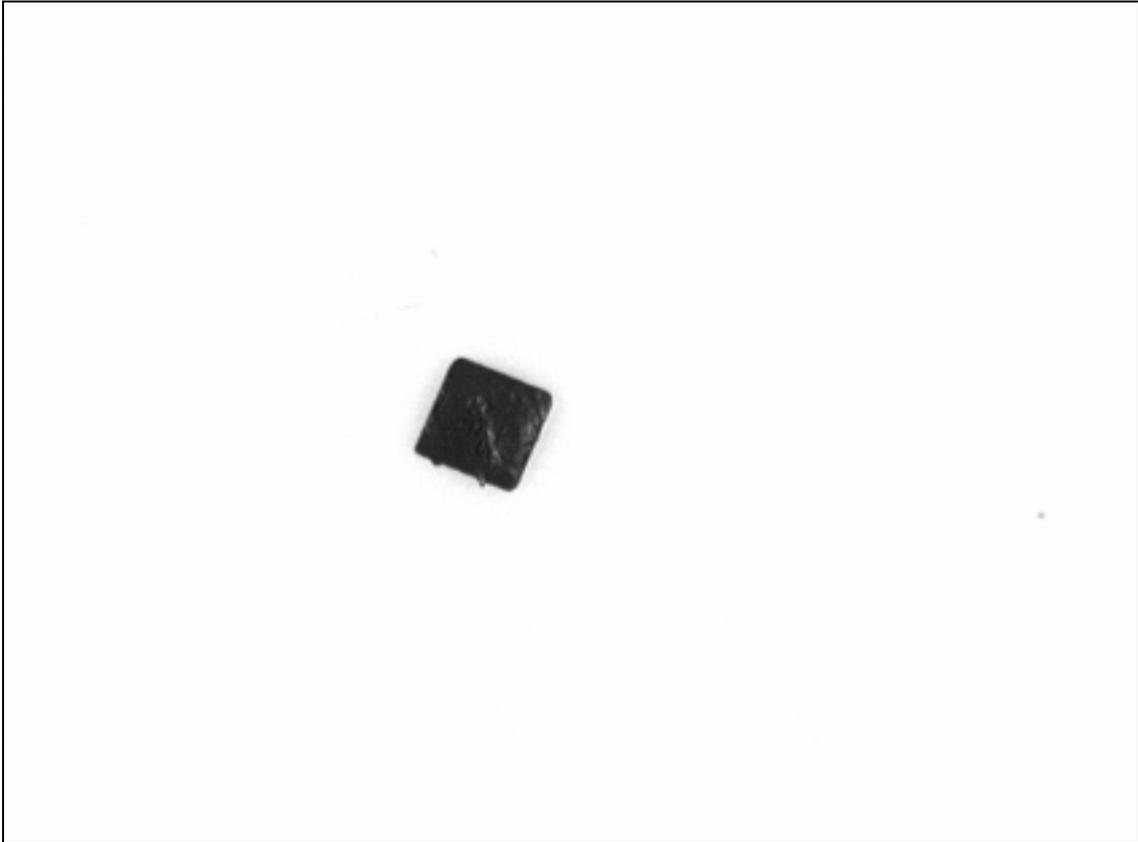
**Abbildung 4: Objekt 2 mit Dunkelfeldbeleuchtung**



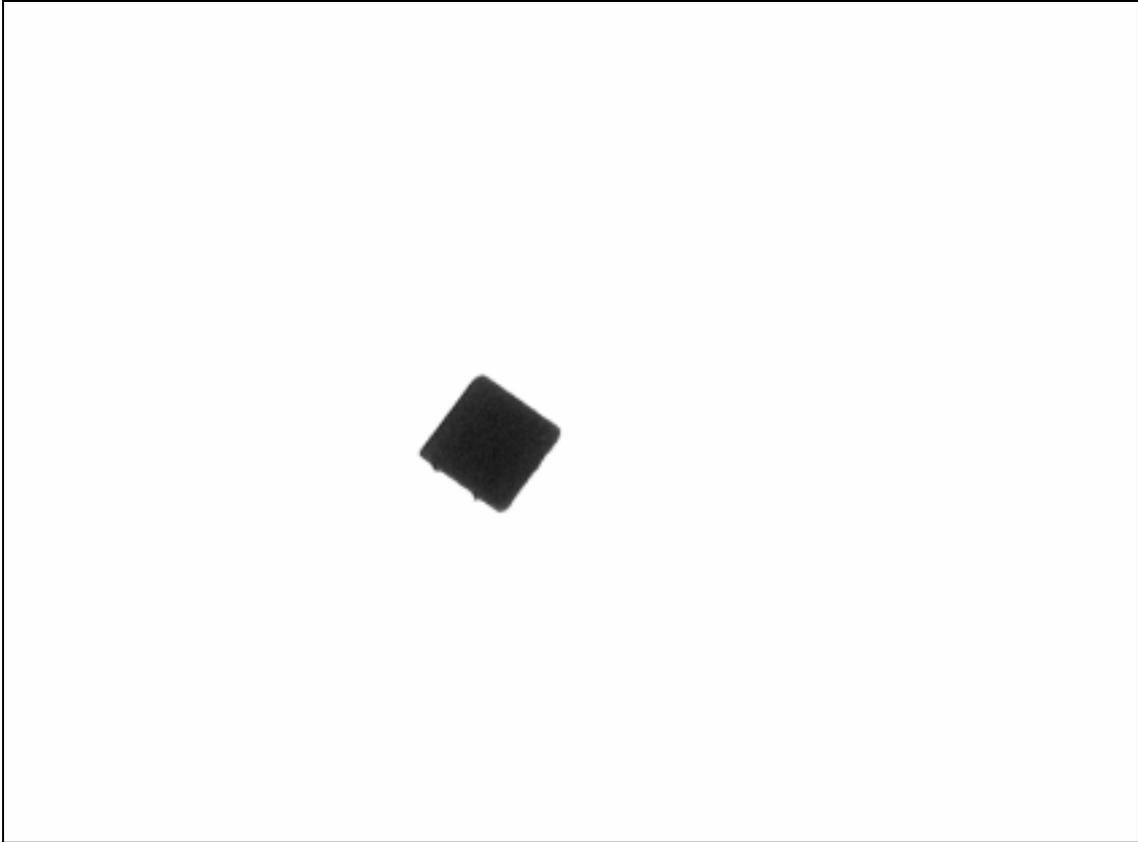
**Abbildung 5: Objekt 2 mit Durchlichtbeleuchtung**



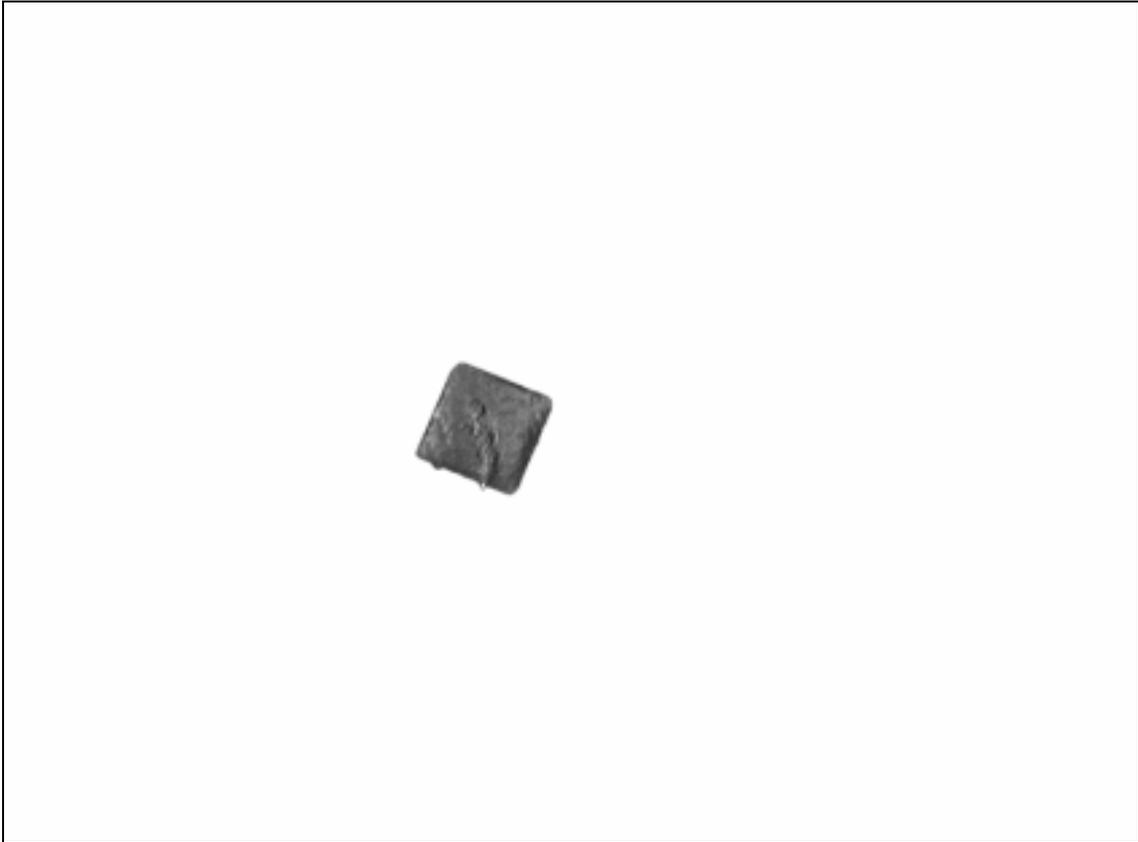
**Abbildung 6: Objekt 2 mit Hellfeldbeleuchtung**



**Abbildung 7: Objekt 3 mit Dunkelfeldbeleuchtung**



**Abbildung 8: Objekt 3 mit Durchlichtbeleuchtung**



**Abbildung 9: Objekt 3 mit Hellfeldbeleuchtung**

## Aufnahme einer Bewegung

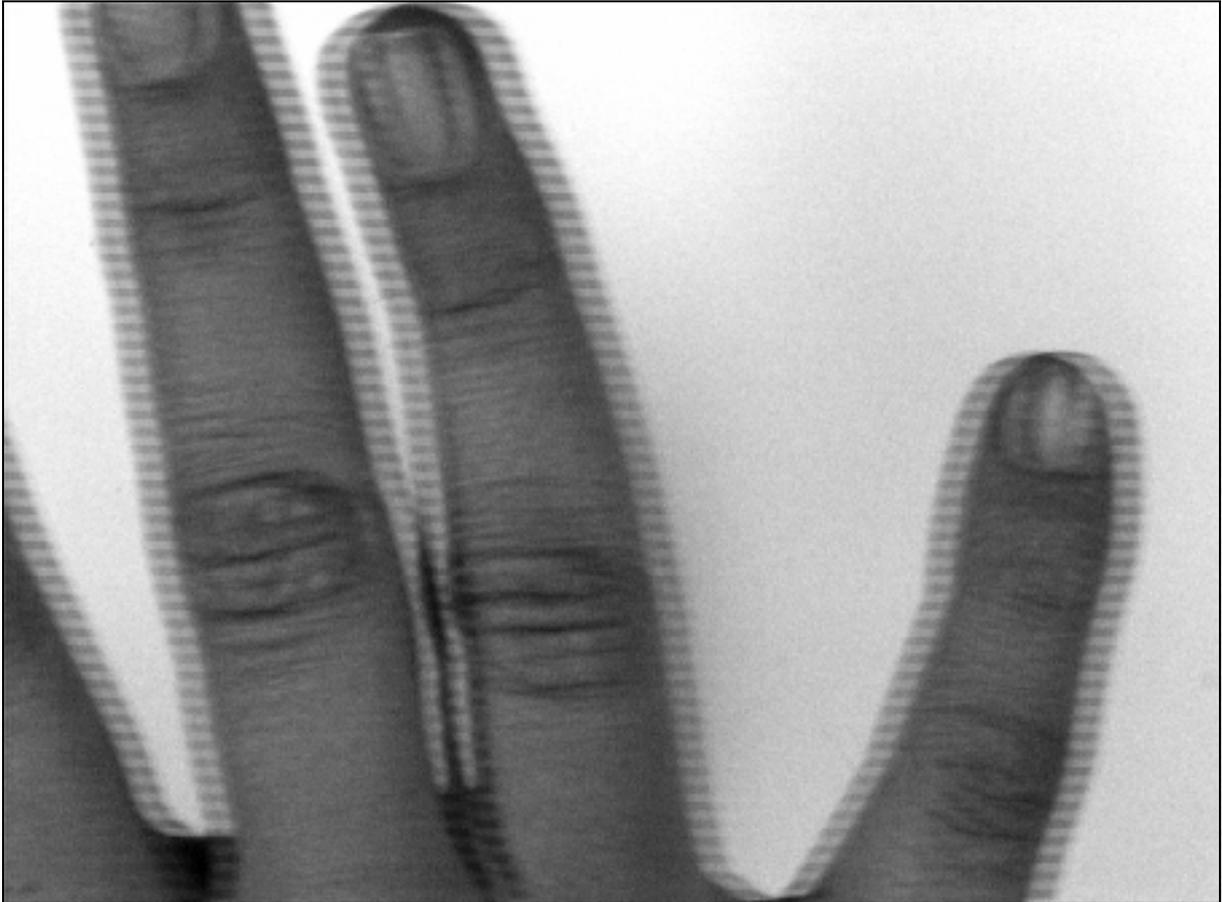


Abbildung 10: Bewegungsbild

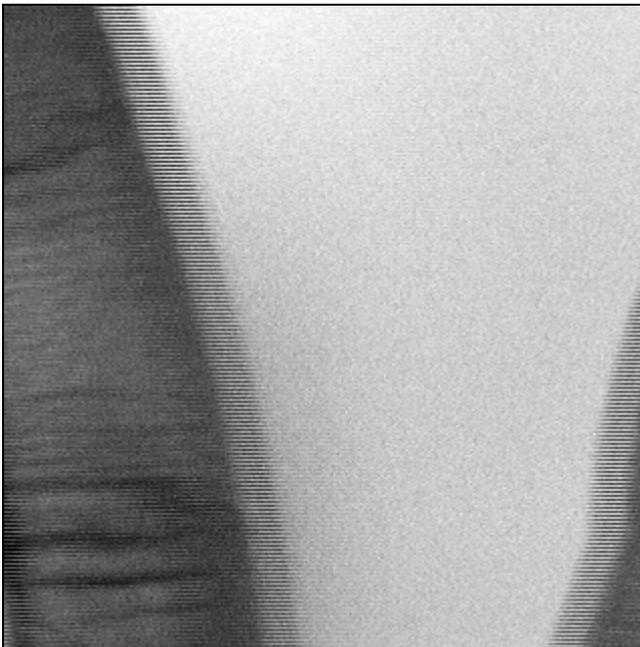


Abbildung 11: 50x50 Ausschnitt

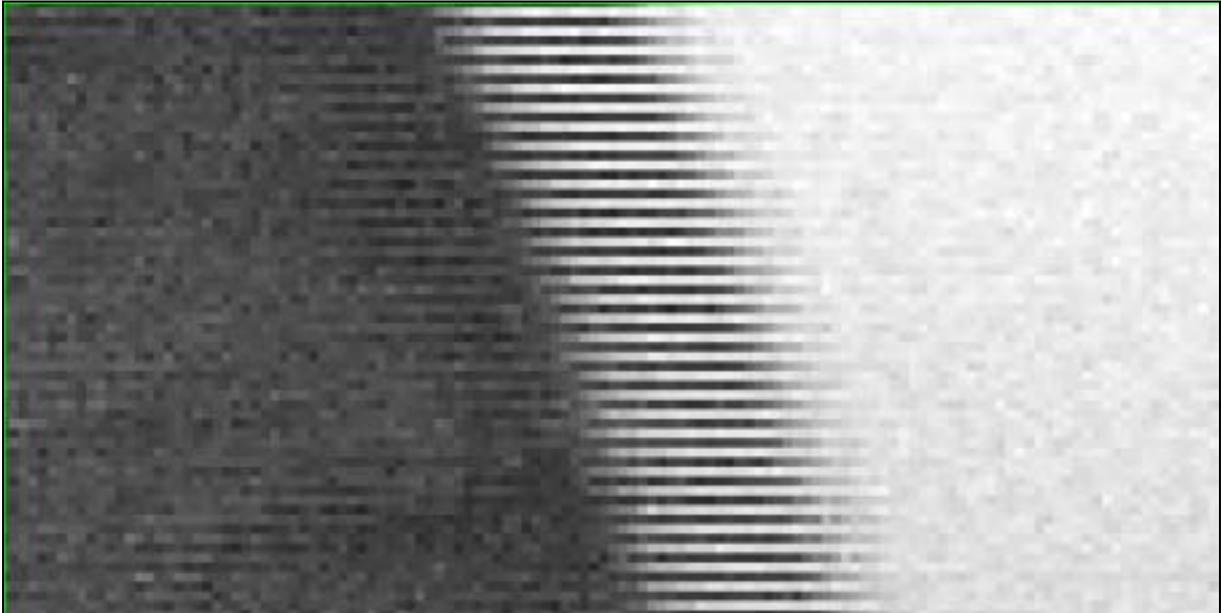


Abbildung 12: Teilausschnitt, stark vergrößert

Die entstandene Bildstörung ist eine Bewegungsunschärfe, die durch einen örtlichen Zeilenversatz der beiden Halbbilder entsteht. Da die Kamerastrukturen nicht korrigierbar sind, kann man Bewegungsunschärfe nur verhindern, durch Weglassen des 2. Halbbildes oder durch ein non-interlaced Schieberegister. Dadurch verringert sich die Auflösung aber um 50%.

### ***Rauschen***



Abbildung 13: Bildaufnahme zur Rauschbestimmung



Abbildung 14: Bildaufnahme nach der Rauschbestimmung

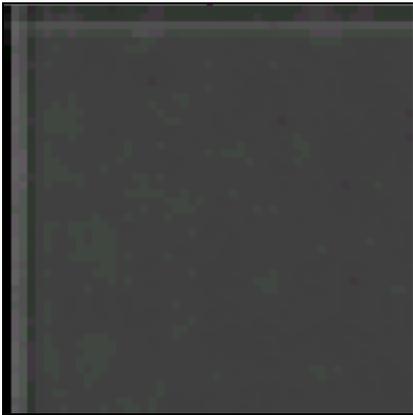
### Auswertung des Histogramms

	<b>ursprüngliches Rauschen</b>	<b>nach Rauschbestimmung</b>
	<b>Mittlerer Grauwert</b>	<b>Mittlerer Grauwert</b>
<b>Minimum</b>	20	0
<b>Maximum</b>	131	100
<b>Mittelwert</b>	47,5	63,9
<b>Standartabweichung</b>	3,69	3,84

Enthaltene Rauscharten:

- Festmusterrauschen: Dunkelsignalrauschen, Empfindlichkeitsrauschen

50 x 50 Pixel Ausschnitt:



**Abbildung 15: vergrößerter Ausschnitt**

Auswertung des Histogramms:

- Minimum: 0
- Maximum: 100
- Mittelwert: 66,5
- Standardabweichung: 10,7

**Farbbildverarbeitung**



Abbildung 16: Farbbildaufnahme



Abbildung 17: Segmentiertes Farbbild

### ASCII- Werte

	rot	grün	blau
Hintergrund	248,0850	249,8420	246,6310
Objekt 1	89,9212	177,5320	110,9360
Objekt 4	107,0680	170,5920	219,6920
Objekt 3	224,2230	76,2957	72,0922
Objekt 2	243,4610	215,9040	80,6079

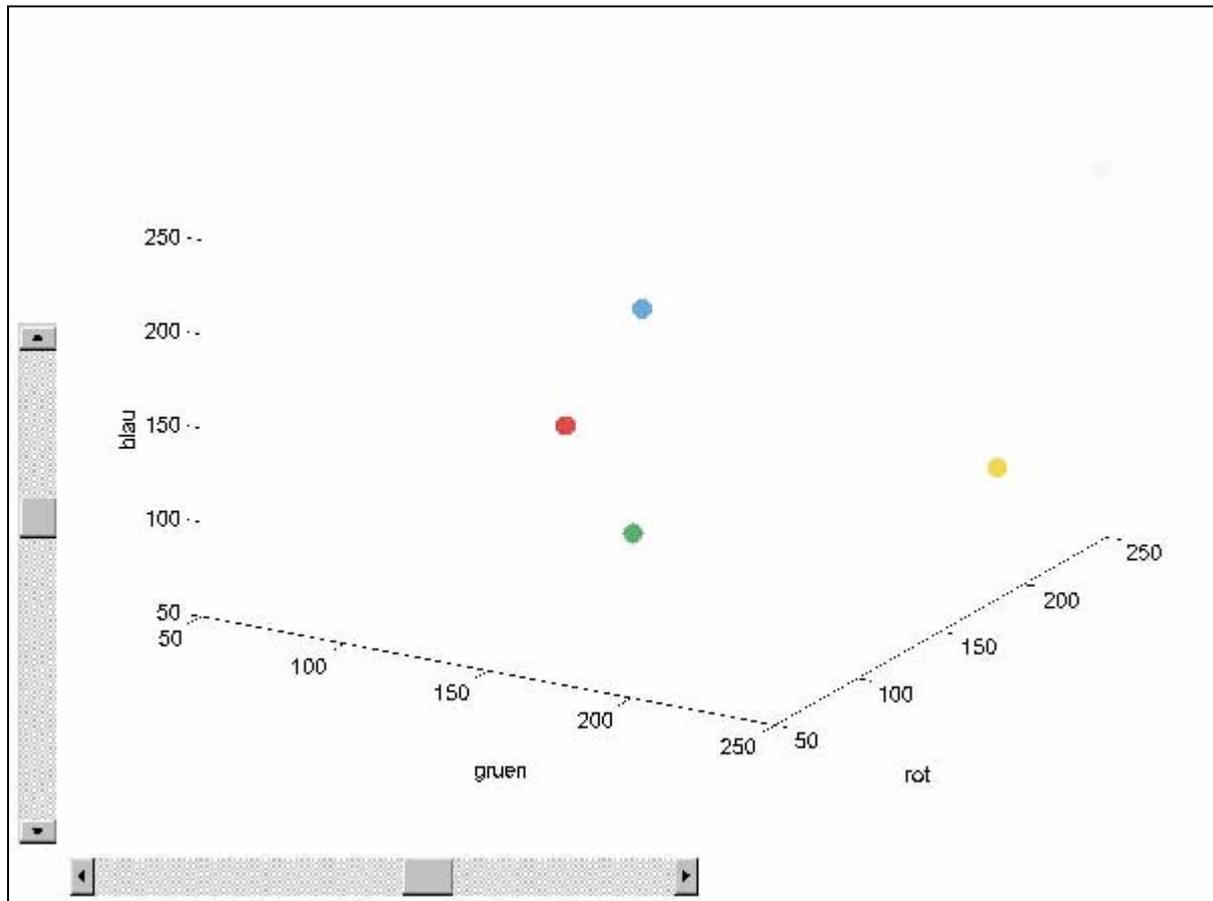


Abbildung 18: RGB- Farbraum

### RGB- Matrix

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 248,0850 & 89,9212 & 107,0680 & 224,2230 & 243,4610 \\ 249,8420 & 177,5320 & 170,5920 & 76,2957 & 215,9040 \\ 246,6310 & 110,9360 & 219,6920 & 72,0922 & 80,6079 \end{bmatrix}$$

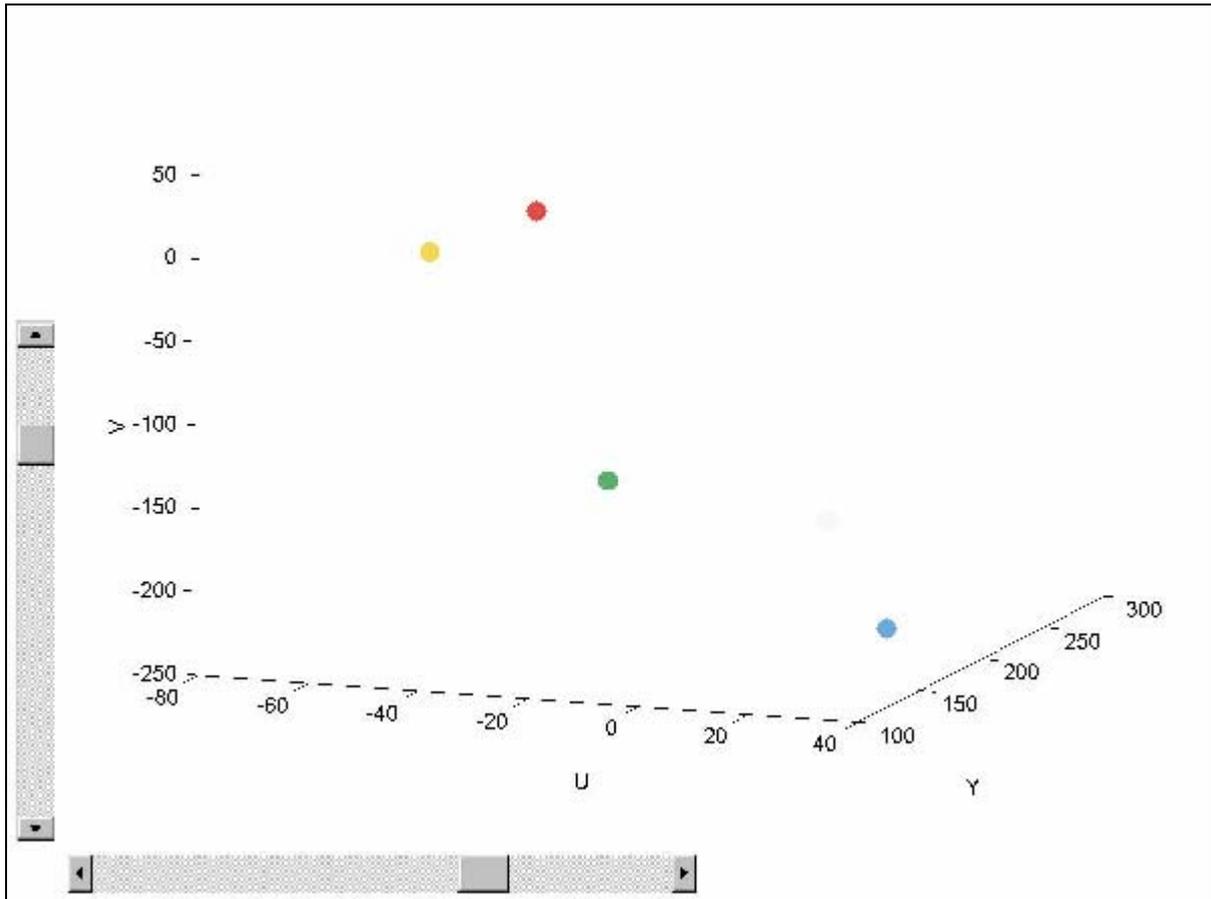


Abbildung 19: YUV- Farbraum

### YUV- Matrix

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 256,3495 & 147,0725 & 163,7865 & 122,2095 & 211,1380 \\ -0,8951 & -16,0461 & 30,9653 & -23,5059 & -62,9594 \\ -198,0643 & -135,9698 & -219,7309 & 33,7219 & -34,0092 \end{bmatrix}$$

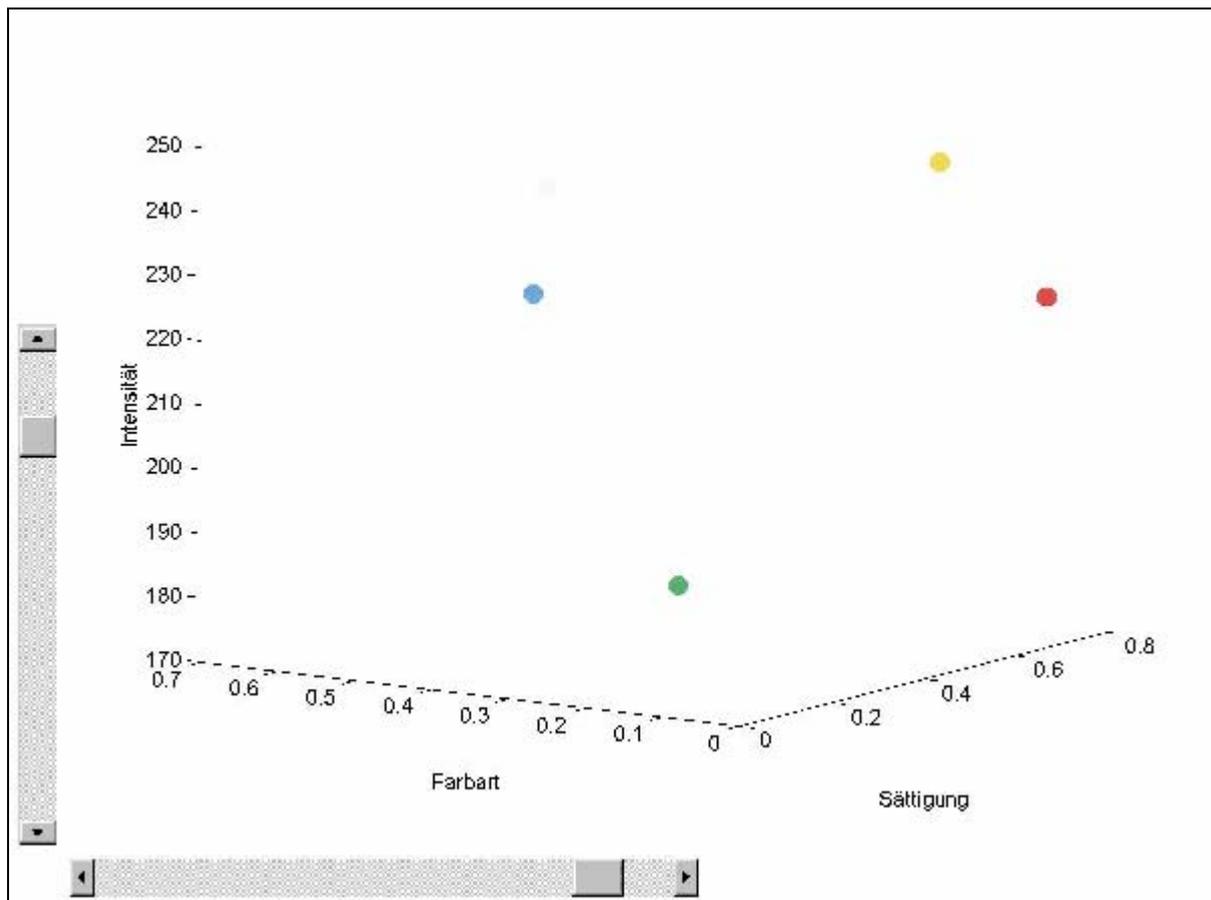


Abbildung 20: HSI- Farbraum

### HSI- Matrix

$$\begin{bmatrix} H \\ S \\ I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,2579 & 0,0129 & 249,8420 \\ 0,3733 & 0,4935 & 177,5320 \\ 0,5727 & 0,5126 & 219,6920 \\ 0,0046 & 0,6785 & 224,2230 \\ 0,1385 & 0,6689 & 243,4610 \end{bmatrix}^T$$