

HOCHSCHULE REUTLINGEN

Reutlingen University

- Studiengang Mechatronik Master -

Dokumentation Bildverarbeitung

---

Projekt:

# Fließband Chip-Erkennung

AUTOR                      Constantin Renz | Matrikel Nr.: 712268

Jonas Henger | Matrikel Nr.: 712248

Martin Warncke | Matrikel Nr.: 751494

VORGELEGT AM:        05. Februar 2016

FACH:                    Bildverarbeitung Praktikum



# 1

## Summary

Im Rahmen der Vorlesung Bildverarbeitung wurde ein Projekt im Roboterlabor bearbeitet. Dieses Projekt wurde an einem MANZ Delta Roboter durchgeführt. Dieser sortiert Chips farblich über ein Bildverarbeitungssystem auf einem Endlosförderband. Die Arbeit bestand darin eine Untersuchung durchzuführen wie unter anderem das Fremdlicht die Bildverarbeitung beeinflusst und welche Fehler vorkommen.

Bereits bekannte Fehler die auftauchen sind Fehlgriffe des Roboters, sowie nicht aufnehmen von Chips.

Am Anfang wurde eine Analyse des Bildverarbeitungssystems vorgenommen. Diese erkennt Chips mittels einer Blob Analyse und ordnet die Chips aufgrund des Grauwertes einer Farbe zu. Im weiteren Verlauf wurden Untersuchungen bezogen auf die Beleuchtung gemacht. Da die Schwellwerte der Chips fest eingestellt werden, müssen diese unterschiedlichen Beleuchtungen angepasst werden. Schon die Raumbeleuchtung hat hierbei einen signifikanten Einfluss auf die Grauwerte, da die Anlagenbeleuchtung nicht optimal gewählt wurde bzw. die Aspekte der Bildverarbeitung bei der Auswahl nicht berücksichtigt wurden.

Trotz den Gegebenheiten arbeitet die Bildverarbeitung bei den richtigen angepassten Schwellwerten fehlerfrei. Die bekannten Fehler sind nach der Untersuchung auf den Roboter als Fehlerquelle zurückzuführen. Dieser quittiert teilweise aufgenommene Chips nicht und versucht diese nochmals aufzunehmen.

Natürlich ist es fraglich ob die Bildverarbeitung anhand Grauwerte Sinn macht, wenn das Ziel ist Chips farblich zu sortieren. Soll auf eine Farberkennung umgestellt werden ist dies anscheinend machbar. Hierzu muss die vorhandene Software aico.view angepasst werden (mittels Plug-In, Skript oder ähnlichem), diese basiert auf der Bildverarbeitungssoftware Halcon 10.

# 2

## Inhaltsverzeichnis

<b>Summary .....</b>	<b>3</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>4</b>
<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
3.1 Thema.....	5
3.2 Ziele.....	6
<b>Inbetriebnahme .....</b>	<b>7</b>
<b>Hauptteil .....</b>	<b>10</b>
5.1 Projekt-Umgebung .....	10
5.2 Ablauf der Bildverarbeitung.....	11
5.3 Problembetrachtung.....	12
5.4 Fehlerermittlung.....	15
5.5 Lösungsansätze.....	19
<b>Fazit.....</b>	<b>20</b>
6.1 Ausblick.....	20
<b>Anhang.....</b>	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

# 3

## Einleitung

### 3.1 Thema

Im Rahmen des Projektes in dem Fach Bildverarbeitung, soll für einen Roboter im Hochschullabor ein Bildverarbeitungsprozess untersucht werden. Bei dem Roboter handelt es sich um einen Delta-Roboter von Manz. Dieser wird hauptsächlich bei Pick-and-Place Anwendungen im Hochgeschwindigkeitsgebiet verwendet. Die Aufgabe des Praktikum-Versuchs im Rahmen der Robotersysteme-Vorlesung ist die Erkennung von Plastik Chips und Sortierung nach ihrer Farbe. Dazu liefert eine Kamera einen Bildausschnitt vom Fließband als Grauwert-Bild. Durch eine Bildverarbeitungs-Software werden die Chips an ihrer Form erkannt und durch ihren Grauwert einer Farbe zugeordnet.

Bei der Durchführung lässt sich erkennen, dass die Erkennung immer wieder fehlerhaft ist. Einzelne Chips werden nicht erkannt oder es wird versucht einen Chip aufzunehmen, welcher nicht vorhanden ist. Dieses Fehlverhalten wurde im Rahmen des Projekts im Rahmen der Vorlesung Bildverarbeitung untersucht und Lösungskonzepte erarbeitet.

## 3.2 Ziele

Das Ziel des Projektes ist eine ausführliche Untersuchung und detaillierte Darstellung der verschiedenen auftretenden Fehlerfaktoren und deren Ursache. Durch diese Fehleranalyse und der in den Lösungsansätzen dargestellten Maßnahmen soll es möglich sein, in nachfolgenden Projekten die Fehler zu verringern.

# 4

## Inbetriebnahme

Gemäß dem Aushang für die Inbetriebnahme des MANZ Delta-Roboters muss wie folgt vorgegangen werden:

### System hochfahren:

- **Not-Aus aktivieren!**
- Mit **Hauptschalter** Anlage einschalten
- Warten bis IPC hochgefahren ist, dann **aico.view** starten
- Reiter **User rights** anklicken und **Logon User**-Button
- **SysAdmin** auswählen und **100 min Logoff** einstellen
- Not-Aus deaktivieren und quittieren mit der **weißen Taste**
- Störung quittieren mit der **blauen Taste**
- Motorstrom einschalten durch **grüne Taste** 2 sec betätigen
- Gelbe Referenzleuchte sollte jetzt blinken
- Bestätigen, dass jetzt Referenzfahrt möglich ist (ok)
- Ist die Referenzfahrt beendet, endet auch das Blinken
- Schalter auf **Automatik** stellen
- Deckenleuchten einschalten sowie Lampen in der Roboterzelle
- Anwendungen über Button **Maschine** und anschließend **HS Programme** erreichbar
- Geschwindigkeit ggf. ändern/anpassen
- Starte **Conveyor- Tracking**: startet das Programm um die Chips farblich auf dem rücklaufenden Fließband abzulegen
- Über den Button **Einrichten** kommt man an die Einstellungen der Bildverarbeitung
- Im Reiter **Bildverarbeitung | Projekt** kann man ein Projekt erstellen und laden (siehe nachfolgende Abbildung)

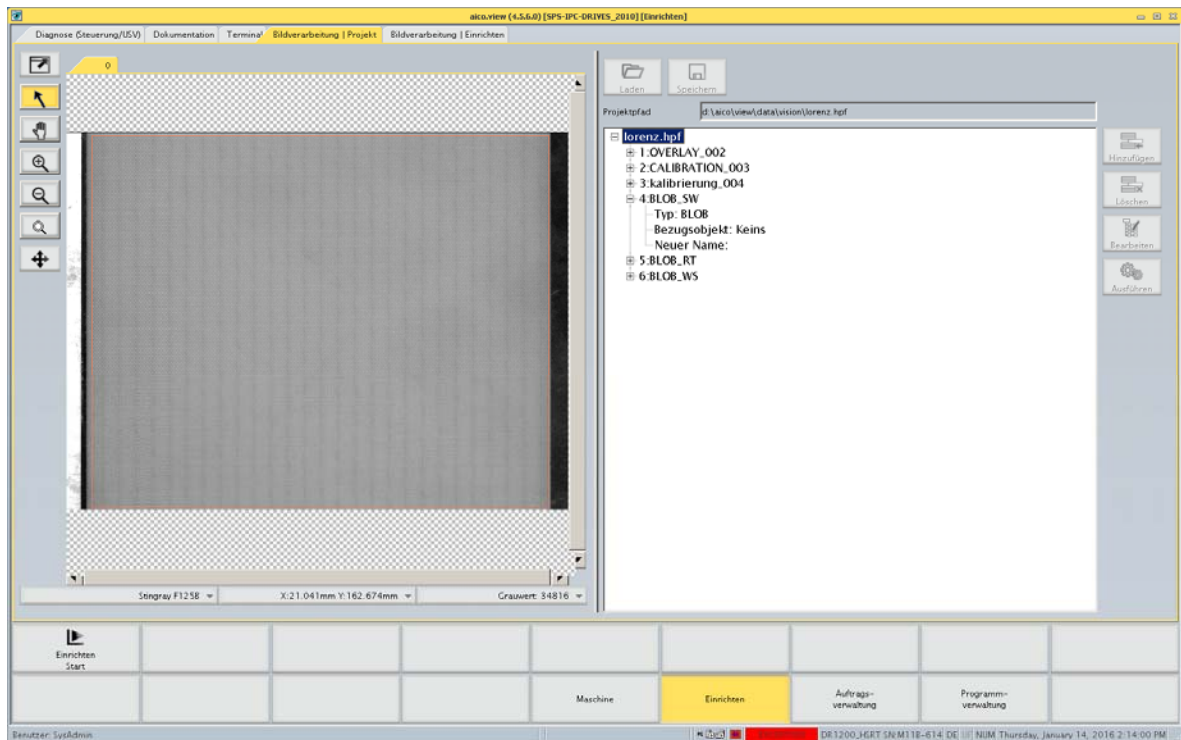


Abb.: Screenshot des Reiters zur Projekt-Einrichtung

- Mit Klick auf einem Blob können die Schwellwerte (Thresholds) für die Grauwerte der entsprechenden Farbe festgelegt werden

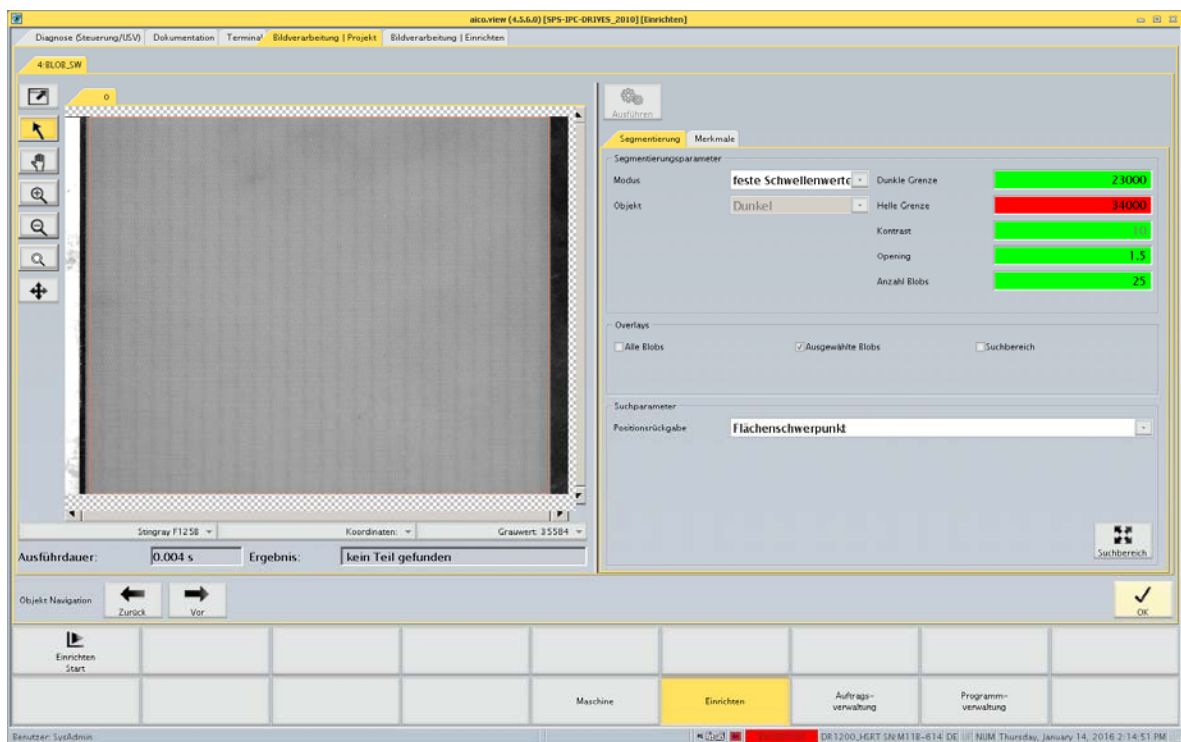


Abb.: Einstellung der Schwellwerte

System herunterfahren:

- Not-Aus drücken
- Reiter **User rights** anklicken und **Shutdown PC** anwählen und warten bis PC heruntergefahren ist
- Anlage mit **Hauptschalter** abschalten



# 5

## Hauptteil

### 5.1 Projekt-Umgebung

- Manz Delta-Roboter
- Chip-Erkennung über ein Bildverarbeitungssystem (Kamera)
- Fließband für den Transport der Chips
- Bilderkennungssoftware von Manz basierend auf Halcon

Die Folgende Abbildung stellt eine grafische Übersicht des gesamten Systems dar.

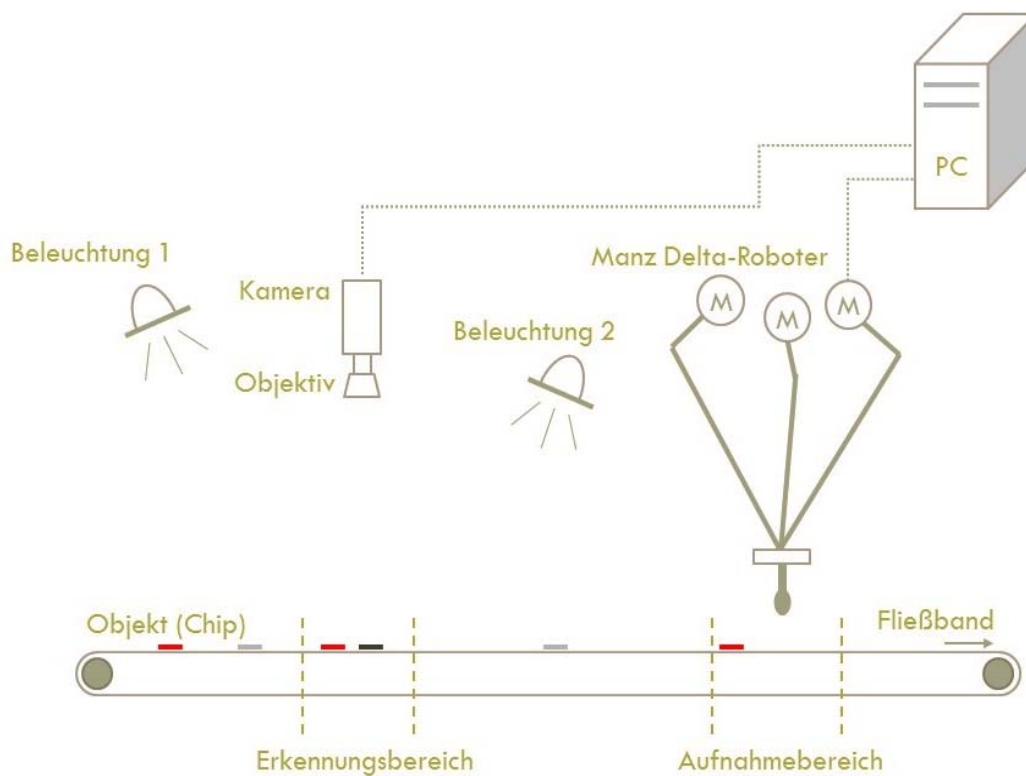


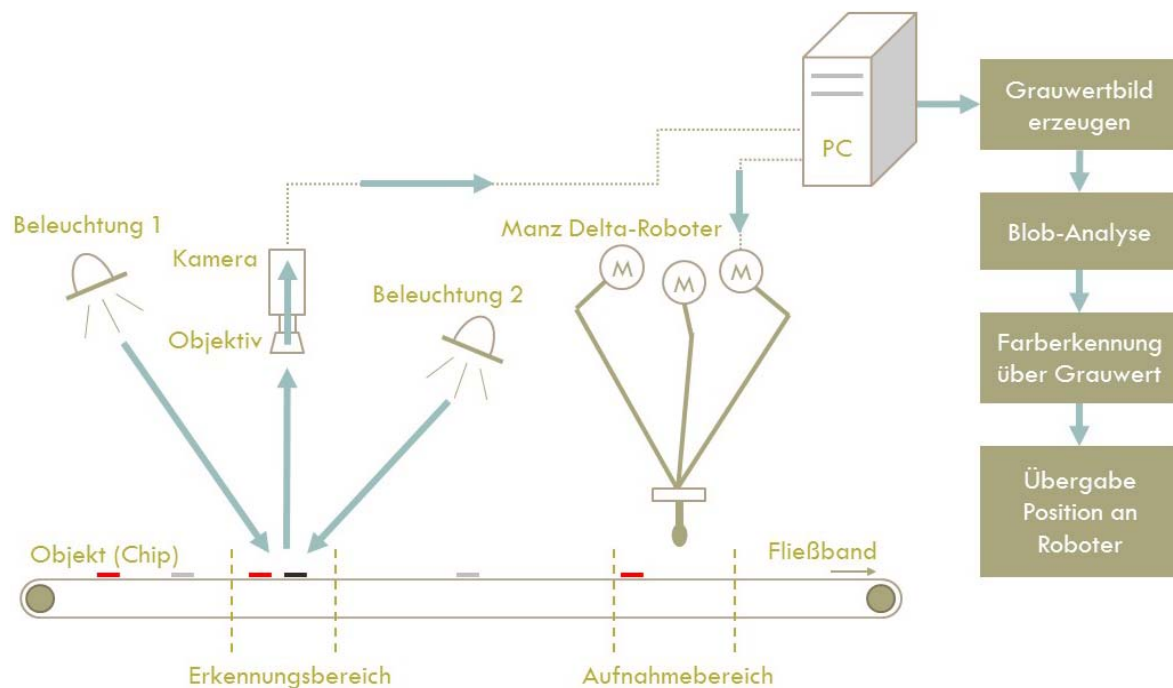
Abb.: Grafische Übersicht des Gesamtsystems

## 5.2 Ablauf der Bildverarbeitung

Mit Hilfe der vorangegangenen Abbildung der Übersicht des Gesamtsystems, lässt sich die Kette der Bildverarbeitung gut darstellen. Dabei ergibt sich folgende Reihenfolge:

Beleuchtung > Chip auf Fließband im Erkennungsbereich > Objektiv > Kamera > Datenübertragung an PC des Kamerabilds > Grauwertbild erzeugen > Blob-Analyse > Farberkennung der Chips über Grauwerte > Positionsübergabe der Chips an Roboter-Steuereinheit

Nachfolgend werden diese Schritte mittels Pfeile auf die Übersicht des Gesamtsystems übertragen, um so den Ablauf besser nachvollziehen zu können.



**Abb.: Kette der Bildverarbeitung betrachtet auf das Gesamtsystem**

## 5.3 Problembetrachtung

Die verschiedenfarbigen Chips werden in einem Erkennungsbereich auf dem Fließband über ihre Grauwerte segmentiert. Das Hauptproblem, welches bereits im Voraus durch andere Kommilitonen vermutet und bestätigt werden konnte, die ständige Änderung der Lichtverhältnisse im Labor. Die Lichtänderungen entstehen durch zusätzliches Raumlicht und wechselnde direkte Sonneneinstrahlung in das Labor. In der Tabelle 2 werden die Grauwerte der Chips und des Förderbands mit den verschiedenen Lichteinflüssen dargestellt. Die Definition der einzelnen aufgeführten Varianten stehen in der Tabelle 1.

<b>Variante 1</b>	Mit Raumbeleuchtung ohne Anlagenbeleuchtung
<b>Variante 2</b>	Mit Raumbeleuchtung mit Anlagenbeleuchtung
<b>Variante 3</b>	Ohne Raumbeleuchtung mit Anlagenbeleuchtung

**Tabelle 1: Definition der Beleuchtungsvarianten**

<b>Chipfarbe</b>	<b>Variante 1</b>	<b>%</b>	<b>Variante 2</b>	<b>%</b>	<b>Variante 3</b>	<b>%</b>
Schwarz	18200	67,41	27000	100	26250	97,22
Rot	21000	48,39	43400	100	42650	98,27
Weiß	26100	42,03	62100	100	60200	96,94
Gelb	23800	42,42	56100	100	54600	97,33
Förderband	24700	45,28	54550	100	52050	95,42

**Tabelle 2: Grauwertermittlung durch verschiedene Beleuchtungsvarianten**

Die in Tabelle 2 angegebenen Grauwerte bilden einen Mittelwert, des gemessenen Bereichs. Variante 2 (Grauwerte mit Raumbeleuchtung und Anlagenbeleuchtung) bildet die Referenz zu den anderen beiden Varianten.

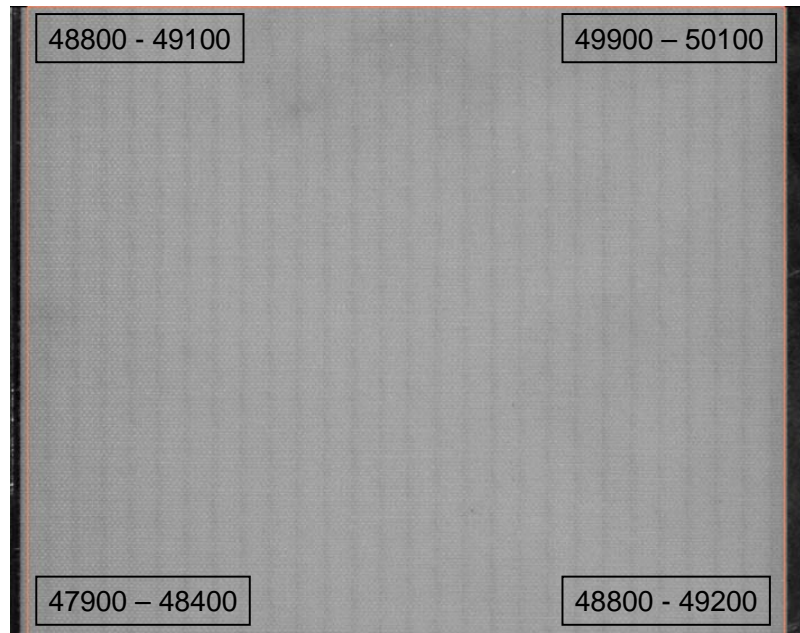
Es ist zu erkennen, dass die Grauwerte der verschiedenen Chips und das Förderband in den jeweiligen Varianten sehr nahe aneinander liegen. Eine Ausnahme stellen die schwarzen Chips dar. Bedingt durch die dunkle Farbe haben diese Chips niedrige Grauwerte.

Für die Versuche wurden die folgenden Grenzwerte (Tabelle 3) verwendet.

Chipfarbe	Unterer Schwellwert	Oberer Schwellwert
Schwarz	23000	34000
Rot	39000	44600
Weiß	59000	65500

**Tabelle 3: Eingestellte Schwellwerte**

In folgender Abbildung werden die unterschiedlichen Grauwerte bedingt durch die Ausleuchtung des Förderbands dargestellt.



**Abb.: Grauwertermittlung vom Förderband**

Es zeigt sich, dass sich die Grauwerte auf Grund der Strukturierung und dadurch nicht einheitlichen Farboberfläche vom Förderband unterscheiden. Die Ermittlung der Grauwerte entstand mit eingeschalteter Anlagenbeleuchtung. Somit lässt sich auch darauf schließen, dass die Beleuchtung kein homogen gleichverteiltes Licht liefert.

## 5.4 Fehlerermittlung

Zur Fehlerermittlung wurde überlegt, welche Fehler vorkommen und wie man diese zuordnen kann. Es wurde zwischen False Acception- und False Rejection-Fehler unterschieden. Der Roboter sortiert weiße, rote und schwarze Chips. Die gelben Chips werden für die Fehlerprovokation verwendet.

### False Acception

- sortiert Chips falsch
- greift ins leere

### False Rejection

- nimmt falschen Chip auf (z.B. gelben, seine Grauwerte ähneln die der weißen bzw. roten Chips)
- Chips die nebeneinander liegen werden nicht erkannt

### **Rahmenbedingungen für den Versuch:**

Um möglichst wenig Einfluss durch Fremdlicht zu haben, wurde die Raumbelichtung, sowie die Anlagenbeleuchtung während des Versuchs eingeschaltet. Für den Praktikumsversuch der am MANZ Delta-Roboter durchgeführt wird ist eine Förderbandgeschwindigkeit von 100% sowie eine Robotergeschwindigkeit von 100% vorgegeben. Es wurden 3 Versuchsdurchgänge gefahren, dabei wurden jeweils 3 weiße, 3 schwarze und 3 rote Chips verwendet. Die Länge des Versuchs wurde an den Durchgängen der Chips auf dem Förderband gemessen. Hierbei wurden je 10 Durchgänge pro Versuch gefahren. Chips die durch das Ablegen vom Band gefallen/gerollt sind, wurden wieder dem Band zugeführt.

Die nachfolgende Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Versuchsreihe.

Versuchsdurchgang	Nicht Aufgenommen	Falsch sortiert	Falsch gegriffen	Verbliebene Chips
1	5	0	0	4
2	5	0	2	4
3	4	0	3	5

**Tabelle 4: Fehlermessung**

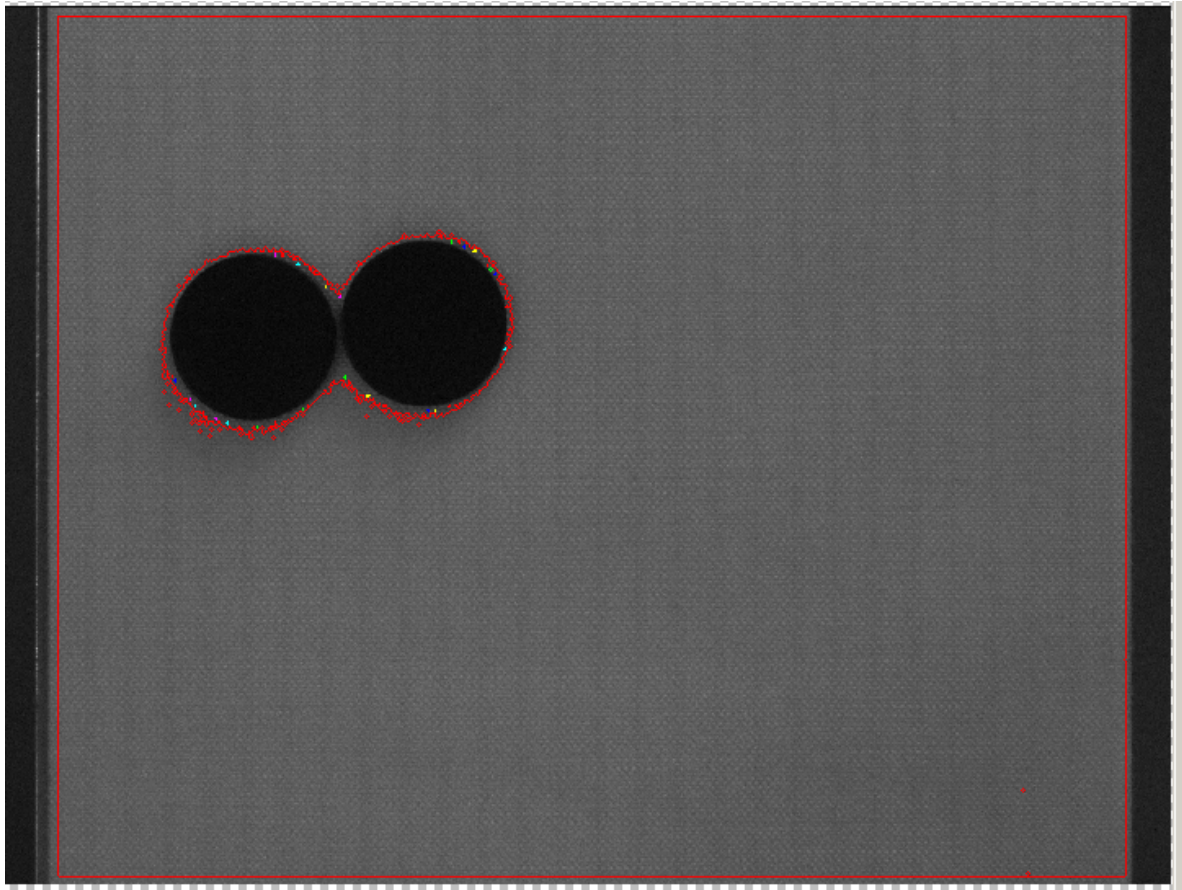
Aus Beobachtungen konnte festgestellt werden:

Wurde ein Chip über den Grauwert farblich zugeordnet, entstand hierdurch kein Fehler. Aufgrund der Arbeitsgeschwindigkeit des Roboters konnten Chips teilweise nicht aufgenommen werden (Roboter war zu langsam/zu viele Chips auf dem Band).

#### **Fehler die auftreten:**

Der erwartete Fehler der auch tatsächlich auftrat, war ein Fehlgriff des Roboters. Dieser versuchte einen bereits aufgenommenen Chip nochmals zu greifen. Die darauffolgenden Chips zwischen dem Bildaufnahmebereich und dem Greiferbereich wurden dadurch „vergessen“ bzw. nicht mehr aufgenommen. Dieser Fehler könnte durch ein Chip der nicht quittiert wurde zustande kommen.

In der folgenden Abbildung liegen zwei Chips der gleichen Farbe zu nah aneinander und können nicht einen Blob-Muster zugeordnet werden.



**Abb.: zwei Chips die Aufgrund ihrer Nähe nicht separiert werden können**

### **Fehler die nicht auftreten:**

Die gelben Chips waren beim Versuch kein Problem, die Bildverarbeitung konnte diese nicht zuordnen, dadurch wurden diese nicht aufgenommen (Schwellwerte haben sich nicht überlappt).

Wird ein Chip identifiziert wurde dieser stets richtig zugeordnet (farblich) und sortiert.

Voraussetzung für diesen Versuch sind natürlich richtig eingestellte Grauwerte (Schwellwerte die farblich passen). Ist dies nicht der Fall bzw. stimmen die Lichtverhältnisse kann es zu Fehlern in der Bildverarbeitung kommen. Dies ist auch der Fall, wenn zwei Chips zu nah aneinander liegen oder sich überlappen. Wird die Geschwindigkeit des Förderbandes geändert greift der Roboter den Chip



nahe der Kante oder auf der Kante. Dadurch wird dieser nicht aufgenommen oder verliert ihn beim Transport.

## 5.5 Lösungsansätze

Nachfolgend werden aus der Problembetrachtung die Lösungsansätze hergeleitet. Diese sind in mechanische- und Software- Ansätze unterteilt.

Im mechanischen Bereich benötigt die eingesetzte Beleuchtung eine Optimierung. Spiegelnde Reflexionen der Beleuchtung auf das Förderband und die Chips können die Kamera und damit die Grauwerte beeinträchtigen. Eine Ringleuchte direkt an der Kamera angebracht, könnte ein Drauflicht ohne störende Reflexionen erzeugen (Eintrittswinkel = Austrittswinkel des Lichts). Eine matte Oberfläche der Chips durch leichtes Abschleifen könnte ebenfalls weniger Reflexionen erzeugen. Eine Unterbeleuchtung erzeugt keine Reflexionen und wäre eine weitere Variante. Eine andere Möglichkeit, ist die Erweiterung der vorhandenen Beleuchtung mit einer Dimmer-Funktion. Dadurch könnte mit Hilfe einer Fotodiode eine Regelstrecke entwickelt werden, die sich optimal auf die wechselnden Lichtverhältnisse einstellt. Der letzte Lösungsansatz im mechanischen Bereich wäre anstatt einer Farberkennung eine Formenerkennung für die Chips (z.B. Dreieck, Rechteck, Trapez usw.).

Im Bereich der Software ist es nach Anfrage beim Unternehmen Manz möglich mit der Anlage ein Farbbild anstatt eines Grauwertbildes zu erzeugen (es ist fraglich ob eine Segmentierung nach Farbe im Grauraum Sinn macht). Die Bildverarbeitung basiert auf Halcon. Mit der Version 10 könnte ein Plugin oder Skript in das bestehende System integriert werden. Eine andere Möglichkeit wäre die flexible Anpassung der Grauwerte bei jedem Start der Anlage. Es ist das Fremdlicht zu messen und die Grauwerte dementsprechend anzupassen. Dieses Verfahren ist aber durch seinen Mess- und Zeitaufwand vor jedem Systemstart der Anlage nur bedingt geeignet.

# 6

## Fazit

### 6.1 Ausblick

Es wurden eine Menge an möglichen Optimierungsvorschlägen, sowohl im Mechanischen als auch im Software Bereich gegeben. Die effektivste aber auch zeitintensivste Lösung wäre die Programmierung eines Plugin in Halcon 10 zur Erzeugung von Farbbildern. Mit den anderen Vorschlägen ließen sich ebenfalls erste kleine Verbesserungen in der Bildverarbeitung erzielen.

Hierbei ist es fraglich ob diese Optimierungen in diesem Rahmen (des Praktikumsversuchs) Sinn machen. Eines der Ziele des Versuchs ist es die farbliche Segmentierung der Chips anhand der Grauwerte. Werden die Grauwerte richtig gewählt, funktioniert das System gut bis sehr gut. Sobald man aber die Rahmenbedingungen verlässt (Förderbandgeschwindigkeit, Beleuchtung) kommt es zu Fehlern, wobei diese nicht alle auf die Bildverarbeitung zurückzuführen sind (Arbeitsgeschwindigkeit des Roboters).