

# **Digitales Erfassen von Informationen mit einem Mikroskop und Auswertung dieser mit dem Messdatenerfassungssystem LabVIEW zur Analyse und Weiterverarbeitung im Unterricht der Laborantenausbildung**

Projektarbeit zum  
**staatlich geprüften Techniker**  
**Fachrichtung Physiktechnik**

an der **Lise-Meitner-Schule** in Berlin-Neukölln  
Betreuender Lehrer: **Stefan Petrick**

Durchführung im Zeitraum vom **21.01.** bis **22.02.2013**  
gemäß Aufgabenstellung des **Fachbereichs Physiktechnik (LMS)**

vorgelegt am **15. März 2013** von

**Christopher Kästel**  
Physiklaborant (IHK)  
(BASF AG, Ludwigshafen)

Berlin 2013

## Danksagung

Ich möchte der Lise-Meitner-Schule für die unkomplizierte Aufnahme in das bereits laufende Schuljahr danken.

Weiterhin möchte ich Herrn Stefan Petrick (Lehrer für LabVIEW und Elektrotechnik des Fachbereichs Physik/Physiktechnik der Lise-Meitner-Schule) für das Konkretisieren meiner Aufgabenstellung, die Einrichtung meines Arbeitsplatzes und die Betreuung sowie die Erstkorrektur meiner Technikerarbeit danken.

Desweiteren gilt mein Dank Eva-Maria Kurth, David Knop und Dr. Ing. Hans Schneider für die Hilfe bei der praktischen sowie theoretischen Ausarbeitung dieser Arbeit.

Letztlich möchte ich den Fachbereichen Physik und Informatik für das entgegengebrachte Vertrauen danken. Frau Dr. Ronny Wutzler, Herrn Ulf Szatkowski und Herrn OStR Helge Post möchte ich besonders für die reibungslose Aufnahme in bereits laufende Unterrichte beziehungsweise Praktika und den daraus entstandenen Mehraufwand danken.

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich eidesstattlich, dass ich die Technikerarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe. Notwendige Hilfe habe ich nur bei der Beantwortung spezifischer fachlicher Detailfragen und für den grundsätzlichen Aufbau und das Layout einer solchen Arbeit erhalten. Wörtlich oder inhaltlich zitierte Stellen aus den benutzten Quellen sind als solche kenntlich gemacht.

Berlin, den 15.03.2013

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Danksagung .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>Eidesstattliche Erklärung.....</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>Inhaltsverzeichnis.....</b>                                      | <b>4</b>  |
| <b>1. Einleitung.....</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1 <i>National Instruments</i> .....                               | 5         |
| 1.2 <i>LabVIEW</i> .....  | 5         |
| 1.3 <i>Vision Assistant</i> .....                                   | 6         |
| <b>2. Aufgabenstellung und Lösungsansatz.....</b>                   | <b>7</b>  |
| 2.1 <i>Aufgabenstellung</i> .....                                   | 7         |
| 2.2 <i>Lösungsansatz</i> .....                                      | 7         |
| 2.3 <i>Vorkenntnisse der Schüler</i> .....                          | 7         |
| <b>3. Praktische Durchführung.....</b>                              | <b>8</b>  |
| 3.1 <i>Software</i> .....   | 8         |
| 3.1.1 <i>NI Measurement &amp; Automation Explorer</i> .....         | 8         |
| 3.2 <i>Hardware</i> .....   | 9         |
| 3.2.1 <i>Mikroskop</i> .....  | 9         |
| 3.2.2 <i>Kamera</i> .....   | 9         |
| 3.3 <i>Vom Objekt zur Datei</i> .....                               | 10        |
| 3.4 <i>Grundgedanken der Verarbeitung</i> .....                     | 11        |
| 3.4.1 <i>Bild vom Mikroskop in LabVIEW</i> .....                    | 11        |
| 3.4.2 <i>Auswertung über Vision Assistant</i> .....                 | 12        |
| <b>4. Angedachter Praktikumsverlauf.....</b>                        | <b>13</b> |
| 4.1 <i>Modularer Aufbau</i> .....                                   | 13        |
| <b>5. Spezielle Fragestellung .....</b>                             | <b>14</b> |
| 5.1 <i>Bildkriterien für die Analyse mit Vision Assistant</i> ..... | 14        |
| 5.2 <i>Gedanken zum LabVIEW VI für Live-Bilder</i> .....            | 15        |
| 5.3 <i>Zyklischer Ablauf der Bildauswertung</i> .....               | 16        |
| 5.4 <i>Zusammenfassung der Technikerarbeit</i> .....                | 17        |
| 5.5 <i>Weiterer Ausblick</i> .....                                  | 18        |
| <b>6. Anhang.....</b>   | <b>19</b> |
| 6.1 <i>Quellenverzeichnis</i> .....                                 | 19        |
| 6.2 <i>Unterrichtsmaterial</i> .....                                | 20        |

# 1. Einleitung

## 1.1 National Instruments

National Instruments (NI) ist ein Unternehmen aus Austin, Texas, USA, welches Hard- und Software herstellt. Die Produkte helfen Ingenieuren und Wissenschaftlern Mess-, Prüf-, Steuer-, Regel- und Embedded-Anwendungen zu entwickeln, zu prototypisieren und zu implementieren.

Als bahnbrechende Weiterentwicklung in der Software gilt das Konzept der virtuellen Instrumente. Diesem Konzept liegt die Software NI LabVIEW zu Grunde.<sup>(SZ01)</sup>

## 1.2 LabVIEW

NI LabVIEW bietet eine universell einsetzbare und benutzerspezifisch anpassbare Software-Engineering-Plattform. Im Gegensatz zu klassischen textbasierten Programmierwerkzeugen und deren offensichtlichen Einschränkungen bietet LabVIEW eine grafische Entwicklungsumgebung. Somit gibt diese Entwicklern die Möglichkeit zur grafischen Programmierung mit Hilfe der Programmiersprache G.<sup>(SZ01)</sup>

Das Akronym steht für „**L**aboratory **V**irtual **I**strumentation **E**ngineering **W**orkbench“.

Funktionsblöcke werden in LabVIEW als Virtuelle Instrumente (VIs) bezeichnet. Der Programmierer verbindet VIs mit Verbindungslinien (Drähten) und definiert damit den Datenfluss. Jedes VI kann dabei Ein- und Ausgänge besitzen. Die Ausführung eines VIs beginnt, wenn alle Eingangsdaten vorhanden sind. Die Ergebnisse liegen erst dann an den Ausgängen an, wenn das gesamte Unterprogramm abgearbeitet ist. Auf diese Weise wird die Abarbeitungsreihenfolge der Schritte durch Datenabhängigkeiten definiert. Eine vordefinierte Reihenfolge (z.B. „von rechts nach links“) gibt es nicht.

Jedes Programm kann als Unterprogramm (SubVI) in einem anderen VI verwendet werden. SubVIs können beliebig tief verschachtelt werden. Viele der LabVIEW eigenen Funktionen sind ihrerseits normale VIs, die auch vom Programmierer bearbeitet werden können. Letztlich basieren alle VIs auf einer Reihe grundlegender Funktionen, sogenannter Primitives, die sich nicht als VIs öffnen lassen.<sup>(SZ02)</sup>

### **1.3 Vision Assistant**

Vision Assistant ist die bildauswertende Software von National Instruments. Sie beinhaltet eine umfassende Bibliothek mit Bildverarbeitungsfunktionen zur Vergrößerung von Bildern sowie zur Überprüfung auf Anwesenheit, Lage und Abmessung von Objekten. Die Erstellung eines Skripts passiert auf vergleichbar einfache Art und Weise, wie unter LabVIEW.

## **2. Aufgabenstellung und Lösungsansatz**

### **2.1 Aufgabenstellung**

In dieser Arbeit soll das digitale Erfassen von Informationen mit einem Mikroskop und Auswertung dieser mit dem Messdatenerfassungssystem LabVIEW zur Analyse und Weiterverarbeitung im Unterricht der Laborantenausbildung erarbeitet werden.

Das Mikroskop soll unter anderem auch in der Ausbildung der Biologielaboranten eingesetzt werden.

### **2.2 Lösungsansatz**

Als Erstes musste herausgefunden werden, welche Software benötigt wird und wie diese bedient und integriert werden kann.

Die Mikroskop-Kamera der Firma Basler muss so konfiguriert werden, dass eine Ansteuerung über einen PC möglich ist.

Die von der Kamera gesendeten Bilder müssen über eine spezielle Software aufbereitet und ausgewertet werden. Da LabVIEW nicht den erwarteten Funktionsumfang besitzt, wird das Programm Vision Assistant benutzt.

Als Ziel sollen Unterrichtsmaterialien erstellt werden, welche in den Lehrplan integriert werden können.

### **2.3 Vorkenntnisse der Schüler**

Die Schüler der Ausbildungsberufe physikalisch-technischer Assistent (PhyTA), chemisch-technischer Assistent (CTA), biologisch-technischer Assistent (BTA), Physiklaborant (PhyLa), Chemielaborant (ChLa) und Biologielaborant (BioLa) lernen im Unterricht das Bedienen von LabVIEW.

Das Programm Vision Assistant ist im Lehrplan noch nicht enthalten.

## 3. Praktische Durchführung

In diesem Kapitel wird vorwiegend der chronologische Ablauf der Praxisphase erläutert. Grundlegende Erkenntnisse und Problematiken werden zwar mit aufgeführt, die detaillierte Auseinandersetzung damit erfolgt aber erst in Kapitel 5: „Spezielle Fragestellungen“.

### 3.1 Software

Auf jedem Rechner im Raum 4.1.08 der Lise-Meitner-Schule ist LabVIEW 8.6 installiert. Für die Auswertung und Ansteuerung des Mikroskops wurde ein neuer Rechner, mit der Software LabVIEW 2011, Vision Assistant 2011 und der Treibersoftware NI-IMAQdx zur Verfügung gestellt. Die Treibersoftware wird zur Ansteuerung der Basler Kamera benötigt.

Da die Konnektierung zu Anfang nicht funktionierte, wurde die Software der Firma Basler zusätzlich zu Testzwecken installiert. Hierbei handelt es sich um die Programme pylon Viewer und pylon IP Configuration Tool.

#### 3.1.1 NI Measurement & Automation Explorer

Der NI Measurement & Automation Explorer (MAX) ermöglicht den Zugriff auf alle Produkte von National Instruments. Er ist standardmäßig installiert und bildet die Grundlage für die Einbindung von Geräten in die Programme von National Instruments.

In diesem Programm sind alle Geräte und Schnittstellen zu finden, die mit den entsprechenden Treibern angesprochen werden können. Es lässt sich Einsicht über installierte Software von NI und dessen Versionen nehmen. Ebenfalls lassen sich Geräte, die über das Netzwerk verbunden sind, konfigurieren und lokalisieren.



## 3.2 Hardware

### 3.2.1 Mikroskop

Als Mikroskop wird ein Carl Zeiss Axio Lab.A1 mit einem 5-fachen Objektrevolver, wovon 3 Plätze belegt sind, verwendet. Die eingebauten Vergrößerungen sind 5-, 10-, und 40-fach. Es ist eine Durchlichtbeleuchtung verbaut, womit nur das mikroskopieren transparenter Objekte möglich ist. Am oberen Ende des Strahlenganges ist ein Fototubus angebracht, wodurch der Anbau einer Kamera möglich ist.



Bild 3-1

Alle Einstellungen am Mikroskop, wozu Ausrichtung des Objektträgers, Helligkeit der Durchleuchtung, Schärfe des Objektes und die Einstellung der Vergrößerung zählen, können nur manuell durchgeführt werden. Eine Steuerung über LabVIEW ist aus technischen Gründen nicht möglich.

### 3.2.2 Kamera



Bild 3-2

Als Kamera wird eine Basler pilot camera, piA 1000-60gc verwendet. Diese besitzt eine Auflösung von 1004 x 1004 Pixel bei einer maximalen Bildwiederholung von 60 Bildern pro Sekunde. Die Bildinformationen werden in Farbe übertragen.

Die Kamera besitzt zwei Anschlüsse, einen Ethernet- und einen Stromversorgungsanschluss (Bild 3-2, Teilbild 3). Durch den Ethernet Anschluss ist die Kamera im gesamten Netzwerk erreichbar und nicht an einen Computer gebunden. Das Teilbild 1 im Bild 3-2 zeigt die Kamera aufgeschraubt am Mikroskop und vollständig angeschlossen. Der Bildsensor ist in Teilbild 2 zu sehen.

Nur in Verbindung mit der Optik des Mikroskops ist es möglich ein scharfes Bild zu bekommen.

Die Konfiguration der Kamera lässt sich mit der Software der Firma Basler, „pylon IP Configuration Tool“ am einfachsten bewerkstelligen. Mit dieser Software kann man der Kamera sowohl eine feste IP-Adresse im Netzwerk vergeben als auch einen Namen. In der Software wird diese Benennung als „Device User ID“ beschrieben.

### 3.3 Vom Objekt zur Datei

Zuerst musste überlegt werden, was notwendig ist, um ein Bild auf dem Computermonitor zu sehen. Die folgende Infografik zeigt die notwendigen Schritte.



Sie soll auf einfache Weise darstellen, wie der Ablauf sein muss, um vom Objektträger ein digitales Bild zu bekommen. Dabei wird noch nicht näher darauf eingegangen, wie dieses Bild genau aufzunehmen ist.

Das größte Problem war, dass der Informationsaustausch über das Netzwerk nicht richtig funktionierte. Mit der originalen Software der Firma Basler gab es keine Probleme beim Verbinden der Kamera über das Netzwerk. Aber die Kamera ließ sich nicht über NI MAX visualisieren. Dabei tauchte immer folgende Fehlermeldung auf.



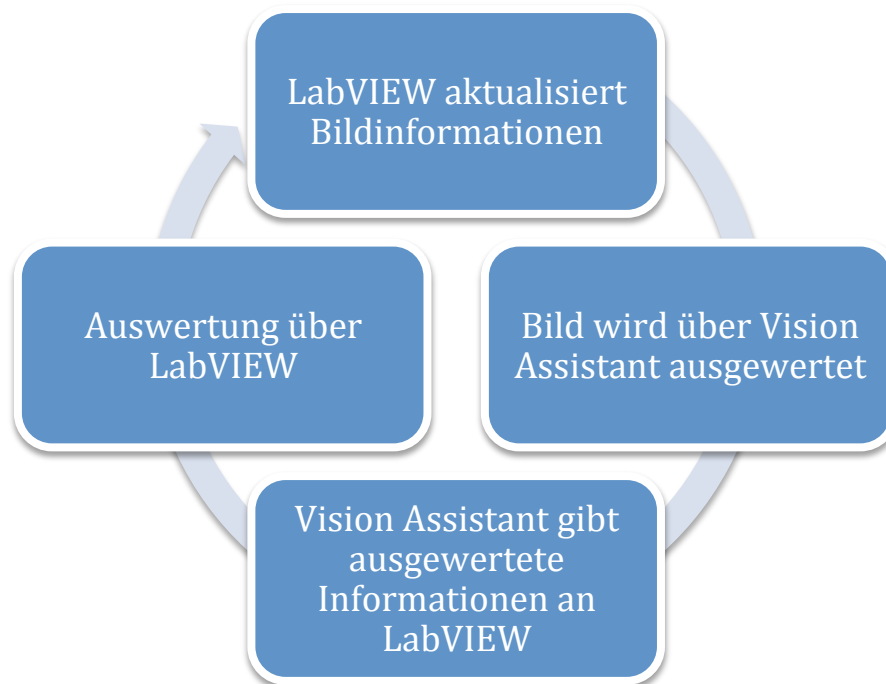
Bild 3-3

Diese beschreibt einen Fehler in der Datenpaketgröße oder das eine Firewall aktiviert ist. Da aber alle Programme die Berechtigung zur Kommunikation im Netzwerk hatten, wurde das Problem auf die Datenpaketgröße zurückgeführt. Diese ließ sich aber nicht so einstellen, dass eine Verbindung zur Kamera hergestellt werden konnte.

Nach E-Mail Kontakt mit der Firma NI in München stellte sich heraus, dass die Windows Firewall komplett deaktiviert werden muss.<sup>(SZ03)</sup>

Nach der Deaktivierung der Windows Firewall war es kein Problem die Basler Kamera innerhalb NI MAX aufzurufen und zu konfigurieren.

### 3.4 Grundgedanken der Verarbeitung



Damit eine kontinuierliche Auswertung stattfinden kann, muss LabVIEW das Bild des Mikroskops einbinden. Dieses Bild muss dann an das auswertende Skript von Vision Assistant weiter gegeben werden. Die ausgewerteten Daten müssen wiederum an LabVIEW übergeben werden. Durch die Einstellung einer zyklischen Abfolge mit Zeitkonstante wäre es möglich, einen Verlauf von sich verändernden biologischen Proben darzustellen.

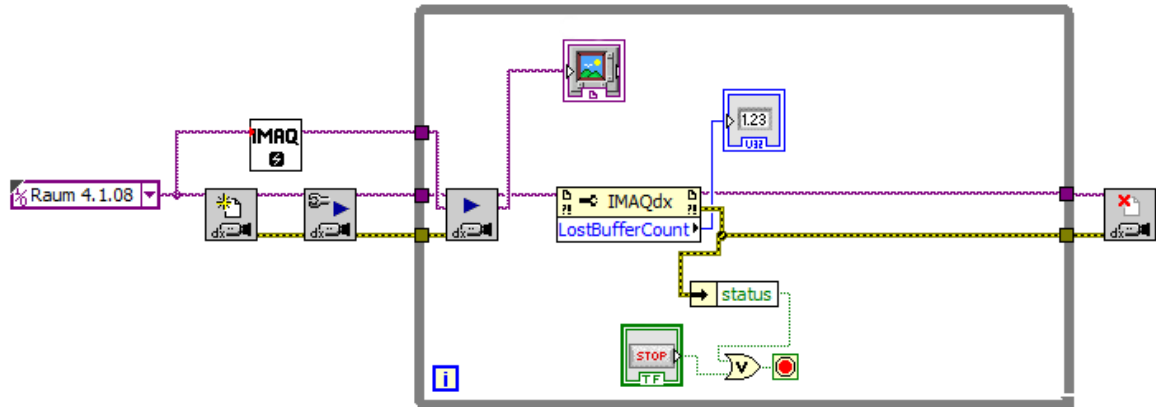
#### 3.4.1 Bild vom Mikroskop in LabVIEW

Die Komplikationen die schon unter „3.3 Vom Objekt zur Datei“ dargestellt wurden, führten zu Zeitverlust, der dazu führte, dass der Teil der LabVIEW Einbindung nicht durchgeführt werden konnte.

Nachdem das Windows Firewall Problem gelöst war, musste noch herausgefunden werden wie die Basler Kamera in LabVIEW eingebunden werden kann.

Unter NI MAX war dies nach der Deaktivierung der Firewall möglich. Aber die genaue Vernetzung der einzelnen VIs in LabVIEW konnte erst durch die Antwortmail von der Firma NI München vom 08.03.2012 erstellt werden.

Der Nachbau, der unter dem Link in der Antwortmail zu findenden Abbildung, verhalf dazu, dass ein Live-Bild in LabVIEW dargestellt werden konnte. Es fehlte aber die Zeit um die Vernetzung zwischen dem Live-Bild und dem auswertenden Skript von Vision Assistant herzustellen. (SZ04)



Unter „5.2 Gedanken zum LabVIEW VI für Live-Bilder“ wird dieses Programm genauer erläutert.

### 3.4.2 Auswertung über Vision Assistant

Dank des Besuches von Dr. Ing. Hans Schneider am 14.02.13 an der Lise-Meitner-Schule konnten erste Skripte im Programm Vision Assistant erstellt werden. Diese Erfahrungen wurden herangezogen um die Anleitung für Vision Assistant zu beschreiben. (als Anhang unter 6.2)

Dabei ging es mir, vorwiegend für die ersten Schritte mit Vision Assistant, um eine leicht verständliche Anleitung. Darin wird beschrieben wie ein Skript, das Objekte zählen, Bauteile vermessen und Formen und Farben vergleichen kann, erstellt wird.

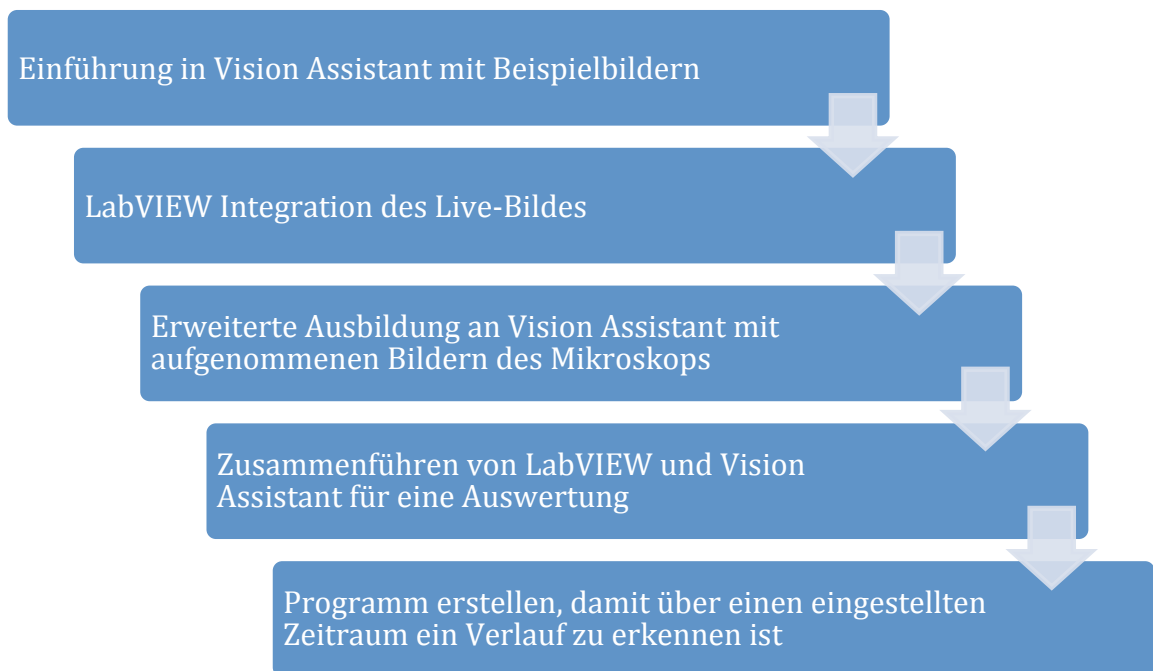
Zu Beginn der Technikerarbeit war angedacht das gesamte Konzept zu beschreiben. Da aber einige grundlegende Probleme erst gegen Ende der Praxisphase gelöst werden konnten, habe ich mich für einen modularen Aufbau entschieden. Weitere Gründe für diese Entscheidung sind, dass das Programm sehr umfangreich und oft nicht auf den ersten Blick zu verstehen ist.

## 4. Angedachter Praktikumsverlauf

Das Programm LabVIEW wird bereits in der Ausbildung verwendet. Zur Auswertung von Bildern wird das Programm Vision Assistant benötigt. Dieses sollte parallel dazu ausgebildet werden, um die Grundlagen zu schaffen.

### 4.1 Modularer Aufbau

Folgende modulare Herangehensweise wäre denkbar.



Dieser modulare Aufbau wäre abwechslungsreich und würde jeweils auf dem vorangegangenen Schritt aufbauen. Es ist auch möglich ein Modul in anderen Unterrichten zu integrieren oder nur spezielle Module anzubieten, zum Beispiel zur Auswertung von Bildern für die BTAs oder BioLa.

Aus zeitlichen Gründen konnte nur der erste Baustein für dieses Projekt gelegt werden. Die Schwierigkeit der weiteren Verfahren liegt darin, dass das aufzunehmende Bild bestimmten Kriterien unterliegt. Die Aufarbeitung, eines mit dem Mikroskop aufgenommenen Bildes, gestaltet sich weitaus schwieriger als es mit den Beispielbildern der Fall war. Unter „5.1 Bildkriterien für die Analyse mit Vision Assistant“ werden diese genauer betrachtet.

Das LabVIEW VI, welches unter 3.4.1 gezeigt wird, funktioniert insoweit, dass ein Live-Bild empfangen wird.

## 5. Spezielle Fragestellung

### 5.1 Bildkriterien für die Analyse mit Vision Assistant

Ein real aufgenommenes Bild ist schwieriger zu analysieren als ein entworfenes Bild, da bei einem realen Bild nicht immer alle Parameter gleich bleiben. Ebenfalls kann es sein, dass sich der Bildinhalt ändert.

Für jeden Analysetyp muss ein eigenes Skript erzeugt werden. Beim Auszählen von Widerständen müssen andere Parameter eingestellt werden als bei biologischen Proben.

Bei einem Vergleich von Bauteilen gestaltet sich die Skripterstellung noch einfacher. Dabei muss zuerst einmal die richtige Lage des Bauteils bestimmt werden. Wenn diese geklärt ist, kann mit dem Vermessen begonnen werden. Direkt im Anschluss muss die Auswertung stattfinden, inwieweit die gemessenen Abweichungen im Toleranzbereich liegen. Wenn die Abweichung zu groß ist, muss eine Meldung aufgezeigt oder ein Signal weitergeleitet werden, welches dieses Bauteil aussondert.

Wenn nun aber ein Zellwachstum mit einem zeitlichen Verlauf untersucht werden soll, sind viel mehr Überlegungen nötig. Dabei verändert sich die Bildinformation vielleicht mit jedem Bild. Die einzelnen Objekte werden größer oder verändern ihre Lage. Dadurch wird es schwerer ein einfaches Skript zu erstellen. Es müssen viele Möglichkeiten, die Einfluss nehmen können, berücksichtigt werden.

Es ist nicht nur wichtig was auf dem Bild zu sehen ist, es muss sichergestellt werden, dass wirklich alles zu sehen ist, was für die Analyse wichtig ist. Dabei sind die Einstellungen für Schärfe, Belichtung und Kontrast ausschlaggebend. Wenn diese Einstellungen nicht richtig vorgenommen werden, wird es zum Beispiel nicht möglich sein, einzelne Objekte voneinander zu trennen. Durch eine zu starke Belichtung kann es passieren, dass feine Strukturen der Probe nicht mehr sichtbar sind. Vielleicht ist dies auch die richtige Einstellung, da die feinen Strukturen eine Analyse eventuell erschweren würden. Gerade wenn mikroskopiert wird, geschieht es schnell, dass eine Höhe der Probe scharf gestellt wird, die nicht von Relevanz ist. Es kann sein, dass dadurch eine entscheidende Entwicklung der Probe übersehen wird.

Bei der Analyse von Bildern muss genau klar sein was zu analysieren ist. Mit Fachpersonal muss besprochen werden, was ausschlaggebende Partikel oder Objekte für die Analyse sind. Ebenfalls muss geklärt werden was nicht von Belang ist und ausgeblendet werden kann.

## 5.2 Gedanken zum LabVIEW VI für Live-Bilder

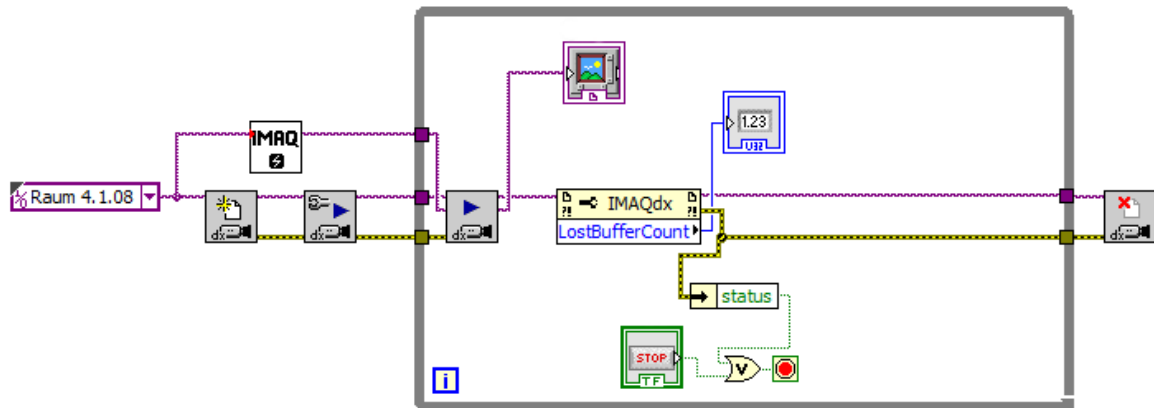


Bild 5-1 | Blockdiagramm

Das Virtuelle Instrument (VI) erzeugt eine Verbindung zwischen der auf dem Mikroskop aufgeschraubten Kamera und LabVIEW. Das Life-Bild wird so eingebunden, dass es im Frontpanel zu sehen ist. Dadurch ist es möglich das Bild so einzustellen, dass es die gewünschten Kriterien erfüllt.

Im aktuellen Aufbau des VIs ist es nur möglich das Bild über das Mikroskop einzustellen und die Bildinformationen, welche die Kamera sendet, zu betrachten. Es fehlt eine Speichermöglichkeit für ausgewählte Bilder und die Weitergabe zu Vision Assistant.

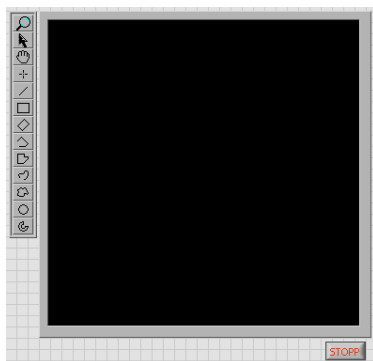


Bild 5-2 | Frontpanel

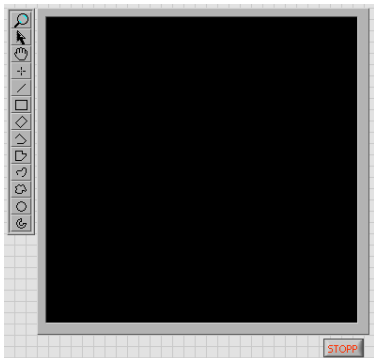


Bild 5-2 | Frontpanel

Die Funktion des weißen VIs mit der Aufschrift IMAQ müsste noch geklärt werden. Meine Vermutung ist es, dass dieses VI eine Variable übergibt, die ein Blanko-Bild mit der Adressierung für die Kamera weitergibt. Dadurch wird es möglich eine Verbindung aufzubauen und ein Live-Bild zu erhalten.

### 5.3 Zyklischer Ablauf der Bildauswertung

Der grundsätzliche Verlauf wurde schon unter „3.4 Grundgedanke der Verarbeitung“ kurz beschrieben. Hier möchte ich diesen Gedankengang noch einmal aufgreifen und beschreiben wie ich mir das Ganze vorstelle.

Damit eine kontinuierliche Auswertung stattfinden kann, muss das Objekt welches unter dem Mikroskop liegt, zu einem digitalisierten Bild auf dem PC werden. Um Veränderungen registrieren zu können, muss dies mit einer zeitlich eingestellten Wiederholung passieren. Diese Zeit muss so eingestellt sein, dass sie der Veränderung des Objektes entspricht. Es ist nicht immer notwendig ständig zu aktualisieren, da es auch Objekte gibt welche sich nur alle 10 Sekunden oder noch langsamer verändern. Computer und Netzwerk Ressourcen werden durch seltenere Abfragen ebenfalls geschont.

Für die Aktualisierung des digitalen Bildes wird LabVIEW zuständig sein. In LabVIEW sollte es möglich sein das Bild vorab so einzustellen, dass ein Optimum zur Analyse geschaffen wird. Wenn die Bilderfassung eingestellt ist müssten Parameter, die für die Analyse interessant sind, einstellbar sein. Folgende Parameter wären denkbar:

- Dateipfadeinstellungen
- Zeit zwischen der Aktualisierung eines Bildes
- Gesamtdauer/Anzahl der Bilder einer vollständigen Analyse
- Mehrfache Bild-Analyse zum vergleichen der Reproduzierbarkeit der Analysenergebnisse<sup>(SZ05)</sup>

Den letzten Punkt zur Reproduzierbarkeit würde ich gerne noch einmal aufgreifen. Hierbei soll es darum gehen, dass schnell hintereinander erstellte Bilder so gut wie keinen Unterschied in den Bildinformationen aufweisen. Diese Bilder sollen dann die Analyse von Vision Assistant durchlaufen und alle zu der selben Auswertung führen. Wenn Unterschiede in den Werten existieren bedeutet dies entweder, dass die Analyse besser angepasst werden muss oder sich die Bildinformationen doch zu schnell verändern. Deswegen sollte es auch möglich sein, diesen Bestandteil der Überprüfung deaktivieren zu können.

Sind alle Einstellungen hinterlegt, ist der erste Baustein fertig. LabVIEW würde dabei die Aufgabe übernehmen einen Ausschnitt zu wählen, das Bild einzustellen und die Aktualisierung des Bildes durchzuführen. Die digitalisierten Bilder müssten dann an Vision Assistant übergeben werden.



Beim Aufbau eines Analyseskriptes für eine biologische Probe, wie zum Beispiel die Zellteilung, müsste an folgende Überlegungen gedacht werden. Es müsste ein Skript geschrieben werden was Objekte zählen kann. Ebenfalls müssen verschiedene Stadien der Zellteilung vorhanden sein. Zum Anpassen und Einstellen des Skriptes sollten aus diesen verschiedenen Stadien digitale Bilder erstellt werden. Diese werden dann herangezogen, um das Skript für Vision Assistant so anpassen zu können, dass es die Objekte im Anfangs- sowie im Endstadium bestmöglich auszählen kann.

Vision Assistant muss die Ergebnisse dann an LabVIEW übergeben, wodurch diese visualisiert werden können. Es müssen Einstellungsmöglichkeiten seitens Vision Assistant vorhanden sein, durch die es möglich ist auszuwählen was übergeben wird. Die Aufarbeitung muss dann wieder in LabVIEW erfolgen. Es wäre möglich die Werte tabellarisch darzustellen. Ebenfalls könnte es möglich sein ein Bild zu zeigen, welches Vision Assistant durchlaufen hat, dass das Endstadium des Analyseskriptes darstellt. Somit wäre auch eine weitere Kontrolle des Bedieners möglich: der Bediener könnte anhand des Start-Bildes und Auswerte-Bildes entscheiden, ob er damit zufrieden ist.

Dieser Gedankengang stellt ein schrittweises Verfahren dar. Es könnte aber auch möglich sein, dass ein Live-Bild direkt ausgewertet werden kann.

## **5.4 Zusammenfassung der Technikerarbeit**

In der Aufgabenstellung war gefordert, eine Kamera unter LabVIEW einzubinden, damit über ein Mikroskop eine Analyse ausgewertet werden kann. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Grundstein dafür gelegt worden ist, das Programm Vision Assistant in den Lehrplan aufzunehmen und den Schülern damit die Funktionsweise und Leistungsfähigkeit des Programmes näher zu bringen.

Die Kopplung von Kamera und LabVIEW konnte in den letzten Tagen der Technikerarbeit auch noch realisiert werden. Die Verbindung zwischen LabVIEW und Vision Assistant konnte aus zeitlichen Gründen nicht durchgeführt werden.

## 5.5 Weiterer Ausblick

Sollte die Chance oder Möglichkeit auf eine weitere Technikerarbeit zu diesem Thema bestehen, können meine Ausführungen als Grundlage verwendet werden. Dabei könnte die Verbindung zwischen LabVIEW und Vision Assistant erarbeitet und beschrieben werden. Die aufgeführten Module unter „4.1 Modularer Aufbau“ können als Anhaltspunkte genutzt und ausformuliert werden.

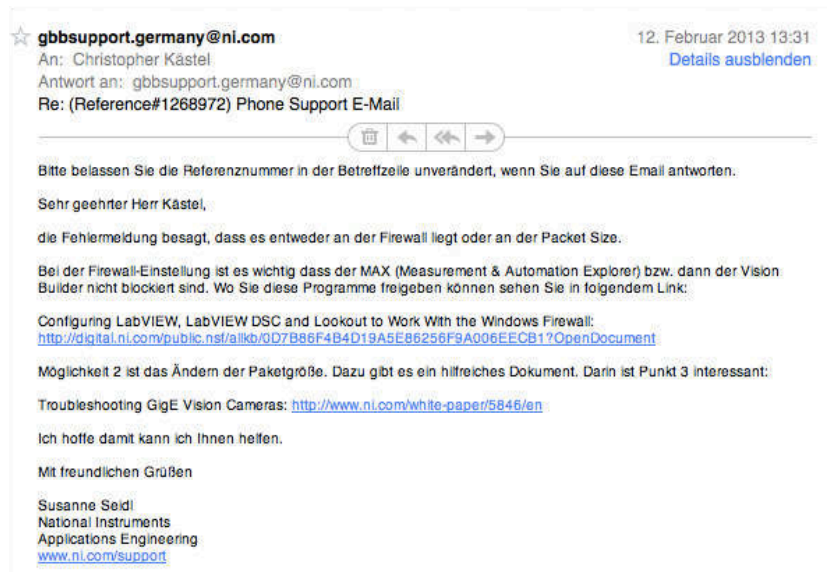
Die Erstellung eines komplett funktionsfähigen Virtuellen Instruments sollte ebenfalls ein Ziel sein.

Es könnten gegebenenfalls auch interessante Aufgabenstellungen für Biologietechniker formuliert werden. Ein Biologietechniker könnte beispielsweise bei der Auswahl relevanter Bildinformation für die Auswertung von biologischen Praktikumsversuchen behilflich sein.

## 6. Anhang

### 6.1 Quellenverzeichnis Sinngemäße Zitate

|      |          |   |
|------|----------|---|
| SZ01 | Seite 5  | <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/National_Instruments">http://de.wikipedia.org/wiki/National_Instruments</a> |
| SZ02 | Seite 5  | <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/LabVIEW">http://de.wikipedia.org/wiki/LabVIEW</a>                           |
| SZ03 | Seite 10 | Antwortmail von NI München vom 12.02.13   |



|      |          |   |
|------|----------|---|
| SZ04 | Seite 12 | Antwortmail von NI München vom 08.03.13 |
|------|----------|---|



|      |          |                                     |
|------|----------|-------------------------------------|
| SZ05 | Seite 16 | Gespräch mit David Knop am 13.03.13 |
|------|----------|-------------------------------------|

## 6.2 Unterrichtsmaterial

|   |                  |
|---|------------------|
|  | Vision Assistant |
|   | Seite 1 / 11     |

### Einleitung

Vision Assistant beinhaltet eine umfassende Bibliothek mit Bildverarbeitungsfunktionen zur Vergrößerung von Bildern sowie zur Überprüfung auf Anwesenheit, Lage und Abmessungen von Objekten.

Es können benutzerdefinierte Anwendungen in einer Vielzahl an Programmiersprachen erstellt werden, u.a. NI LabVIEW für graphische Programmierung und C, C++, C#, Visual Basic und Visual Basic .NET für textbasierte Umgebungen.

Vision Assistant ist ein sehr mächtiges Programm, diese Anleitung bietet ausschließlich die Grundlagen für den Umgang damit. Hier kann bei weitem nicht auf die volle Funktionsvielfalt eingegangen werden. Vielmehr soll diese Anleitung das Grundprinzip der Bildmanipulation auf einfache Weise darstellen.

### Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Vorstellung von Vision Assistant.....</b> | <b>2</b>  |
| 1.1. Die Benutzeroberfläche .....               | 3         |
| <b>2. Bildbearbeitung im Graubereich .....</b>  | <b>4</b>  |
| 2.1. Objekte zählen.....                        | 4         |
| 2.2. Bauteil vermessen .....                    | 6         |
| 2.3. Formvergleich.....                         | 8         |
| <b>3. Bildbearbeitung im Farbbereich.....</b>   | <b>10</b> |
| 3.1. Farbvergleich .....                        | 10        |
| 3.2. Form- und Farbvergleich.....               | 11        |

## 1. Vorstellung von Vision Assistant

Zum Öffnen des Programmes mit Doppelklick das Symbol auf dem Desktop anwählen.



Nachdem das Programm gestartet wurde ist das WELCOME Fenster offen.

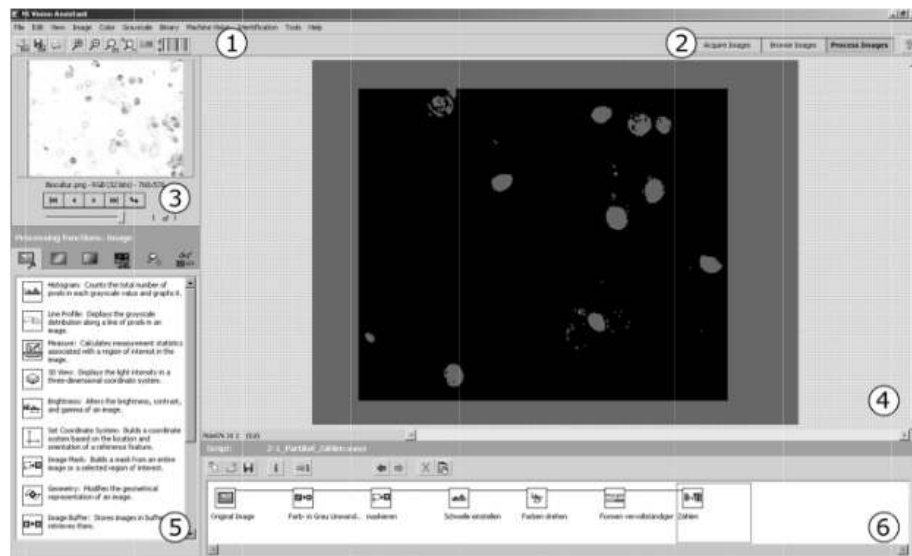


Hier gibt es eine Vielzahl an Auswahlfeldern.

- a) OPEN IMAGE
- b) ACQUIRE IMAGE
- c) SOLUTION WIZARD
- d) LANGUAGE FOR GENERATED CODE
  - LABVIEW CODE
  - C CODE
  - .NET CODE (C# OR VB.NET)

- zu a) Ein einzelnes Bild zur Bearbeitung öffnen. Dieses muss schon als eine Bilddatei gespeichert sein.
- zu b) ACQUIRE IMAGES bedeutet übersetzt „an ein Bild gelangen“. Dabei ist kein direktes Bild gespeichert. Es muss von einem Gerät, z.B. einer Kamera empfangen werden.
- zu c) Unter diesem Punkt findet man schon fertige Beispiele. Die grobe Übersetzung ist „Lösungsassistent“.
- zu d) Hier wird angegeben wie das Projekt später eingesetzt wird. Da wir das Ganze in LabVIEW integrieren wollen, belassen wir es bei LabVIEW Code.

## 1.1. Die Benutzeroberfläche



1. Menüleiste  
Hier kann das Programm gesteuert und eingestellt werden.
2. Moduswahl
  - a. Acquire Images  
Zeigt verschiedene Möglichkeiten auf wie man an ein Bild gelangen kann, z.B. Kamera über USB oder einfache Ordnerauswahl.
  - b. Browse Images  
Hier werden alle Bilder hinterlegt die geladen wurden. So kann man schnell und einfach ein anderes Bild für eine Analyse suchen.
  - c. Process Images  
Das gewählte Bild wird hier groß dargestellt und direkt angezeigt.
3. Bildauswahl  
Alle Bilder die im BROWSE IMAGES geladen sind können hier ausgewählt werden.
4. Darstellungsfenster  
Zeigt das gewählte Bild und dessen Veränderungen an.
5. Filterauswahl  
Beinhaltet eine große Auswahl an Bildmanipulatoren, die es dem Programm ermöglichen das gewählte Bild auszuwerten.
6. Schrittkette  
Sie zeigt, wie in LabVIEW üblich, den Verlauf der Analyse an. Von links nach rechts sind die einzelnen Schritte der Bildmanipulation zu erkennen.

## 2. Bildbearbeitung im Graubereich

### 2.1. Objekte zählen

Das ist ein einfaches Beispiel zum zählen von Objekten. Da es für die Weiterverarbeitung notwendig ist, wird das Bild auf Schwarzweiß eingestellt. Danach wird ein bestimmter Bereich von Interesse ausgewählt, um diesen anschließend zu analysieren. Um einzelne Objekte auseinander halten zu können muss man sie voneinander trennen, was unter Punkt 4 beschrieben ist. Danach kann das bearbeitete Bild ausgezählt werden.

1. Bild laden <BIOCULTUR.PNG>

2. Wechsel vom Farb- in den Graubereich

COLOR → COLOR PLANE EXTRACTION

In der Filterauswahl ändert sich die Anzeige. Hier ist es nun möglich die Farben des aktuellen Bildes umzuwandeln. Dafür stehen verschiedene Filter zur Verfügung. Wir benutzen bei diesem Bild RGB – RED PLANE. Bei diesem ist der Kontrast der einzelnen Zellen am besten.



Bild 2-1

3. Maskieren (wenn nötig)

In der Filterauswahl steht wieder PROCESSING FUNCTIONS: IMAGE. Hier wird das Werkzeug IMAGE MASK ausgewählt. Dabei ändert sich die Filterauswahl. Mit IMAGE MASK SETUP ist es möglich einen bestimmten Bereich des Bildes zu markieren.

Ist es nötig nur mit einem bestimmten Ausschnitt des Bildes zu arbeiten, wählt man diesen gezielt aus. Diese Auswahl wird im Programm ROI = REGION OF INTEREST genannt (auf Deutsch BEREICH VON INTERESSE).

Zum markieren die Maus in das Bild setzen. Dabei erscheint ein Plus, dieses symbolisiert, dass die Maus die Funktion übernimmt einen Bereich auszuwählen. Zum auswählen linke Maustaste gedrückt halten und den gewünschten Bereich markieren.

Anschließend auf SET ROI klicken, somit ist der Bereich gewählt.

Unter MASK PIXELS THAT ARE: kann gewählt werden ob der Bereich innerhalb oder außerhalb für die weitere Auswertung benutzt werden soll. Wir wählen OUTSIDE THE ROI, damit wird nur der markierte Bereich genutzt.

Wenn ein Häkchen bei EXTRACT MASKED REGION gesetzt ist, werden überstehende Bildinformationen abgeschnitten.



Bild 2-2

4. Schwelle einstellen

Darunter ist zu verstehen, dass einzelne Objekte voneinander getrennt werden können. Das menschliche Gehirn kann dies auch ohne eine solche Einstellung, dem Computer muss es erst beigebracht werden.

Es wird GRAYSCALE → THRESHOLD gewählt. Dabei fällt sofort auf, dass das Bild rot hinterlegt wird und sich links ein neues Fenster öffnet.

Darin ist unter anderem ein Histogramm und ein Schieberegler zu sehen. Mit dem Schieberegler ist es möglich die Schwelle einzustellen.

Wenn der Regler langsam nach rechts geschoben wird, ist zu erkennen, dass die Kreise sich langsam voneinander abheben. Die Trennung der einzelnen Objekte wird verbessert. Ebenso ist zu erkennen, dass sich nicht alle Objekte richtig trennen lassen, ohne dass andere Kreise komplett verschwinden.



Bild 2-3

5. Farben drehen

Damit das Programm die einzelnen Objekte richtig zählen kann, müssen die Farben umgedreht werden. Dies passiert unter dem Menüpunkt BINARY → BINARY IMAGE INVERSION. Hier ist es nur möglich den Name des Schrittes zu ändern.

6. Formen vervollständigen

Die Objekte sind jetzt teilweise sehr zerklüftet. Somit würde das Programm viel mehr zählen als wirklich vorhanden sind. Die Objekte müssen als Ganzes dargestellt werden. In der Filterauswahl gibt es den Reiter BINARY, darunter ist der Filter BASIC MORPHOLOGY zu finden. Morphology bedeutet grob übersetzt „Formenlehre“. Im Filter selbst existieren eine Menge an Einstellungsvariablen. Für dieses Beispiel wird nur DILATE OBJECTS genutzt und unter SIZE wird 3 eingestellt. Damit sind die Objekte wieder gut zu erkennen.

7. Zählen

Nun ist das Bild soweit bearbeitet bzw. vorbereitet, dass es die einzelnen Objekte gut zählen kann. Unter BINARY → PARTICLE ANALYSIS wird die Zählfunktion aufgerufen. Mit SHOW LABELS ist es möglich sich die Nummerierung aufzeigen zu lassen, die in der Tabelle der Schrittkette angezeigt werden.

Beispielschrittkette



Im ersten Beispiel ist schon gut zu erkennen, dass es nicht so einfach ist, dem Programm zu vermitteln was es genau beachten soll. Die Fähigkeiten von Vision Assistant gehen weit über diese Anleitung hinaus. Es zeigt aber auch, dass das gewählte Bild schon gut aufgenommen werden muss, damit man es analysieren kann.



## 2.2. Bauteil vermessen

Damit die Herstellung von Bauteilen vergleichbar ist, beispielsweise im Rahmen der Qualitätssicherung, kann das Programm dafür eingesetzt werden bestimmte Maße zu nehmen und diese zu vergleichen. Hier wird an einem einfachen Beispiel gezeigt, wie es möglich ist an einem Bauteil den Durchmesser zu bestimmen.

1. Bild laden <BAUTEIL.JPG>
2. Wechsel vom Farb- in den Graubereich  
*Einzelheiten bitte unter 2.1 entnehmen.*

### 3. Erkennen von Kanten

Damit etwas gemessen werden kann, muss es in dem Programm definiert werden. Unter MACHINE VISION → EDGE DETECTOR ist das Werkzeug zu finden. Wie zu sehen ist, gibt es viele Einstellungsvarianten. Vorab muss überprüft werden ob das LINIENTOOL aktiviert ist. Dieses findet man in der Menüleiste.

Als Nächstes muss der Durchmesser definiert werden. Hierfür wird die große Bohrung im Bauteil benutzt.

Sobald die Maus über das Bild im Darstellungsfenster gefahren wird, wird der Mauszeiger zu einem kleinen Plus. Durch halten der linken Maustaste wird eine Linie erzeugt wie in Bild 2-6 zu sehen ist. Diese Linie muss über den Durchmesser der Bohrung hinaus gehen, ansonsten ist es dem Programm unmöglich Kanten zu erkennen. Sobald auf dieser Linie eine Kante erkannt wird, ist sie mit einem Quadrat und einer Zahl versehen. Da unter LOOK FOR noch FIRST EDGE eingestellt ist, wird nur die erste Kante angezeigt. Hier muss FIRST & LAST EDGE eingestellt werden. Im Programm werden nun 2 Kanten angezeigt, die Erste ganz links und die Letzte ganz rechts. Warum nicht ALL EDGES? Die Antwort darauf ist, dass auch Kanten des Schattens erkannt werden, die bei der Messung stören würden. Die Einstellungen werden mit OK in der rechten unteren Ecke bestätigt.



Bild 2-4



Bild 2-5

### 4. Kanten vermessen

Die Kanten sind nun definiert. Als Nächstes soll das Programm den Abstand zwischen diesen Kanten messen. Dadurch ist es möglich beim Herstellen von Bauteilen festzustellen, ob alle gleich gefertigt wurden. Somit können fehlerhafte Teile direkt aus der Produktion geworfen werden.

Diese Einstellung öffnet sich unter dem Menüpunkt MACHINE VISION → CALIPER. Bei GEOMETRIC FEATURE ist DISTANCE ausgewählt, was auch dabei belassen wird. Unter dem Punkt AVAILABLE POINTS sind alle definierten Kanten des Bauteils aufgelistet. Mit einem Doppelklick sind die einzelnen Kanten aktivierbar. Um den Abstand zu messen muss MEASURE gedrückt werden. Im Bereich der Schrittkette wird der Abstand angezeigt, ca. 106 Pixel. Nachdem MEASURE betätigt wurde, ist auch die Schaltfläche OK auswählbar und die Einstellungen können übernommen werden.



Bild 2-6

### Beispielschrittkette



Zum Ausprobieren:

Flächenmessung eines Kreises

Unter Punkt 3 wird der Kreis im Menübereich ausgewählt und dieser so an die Bohrung angepasst, dass er gerade mit dem Bauteil Kontakt hat. Unter LOOK FOR muss jetzt ALL EDGES eingestellt werden. So werden alle Kanten identifiziert. Dies wird dazu verwendet um unter Punkt 4 eine Fläche zu bestimmen.

Dazu wird unter Punkt 4 bei GEOMETRIC FEATURE → CIRCLE FIT ausgewählt. Dadurch schaltet sich auch die Schaltfläche SELECT ALL frei. Damit ist es nun möglich alle Kanten mit einmal zu aktivieren. Durch betätigen von MEASURE werden im Bereich der Schritt看te Werte angezeigt, wie z.B. dass die Fläche ca. 8681 Pixel umschließt.

### 2.3. Formvergleich

Mit diesem Verfahren ist es möglich, bestimmte Bauteile oder wie hier im Beispiel ausgewählte Symbole zählen zu lassen. Somit ist es möglich bei einer fertiggestellten Platine zu überprüfen, ob die richtigen Widerstände am richtigen Ort verlötet sind.

1. Bild laden <FORMEN.PNG>

2. Wechsel vom Farb- in den Graubereich

*Einzelheiten bitte unter 2.1 entnehmen.*

Was sehr schön zu sehen ist, dass ganze Objekte verschwinden wenn RED PLANE benutzt wird. Deswegen gibt es hier die Änderung das BLUE PLANE zu benutzen, denn nur so sind noch alle Formen zu erkennen.

3. Maskieren (wenn nötig)

*Einzelheiten bitte unter 2.1 entnehmen.*

4. Vorlage erstellen

Unter MACHINE VISION → PATTERN MATCHING ist das Werkzeug zum erstellen von Templates zu finden. Templates sind Vorlagen, die das Programm vergleichen kann. Das Programm überprüft ob eine Vorlage mit etwas, dass im Bild vorhanden ist, übereinstimmt.

Zum Erstellen eines solchen Templates NEW TEMPLATE anklicken.

Dabei öffnet sich ein zusätzliches Fenster, worin das ganze Bild sichtbar ist. Auf der rechten Seite befinden sich Werkzeuge womit das Bild in der Größe angepasst werden kann. Als Vorauswahl ist ein einfaches Rechteck zur Markierung definiert, für dieses Beispiel reicht es vollkommen aus. Darunter existiert auch noch ein um etwa 45° geneigtes Rechteck. Dieses kann bei schwierigeren Formen verwendet werden.

Zur Markierung eines Symbols, im Beispiel wird die Schleife genutzt, ist es am einfachsten das Bild soweit zu vergrößern, dass fast nur noch eine Schleife zu sehen ist. Dann mit der Maus in den Bildausschnitt fahren, dabei ändert sich der Mauszeiger wieder in ein kleines Plus. Die Schleife wird dann durch ziehen eines Rechteckes markiert. Dies kann zu Anfang recht grob geschehen. Es ist möglich die Auswahl dann noch zu verbessern, indem man das Rechteck verschiebt oder die Größe anpasst. Danach ist die NEXT>> Schaltfläche zu betätigen. Das Bild ist jetzt auf den markierten Bereich verringert wurden. In diesem Menü können zusätzliche Veränderungen an der Vorlage gemacht werden. Hier ist es möglich dem Programm zu sagen, ob es spezielle Bereiche nicht beachten soll. Da das für dieses Beispiel nicht zutrifft, einfach mit FINSH dieses Fenster schließen. Dabei öffnet sich das Fenster zum speichern der Vorlage. Die Vorlage wird im Beispiel als SCHLEIFE.PNG gespeichert. Diese Datei wird nicht direkt im Programm gespeichert sondern in einem Ordner der selbst gewählt werden kann. Wenn das Template gespeichert ist, erscheint es wie in Bild 2.7 zu sehen, in der linken Seite. Hier ist es möglich das Ganze über EDIT TEMPLATE zu bearbeiten oder auch gleich zu Beginn eine schon vorhandene Vorlage zu laden.



Bild 2-7

5. Einstellung anpassen

Die Vorlage ist jetzt erstellt und sie wird im Darstellungsfenster angezeigt. Es ist aber nur eine Schleife markiert. Das liegt an den Einstellungen die hinterlegt sind. Unter SETTINGS können diese verändert werden.

Da bei NUMBER OF MATCHES TO FIND eine 1 steht, wird auch nur ein Fund angezeigt. Sobald diese Zahl größer wird, werden auch mehr Ergebnisse angezeigt. Wenn das nicht sofort funktioniert, die Zahl höher stellen und dann mit der Maus in das Darstellungsfenster klicken. Jetzt sollten alle 3 Schleifen erkannt werden.

Direkt darunter ist die Einstellung MINIMUM SCORE. Hier kann eingestellt werden wie genau die Vorlage, mit dem was im Bild zu sehen ist, übereinstimmen soll.



Bild 2-8

Standardmäßig ist 800 eingestellt. Durch die Veränderung kann man ähnliche, aber doch nicht die selben Gegenstände ausschließen. Im

Bereich wo die Schrittkette angezeigt wird, ist jetzt eine Tabelle zu sehen. Diese enthält die Positionen der jeweilig gefundenen Vorlagen und den Winkel in dem sie verändert vorliegen. Auch die Ähnlichkeit

| Results... | 1          | 2          | 3          |
|------------|------------|------------|------------|
| T-Position | 95,00000   | 365,00000  | 388,00000  |
| T-Position | 61,00000   | 256,00000  | 192,00000  |
| Angle      | 0,000000   | 0,000000   | 0,000000   |
| Score      | 1000,00000 | 1000,00000 | 1000,00000 |

Bild 2-9

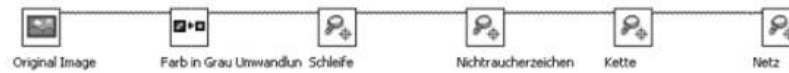
ist hier unter SCORE zu finden. Da bei diesem Beispiel die Vorlage zu 100%

übereinstimmt, ist der Score bei 1000. Wenn jetzt also im Bild etwas gefunden wird, was nicht genau die Vorlage ist, muss man bei MINIMUM SCORE etwas über diesen Wert gehen, um dieses Ergebnis nicht mehr angezeigt zu bekommen.

Unter dem Punkt SEARCH FOR ROTATED PATTERNS kann man angeben bis zu welchem Winkel die Vorlage erkannt werden soll. Wenn es deaktiviert ist wird eine verdrehte Vorlage nicht erkannt.

Da es jetzt möglich ist für jedes Symbol des Bildes einen Filter zu entwerfen, rate ich dazu unter dem Reiter MAIN einen STEP NAME zu vergeben. Dadurch ist es einfacher die einzelnen Schritte später in der Schrittkette zu ändern.

#### Beispielschrittkette



### 3. Bildbearbeitung im Farbbereich

#### 3.1. Farbvergleich

Mit diesem Verfahren ist es möglich Objekte zu zählen und ihre genaue Position zu bestimmen, ohne dass die Form bekannt ist. Das Verhältnis der einzelnen Farben muss hierbei übereinstimmen.

1. Bild laden <FORMEN.PNG>
2. Maskieren (wenn nötig)  
*Einzelheiten bitte unter 2.1 entnehmen.*

#### 3. Vorlage erstellen

Dieses Verfahren ist dem von 2.3 sehr ähnlich. Das Werkzeug hierfür wird unter COLOR → COLOR LOCATION aufgerufen. Es besteht hier die Möglichkeit, eine bereits vorhandene Vorlage zu laden oder eine neue Vorlage zu erstellen. Es wird hier kurz darauf eingegangen eine neue Vorlage zu erstellen.

Unter CREATE TEMPLATE wird ein extra Fenster aufgerufen worin das gesamte Bild dargestellt wird. Diesmal kommt es aber nicht auf die Form des Symbolen an, sondern auf dessen Farben. Das Markieren ist genau so einfach wie unter 2.3 beschrieben. Das Programm prüft nicht die Formen sondern das Spektrum der Farben.



Bild 3-1

#### 4. Einstellungen anpassen

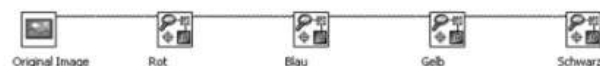
Unter SETTINGS ist dieses Spektrum abgebildet. In diesem Reiter muss auch wieder NUMBER OF MATCHES TO FIND angepasst werden. Unter dem Begriffen SEARCH STRATEGY und COLOR SENSITIVITY wird der Grad der Genauigkeit eingestellt, mit dem die Vorlage das Bild vergleicht.



Bild 3-2

Für das schwarze Netz gilt eine Besonderheit. Da das Netz als Vorlage sehr viel weiße Farbe enthält, erkennt das Programm weiße Flächen als diese Vorlage. In der Tabelle im Schrittkettenbereich ist zu sehen, dass der Score bei etwa 815 liegt. Laut Wahrscheinlichkeit wird die Fläche als Netz erkannt. Das liegt aber daran, dass das Spektrum zu etwa 5/6 aus weißer Farbe besteht. Mit der Anpassung von MINIMUM SCORE unter SETTINGS kann man dies korrigieren. Desto mehr Farben sich im Spektrum befinden, umso genauer kann ein Objekt erkannt werden.

#### Beispielschritt看te



### 3.2. Form- und Farbvergleich

Was einzeln unter 2.3 *Formvergleich* und 3.1 *Farbvergleich* abgehandelt wurde, wird hier in einem Schritt verglichen.

1. Bild laden <FORMEN.PNG>
2. Maskieren (wenn nötig)  
*Einzelheiten bitte unter 2.1 entnehmen.*
3. Vorlage erstellen  
Das Erstellen der Vorlage funktioniert genau wie bei 2.3 und 3.1.



Bild 3-3

4. Einstellungen anpassen  
Unter SETTINGS gibt es jetzt gesonderte Einstellmöglichkeiten für das Abgleichen der Farben von Vorlage und Bild.  
COLOR SCORE WEIGHT bezieht sich darauf wie genau die Farben übereinstimmen müssen.



Bild 3-4

#### Beispielschrittfolge

