



**Vision Academy**  
MACROE VISION TRAINING CENTER

**Werden Sie Nussknacker.**  
*Unser Trainingsprogramm für Ihre Bildverarbeitung.*


**Vision Academy**  
MACROE VISION TRAINING CENTER

**VISION**  
2011

**Vision Academy**  
MACROE VISION TRAINING CENTER

Was müssen Instandhalter von  
Bildverarbeitung wissen?

Ingmar Jahr, Schulungsleiter Vision Academy, Erfurt  
[www.vision-academy.org](http://www.vision-academy.org)



## Die Vision Academy

- Dienstleister für die Industrie
- Mehr als 15 Jahre Weiterbildung und Vermittlung praktischen Technologiewissens:
  - zielgerichtet für verschiedene Anwendergruppen
  - an praktischen industriellen Aufgabenstellungen
  - herstellerneutral, effektiv und fachrichtungsübergreifend
  - mit fundiertem technischen Hintergrund.
- Die Vision Academy sorgt für

**Mehr Zeit!**

Wir schulen das, was Sie an Wissen benötigen.

**Mehr Unabhängigkeit!**

Selbständiges Verstehen und Beherrschen von Machine Vision

**Mehr Sicherheit!**

BV-Know-how macht zukunftsfähig.

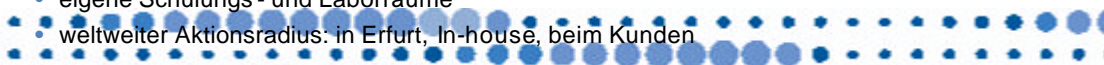


## Die Vision Academy

- weltweit erste Aus- und Weiterbildungseinrichtung für Machine Vision
- begleitet Unternehmen auf dem Weg zum erfolgreichen Einsatz von Machine Vision
- 2 Bereiche:



- acht feste und freie
- mehr als 500 Schu
- eigene Schulungs- und Laborräume
- weltweiter Aktionsradius: in Erfurt, In-house, beim Kunden



## Unsere Kunden

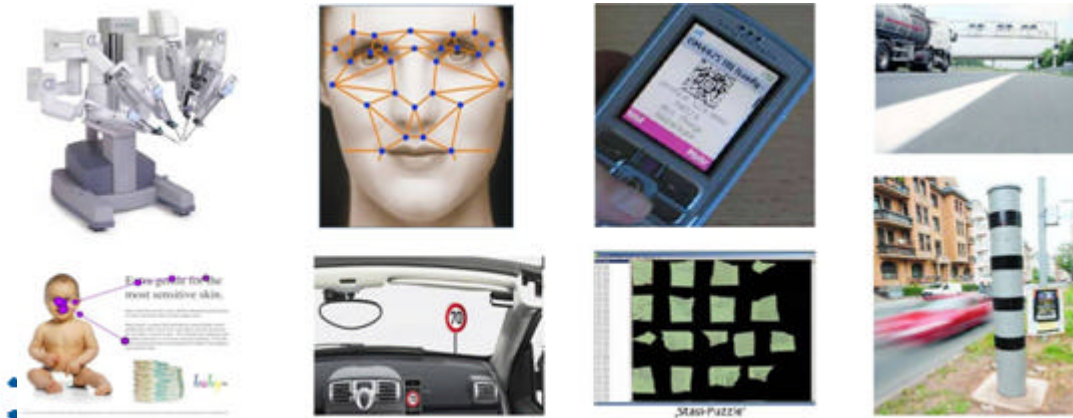


## Und das erwartet Sie ...

- Bildverarbeitung außerhalb und in der Industrie
- Industrie braucht Bildverarbeitung
- Bestandteile der Bildverarbeitung
- Herausforderung Instandhaltung
- Einstellfehler und deren Folgen
- Wie Sie BV-Wissen aufbauen können

## Bildverarbeitung ist im Maschinenbau angekommen

- Nichtindustrielle Anwendungen



Wissen für die Wartung von BV-Anlagen - VISION Academy, Stuttgart, 8. – 10. 11. 2011

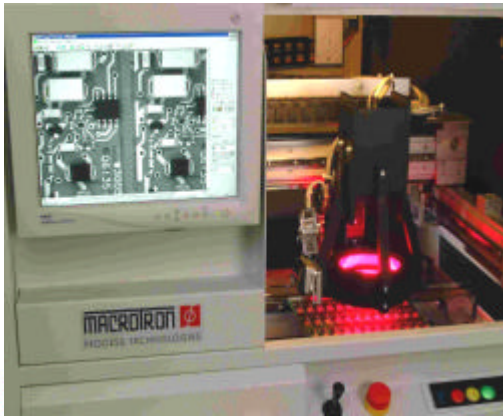
## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

- Industrielle Anwendungen

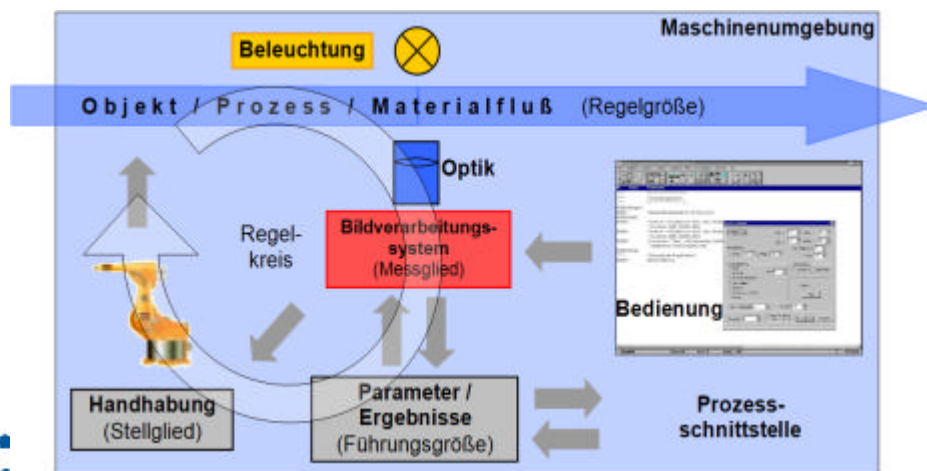


## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

- Industrielle Anwendungen

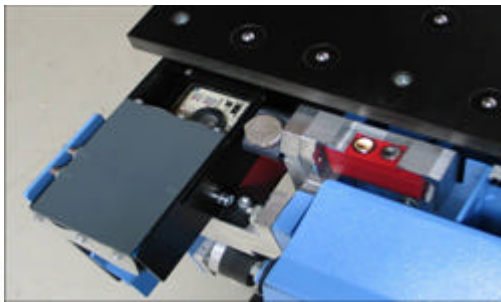


## Grundprinzip und -bausteine sind immer ähnlich ...



## ... aber die Umsetzung ist verschieden

- Prüfaufgabe, Prüfobjekt und Umgebung bestimmen den Aufbau:
- **Individuelle Lösungen:** jede Maschine hat eigene Tücken.
- **Serienmaschinen:** wiederholbares, nachvollziehbares Verhalten.



Standardisierte Lösung zur  
Werkzeugvorneinstellung an  
Sägemaschinen



## ... aber die Umsetzung ist verschieden

### maßliches Prüfen (Messen)

#### geometrisch

- Koordinaten
- Längen (Breiten, Höhen, Abstände)
- Winkel / Orientierung
- Flächeninhalte
- Schwerpunkte
- Gerad-, Rundheit
- Formen / Konturen

#### fotometrisch

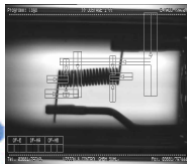
- Helligkeit, Intensität

#### colorimetrisch

- Farben, Wellenlängen

#### thermometrisch

- Temperaturen



### nichtmaßliches Prüfen (Lehren)

#### alle Aufgaben „maßliches Prüfen“ plus:

- Anwesenheits- / Vollständigkeitskontrolle
- Grad der Ausprägung / attributiver Test
- Lage- / Drehlageerkennung
- Oberflächenkontrolle
- Struktur-, Texturerkennung
- Druckbild-, -inhaltskontrolle
- Mustererkennung
- Objekterkennung / Teileidentifikation
- Zeichen lesen / prüfen
- Code lesen
- Anzahlen, Mengen
- ...



## ... aber die Umsetzung ist verschieden

- Zusammenspiel verschiedener Komponenten
- Fehler werden entlang des Signalweg „weitergegeben“ (Fehlerfortpflanzung)



## Herausforderung Instandhaltung

- Produktionsanlagen: 24/7-Betrieb
- Bildverarbeitung ist "pflegebedürftige Technologie"
- Instandhalter betreuen Pneumatik, Mechanik, Steuerungen, Roboter, ... Vision Systeme
- Ur-Einstellungen bleiben nicht
- Demontage / Montage zur vorbeugenden Instandhaltung, Reparatur, Fehlerbeseitigung, ...
- elektrische, optische, lichttechnische, mechanische, Software-Einstellarbeiten
- "BV ist viel Mechanik"
- Folge: Instandhalter benötigen umfangreiches BV-Wissen
- Wunsch bis Forderung: Standardisierte Instandhaltung

## Herausforderung Instandhaltung

### Individuelle Lösungen

- Typisch: dürftige Dokumentation, zeitraubende Wiederinbetriebnahme, Optimierung nach Versuch & Irrtum ... „am lebenden Objekt“, Service vom Spezialisten anfordern
- Abhängigkeit
- Maßnahmen: Systematischer breiter Wissensaufbau!  
Bildung einer BV-Technologiegruppe  
Problemlösungs- Datenbank

### Serienmaschinen

- Typisch: Instandhaltungsvorschrift vom Hersteller
- Maßnahmen: spezielles Wissen für Servicepersonal  
FMEA, Systematisierung  
Fehlerarchiv, Fehlerkatalog mit Lösungen



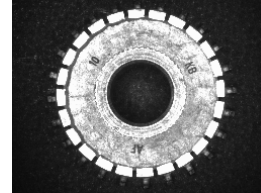
## Einstellfehler und deren Folgen

- Komplexe Maschinen besitzen viele einstellbare Parameter
- Subsystem BV besitzt viele einstellbare Parameter
- Notwendiges Wissen: Welche „Stellschrauben“ bewirken was?
- „ordentliche Bilder“ - Schlüssel für zuverlässige Auswertung
- Bildgewinnung wichtig für Optimierung
- Zur Bildgewinnung gehören Beleuchtung  
Prüfobjekt  
Wechselwirkungen mit Prüfobjekt  
Optik  
Bildaufnahme

## Einstellfehler und deren Folgen

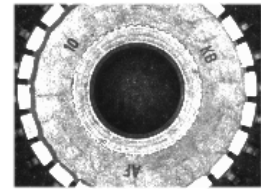
### Gesichtsfeld der Kamera

- Unzuverlässiges Finden der Teile
- Nicht alles im Bild
- Fehlerhafte Messungen geometrischer Größen



### Vorgehen:

- Mechanische Einstellung
  - Größe (Abbildungsmaßstab kalibrieren)
  - Lage (x, y)
  - Drehlage ( $f$ )
  - Drehlage optische Achse ( $\alpha$ ,  $\beta$ )
- Einstellung nach abgespeicherten Referenzen (Justierprogramm)
  - Wiederholbarkeit!
- Teilweise Kompensation per Software möglich (Nachführung)



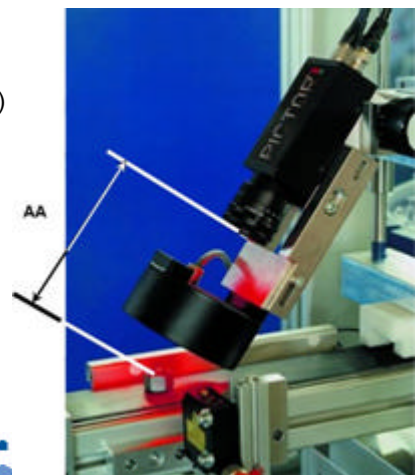
## Einstellfehler und deren Folgen

### Arbeitsabstand der Kamera

- Verändertes Gesichtsfeld ( $\rightarrow$  Abbildungsmaßstab)
- Schlechte Bildschärfe (Auswertbarkeit, Zuverlässigkeit)

### Vorgehen:

- Mechanische Einstellung nach Herstellervorgaben
- Definition „Arbeitsabstand“ beachten!
- Arbeitsabstand telezentrische Objektive:
  - meist fest vorgegeben!
  - Änderung hat geringen Einfluss



## Einstellfehler und deren Folgen

### Scharfeinstellung des Bildes

- Ursachen: a) schlechte Fokussierung, b) Bewegungsunschärfe, c) → Blendeneinstellung
- Schlechte Auswertbarkeit, Zuverlässigkeit
- Längere Verarbeitungszeit der Bilder

#### a) Vorgehen Fokussierung:

- Objektive, wiederholbare SchärfEinstellung mit Software-Servicetools (Funktion „Fokus“)
- Fixierung der Einstellung (Klemmschraube)



#### b) Vorgehen Bewegungsunschärfe:

- Zur Bewegung passende Belichtungszeit ermitteln
- Mechanisch schwingungsfreie Kamerahalterung

## Einstellfehler und deren Folgen

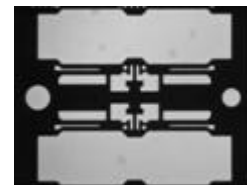
### Blendeneinstellung

- Schlechte Auswertbarkeit bei großer Helligkeit (geringer Kontrast)
- Informationsverlust bei Überbelichtung (Sättigung)
- Unzureichende Schärfentiefe
- Informationsverlust durch Beugung



#### Vorgehen:

- Objektive, wiederholbare Blendeneinstellung (Kontrast-) mit Software-Servicetools (Funktion „Bildreport“, „Grauwertest“)
- Fixierung der Einstellung (Klemmschraube)
- Konstante Belichtung erreichen (Wechselwirkung mit Belichtungszeit)



## Einstellfehler und deren Folgen

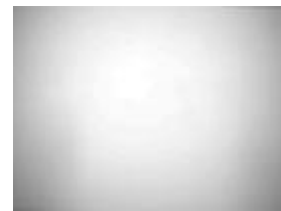
### Abbildungsfehler

- Verzeichnung → verzerrtes Bild
- Helligkeitsabfall zum Bildrand → ungleich helles Bild
- Schlechte Auswertbarkeit, Zuverlässigkeit
- Längere Verarbeitungszeit der Bilder



### Vorgehen:

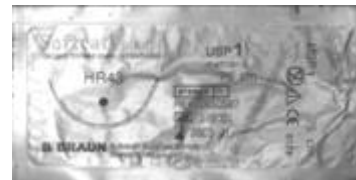
- nur bedingt einstellbar, aber zu verringern
- Mittlere Blendeneinstellung geringere Fehler (Schärfentiefe ausreichend?)
- Möglichkeiten der Software-Korrektur nutzen



## Einstellfehler und deren Folgen

### Abstand / Ausrichtung der Beleuchtung:

- Aufsicht: doppelter Abstand →  $\frac{1}{4}$  Beleuchtungsstärke (fotometrisches Entfernungsgesetz)
- Änderungen: beleuchtete Fläche  
Homogenität der Ausleuchtung  
Kontrastverhältnisse
- Schlechte Auswertbarkeit, Zuverlässigkeit
- Längere Verarbeitungszeit der Bilder



### Vorgehen:

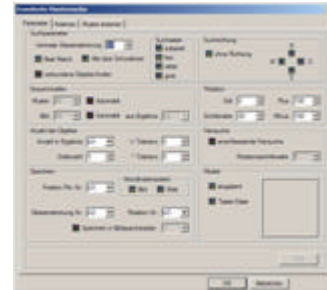
- Objektive, wiederholbare Ausrichtung mit Software-Servicetools (Funktion „Grauwertest“) für absolute Helligkeit  
Homogenität  
Ausrichtung (Kontrast)



## Einstellfehler und deren Folgen

### Software-Parameter

- Sind individuell je nach verwendeter Software
- Änderungen führen zur Fehl- / Nichtfunktion der Anlage z. B.
  - Helligkeit: Binärschwelle ändern
  - Bildschärfe: Gradienteneinstellung ändern
  - Prüfobjekt: Muster-Übereinstimmungsgrad ändern
  - ...



### Vorgehen:

- Schulung des Lieferanten meist minimal ☹
- Parametersicherung vom Systemintegrators / Werkseinstellungen
- Optimierung der Einstellungen: Wissen und Erfahrung
- Verständnis für die Arbeitsweise der Funktionen erlangen ...
- Systematischer Wissensaufbau

## Einstellfehler und deren Folgen

### Notwendige Programme für wiederholbare Einstellungen

#### 1. Justierprogramm / Einrichtprogramm (Service)

- „Erst scharf stellen, dann genau machen“
- Voraussetzungen für scharfe Bilder am richtigen Ort in der richtigen Ansicht treffen.

#### 2. Kalibrierprogramm (Service)

- „dem Prüfsystem die Maße mitteilen“
- Messgenauigkeit herstellen, Verbindung zu m Normal schaffen

#### 3. Prüfprogramm

- Lösung der eigentlichen BV-Aufgabe

## Einstellfehler und deren Folgen

### Justier- / Einrichtprogramm

Justieren: Einstellen eines Meßsystems mit dem Ziel, Meßabweichungen auf Werte zu bringen, die den technischen Forderungen entsprechen.

- Justier- und Einrichtprogramme: Hilfsmittel für Einrichter zur Herstellung eines funktionsfähigen Aufbaus (bei Montage, nach Demontage)
- sind immer individuell (je nach Prüfobjekt)
- typische Inhalte
  - Beleuchtungstest (Alterung, Homogenität, Blendeneinstellung, Ausrichtung)
  - Abbildungsmaßstab grob einstellen (Hilfslinien)
  - Einstellung des Gesichtsfeldes (Lage, Drehlage, Größe)
  - Einstellung der scharfen Abbildung (Einstellung Arbeitsabstand, Fokus)
  - Speicherung von Soll-Lagen / -Bilder als Referenzen
  - rechtwinklige Ausrichtung optische Achse / Prüfobjekt (Justierhilfe)
  - Einlernen von Zeichensätzen und Mustern

## Einstellfehler und deren Folgen

### Kalibrierprogramm

Kalibrieren: Feststellen des für ein Meßsystem gültigen Zusammenhangs zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße (Übertragungsfunktion)

- Kalibrierprogramme: Hilfsmittel zur Herstellung der geforderten Meßgenauigkeit (bei Inbetriebnahme, nach Demontage, zur vorbeugenden Instandhaltung)
- stellen der Rückführbarkeit auf nationale Normale her (Forderung ISO 9001)
- kalibriert werden
  - Abbildungsmaßstab der Optik
  - Helligkeiten
  - Farben / Weißabgleich
  - Temperaturen
- geeignete Kalibrierkörper: Endmaß, Prüfstift, sind aber kein Muss!

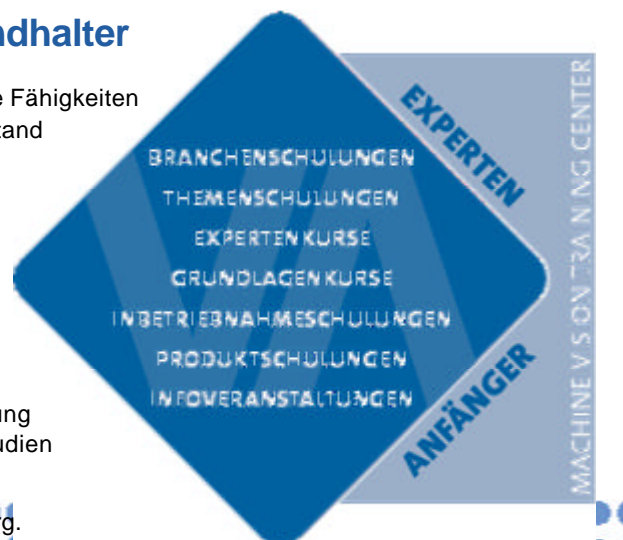
## Zusammenfassung

- Schwierigkeitsgrad der Instandhaltung von individuellen Lösungen und Serienmaschinen ist verschieden
- Einstellungsmöglichkeiten an Bildverarbeitungslösungen sind sehr vielfältig
- Einstellungsmöglichkeiten an Bildverarbeitungslösungen beeinflussen stark deren zuverlässige Funktion
- Besonders starken Einfluss hat die Bildgewinnung
- Instandhalter benötigen Wissen aus allen beteiligten Disziplinen
- Bildverarbeitung kann man lernen!

## Wissensaufbau für Instandhalter

- **Schulungen** für praktisch anwendbare Fähigkeiten
- Einstieg mit verschiedenem Wissensstand
- schrittweiser Kenntnisaufbau
- modulares Konzept
- weltweite Verfügbarkeit
- Termine: [www.vision-academy.org](http://www.vision-academy.org)
- **Anwenderberatung:**  
Beratung für Neueinsteiger  
Beratung zur Komponentenauswahl  
Beratung zur kompletten Lösungsfindung  
Machbarkeitsuntersuchungen und –studien  
Vermittlung von Lösungspartnern

Mehr dazu unter [www.vision-academy.org](http://www.vision-academy.org).



## Knacken Sie mit uns die harten Nüsse!

- Nutzen Sie Ihren Gutschein zum Know-how-Aufbau, zur Beratung, zu ... !
- Nutzen Sie unseren Fragebogen „Monitoring ...“, um sich weiterbilden zu lassen!
- Lesen Sie den Newsletter der Vision Academy!
- Lernen Sie mehr unter [www.vision-academy.org](http://www.vision-academy.org)!

**Fragen Sie jetzt!**

