







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



Bildverarbeitung mit kompakten Vision Systemen macht Maschinenbauer zukunftsfähig.



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

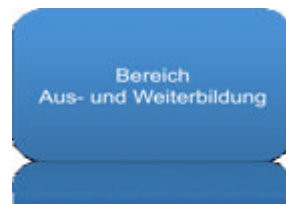
**Mehr Sicherheit!**

BV-Know-how macht zukunftsfähig.

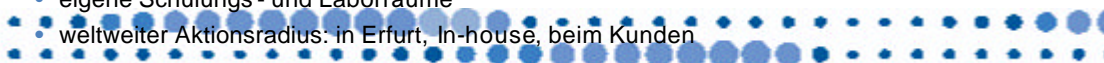


## Die Vision Academy

- 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

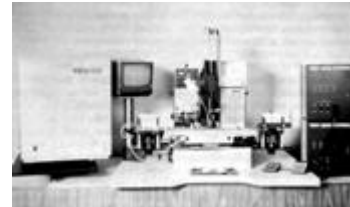


## Und das erwartet Sie ...

- Bildverarbeitung ist im Maschinenbau angekommen
- Die Industrie braucht Bildverarbeitung
- Die Vielfalt der lösbaren Aufgaben
- Die Grenzen kennen
- Sondermaschinen / Serienmaschinen
- Komponenten
- Einbindung in die Maschine

## Bildverarbeitung ist im Maschinenbau angekommen

- Mitte der 1970er Jahre: erste Anwendungen in der Industrie
- höchst individuelle Lösungen von Spezialisten:
  - Skepsis
  - Kinderkrankheiten
  - undurchschaubar für Anwender
  - serviceunfreundlich
- **Heute:**
  - Vertrauen der Maschinenbauer in Bildverarbeitung:
  - Robustheit ist hergestellt
  - Zuverlässigkeit ist nachgewiesen
  - Serienfähigkeit ist gegeben (Komponenten)
  - Wissensbasis ist vorhanden



1976: Bonddrahtkontrolle in der Halbleiterindustrie mit Zeilenkamera



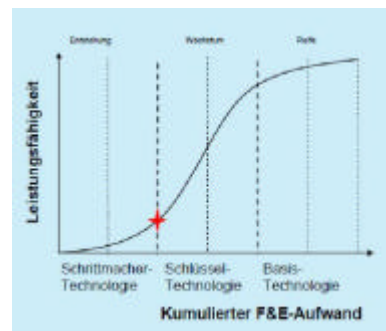
## Bildverarbeitung ist im Maschinenbau angekommen

### Bildverarbeitung ist Schlüsseltechnologie:

- breiter Anwendungsbereich
- Grundlage für weitere technologische Entwicklungen
- hohes Wettbewerbspotenzial
- hoher Diversifikationsgrad
- hohe Wertschöpfung

### 3D-Bildverarbeitung ist Schrittmachertechnologie:

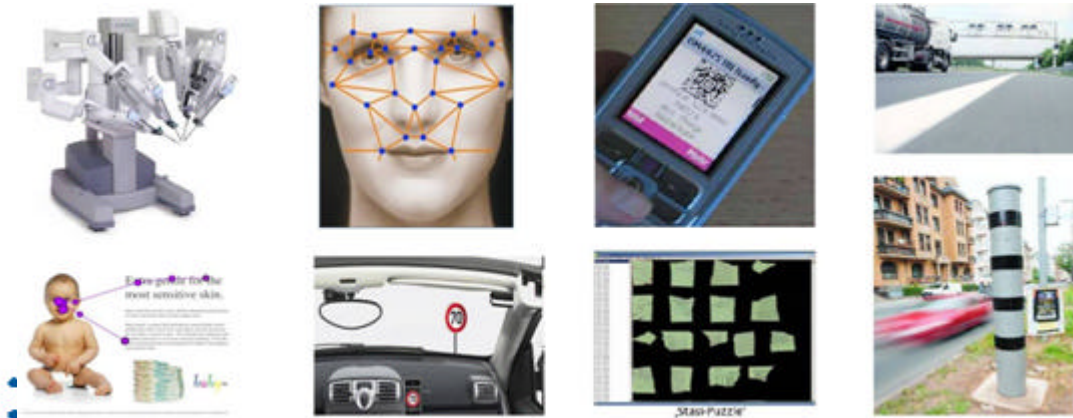
- noch frühes Entwicklungsstadium
- hohes Potenzial, Wettbewerbslage in vielen Branchen zu verändern
- wird sich zur Schlüsseltechnologie weiterentwickeln



Quelle: VDI-Technologiezentrum

## Bildverarbeitung ist im Maschinenbau angekommen

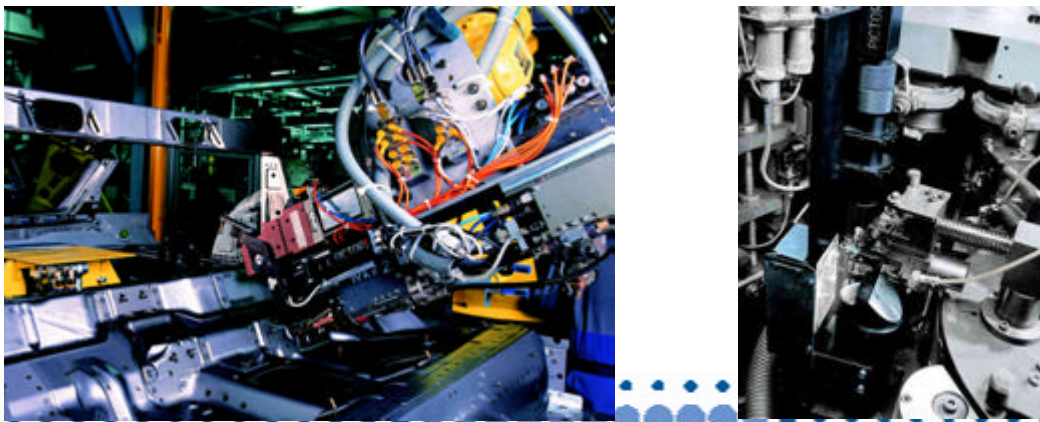
- Nichtindustrielle Anwendungen



BV macht Maschinenbauer wettbewerbsfähig - VISION Academy, Stuttgart, 8. – 10. 11. 2011

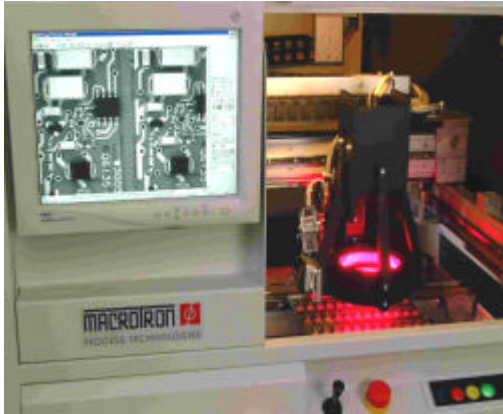
## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

- Industrielle Anwendungen



## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

- Industrielle Anwendungen



## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

**Maschinenbau mit Bildverarbeitung ist in vielen Branchen tätig:**

- Verpackung
- Montage / Handhabung
- Solar / Photovoltaik
- Medizintechnik
- Automotive
- Glas
- Kunststoff
- Metall
- Recycling
- Halbleiter
- ...

## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

### Welchen Nutzen bringt Bildverarbeitung?

- durchgehende automatisierte Lösungen
- Produkte mit dokumentierter Qualität
- keine Wertschöpfung an Schlechteilen
- Vermeidung von Folgekosten
- bessere Maschinenauslastung
- Optimierung der Produktion / Beherrschung technologischer Prozesse
- schnelle 100%-Kontrolle
- Verknüpfung mit anderen Technologien
- durchlässigere Warenflüsse
- bessere Marktfähigkeit



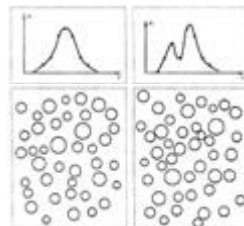
## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

### Menschlichen Schwächen werden beseitigt

- langsame Anpassung des Auges
- subjektiv-intelligente Nachbearbeitung
- „Mess“genauigkeit? - nur qualitative Aussagen
- optische Täuschungen
- begrenzte Aufmerksamkeitsdauer. Zuverlässigkeit
- unterschiedliche Tagesform („Montagsprodukte“)
- nicht alles ist sichtbar
- zu langsam
- serielle Abarbeitung von Prüfaufgaben
- nur eine Ansicht



Simultankontrast



Mangelnde „Mess“genauigkeit



Optische Täuschungen

## Die Industrie braucht Bildverarbeitung

### Kameraaugen sehen anders

|                        | Kamera                              | Auge                               |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Auflösung              | > 25 MPixel                         | ca. 130 M"Pixel"                   |
| Grautöne               | > 1 Mio (2 <sup>20</sup> )          | 2 <sup>6</sup> ... 2 <sup>7</sup>  |
| Farbtöne               | > 16 Mio.                           | > 7 Mio. (geschlechtsabhängig!)    |
| Geschwindigkeit        | > 1 kHz möglich                     | > 5 Bilder / s nicht aufzulösen    |
| 3D                     | begrenzt                            | sehr gut                           |
| komplexe Informationen | begrenzt zu verarbeiten             | sehr gut zu verarbeiten            |
| Schwankungsrobustheit  | teilweise                           | generell extrem gut                |
| Genauigkeit            | quantitativ gut                     | qualitativ gut                     |
| Konstanz               | lang anhaltend                      | fallend                            |
| Betriebskosten         | hoch bei kleinem Produktionsvolumen | hoch bei großem Produktionsvolumen |

## Vielfalt der lösbaren Aufgaben

### maßliches Prüfen (Messen)

#### geometrisch

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

#### fotometrisch

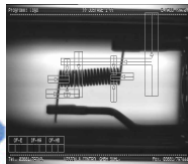
- Helligkeit, Intensität

#### 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
- ...



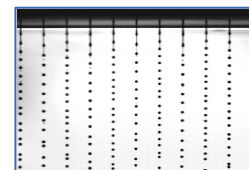
## Kriterien für Industrietauglichkeit

- Robustheit aller beteiligten Komponenten
- Unempfindlichkeit gegen
  - Fremdlicht / sich ändernde Beleuchtungsverhältnisse
  - Wechselwirkungen mit Umgebung
  - Erschütterungen
  - nachlässige Wartung
  - Änderungen des Prüfobjektes
  - Schwankungen elektrischer Parameter
  - geänderte mechanische Einstellungen
  - Biegung und Torsion der Kabel
- Fixierung mechanischer Einstellungen
- Einfache Bedienung
- Einstellung der Softwareparameter
- industrietaugliche Vorgehensweisen, Aufbauten, Problemlösungsstrategien beim Anbieter

## Die Grenzen kennen

### Extreme Anwendungen – Beispiele:

- Vermessung Stanzteile:  
50 Hübe/s, Vorschub 2 m / s, 0,08 mm Genauigkeit
- Oberflächenprüfung Endlosmaterial, Geschwindigkeit 120 km/h
- Steuerung Gießereikran bei 450°C Umgebungstemperatur
- Oberflächenfehler an Einspritzdüsen: Fehler < 300 nm



Vermessung von Tintentropfen im Flug bei Geschwindigkeit 8 m/s (Gesichtsfeld 0,6 x 0,8 mm²)

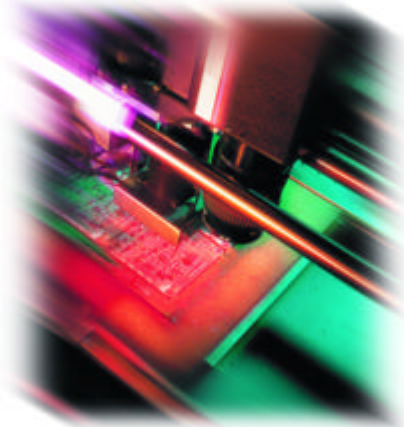
### Physikalische Grenzen:

- Wellenlänge des Lichtes (< 1 µm nur statistisch)
- Güte der Komponenten
- Genauigkeit der Verfahren
- Zykluszeit (Kfz-Karosserie: 100 s/Teil, Stanzteile: 20 ms/Teil)
- Erreichbare Genauigkeiten anwendungsabhängig:
- Wiederholgenauigkeit Industrieumgebung < 10 µm kaum erreichbar

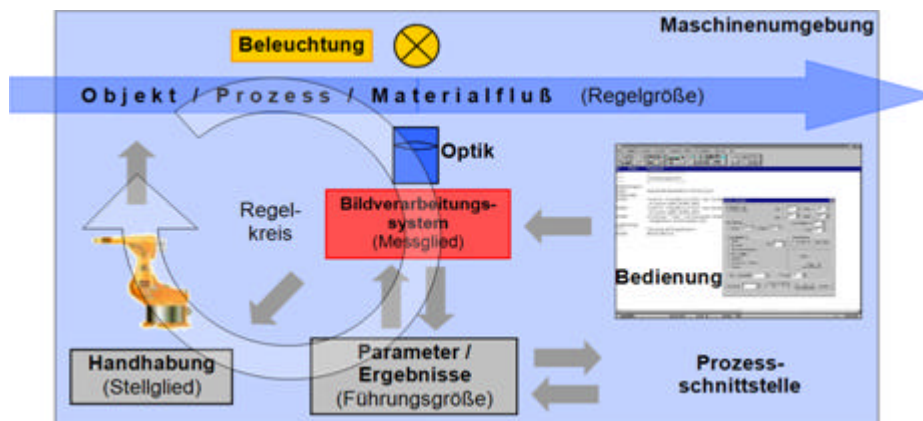


## Die Grenzen kennen

- **widrige, schwankende Umgebungsbedingungen**  
Schwingungen, Temperatur, Schmutz, Öl, ...
- **stark wechselnde Teileeigenschaften / Produkte**  
Größen, Farbe, Korrosion, ...
- **zu viele zu prüfende Eigenschaften**
- **applikationsspezifische Grenzen**  
Platzbegrenzung, Biegewechselfestigkeit Kabel, Algorithmen, Zuführung / Lagegenauigkeit, ...
- **menschliche Grenzen**  
zu hohe Erwartungen, Ablehnung, kein BV-Verantwortlicher, unqualifiziertes Personal
- **fehlendes Know-How**
- **Bildverarbeitung ist eine leistungsfähige aber auch „pflegebedürftige“ Technologie!**



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

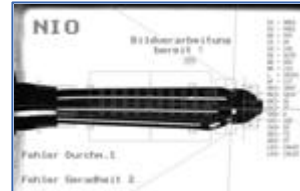


Prüfaufgabe, Prüfobjekt, Umgebung bestimmen den Aufbau.

## ... die Maschinen sind verschieden

### Sondermaschinen

- Individuelle Aufgabe / Lösung in geringer Stückzahl
- Verwendung Standardkomponenten
- Allein-Entwicklung des Sondermaschinenbauers
- Entwicklung wird schnell abgeschlossen
  
- So viel Know-how, wie gerade zur Funktion nötig
- Minimalwissen für Anwender

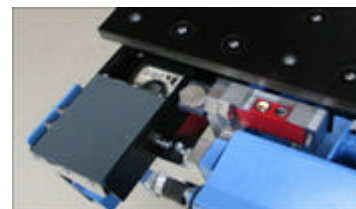


Prüfautomat mit automatischer  
Teilezu- und -abführung

## ... die Maschinen sind verschieden

### Serienmaschinen

- Wiederkehrende Aufgabe / Lösung in großer Stückzahl
- spezielle, optimierte Komponenten
- Entwicklungskooperation Maschinenbauer – Bildverarbeiter
- Synergien: Maschinenbauer kennt Prozesse und Produkte, Bildverarbeiter kennt optische Inspektion
- Entwicklung → Weiterentwicklung
  
- Perspektivischer Know-how-Aufbau (BV-Abteilung)
- Servicepersonal, das sich in BV auskennt
- Schulung der Kunden in BV



Serien-Sägemaschine  
mit BV- Werkzeugverstellung

## Schlüssel zur BV: Beleuchtung

- Solide Lösungen haben optimierte Beleuchtungen (Beleuchtungs-Know-how = 2/3 der Lösung)
- Grundlage für stabil arbeitende Maschinen
- Techniken / Komponenten so vielfältig wie Prüfbjekte
- Weitbereichsspannungseingang
- Power LED-Technik
- Helligkeit, Blitzzeit einstellbar
- Erschütterungsfestigkeit
- Biege- / torsionsfeste Kabel
- Auf Optik und Bildaufnehmer optimierte Wellenlängen
- ...



Kooperation mit Entwicklungsabteilung Beleuchtung

Quelle: Vision & Control


## Optik: Anpassung an die Umgebung

- Formung der Lichtinformation, Anpassung an Umgebung
  - Anpassung schafft Genauigkeit (Abbildungsfehler, -maßstab, optische Auflösung)
  - Zerbrechlichkeit  $\leftrightarrow$  industrietaugliche Bauweise!
  - In Maschinen wichtig:  
Fixierung der Einstellungen  
stabile und justierbare Halterung  
Möglichkeiten der Richtungsänderung (Prismen)
  - Lösungsmittel-, Staubdichtheit
  - Erschütterungsfestigkeit
  - ...
- Kooperation mit Entwicklungsabteilung Optik



Quelle: Vision & Control

## Vision Systeme: Wie viel BV braucht die Maschine?

- Bedarf an BV-Wissen steigt
- 
- Vision Sensoren zwischen Lichtschranke und intell. Kamera  
einfache Bedienung – all in one  
feste, beschränkte Funktionalität  
großes Potential für Serien-Maschinenbau  
spezialisierte Sensoren als Entwicklung
  - Intelligente Kameras frei definierbare Aufgaben in einer Ansicht  
Trennung Bildverarbeitung und Bedienung  
gute Prozessanbindung  
flexibel anzupassen
  - Mehrkammersysteme max. Leistung: high end - Maschinen  
Farbe / sw, Zeile / Matrix, low res / high res  
z.T. umfangreiche Programmierung  
sinnvoll: Aufbau eigener BV-Abteilung



Kooperation mit Entwicklungsabteilung Vision Systeme

Quelle: Vision & Control

## Vision Systeme: Wie viel BV braucht die Maschine?

|                               | Vision Sensor | Int. Kamera                               | Mehrkammersystem  |
|-------------------------------|---------------|---|-------------------|
| Komplexität Prüfaufgabe       | gering        | mittel                                    | hoch              |
| Lösbare Aufgaben              | speziell      | universell                                | sehr umfangreich  |
| Softwareanpassung             | nein          | in Ebenen: Werker, Meister, Programmierer |                   |
| Flexibilität für andere Teile | schlecht      | gut                                       | gut               |
| Anzahl Inspektionsstellen     | 1             | 1   | 1 ... >8          |
| Prozesseinbindung             | nein          | ja  | maximal           |
| Geschwindigkeit [Teile/s]*    | 10..15        | bis 100                                   | > 100             |
| Kosten Anschaffung            | < 2.000 EUR   | > 2.000 EUR                               | > 5.000 EUR       |
| Aufwand Integration           | sehr gering   | mittel                                    | mittel bis hoch   |
| Kosten Wartung                | sehr gering   | gering                                    | gering bis mittel |
| Nötige BV-Kenntnisse          | gering        | erheblich                                 | sehr umfangreich  |

\* abhängig von der Aufgabe

## Software: Wie programmiert der Maschinenbauer?

- Softwarebibliotheken flexibel und universell  
getestet, Versionsentwicklung, Bugfixe  
Erfahrungen / Programmierkenntnisse in BV  
jede Applikation wird neu programmiert
- Vorkonfektionierte Programme Aufgabenorientierter schneller Einstieg in BV  
zeiteffektiv und einfach  
auch komplexe Aufgaben lösbar
- Komponentenbasierter Ansatz nutzt Microsoft Objekt-Modell  
Standardisierte Abläufe / Datenaustausch  
nur für Windows  
Kenntnisse Windows-Programmierung



Quelle: [www.mvtec.com](http://www.mvtec.com)



Quelle: [www.vision-control.com](http://www.vision-control.com)

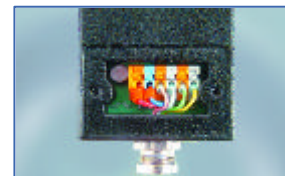


Quelle: [www.stemmer-imaging.de](http://www.stemmer-imaging.de)

## Einbindung der Komponenten

### Schnittstellen des Bildverarbeitungssystems

- Mechanik Zuführung, Befestigung, Justierung
- Optik / Lichttechnik Sensorempfindlichkeit, Objektiv, Beleuchtung  
(Anpassung an Prüfobjekt)
- Elektrotechnik Betriebsspannungen, Signalpegel  
Kameraanschluss
- Informationstechnik Protokolle, Datenaufbereitung, Formatierung, Kommunikation mit anderen Komponenten, Bedienung



**Fachabteilungen des Maschinenbauers und des Bildverarbeiters müssen zusammenarbeiten.**

## Partner für serientaugliche Bildverarbeitung

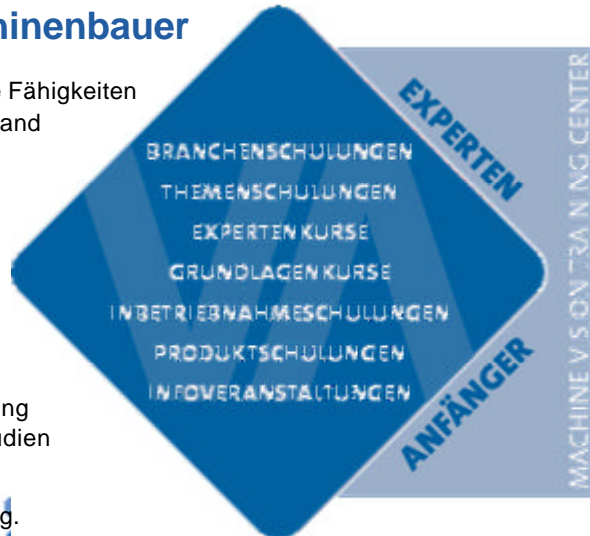
- Entwicklungskompetenz in allen wesentlichen Bereichen der BV:  
Optik, Beleuchtung, Vision Systemen
- Entwicklungskooperation zur Optimierung
- ISO 9001- Zertifizierung
- Langzeitlieferfähigkeit
- Skalierbare Systeme (Optik / Beleuchtung) mit einheitlicher Bedienung (Systeme)
- Versionsverwaltung
- Umfangreicher Service: Komponentenauswahl  
Komponentenoptimierung  
Komplettlösungen  
Studien  
Laboruntersuchungen

## Zusammenfassung

- Bildverarbeitung ist im Maschinenbau angekommen und arbeitet in Serienmaschinen
- Weitere neue BV-Technologien werden dem Maschinenbau neue Schübe geben
- Maschinenbauer vieler Branchen profitieren vom Innovationspotential der BV
- Maschinen werden mit BV schneller, leistungsfähigerer sicherer
- Trotz phantastischer Möglichkeiten gibt es Grenzen für die Praxistauglichkeit
- Sonder- und Serienmaschinenbau arbeiten verschieden mit BV
- Schlüssel zum Erfolg sind: industrietaugliche Komponenten  
professionell eingebundene Komponenten  
Serientaugliche Lieferanten  
BV-Know-how

## Wissensaufbau für Maschinenbauer

- **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!

