






Werden Sie Nussknacker.
Unser Trainingsprogramm für Ihre Bildverarbeitung.




Vision Academy
MACROE VISION TRAINING CENTER



Welches Wissen benötige ich für meine
BV-Lösung und welche Fragen muss
ich stellen?



Ingmar Jahr, Schulungsleiter Vision Academy, Erfurt
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.

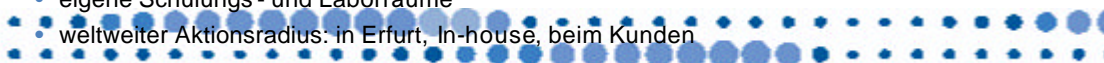


Die Vision Academy

- 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

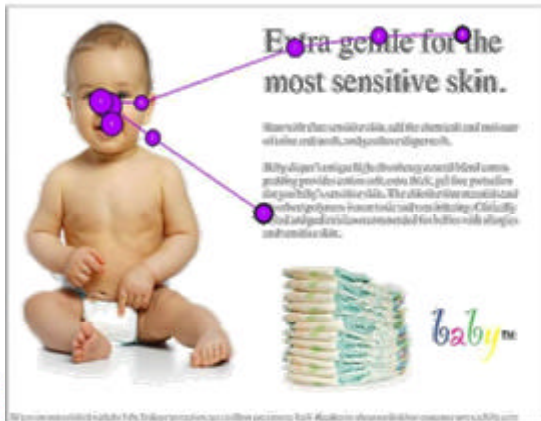


Unsere Kunden



Und das erwartet Sie ...

- Bildverarbeitung außerhalb und in der Industrie
- Industrie braucht Bildverarbeitung
- Bestandteile der Bildverarbeitung
- Welche Aufgaben lassen sich lösen?
- Prüfaufgabe – Machbarkeit – Integration
- Bildverarbeitung am Laufen halten
- Grenzen der Bildverarbeitung
- Wie Sie BV-Wissen aufbauen können

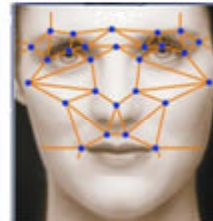
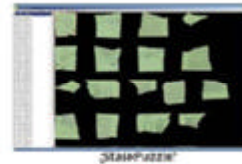


Extra gentle for the most sensitive skin.

Wasser für empfindliche Haut, soll für den Haut- und Intimbereich von Baby und Wäsche, auch nach dem Waschen.

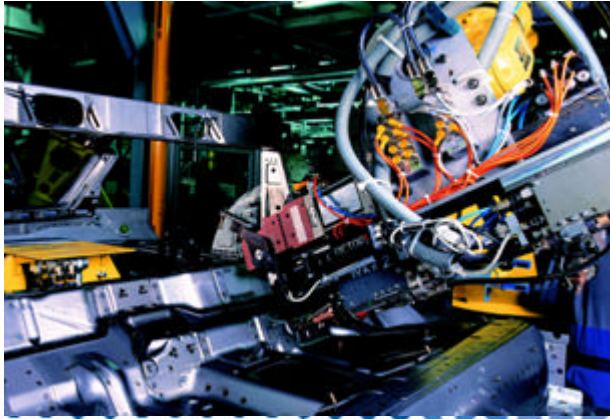
Willy diaper's sensitive High Performance Special Blend sowie gentile provides extra soft, extra thick, gel free particles for your baby's sensitive skin. The ultra-soft material and softest polymers from today will ensure lasting. Clinically and ecologically friendly materials are needed for babies with delicate and sensitive skin.

baby™



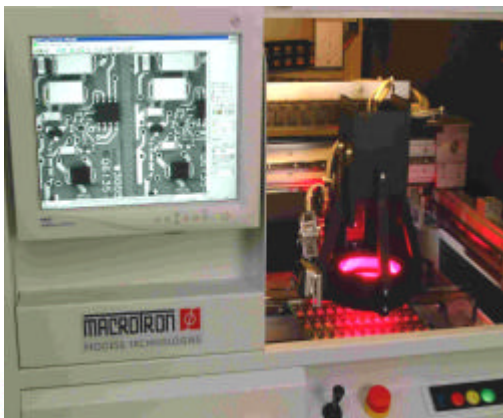
Bildverarbeitung ist überall

- Industrielle Anwendungen



Bildverarbeitung ist überall

- Industrielle Anwendungen



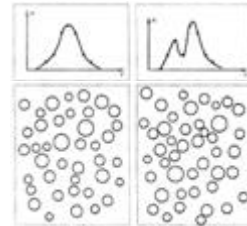
Die Industrie braucht Bildverarbeitung

Welche menschlichen Schwächen werden umgangen?

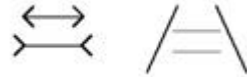
- langsame Anpassung des Auges
- subjektiv-intelligente Nachbearbeitung
- „Mess“genauigkeit? - nur qualitative Aussagen
- optische Täuschungen
- begrenzte Aufmerksamkeitsdauer, Zuverlässigkeit
- unterschiedliche Tagesform („Montagsprodukte“)
- nicht alles ist sichtbar
- zu langsam
- serielle Abarbeitung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



Simultankontrast



Mangelnde „Mess“genauigkeit



Optische Täuschungen

Die Industrie braucht Bildverarbeitung

Was sehen Kameraaugen anders?

	Kamera	Auge
Auflösung	> 25 MPixel	ca. 130 M"Pixel"
Grautöne	> 1 Mio. (2^{20})	$2^6 \dots 2^7$
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

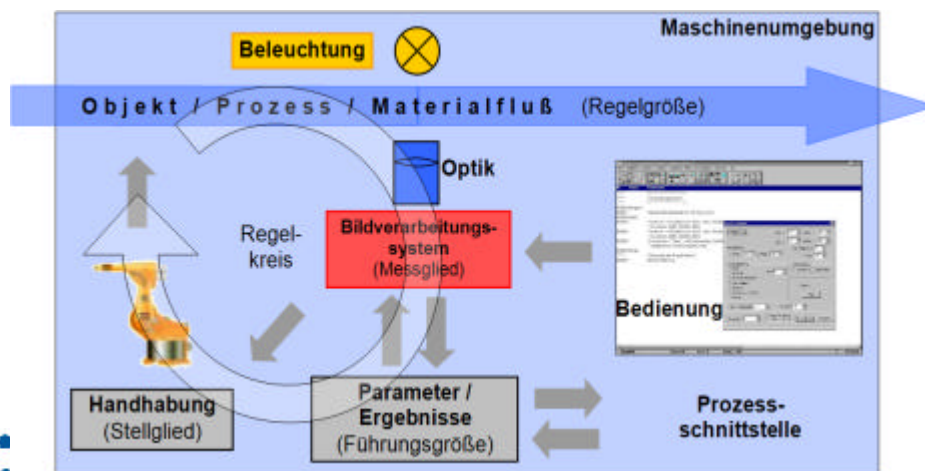
Die Industrie braucht Bildverarbeitung

Welchen Nutzen bringt Bildverarbeitung?

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



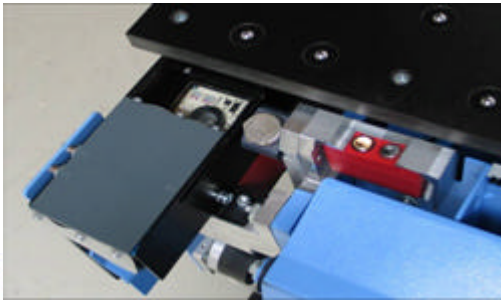
Grundprinzip und -bausteine sind immer ähnlich ...



... aber jede BV-Lösung ist anders

Gibt es Standardlösungen? Jein!

- Individuelle Lösungen sind jedes mal neu.
- Bei Serienmaschinen: standardisierte und optimierte Lösungen.
- Prüfaufgabe, Prüfobjekt und Umgebung bestimmen den Aufbau.



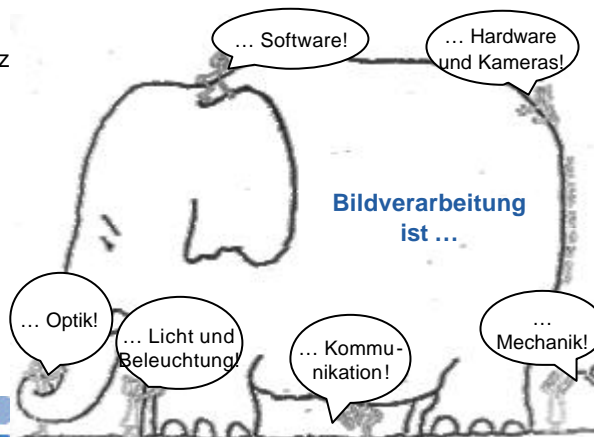
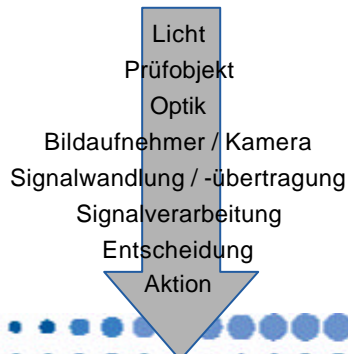
Standardisierte Lösung zur
Werkzeugvorenstellung an
Sägemaschinen



BV ist Zusammenarbeit verschiedener Komponenten

Welches Wissen benötige ich?

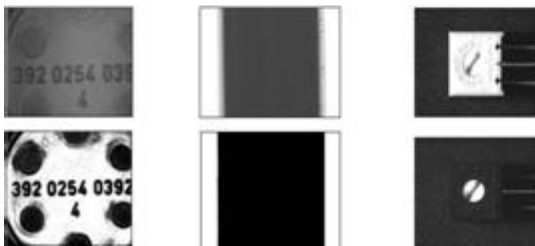
- Signalweg beachten! (Fehlerfortpflanz



Beleuchtung ist das A und O

Reicht eine „Lampe“ zur Beleuchtung?

- Mehr als 2/3 der Lösung sind Beleuchtung!
- Kontrast schaffen!
- Abwägung: „1000“ EUR für Beleuchtung gegen 4 Wochen vergebliche Softwareentwicklung?
- Verschiedene Techniken und Komponenten

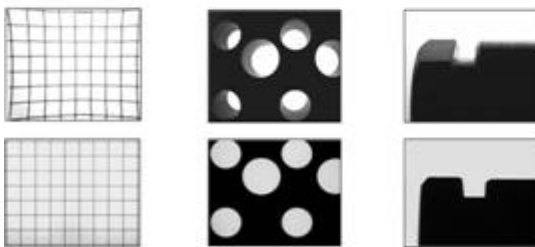


Quelle: Vision & Control

Optik – mehr als nur ein Stück Glas

Warum sind Optiken so unterschiedlich teuer?

- Formung der Lichtinformation, Anpassung an Umgebung
- Abbildungsfehler vermeiden, kennen, berücksichtigen
- entozentrische / telezentrische Objektive (Messtechnik)
- Zerbrechlichkeit \leftrightarrow Industrietaugliche Bauweise!



Quelle: Vision & Control

Verschiedene Bildverarbeitungssysteme

Kann ich die Leistungsfähigkeit der Vision Systeme wählen?

- Vision Sensoren zwischen Lichtschranke und int. Kamera
einfache Bedienung – all in one
feste, beschränkte Funktionalität
Einstieg in die Bildverarbeitung
- Intelligente Kameras frei definierbare Aufgaben in einer Ansicht
Trennung Bildverarbeitung und Bedienung
gute Prozessanbindung
flexibel anzupassen
- Mehrkamerasysteme komplexe Aufgaben in 2+ Ansichten
maximale Leistungsfähigkeit
Farbe / sw, Zeile / Matrix, low res / high res
z.T. umfangreiche Programmierung



Quelle: Vision & Control

Verschiedene Bildverarbeitungssysteme

	Vision Sensor	Int. Kamera	Mehrkamerasystem
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 *abhängig von der Aufgabe
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

Software – Schlüssel zur Funktionalität

Was soll meine Software können?

- 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
Erweiterungen schwierig
- Komponentenbasierter
Ansatz nutzt Microsoft Objekt-Modell
Standardisierte Abläufe / Datenaustausch
nur für Windows
Kenntnisse Windows-Programmierung



Quelle: www.mvtec.com



Quelle: www.vision-control.com



Quelle: www.stemmer-imaging.de

Welche Aufgaben lassen sich lösen?

maßliches Prüfen (Messen)

geometrisch

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

fotometrisch

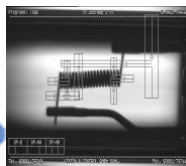
- Helligkeit, Intensität

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
- ...



Die Prüfaufgabe

Was ist einfach? Was ist schwierig?

- Vollständige, genaue Aufgabenstellung!
(Beschreibung Teil, Umgebung, Schnittstellen)
→ Checkliste nutzen
- Prüfmerkmale eindeutig beschreiben! → Defektkatalog
(schriftliche Defektspezifikation nach Art, Ort, Relevanz,
kritischer Größe, Beispiele: Gutteile, Grenzmuster)
- Wunsch und Realität. Alle Teilaufgaben lösbar?
- Prüfbedingungen müssen festgelegt sein (Umgebung)
- Haben alle das gleiche Vokabular?
(100%-Kontrolle, Ausschussrate,
Pseudoausschuss, Fehlerrate in ppm)



Die Machbarkeit

Können alle meine Forderungen gelöst werden?

Technische Machbarkeit:

- Klärung technischer Möglichkeiten, deren Vor- und Nachteile
- Untersuchung / Studie (Bildverarbeiter bieten Service an)
- ggf. Aufteilung in Teilaufgaben
- Vorausdenken: Wie viel BV brauche ich in Zukunft (kommende Teile)?

Eigene Machbarkeit:

- Make or buy?
- Klärung nötiges Wissen, dessen Beschaffung oder Partner



Angebot und Preis

Lassen sich verschiedene Angebote vergleichen? Ist der Preis nicht zu hoch?

- Die Ursache: Einzelne herausragende Daten bleiben im Gedächtnis. (besonders Einführungspreis von Vision Sensoren)
- Das Problem: Eingeschränkte Funktion, die nicht zur Aufgabe passt.
- Klärung: Passt das Budget zum Umfang der Aufgabe?
- Klärung: Was soll das Angebot umfassen? (Make or buy)
- Spannweite:
 - Komponenten
 - Beratung + eigene Lösung
 - gemeinsame Lösung BV-Anbieter und Anwender
 - schlüsselfertige Integration
 - Komplettlösung
 - Serienanlage mit BV



- Make = Wissen beschaffen + selber tun - Buy = Dienstleistungen bezahlen

Lasten- und Pflichtenheft sind standardisiert

Wie formuliere ich die Aufgabe richtig?

- VDI-Richtlinien unterstützen:
 - 2628: Automatisierte Sichtprüfung – Beschreibung der Prüfaufgabe
 - 2632: Leitfaden für die Erstellung eines Lastenheftes für Bildverarbeitungssysteme
 - 3694: Lasten- / Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen

ICS 01.040.37, 35.240.50	VDI/VDE-RICHTLINIEN	November 2011
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK	Industrielle Bildverarbeitung Leitfaden für die Erstellung eines Lastenhefts für Bildverarbeitungssysteme	VDI/VDE 2632 Blatt 2

Die Integration

Wie komme ich zur Lösung der gestellten Aufgabe?

- Klärung: Make or Buy? (selbst oder Dienstleister)
- „Bildverarbeitung ist viel Mechanik“ (Engineering, Justierung, Einstellung, Handhabung)
- Handhabung von Schnittstellenvielfalt (mechanisch, elektrisch, IT)
- Problem geänderter Randbedingungen zum Angebot:
Prüfteil
Prüfumgebung (Positionierung, Beleuchtung, Zeit, ...)

Das Dilemma:

- BV-Anbieter hat Fachkenntnis in Bildverarbeitung
- Anwender hat Fachkenntnis zu Produkt, Produktionsverfahren, Branche
- → Anbieter mit Branchenkenntnis nutzen.

Bildverarbeitung am Laufen halten

Wer kümmert sich nach der Inbetriebnahme um die Anlage?

- BV ist eine pflegebedürftige Technologie
- im Unternehmen muss jemand für BV verantwortlich sein
- Änderungen in Produktionsverfahren schlagen sofort durch:
Änderungen Eigenschaften Prüfteil
Änderungen Prüfverfahren (geänderte, zusätzliche Prüfkriterien), Geschwindigkeit
Änderung Umgebungsbedingungen
- Ist die Akzeptanz bei den Bedienern gegeben? → Aufgabe des Managements
- Kann das Bedienpersonal die BV bedienen? → BV-Qualifikation steigern

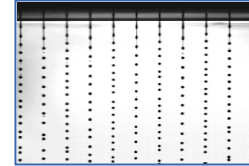
Alles easy, oder gibt es Grenzen?

Extreme Anwendungen

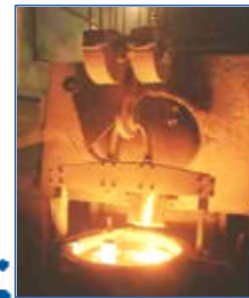
- Vermessung Stanzteile:
50 Hübe/s, Vorschub 2 m / s, 0,08 mm Genauigkeit
- Oberflächenprüfung Endlosmaterial, Geschwindigkeit 120 km/h
- Steuerung Gießereikran bei 450°C Umgebungstemperatur
- Oberflächenfehler an Einspritzdüsen: Fehler < 300 nm

Erkennung ist begrenzt durch:

- 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

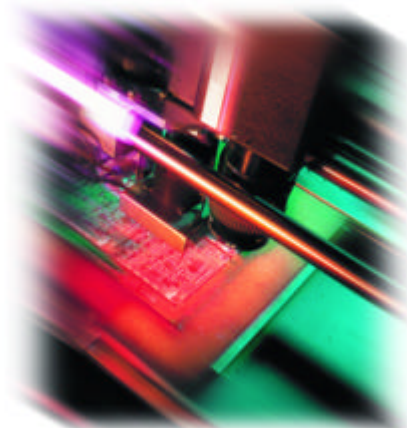


Vermessung von Tintentropfen im Flug bei Geschwindigkeit 8 m/s (Gesichtsfeld 0,6 x 0,8 mm².)



Alles easy, oder gibt es Grenzen?

- **widrige, schwankende Umgebungsbedingungen:**
Schwingungen, Temperaturschwankungen, Staub, Schmutz, Feuchtigkeit, Aerosole, Hitze, Ölfilm, ...
- **wechselnde Teileeigenschaften / Produkte:**
Größen, optische Eigenschaften (z.B. Korrosion, Farbabweichungen), ungünstige Teilegeometrie, ...
- **zu viele zu prüfende Eigenschaften:**
„Wanderpokale“,
z. B. vollständige 3D-Vermessung nicht immer optisch möglich (Hinterschneidungen)



Alles easy, oder gibt es Grenzen?

Menschliche Einflüsse:

- unrealistische Erwartungen des Anwenders
Vergleich mit einzelnen / spektakulären Vorteilen bisheriger Meßverfahren
- heutige und alle zukünftigen Produkte mit noch unbekanntem Eigenschaften sollen prüfbar sein
- unqualifiziertes / sabotierendes Personal zur Bedienung:
Überzeugung vom Nutzen der Bildverarbeitung ist erste Managementaufgabe.
- Management stellt keine personellen Ressourcen frei für BV

Beachten!

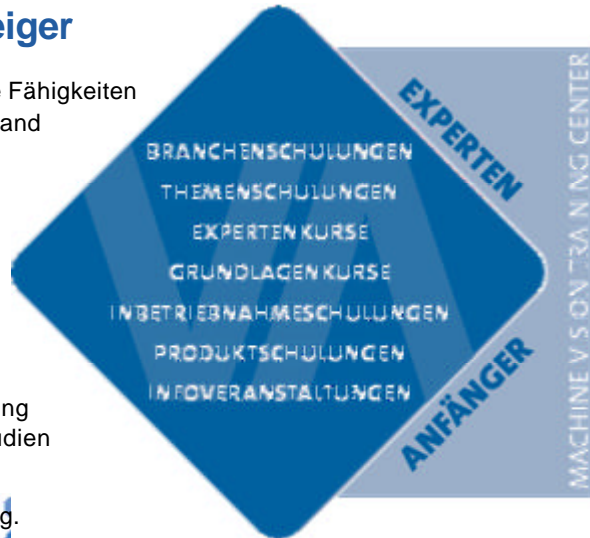
- Bildverarbeitung greift stark in sozio-technische Systeme ein.
- Effektivitätssteigerung ist nur eine Seite.
- Technik soll Menschen die Arbeit leichter machen – nicht sie ersetzen.
- Wenn Technik für den Menschen zur Bedrohung wird, lehnt er sie ab.

Zusammenfassung

- Bildverarbeitung ist mittlerweile allgegenwärtig.
- Möglichkeiten / Fähigkeiten gegenüber menschlicher Inspektion wachsen ständig.
- Vielfalt an lösbaren Aufgabenstellungen verlangt nach Bildverarbeitungs-Wissen.
- Ansatz für Einsteiger: Vom Einfachen zum Schwierigen.
- Lösungsfindung und Umsetzung eine Frage des Make or Buy.
- Bildverarbeitung braucht Pflege!
- Bildverarbeitung arbeitet nicht unter allen Umständen.
- Bildverarbeitung kann man lernen!

Wissensaufbau für Einsteiger

- **Schulungen** für praktisch anwendbare Fähigkeiten
- Einstieg mit verschiedenem Wissensstand
- schrittweiser Kenntnisaufbau
- modulares Konzept
- weltweite Verfügbarkeit
- Termine: 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.

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!

Fragen Sie jetzt!

