

Bildverstehen

Vorlesung an der TU Chemnitz
SS 2012

Johannes Steinmüller

- 1/B309
- Tel.: 531 35198
- stj@informatik.tu-chemnitz.de
- Seite zur Vorlesung:
 - <http://www.tu-chemnitz.de/informatik/KI/edu/biver/>

Buch zur Vorlesung

Steinmüller, J.: Bildanalyse – Von der Bildverarbeitung zur räumlichen Interpretation von Bildern
Springer, 2008



Übung

- Di, 7.30 – 9.00 Uhr, 1/208
- Beginn: 17.04.2012

Übersicht der Vorlesung

1. Einführung
2. Bildverarbeitung
3. Morphologische Operationen
4. Bildsegmentierung
5. Merkmale von Objekten
6. Klassifikation
7. Dreidimensionale Bildinterpretation
8. Bewegungsanalyse aus Bildfolgen
9. PCA (Hauptkomponentenanalyse)
10. ICA (Independent Component Analysis – Unabhängigkeitsanalyse)

1 Einführung

1 Einführung

- 1.1 Einordnung des Fachgebietes
- 1.2 Was ist Bildanalyse
- 1.3 Einige Daten zur Entwicklung des Fachgebietes
- 1.4 Grundbegriffe und Vorgehensweise bei der Bildanalyse
- 1.5 Anwendungen
- 1.6 Literaturhinweise

1.1 Einordnung des Fachgebietes

Einordnung des Fachgebietes

- Analyse und Interpretation von visueller Information
- Bilder oder Bildfolgen
- eines der schwierigsten Teilgebiete der Informatik (Künstliche Intelligenz)
- neben der Bearbeitung von Bildern geht es bei der Bildanalyse (Bildverstehen) auch darum, auf den Bildern etwas zu erkennen (Objekte)
- noch viele Fragen offen

Einordnung des Fachgebietes

- Es existieren noch keine maschinellen Sehsysteme, die auch nur annähernd die Leistungsfähigkeit des menschlichen Sehsystems erreichen.
- Gründe:
 - Die Konzepte wandelten sich in der Vergangenheit mehrfach grundlegend und sind auch heute noch im Fluss.
 - Hohe Ansprüche an das formale Rüstzeug der Wissenschaftler.
 - Die Funktionsweise biologischer Sehsysteme ist erst wenig verstanden.
 - Oft benötigt man Systeme, die in kurzer Zeit viele Bilder auswerten müssen.

Beispiel

- ein kleines Kind kann aus 100 Bildern verschiedener Frauen problemlos das mit seiner Mutter herausfinden
- ein Computerprogramm, das 10 geometrische Figuren unterscheiden soll, ist schon aufwendig

Verschiedene Herangehensweisen

- **Informatik**
 - Künstliche Intelligenz
 - Digitale Bildverarbeitung
 - Mustererkennung
- **Neurokognition** (Verhalten und Erleben der Menschen)
 - Vorlesungen von Prof. Hamker
- **Neurophysiologie** (Lebensvorgänge und Funktionen des menschlichen Nervensystems)

Einordnung des Fachgebietes

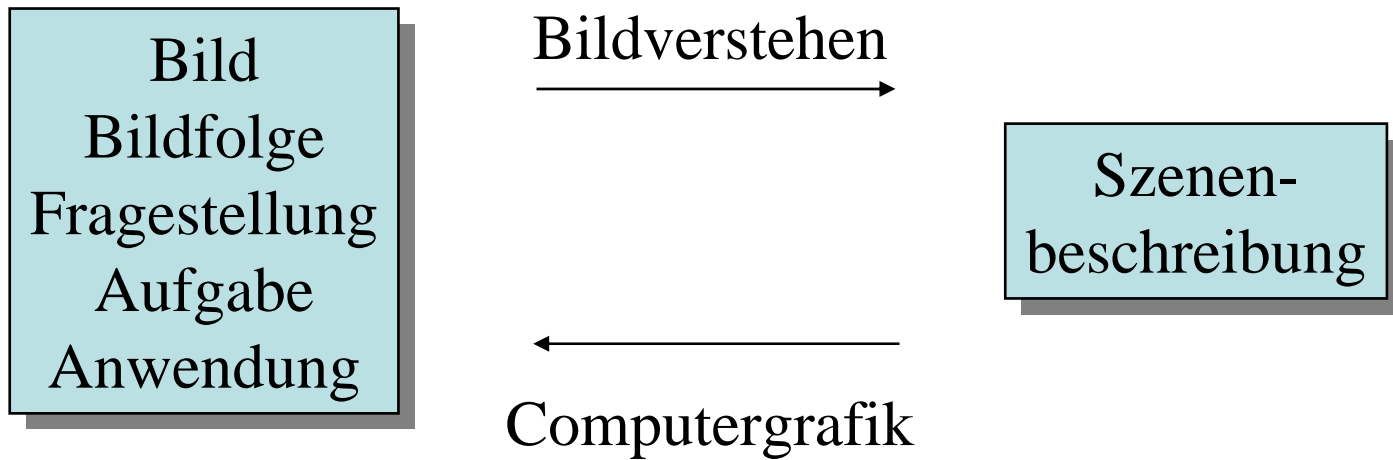
Innerhalb der graphischen Datenverarbeitung ordnen wir uns wie folgt ein:

Eingabe Ausgabe	Bild(er)	Beschreibung
Bild(er)	Bildverarbeitung	Computergrafik
Beschreibung	Bildanalyse Bildverstehen	Alles Andere

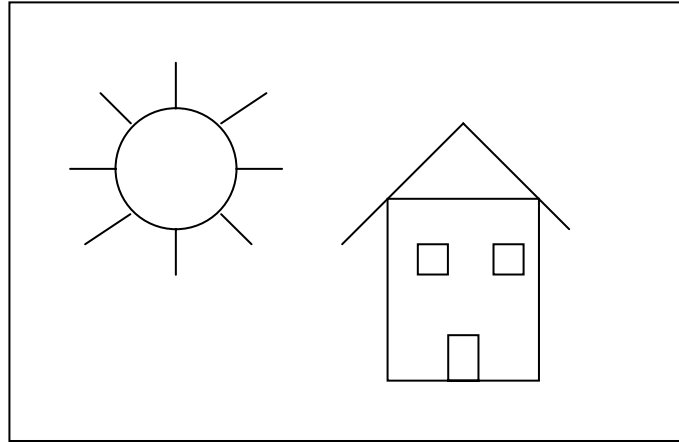
1.2 Was ist Bildanalyse?

Bildverstehen

Rekonstruktion und Deutung einer Szene
anhand von Bildern



Wie versteht man dieses Bild?



- ein Binärbild
- eine Kreislinie, und 25 Strecken
- 1 Kreis, 4 Rechtecke und 10 einzelne Linien
- Sonne und Haus
- es ist schönes Wetter, die Sonne scheint

Einige mögliche und schon anspruchsvollere Fragestellungen – Anwendungen

- kollisionsfreies Navigieren eines Roboters in der Szene
- planmäßiges Greifen und Manipulieren von Objekten in der Szene durch einen Industrieroboter
- Ausgabe von Warnsignalen bei gefährlichen Situationen
- inhaltsbasierte Bildsuche im Internet
- Ausgabe einer sprachlichen Szenenbeschreibung
- Beantworten sprachlicher Anfragen bezüglich der Szene

1.3 Entwicklung des Fachgebietes

Entwicklung des Fachgebietes

- **1955:** Aufbereitung von Luftbildern
- **1960:** Zeichenerkennung, Mustererkennung (Klassifikation)
- **1965:** Analyse von Polyederszenen (Blockswelt)
- **1975:** Rekonstruktion dreidimensionaler Informationen aus zweidimensionalen Bildern, Klassifizierung von Knoten und Kanten in Blocksweltszenen
- **1979:** Analyse von Straßenverkehrsszenen
- **1982:** Untersuchung biologischer Systeme, Einbeziehung von Forschungsergebnissen aus der Neurophysiologie und Psychophysik für das Bildverstehen, Orientierung an kognitiven Zielen (Modell von Marr)
- **1990:** Modellierung eines Sehsystems als aktiv handelnder Agent
- **1990:** Anwendung neuronaler Netze
- **1992:** automatische Fahrzeugsteuerung

1.4 Grundbegriffe und Vorgehensweise bei der Bildanalyse

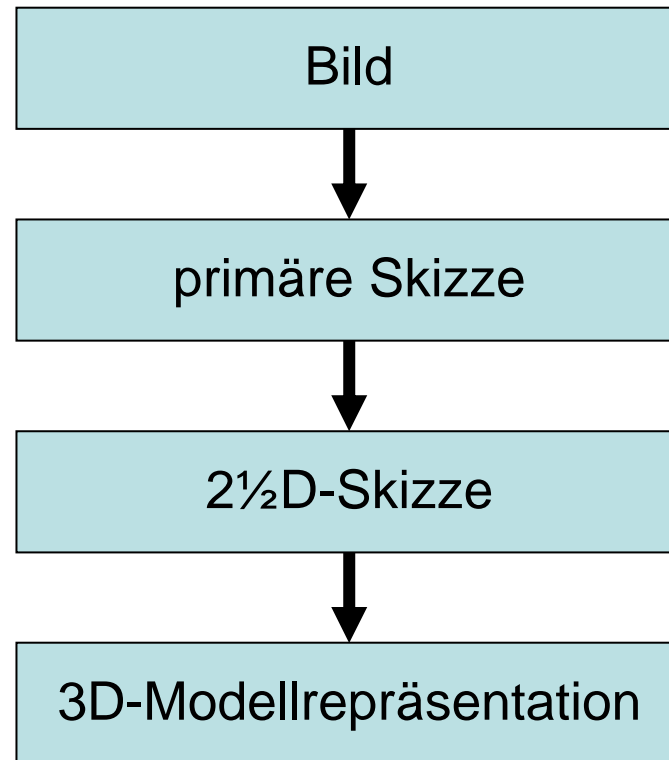
Grundbegriffe und Vorgehensweise

- Wir betrachten 2 Modelle, um wesentliche Begriffe und die prinzipielle Vorgehensweise der Bildanalyse zu demonstrieren.

1. Modell nach Marr

2. Modell der Bildanalyse

Modell nach Marr



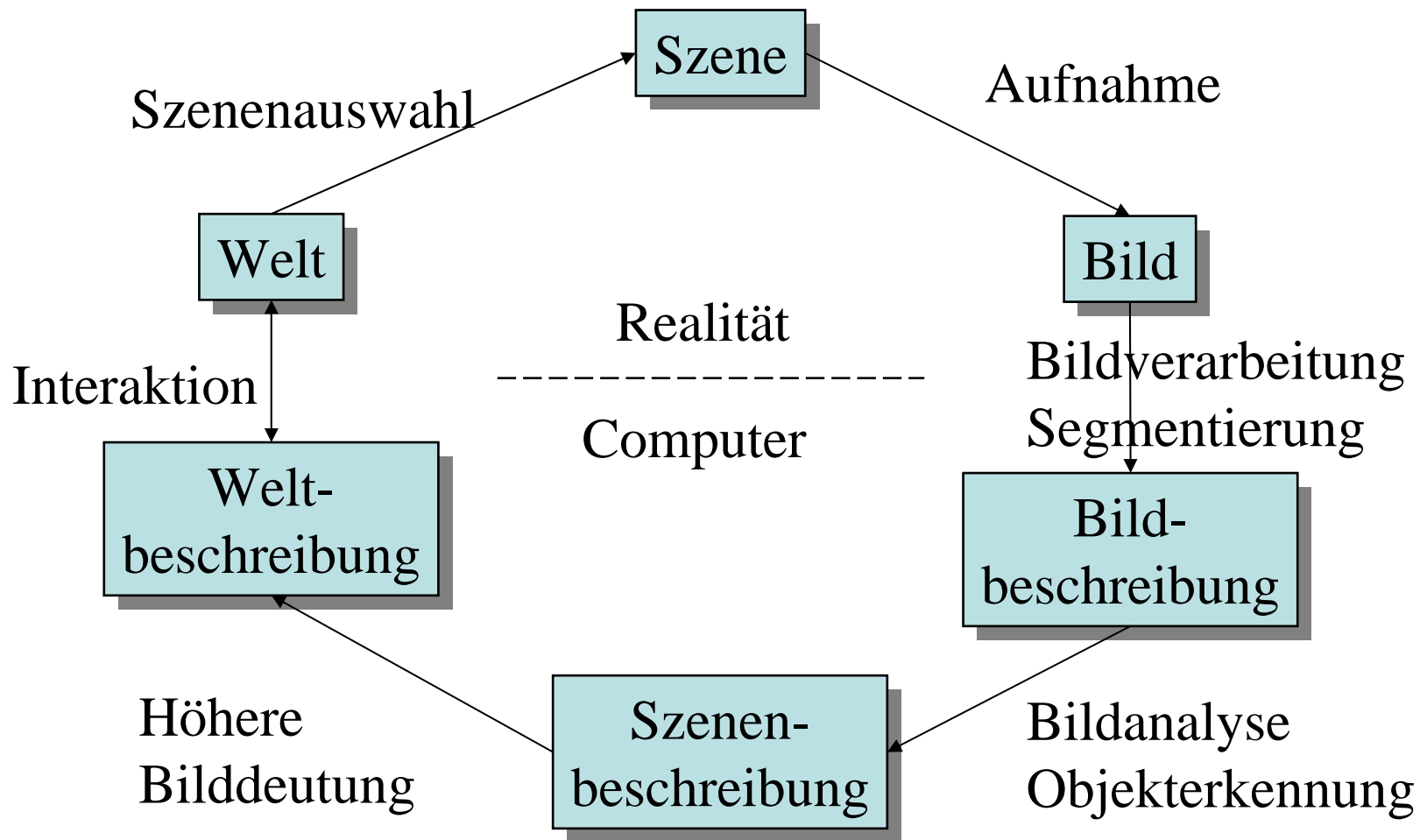
Modell nach Marr

- **Bild:** digitales Rasterbild mit radiometrischen Eigenschaften jedes Bildpunktes, wie:
 - Grauwert
 - Farbe
- **primäre Skizze:** erster Eindruck, die sehr große Datenmenge des Bildes soll sinnvoll reduziert werden, ohne wesentliche Informationen für die nachfolgenden Verarbeitungsschritte zu verlieren, z.B.:
 - Grauwertänderungen, Kanten
 - lokale 2D-Geometrie einfacher Bildelemente
 - Gruppierung einfacher Elemente

Modell nach Marr

- **2½D-Skizze:** geometrische und photometrische Eigenschaften der **sichtbaren** Oberflächen:
 - partielle Form- und Geometriekonstruktion
 - Tiefeninformation
 - Orientierung der sichtbaren Oberflächen (Normalvektoren)
 - Konturen von Oberflächendiskontinuitäten (Orientierungssprünge, Entfernungsänderungen)
- **3D-Repräsentation:**
 - Integration mehrerer 2½D-Skizzen
 - Aussagen über verdeckte Teile
 - Szenenbeschreibung (Objekte und deren Relationen zueinander)

Modell zum Bildverstehen



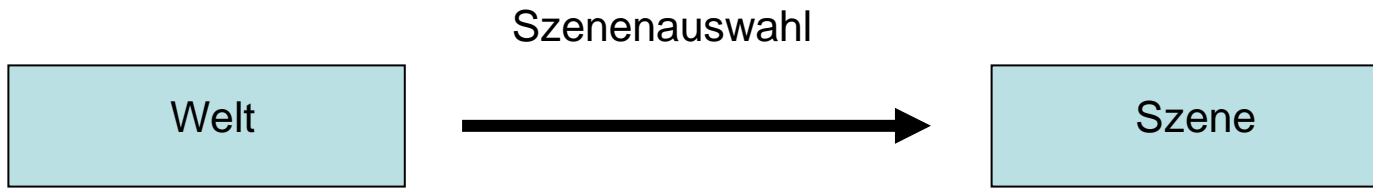
Repräsentationsebenen

- **Welt:**
 - physikalische Objekte mit Attributen
 - Objektkonfigurationen
 - Bewegung der Objekte
- **Szene:**
 - 3D-Ausschnitt der Welt
 - bestimmter Zeitpunkt
- **Bild:**
 - 2D-Abbild einer Szene

Repräsentationsebenen

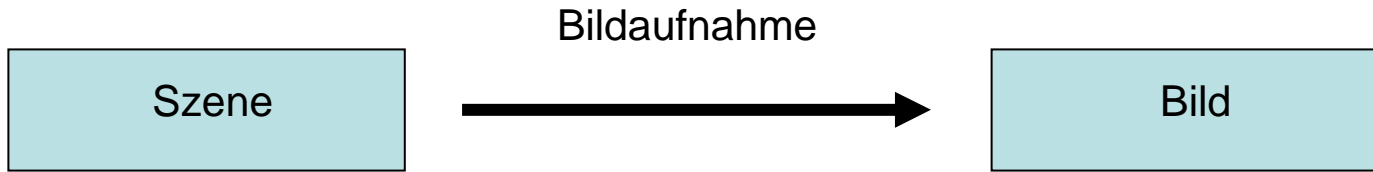
- **Bildbeschreibung:**
 - vom Bild ausgehend (Bottom – up)
 - 2D-Bildelemente (Kanten, Segmente)
 - ohne Vorerwartungen
- **Szenenbeschreibung:**
 - Interpretation der Bildelemente als Szenenelemente, z.B.:
 - Bildkante — Hauskante oder Schattengrenze
 - rotes Segment — Hauswand
 - grünes Segment — Gras
- **Weltbeschreibung:**
 - von einer Fragestellung ausgehend (Top – down)
 - es wird Vorwissen (Hintergrundwissen) benötigt

Szenenauswahl



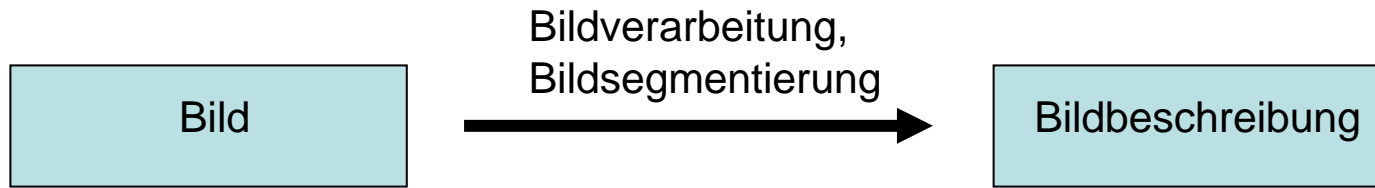
- Was soll betrachtet werden ?
- Wann wird betrachtet ?

Bildaufnahme



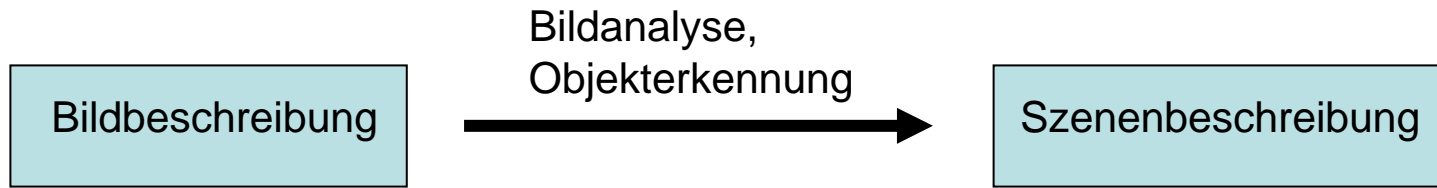
- Wie soll die Szene betrachtet werden ?
- Sensorauswahl
- Probleme der Bildaufnahme siehe Kapitel 7

Bildverarbeitung – Bildsegmentierung



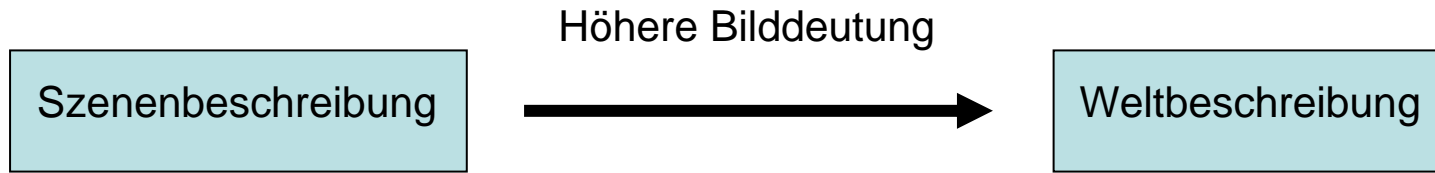
- Bildverbesserung
- Bild zu Bild Transformationen
- Finden von Kanten
- Finden von homogenen Bildbereichen (Bildsegmentierung)
- Kapitel 2, 3 und 4

Bildanalyse – Objekterkennung



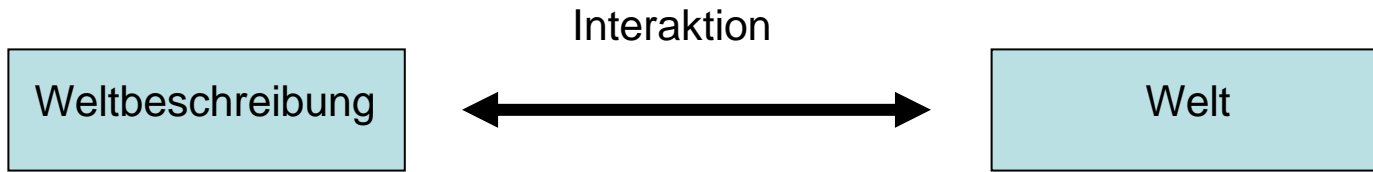
- Gruppierung einfacher geometrischer Objekte (parallele Linien, Punkte auf gegebenen Kurven)
- Berechnung von Objektmerkmalen
- Klassifikation von Objekten
- Shape from X (die Form wird aufgrund einer bestimmten Methode X errechnet)
- 2½D – Rekonstruktion der Szene
- Kapitel 5, 6 und 7

Höhere Bilddeutung



- Repräsentation und Prozesse oberhalb der Ebene erkannter Objekte
- Objektkonfigurationen
- Situationen
- Bewegungsabläufe
- Episoden

Interaktion



- direkte Interaktion mit der Umwelt
- Umwelt verändern
- Richtigkeit des bildverstehenden Systems verifizieren
- aktiver Roboter

1.5 Anwendungen

Spezielle Anwendungen

- Zeichenerkennung
- Qualitätsprüfung in der industriellen Produktion
- Medizinische Bildanalyse
- Luftbildauswertung
- Fahrzeugsteuerung
- Gesichtserkennung
- Robotik
- Inhaltsbasierte Bildsuche im Internet (Suche nach vermissten Kindern, Suche nach staatsfeindlichen Symbolen)

Zeichen- und Texterkennung

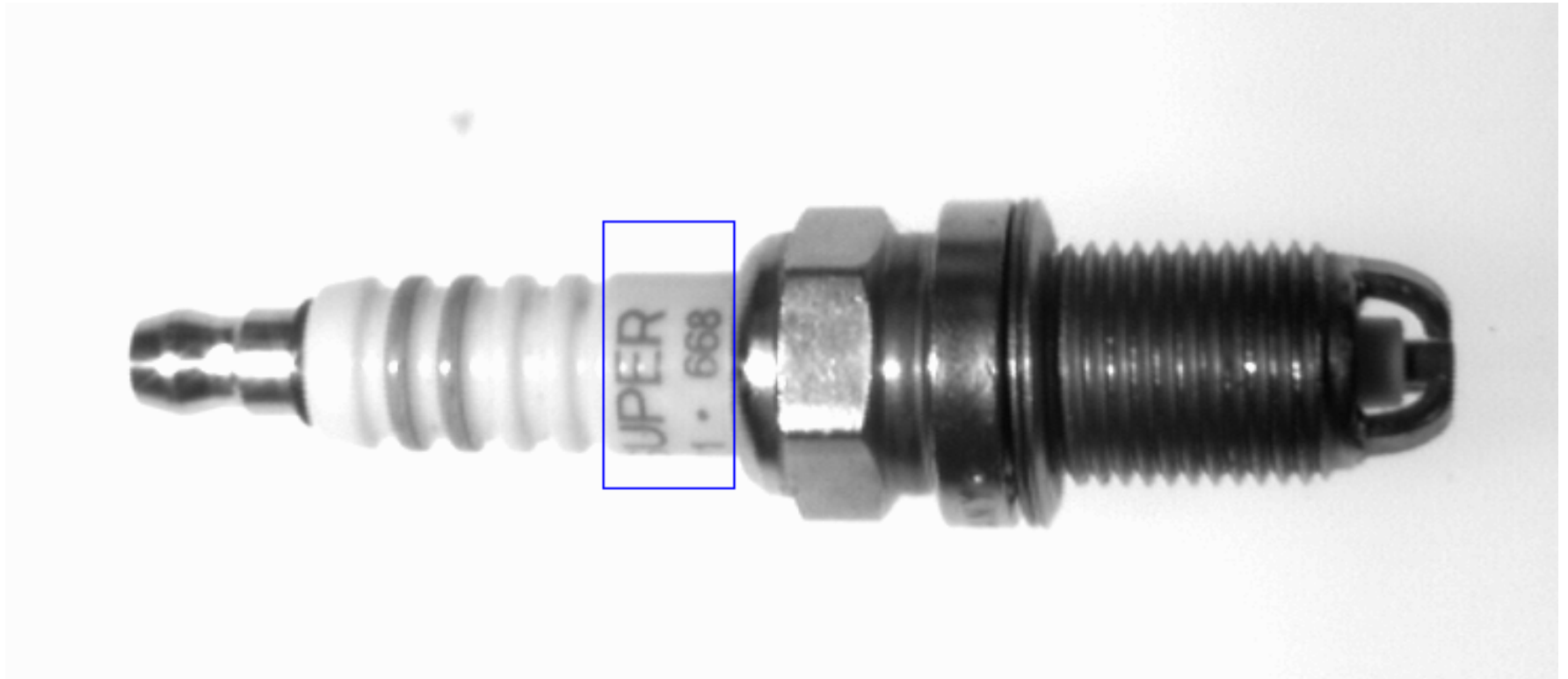
DM
-123,45

8376308376010085J

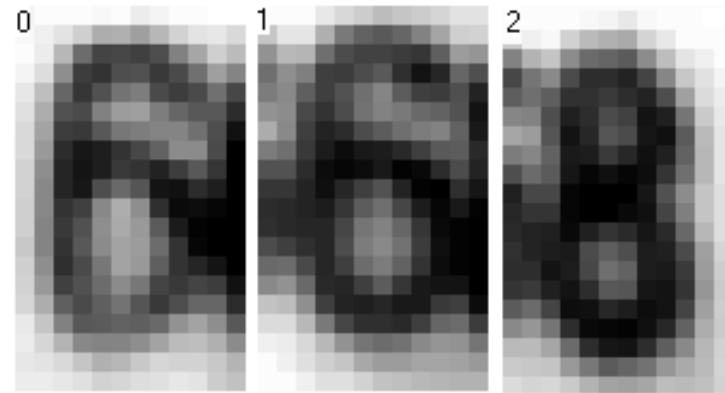
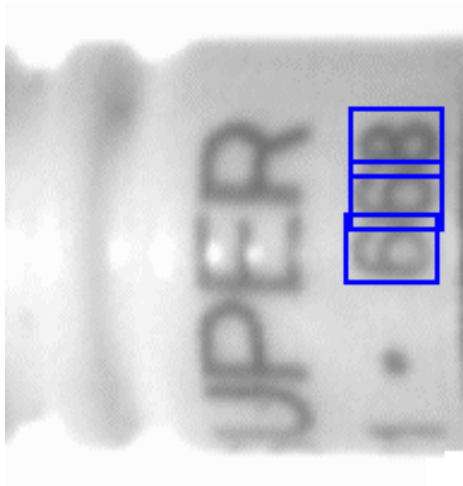
Schrifterkennung



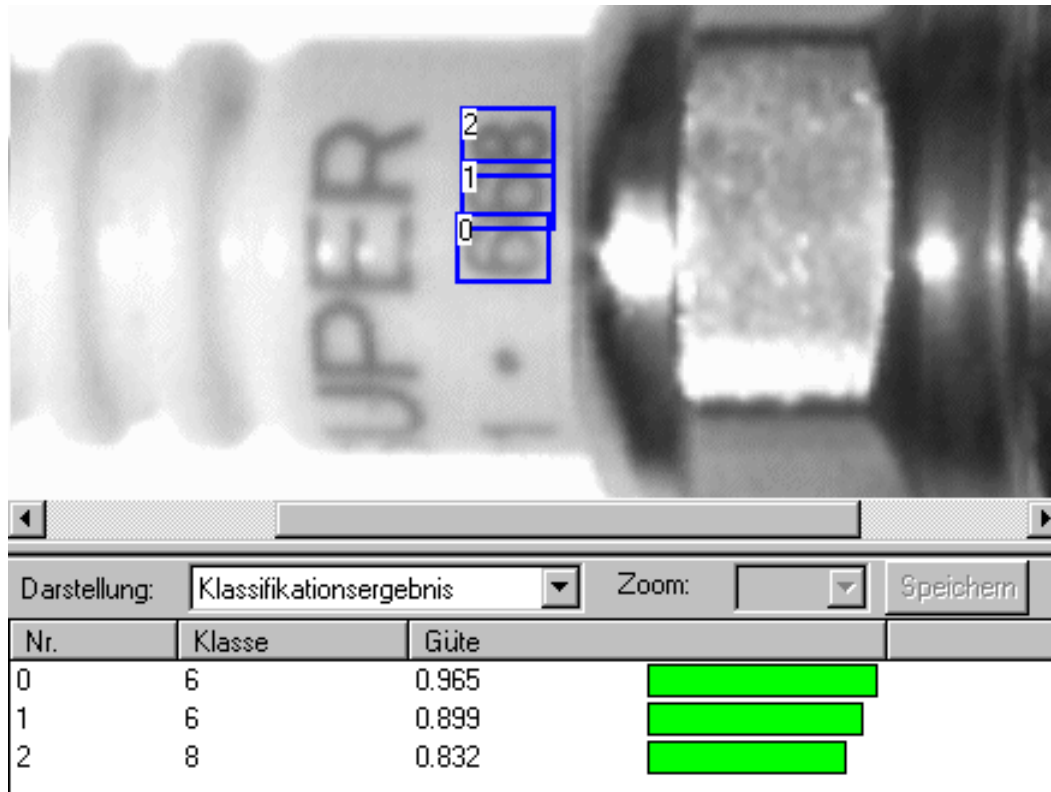
Schrifterkennung



Schrifterkennung



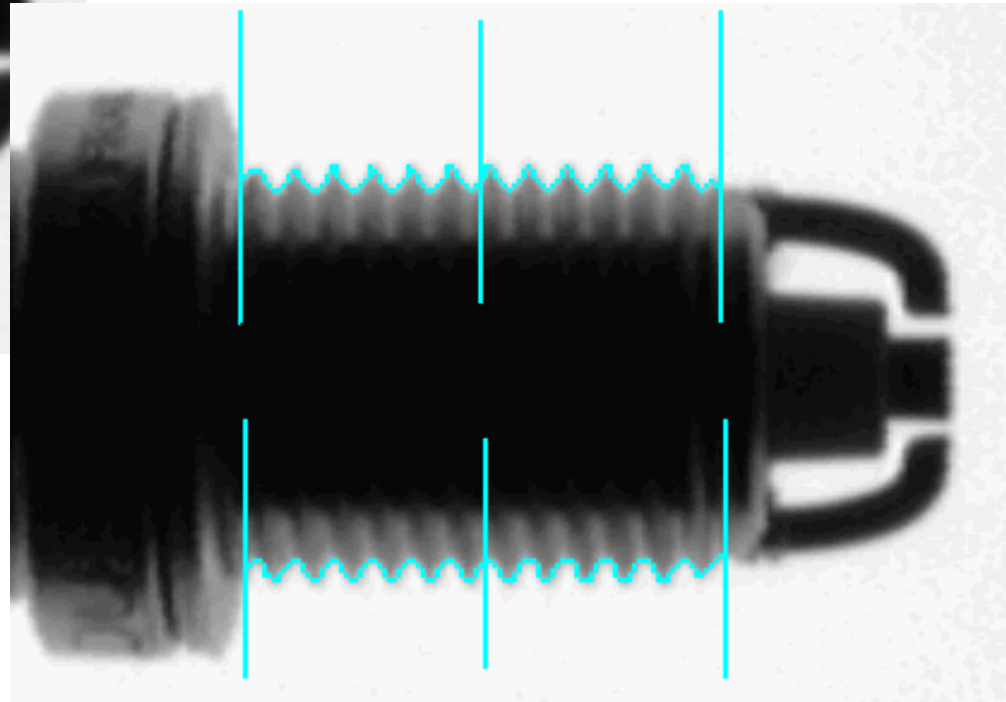
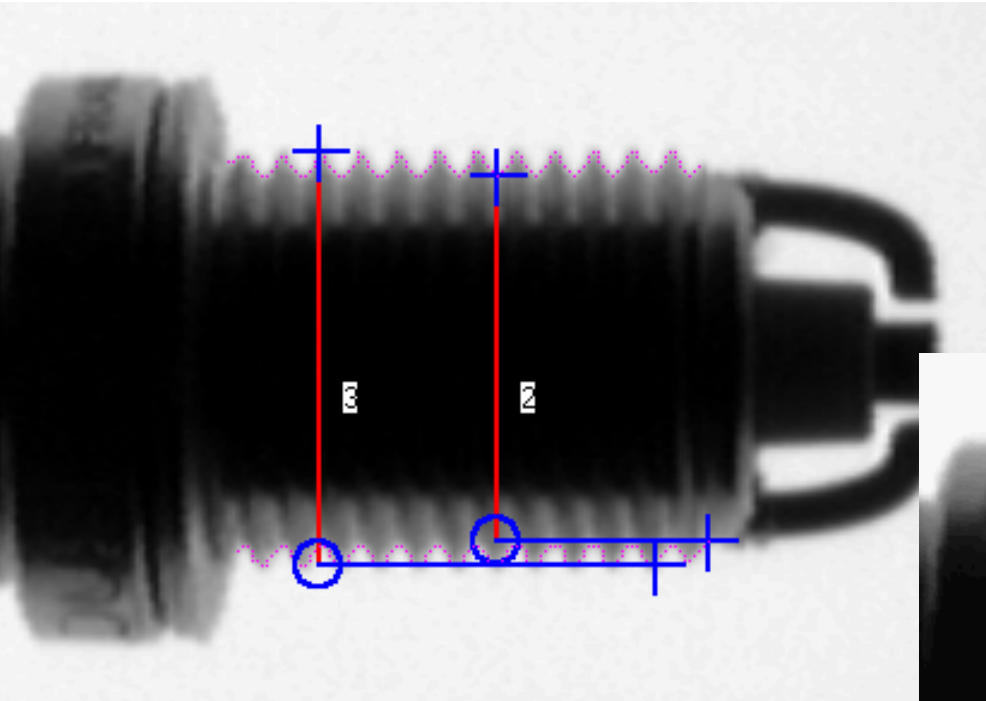
Schrifterkennung



Maßprüfung - Gewindetiefe



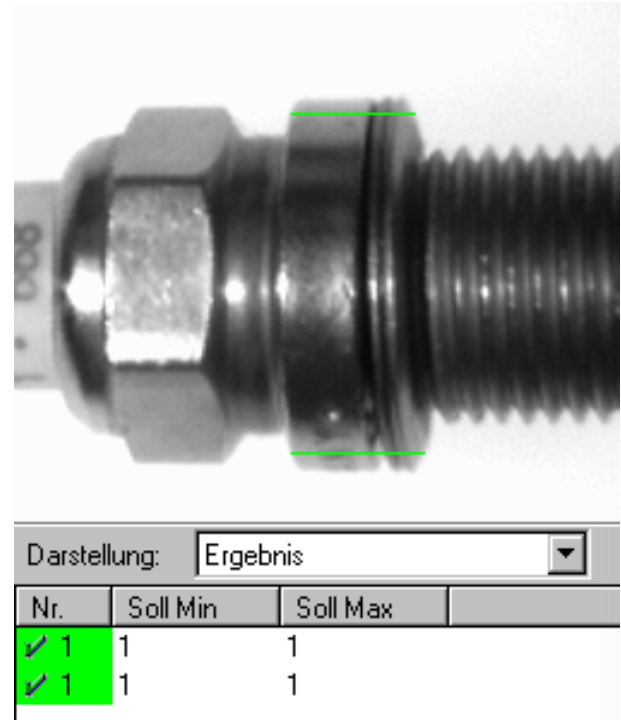
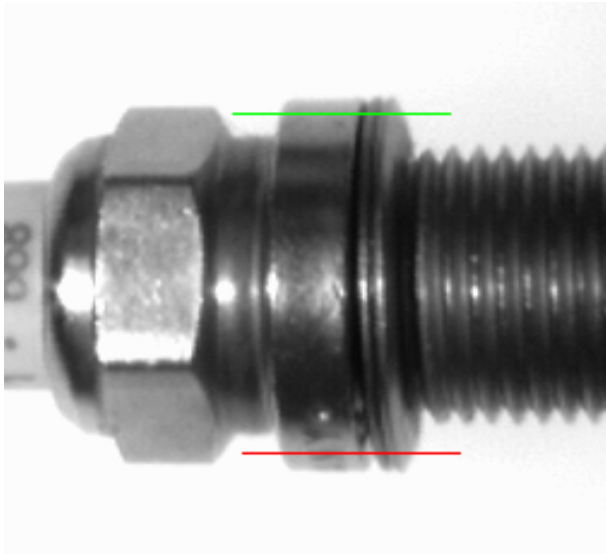
Maßprüfung - Gewindetiefe



Anwesenheitskontrolle



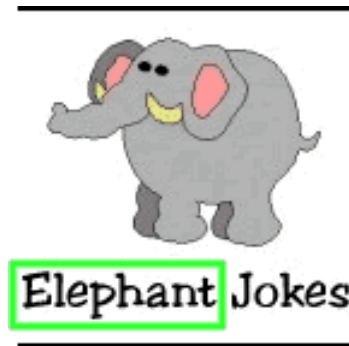
Anwesenheitskontrolle



Inhaltsbasierte Bildsuche im Internet

- Texterkennung in Bildern
- Gesichtserkennung (Personensuche)
- Symbolerkennung

Inhaltsbasierte Bildsuche im Internet



Inhaltsbasierte Bildsuche im Internet

- Suche nach vermissten Kindern
- Suche nach staatsfeindlichen Symbolen

1.6 Literaturhinweise

siehe Buch