

Bildverarbeitung 1 Vom Pixel zum Objekt

Dr. Andrea Miene

Grundlagen und Formalien (Überblick)

- ▶ Formalien
 - Scheinkriterien
 - Übungen: Termine, Inhalt und Ablauf
- ▶ Überblick Veranstaltungsinhalte
- ▶ Grundlagen der Bildverarbeitung

Scheinkriterien

Erwerb eines SBLN in den Übungen

- ▶ n Übungszettel müssen bearbeitet werden
- ▶ $n-1$ müssen bestanden werden
 - Bestanden wenn mindestens 50% der Punkte erreicht wurden
- ▶ Die Punkte aller n Übungszettel fließen in die Note ein
- ▶ Bearbeitung in Gruppen von 4-5 Personen
- ▶ Fachgespräch
 - Allgemeine Fragen zum Inhalt der Vorlesung und der Übungen
 - Codeinspektion: Erläuterung der eigenen Umsetzung der Aufgaben. Jede Person kann zu jeder Aufgabe gefragt werden.

Scheinkriterien

Erwerb eines SBLN über eine mündliche Prüfung

- ▶ Stoff der Vorlesung (Theorie und Grundlagen)
- ▶ Stoff der Übungen muss ebenfalls geprüft werden (6 ECTS!)
 - Schwerpunkt auf Anwendungen und Interpretation
 - Keine Fragen nach Implementierungsdetails, ggf. prinzipielle Fragen zu den Algorithmen
- ▶ Bei nicht Erscheinen zu vereinbarten Prüfungsterminen muss das Modul leider als 1x nicht bestanden gewertet werden

Übungen – Termine

- ▶ Do. 13:00-15:00, ab 2.11.06, Andree Lüdtke
- ▶ Di. 10:00-12:00, ab 31.10.06, Jean-Pierre Schober

- ▶ Beide Übungen finden statt im TAB Gebäude,
Raum 1.50

Übungen - Ort

- ▶ TAB, Am Fallturm 1, Eingang E (gegenüber vom Fallturm)
- ▶ Raum 1.50:
erste Etage,
rechter Flur



Übungen

- ▶ 6 Übungszettel
- ▶ Jeweils 3 Wochen Laufzeit mit einer Woche Überschneidung
- ▶ Bearbeitung in Gruppen von 4-5 Studierenden
- ▶ Inhalt der Übungszettel:
 - Praktische Programmieraufgaben in C/C++ unter Verwendung der **Intel OpenCV** Bibliothek
 - Anwendungsaufgaben
 - Interpretation und Bewertung der Ergebnisse
- ▶ Verspätete Abgabe = 0 Punkte!
- ▶ Weitere Einzelheiten in den Übungen

Anmeldung

- ▶ Auf der Webseite zur Vorlesung http://www.tzi.de/~andrea/BV1_0607.html findet ihr unter **Anmeldung** einen Link, der euch zum Anmeldeformular führt
- ▶ Wenn ihr einen SBLN erwerben möchtet, (in den Übungen oder über eine Prüfung) meldet euch bitte an
- ▶ Diese Anmeldung dient nur dem Zweck, eure Daten (insbes. Mail Adressen) in leserlicher Form zu erhalten und ersetzt nicht die offizielle Modulanmeldung!

OpenCV

- ▶ Intel® Open Source Computer Vision Library
- ▶ Frei verfügbare Bibliothek mit Algorithmen für die Bildverarbeitung
- ▶ Verfügbar für Windows und Linux (+MAC)
- ▶ Programmiersprachen C und C++
- ▶ Hohe Geschwindigkeit
- ▶ Algorithmen optimiert für PCs mit Intel Architekturen

OpenCV

- ▶ Basiert auf der Image Processing Library (IPL)
- ▶ Mehr als 300 Funktionen
 - Viele Basisfunktionen
 - Algorithmen aus Forschungsprojekten
- ▶ OpenCV Bibliothek besteht aus vier Teilen:
 - Grundfunktionen der BV (cv.h)
 - Spezielle (zum Teil experimentelle) BV Funktionen (cvaux.h)
 - einfache, plattformunabhängige GUI-Funktionen (highgui.h)
 - Sonstige Basisstrukturen und Basisoperationen (cxcore.h)

OpenCV Funktionen (Auswahl)

- ▶ Bilder laden und speichern
- ▶ Dynamische Datenstrukturen, nicht nur für Bilder, sondern auch Matrizen, Vektoren, Listen, Trees, Queues...
- ▶ Operatoren zur Manipulation von Bilddaten, Matrizen etc.
- ▶ Funktionen aus der linearen Algebra
- ▶ Einfache Bildverarbeitungsfunktionen (Filter, Interpolation, Farbumwandlung, Histogrammberechnung ...)
- ▶ Komplexe Funktionen (z.B. Detektion von Gesichtern) ...
- ▶ ...

OpenCV - Links

- ▶ Offizielle Intel OpenCV Seite:
<http://www.intel.com/technology/computing/opencv>
- ▶ Sourceforge: <http://sourceforge.net/projects/opencv>
- ▶ Open-CV Wiki: <http://opencvlibrary.sourceforge.net>
- ▶ News-Group: <http://groups.yahoo.com/group/OpenCV>

Übungen

- Vorläufiger Semesterplan (Änderungen vorbehalten!):

1. Einrichten der Entwicklungs- umgebung, Benutzen der OpenCV Bibliothek, optische Täuschungen	30.10.06	20.11.06
2. Vorverarbeitung	13.11.06	04.12.06
3. Segmentierung	27.11.06	18.12.06
4. Segmentierung/Merkmalsextraktion	11.12.06	08.01.07
5. Merkmalsextraktion	08.01.07	29.01.07
6. Klassifikation	22.01.07	12.02.07

Inhalt der Veranstaltung

Grundlagen

Anwendungen

Menschliches
vs. Maschinelles
Sehen

Farbbild-
verarbeitung

► Bildverarbeitung vom Pixel bis zum erkannten Objekt

- Bildgebung
- Vorverarbeitung
- Segmentierung
- Merkmalsextraktion
- Klassifikation

Binärbild-
verarbeitung

Textur-
analyse

Grundlagen der Bildverarbeitung

- ▶ Anwendungsbereiche
- ▶ Schwierigkeiten in der Bildverarbeitung
- ▶ Menschliches versus maschinelles Sehen
 - Biologische Grundlagen
 - Optische Täuschungen und visuelle Wahrnehmung
 - Repräsentation von Bildern im Rechner

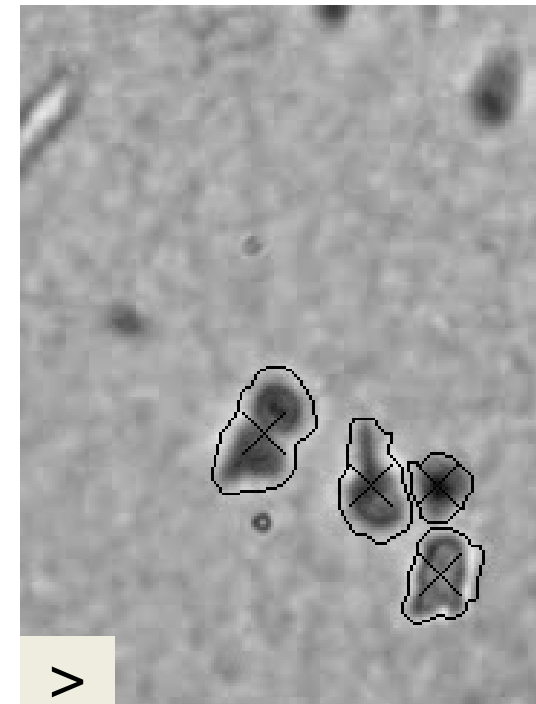
Anwendungsbereiche der BV

- ▶ Medizin (Dokumentation und Diagnostik)
- ▶ Industrie (Qualitätssicherung, Objekterkennung in eingeschränkten Domänen)
- ▶ Erschließung multimedialer Datenbestände (Bild- und Videoverstehen)
- ▶ „Augen“ für Roboter, Greifen von Objekten, Navigation (auch für autonome Fahrzeuge)
- ▶ Videoanalyse
- ▶ ...

Medizin: Cell Tracking

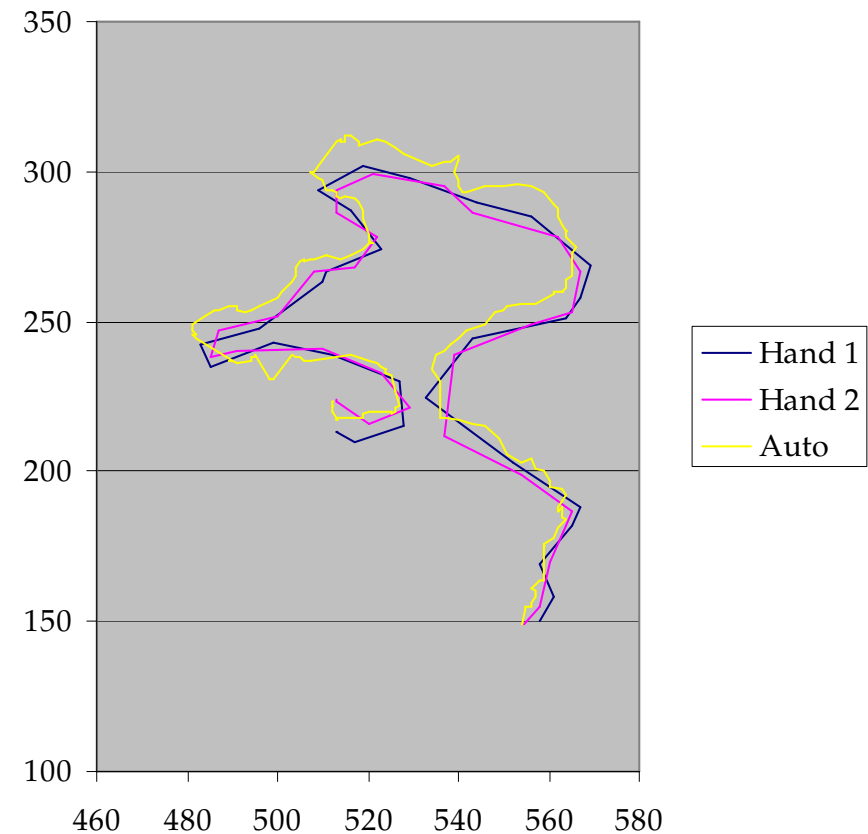
► Projekt Autozell

- Automatisches in vitro cell tracking von Lymphozyten und MV3 Melanoma in dreidimensionalen Collagen-Matrizen
- Partner:
 - TZI Bremen, Bildverarbeitung
 - University of Würzburg, Cell-Migration Group
- 1999-2001 gefördert durch BMBF
- Ersatzmethode zum Tierversuch



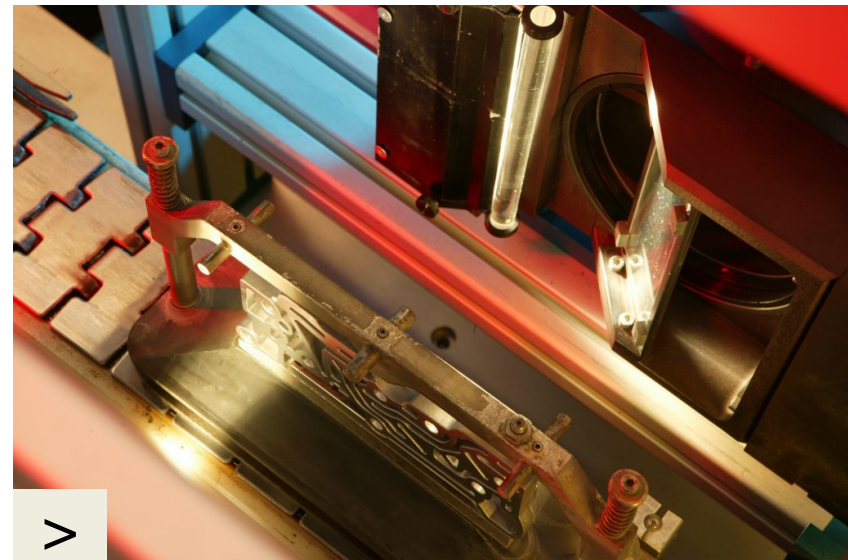
Medizin: Cell Tracking mit Autozell

- ▶ Automatische Erkennung von
 - Trajektorien der Zellbewegungen
 - Zellteilungen
 - Verschmelzungen
 - Sich kreuzenden Trajektorien



Industrie: Oberflächeninspektion

- ▶ CapaCam „Cast Parts Camera System“ für die Gussteilprüfung
- ▶ Kombinierte Oberflächen- und Formprüfung von bearbeiteten Gussteilen
- ▶ Entwickelt am Fraunhofer Institut Integrierte Schaltungen



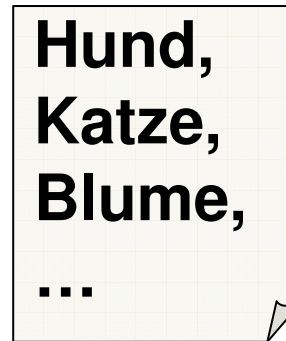
Download-Bereich für Videos:

http://www.iis.fraunhofer.de/bv/auswert/download/index_d.html

Multimedia: Grafische Bildsuche

- ▶ Projekt PictureFinder
- ▶ Entwickelt am TZI, Bereich Bildverarbeitung
- ▶ Kombinierte Suche
 - Stichworte
 - Farbe
 - Textur
- ▶ Suche nach ähnlichen Bildern
- ▶ Online-Demo:
<http://www-agki.tzi.de/bv/pfdemo>

Stichworte



&

Textur



&

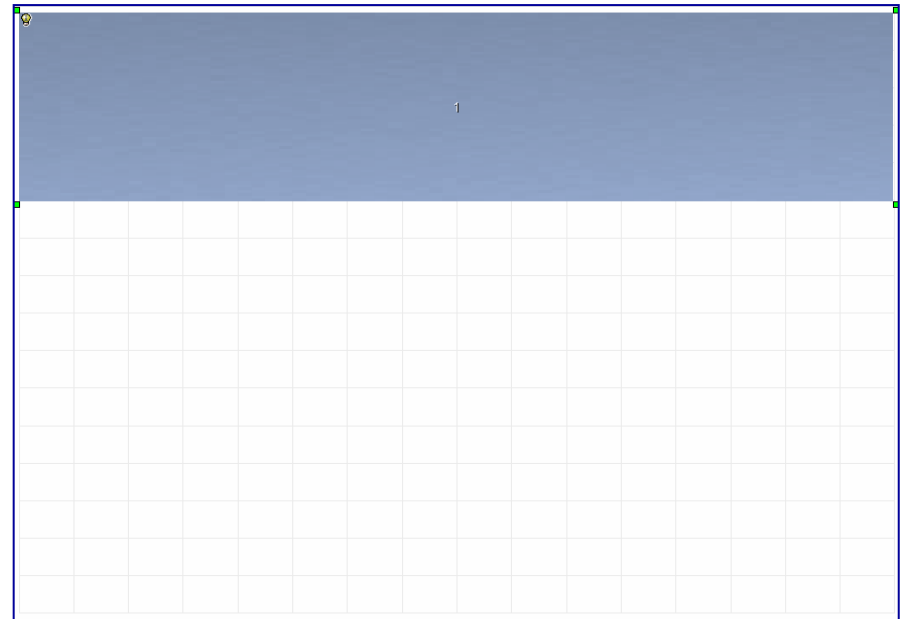
Farbe



&

Multimedia: Grafische Bildsuche

- ▶ Projekt PictureFinder
- ▶ Kombinierte Suche
 - Stichwort: Kos
 - Farbe: Hell blau oben
 - Textur: homogen, oben
- ▶ Suche nach ähnlichen Bildern ...

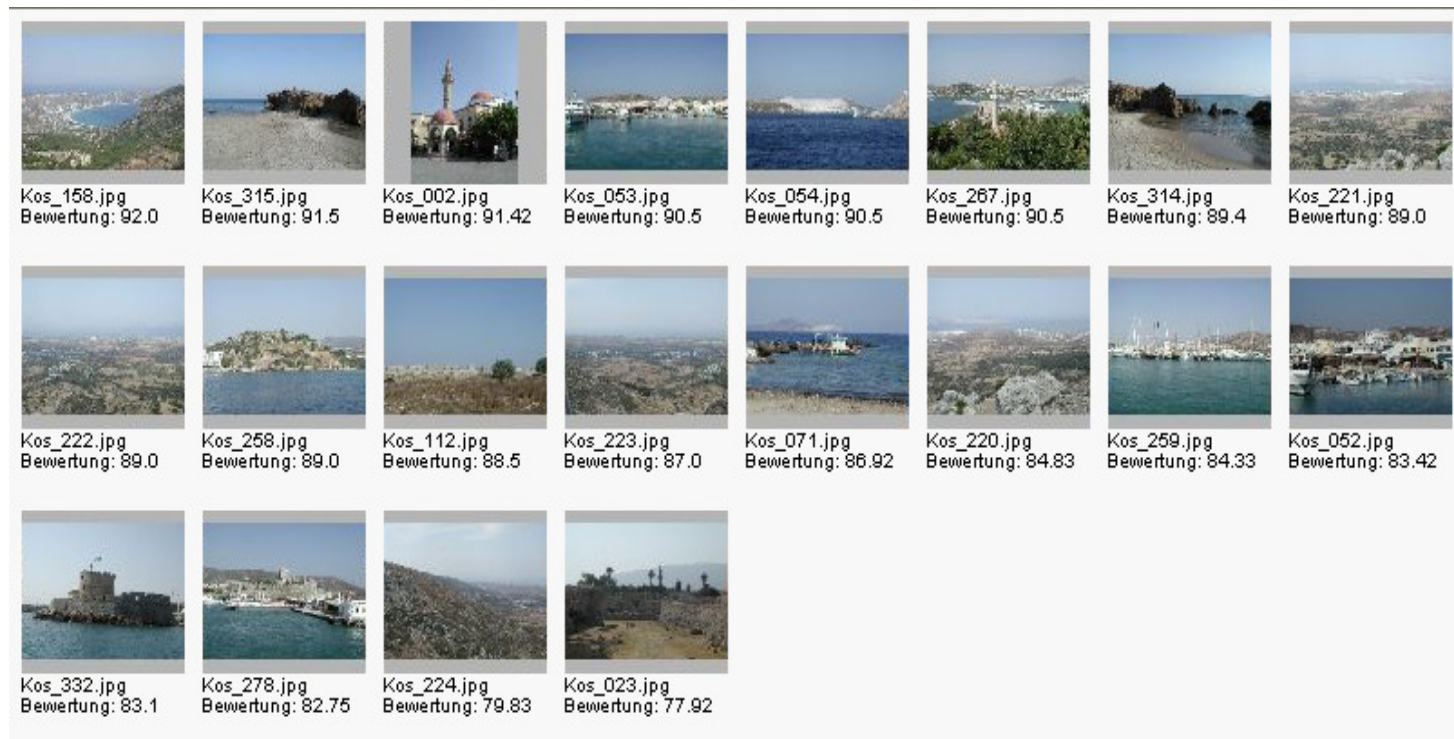
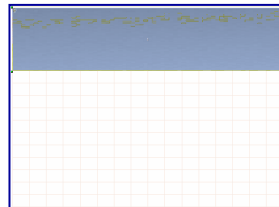


Multimedia: Grafische Bildsuche

► Projekt PictureFinder

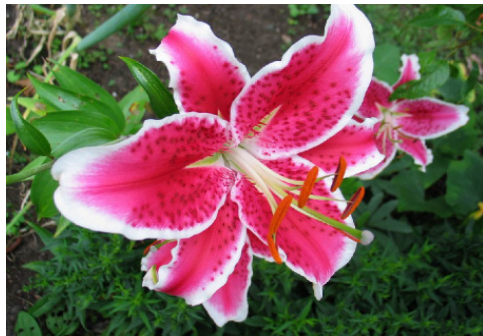
„Kos“

+



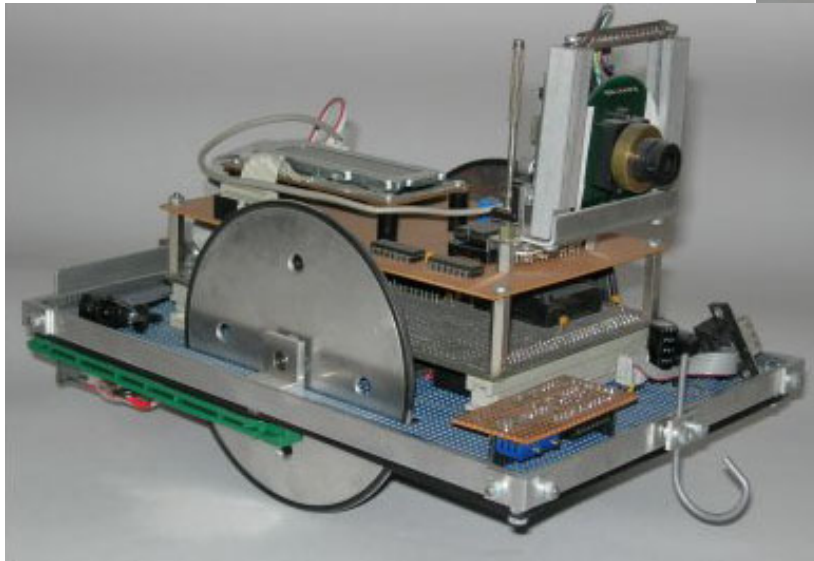
Multimedia: Grafische Bildsuche

► PictureFinder Ähnlichkeitssuche



Robotik

- ▶ Roboter Marvin
- ▶ FH Wedel



http://robotik.fh-wedel.de/projekte/marvin/main_pic_big.jpg

Grundlagen der Bildverarbeitung

- ▶ Anwendungsbereiche
- ▶ Schwierigkeiten in der Bildverarbeitung
- ▶ Menschliches versus maschinelles Sehen
 - Biologische Grundlagen
 - Optische Täuschungen und visuelle Wahrnehmung
 - Repräsentation von Bildern im Rechner

Schwierigkeiten in der Bildverarbeitung

- ▶ Der Rechner „sieht“ anders als wir
- ▶ Informationsverlust durch
 - Projektion von 3D auf 2D
 - Digitale Darstellung mit diskreten Werten
 - Fehlenden Zusammenhang
 - Fehlendes Kontextwissen
 - ...
- ▶ Der Mensch schließt vieles aus dem Kontext und aufgrund von Erfahrungen
 - „Ausblenden“ von Effekten wie Verdeckungen, Reflexionen und Schatten

Schwierigkeiten in der Bildverarbeitung

- ▶ Ein Bildverarbeitungssystem erkennt Szenen und Objekte anhand von Merkmalen
 - Verdeckungen führen zu fehlenden Merkmalen
 - Rauschen, Reflexionen und Schatten führen zu verfälschten Merkmalen
 - Objekte der realen Welt können im Bild sehr unterschiedlich aussehen
 - Oft keine einfachen und keine eindeutigen Modelle
- ▶ In der industriellen BV kann man häufig selber günstige Bedingungen schaffen
- ▶ Interpretation beliebiger Bilder bleibt sehr schwierig

Grundlagen der Bildverarbeitung

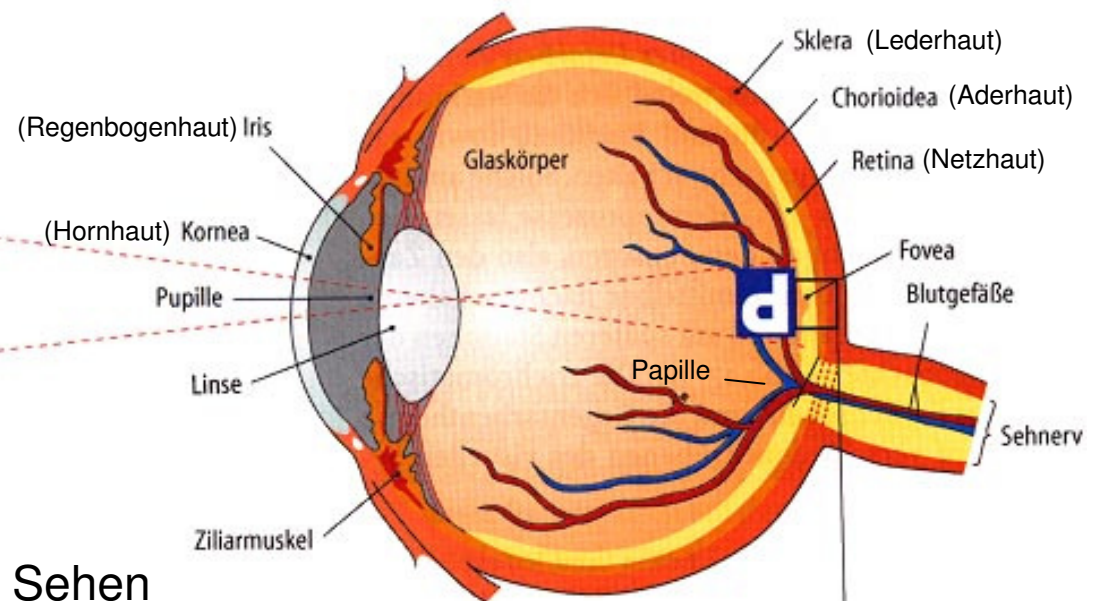
- ▶ Anwendungsbereiche
- ▶ Schwierigkeiten in der Bildverarbeitung
- ▶ Menschliches versus maschinelles Sehen
 - Biologische Grundlagen
 - Optische Täuschungen und visuelle Wahrnehmung
 - Repräsentation von Bildern im Rechner

Grundlagen der Bildverarbeitung

- ▶ Anwendungsbereiche
- ▶ Schwierigkeiten in der Bildverarbeitung
- ▶ Menschliches versus maschinelles Sehen
 - Biologische Grundlagen
 - Optische Täuschungen und visuelle Wahrnehmung
 - Repräsentation von Bildern im Rechner

Menschliches Sehen – Das Auge

- ▶ Öffnen und Schließen der Iris bestimmt Größe der Pupille und reguliert die Lichtmenge
- ▶ Kornea und Linse dienen der Scharfstellung
- ▶ Projektion der Szene vor dem Auge auf die Retina

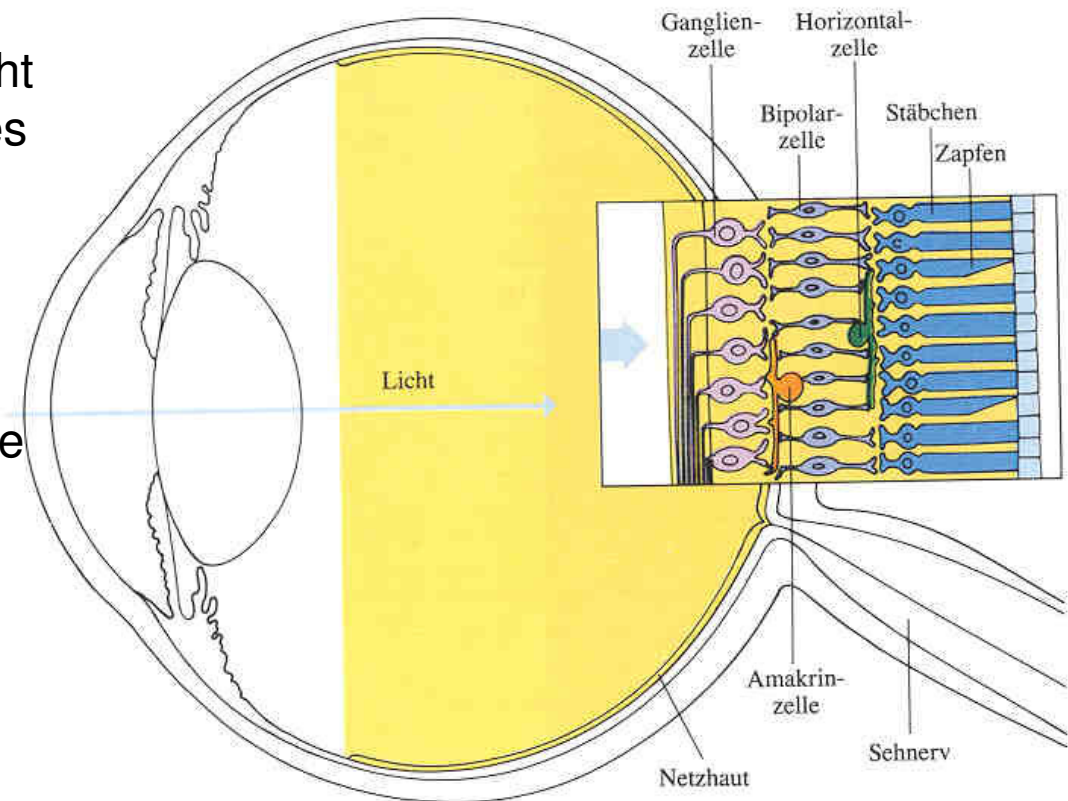


[Birbaumer/Schmidt 05]

- ▶ Papille: Blinder Fleck
- ▶ Retina ist Teil des Gehirns
- ▶ Fovea: Bereich für scharfes Sehen

Menschliches Sehen – Die Retina

- ▶ Retina (Netzhaut) = Zellschicht am „hinteren“ Ende des Auges
- ▶ Enthält Photorezeptoren (Stäbchen und Zapfen)
- ▶ Inverses Auge: Licht muss mehrere Zellschichten durchdringen, bevor es auf die Photorezeptoren trifft
- ▶ Umwandlung von Licht in Nervensignale (elektrische Impulse)



[Hubel 90], S. 46

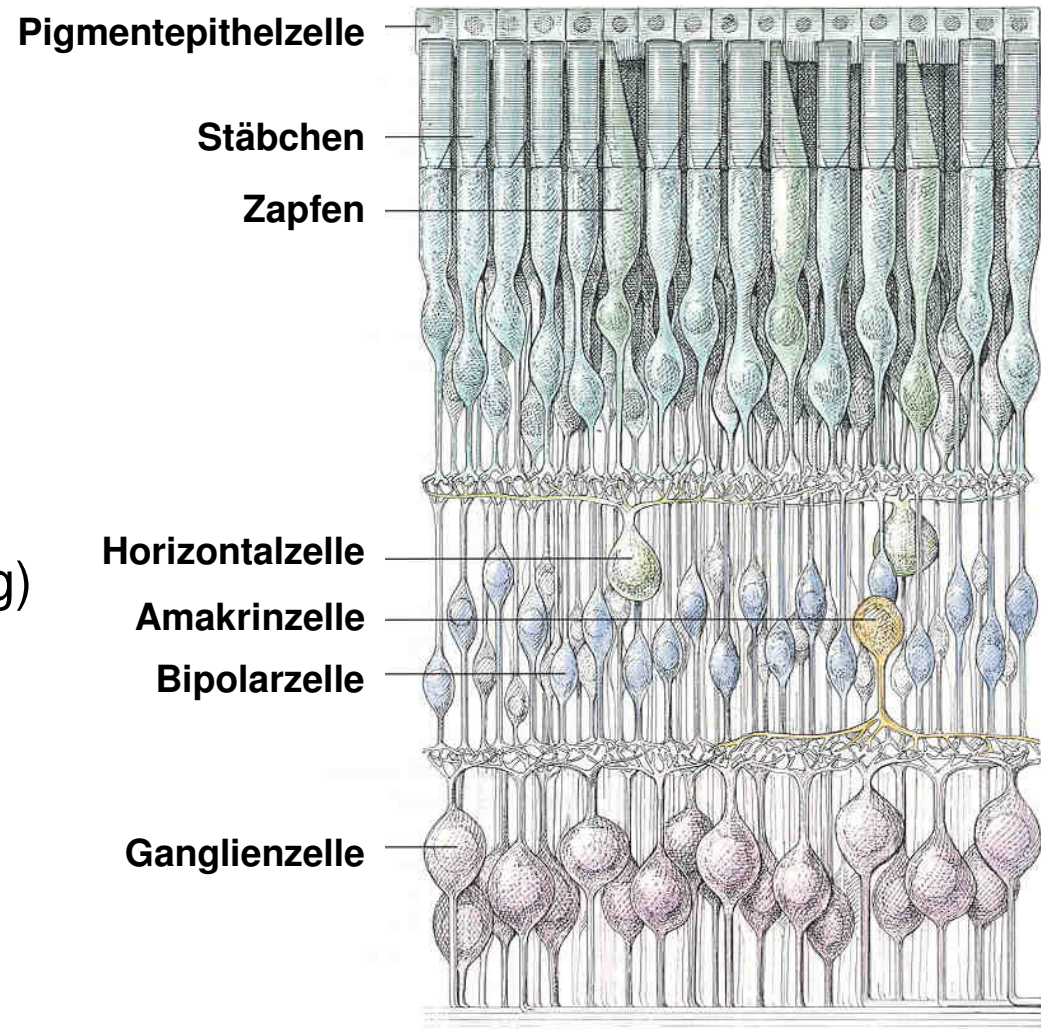
Die Retina

► Stäbchen

- Hell/Dunkel Sehen
- Dämmerungssehen (funktionieren nicht bei sehr heller Beleuchtung)
- Häufiger als Zapfen

► Zapfen

- Detail- und Farbsehen
- reagieren nicht auf schwaches Licht

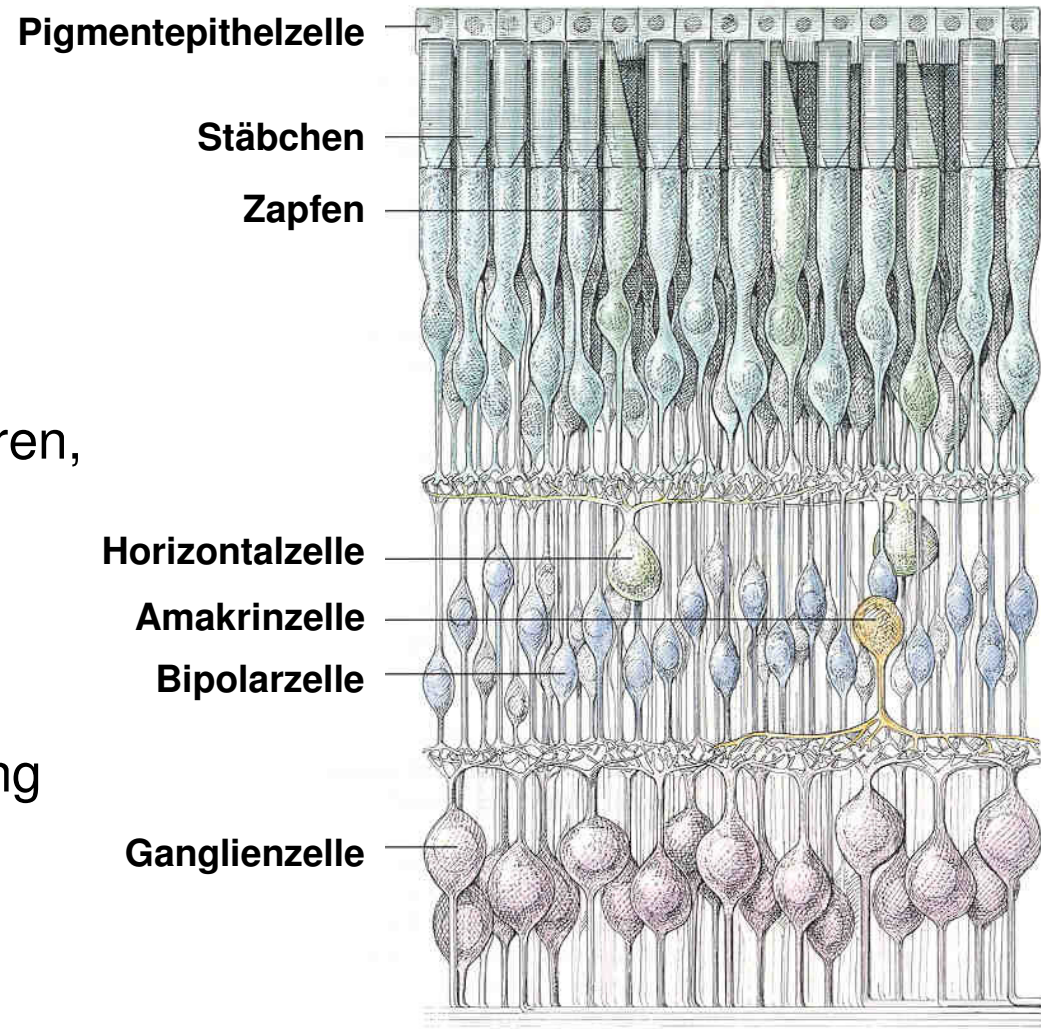


[Hubel 90], S. 47

Die Retina

► Mittlere Schicht

- Bipolarzellen:
Input von den Rezeptoren,
viele Bipolarzellen
projizieren direkt
auf die Ganglienzellen
- Horizontalzellen:
Horizontale Verknüpfung
von Bipolarzellen und
Rezeptoren
 - Kontrastverstärkung

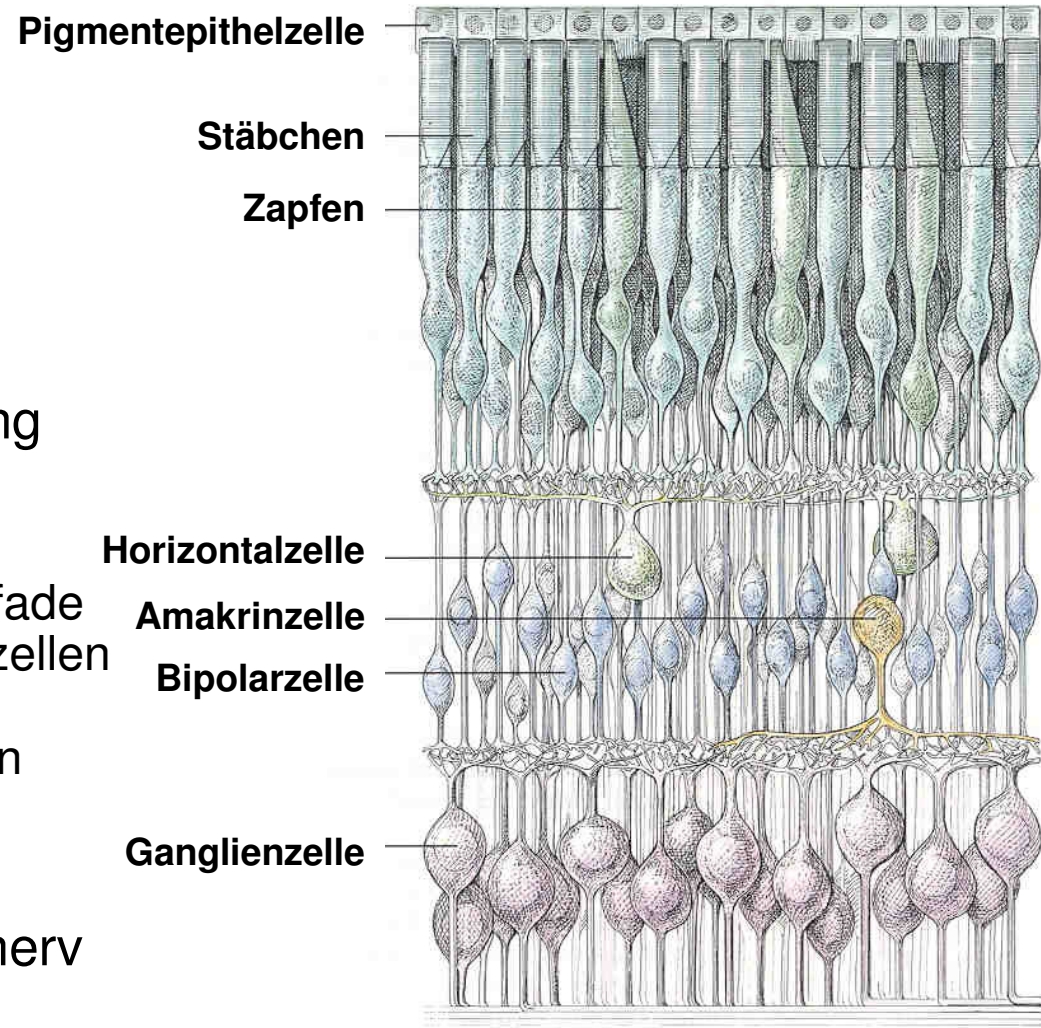


[Hubel 90], S. 47

Die Retina

► Mittlere Schicht

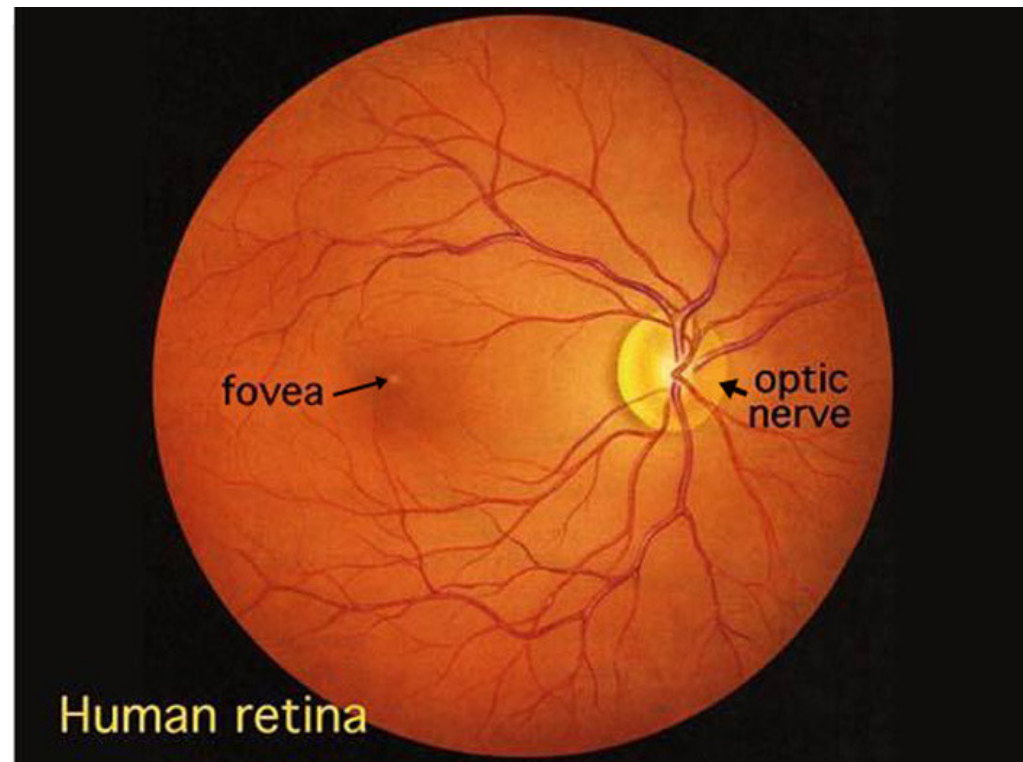
- Amakrinenzellen:
Horizontale Verknüpfung
von Bipolarzellen und
Ganglien
 - Kopplung der Signalfade
zwischen den Bipolarzellen
der Zapfen und der
Stäbchen Bipolarzellen
 - Bewegungssehen
- Axone der Ganglien
bündeln sich zum Sehnerv



[Hubel 90], S. 47

Menschliches Sehen – Die Retina

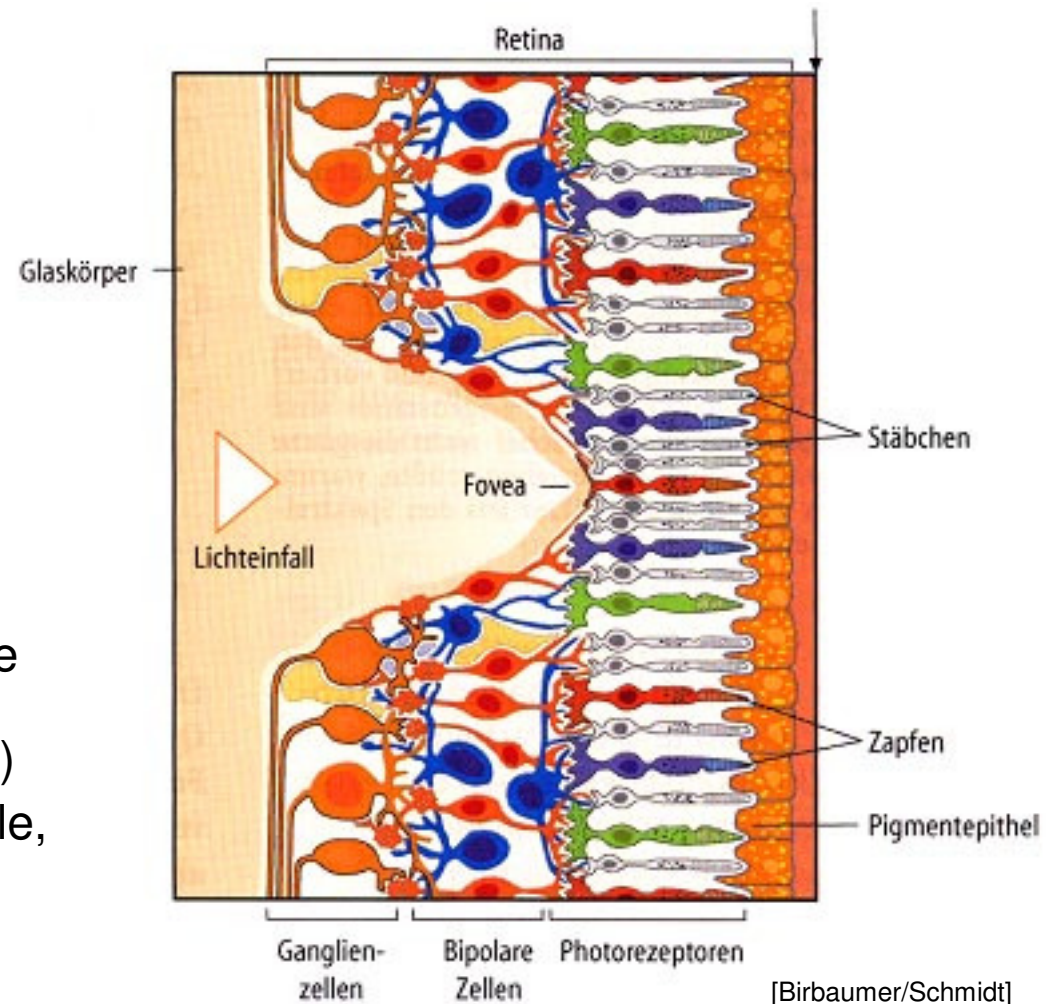
- ▶ Aufnahme der Retina durch die Pupille mit einem Ophtalmoskop
- ▶ Optischer Nerv mit blindem Fleck
 - Keine Sinneszellen
- ▶ Fovea: Bereich für scharfes Sehen



<http://webvision.med.utah.edu/imageswv/huretina.jpeg>

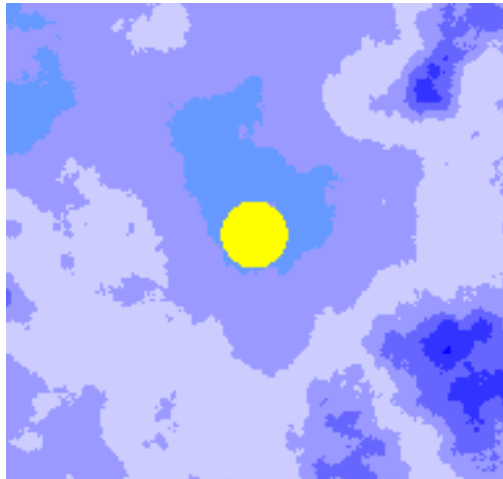
Fovea Centralis

- ▶ Ort des schärfsten Sehens
- ▶ Fixiertes Objekt wird immer in der Fovea Centralis abgebildet
 - Nur Zapfen (Detailsehen)
 - Durch das Fehlen der Stäbchen sieht man bei zu geringer Beleuchtung nicht mehr scharf
- ▶ Abtastung größerer Ausschnitte durch kleine, ruckartige Augenbewegungen (Saccaden)
- ▶ Pro Rezeptor eine Ganglienzelle, daher die beste Auflösung



Menschliches Sehen – Blinder Fleck

- ▶ Experiment Ergänzungseffekt:
 - Zahl 3 fixieren: Gelber Punkt ist sichtbar
 - Langsam weiter wandern zur 4 und 5: Gelber Punkt verschwindet
 - Gehirn ergänzt die fehlenden Informationen mit dem Blau der Umgebung



1 2 3 4 5 6

<http://www.merian.fr.bw.schule.de/beck/Skripten/bilder/!blindsp.gif>

Literatur und Quellen

► Menschliches Sehen

- [Hubel 90] David H. Hubel und Torsten N. Wiesel. *Auge und Gehirn*. Spektrum des Wissens Verlag, 1990.
- [Schmidt 97] Robert F. Schmidt und Gerhard Thews. *Physiologie des Menschen*. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- [Birbaumer/Schmidt 05] Niels Birbaumer und Robert F. Schmidt. *Biologische Psychologie*. Springer, 2005

► Links

- <http://webvision.med.utah.edu/sretina.html#overview>
- <http://www.merian.fr.bw.schule.de/beck/Skripten/12/bs12-33.htm>
- <http://www.sinnesphysiologie.de/hvsinne/auge/>