

AXIOS UNTERSTÜTZTE NAVIGATIONSVERFAHREN IN MEDIZINISCHEN ANWENDUNGEN

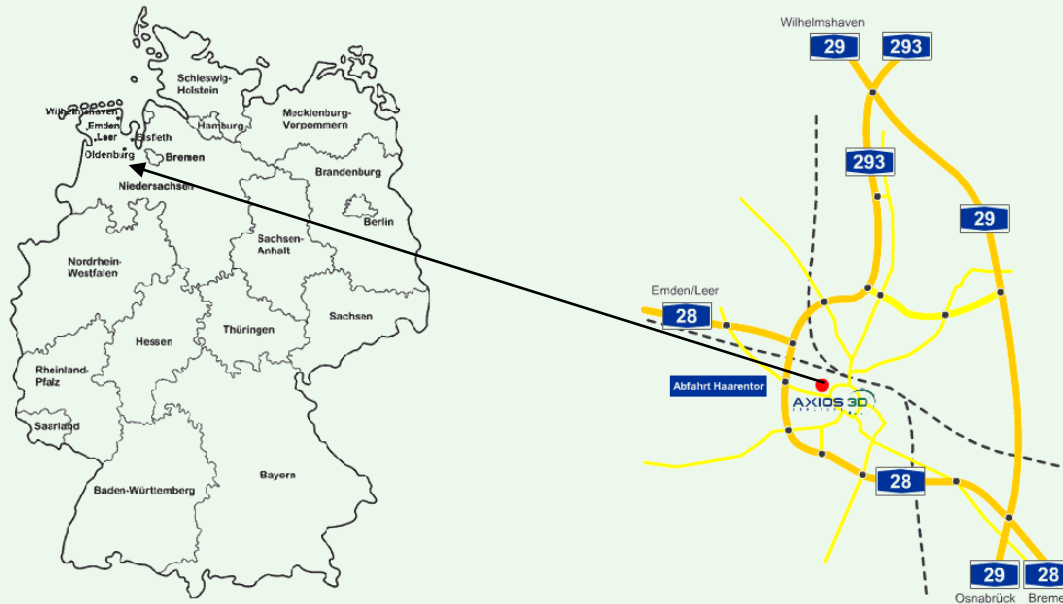
AXIOS 3D® Services GmbH
Marienstraße 16 - 26121 Oldenburg
Tel.: +49(0)441-2174700, www.axios3d.de

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------

- *AXIOS 3D®*
 - *in Oldenburg*
 - *Qualitätssicherung*
- *Grundlagen*
 - *Begriffe: Navigation und Inspektion*
 - *Funktion Beleuchtung und Signalisierung*
 - *Funktion Stereosystem*
 - *Funktion Einzelkamarasystem*
- *Stereoskopische Anwendung*
 - *Orthopädie*
 - *Pathologie*
 - *Cochlea*
 - *Dental*
- *Monoskopische Anwendung*
 - *Neuronavigation*
- *Illusion*

AXIOS 3D® SERVICES GMBH IN OLDENBURG (OLDB.)

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------



Oldenburg hat ~162.000 Einwohner (2011) und ist 2009 Stadt der Wissenschaft
Krankenhäuser:

Pius-Hospital 2012 (Stiftung) ~400 Betten (~90% Auslastung)

Ev. Krankenhaus 2012 (Stiftung) ~400 Betten (~82% Auslastung)

Klinikum Oldenburg (gGmbH) ~850 Betten (~89% Auslastung)

~12.000 Studierende in der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (2012)

~ 1.800 Studierende an der Jade Hochschule Wilhelmshaven/ Oldenburg/ Elsfleth (Studienort Oldenburg 2012)

seit 2012: European Medical School (EMS) in Oldenburg/ Groningen): Neue Wege in der Mediziner Ausbildung

AXIOS 3D wurde 1999 gegründet und ist seit 2005 zertifiziert!

Qualitätsmanagement nach

DIN EN ISO 9001

DIN EN ISO 13485

EG-Konformitätsbescheinigung nach Anhang II
(ohne Abschnitt 4) der Richtlinie 9342 EWG
über Medizinprodukte

Hauptgeschäftsfeld sind photogrammetrische Software- und Systementwicklungen für medizinische Anwendungen.

OPTISCHES TRACKING IN „NAVIGATIONSANWENDUNGEN“

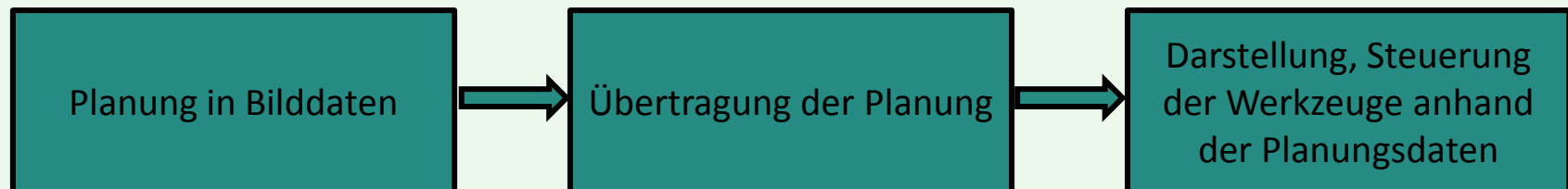
AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------

Navigation ist das Feststellen der Position und das Ermitteln der besten Route zum Zielpunkt.

(Frei nach Wikipedia)

In **industriellen Anwendungen** besteht die Navigation häufig aus der Positionsbestimmung der zu verarbeitenden Bauteile im Koordinatensystem der verarbeitenden Maschine.

In der **medizinische Navigation** wird häufig eine auf bildgebende Verfahren (Röntgen, CT, MRT...) basierte **Planung** mit Hilfe von optischen Messverfahren in den Situs (*eröffnete Operationsgebiete*) „**übertragen**“ –z.B. durch **Antasten** identischer Punkte. Anschließend erfolgt die Positionierung, Darstellung oder Steuerung von Operationswerkzeugen in den Planungsdaten, um dann z.B. Implantate an ihre geplante **Zielposition** zu verbringen oder **Resektionen** in ihrem **geplanten Umfang** auszuführen.



OPTISCHES TRACKING IN „INSPEKTIONSANWENDUNGEN“

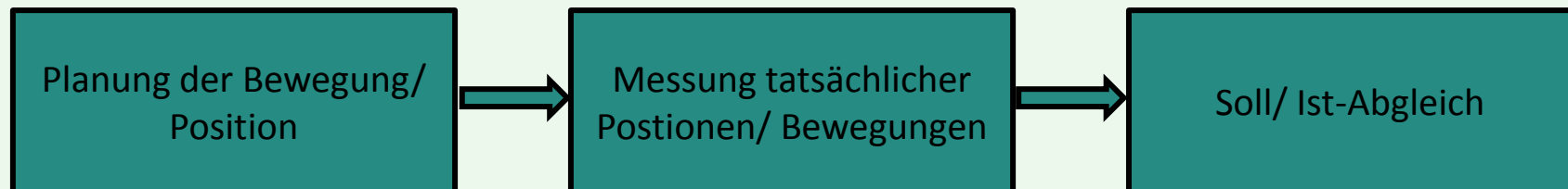
AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------

Eine Inspektion bezeichnet im Allgemeinen eine prüfende Tätigkeit durch eine inspizierende Kontrolle.

(Frei nach Wikipedia)

In **industriellen Anwendungen** besteht die Inspektion durch Tracking häufig aus einem Soll/Ist -Vergleich geplanter räumlicher Abläufe (Verfahrwege) mit tatsächlich gemessenen Positionen und/oder Verfahrwegen.

In **medizinischen Anwendungen** wird häufig ein erwarteter Bewegungsumfang mit einem tatsächlichen Bewegungsumfang verglichen. Wie in der Industrie werden aber auch Soll/Ist-Vergleiche geplanter räumlicher Abläufe (Verfahrwege) mit tatsächlich gemessenen Positionen und/oder Verfahrwegen von Werkzeugen oder Operationshilfen verglichen.



ERKENNUNG UND VERMESSUNG OPTISCHER MERKMALE

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------

Mit den AXIOS-Messsystemen werden Objektmerkmale von „vereinbarten“ Strukturen wie Gravuren oder Bohrungen vermessen. Je nach Anforderung ist es auch möglich künstlich Signalisierungen am Objekt anzubringen und diese zu vermessen.

Für eine Signalisierung können verschiedene **selbst leuchtende** oder **reflektierende** Marken (retroreflektierend oder diffus reflektierend) verwendet werden. Hier eine kleine Auswahl:

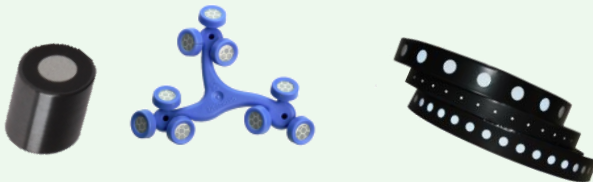
Sphärische Marken:



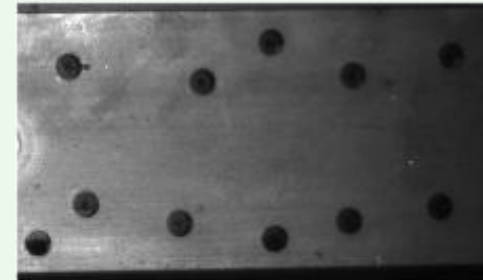
Gravuren:



Flache Marken:



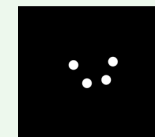
Bohrlöcher:



Leuchtdioden



Papiermarken:



BELEUCHTUNGSPROBLEMATIK (FREMDLICHT)

AXIOS 3D®

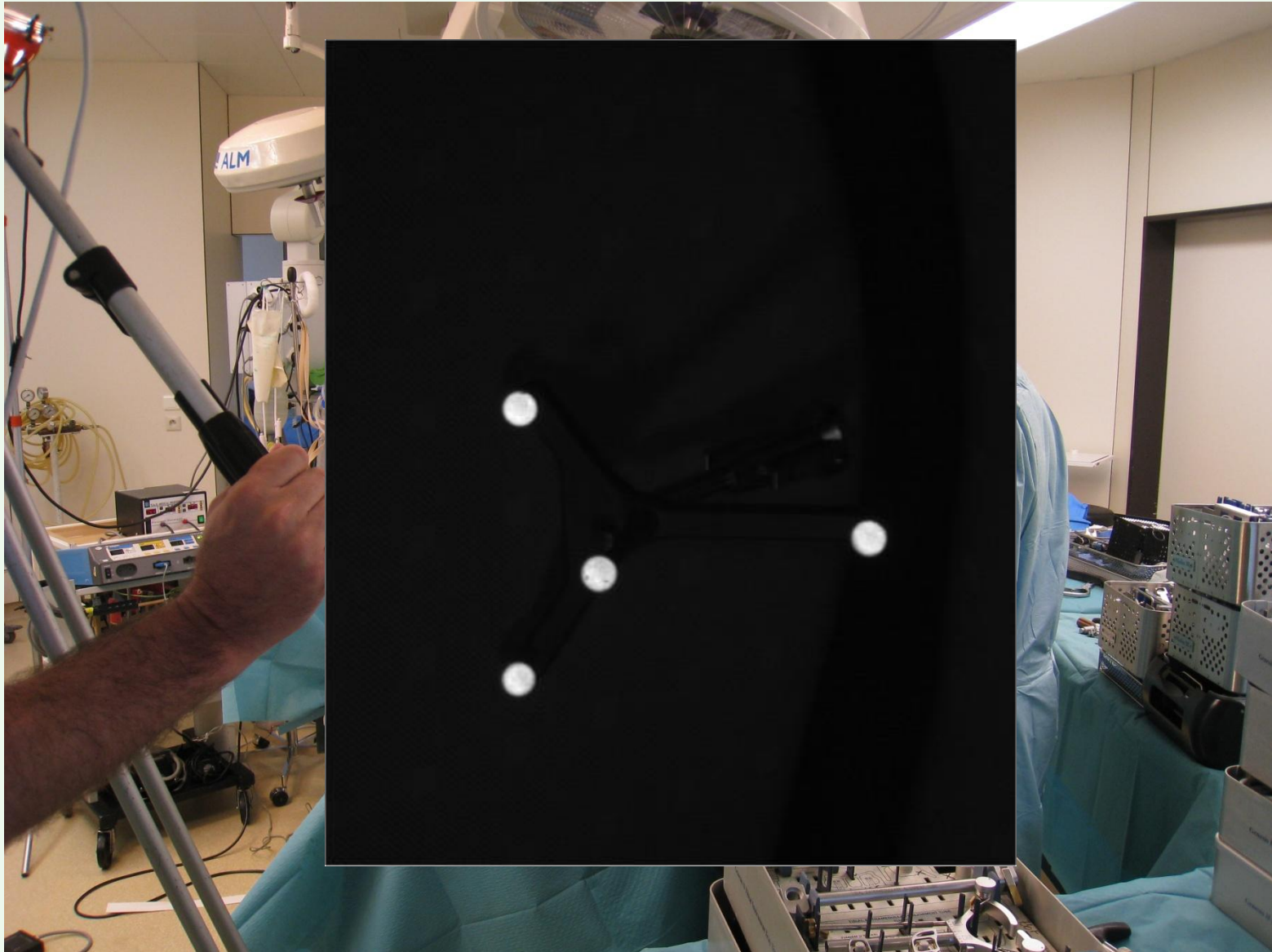
Begriffe

Funktion

Stereoskopisch

Monoskopisch

Illusionen



24.06.2014

AXIOS 3D® Services GmbH, Marienstraße 16 - 26121 Oldenburg, Tel.: +49(0)441-2174700, www.axios3d.de

ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN (z.B. LICHT)

AXIOS 3D®

Begriffe

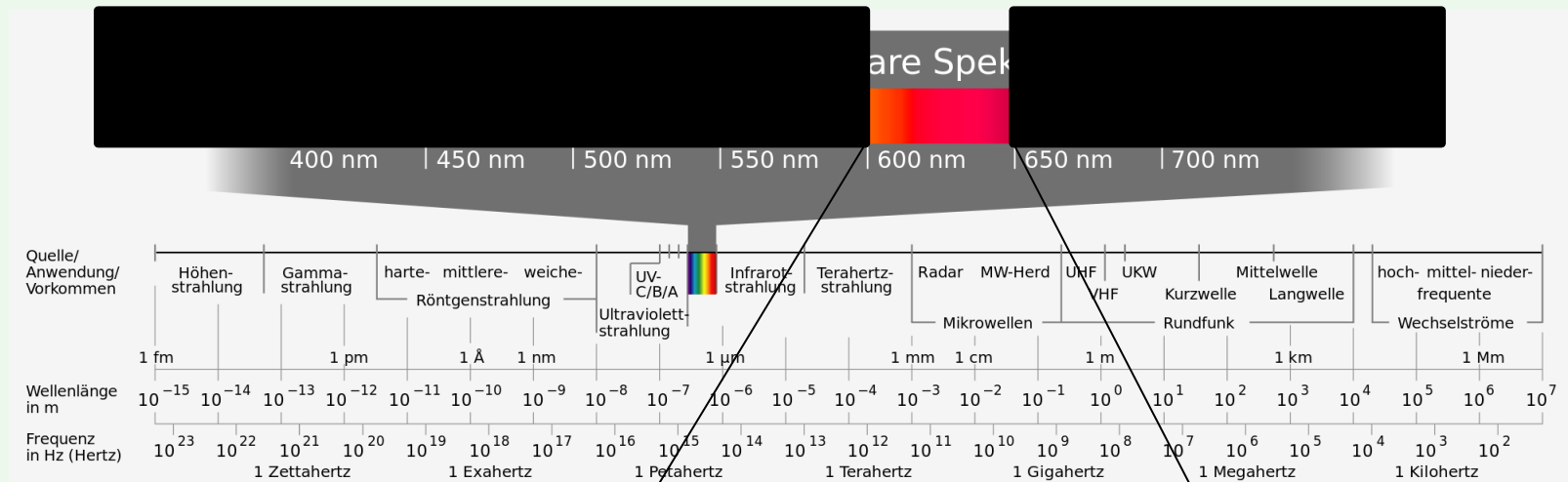
Funktion

Stereoskopisch

Monoskopisch

Illusionen

Die Beleuchtung kann z.B. durch die Einschränkung der Wellenlänge und der Beleuchtungsrichtung optimiert werden. Mit den entsprechend ausgestatteten optischen Filtern ist im Bild nur noch die eigene Beleuchtung sichtbar. Andere Lichtquellen sind dann lediglich von untergeordneter Bedeutung.



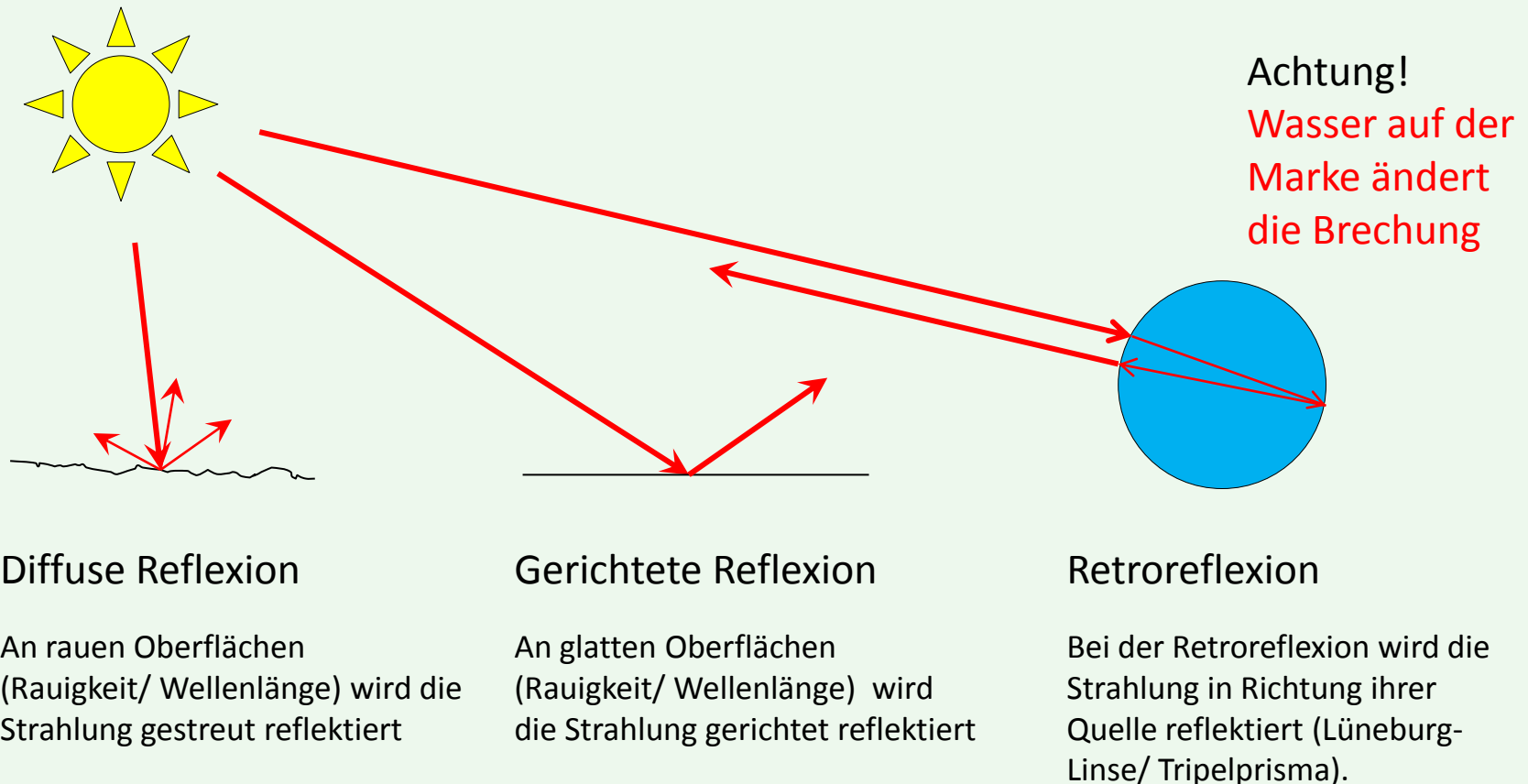
Mit einem solchen Filter werden nur Signale gemessen, die zwischen 600nm und 650nm reflektieren. Dadurch werden **Störsignale minimiert und Auswertezeiten optimiert!**

(Wikipedia.de; Urheber: Horst Frank / Phrood/ Anony)

REFLEXION ELEKTROMAGNETISCHER WELLEN (z.B. LICHT)

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------

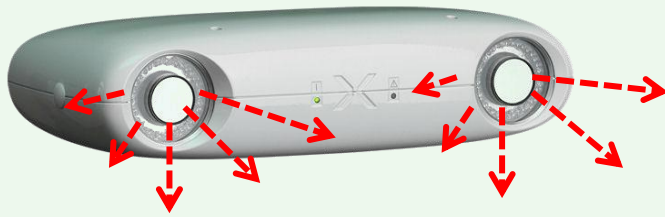
Ein weit verbreitetes Hilfsmittel für die Optimierung des Bildsignals optischer Messsysteme ist die **Retroreflektion**. Im Alltag ist dieser Effekt im Straßenverkehr zu beobachten. Schon geringe Intensitäten ermöglichen eine kurze Belichtungszeit, was dazu führt, dass diffus reflektierender Hintergrund nicht sichtbar ist.



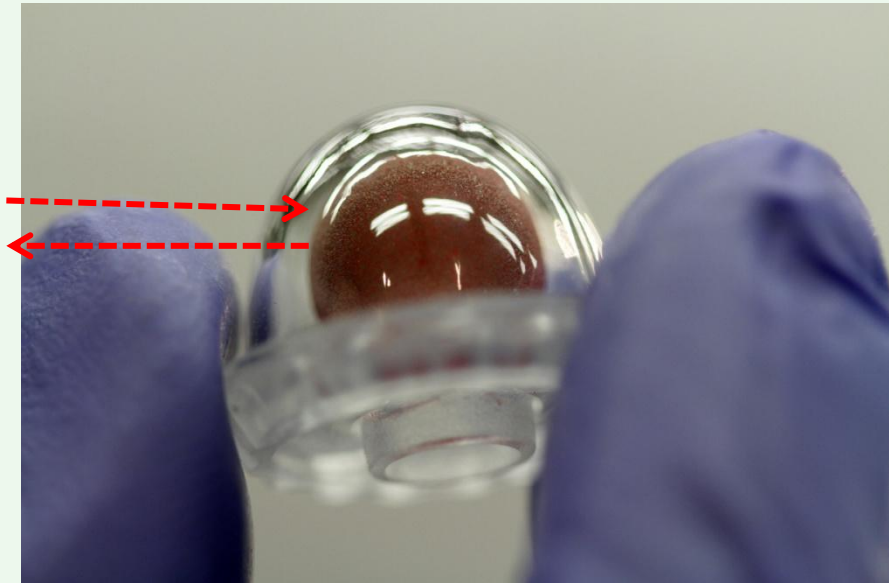
SYSTEMBEISPIEL MIT RETROREFLEKTIERENDEN KUGELN

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------

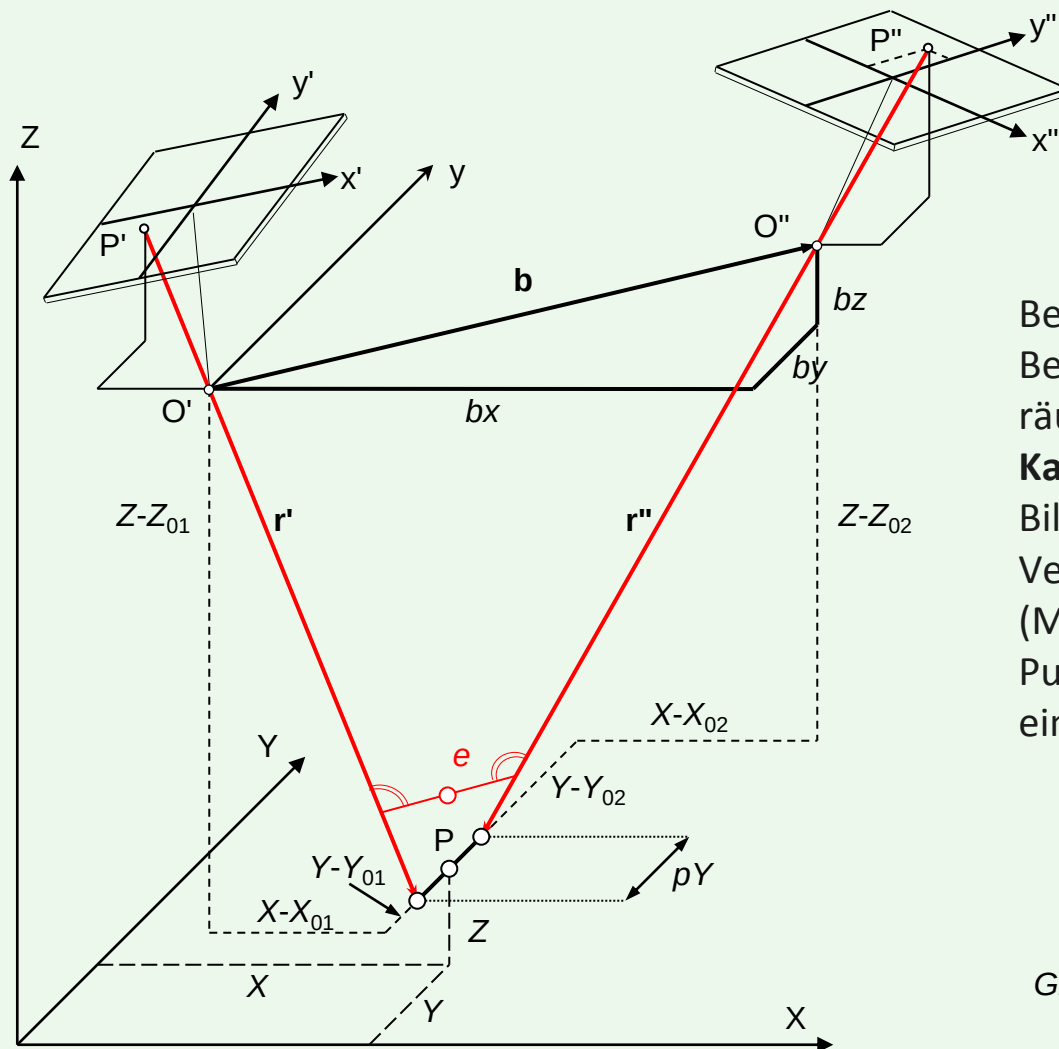
Für die Messung können **retroreflektierende** Marken verwendet werden. Zur Vermeidung von Störlicht wird ein auf die **systemeigene Beleuchtung (Ringblitz)** optimierter **Filter** eingesetzt. Der **streng synchrone Bildeinzug** erfolgt bei zeitgleicher Beleuchtung (Blitz), hier im nahen Infrarot ($\sim 810\text{nm}$). Innerhalb der Applikation können dann die Koordinaten z.B. für Navigations- oder Inspektionsaufgaben weiterverarbeitet werden.



CamBar B2 von AXIOS 3D



AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------



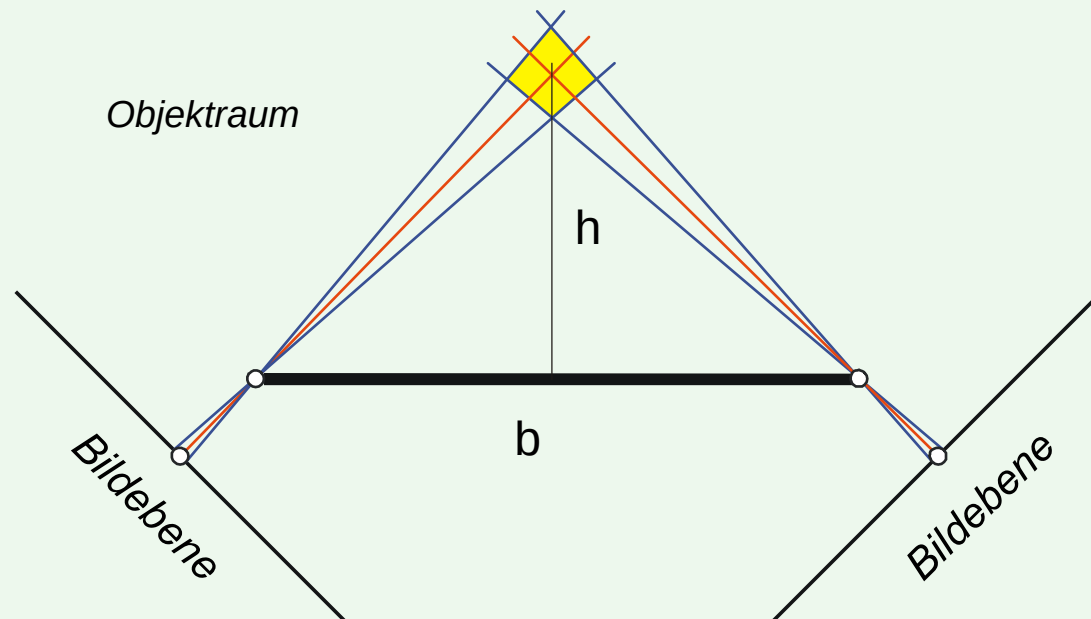
Bei optische **Stereosystemen** erfolgt die Berechnung der 3D-Position mit Hilfe des räumlichen **Vorwärtsschnitts**. Mit Hilfe der **Kalibrierung** werden **korrespondierende** Bildpunkte P' und P'' **zugeordnet**. Das Verfahren wird erst durch a priori Wissen (Messvolumen, lokale Geometrie, Punktgröße, Punktcodierungen...) eindeutig.

Grafik: Luhmann, Nahbereichsphotogrammetrie

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------

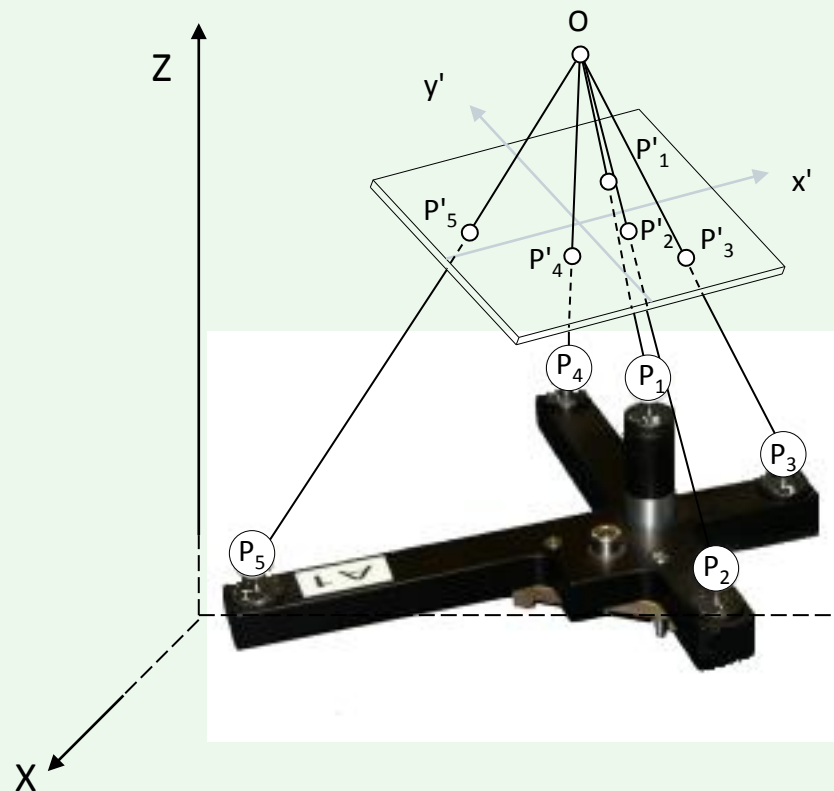
Neben sicheren, guten und genauen Merkmalen im Bild ist die Aufnahmekonfiguration entscheidend für eine gute Messgenauigkeit. Bei Mehrkamerasystemen ist dies der Schnitt im Objektpunkt. Bei ungünstigen Konfigurationen (schleifender Schnitt) ist die Genauigkeit im Objektraum inhomogen.

Oft muss hier allerdings ein Kompromiss zwischen Systemkosten, Baugröße und Genauigkeitsforderungen gefunden werden.



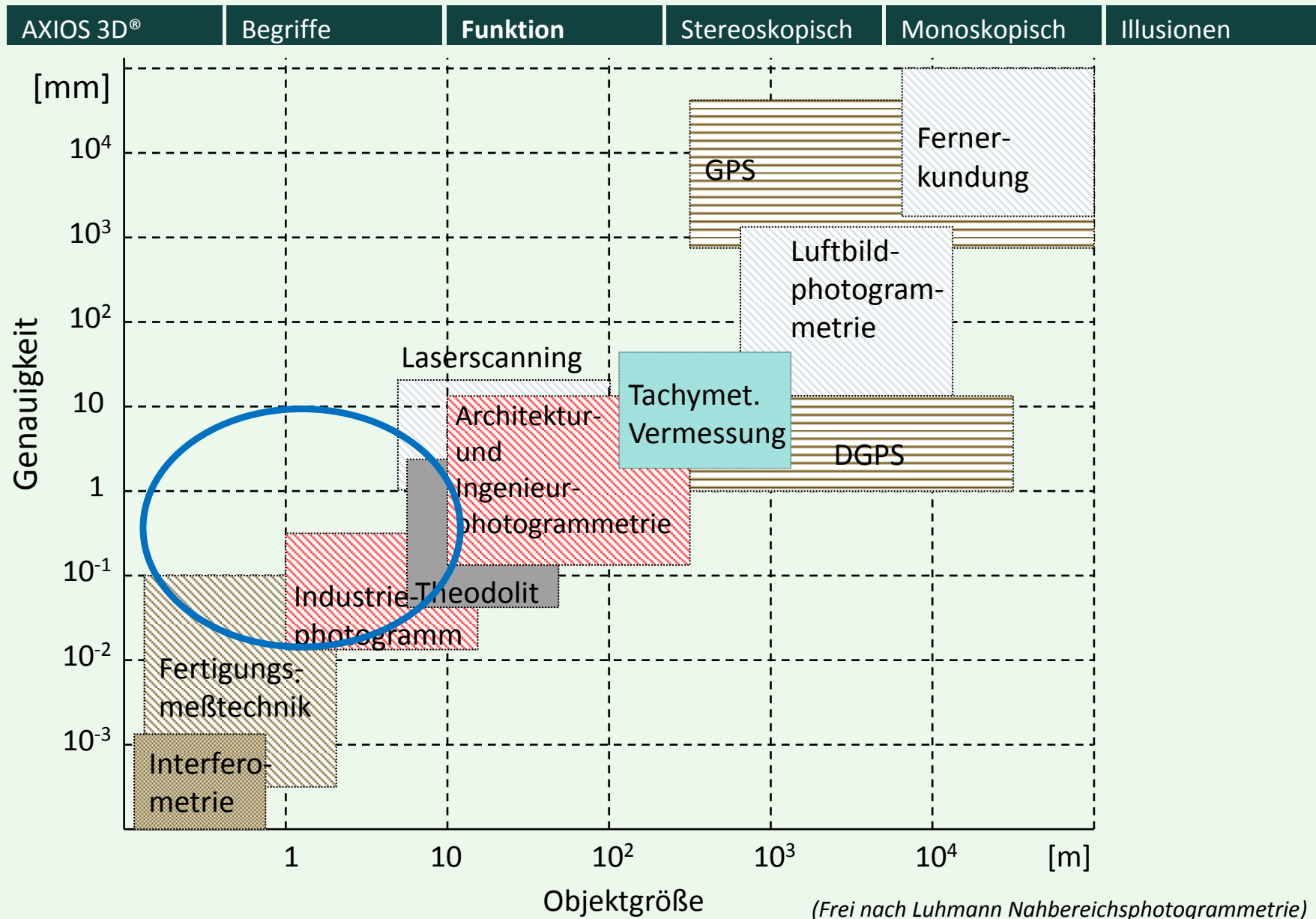
Im günstigsten Fall schneiden sich die Raumgeraden in 90° am Objektpunkt

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------



Die Berechnung der 3D-Position mit einer Einzelkamera erfolgt mit Hilfe einer bekannten Objektgeometrie und eines räumlichen Rückwärtsschnitts. Für Messungen „einzelner Punkte“ mit Standardkameras ist nur die Richtungsbestimmung, nicht aber die Entfernungsmessung möglich. Das Verfahren wird erst durch a priori Wissen (Messvolumen, lokale Geometrie, Punktgröße, Punktcodierungen...) eindeutig.

ÜBERSICHT DER OPTISCHEN MESSVERFAHREN NACH OBJEKTGRÖÖE



Die Medizinische Navigation kann in zwei grundsätzliche Verfahren unterteilt werden:

1. Landmarken basierte Navigation:

Beispiele: Hüft- und Knieimplantate

Zwar erfolgt die Planung häufig in 2D- Röntgenbildern, ihre Referenzierung erfolgt aber anhand anatomischer Referenzen.

2. Bildbasierte Navigation:

Beispiele: Tumorresektionen, Biopsien

Die Planung erfolgt häufig in 3D- Bilddaten und wird anhand von vorab angebrachten Markern oder eindeutig identifizierten Strukturen in den Situs transformiert.

STEREOSKOPISCHE NAVIGATION IN DER ORTHOPÄDIE (z.B. KNIE, HÜFTE)

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------



Mit Hilfe der optischen Messtechnik wird die bestehende Anatomie dreidimensional digitalisiert. Eine klassische Röntgenplanung wird mit Hilfe der anatomischen Landmarken am Patienten umgesetzt. Kalibrierte Werkzeuge, wie Sägen und Fräsen, ermöglichen die kontinuierliche räumliche Vermessung der Operation. Die Umsetzung kann schließlich durch kinematische Analysen validiert werden (Inspektion).

Im orthopädischen Umfeld erlauben Messwerte eine Beurteilung der Größen, wie Winkel und Längen.



Grafiken: Plus Orthopedics

Darstellung der Schichtbilder



Grafiken: Dr. Lars Ebert Universität Zürich



Grafiken: Dr. Lars Ebert Universität Zürich

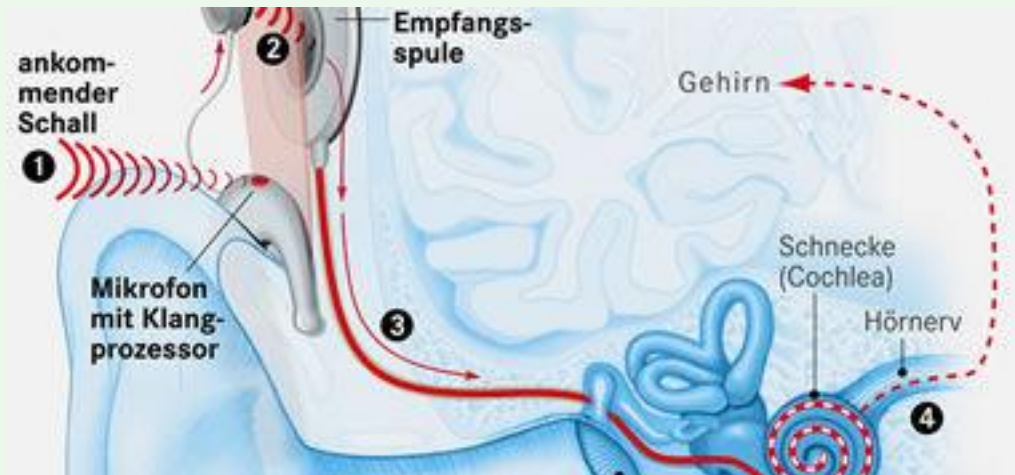
Darstellung der Schichtbilder



Grafiken: Dr. Lars Ebert Universität Zürich

STEREOSKOPISCHE COCHLEA-NAVIGATION

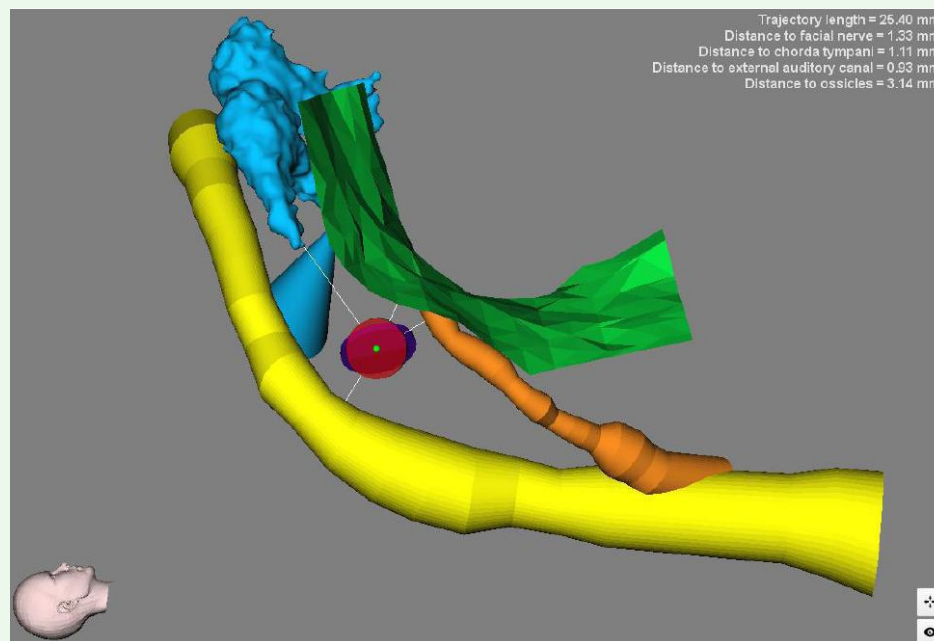
AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------



1. Über ein Mikrofon nimmt der Klangprozessor Schallwellen auf und wandelt sie in digitale Signale um.
2. Eine unter die Haut implantierte Empfangsspule nimmt die Signale auf.
3. Das Implantat wandelt die empfangenen Signale in elektrische Impulse um und leitet diese zu den Elektroden in der Hörschnecke (Cochlea).
4. Die elektrischen Impulse stimulieren den Hörnerv in der Cochlea. Im Gehirn entsteht ein Höreindruck.

Grafik und Text aus der Apotheken Umschau

Hauptproblem der Operationstechnik ist der Zugang. Obwohl das Implantat nur ca. 1,5mm bis 2mm im Durchmesser misst, muss bisher (ohne Messtechnik) ein relativ großer Bereich eröffnet werden, um sicher zwischen Gesichts- und Geschmacksnerv zur eigentlichen Cochlea zu gelangen.



Grafik: ISTB Universität Bern

Erst der hochgenaue robotergestützte Bohr- bzw. Fräsvorgang verringert die Wundgröße erheblich und ermöglicht durch eine deutlich verkürzte OP-Zeit eine ambulante Behandlung. Sämtliche räumlichen Bewegungsabläufe werden dabei mit einem hochgenauen optischen Trackingsystem überwacht - kontinuierliches Messen (Tracken) des Fräasers relativ zum Schädel .



CamBar B1 von AXIOS 3D

Accuracy Requirements Tunnel Approach

Robot Assisted Micro Surgery (RAMS)

	Imaging Voxel size in [mm]	Registration TRE [mm]	Tracking RMS [mm]	Calibration [mm]	Overall [mm]
State of Art	0.50	~ 1.0 – 2.0	0.25	~ 0.10	~ 2.0 – 3.0
RAMS	0.15	~ 0.1 – 0.2	0.01	~ 0.01	~ 0.2 – 0.3

AXIOS 3D CamBar B1

Statt des Antastens durch den Operateur erfolgt die Registrierung mit dem Roboter. **Die größte Fehlerquelle, in diesem Fall der Benutzer**, ist dadurch weitestgehend ausgeschaltet. Eine Operationstechnik, die ohne neue Technologien nicht möglich wäre.

1. High resolution
imaging

2. Computer assisted
planning

3. High precision
tracking

4. Robotic instrument
guidance

Grafik: ISTB Universität Bern



Grafik: PIC Dental (ESP)

DENTAL

AXIOS 3D®

Begriffe

Funktion

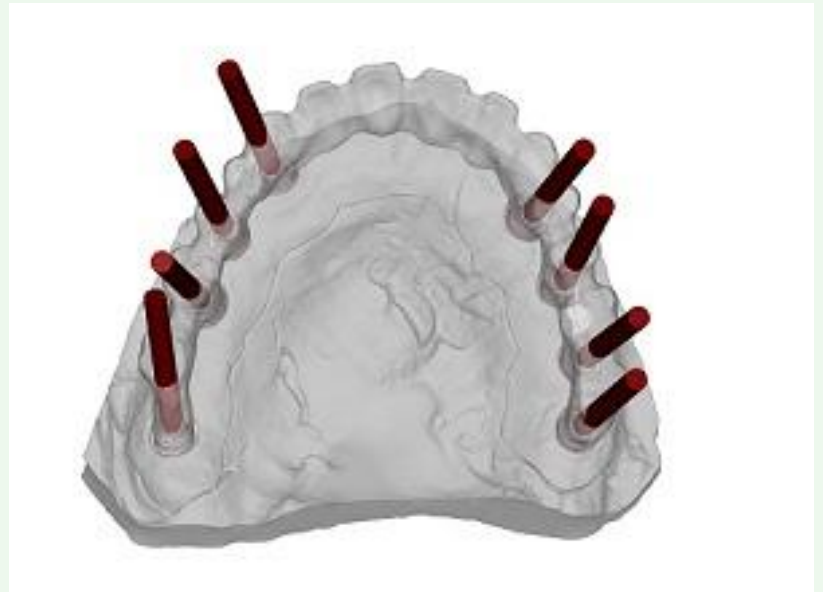
Stereoskopisch

Monoskopisch

Illusionen



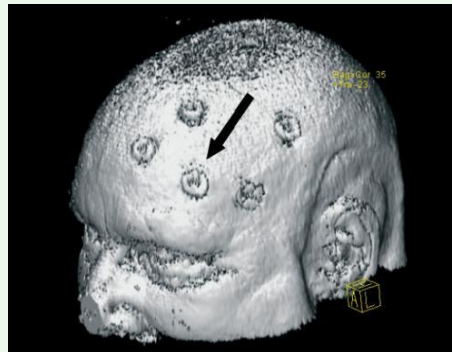
Grafik: PIC Dental (ESP)



1. Anbringen der Marker



2. 3D-Scan, Planung, Messen der Marker im Scan

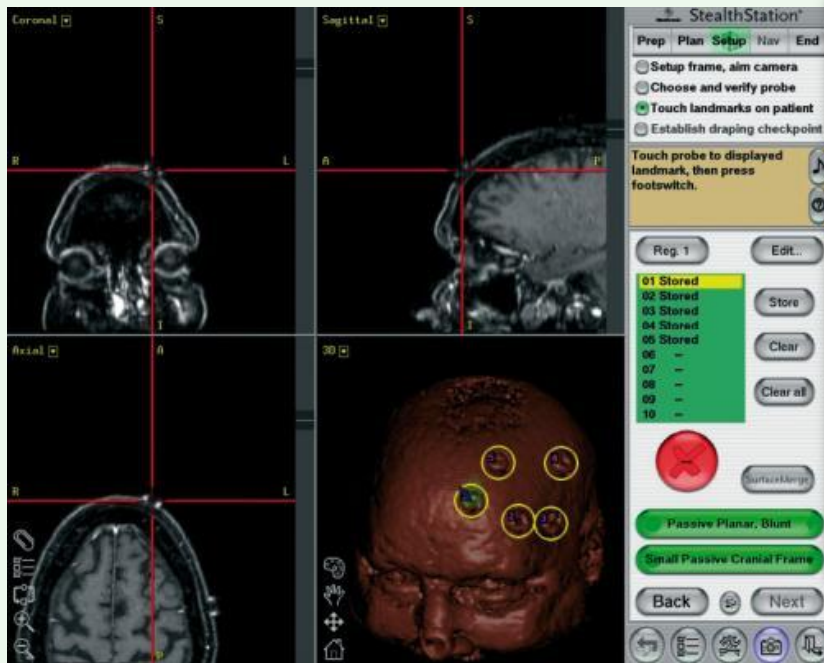


3. Messen der Marker am Patienten im OP



Grafiken: Medtronic Journal Onkologie

4. Navigation der Instrumente im OP



Das Ziel wird zunächst mit einem bildgebenden Verfahren (CT, MRT...) erfasst. Vorab angebrachte Referenzmarker werden in den Bilddaten mitbestimmt. Diese werden dann intraoperativ vom Navigationssystem gemessen und ermöglichen so die Übertragung der Planungsdaten in die OP. In der Operation können dann Werkzeuge in den 3D-Bilddaten angezeigt werden.

Grafiken: Medtronic Journal Onkologie

MONOSKOPISCHE NEURONAVIGATION

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	---------------------	------------

Ein integriertes Einkamerasystem ermöglicht die Navigation „im Sichtfeld“ des Mikroskops. Die Übertragung der Planung in den Situs wird erst durch Messtechnik ermöglicht.



AXIOS 3D Single Cam

Bilder: HS Möller-Wedel

Für den neurochirurgischen Eingriff werden i.d.R. Mikroskope eingesetzt.

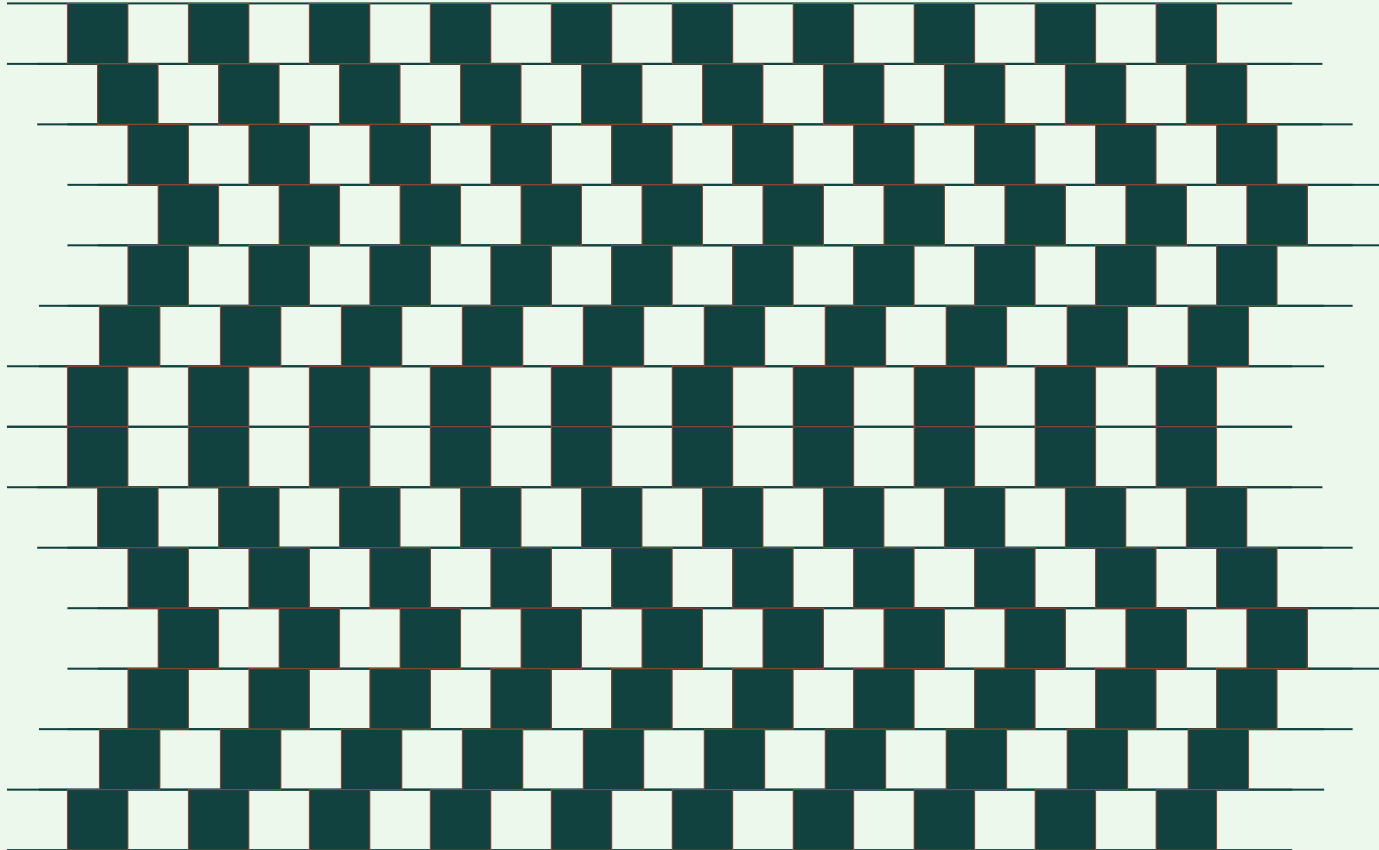
Illusion wird in der psychiatrischen Sprache als Sinnestäuschung/Wahrnehmungstäuschung verstanden. Eine Wahrnehmungstäuschung liegt vor, wenn die subjektive Wahrnehmung von einer physikalisch erklärbaren und reproduzierbaren Messung abweicht. Die bekanntesten Arten sind:

- **Optische Täuschung**
- Akustische Täuschung
- Haptische Täuschung
- Thermische Täuschung

(Frei nach Wikipedia)

PARALLELE LINIEN

AXIOS 3D®	Begriffe	Funktion	Stereoskopisch	Monoskopisch	Illusionen
-----------	----------	----------	----------------	--------------	------------



Wir sind für Sie da



Holger Broers

Position: Geschäftsführer
Aufgaben: Unternehmensentwicklung
eMail: h.broers@axios3d.de
Tel.: +49-441-21747-00



Jörg Schliwa

Position: Leiter Hardware-Entwicklung
Aufgaben: Entwicklung, Produktion
eMail: j.schliwa@axios3d.de
Tel.: +49-441-21747-05



Sascha Beneke

Position: Leiter Software-Entwicklung
Aufgaben: Projektleitung, Entwicklung
eMail: s.beneke@axios3d.de
Tel.: +49-441-21747-06



Christian Tepe

Position: Software-Entwickler
Aufgaben: Projektleitung Medizin-Software
eMail: c.tepe@axios3d.de
Tel.: +49-441-21747-04



Claudia Schmitt

Position: Leitung der Qualitätssicherung
Aufgaben: Qualitätssicherung
eMail: c.schmitt@axios3d.de
Tel.: +49-441-21747-08



Sandra Heller

Position: Leitung Kommunikation
Aufgaben: Marketing und PR
eMail: s.heller@axios3d.de
Tel.: +49-441-21747-00



AXIOS 3D® Services GmbH

Marienstraße 16 - 26121
Oldenburg

eMail: info@axios3d.de
Tel.: +49-441-21747-00