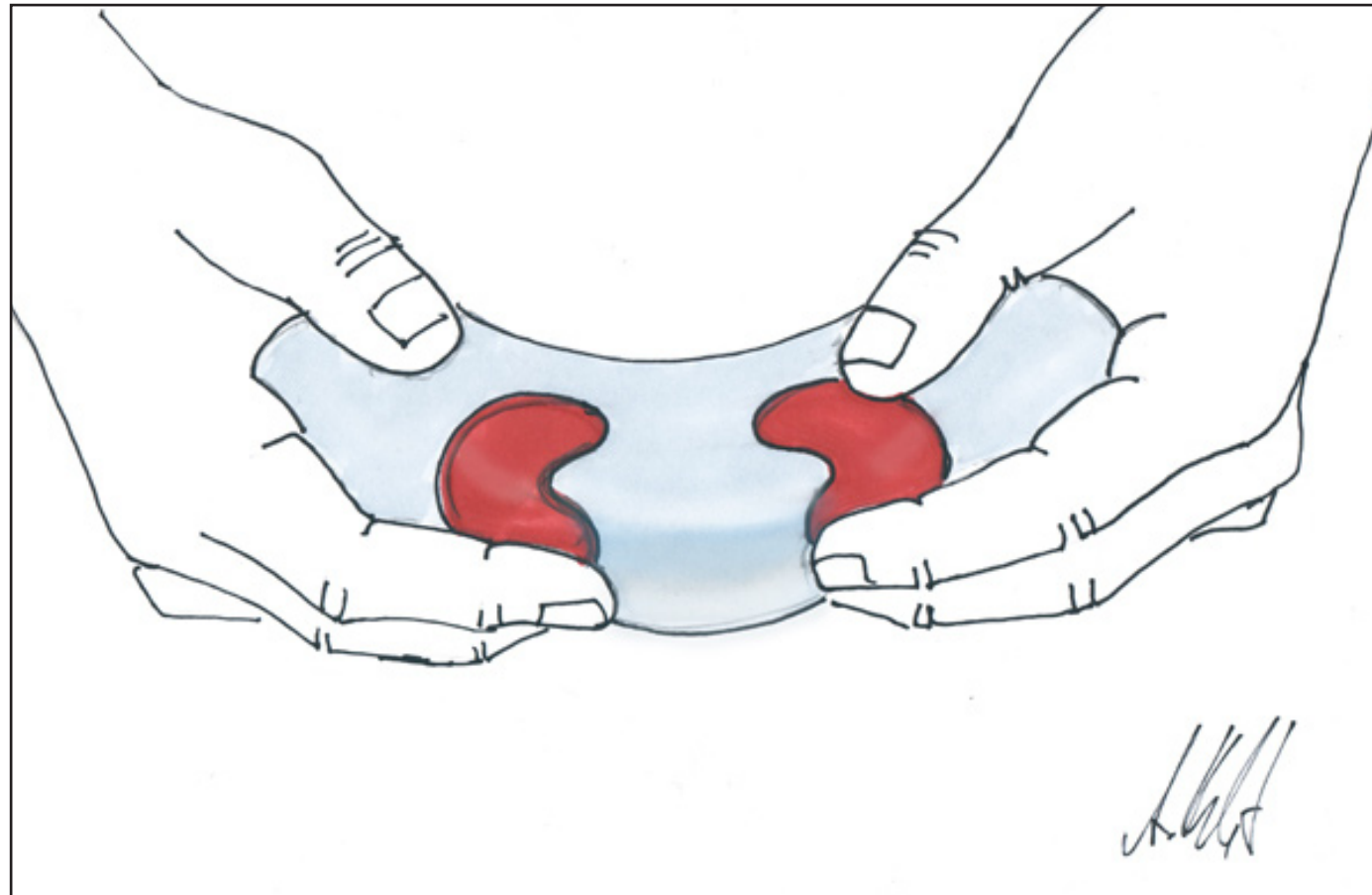


Extended Gamepad

Eingabegerät zur Interaktion mit dreidimensionaler Computergrafik - **Motivation und Entwicklung**

Dreidimensionale Computergrafik erleichtert die Planung und Simulation komplizierter und kostspieliger Vorhaben in vielen Bereichen wie Medizin, Architektur oder Maschinenbau. Die Interaktion mit den dafür entwickelten Virtuellen Umgebungen ist jedoch meist recht umständlich. Die neu entwickelten Eingabegeräte *Bone* und *Globewing* stellen beiden Händen jeweils sechs Freiheitsgrade zur Navigation, Selektion und Manipulation in Virtuellen Umgebungen zur Verfügung. Die Ergonomie der Geräte orientiert sich an den Erfahrungen mit zweihändigen Gamepads.



Bone - die beiden schwarzen Stellgriffe des Geräts lassen sich mit minimalem Weg elastisch verschieben und verdrehen. Damit ermöglichen sie jeweils Geschwindigkeitskontrolle von Rotationen und Translationen auf den drei Raumachsen. Um zu messen, welche Seite gegriffen wird, sind die beiden Eingabesensoren mit Berührungssensorik ausgestattet.

Bewegungen von Ort zu Ort

Freie Navigation durch dreidimensionale Grafikumgebungen ist eine der grundlegendsten Interaktionsformen. Eingabegeräte sollten dafür die Bewegung in Hauptbewegungsrichtung (vorwärts/rückwärts) sowie die Richtungskontrolle in Form einer Lenkung (horizontal als auch vertikal) besonders hervorheben und vereinfachen. Ein zweihändiges Gerät bietet hier die Möglichkeit, die Bedienung von Schub und Lenkung bequem auf zwei Hände zu verteilen.



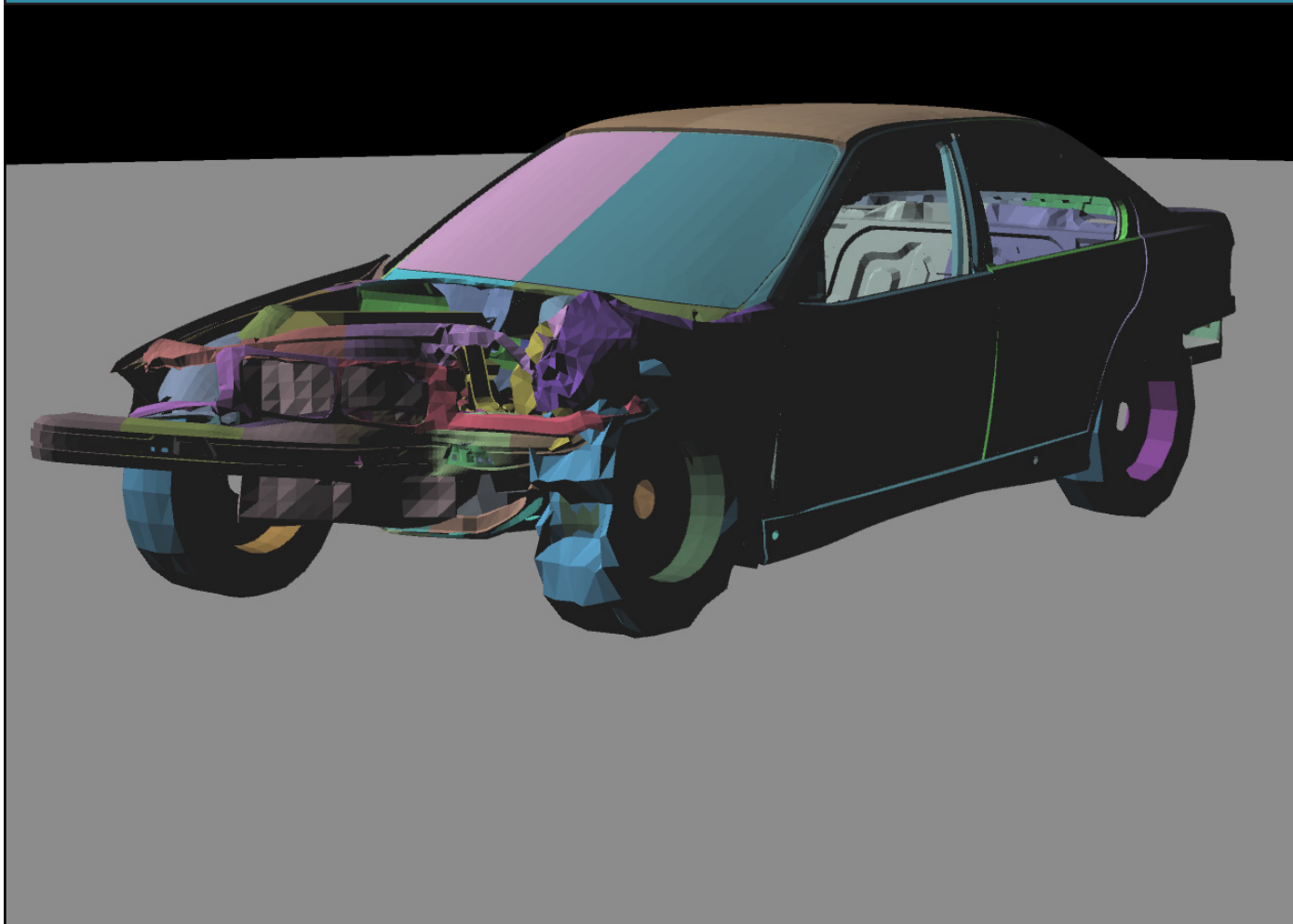
Umschauen am Standpunkt

Ergänzend zur distanzüberbrückenden Navigation, sind weitere Einstellmöglichkeiten der Kameraposition notwendig. Eine häufig benötigte Interaktionsform ist das Drehen der Blickrichtung an Ort und Stelle, um sich umschaun und die Umgebung gänzlich wahrnehmen zu können. Vorrangig ist dabei die Drehung um die Vertikalachse (Drehen des Kopfes), da Objekte in Simulationen realer Umgebungen meist horizontal angeordnet sind (Einfluss der Gravitation). In kleinerem Umfang wird auch Rotation um die Horizontalachse (Heben/Senken des Blickwinkels) benötigt. Auf die Drehung um die Tiefenachse kann hingegen meist verzichtet werden.



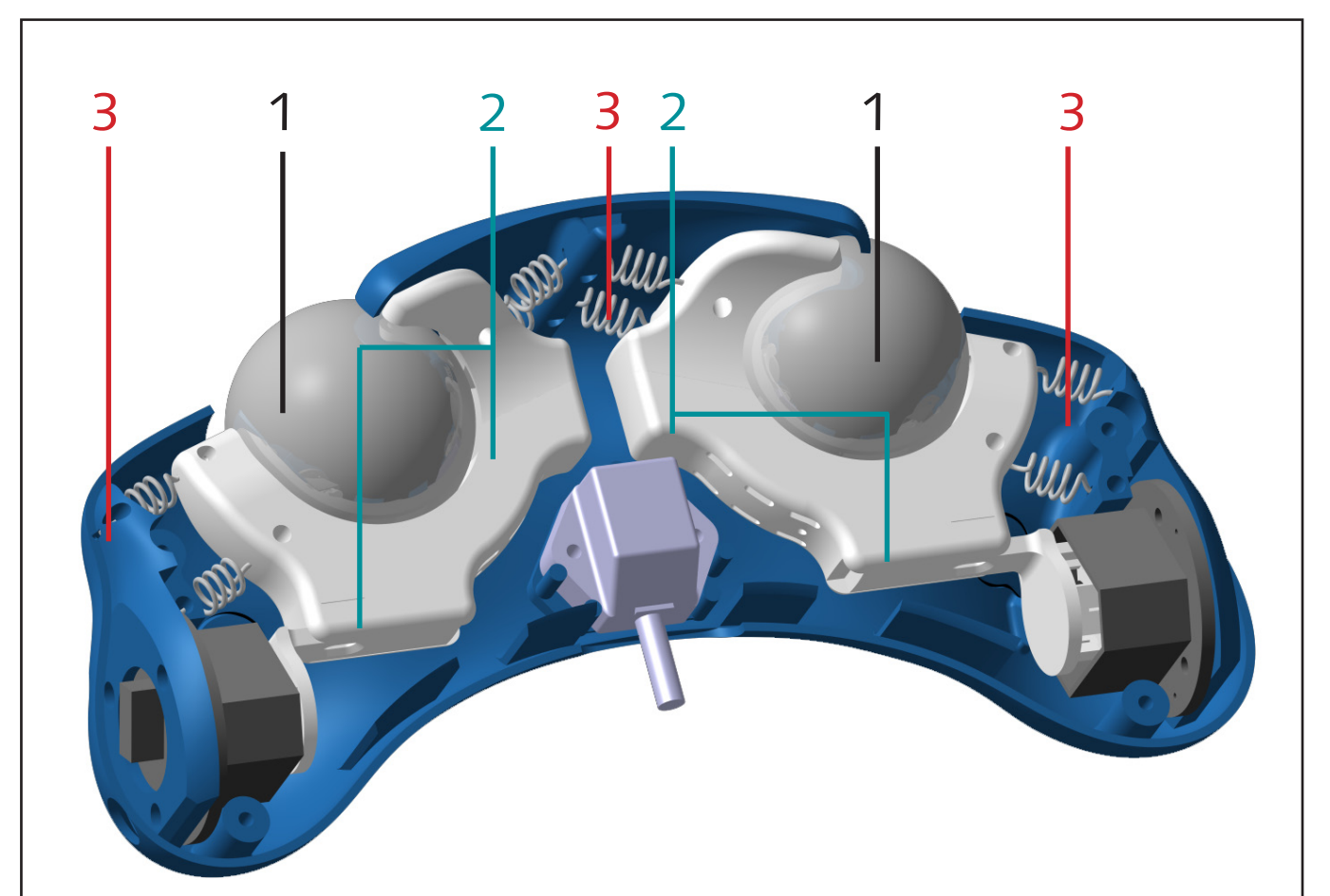
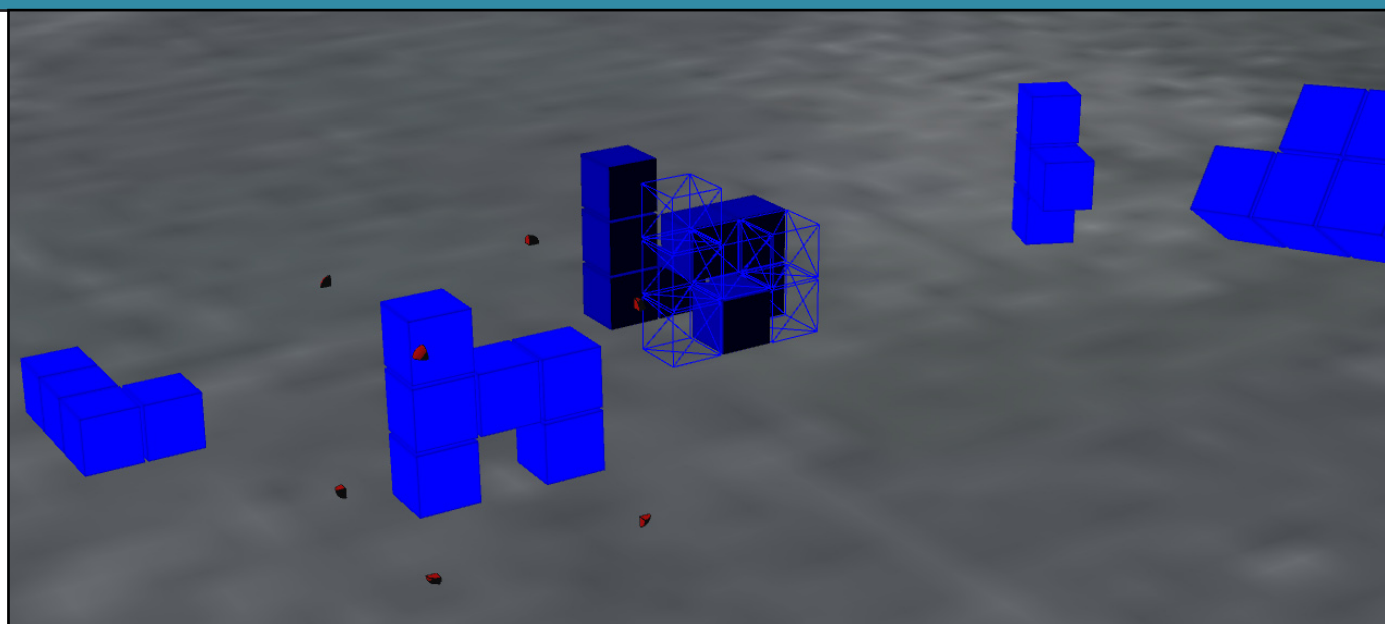
Objektbetrachtung

Zur Betrachtung eines Objektes von mehreren Seiten, muss der Beobachtungspunkt gleichzeitig verschoben und rotiert werden. In Computersimulationen wie dem hier abgebildeten Fahrzeugmodell ist dies schwierig zu steuern. Allerdings kann das Betrachtungsobjekt als Referenz für alle Kamerabewegungen definiert werden. Eine Seitenbewegung der Kamera führt dann zum Schwenk um das Modell. Für die Umrundung von Objekten ist dann nur noch ein Freiheitsgrad zu steuern. Mit einem zweihändigen Gerät kann die nondominante Hand den Referenzpunkt definieren, während die dominante Hand die relative Bewegung dazu steuert.

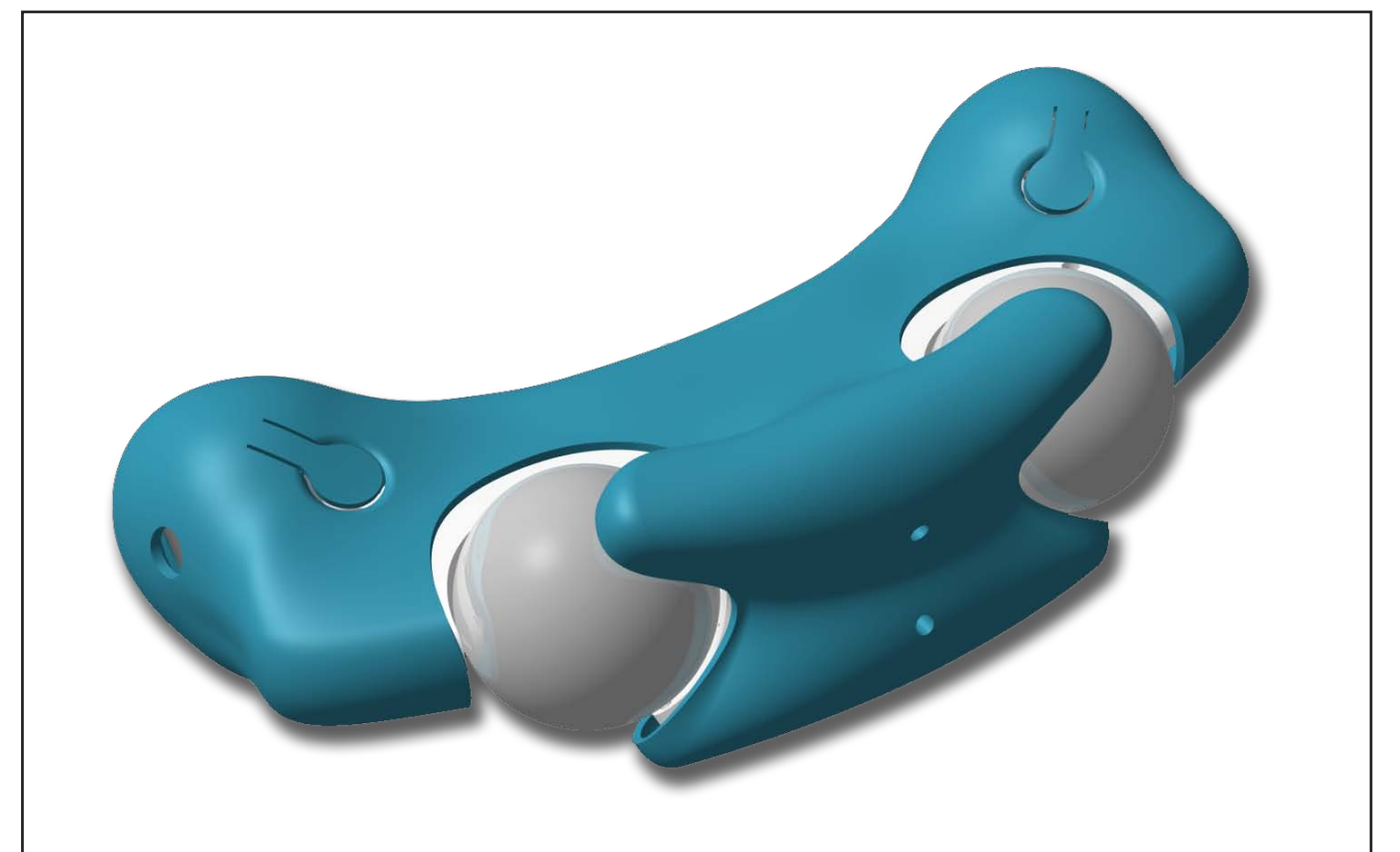


Zweihändige Objektmanipulation

Auch zur Manipulation virtueller Objekte bietet ein zweihändiges Eingabegerät Vorteile. Während die dominante Hand Objekte, wie die hier dargestellten Teile eines 3D-Puzzles, positioniert, kann mit der nondominanten Hand gleichzeitig der Blickwinkel auf die Szenerie verändert werden. Alternativ können auch beide Hände gleichzeitig zur Manipulation verschiedener Teile eingesetzt werden, um deren Montage zu vereinfachen.



Globewing / CAD-Modell offen - Trackballs (1) aus Metall sollen ebenfalls die Messung des Zugriffs ermöglichen. Die beiden Kugeln sind ohne Gegenkraft drehbar und werden von optischen Sensoren (2) gemessen. Mit ihnen ist die Positionskontrolle von Rotationen möglich. Gleichzeitig können sie leicht gegen eine Federkraft (3) ausgelenkt werden, um damit Richtung und Geschwindigkeit von Verschiebungen zu kontrollieren.



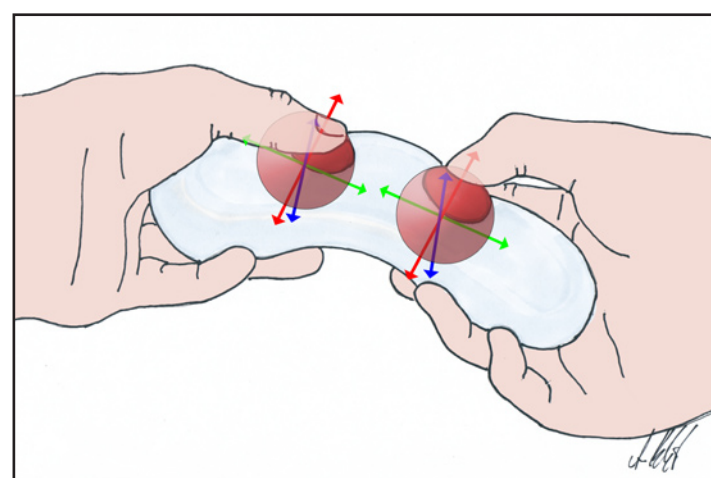
Globewing / CAD-Modell geschlossen



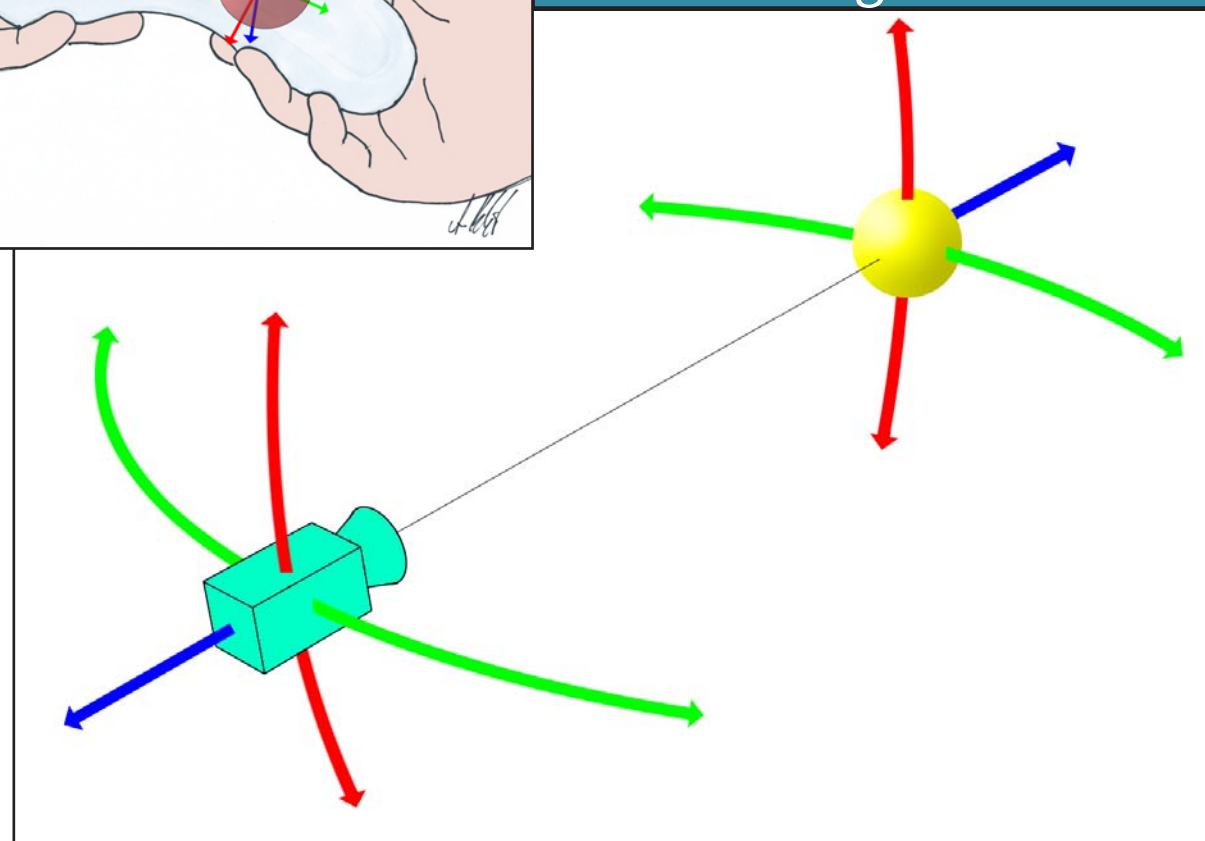
Bone - Prototyp im Test

Extended Gamepad

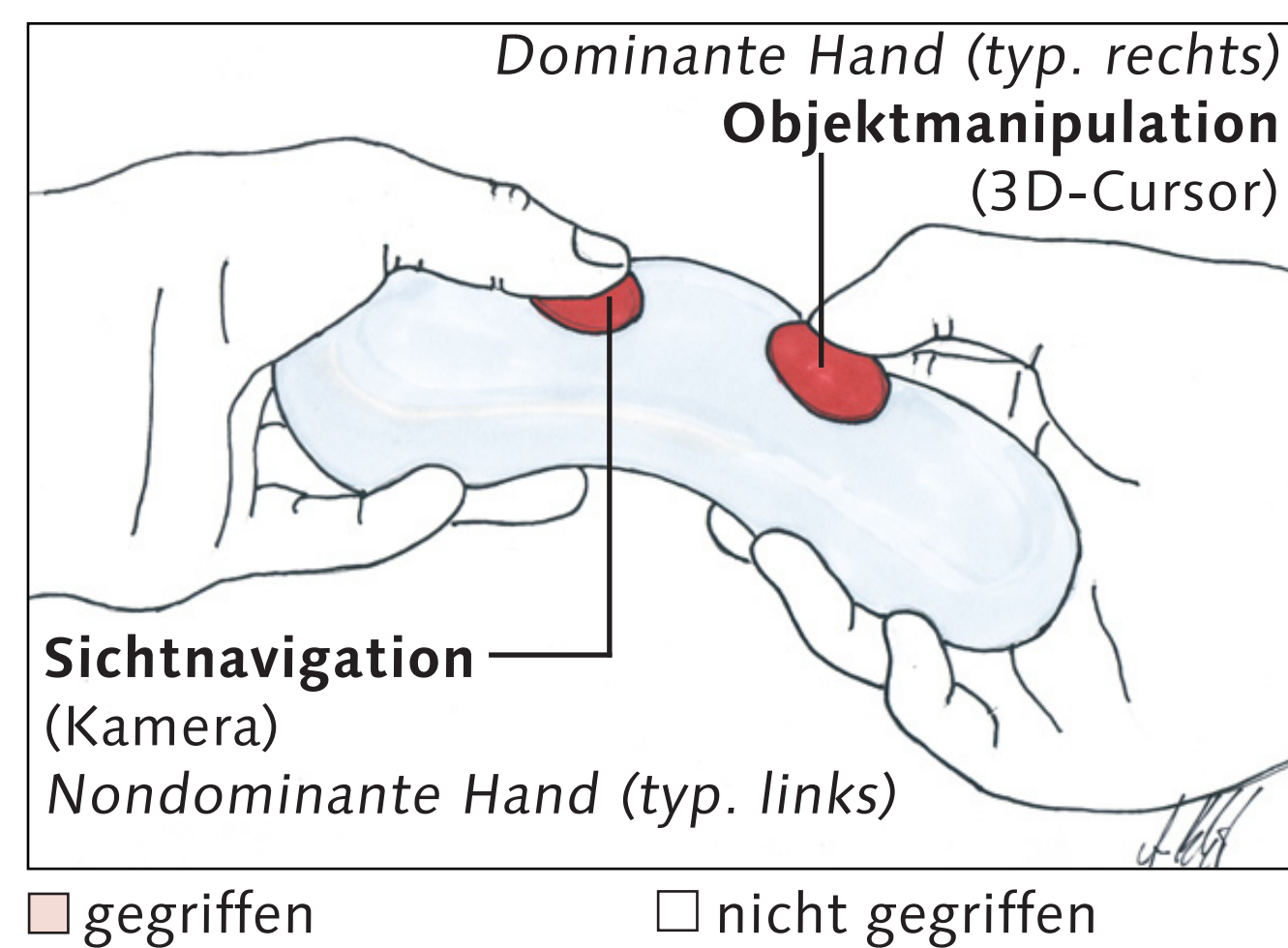
Eingabegerät zur Interaktion mit dreidimensionaler Computergrafik - Funktion und Mapping



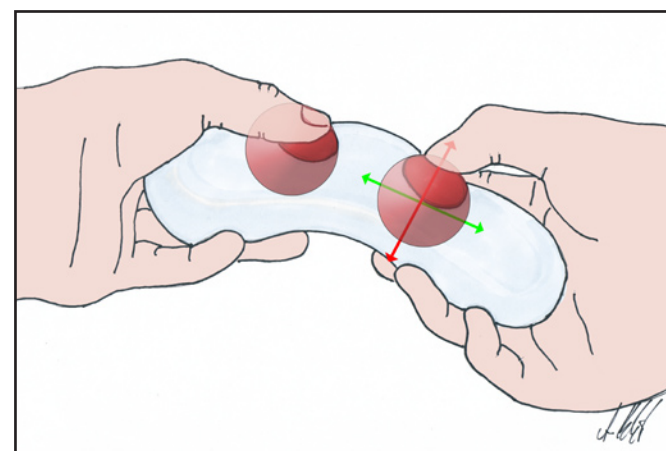
Zweihändige Kameranavigation von Ort zu Ort



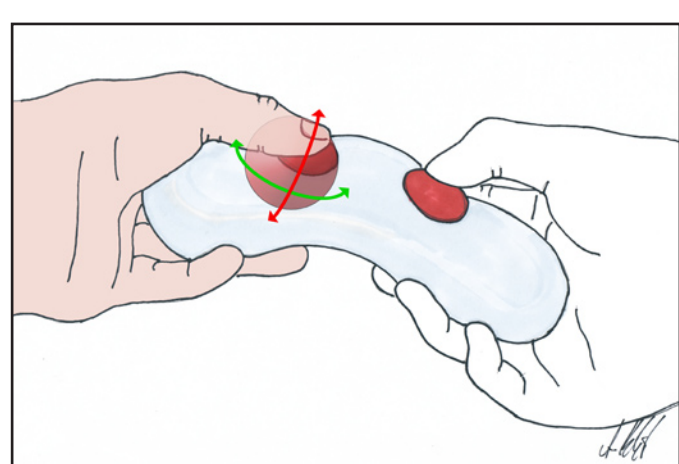
Durch Greifen beider Stellteile, werden Beobachtungspunkt (nondominante Hand) und 3D-Cursor (dominante Hand) fest aneinander gekoppelt. Der Schub zur Bewegung entlang der Tiefenachse kann dadurch mit beiden gleichermaßen geregelt werden. Verschiebungen in den anderen Achsen bewirken Schwenk-/Lenkbewegungen um das jeweils andere Steuerungsobjekt.



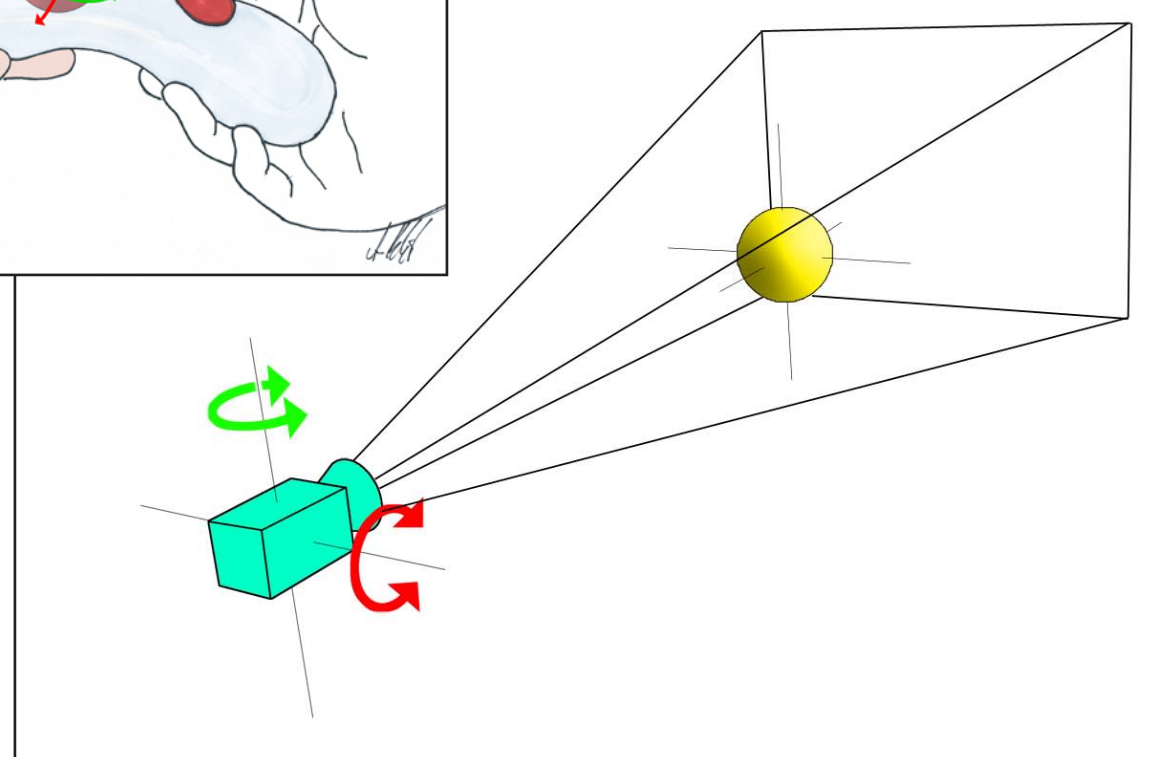
Umschauen durch Schwenken des Cursors



Die relative Bewegung der beiden Steuerungsobjekte ermöglicht auch das bequeme Umschauen im Raum durch Schwenkbewegungen (Zeigemetapher) des 3D-Cursors.



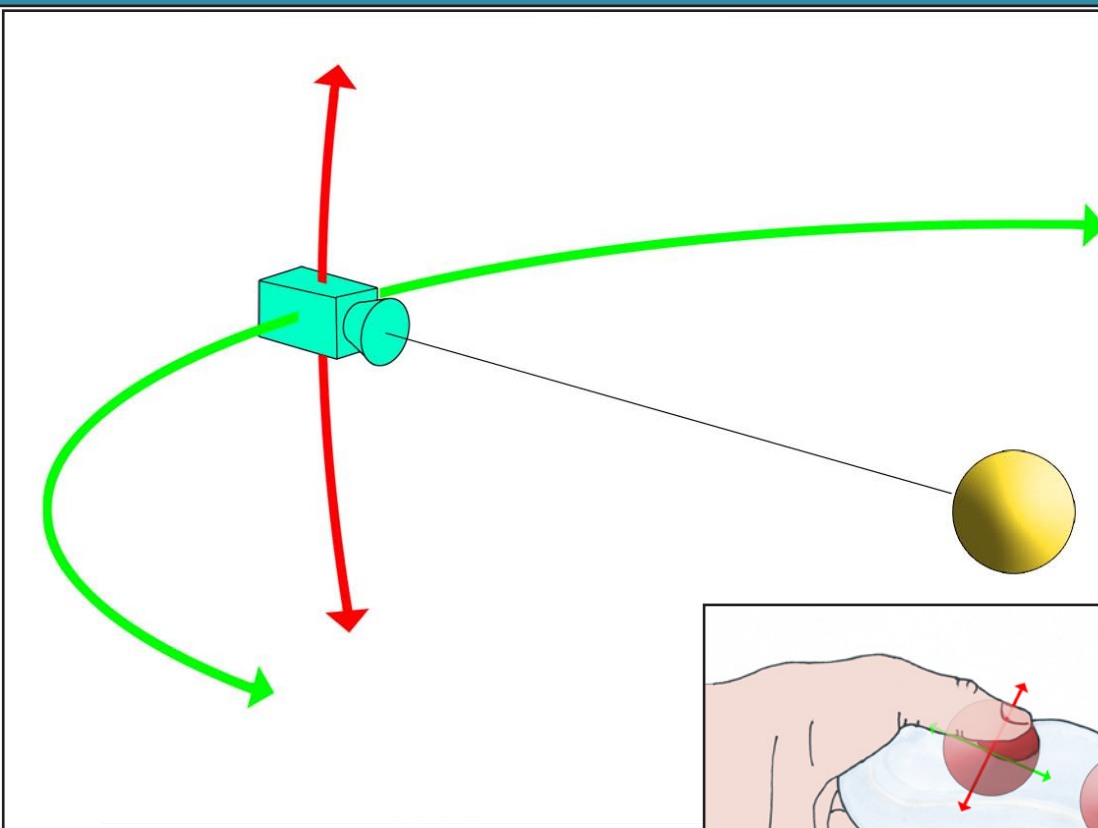
Umschauen durch Kamerarotation



Mit der nondominanten Hand kann die Kamera als Repräsentation des Beobachtungspunktes auch direkt um Hoch- und Längsachse gedreht werden. Rotationen um die Tiefenachse entfallen, da sie wenig hilfreich sind.

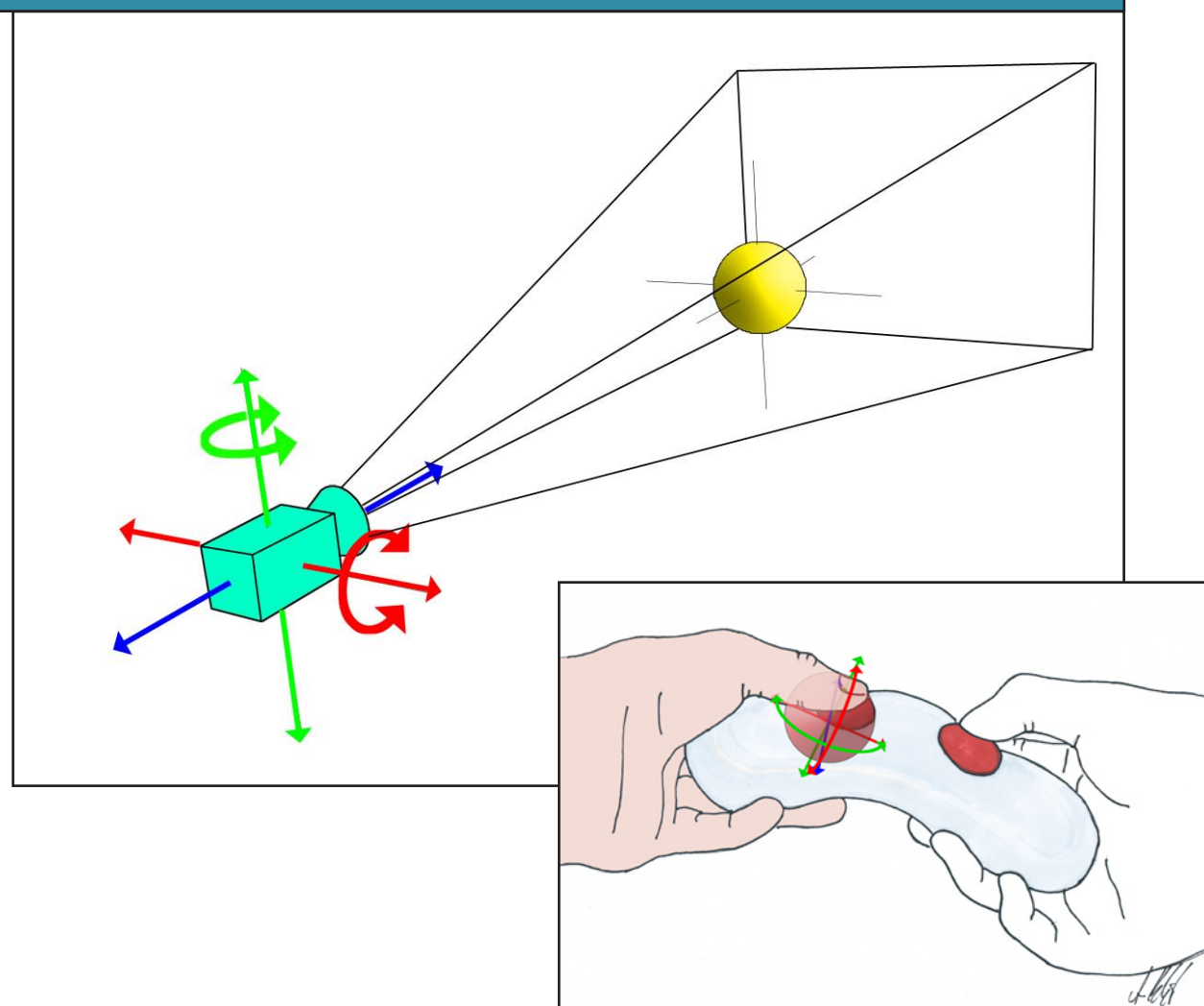
Objektbetrachtung durch Kameraschwenk

Ebenso kann durch die relative Bewegung, mit beiden Stellteilen im Griff, die Kamera leicht um den 3D-Cursor geschwenkt werden. Dies vereinfacht die Begutachtung ausgewählter Objekte.



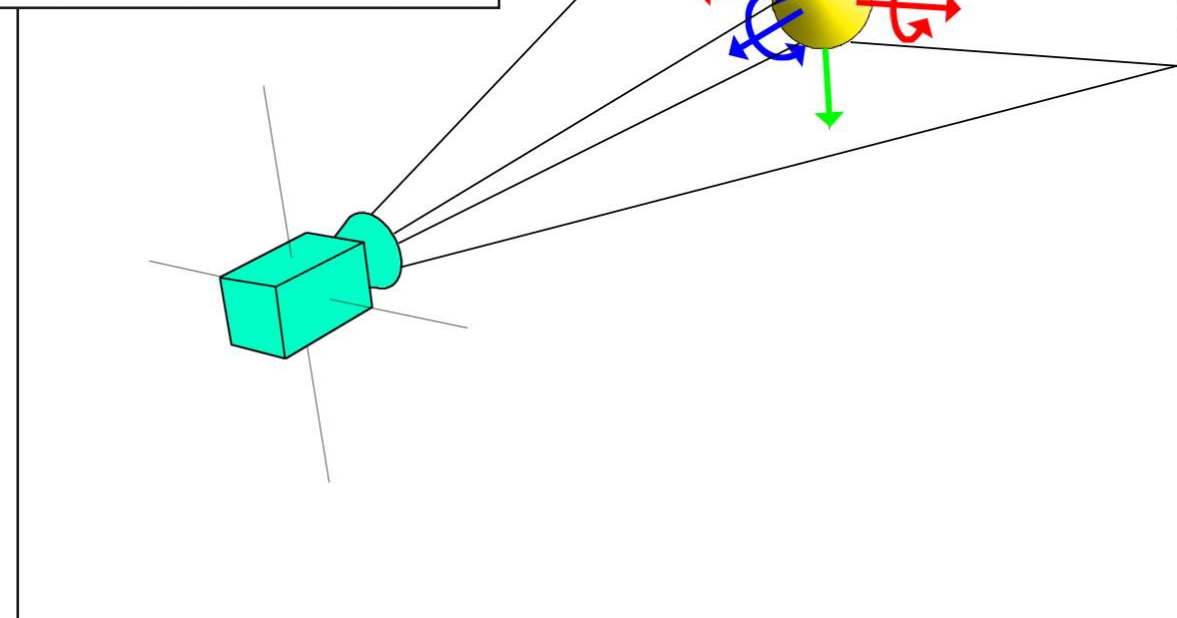
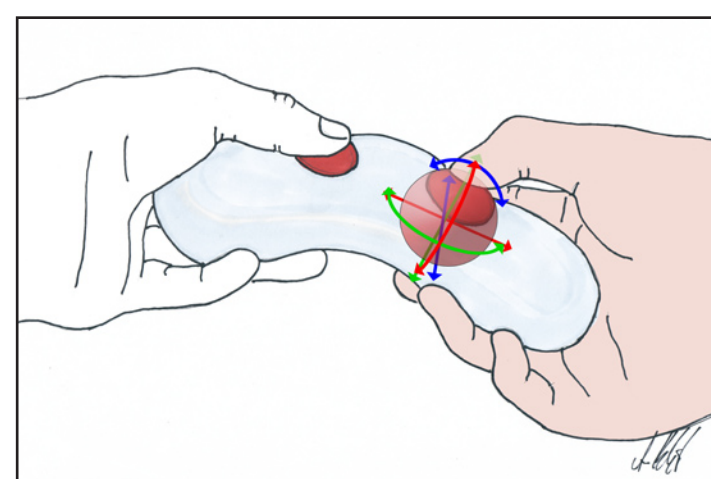
Reine Sichtnavigation

Durch Loslassen des Eingabesensors mit der dominanten Hand, wird die Kamera aus ihrem Bezugssystem gegenüber dem 3D-Cursor gelöst und kann nun von der nondominanten Hand frei im Raum positioniert und orientiert werden.



Reine Objektmanipulation

Für Objektmanipulationen stehen sechs Freiheitsgrade zur Verfügung. Objekte können, wenn nur das entsprechende Stellteil gegriffen ist, frei auf den drei Raumachsen verschoben und gedreht werden. Stößt das Objekt an den Rand des Sichtfensters, so wird dieses adequat mit bewegt.



Lenkbewegungen bei der Sichtnavigation

Sind beide Eingabesensoren gegriffen, kann die Stärke des Bewegungsschubs durch longitudinale Auslenkung sowohl des linken als auch des rechten Sensors bestimmt werden. Durch Rotation beider Sensoren können verschiedene Kurvenbewegungen jeweils unterschiedlich beschrieben werden: Rotationen mit der nondominanten Hand definieren einen Kurvenradius (linke Grafik), der bis zum Rückstellen der Lenkung beibehalten wird. Mit der dominanten Hand wird dagegen die Zeigerichtung des 3D-Cursors bestimmt (rechte Grafik). Die neue Richtung wirkt auch auf das Sichtsystem, da es der Bewegung des Cursors folgt und so zwangsläufig eine Kurve beschreibt.

