

Seminar Visuelle Neurowissenschaften

Handlungssteuerung

03.07.2006

Karnath, H.-O. & Thier, P. (2003). Neuropsychologie. 2. Auflage. Springer-Verlag, Heidelberg (Kap. 24)

Goodale, M.A. & Westwood, D.A. (2004). An evolving view of duplex vision: separate but interacting cortical pathways for perception and action. *Curr. Opin. Neurobiol.*, **14**, 203-211

Desmurget, M., Pelisson, D., Rosetti, Y. & Prablanc, C. (1998). *Neurosc. And Biobehav. Rev.*, **6**, 761-788.

Bernstein-Problem (Bernstein, 1935):

Was bestimmt eine von vielen möglichen Trajektorien?

Räumliche Repräsentation des zu greifenden Objekts:

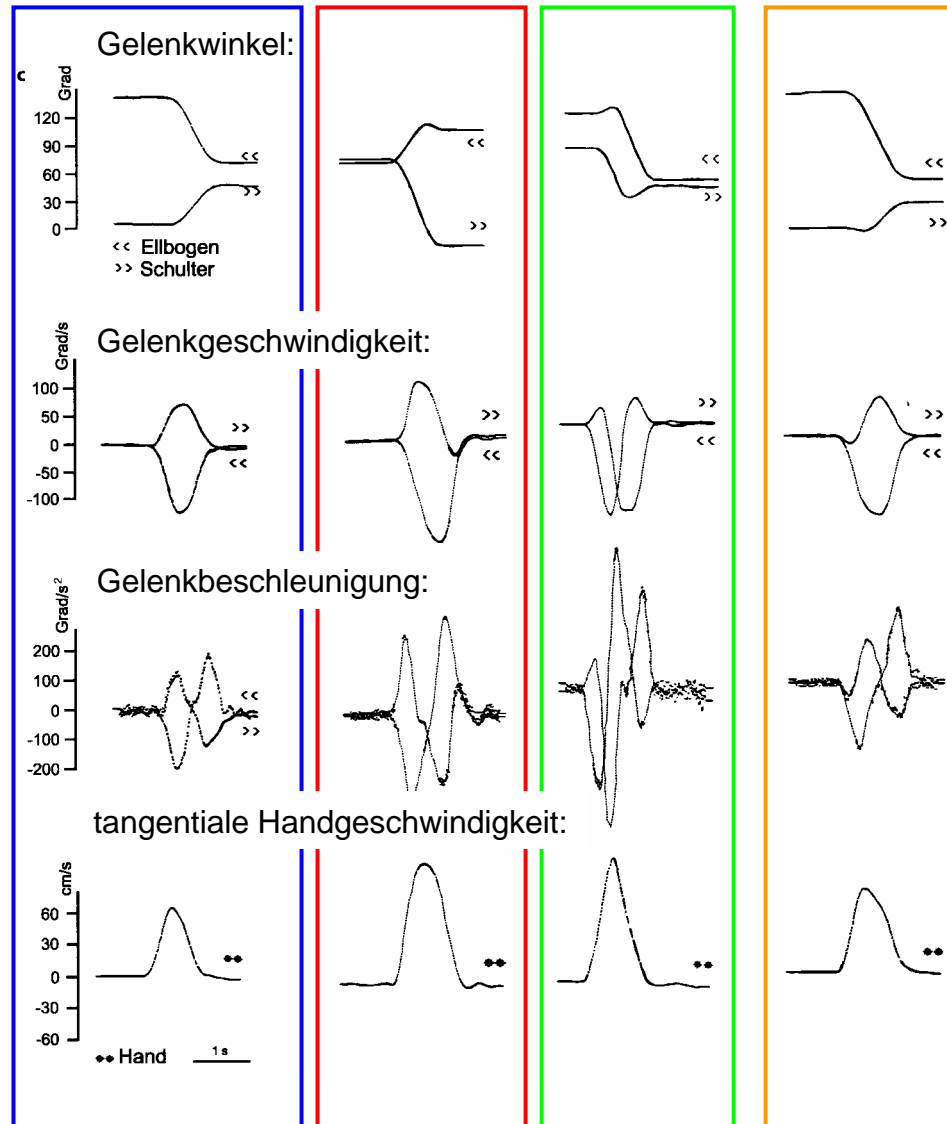
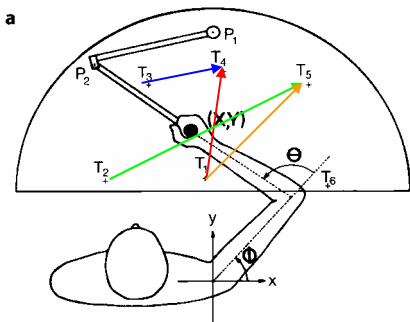
- 3 Variablen der Position: z.B. x-, y-, z- Koordinate
- 3 Variablen der Orientierung: z.B. 3 Rotationsachsen

Freiheitsgrade des motorischen Systems:

- Schulter: 3 Freiheitsgrade;
- Ellbogen: 1 Freiheitsgrad,
- Handgelenk: 3 Freiheitsgrade

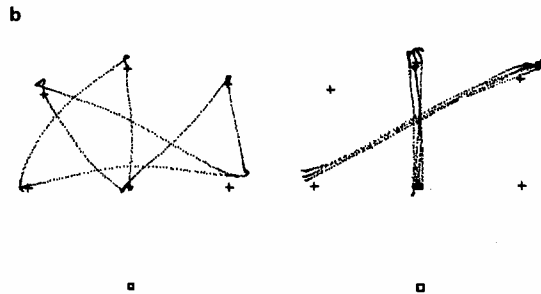
Bernstein-Problem (Bernstein, 1935): Was bestimmt eine von vielen möglichen Trajektorien?

Armbewegungen in der Ebene:

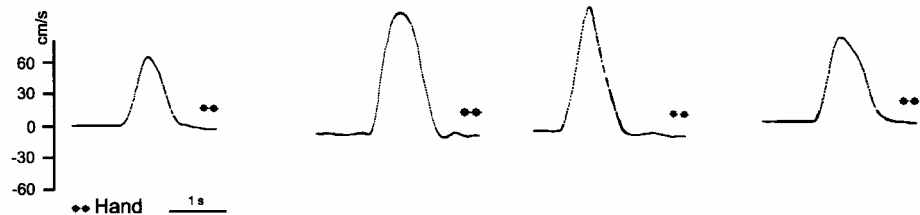


Bernstein-Problem (Bernstein, 1935): Was bestimmt eine von vielen möglichen Trajektorien?

Handtrajektorien:



tangentiale Handgeschwindigkeit:



Handbewegungen:

- unabhängig von Anfangs- und Endposition
- gerade Trajektorien
- glockenförmige Geschwindigkeitsprofile

Erklärungsansatz:

Anzahl der “verfügbaren” Freiheitsgrade ist reduziert, da das Nervensystem versucht, die Glattheit/Smoothness von Bewegungen zu optimieren.

Bernstein-Problem (Bernstein, 1935):

Was bestimmt eine von vielen möglichen Trajektorien?

Mögliche Kostenfunktionen:

- Minimierung der zurückgelegten Entfernung
- Minimierung der Bewegungszeit (Bang-Bang Control)
- Minimierung der Arbeit / Energie
- Minimierung der Änderung der Beschleunigung (Jerk) / Maximierung der Smoothness
- Minimierung der Änderung des Drehmoments (Torque)
- Minimierung des Bewegungsfehlers

Bernstein-Problem (Bernstein, 1935):

Was bestimmt eine von vielen möglichen Trajektorien?

Numerische Lösung: sehr aufwendig

Theorie der Gleichgewichtspunkte: Berechnung einer virtuellen Trajektorie von (instantanen) Gleichgewichtspunkten antagonistischer Muskelpaare zu einer gegebenen Gelenkposition

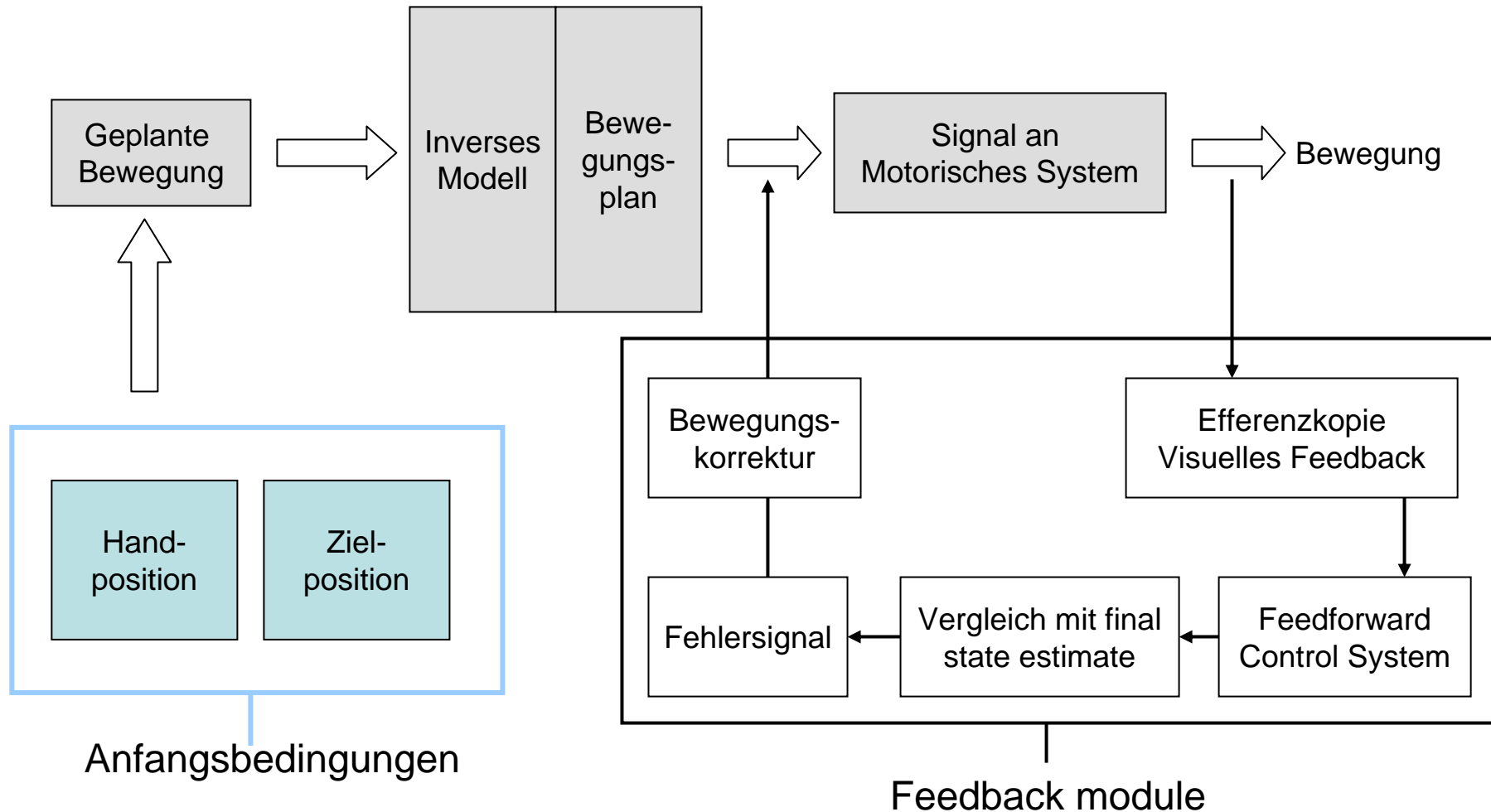
- erklärt die Fähigkeit, unerwartete Kraftstörungen zu kompensieren
- Implizite Annahme, dass die Reihenfolge der Bewegungsausführung unwichtig ist.

Feedforward und Feedback:

Feedforward control system: Abfolge von Muskelaktivierung ist vor Bewegungsbeginn komplett spezifiziert.

Feedback control system: Aktueller Bewegungszustand wird mit (gewünschtem) Referenzzustand verglichen.

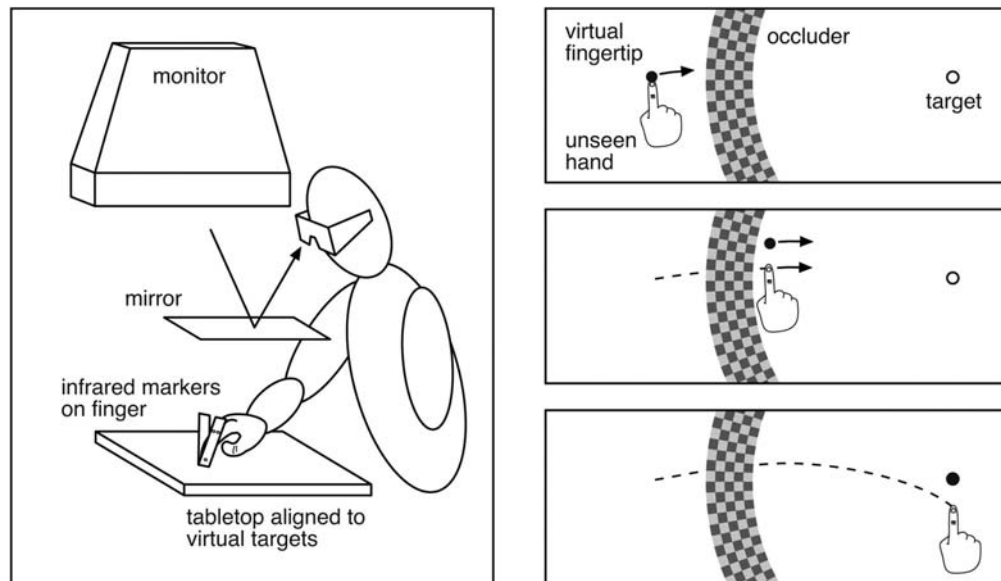
Feedforward und Feedback:



Feedforward und Feedback:

Delays im visuellen und motorischen System:

- EMG Messungen: Muskelkontraktion 50-100 ms messbar vor Bewegungsbeginn
- Korrekturen auf Störungen des visuellen Feedbacks innerhalb von ~ 120 ms



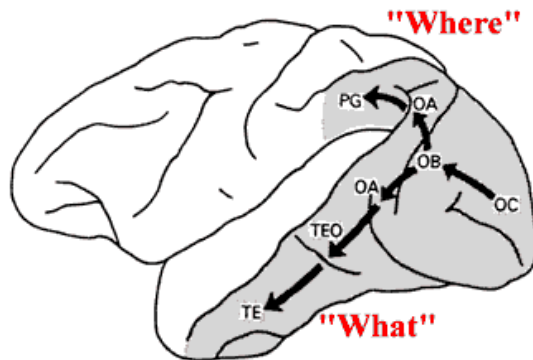
Saunders & Knill (2004). *J Neurosci.*, **24**, 3223-3234

Separate Cortical Pathways for Perception and Action?

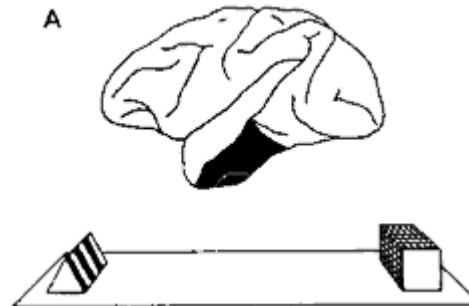
Leslie Ungerleider & Mortimer Mishkin (1982):

- “Two visual systems” (“Where” / “What”) Repräsentationen des gleichen Objekts unterscheiden sich für bei Handlungs- und bei Wahrnehmungsaufgaben.
- Läsionen inferiorem temporalen Kortex beeinträchtigen Objektunterscheidung;
- Läsionen in posteriorem parietal Kortex (PPC) beeinträchtigen Leistungen in Landmark Task.

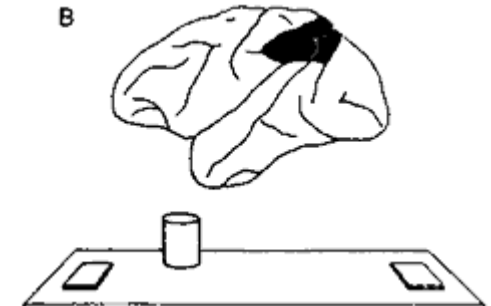
Linke Hemisphäre, Rhesusaffe:



Object recognition task:
Wähle unbekanntes Objekt



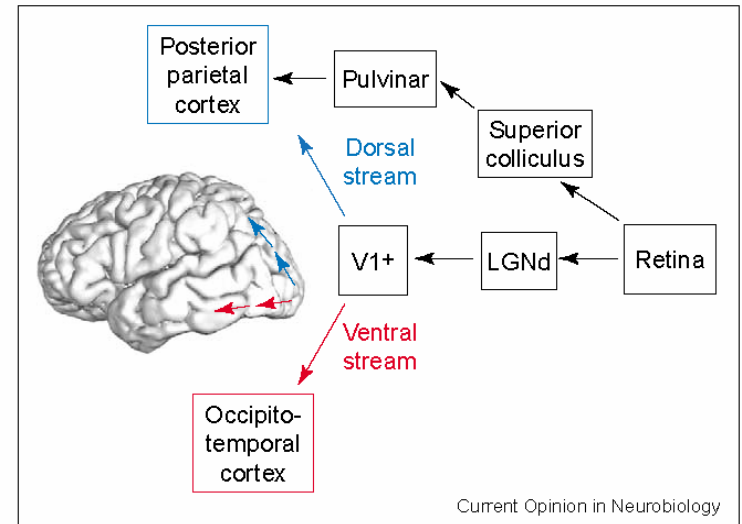
Landmark task:
Wähle näheres Objekt



Separate Cortical Pathways for Perception and Action?

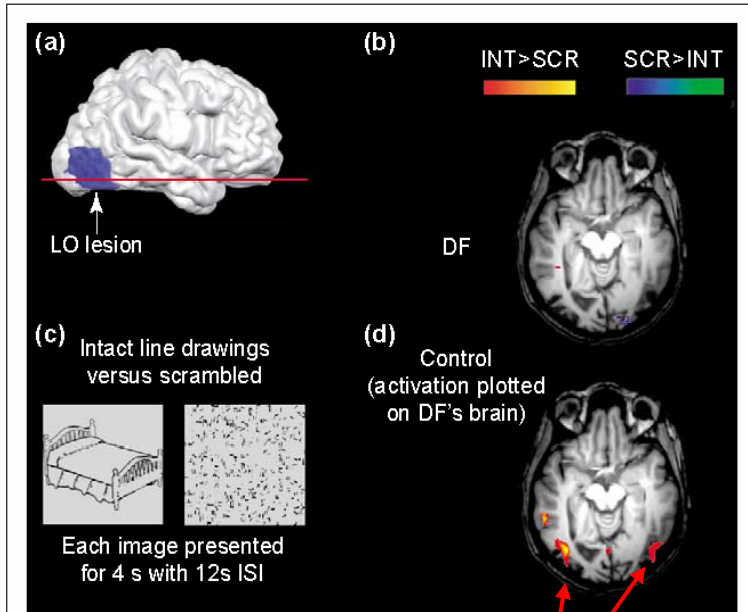
Melvyn Goodale & David Milner (1991):

- “Separate visual systems for perception and action” (“Dorsal” / ”Ventral”)
- **Patientin D.F.:** Bilaterale Läsionen in Lateral Occipital Cortex (LO) aufgrund von Kohlenmonoxid-Vergiftung;
 - Visuelle Agnosie: Beeinträchtigung bei einfachen verbalen oder manuellen Wahrnehmungsaufgaben (Größe, Form, Orientierung)
 - keine Beeinträchtigung bei antizipatorischen motorischen Handlungen (Rotation oder Öffnung der Hand beim Aufheben von Objekten)



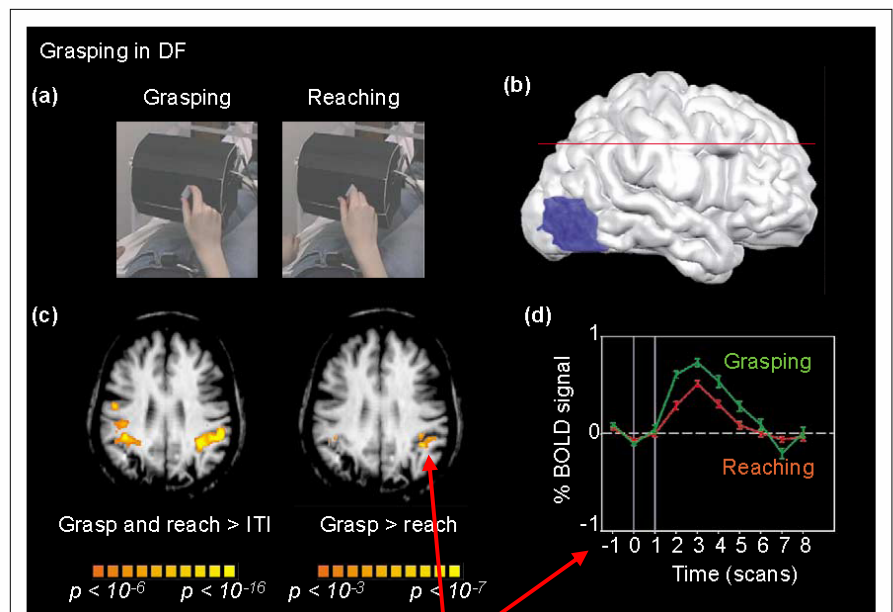
Separate Cortical Pathways for Perception and Action?

D.F., keine fMRT-Aktivität in LOC bei Objektwahrnehmung:



differential activity of normal controls to intact line drawings

D.F., normale fMRT-Aktivität in AIP bei Greifbewegungen:



differential activity of DF in area AIP for grasping compared to reaching (similar to fMRI activity found for normal controls, data not shown)

Zusammenfassung:

- Für eine zielgerichtete Bewegung muss eine von vielen möglichen Trajektorien ausgewählt werden.
- Mit Hilfe eines Inversen Modells wird aus kinematischen Variablen ein Bewegungsprogramm errechnet.
- Bewegungen werden unter propriozeptivem und visuellem Feedback ausgeführt.
- Ungerleider & Mishkin (1982) / Goodale & Milner (1991): Gibt es separate Verarbeitungspfade visueller Information für visuelle Wahrnehmung und visually-guided Handlungen?