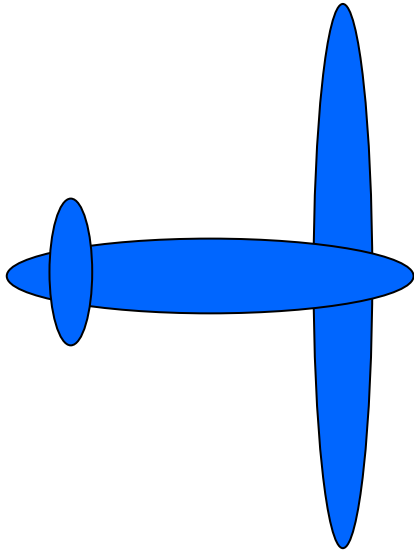


Computergrafik SS 2014

Oliver Vornberger

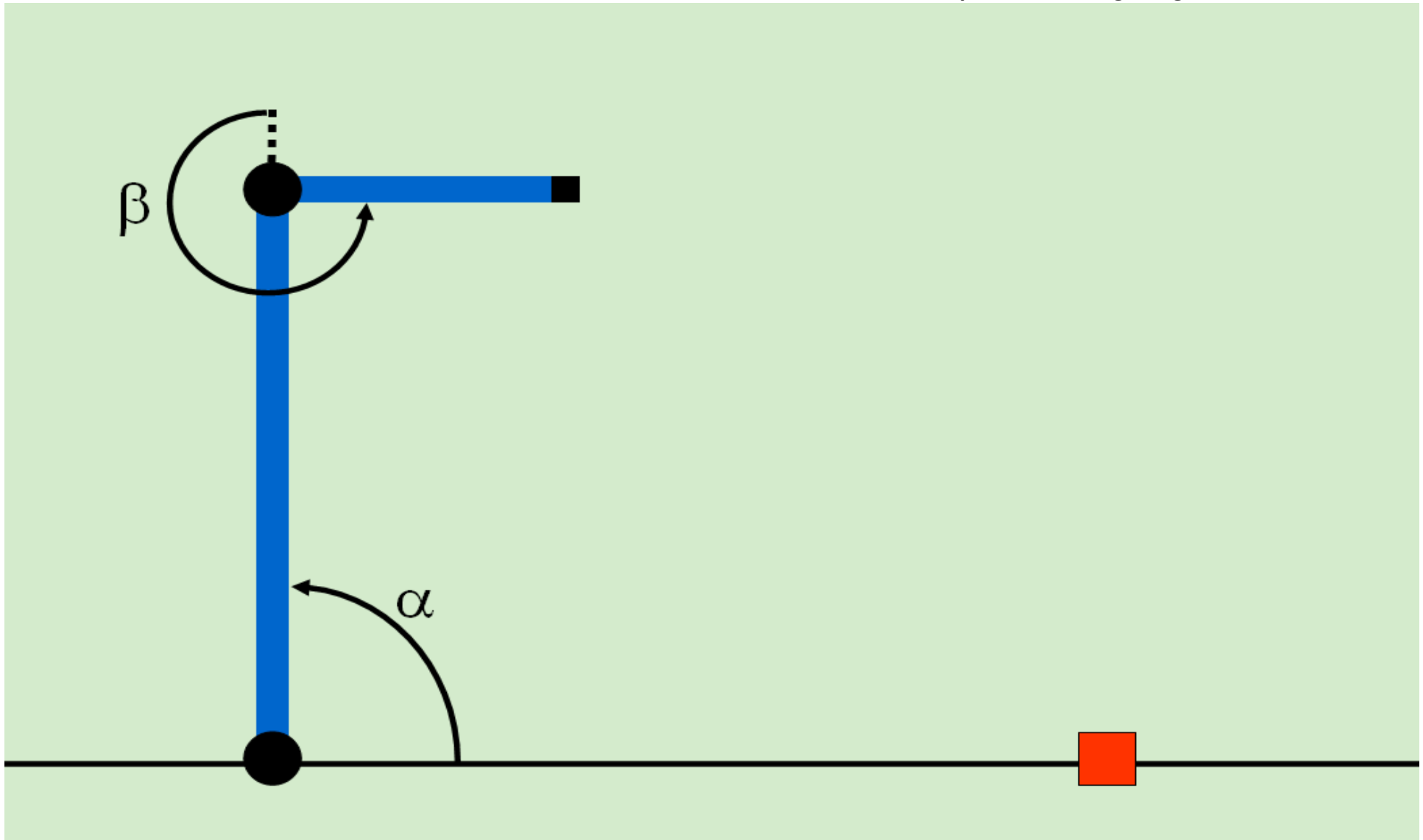
Kapitel 22:
Animation

Key frame Animation

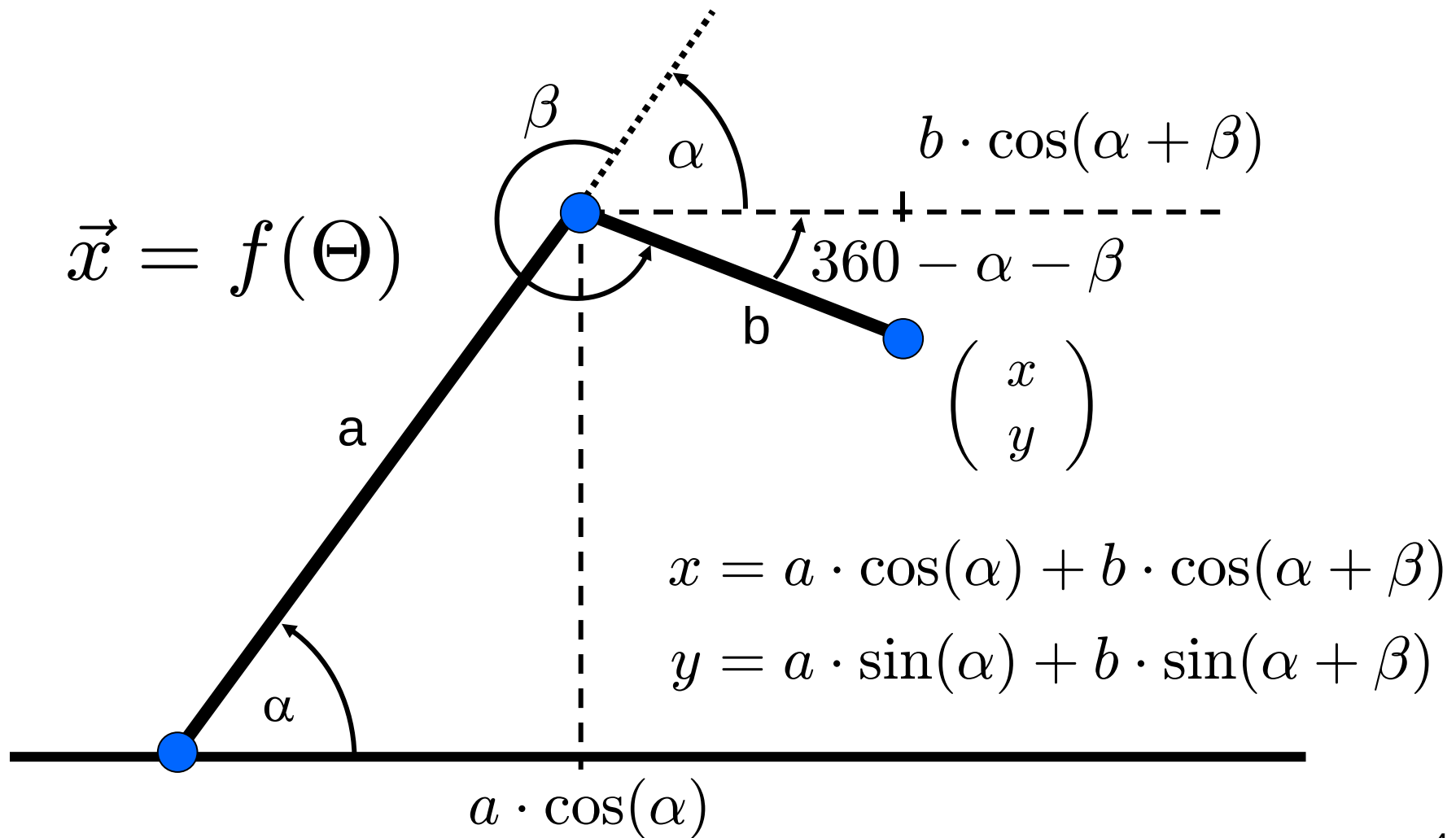


Kinematik

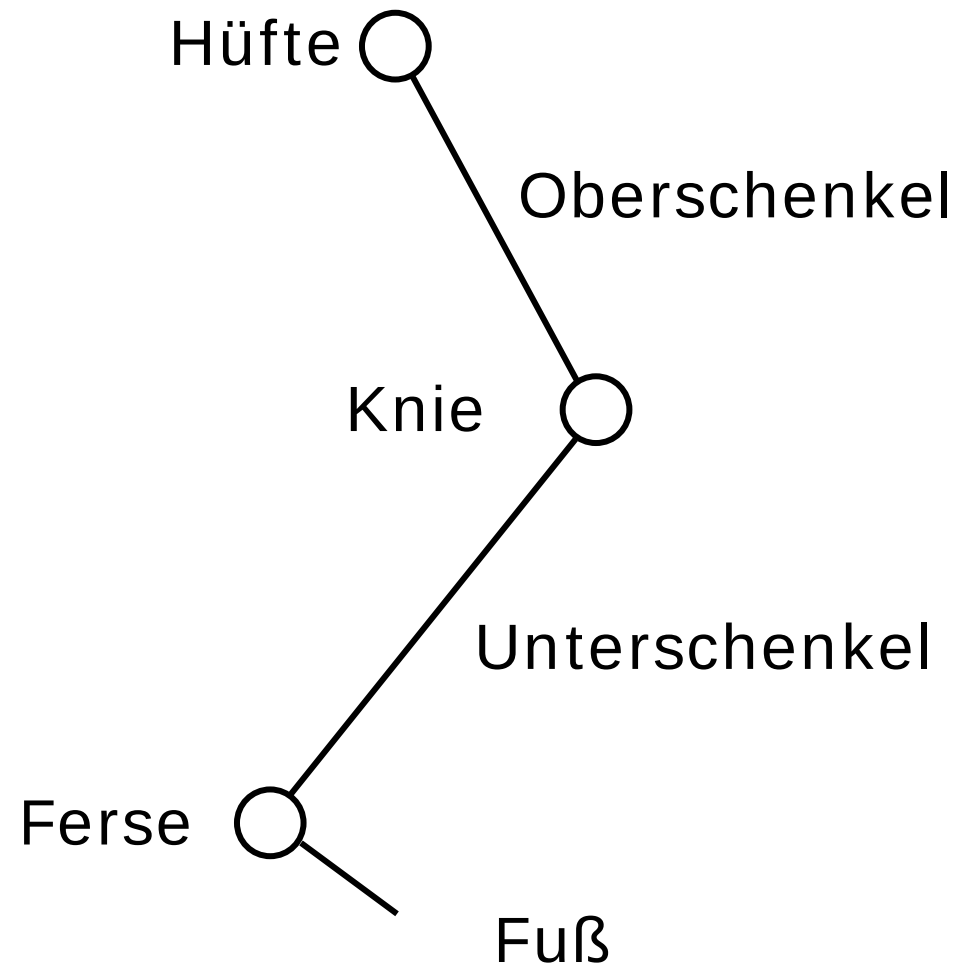
Bewegung im Raum
mit Körperverbindungen



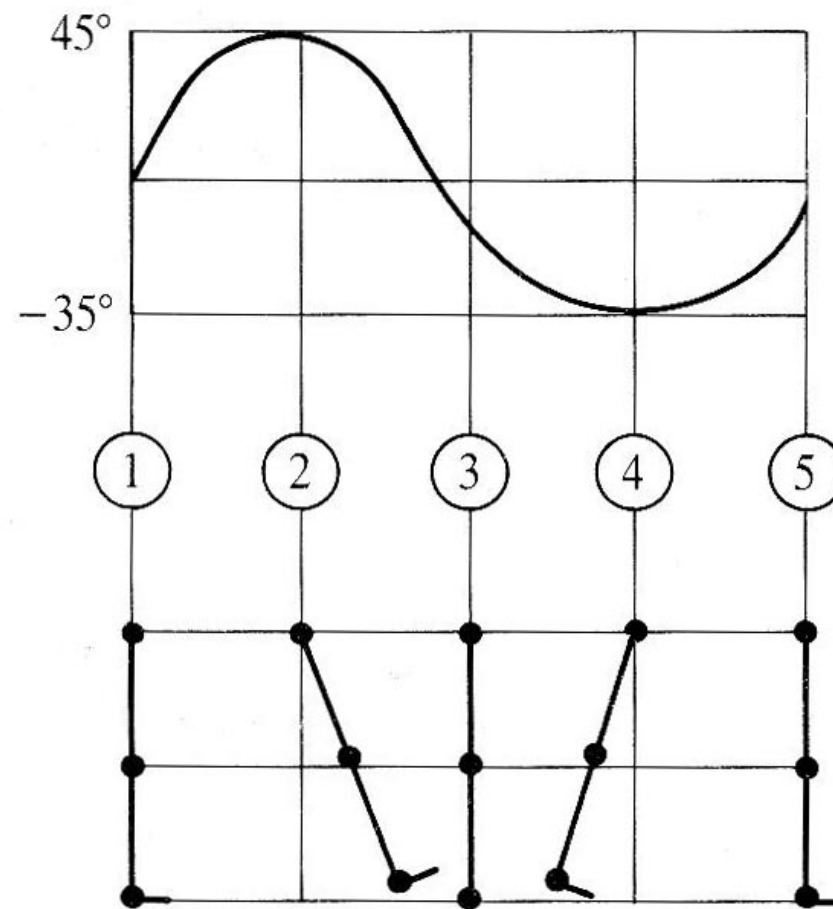
Forward Kinematics



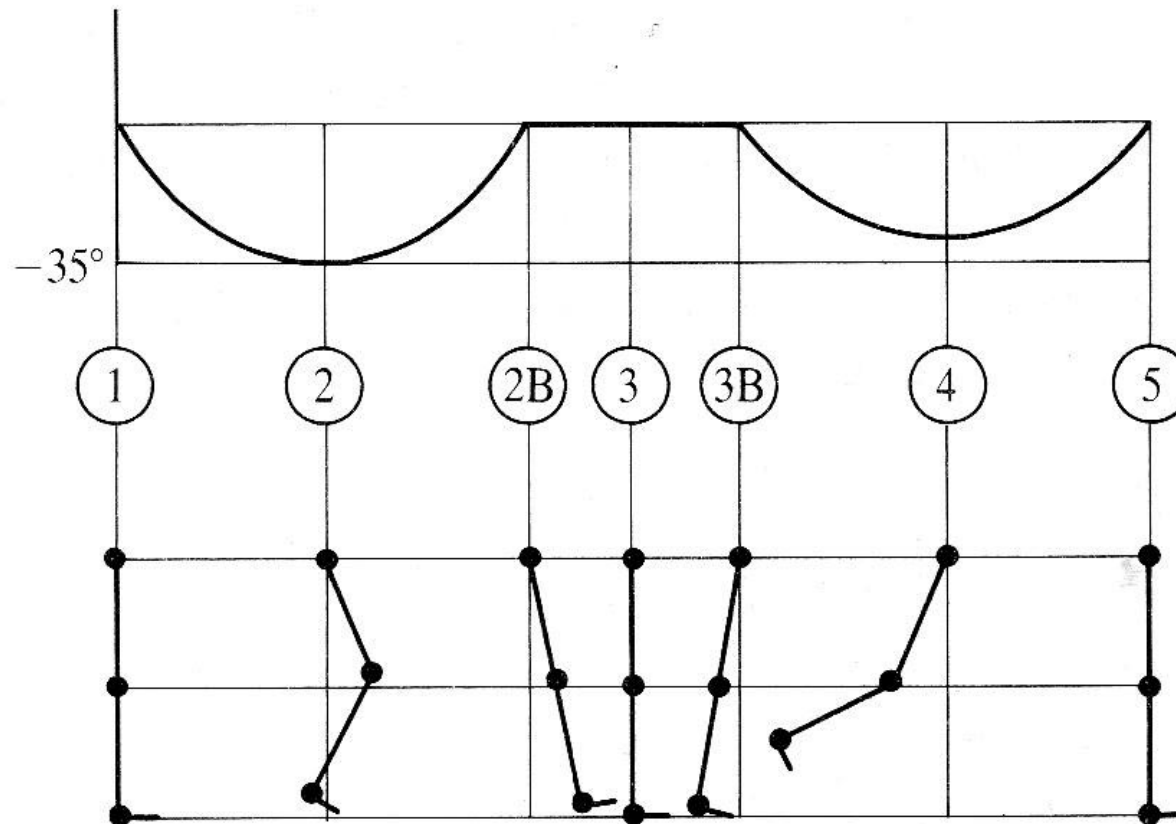
Skript für Forward Kinematics



Rotation in der Hüfte



Rotation im Knie

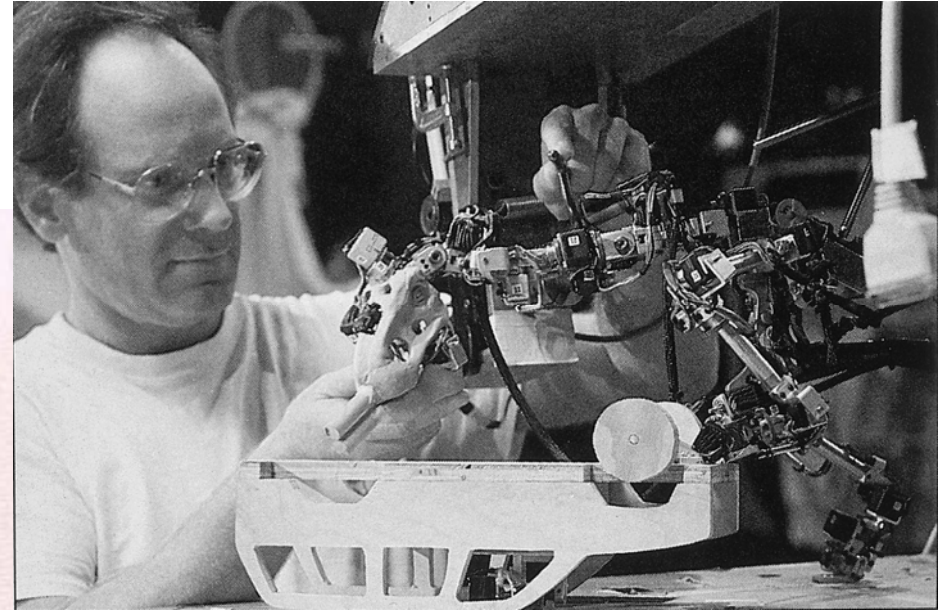
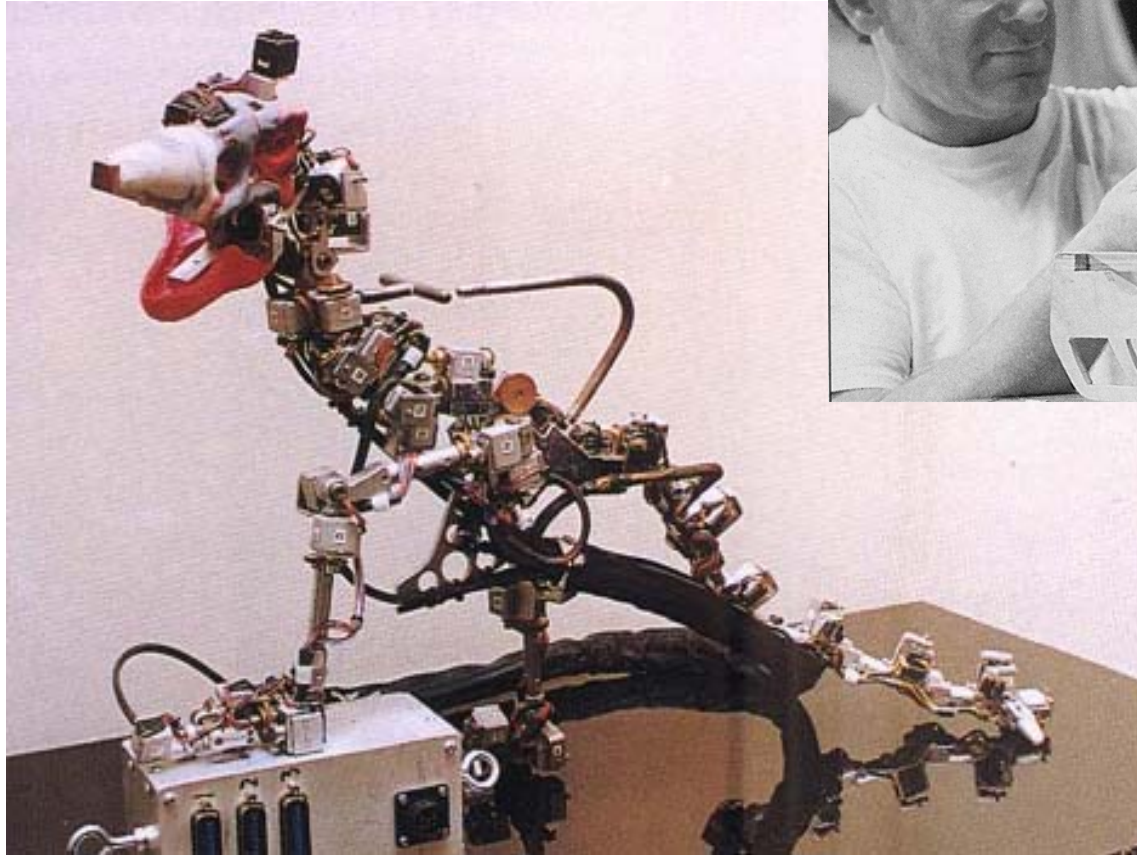


Jurassic Park [1993]



geplant als Stop Motion Film

Jurassic Park



R. Magid: "After Jurassic Park",
American Cinematographer,
December 1993.

Abgedruckt in: Alan Watt "3D-
Computergrafik", S. 549,
Pearson Studium, ein Imprint
von Pearson Education
Deutschland GmbH, 2001.

realisiert mit Dinosaur Input Device (DID)

Inverse Kinematics

$$\Theta = f^{-1}(\vec{x})$$

$$d^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos(\gamma)$$

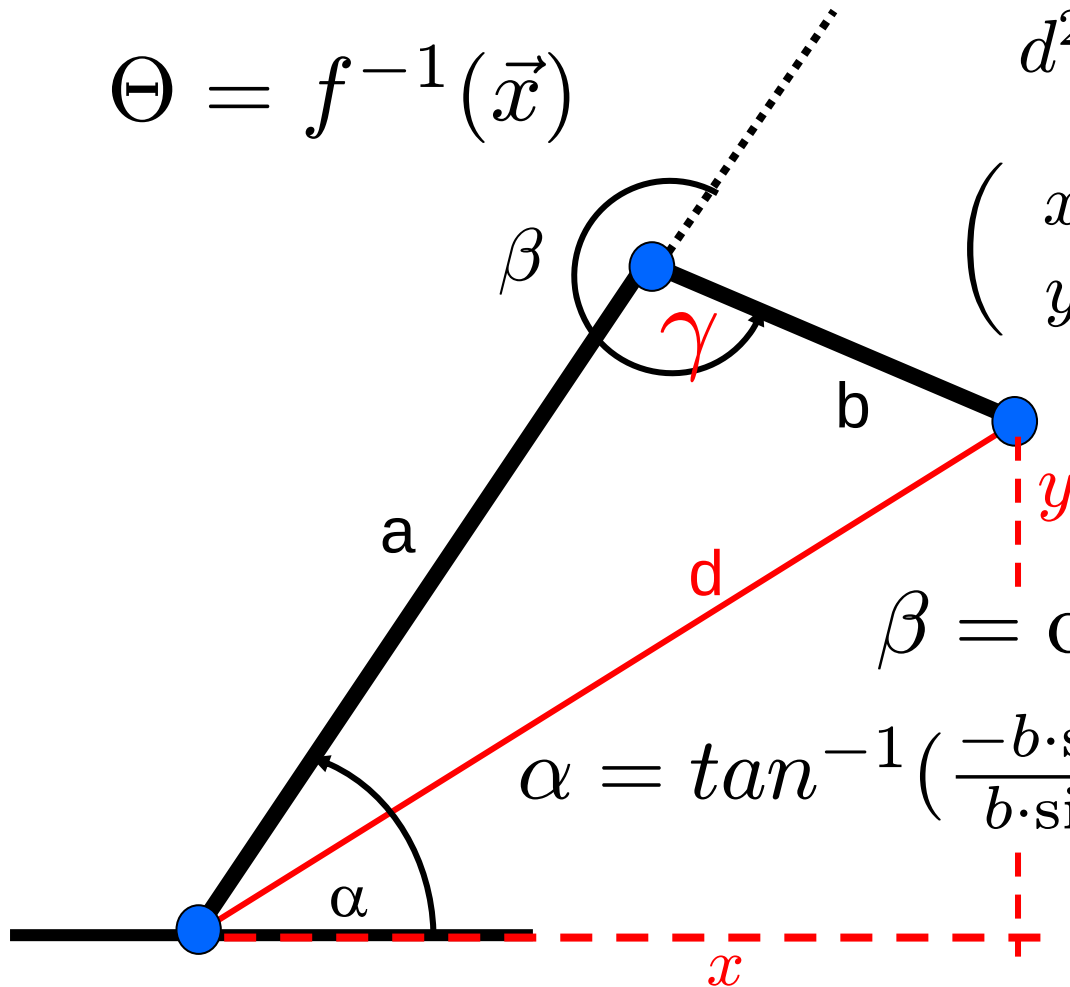
$$d^2 = x^2 + y^2$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$\cos(\gamma) = \frac{a^2 + b^2 - x^2 - y^2}{2ab}$$

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{x^2 + y^2 - a^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot b} \right)$$

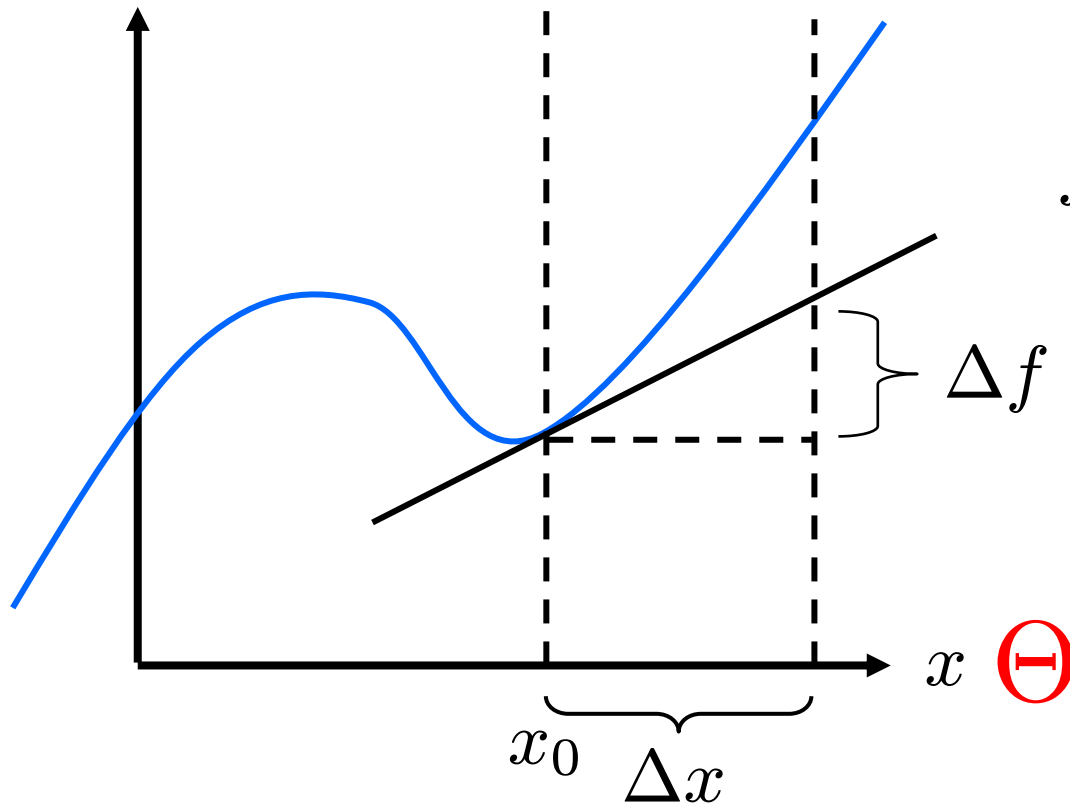
$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{-b \cdot \sin(\beta) \cdot x + (a + b \cdot \cos(\beta)) \cdot y}{b \cdot \sin(\beta) \cdot y + (a + b \cdot \cos(\beta)) \cdot x} \right)$$



Differenzierbarkeit

$$\vec{x} = f(\Theta)$$

$$y = f(x)$$



$$f'(x_0) \approx \frac{\Delta f}{\Delta x}$$

$$f'(x_0) \cdot \Delta x \approx \Delta f$$

$$\Delta x \approx \frac{\Delta f}{f'(x_0)}$$

Jakobi-Matrix

Die Jakobi-Matrix einer differenzierbaren Abbildung

$$f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$$

ist die $m \times n$ Matrix aller partiellen Ableitungen

$$J_f = \frac{\partial f}{\partial x} = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1} & \frac{\partial f_m}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n} \end{pmatrix}$$

Abhängigkeit zwischen $d\vec{x}$ und $d\Theta$

Problem: $\Theta = f^{-1}(\vec{x})$

Aber: kleine Änderungen im Winkel verursachen kleine Änderungen in der Position

$$J(\Theta) = \frac{\partial \vec{x}}{\partial \Theta}$$

$$J(\Theta) d\Theta = d\vec{x}$$

$$d\Theta = J^{-1}(\Theta)(d\vec{x})$$

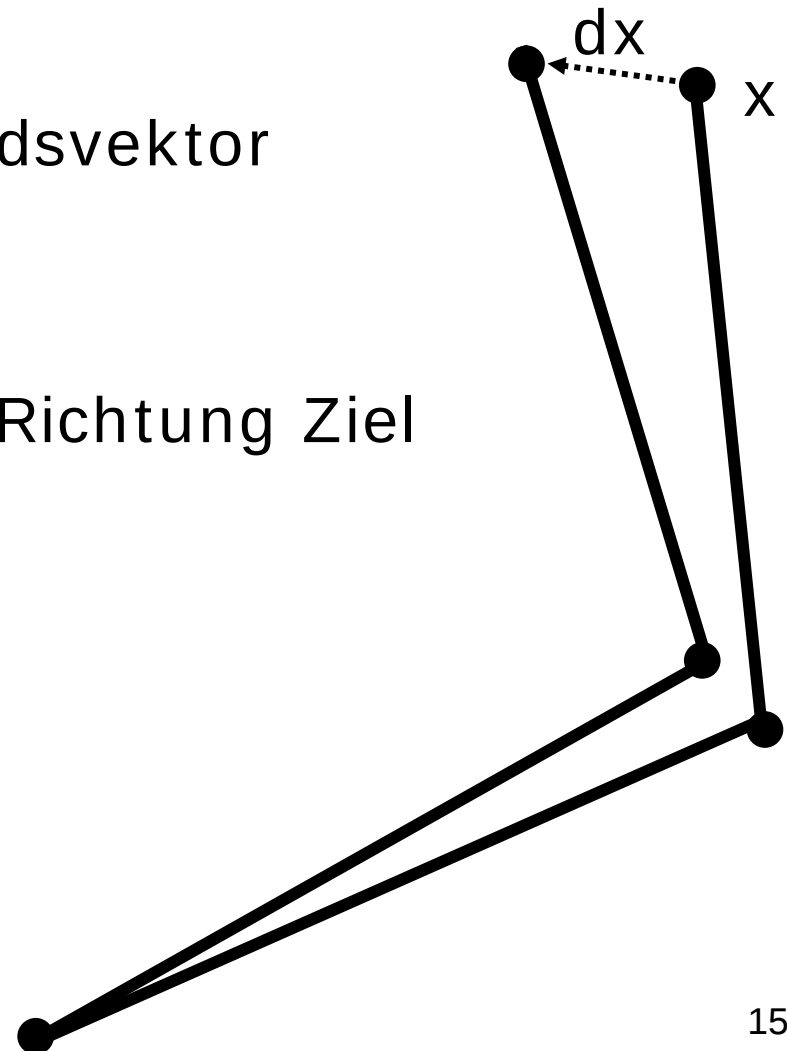
Obacht: invertieren nur bei quadratischen Matrizen möglich !

Iterationsverfahren

Sei x die aktuelle Position

Sei Θ der aktuelle Zustandsvektor

```
while (!fertig) {  
     $dx :=$  kleine Bewegung Richtung Ziel  
     $J(\Theta) = dx/d\Theta$   
    berechne Inverse von  $J$   
     $d\Theta := J^{-1}(\Theta)(dx)$   
     $x := f(\Theta + d\Theta)$   
}
```



Particle Systems

Geeignet für

- Sand
- Funken
- Wasser
- Schnee
- Feuer
- ...

Simulation physikalischer Gesetze
keine Interaktion untereinander

Partikeleigenschaften

- Position
- Geschwindigkeit
- Bewegungsrichtung
- Lebenszeit
- Größe
- Farbe
- Transparenz
- Gestalt

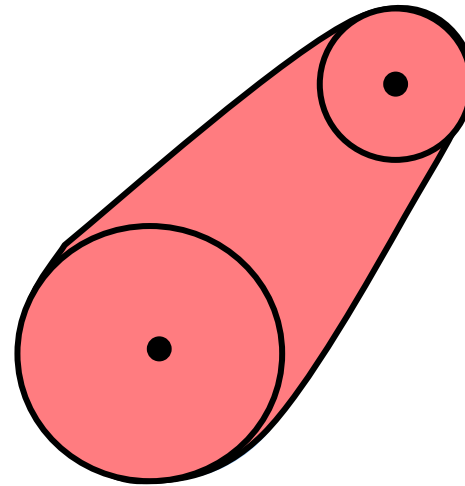
Phasen

- Generierung neuer Partikel
- Zuordnung von Attributen
- Entfernen von Partikeln
- Transformation von Partikeln
- Rendern des neuen Frames

Particle Rendering

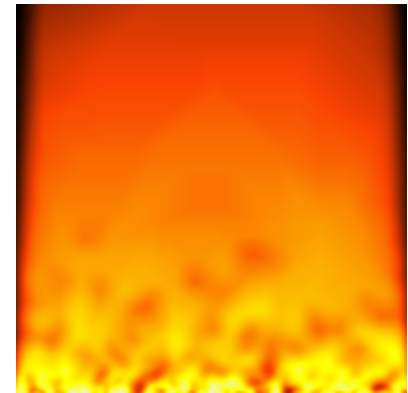
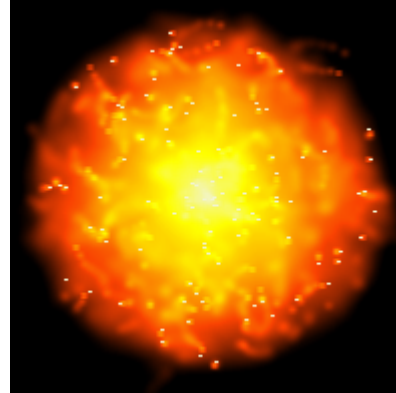
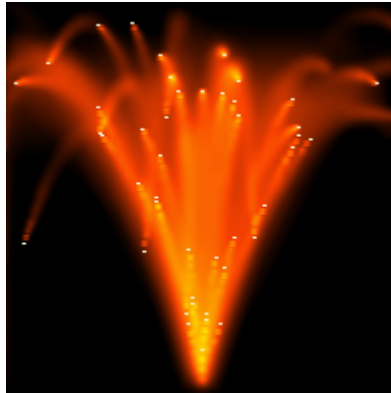
Für Head und Tail:

- Position
- Radius
- Farbverlauf
- Transparenz

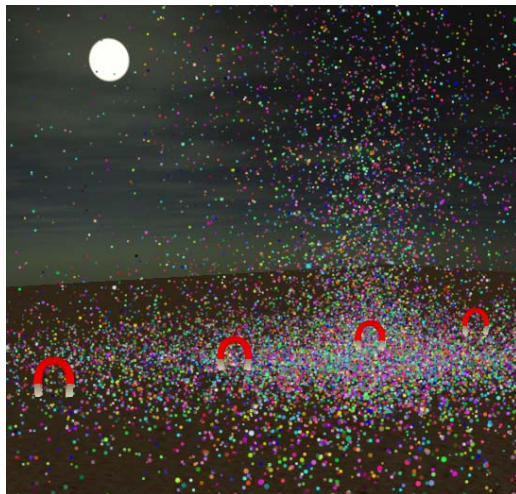


Motion Blur berücksichtigen !

Particle Systems Demos



<http://www.jhlab.com/java/particles2.html>
[~cg/2014/skript/Applets/Particle/jhlab.html](http://cg/2014/skript/Applets/Particle/jhlab.html)



<http://www.gpu-particlesystems.de/>

Verhaltensanimation

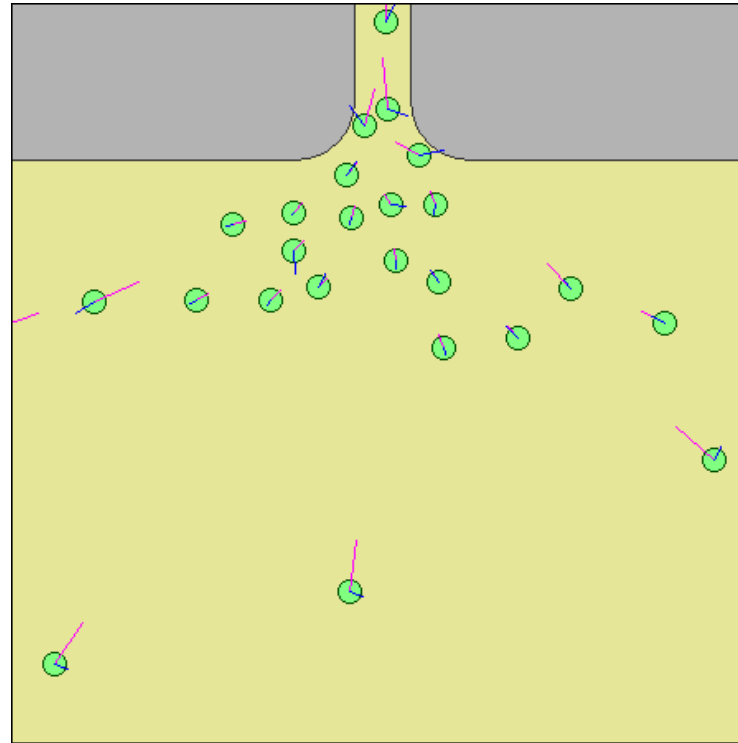
Simple Vehicle Model:

- Masse
- Position
- Fahrtrichtung
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung

Vehikel interagiert

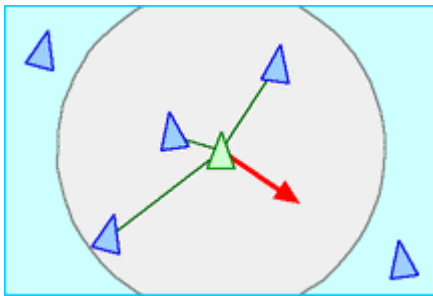
- mit Umwelt
- mit anderen Vehikeln

Queuing Behaviour at door [Craig Reynolds] 1999

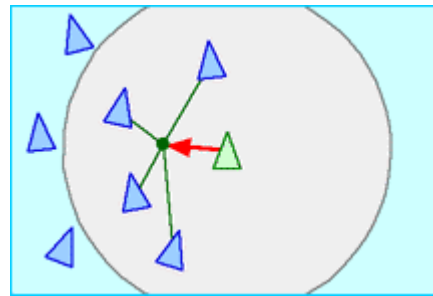


<http://www.red3d.com/cwr/steer/Doorway.html>

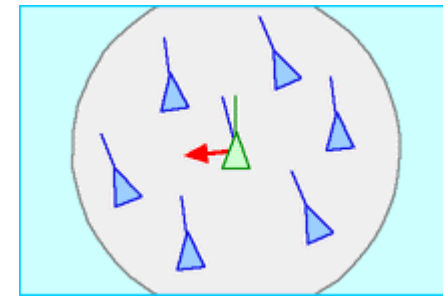
Schwarmverhalten



Separation

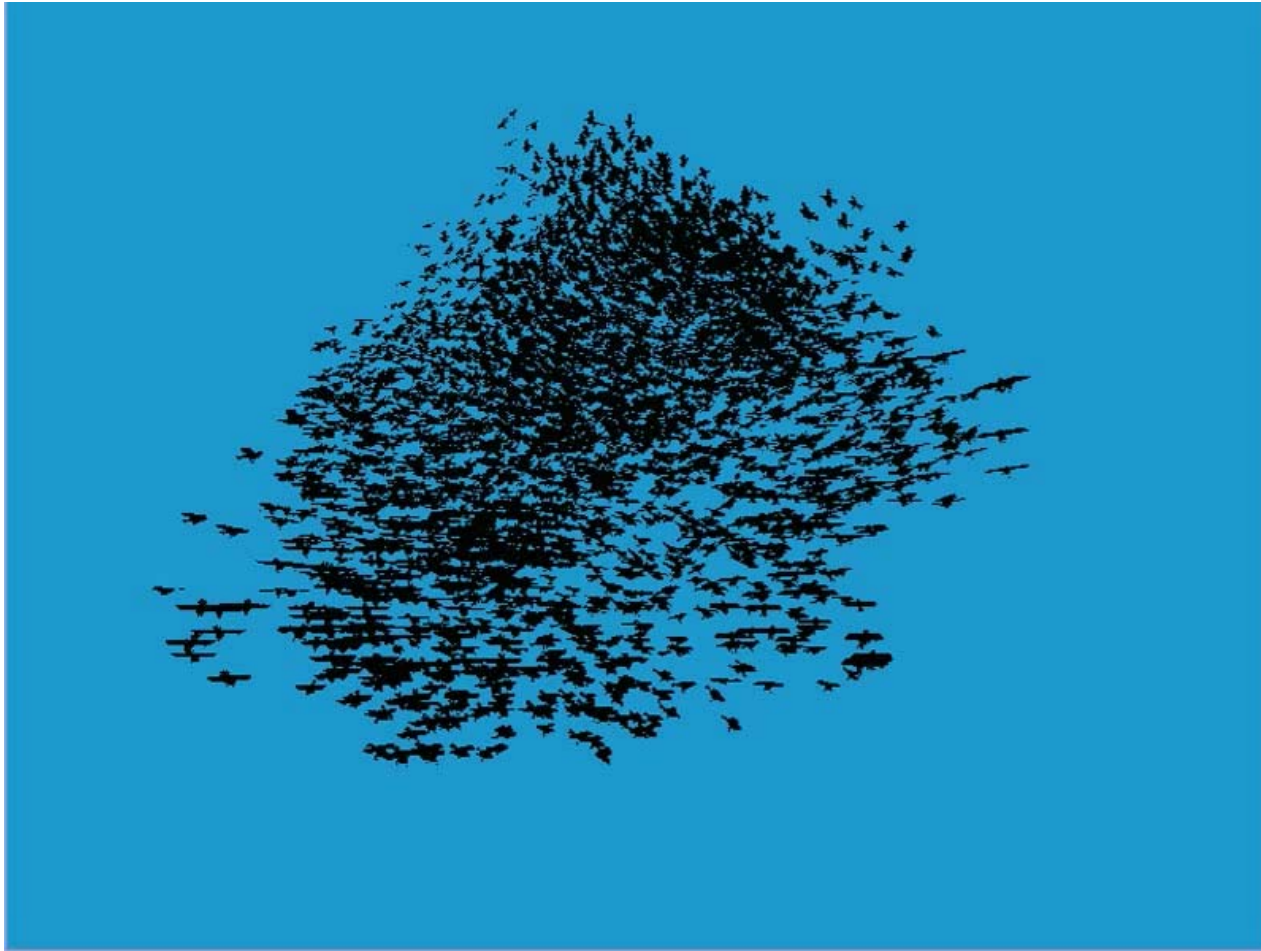


Kohäsion



Ausrichtung

Vogelschwarm von Oliver Tschesche



Scanline Production GmbH, München

TECHNICAL ACHIEVEMENT AWARD der American Academy of Motion Picture



[~cg/2014/skript/Applets/Particle/scanline.html](http://cg/2014/skript/Applets/Particle/scanline.html)