

# Ein Anforderungskatalog für die Gestaltung von Laubbäumen in 3D

Abschlussvortrag Projektarbeit

---

---

---

Jörg Moldenhauer  
LFE Medieninformatik  
09.02.2010

# Gliederung

1. Das Projekt “Virtueller Förster”
2. Grundlagen des biologischen Baumaufbaus
3. Modellierung Allgemein
  - 3.1 Erstellen der Geometrien
  - 3.2 Erstellen der Texturen
4. Die Bäume
  - 4.1 Birke
  - 4.2 Eiche
  - 4.3 Buche
5. Vergleich mit generischer Baumerzeugung
  - 5.1 Das Prinzip von L-Grammatiken
  - 5.2 Tools
  - 5.3 Vorteile der jeweiligen Herangehensweise

# Das Projekt “Virtueller Förster”

- Zielgruppe: Förster, Studenten der Forstwirtschaft, private Waldbesitzer
- Ziel: Erlernung gezielter und effektiver Durchforstung von Wäldern
- Synthetisch erzeugter Wald
- Möglichkeit, die Durchforstung in einer virtuellen Umgebung durchzuführen und die Ergebnisse unmittelbar nach dem Handeln zu betrachten
- Zusammenarbeit von LMU und MDH
- Meine Rolle im Projekt: polygonbasiertes modellieren von Laubbäumen

# Bäume in Computerspielen

Gothic 3 (2006)



(Quelle: <http://www.speedtree.com/>)

Oblivion (2006)

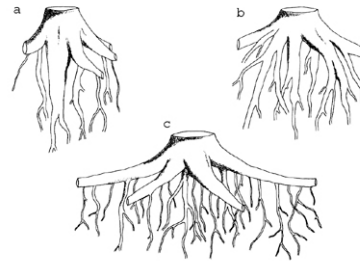


# Gliederung

1. Das Projekt “Virtueller Förster”
2. Grundlagen des biologischen Baumaufbaus
3. Modellierung Allgemein
  - 3.1 Erstellen der Geometrien
  - 3.2 Erstellen der Texturen
4. Die Bäume
  - 4.1 Birke
  - 4.2 Eiche
  - 4.3 Buche
5. Vergleich mit generischer Baumerzeugung
  - 5.1 Das Prinzip von L-Grammatiken
  - 5.2 Tools
  - 5.3 Vorteile der jeweiligen Herangehensweise

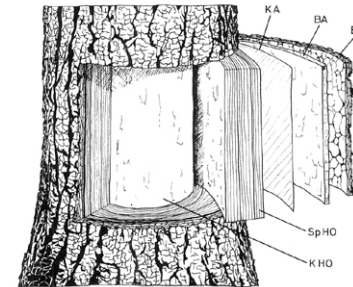
# Grundlagen des biologischen Baumaufbaus

- Wurzel: a) Pfahlwurzelsystem  
b) Herzwurzelsystem  
c) Senkerwurzelsystem



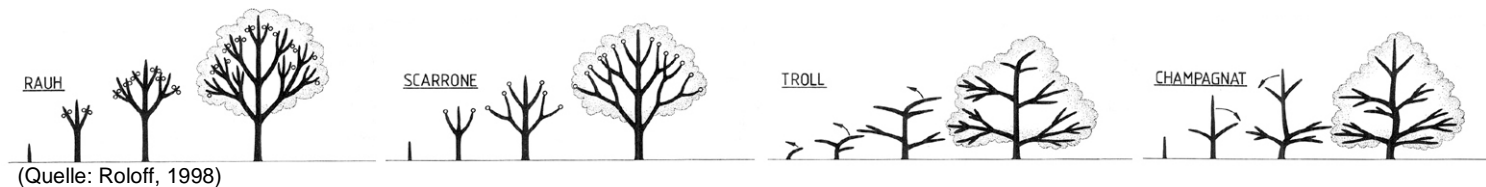
(Quelle: Braun, 1998)

- Stamm: für die Gestaltung nur die äußerste Schicht (Borke) wichtig



(Quelle: Braun, 1998)

- Äste und Zweige
  - bilden die Krone
  - verschiedene Architektur-Modelle



(Quelle: Roloff, 1998)

- Blätter

# Gliederung

1. Das Projekt “Virtueller Förster”
2. Grundlagen des biologischen Baumaufbaus
3. Modellierung Allgemein
  - 3.1 Erstellen der Geometrien
  - 3.2 Erstellen der Texturen
4. Die Bäume
  - 4.1 Birke
  - 4.2 Eiche
  - 4.3 Buche
5. Vergleich mit generischer Baumerzeugung
  - 5.1 Das Prinzip von L-Grammatiken
  - 5.2 Tools
  - 5.3 Vorteile der jeweiligen Herangehensweise

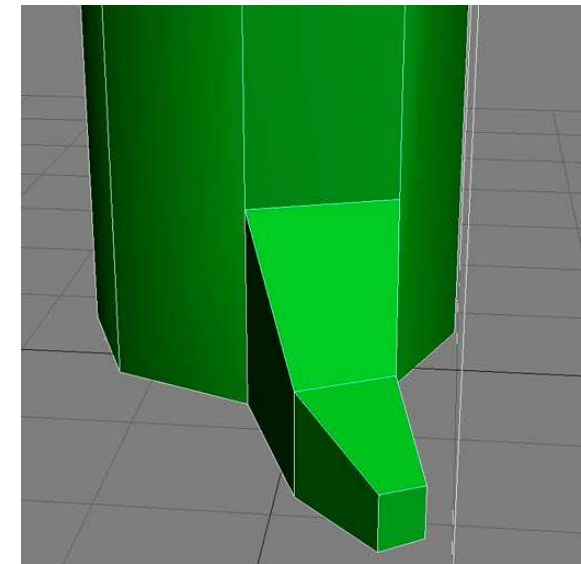
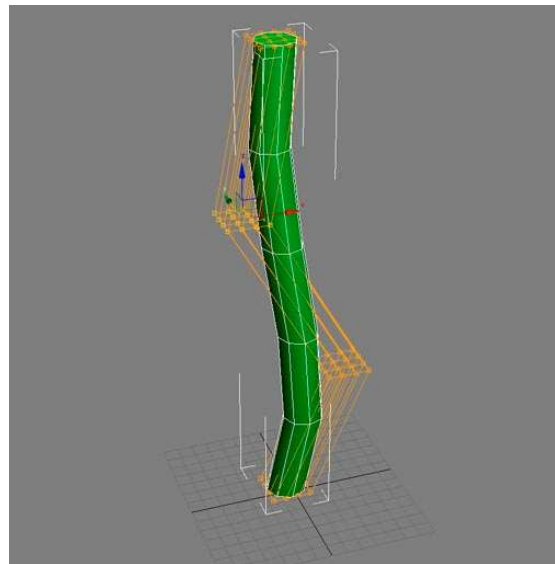
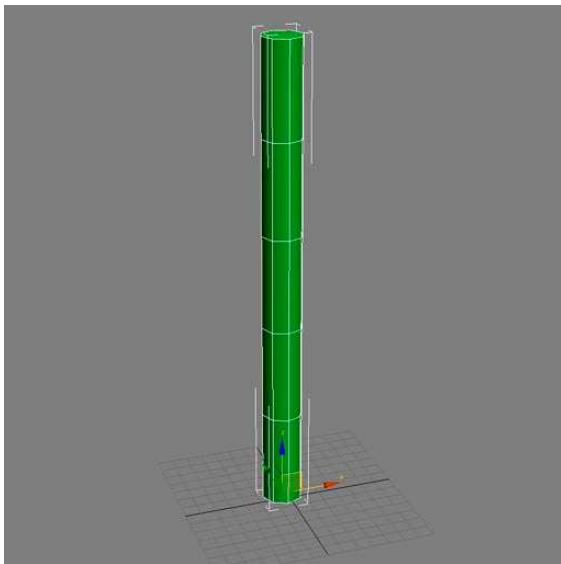
# Modellierung Allgemein

- Unterteilung in drei Arten von “Bauteilen”:
  - Stamm (inkl. Hauptäste und Wurzeln)
  - Äste
  - Zweige und Blätter
- Varianz durch unterschiedliche Kombinationen
- Arbeitsschritte:
  - Modellieren der Teile
  - Erstellen von Texturen
  - Zusammensetzen



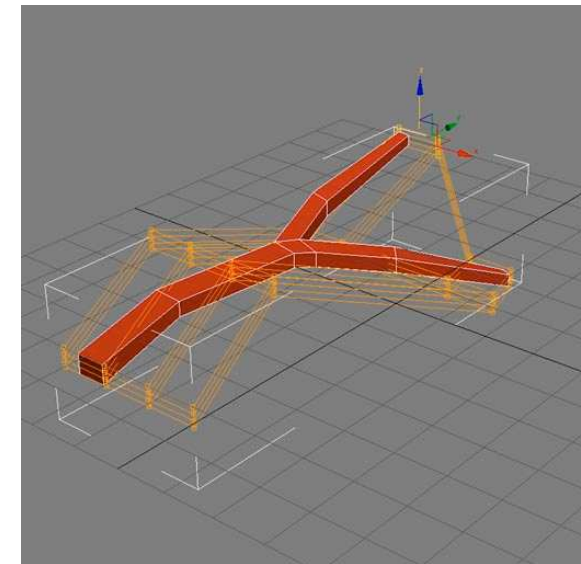
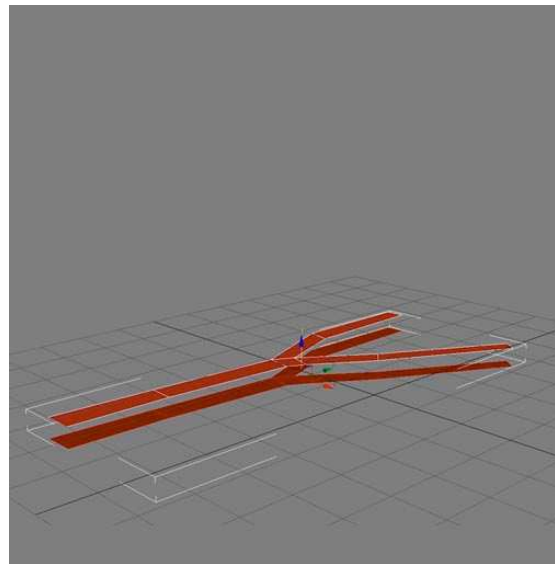
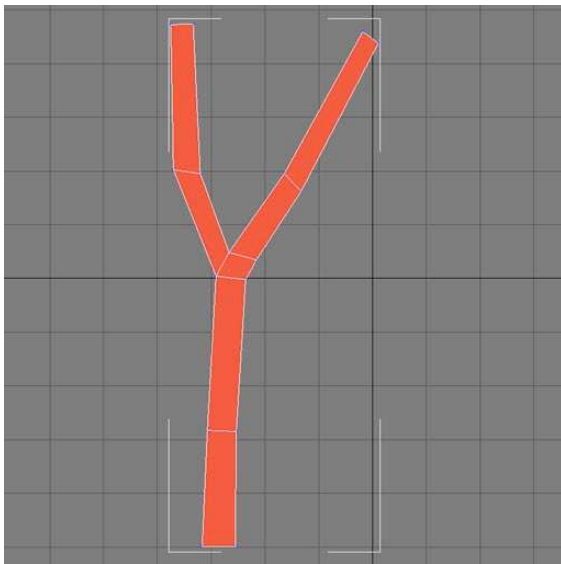
# Modellierung des Stamms

- Ausgangsobjekt: Zylinder
- Krümmung durch Modifikator
- Wird nach oben hin dünner, gabelt sich eventuell
- Gegebenenfalls Wurzeln
- Eventuell Hauptäste



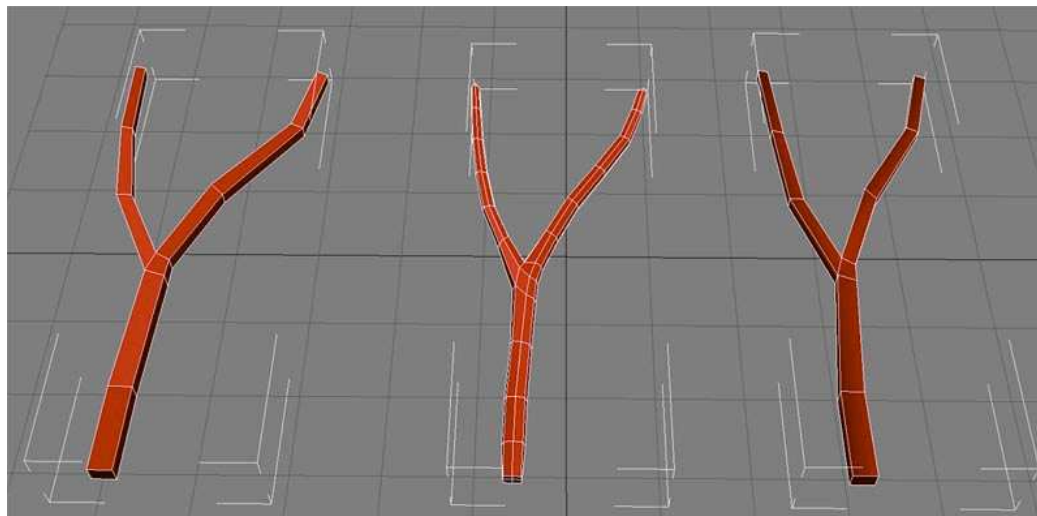
# Modellierung der Äste

- 2-Dimensionale Form erstellen
- Flächen kopieren, nach unten verschieben
- Untere und obere Flächen verbinden
- Mit Modifikator verziehen



# Polygone sparen

- Runde Flächen/Kurven werden durch eckige Polygone angenähert
- Je mehr Polygone, desto glatter, aber auch desto mehr Rechenaufwand
- Lösung: Smoothing Groups
- Legen fest, wie Oberflächen zu rendern sind, ohne die Anzahl Polygone zu erhöhen

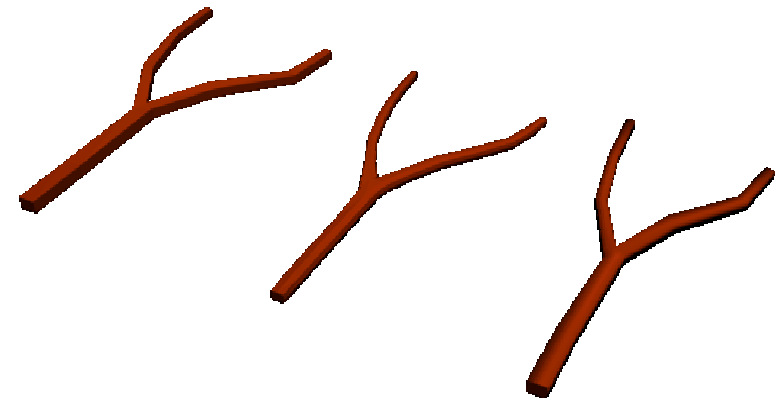


38 Polygone  
76 Dreiecke

152 Polygone  
304 Dreiecke

38 Polygone  
76 Dreiecke

Gerendert:



# Zweige und Blätter

- Nicht einzeln modelliert
- Ebenen mit Textur
- Zwei Teile:
  - Das eigentliche Bild
  - Opacity Map

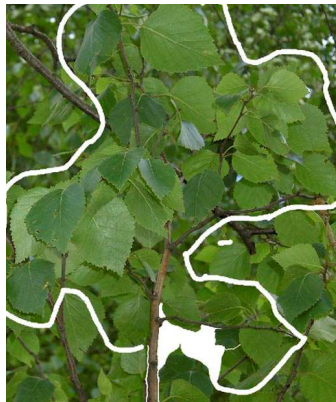
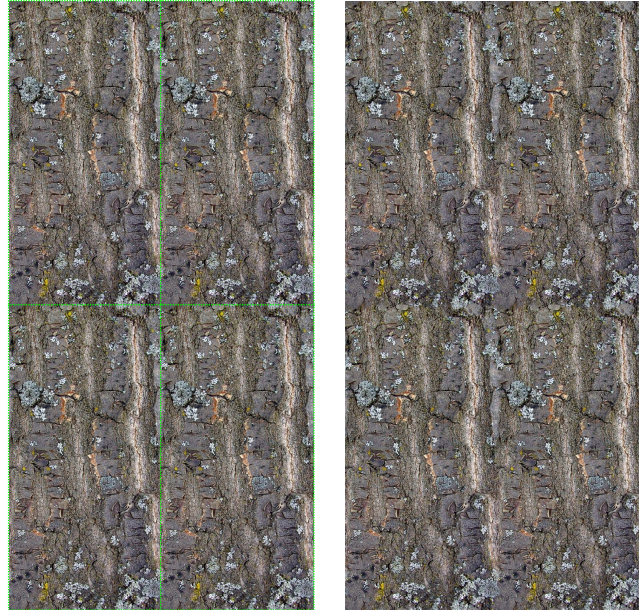


# Bauteile Beispiel



# Erstellen der Texturen

- Aus Fotos
- Stamm/Äste:
  - aneinander gelegt
  - Nahtstellen an den Rändern ausgleichen
- Zweige/Blätter:
  - Bild ausschneiden
  - Für Opacity-Map Kontrast erhöhen, Farben umkehren



# Gliederung

1. Das Projekt “Virtueller Förster”
2. Grundlagen des biologischen Baumaufbaus
3. Modellierung Allgemein
  - 3.1 Erstellen der Geometrien
  - 3.2 Erstellen der Texturen
4. Die Bäume
  - 4.1 Birke
  - 4.2 Eiche
  - 4.3 Buche
5. Vergleich mit generischer Baumerzeugung
  - 5.1 Das Prinzip von L-Grammatiken
  - 5.2 Tools
  - 5.3 Vorteile der jeweiligen Herangehensweise

# Die Birke

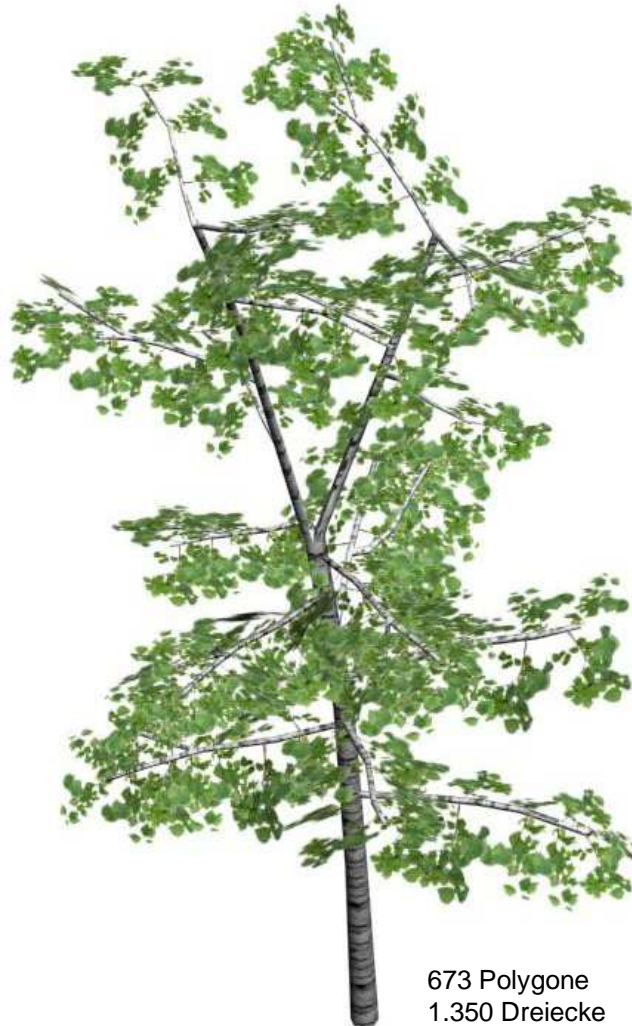
- Höhe: 30m
- Stammdurchmesser: 60cm
- Krone licht und schlank
- Dünne Äste
- Modellierung:
  - Stamm ohne Wurzeln und Hauptäste
  - Eventuell Gabelung im oberen Bereich
  - Äste: große u. kleine, jeweils 4 verschiedene



(Quelle: Mitchell & Wilkinson, 2004)



# Fertige Birken



673 Polygone  
1.350 Dreiecke



749 Polygone  
1.506 Dreiecke





# Die Eiche

- Höhe: 40m
- Stammdurchmesser: 2,6m
- Krone weit ausladend
- Stark ästig
- Modellierung:
  - Stamm mit Gabelung und dicken Hauptästen
  - Äste: große u. kleine, jeweils 3 verschiedene



(Quelle: Mitchell & Wilkinson, 2004)

# Fertige Eiche

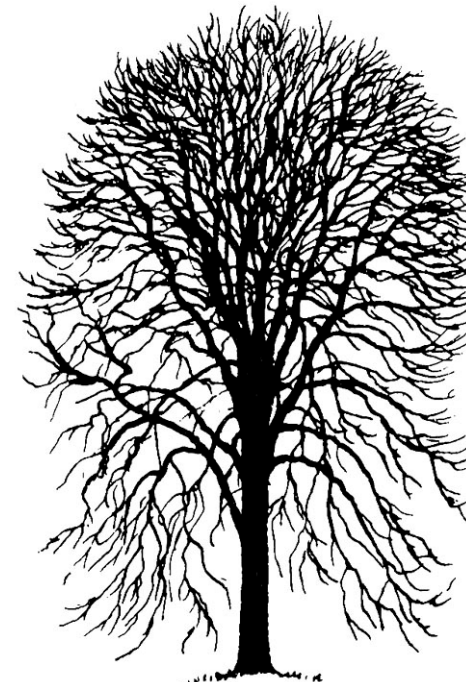


2.595 Polygone  
5.214 Dreiecke



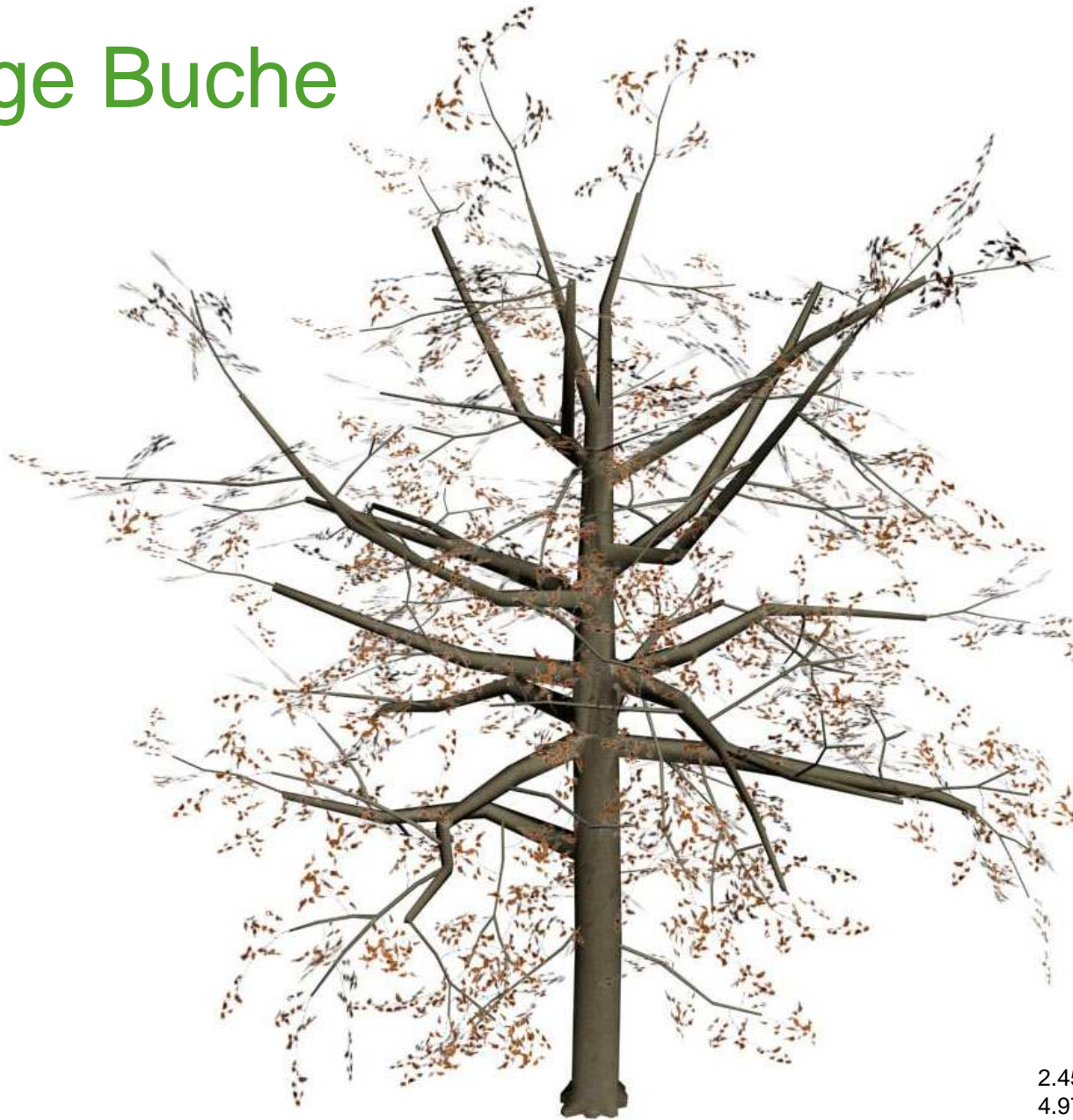
# Die Buche

- Höhe: 45m
- Stammdurchmesser: 2,9m
- Tiefe Beastung
- Dünne Äste
- Hauptwurzeln auch über der Oberfläche zu erkennen
- Modellierung
  - Stamm mit Gabelung und Hauptästen
  - Wurzeln
  - Äste: große u. kleine, jeweils 3 verschiedene



(Quelle: Mitchell & Wilkinson, 2004)

# Fertige Buche



2.452 Polygone  
4.972 Dreiecke





# Gliederung

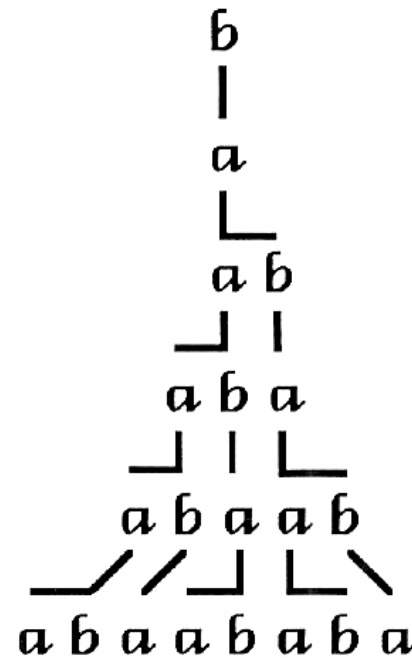
1. Das Projekt “Virtueller Förster”
2. Grundlagen des biologischen Baumaufbaus
3. Modellierung Allgemein
  - 3.1 Erstellen der Geometrien
  - 3.2 Erstellen der Texturen
4. Die Bäume
  - 4.1 Birke
  - 4.2 Eiche
  - 4.3 Buche
5. Vergleich mit generischer Baumerzeugung
  - 5.1 Das Prinzip von L-Grammatiken
  - 5.2 Tools
  - 5.3 Vorteile der jeweiligen Herangehensweise

# Das Prinzip von L-Grammatiken

- Mathematische Theorie über Pflanzenwachstum
- Parallele Ersetzungen ausgehend von einem simplen Initial-Objekt
- Bestandteile eines L-Systems:
  - Ein Alphabet
  - Ein nicht leeres Anfangswort (Axiom)
  - Eine Menge von Ersetzungsregeln (Produktionen)

• Beispiel:

- Axiom:  $b$
- Produktionen:  $a \rightarrow ab$   
 $b \rightarrow a$



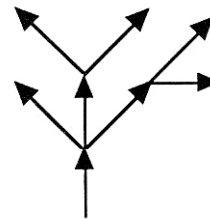
(Quelle: Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1990)



# Das Prinzip von L-Grammatiken

- Speichern des gegenwärtigen Status des Turtle auf einem Stack

- [ speichere Status auf Stack
- ] hohle Status vom Stack



$F[+F][-F[-F]F]F[+F][-F]$

- Varianz durch Produktionswahrscheinlichkeiten

$$\omega : F$$

$$p_1 : F \xrightarrow{.33} F[+F]F[-F]F$$

$$p_2 : F \xrightarrow{.33} F[+F]F$$

$$p_3 : F \xrightarrow{.34} F[-F]F$$

- Kontextsensitivität

- Parameter

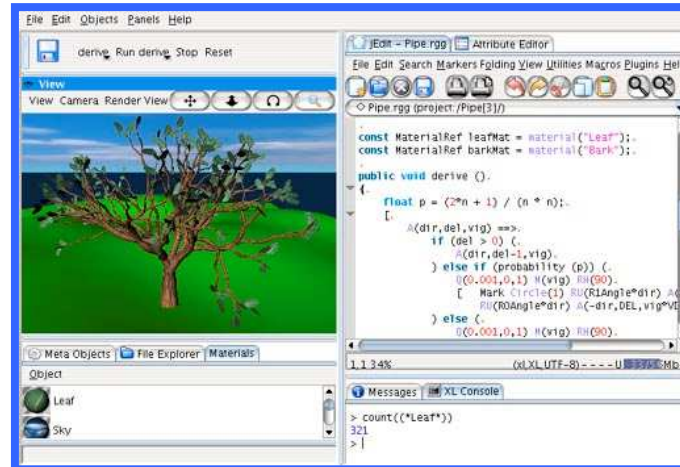


(Quelle: Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1990)

# Tools

- GroIMP

- Java-ähnliche Syntax
- Nicht nur für Bäume
- Open Source Software



(Quelle: <http://www.grogra.de/>)



- SpeedTree

- Sehr ausgereift
- Im kommerziellen Bereich häufig verwendet
- Lizenzpflichtig



(Quelle: <http://www.speedtree.com/>)

# Vorteile der Herangehensweisen

- Vorteil des Modellierens
  - Exakte Kontrolle
- Vorteile generischer Erzeugung
  - Natürlichkeit
  - Geschwindigkeit
  - Varianz
- Fazit: Sofern möglich sollte heutzutage zur Erstellung von Bäumen ein generisches Tool verwendet werden

# Fragen?



# Bibliographie

Braun, H. (1998): „Bau und Leben der Bäume“. Freiburg im Breisgau: Rombach

Mitchell, A. & Wilkinson, John (2004): „Pareys Buch der Bäume“. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG

Prusinkiewicz, P. & Lindenmayer, A. (1990): „The Algorithmic Beauty of Plants“. New York: Springer-Verlag

Rodd, T. & Stackhouse, J. (2008): „Wissen neu erleben – Bäume“. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG

Roloff, A. (1989): „Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten“. Frankfurt am Main: J.D. Sauerländer's Verlag

Roloff, A (2004): „Bäume – Phänomene der Anpassung und Optimierung“. Landsberg am Lech: Ecomed Verlagsgesellschaft AG & Co. KG

Schütt/Weisgerber/Schuc/Lang/Stimm/Roloff (Hrsg.) (2006): „Enzyklopädie der Laubbäume“. Hamburg: Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG