

# *Nicht-Fotorealismus - Neue Darstellungsformen in der Computergraphik*

Oliver Deussen  
Oliver.Deussen@uni-konstanz.de  
Universität Konstanz  
Fachbereich Informatik und Informationswissenschaft

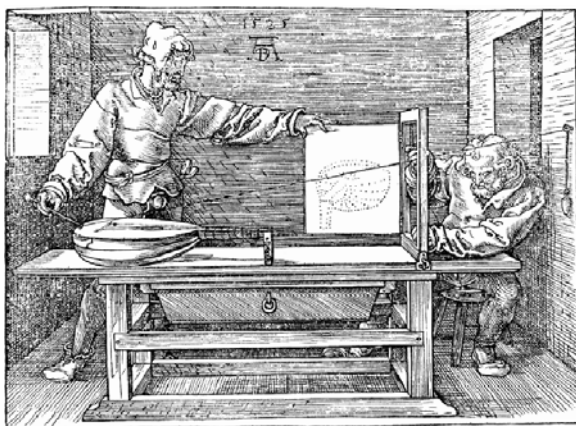
## *Zusammenfassung*

Die Computergraphik beschäftigt sich nun schon seit einer Reihe von Jahren mit so genannten nicht-fotorealistischen Darstellungsformen. Hierbei sind alle Formen bildlicher Ausdrucksweisen gemeint, die nicht wie mit dem Fotoapparat aufgenommen wirken, also Liniengraphiken, Skizzen usw. Diese Darstellungen ermöglichen es, eine Vielzahl von Informationen zu übertragen, die mit Fotografien nicht zu übertragen sind.

## **1. Realismus und Abstraktion in Kunst und Computergraphik**

Mit der Thematisierung des „Nicht-Fotorealismus“ oder auch, um es etwas positiver auszudrücken, mit verallgemeinerten graphischen Darstellungen, holt die Computergraphik etwas nach, was sich schon vor vielen Jahren in der Kunst ereignete. Abstraktion und die Herstellung nicht beim natürlichen Sehen vorkommender Bilder war schon immer ein wichtiger Bereich der Kunst. Maltechnische Grundvoraussetzungen wie etwa die perspektivische Projektion wurden erst in der Renaissance entdeckt, die Kunstrichtung des Fotorealismus entstand im zwanzigsten Jahrhundert als Gegenrichtung zur abstrakten Kunst und setzte den technischen Fotographierprozess voraus, der ja selbst erst kaum 200 Jahre alt ist.

In der Computergraphik benötigte man mehr als dreißig Jahre, um von den ersten Liniengraphiken zur Synthese von Bildern zu gelangen, die in vielen Fällen nicht mehr von realen Fotografien zu unterscheiden sind. Mit der Ausnahme von virtuellen Menschmodellen können heute eigentlich alle Arten von Geometrien mit hinreichendem Realismus hergestellt werden, um das menschliche Auge entsprechend zu täuschen. In vielen Fällen benutzt man für die Bilderzeugung auch Verfahren, die die Ausbreitung des Lichts anhand natürlicher Gesetze simulieren. So etwa beim Raytracing, wo Lichtstrahlen verfolgt und zu einem Bild zusammengesetzt sind. Ganz ähnlich ging man bei der Konstruktion der ersten perspektivisch korrekten Bilder vor, wie in Abb. 1(a) zu sehen ist.



(a)



(b)

**Abb. 1: a) Perspektive Konstruktion eines Bildes (A. Dürer). Es werden „Strahlen“ auf das Objekt geschickt, um diejenigen Stellen auf der Bildfläche zu finden, die zum Objekt gehören; b) Über Strahlverfolgung (Raytracing) erzeugtes fotorealistisches Bild einer kleinen Pflanze (hier leider nicht in Farbe)**

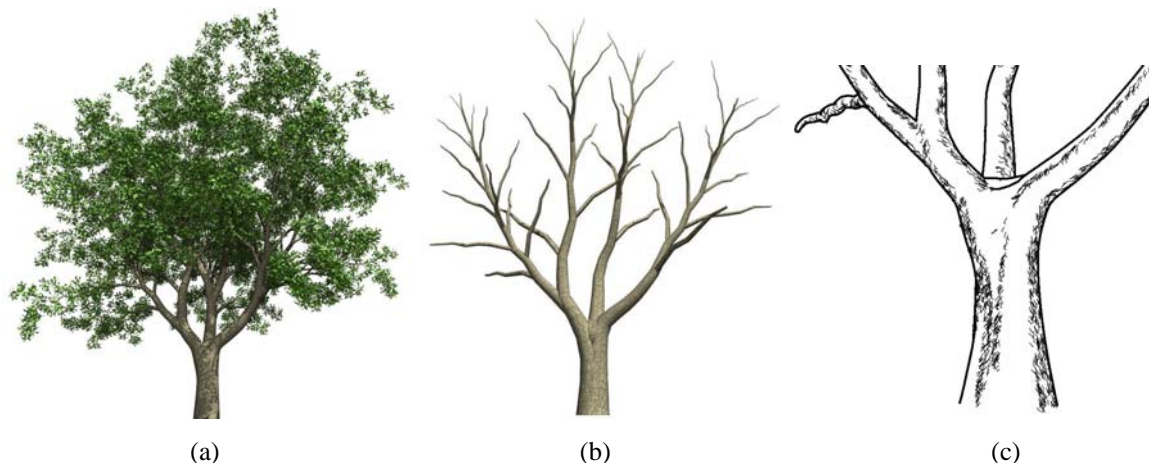
In Abb. 1(b) wird das Verfahren zur Erzeugung einer kleinen Pflanze verwendet. Hierbei ist die Lichtsimulation sogar in der Lage, das von hinten auf die Blätter auftreffende Licht der Lichtquelle realistisch abzubilden und auf diese Weise die optischen Eigenschaften der Blätter abzubilden (siehe auch [De02, DF03]).

Noch ein Bezug zur Kunst: Ähnlich einem Künstler in der Ausbildung, der zuerst die realistische Darstellung erlernen muss, bevor er zu abstrahieren beginnt, setzte auch in der Computergraphik der Trend zu abstrakten Darstellungen auch erst dann ein, als in vielen Bereichen die Herstellung realistischer Bilder möglich geworden war. Seit den ersten Arbeiten in diesem Bereich ist eine Reihe von Techniken entstanden, die verschiedene Stile der Kunst nachahmen. Im Folgenden soll exemplarisch ein Verfahren zur Erzeugung abstrakter Pflanzendarstellungen beschrieben werden, das in [DS00] vorgestellt wurde und ebenfalls in [De03] beschrieben wird. Für eine umfassende Darstellung nicht-fotorealistischer Techniken siehe auch [SS02].

## 2. Ein Beispiel: Abstrakte Darstellung von Pflanzen

In Biologie und Computergraphik beschäftigt man sich seit mehr als 30 Jahren mit der Erzeugung synthetischer Pflanzenmodelle. Hierbei wird die Oberfläche der Pflanze in Form einer Menge von Dreiecken im Raum beschrieben, die der Rechner aufgrund von Befehlen des Benutzers erzeugt. Diese Dreiecke werden dann für die realistische Darstellung, wie oben angedeutet, beleuchtet und in Pixel des Computerbildes umgesetzt. In vielen Anwendungen, z.B. in der Landschaftsplanung oder der Architektur, ist man aber gar nicht an den realistischen Bildern interessiert, sondern möchte vielmehr abstrakte Darstellungen. So haben etwa die Landschaftsplaner oftmals kein Interesse daran, ihren Kunden eine realistische Simulation einer geplanten Landschaft zu zeigen, um nicht den Eindruck zu vermitteln, die Landschaft sähe später genau so aus, sondern wollen vielmehr mit den Bildern *ein Modell* visualisieren. Für eine solche Darstellung eignet sich aber eine abstrakte Liniengraphik weit besser als ein fotorealistisches Bild.

Ausgangspunkt für realistische und abstrakte Darstellung einer Pflanze ist deren realistisches Geometriemodell. Dies hat seinen Grund darin, dass bereits umfangreiche Bibliotheken solcher Modelle bestehen und die realistische Form der Ausgangspunkt für die Abstraktion sein sollte. Das Modell wird in Ast- und Blattwerk zerlegt, da beide Teile der Pflanzengeometrie separat behandelt werden. Das Astwerk wird als Silhouettenlinie mit zusätzlichen Schraffuren dargestellt, ganz ähnlich, wie dies in der Kunst geschieht. In Abbildung 2 wird das Ausgangsmodell sowie die Darstellung des Astwerks gezeigt.

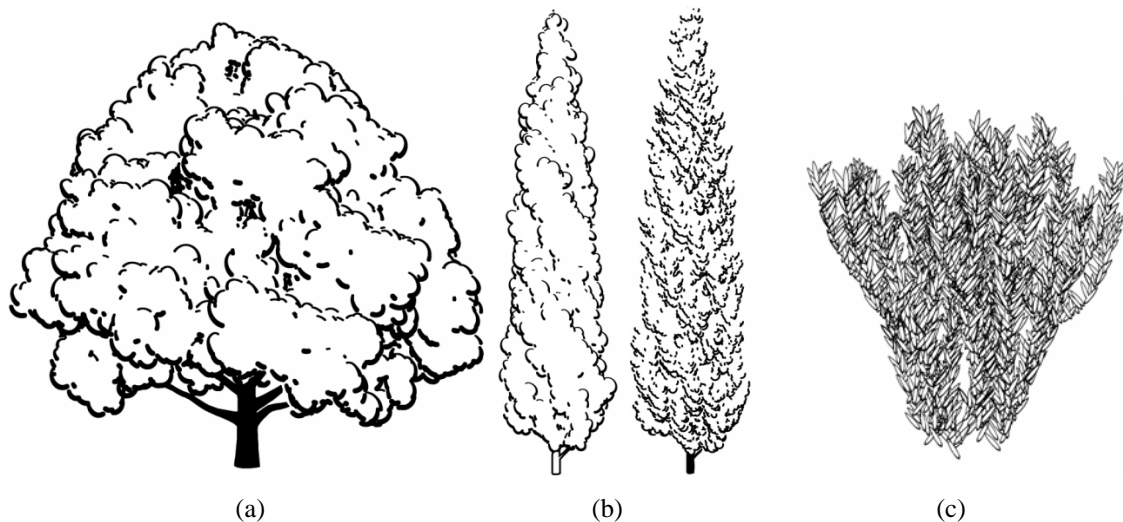


**Abb. 2: Geometrie zur Erzeugung einer abstrakten Abbildung eines Baumes: a) Ausgangsmodell, konventionell dargestellt; b) ausgedünntes Astwerk; c) synthetische Illustration mit Silhouette und Schraffur.**

Das Blattwerk wird als eine Menge von Punkten abgespeichert und durch so genannte Zeichenprimitive dargestellt. Dies können einfache Kreisscheiben sein – sind die Scheiben klein, so repräsentiert ihre Gesamtsumme dann die Form des Baums.

Natürlich können nicht alle Scheiben gezeichnet werden, sonst hätte man keine Abstraktion erreicht; stattdessen werden nur solche Scheiben gezeichnet, die genügend weit vor ihren jeweiligen Nachbarscheiben in Blickrichtung liegen. Hierbei wird also die Tiefendifferenz ausgewertet, eine Berechnung, die einfach für den Computer zu erledigen ist. Künstler machen etwas Ähnliches: wird beispielsweise ein Gebirge gezeichnet, so werden nur diejenigen Gebirgslinien dargestellt, die genügend weit vor den nächsten liegen, um unnötige Details zu vermeiden.

Bei der Darstellung kann man jetzt sowohl die Größe und Form der Zeichenprimitive variieren, als auch den Differenzwert in der Tiefe, ab dem die Umrisslinien gezeichnet werden. Durch die Variation beider Parameter können verschiedene Darstellungsformen erzielt werden. In Abbildung 3 sind abstrakte Darstellungen von Bäumen zu sehen.



**Abb 3: Verschiedene Illustrationen von Pflanzen: a) großer Baum; b) zwei Darstellungsarten für eine Thuja; c) detaillierte „Zeichnung“ eines Busches**

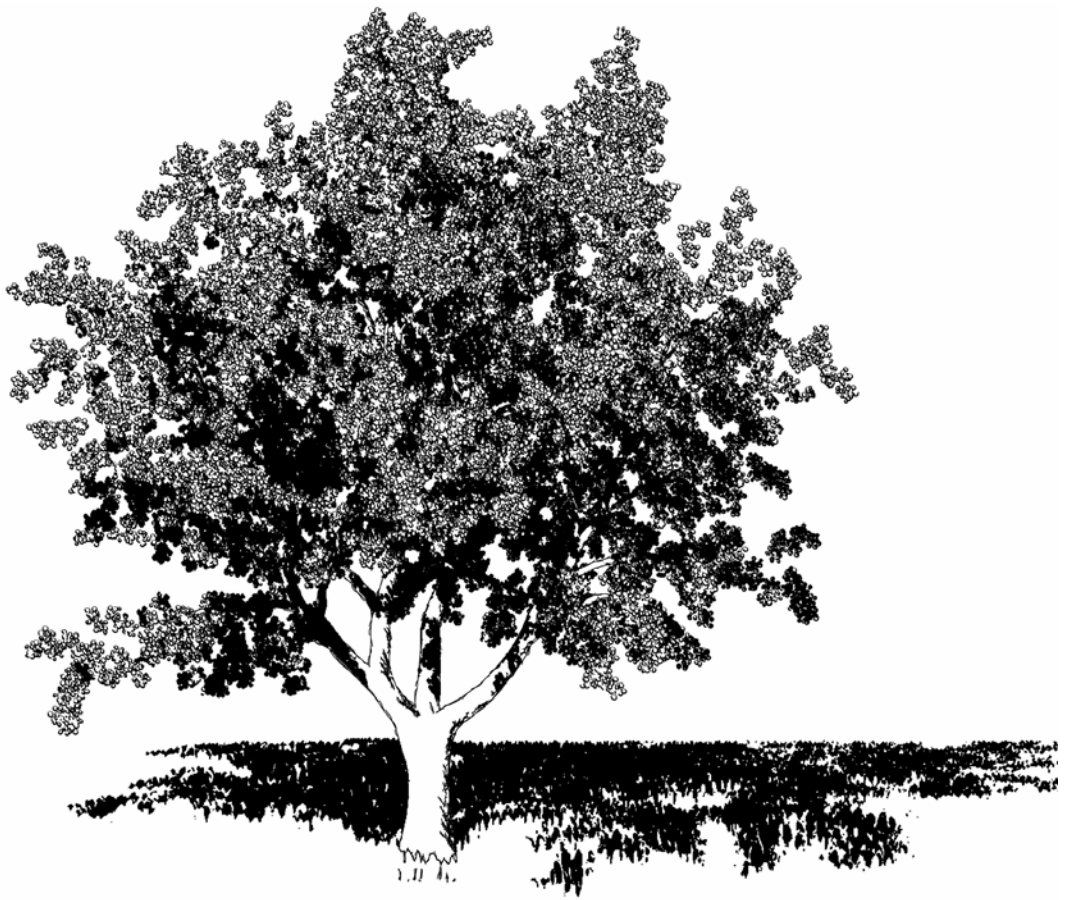
Neben dem zeichnerischen Ausdruck, den man auf diese Weise imitieren kann, haben die synthetischen Bilder einen weiteren Vorteil: Da die zugrunde liegende Information dreidimensional ist, können die Modelle – bei geeigneter Programmierung der Darstellung – gedreht und verschoben werden, wobei die zeichnerische Darstellung erhalten bleibt. Dies erspart es, für eine Animation viele Einzelbilder aufwendig von Hand zu zeichnen, eine Arbeit, die kein Künstler gerne macht. In Abbildung 4 ist ein komplexerer Baum zu sehen, der aus vielen tausend Primitiven besteht. Auch ihn kann man in einer Animation nach Wunsch drehen und wenden, die Erzeugung dauert allerdings mehrere Minuten pro Bild.

### 3. Zukunftsziele

Die bisher erzeugten Bilder von Einzelpflanzen sollen nun auf ganze Landschaften ausgeweitet werden. Hierfür sind wesentlich schnellere Algorithmen vonnöten, die es auch erlauben sollen, abstrakte Bilder in Echtzeit auf den Bildschirm zu bringen, um eine gezeichnete Landschaft zu durchwandern. Zusätzlich muss eine Bildsprache entwickelt werden, die es erlaubt, die Szenen mit unterschiedlicher Detaillierung darzustellen.

#### *Literatur:*

- [De03] Deussen, O.: Computergenerierte Pflanzen, Springer-Verlag 2003
- [FD03] Franzke, O., Deussen, O.: Accurate Graphical Representation of Plant Leaves, In: Hu, Jaeger (Hrsg.) Plant growth modelling and applications (Proc. PMA03), Springer-Verlag 2003
- [DS00] Deussen, O., Strothotte, T.: Computer Generated Pen-and-ink Illustration of Trees, SIGGRAPH 2000 Conference Proceedings, ACM Press, S. 13-18.
- [SS02] Thomas Strothotte and Stefan Schlechtweg: Non-Photorealistic Computer Graphics: Modeling, Rendering, and Animation. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2002



**Abb. 4: Komplexer Baum, hergestellt aus ca. 60.000 Zeichenprimitiven**