

# Integrierte 3D-Visualisierungs-Systeme für die Landschaftsplanung: Konzepte und Marktrealität

Bettina GEIER, Karin EGGER, Andreas MUHAR

Institut für Freiraumgestaltung und Landschaftspflege, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien,  
h9540358@edv1.boku.ac.at, egger\_k@hotmail.com, muhar@mail.boku.ac.at

## 1 EINLEITUNG

Die dreidimensionale Visualisierung von realen oder geplanten Landschaften stellt hohe Anforderungen an die Systemarchitektur und insbesondere an die Rechnerleistung. Ein wesentlicher Grund dafür ist sicherlich der Umgang mit der Vegetation: Ein einziger, sehr detailliert modellierter Baum kann mehr Datenvolumen beanspruchen als ein ganzes Bauwerk.

Die Systementwicklung selbst läuft aktuell in zwei Richtungen:

Interaktive Visualisierungssysteme: Wenn der Benutzer selbst seinen Standort im virtuellen Gelände bestimmen können soll, muß die Visualisierung annähernd in Echtzeit erfolgen. Angesichts der Komplexität von Landschaftsszenen ist hier der Anspruch nach Realitätsnähe kaum zu erfüllen, Vegetation kann nur als Textur des Geländes oder über sehr einfache Symbole dargestellt werden. Dies ist die übliche Vorgangsweise insbesondere bei Visualisierungen, die über das Internet, etwa durch VRML-Applikationen, einem breiten Benutzerkreis zugänglich gemacht werden sollen (Besser, Schildwächter 2000). Die graphische Qualität ist dabei meist wenig befriedigend. Als sinnvolle Alternative bieten sich digitale Panoramen an; hier sind zwar die Standpunkte vorgegeben, der Benutzer kann aber immerhin innerhalb der vorweg berechneten Panoramen die Blickrichtung verändern und hat somit zumindest den Eindruck der Interaktivität (Erny 1999).

High-End Visualisierungssysteme: Die mathematischen Grundlagen der Modellierung von Vegetationselementen wurden überwiegend in den 80er und 90er Jahren erarbeitet und sind heute so weit entwickelt, daß sie in kommerzielle Systeme übernommen werden können. Wenn Echtzeit-Darstellung kein Kriterium ist, so kann mit vielen dieser Systeme eine durchaus beeindruckende graphische Qualität erreicht werden. Für den Anwender in der Planungspraxis stellt sich eher die Frage nach der Integration von Landschafts-Visualisierungssystemen in den Arbeitsablauf eines Planungsprozesses.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den grundlegenden Konzepten dieser Systemintegration und beschreibt einige am Markt angebotene Systeme im Hinblick auf ihre Praxistauglichkeit.

## 2 INTEGRATION VON VISUALISIERUNGSSYSTEMEN IN DEN DATENFLUSS DER DIGITALEN LANDSCHAFTSPLANUNG

Um Landschaften oder insbesondere Eingriffe in Landschaften zu visualisieren, müssen unterschiedliche Typen an Information vorliegen und im Visualisierungssystem auch verarbeitet werden können: Geländedaten (z.B. Digitales Höhenmodell), Landnutzungsdaten (z.B. GIS-Daten über die Vegetation) sowie Daten über vorhandene oder geplante Landschaftsveränderungen (z.B. CAD-Daten über Gebäude, Straßen, Brücken).

### 2.1 Möglichkeiten der Visualisierung von Vegetation

Die Möglichkeiten der Integration der Landschaftsvisualisierung in den Gesamttablauf der digitalen Bearbeitung eines Projektes wird wesentlich vom Umgang des Systems mit der Vegetation bestimmt. Dafür gibt es im Prinzip drei verschiedene Zugänge (Dorau 1998, Muhar 2001):

- Vegetation als Geländetextur

Beim Texture Mapping werden die Oberflächeneigenschaften dreidimensionaler Objekte (Farbe, Transparenz etc.) durch das Projizieren digitaler Bilder modifiziert. Eine relativ einfache Methode, ein Gelände mit Texturen zu belegen, ist die Projektion von Luftbildern oder hochauflösenden Satellitenbildern auf ein digitales Höhenmodell. Dies ist heute innerhalb vieler GIS-Applikationen möglich. Da hierbei die Objektoberfläche unverändert bleibt, eignet sich diese Methode nur für die Darstellung aus größeren Distanzen, weil dann die fehlende Vegetationshöhe nicht ins Gewicht fällt (s. Suter et al. 1996).

#### 2.1.1 Pflanzen als geometrische Objekte

Für die realitätsnahe Darstellung von Pflanzen bedient man sich Methoden der automatischen Pflanzengenerierung. Dabei wird der Pflanzenaufbau, der ja verallgemeinerbaren Regeln unterliegt, durch eine formale mathematische Sprache beschrieben. Es gibt unterschiedliche Algorithmen für die „Übersetzung“ des Pflanzenaufbaues in mathematische Ausdrücke: So läßt sich beispielsweise mit Hilfe der L-Grammatik das Wachstum einer Pflanze von der ersten Knospe bis zur Ausbildung von Blüten und Früchten in Formeln beschreiben (Prusinkiewicz, Lindenmeyer 1990). Beim AMAP-Ansatz werden statistisch ermittelte Pflanzeigenschaften in ein Verzweigungsmodell übersetzt (Jaeger, de Reffye 1992). Einige dieser bio-mathematischen Ansätze sind heute auch in kommerziellen Systemen implementiert (z.B. Accrender).

#### 2.1.2 Texture Mapping auf einfache Objekte: „Billboards“

Bei der Darstellung von Vegetationsbeständen kann das Texture Mapping dazu verwendet werden, um Fotografien von Pflanzen auf einfache Flächen, wie beispielsweise ein Rechteck, zu projizieren. Beim Rendern wird der Hintergrund des Bildes transparent abgebildet, wodurch nur die Pflanze selbst sichtbar ist. Die Rechtecke mit den projizierten Bilder werden normal zur Blickrichtung ausgerichtet. Bei Animationen ist es notwendig, die Flächen mit der Blickrichtung zu rotieren.

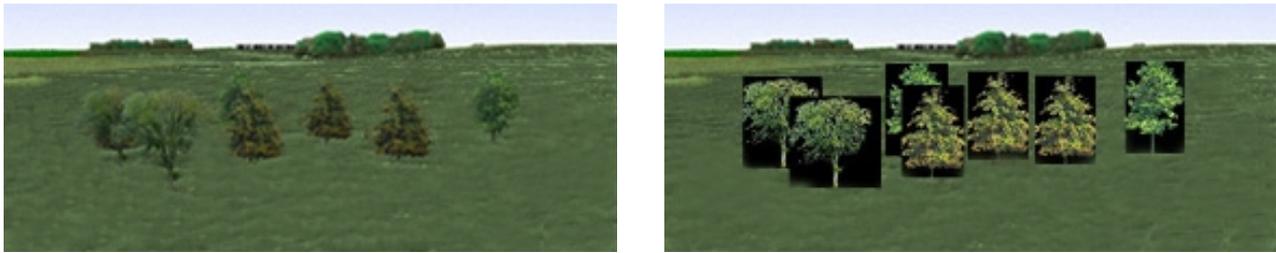


Abb.1: Simulation eines Baumbestandes durch Billboards

Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß trotz des vergleichsweise geringen Aufwandes ein hoher Realitätsgrad erreicht werden kann. Die Grenzen liegen in den Möglichkeiten der orthogonalen Betrachtung. Aus der Vogelperspektive erscheinen die Flächen durch die Ausrichtung zum Kamerastandpunkt schräggestellt bzw. als flach auf der Oberfläche liegend.

Die Billboard-Methode wird heute sehr häufig für Visualisierungen auf mittlerer Maßstabsebene angewendet, also bei Szenen, die durch eine große Zahl an Pflanzenobjekten mit relativ geringer Auflösung charakterisiert sind.

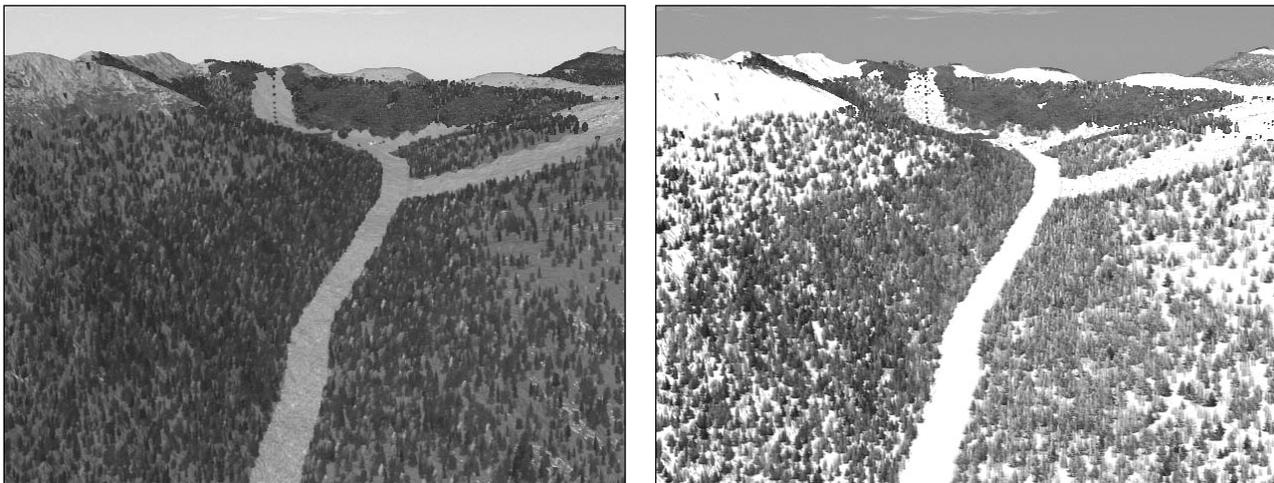


Abb.2: Visualisierung einer Schigebietsplanung in den Niederen Tauern mittels Billboards in WCS

## 2.2 Integration der Vegetationsmodellierung in die Visualisierung

### 2.2.1 Übernahme von Pflanzenmodellen in Standard-Visualisierungssysteme

Der einfachste Ansatz der Integration von Pflanzenmodellen ist das externe Modellieren der Pflanzenobjekte mit anschließendem Import in ein Standard CAD- oder Visualisierungssystem. Am Markt gibt es zahlreiche Utilities, mit deren Hilfe sehr realitätsnahe 3D-Pflanzen generiert werden können (z.B. TreePro, Accurender). Der Nachteil dieser Vorgangsweise besteht in den enormen Dateivolumina, die dabei anfallen. Ein einziger detailreich modellierter Baum kann, als DXF-Datei exportiert, über 100MB beanspruchen. Die meisten Visualisierungsprogramme sind bei hohen Polygonzahlen bald überfordert.

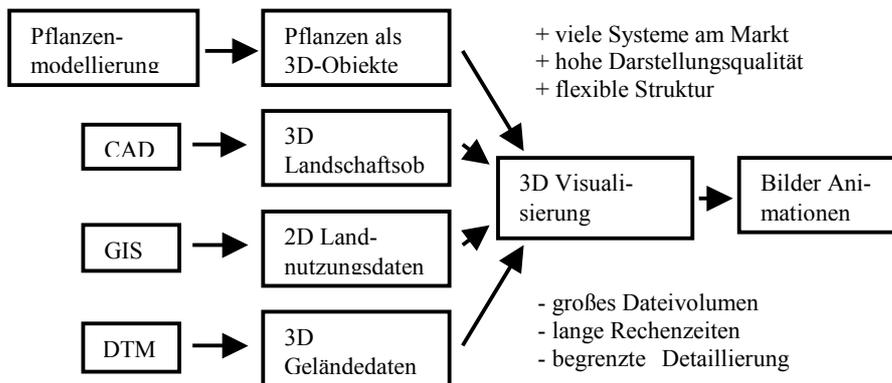


Abb.3: Landschaftsvisualisierung mit externer Pflanzenmodellierung

### 2.2.2 Integrierte Landschaftsvisualisierungssysteme

Die heute als integrierte Landschaftsvisualisierungssysteme angebotenen Programme arbeiten entweder ausschließlich mit dem Billboard-System oder generieren detailreiche Pflanzenobjekte erst zum Zeitpunkt des Renderns, beanspruchen daher die Speicherkapazität weniger. Solche Systeme sind meist auch für die Darstellung sehr hoher Polygonmengen optimiert. Der Import von

Pflanzendateien erübrigt sich, dafür müssen diese Systeme Daten aus den übrigen raumbezogenen Systemen übernehmen können (GIS, CAD, DTM).

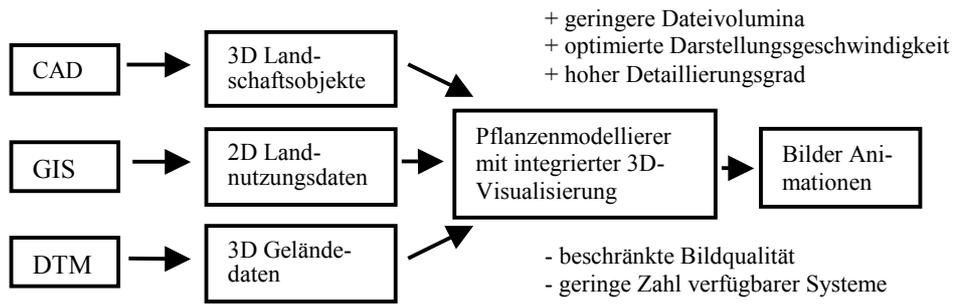


Abb.4: Landschaftsvisualisierung mit interner Pflanzenmodellierung

### 3 VERGLEICH KOMMERZIELLER SYSTEME

Bei den im folgenden beschriebenen Programmen handelt es sich um integrierte Visualisierungssysteme, die vor allem im Hinblick auf Visualisierungen mit planerischem Hintergrund entwickelt wurden; daneben gibt es am Markt zahlreiche weitere Systeme, die eher für die Visualisierung von Phantasielandschaften geeignet sind, etwa als Grundlage für Computerspiele, und meist keine GIS-Integration ermöglichen (z.B. Bryce).

World Construction Set (WCS; Hersteller: 3D Nature): WCS dürfte derzeit im Bereich der planenden Disziplinen das am häufigsten eingesetzte Visualisierungssystem sein. Grundlage der Szenengestaltung sind sogenannte "Ecosystems", Kombinationen aus Oberflächentexturen und Billboard-Pflanzenobjekten. Diese Ecosystems können relativ einfach mit Landnutzungsdaten aus einem GIS verknüpft werden. WCS bietet zahlreiche Möglichkeiten für Geländemodifikationen, so können Straßenprofile oder Flußquerschnitte in das Geländemodell eingebettet werden. Da diese Modifikationen nicht wieder in ein CAD-System exportiert werden können, ist der Nutzen für ingenieurmäßig geplante Projekte allerdings gering. Für großmaßstäbliche Visualisierungen können zusätzlich zu den Billboards auch "echte" 3D-Pflanzen aus Pflanzenmodellierungs-Programmen importiert werden.



Abb.5: Visualisierung der projektierten Perschlingtalquerung der ÖBB auf unterschiedlichen Maßstabsebenen in WCS

Animattek World Builder (AWB; Hersteller: Animattek International Inc.): AWB ist von der Struktur her ähnlich aufgebaut wie WCS, wobei hier zusätzlich zu den Billboards auch ein eigener Generator zur Erzeugung von 3D-Pflanzen mit Hilfe der L-Grammatik (Prusinkiewicz, Lindenmayer 1990) angeboten wird. GIS-Daten zur Abgrenzung von Landnutzungseigenschaften können zwar importiert werden, müssen dann allerdings innerhalb von AWB noch einmal nachdigitalisiert werden.



Abb.6: Visualisierung einer Agrarlandschaft mit AWB (links) und eines Sees mit Genesis II (Rechts)

Genesis II (Hersteller: Geomantics Ltd.): Genesis II verwendet keine Billboards zur Pflanzendarstellung, sondern einfache 3D-Symbole. Weitere Symbole können wie bei AWB über die L-Grammatik generiert werden. Die Möglichkeiten der Generierung detailreicher Oberflächentexturen sind eingeschränkt, Genesis II eignet sich vor allem für Visualisierungen auf Landschaftsebene mit

geringem Detaillierungsgrad. Auf dieser Maßstabsebene bietet das System zahlreiche Möglichkeiten zur Generierung von Bebauungsmustern.

**AMAP (Hersteller: JMG-Graphics):** Das französische System AMAP verwendet ebenfalls keine Billboards, sondern generiert während des Renderings sehr detailreiche "echte" 3D-Pflanzen (Jaeger, deReffye 1992). Der Detaillierungsgrad kann mit der Entfernung vom Betrachtungsort differenziert werden. Als einziges der getesteten Systeme bietet AMAP die Möglichkeit, Pflanzen in gärtnerisch definierten Pflanzrastern in eine Szene einzubringen (Artenanteil, Ausrichtung und Regelmäßigkeit des Rasters etc.). Daneben besteht auch die Möglichkeit, AMAP-generierte Pflanzenobjekte in andere Visualisierungssysteme zu exportieren.

#### Schnittstellen:

Ein für die Praxis der Landschaftsplanungsbüros wesentliches Kriterium ist die Fähigkeit, die in der jeweiligen Büroumgebung üblichen Dateiformate unkompliziert zu übernehmen, um Pflanzen und Objekte schnell in die Landschaft stellen zu können. Da die meisten Systeme in den USA entwickelt wurden, sind sie in ihrer Kompatibilität auch oft auf die dort üblichen Dateiformate beschränkt. Im Hinblick auf den Import von GIS- und CAD-Daten weisen WCS und Genesis II den größten Funktionsumfang auf. Bei World Builder und AMAP ist ein solcher Import zwar ebenfalls möglich, aber teilweise recht umständlich. Die Einschränkungen des Datenimports sind oft nur mangelhaft dokumentiert, so kann beispielsweise WCS Höhenmodelle nur in Dezimalgrad-Koordinaten und 3D-DXF-Objekte nur als 3D-Flächen importieren. Der Export von Bilddaten verursacht üblicherweise keine Probleme, AWB und Genesis II bieten zusätzlich die Möglichkeit, Szenen als VRML-Modelle zu exportieren.

	WCS	AWB	Genesis II	AMAP
<b>Import von Geländedaten</b>	ArcView ASCII, DXF, Vista Pro, USGS, XYZ-Punkte, versch. Bildformate	USGS, Vista Pro, DXF, versch. Bildformate	Arc/Info Grid, DXF, Vista Pro, XYZ - Punkte, versch. Bildformate	DXF, XYZ - Punkte
<b>Import von GIS-Daten</b>	ArcView, DXF, DLG	(DXF als Digitalisiervorlage)	ArcView, MapInfo	(DXF)
<b>Import von 3D-Objekten</b>	DXF, 3DS, LW	DXF, 3DS, LW	DXF, 3DS	DXF, 3DS
<b>Import von Bildern (Texturen, Billboards etc.)</b>	BMP, IFF, PICT, Targa	BMP, JPEG, TIFF, IFF, PICT, Targa, PCX, GIF	BMP, JPEG, GIF, ICO, EMF, WMF	Targa, SGI
<b>Pflanzenmodellierung</b>	Billboards Import von 3D-Pflanzen aus Tree Pro u.a.	Billboards, Generierung von 3D-Pflanzen über L-Systeme	Generierung von 3D-Pflanzen über L-Systeme	Generierung von 3D-Pflanzen aus vordefinierten Parameterfiles
<b>3D Export</b>	LW, 3DS, Inspire 3D	DXF, 3DS, LW, VRML	TIN, VRML	DXF

Tabelle 1: Schnittstellenumfang und Pflanzenmodellierungsalgorithmen

#### Benutzerfreundlichkeit:

Landschafts-Visualisierungssysteme sind sehr komplex aufgebaut, ihr enormer Funktionsumfang macht das Erlernen nicht leicht. Keines der Systeme kann als benutzerfreundlich bezeichnet werden. Die Dokumentation ist oft recht knapp gehalten. Die im Lieferumfang meist enthaltenen Tutorials sind zwar sehr eindrucksvoll, sobald man aber ein erstes eigenes Projekt von Grund auf einrichten will, treten rasch die ersten Probleme auf. Viele im Zuge der Tests aufgetretene Fragen konnten nur durch direktes Konsultieren des User-Supports oder von User-Gruppen gelöst werden. Während bei WCS, AWB und Genesis II die Gestaltung der Benutzeroberfläche ein gewisses intuitives Arbeiten ermöglicht, ist dies bei AMAP nicht gegeben, viele Funktionen können dort nur über Tastatureingaben aufgerufen werden.

#### Texturdefinition:

WCS und AWB bieten sehr umfangreiche Funktionen zur Definition der Oberflächeneigenschaften, wobei bei WCS die Verwaltung dieser Definitionssets sehr gut gelungen ist.

#### Graphische Qualität:

Mit allen getesteten Systemen können graphisch ansprechende Darstellungen erzielt werden, bei Genesis II gilt dies allerdings nur für kleinmaßstäbliche Visualisierungen auf Landschaftsebene. Die größte Vielfalt an Gestaltungsmöglichkeiten bietet sicherlich WCS. Der Optimierungsprozess von der ersten halbwegs ansprechenden Darstellung zu einer sehr guten Endversion ist in jedem Fall sehr zeitraubend.

## 4 DISKUSSION

Bei den heutigen technischen Möglichkeiten der Computervisualisierung stellt sich nicht mehr so sehr die Frage "Was geht?", sondern "Was wollen wir erreichen?" oder "Was zahlt sich aus?". Durch die Fortschritte vor allem im Bereich der Pflanzenmodellierung sind heute sehr realitätsnahe Landschaftsvisualisierung erzielbar, wenngleich immer noch mit sehr hohem Aufwand: Für Büros, die diese Systeme nur gelegentlich nutzen wollen, wird sich der Schulungs- und Einarbeitungsaufwand kaum lohnen, zumal dieser Mehraufwand oft nicht separat honoriert wird. Für viele Aufgaben in der Planungspraxis dürften einfachere Systemkonfigurationen oft ausreichend sein (s. Tab.2).

Aufgabe	Empfohlene Systemkonfiguration	Beispiele kommerzieller Anwendungen
Visualisierung von Architekturprojekten mit überblicksweiser Darstellung dazugehöriger Freiräume	Standard-3D-Visualisierungssystem mit generalisierten Pflanzensymbolen	3D-Studio
Visualisierung von Freiräumen auf Objektenebene mit begrenzter Anzahl von Pflanzenobjekten	Standard-3D-Visualisierungssystem mit Erweiterungen zur Pflanzenmodellierung	3D-Studio + Tree Professional, Accurender
Visualisierung unterschiedlicher Entwicklungsstadien der Vegetation mit hoher Detailgenauigkeit	Pflanzenwachstums-Simulator	AMAP
Visualisierung von Vegetation auf Landschaftsebene mit zahlreichen Vegetationselementen	Integriertes Landschafts-Visualisierungssystem; "Billboard"-Simulation	World Construction Set, World Builder, (Genesis II)
Visualisierung von Landschaften auf Basis von GIS-Daten	Integriertes Landschafts-Visualisierungssystem mit GIS-Schnittstelle; "Billboard"-Simulation	World Construction Set, Genesis II
Visualisierung von Phantasielandschaften	Landschaftsgenerator mit Texturdefinition aus morphologischen Eigenschaften	Bryce, VistaPro

Tabelle 2: Systemkonfiguration in Abhängigkeit von der Visualisierungsaufgabe (Muhar 2001)

Daß die Überzeugungskraft realitätsnaher Simulationen sehr hoch ist, mag für Projektbetreiber attraktiv sein, von den Planern sollte erwartet werden können, daß sie damit entsprechend vorsichtig umgehen (Carpenter 1992, Daniel 1992, Muhar, Tschemernig 1994). Während einige Teilaspekte der Bedeutung photorealistischer Visualisierungen schon gut untersucht sind (etwa die Beurteilung der „Realitätsnähe“, s. Lange 1999), fehlt derzeit noch ein umfassendes Modell für die Rolle der neuen Medien für die Kommunikation im Planungsprozeß.

## 5 LITERATUR

- Besser, Th., Schildwächter, R.: VRML in der Bauleitplanung und im städtebaulichen Entwurf. Tagungsband CORP2000, 133-139, 2000
- Carpenter J. D.: The computerization of environmental design. *Landscape and Urban Planning*, 21, 275-276, 1992
- Daniel T. C.: Data visualization for decision support in environmental management. *Landscape and Urban Planning*; 21, 261-263, 1992
- Dorau, U.: Computergestützte 3D-Visualisierung in der Landschaftsplanung. Ein Vergleich der Anwendbarkeit unterschiedlicher Visualisierungssoftware im mittleren Maßstabbereich. CORP98, 73-88, 1998
- Erny, G.: Visualisierungstechniken in der Landschaftsplanung am Beispiel Quicktime VR. Tagungsband CORP99, 277-284, 1999.
- Jaeger, M., deReffye, Ph.: Basic concepts of computer simulation of plant growth. *Journal of Bio-Science* 17(3), 275-291, 1992
- Lange, E.: Realität und computergestützte visuelle Simulation. Eine empirische Untersuchung über den Realitätsgrad virtueller Landschaften am Beispiel des Talraums Brunnen / Schwyz. ORL-Berichte Nr. 106, VDF, Zürich, 1999
- Muhar, A.: Three-dimensional Modelling and Visualisation of Vegetation for Landscape Simulation. *Landscape and Urban Planning, Special Issue „Our Visual Landscape“* (in Druck), 2001
- Muhar, A., Tschemernig, P.: Fotorealismus - Medium der Zeit? *Garten + Landschaft* 10/94, 14-17, 1994
- Prusinkiewicz, P., Lindenmayer, A.: *The Algorithmic Beauty of Plants*. Springer, New York, 1990
- Suter, M., Hoffmann, H., Nüesch, D.: Visuelle Simulation realer Landschaften als Basis für ein virtuelles GIS. In Dollinger, F., J.Strobl (Hg.): *Angewandte Geographische Informationstechnologie VIII, Salzburger Geographische Mitteilungen* 24, 218-223. , 1996