

Nachhaltige Aufklärungsmethoden für die Informationsgesellschaft. Diplomatische Trittsteine zwischen landschaftlicher Realität und Vision

Philip PAAR, Jörg REKITTKE

(Zuse-Institut Berlin, Abteilung Visualisierung und Datenanalyse, Takustr. 7, D-14195 Berlin, paar@zib.de,
Landschaftsarchitekt, Schirmerstr. 46/48, D-50825 Köln, rekittke@email.de)

1 ABSTRACT

Mit dem System Lenné3D wurde der Prototyp eines Visualisierungswerkzeugs für dreidimensionale und interaktiv erfahrbare Landschaften entwickelt. Das Einsatzgebiet von Lenné3D sind primär landschaftsrelevante Planungsprozesse, in denen anschauliche Zukunftsszenarien — geplante Landschaften — sichtbar und erfahrbar gemacht werden sollen. Mittlerweile gibt es auch erste Anwendungen im Städtebau und in der Freiraumplanung.

Die Visualisierungsergebnisse lassen vor den Augen der Planungsbeteiligten Landschaften entstehen, die aufgrund des Detailgrads der Vegetationssimulation als überzeugend, wenn nicht als „echt“ eingestuft werden. Der Erfolg solcher Visualisierungen, der erst am Umsetzungsgrad der geplanten Landschaft gemessen werden kann, stellt sich allerdings nur dann ein, wenn den Planungsbeteiligten im Vakuum zwischen Ist- und Sollzustand Möglichkeiten angeboten werden, mental in die digital visualisierten Planungsszenarien einzusteigen. An diesem Punkt ist der Planer gefordert, diplomatisch — klug berechnend — vorzugehen. Veränderung löst primär Mißtrauen und Verunsicherung aus, der Planer muß diesen Reflexen mit der Verleihung von Zuversicht und der Gewährleistung von Kontrollierbarkeit systematisch entgegensteuern.

Zur Verdeutlichung dieses Zusammenhangs kann die Notwendigkeit graphischer Unterscheidungen zwischen Elementen dienen, die verändert werden sollen und jenen, die auch in Zukunft im bisherigen Zustand belassen werden sollen. Die interaktive Visualisierung von landschaftlichen Planungen muß auch Interimszustände explizit veranschaulichen können und sich zu diesem Zweck der Kombination von photorealistischen und non-photorealistischen bzw. graphisch reduzierten Darstellungstechniken bedienen. Wenn solche Kennzeichnungsmethoden nicht angewandt werden, kommt es bei der heute möglichen Perfektion digitaler Visualisierungen schnell zu dem Effekt, daß zwischen Bestand und Eingriff nicht mehr unterschieden werden kann — mit anderen Worten: Man sieht den geplanten Wald vor lauter Bäumen nicht mehr.

Wir möchten die Ergebnisse unserer Untersuchung von Visualisierungsmethoden präsentieren, die darauf vorbereiten sollen, daß digitale Landschaftsbilder paradiesisch sein können, die Realität jedoch stets nüchtern bleibt.

2 EINLEITUNG

Mit dem System Lenné3D wurde der Prototyp eines GIS-datenbasierten Visualisierungswerkzeugs für dreidimensionale und interaktiv erfahrbare Landschaften und Vegetationsensembles entwickelt (PAAR und REKITTKE 2003 und 2005, WERNER et al. 2005). Das Einsatzgebiet von Lenné3D sind primär landschaftsrelevante Planungsprozesse, in denen anschauliche Zukunftsszenarien — geplante Landschaften — sichtbar und erfahrbar gemacht werden sollen. Während der Vorbereitungen des Lenné3D-Projekts im Jahr 1999 wurde von drei zu entwickelnden Darstellungsmodi ausgegangen: a) Photorealistische Visualisierung als Standbilder oder Animationen; b) Interaktive Visualisierung mit graphisch reduziertem Detaillierungsgrad; c) Interaktive Visualisierung in skizzenhafter Darstellungsform.

Zu Beginn des Projekts im Jahr 2002 erschienen die Möglichkeiten programmierbarer Graphikkarten, welche photorealistische Landschaftsvisualisierung in Echtzeit auf PC's in Aussicht stellten, noch äußerst verlockend. Demzufolge hatte sich die Lenné3D-Softwareentwicklung zunächst auf die interaktive Simulation des Landschaftsbilds mit einer hochdetaillierten und möglichst originalgetreuen Darstellung von Pflanzen und Vegetation konzentriert.

Es ist möglich geworden, vor den Augen der Planungsbeteiligten Landschaften entstehen zu lassen, die insbesondere aufgrund des Detailgrads der Vegetationssimulationen als überzeugend, wenn nicht als *echt* eingestuft werden. Der Erfolg solcher aufwendigen Visualisierungen, der im engeren Sinne am Umsetzungsgrad der geplanten Landschaft gemessen werden könnte, stellt sich allerdings nur dann ein, wenn den Planungsbeteiligten im Vakuum zwischen Ist- und Sollzustand gezielt Möglichkeiten angeboten werden, mental in die digital visualisierten Planungsszenarien einzusteigen. Autoren wie TUFTE (1990) haben die unterstützenden Möglichkeiten von Visualisierungstechniken für das Verständnis komplexer Probleme aufgezeigt. Daß bereits ein einziges Bild *mehr sagen kann, als tausend Worte*, ist eine Volksweisheit, die Gefahr, daß ein Bild mehr Schaden anrichten kann, als tausend Worte anschließend reparieren können, stellt die andere Seite der Medaille dar, die gerne vergessen wird.

Landschaftsvisualisierung wurde bisher in der Praxis vor allem zur Präsentation, Erläuterung und zum Marketing von Planungsergebnissen eingesetzt (ORLAND 1992). Nach LANGE (1999) übernehmen Visualisierungen zumeist eine dekorative Funktion, um ein Planungsprodukt zu „verkaufen“, anstatt einen substanzialen Beitrag für ein verbessertes Ergebnis zu liefern. Dabei tritt nicht selten folgendes Dilemma auf: Um den Eindruck eines photorealistischen Bildes wiederzugeben, scheint es [...] häufig unvermeidlich, fehlende Daten zu fabrizieren oder existente Daten so zu manipulieren, daß sie *passen* (ORLAND et al. 1997). SHEPPARD (1999) schreibt hierzu: „...oft fehlen korrekt aufbereitete Landschaftsdaten, was die extrem realistische Visualisierung jedoch nicht erkennen lässt.“

Eine noch weiter gehende Problematik zeigte sich bei einer Erprobung des Lenné3D-Systems im Rahmen des Interaktiven Landschaftsplans Königsflut (WARREN-KRETZSCHMAR und V. HAAREN 2005). Dort war zu beobachten, daß sich der Betrachter auf inkonsistent erscheinende oder weniger detaillierte Bildelemente fokussiert, welche die Glaubwürdigkeit der gesamten Visualisierung beeinträchtigen können. Dieses Phänomen der Fehlersuche beschreiben APPLETON und LOVETT (2003) als Effekt des kleinsten gemeinsamen Nenners.

In der Literatur finden sich divergierende Ansichten, ob zur effektiven Unterstützung der Planungskommunikation möglichst realistische, der geplanten Wirklichkeit entsprechende Visualisierungen (OH, 1994), oder eher abstrakte Darstellungen geeignet seien (MUHAR 1992). LEHMKÜHLER (1998) spricht sich entschieden gegen eine Reduktion auf das Wesentliche durch Abstraktion oder Verzicht auf einzelne Objekte aus, da sie lediglich die subjektiven Wertungen des Erstellers der Planungsvisualisierung repräsentieren würden. ZUBE ET AL. (1987) schlagen hingegen eine differenzierte Herangehensweise vor und lehnen eine pauschale Ausgrenzung einzelner Darstellungsarten ab: „It is important to correlate the type of visualization to each project phase“.

Auf den Punkt bringt es ERVIN, er macht deutlich, daß die Mittel grundsätzlich aus dem Zweck abgeleitet werden müssen, “[...] there is never a single correct answer to any of the many representational and abstraction problems [...], and so reference to the questions: “What is the purpose?”, and “What is the question?”, is an important touchstone for understanding visualization tasks and evaluating representations“ (2004).

Medien und Darstellungstechniken haben eines gemeinsam: ihre Weiterentwicklung und Neuerfindung führt niemals zur vollständigen Substituierung ihrer Vorläufer, sondern lediglich zu deren mehr oder weniger ausgeprägten Verdrängung beziehungsweise Ergänzung. Vor diesem Hintergrund wurden die drei wesentlichen Ziele dieses Beitrags entwickelt: a) die Aufstellung von sechs Thesen zu graphisch reduzierten Planungsvisualisierungen; b) die Vorstellung graphischer Reduktionsmethoden speziell für interaktive digitale Vegetationsdarstellungen mit dem System Lenné3D, sowie c) der Rekurs auf bewährte analoge Graphik- und Kommunikationsmittel, deren Implementierung im *großen digitalen Werkzeugkasten* grundsätzlich sinnvoll erscheint. Den dargestellten Reflexionen ist gemeinsam, daß sie Einblicke in die theoretische und konzeptionelle Entwicklungsarbeit des Visualisierungssystems *Lenné3D* bilden.

3 KATHARSIS

Verschiedene Kunstrichtungen haben sich seit der Antike um eine Steigerung der Wirklichkeitstreue von Bildern bemüht. Im antiken Griechenland galten illusionistische Bildeffekte ab dem vierten Jahrhundert vor Christi als wichtigstes Kriterium zur Beurteilung des Könnens eines Malers. Die antike Kunst hat sich weitgehend am Ideal der Mimesis orientiert und die platonische Bilderkritik läßt sich als kritische Reaktion auf die Dominanz des mimetischen Aspektes verstehen (BOEHM 1994). Platon war der Ansicht, daß Bilder lediglich die Oberfläche der Dinge, ihre äußere Ansicht reproduzieren, wie sehr sie auch die Anwesenheit des dargestellten Gegenstandes suggerieren mögen. Der äußerlichen Darstellung stellt Platon die wissenschaftliche bzw. philosophische Erkenntnis der Dinge als die höherwertige Aufgabe gegenüber.

Die in den 1960er Jahren begründete Disziplin Computergraphik war Jahrzehnte bestrebt synthetische Bilder von simulierten 3D-Umgebungen zu generieren, die so aussehen sollten, als seien sie fotografierte Ausschnitte der Realität — *Photorealismus* lautete die Devise der digitalen Zauberei. Photorealismus blieb damit nicht mehr nur eine Kunstform, sondern wurde auch zu einem Forschungs- und Anwendungsgebiet der Computergraphik, beispielsweise für die Visualisierung virtueller Welten. Paradox und Faszinosum zugleich bildet in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß ein Bild faktisch *nicht-realistisch*, optisch jedoch *photorealistisch* sein kann. Die abgebildete Welt kann *echt* aussehen, muß aber nicht notwendigerweise eine physische Entsprechung besitzen. Photorealistische Computersimulationen suggerieren in grundsätzlicher Weise Eigenschaften wie Genauigkeit, Perfektion und Echtheit, die jedoch unter Umständen lediglich schöner Schein sein können (SHEPPARD 2001). BUHMANN (1994) vertritt die Ansicht, daß aus der erreichbaren Glaubwürdig- und Gefälligkeit von Simulationen für den Planer eine große Verantwortung erwachse.

Methoden der Landschaftsvisualisierung müssen sich sowohl am technisch Machbaren der Computergraphik als auch an Vorbildern konventioneller Darstellungsweisen orientieren. Computergenerierte Bilder mit intendiertem Photorealismus haben eine kurze ästhetische Halbwertszeit. Lediglich die frühen Pionierleistungen der Computergraphik vermögen es, einen dauerhaften Charme zu versprühen. Retrospektiv betrachtet, können ihre damaligen Ergebnisse als ungewollte Vertreter eines heute hochaktuellen „Non Photorealistic Rendering“ betrachtet werden. Seit Ende der 90er Jahre wird in der Computergraphik vermehrt in Richtung solcher non-photorealistischen Darstellungsverfahren (NPR) geforscht. Als non-photorealistisch werden heute computergraphische Darstellungen bezeichnet, deren Elemente zwar realistische Aspekte der Abbildung beinhalten, deren Darstellungsweise jedoch aufgrund der Anwendung bestimmter Darstellungsmittel bezüglich Form, Farbe, Struktur, Schattierung, Licht, Schattenwurf oder Perspektive eindeutig von der wahrnehmbaren Wirklichkeit abweichen. Ziel des NPR ist es, komplexe Informationen durch die Nachbildung manueller Darstellungstechniken einfacher und schneller transportieren und kommunizieren zu können. Rufen wir uns in Erinnerung: Medien und Darstellungstechniken substituieren ihrer Vorläufer nicht, sondern ergänzen sie lediglich.

Mit der Einsicht, daß photorealistische Bilder nicht immer eine geeignete Lösung für die Vermittlung visueller Information darstellen, hat ein Prozeß der kollektiven Läuterung eingesetzt. Galt es bisher als *hohe Kunst*, Darstellungen von gewollter Realität so anzufertigen, daß sie Photos gleichen — photorealistisch wirken —, scheint der Punkt erreicht, an dem sich eine allgemeine Abkehr von diesem Streben vollzieht. Mit dem Vokabular der Ökonomen ausgedrückt: Es scheint beim Konsumenten eine *Sättigung* bezüglich photorealistischer Bilder eingetreten zu sein. Sättigung tritt dann ein, wenn der *Grenznutzen* gleich Null ist, das bedeutet, trotz einer weiteren Anstrengung ist kein zusätzlicher Nutzen mehr meßbar — jenseits der Sättigung treten negative Effekte auf.

Noch nie war es so einfach, *Bilder, die lügen* herzustellen, wie heute mit den Werkzeugen und Systemen, die jeder Privatperson für wenig Geld zur Verfügung stehen. Als es zur analogen Photographie noch keine Alternativen gab, war es eine regelrechte Kunst, Bilder mit den Mitteln der Retusche zu verfälschen. Man wandte dieses anspruchsvolle Handwerk stets an, um Bilder zu schönen oder um sie propagandistisch zu mißbrauchen. Heutzutage verführt das Überangebot an Filtern und Werkzeugen im Bereich des Desktop-Publishing den Anwender dazu, an fast jedem Bild tatkräftig zu manipulieren, vom Pressebild, Bewerbungsphoto bis zum privaten Urlaubsschnappschuß. Die inflationäre Manipulationspraxis und der damit inflationär einhergehende Mißbrauch hat auch der Glaubwürdigkeit professioneller und wissenschaftlich anspruchsvoller digitaler Visualisierungen irreparablen Schaden zugefügt — man glaubt nicht mehr unbedingt, was man sieht. Wer kennt nicht irgendein architektonisches Großprojekt, das in den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts mit seinerzeit beeindruckenden Computervisualisierungen beworben wurde. Vergleicht man dann das gebaute Ergebnis mit den damals gezeigten Bildern, stellt sich im besten Fall ein mildes Lächeln ein — man hat gelernt, daß digitale Träume schnell zerplatzen können.

Besonders ernst nehmen müssen diesen grundsätzlichen Vertrauensverlust jene Disziplinen, die traditionell auf Visualisierungen von unrealisierten Maßnahmen angewiesen sind, das sind alle planenden und entwerfenden Disziplinen, die ihre Projekte graphisch kommunizieren. Im vorliegenden Beitrag wird diesbezüglich die Visualisierungspraxis von Landschaftsplanern und Landschaftsarchitekten fokussiert, also jener Berufsgruppen, deren Ziel es ist, geplante Landschaften und Freiraumgestaltungen Realität werden zu lassen. Der mit Zukunftsbildern operierende Planer und Entwerfer ist verstärkt gefordert, diplomatisch — im Sinne von *klug berechnend* — vorzugehen. Sichtbare Veränderung löst primär Mißtrauen und Verunsicherung aus, ein Reflex, dem durch die Verleihung eines Vertrauensgefühls und der Gewährleistung von Kontrollierbarkeit systematisch entgegengesteuert werden kann und muß. Es steht außer Frage, daß photorealistische Bilder bei der landschaftsrelevanten Planungskommunikation wertvolle Dienste leisten können, zum Beispiel visuelle Erfahrungen zu beleuchten, die in Zukunft zu erwarten sind. In seiner Tendenz zur Suggestion, seinem Verführungspotential zum bildlichen Realitätsersatz sowie seiner Inflationssymptome als Bilderflut muß der

gegenwärtige Photorealismus als antizipatorische Geste jedoch sehr kritisch betrachtet werden. Photorealistische Simulationen steigern die Darstellung zu einem perfekt aussehenden „als-ob“ – Faktum und Fiktum konvergieren in ihnen (BOEHM 1994) — und können nicht mehr einzeln identifiziert werden. Planungskommunikation sollte sich jedoch vor der Streuung von Mißverständnissen oder Falschaussagen jeglicher Art systematisch schützen. Bilder in den Köpfen entstehen zu lassen, ist nicht schwer, Bilder aus den Köpfen wieder zu entfernen, ist nahezu unmöglich. Planungskommunikation muß deshalb stets deutlich machen, mit welcher Unschärfe die Prognose von Landschaftsentwicklung behaftet ist (MUHAR 1992).

4 VERTRAUENSBLDENE MASSNAHMEN

Mit dem Wissen um die allgemeine Verunsicherung des Bildkonsumenten im Hinterkopf, kann daran gegangen werden, systematisch vertrauensbildende Maßnahmen in Planungsvisualisierungen einzubauen, diplomatische Trittsteine zu legen, die jedem Halt bieten. Dem Adressaten muß das Gefühl vermittelt werden, die Kontrolle beziehungsweise Urteilsfähigkeit bezüglich der Wahrheiten und Spekulationen digital generierter Visualisierungen behalten zu können. Die Schlüsselbegriffe im Zuge der Wiedererlangung visueller Kontrolle lauten *Graphische Reduktion* und *Abstraktion*. Reduktion bezeichnet die *Verminderung* oder den *Entzug* von etwas; Abstraktion hat mit dem *Verzicht* auf etwas und mit *Verallgemeinerung* zu tun, sie beschreibt Dinge, die *nicht gegenständlich* sein müssen und nicht den *unmittelbaren* Bezug zur Realität suchen.

Maximaler Detailreichtum führte zu hochkomplexen Bildern, die intellektuell nicht mehr durchdrungen werden konnten, da sie keinerlei Vergleichsmöglichkeiten mehr zwischen Realität und Fiktion, zwischen Bestand und Entwurf anzubieten hatten. Logische Folge war der beschriebene Vertrauensverlust, notwendige Reaktionen sind die systematische *Depräzisierung*, *Reduktion* und *Abstraktion* der graphischen Informationsflut. ERVIN (2001, S. 62) writing about abstraction, states that “(...) we landscape modelers must also remember the valuable roles of abstraction in both cognition and communication, and not believe that ‘photo-realism’ – or even ‘physical realism’ – is the be-all, end-all of digital modeling. We make models to make explorations or to convey messages, and the infinite variety of explorations and messages will surely yield an equally boundless variety of digital landscape models”. Gegen Photorealismus als das Nonplusultra von Landschaftsvisualisierung spricht auch die Tatsache, daß mit planerischen Darstellungsmethoden im allgemeinen beabsichtigte bzw. mögliche Veränderungen besonders hervorgehoben, sichtbar herausgearbeitet werden müssen. Geschieht dies nicht, verliert der Betrachter den Blick für das Wesentliche.

Planung impliziert Spielraum und kann ohne diesen nicht erfolgreich umgesetzt werden. Eine hundertprozentig präzise Vorausschau geplanter Veränderungen ist prinzipiell nicht möglich, das starre Festhalten an beabsichtigten, aber sich nicht erfüllenden Entwicklungen führt zu Inflexibilität und Kompromißlosigkeit. Die Einkalkulierung eines gewissen *Spiels*, einer *Toleranz* zwischen den Zahnrädern einer komplexen Maschinerie ist zwingend notwendig, um Scheitern und Frustration zu vermeiden. Anschauliche Beispiele für die Unerläßlichkeit jener Spielräume, die der Zufall beansprucht, sind zu enge Fahrpläne, die auf Idealzustände ausgelegt sind und durch Unvorhergesehenes — Wetter, Unfälle etc. ständig zum Erliegen gebracht werden. Sie stellen auch deshalb besonders negative Beispiele für jeden Planer dar, weil sehr deutlich wird, welches Ausmaß an Ärger und Frustration auf Seiten der Kunden — der Zielgruppe — durch ein solches Mißmanagement provoziert wird. Mehr Spielraum würde mehr Verständnis und Toleranz bei der Kundschaft erzeugen, die Chance des reibungslosen Ablaufs wäre grundsätzlich höher und die Glaubwürdigkeit der Fahrpläne und mit ihnen der Anbieter schlichtweg höher.

Räumliche landschaftliche Planung ist ein Prozess mit unendlich vielen Variablen. Angefangen bei der Vegetation, die im Gegensatz zu Architektur in ständiger Veränderung begriffen ist, bis hin zur politischen Wetterlage können die meisten Faktoren im Planungsprozeß nicht präzise vorhergesagt und kalkuliert werden. Die Akzeptanz dieses Zusammenhangs muß durch die bewußte Depräzisierung auch der visuellen Planungspräsentation dokumentiert werden.

5 SECHS THESEN ZU GRAPHISCH REDUZIERTEN PLANUNGSVISUALISIERUNGEN

Unter graphischer Reduktion wird hier die spezielle Vorgehensweise des Systems Lenné3D verstanden, bei allen Reduktionsverfahren vom maximal detaillierten Visualisierungsobjekt auszugehen, um auf diese Weise den hohen Modellierungsaufwand, der zum Erzielen photorealistischer Visualisierungen notwendig ist, nicht zu verschenken. Vereinfachte Darstellungen profitieren so auf ökonomische Weise vom Detaillierungspotential der hochleistungsfähigen Software. Das hier angesprochene und im folgenden Kapitel beispielhaft illustrierte Verfahren der graphischen Reduktion zeichnet sich dadurch aus, daß es auf künstlerische Individualität, die in Planungsdarstellungen zu groben Fehlinterpretationen führen kann, grundsätzlich verzichtet. Die vereinfachte Optik graphisch reduzierter Darstellungen resultiert nicht aus einem genialischen Bauchgefühl, sondern aus einem wissenschaftlich nachvollziehbaren Reduktionsverfahren. Diese Vorgehensweise wird dem Umstand gerecht, that landscape planners and architects „are doctors, in a figurative sense; though they do not perform operations out on people, they must nonetheless intervene in the process of nature and landscape with the dexterity and precision of a surgeon.“ (REKITTKE 2002, S. 121).

Digital generierte, aber graphisch reduzierte Planungsvisualisierungen besitzen gegenüber ihren photorealistischen Ablegern prinzipielle Vorteile, die in der gängigen Praxis nicht selten ignoriert werden. Diese Einsicht mag auf den ersten Blick irritierend trivial erscheinen, die Vielfalt digitaler Werkzeuge und die Möglichkeiten, die sich damit ergeben haben, ließen die Vorteile graphisch reduzierter Darstellungsarten jedoch weitgehend aus dem Blick und dem Bewußtsein der Anwender geraten. Selbstverständlichkeiten kommen schnell unter die Räder, deshalb sei in der Folge im Kontext digitaler Planungsvisualisierung in Thesenform aufgeführt, zu welchem Zweck und auf welche Weise graphische Reduktionen grundsätzlich eingesetzt werden können.

1. Graphische Reduktion als freiwillige Selbstkontrolle. *Je unsicherer die geplante Aussage ist, desto mehr schützt graphische Reduktion den Planer davor, Details erfinden zu müssen oder sich zu weit aus dem Fenster zu lehnen.*

Die Verallgemeinerung visueller Planungsinformationen—sollte zu einer erhöhten Trefferquote bei der Realisierung der dokumentierten Absichten und zu einem erhöhten Identifikationspotential des einzelnen Planungsakteurs mit dem erzielten Ergebnis führen. Graphische Reduktion ersetzt allerdings nicht die Notwendigkeit des Aufzeigens verschiedener Varianten — anderer wahrscheinlicher Entwicklungsrichtungen.

2. Erkennbare Unterscheidung von Realität und Fiktion. *Realität kann durch realitätsorientierte Darstellungsformen („Photorealismus“) repräsentiert werden. Fiktion muß sich hingegen durch abstrahierte Darstellungsformen davon unterscheiden.*

So selbstverständlich dieses Prinzip erscheinen mag, in der Planungs- und Visualisierungspraxis wird dieser Grundsatz sehr oft mißachtet. Daß man den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr sieht, passiert in der visuellen Planungskommunikation genau dann,

wenn die Bestandskomponenten, welche die Planungsbeteiligten zumeist sehr gut kennen, nicht mehr eindeutig von den Entwurfskomponenten, dem Neuen, zu unterscheiden sind.

3. Kongruenz von Bedeutungsgewicht und visueller Prägnanz. *Das spezifische Bedeutungsgewicht der gezeigten Planungsmaßnahmen muß durch entsprechende visuelle Prägnanz und graphische Variation verdeutlicht werden.*

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte, doch nicht jeder liest das Gezeigte auf die gleiche Weise. Visuelle Kommunikation muß sich mittels einer systematischen Führung durch das Gesamtbild auszeichnen, um Wichtiges zu betonen und weniger Wichtiges zu relativieren. Visuelle Prägnanz ist nicht mit visueller Perfektion gleichzusetzen, das beabsichtigte Bedeutungsgewicht muß durch die Variation graphischer Reduktionsschritte sensibel austariert werden.

4. Graphische Gradation von zeitlich aufeinander folgenden Prozessschritten. *Nicht nur Bedeutungen von Planungsmaßnahmen variieren, sondern auch die zeitliche Reihenfolge der Realisierung ist von entscheidender Bedeutung für den Planungserfolg und muß veranschaulicht werden.*

Bei der Präsentation von Planung wird im Regelfall der beabsichtigte endgültige Zustand des Geplanten gezeigt. Für den Umsetzungserfolg ist jedoch die zeitliche, prioritäre oder pragmatische Reihenfolge einzelner Maßnahmen relevant und sollte durch graphische Mittel dementsprechend sichtbar gemacht werden. Auch langwierige Baustellenphasen, die mit Belastungen von Mensch und Umwelt verbunden sind sowie prozeßbedingte Interimzustände müssen in Zeitscheiben dargelegt werden können. Der Planer schlüpft hier in die Rolle des dokumentarischen nonfiktionalen Erzählers, der in Bildern den Landschaftswandel in einer Art didaktisch aufbereitetem Zeitraffer erläutert. Die computergraphische Visualisierung landschaftlicher Interimsstadien erweitert HUMPHRY REPTONS Konzept der Vorher-Nachher-Bilder (1803), das seine *Red Books* berühmt und seine Planungen erfolgreich gemacht hat.

5. Sichtbarmachung von Unsichtbarem. *Planung „als solche“ ist weitgehend unsichtbar, sie manifestiert sich final in Form realisierter Maßnahmen. Realisierte Planungsmaßnahmen erzeugen wiederum Wirkungen, die optisch nicht unmittelbar erfassbar sind oder sich außerhalb des allgemeinen Vorstellungsvermögens befinden. Dennoch sollten diese Effekte im Planungsprozeß visuell markiert werden— Abstraktion invers.*

Planungsmaßnahmen haben einen größeren Wirkungsbereich als ihr Grundriß bedeckt. Das kann sich positiv auswirken — im Sinne einer günstigen Aura, kann aber auch negative Folgen haben — beispielsweise in Form von Beeinträchtigungen und Belästigungen. Im Abwägungsprozeß von Planung sind diese Faktoren sehr wichtig und können meist nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn sie veranschaulicht — sichtbar gemacht werden. Planungsvisualisierung kann auf diesem Gebiet vieles ausprobieren und muß hinsichtlich entsprechender Potentiale noch umfangreich erforscht werden. Was in Realität nicht sichtbar ist, kann grundsätzlich nicht mittels Realismus dargestellt werden, in diesem Visualisierungssegment wird Non-Photorealismus zukünftig eine entscheidende Rolle spielen.

6. Graphische Askese anstatt medialem Hedonismus. *Je umfangreicher der digitale Werkzeugkoffer gefüllt wird, desto größer wird die Notwendigkeit und Herausforderung, bei der Planungskommunikation graphischen Minimalismus zu praktizieren.*

Der Kanon medialer Möglichkeiten muß vor der Planungspräsentation gegenüber dem Laien zu einfachen und eindeutigen Informationen destilliert werden. Die Halbwertszeit digitaler Effektwirkungen ist verschwindend gering, anfängliche Begeisterung führt im Regelfall sehr schnell zu Verdruß. Graphische Variablen (BERTIN 1982) wie Farbe, Form etc. sollten deshalb nur im notwendigen Maße eingesetzt werden.

6 GRAPHISCHE REDUKTIONSMETHODEN FÜR INTERAKTIVE VEGETATIONSDARSTELLUNGEN

Die vorangegangenen Thesen zu abstrahierten Planungsvisualisierungen bilden den Rahmen für die Entwicklung und den Einsatz Graphischer Reduktionsmethoden, die unter Verwendung des Systems *Lemé3D* im landschaftlichen Kontext dazu dienen sollen, geplante Zukunft besser begreifbar und umsetzbar zu machen. Diese Methoden werden unter dem Anspruch entwickelt, diplomatische Trittsteine zwischen landschaftlicher Realität und Vision zu bilden. In den anschließenden Bildbeispielen gehen alle Reduktionen vom farbigen, höchst aufgelösten, photorealistischen — realitätsorientierten — Bild beziehungsweise der interaktiven dreidimensionalen Szene aus. Hauptdarsteller und thematischer Fokussierpunkt ist dabei die dreidimensionale Visualisierung von Vegetation, jenem Sujet, das von jeher eine der größten Herausforderungen landschaftlicher Darstellung bildet.

Die Röntgenecke — der Blick hinter die Kulissen

Auch das perfekte Computerbild kann Realität nicht vollständig widerspiegeln, aber manch einer mag eine Simulation mit einem Photo verwechseln (LANGE 1999). Um diese wichtige Tatsache sichtbar zu machen, sollte in allen Visualisierungen ein Hinweis in der Bildunterschrift — oder besser — auch im Bild selbst codiert sein. Beispielsweise könnte ein „Röntgenblick“ unmißverständlich klarmachen, daß hier keine Photos, sondern artifizielle Szenen gezeigt werden. Einige Zeitungen kennzeichnen Bildmanipulationen mit einem „(M)“.



Abb. 1: Die Röntgenecke

Stilfreiheit abstrahierter Darstellung

Im System Lenné3D wird versucht, komplexe Darstellungen stilfrei zu abstrahieren, ohne Nachempfindung oder Generierung eines individuell wirkenden Duktus. Die graphischen Reduktionsmethoden des Systems Lenné3D basieren grundsätzlich auf dem maximal detaillierten Visualisierungsobjekt und nutzen auf diese Weise den hohen Modellierungsaufwand, der zum Erzielen photorealistischer Baum- und anderer Pflanzendarstellungen notwendig ist. Die graphische Reduktion von Landschafts- und speziell Baumdarstellungen wird dabei nicht als künstlerische Aufgabe begriffen, sondern als stilfreie Detailminimierung. Speziell in der Pflanzendarstellung kann nur durch maximierte botanische Treue eine sichere Identifikation der einzelnen Arten und Gattungen gewährleistet werden. Auch in der abstrahierten Form sollten spezifische Erkennungsmerkmale von Pflanzen nicht künstlerisch idealisiert, sondern eindeutig erkennbar dargestellt werden. Jedes Jahr von neuem demonstriert uns die Natur, wie visuelle Reduktion im beschriebenen Sinne funktionieren kann. Werfen die sommergrünen Bäume im Herbst ihr Blätterkleid ab, erfährt ihr Erscheinungsbild eine dramatische Reduktion: Es verbleiben im Regelfall weitgehend farbreduzierte, aus der Distanz als nahezu schwarz wahrgenommene bizarre Silhouetten. Weder verlieren die Bäume während dieses Vorgangs ihren identifizierbaren individuellen Charakter, noch büßen sie aus Spaziergängersicht etwas von ihrer Raumwirksamkeit und Orientierungsfunktion ein. (REKITTKE et al. 2004).

Dosierung des Detailgrads und der Darstellungsart in Kongruenz zum Planungsverlauf

Die graphischen Mittel von Lenné3D können dazu genutzt werden, gleiche Dinge in verschiedenen Planungsstadien auf unterschiedliche Weise darzustellen. Die Dosierung des Detailgrads und der Darstellungsweise wird dabei dem Planungsverlauf auf logische Weise angepaßt. Anhand eines neu geplanten Baumes werden im folgenden beispielhaft fünf Darstellungsarten vorgestellt, die sich zeitlich und planungssystematisch aufeinander beziehen: A. „Scherenschnitt“ — B. „Unschärfe“ — C. „Transparenz“ — D. „Graustufen“ — E. „Perfektion“.

A. „Scherenschnitt“ — Scherenschnittdarstellung in der Entwurfsphase

In der ersten Entwurfsphase reicht es aus, mit einem sehr groben Pflanzenmodell zu arbeiten. Ein Modell in Scherenschnittdarstellung gewährleistet einen ersten Eindruck der Pflanzengröße, des Habitus und der Raumwirksamkeit. Dieser Scherenschnitt kann im Bild frei bewegt werden und gewährleistet eine Konzentration auf das Wesentliche in dieser frühen Planungsphase.

B. „Unschärfe“ — Grobjustierung des Standorts

Der ersten Entwurfsphase folgt die Tätigkeit des Ordnen, der ersten Überprüfung und der Grobjustierung bereits intendierter Standorte. In dieser Phase muß der Planende sich bereits ein genaueres Bild der Pflanze machen können, deshalb werden an dieser Stelle die Details in Farbe eingebledet, die Pflanze wird insgesamt jedoch unscharf dargestellt. Diese Unschärfe indiziert einerseits die noch nicht erfolgte Verankerung des Objekts und die nach wie vor gegebene Flexibilität im Entwurfsprozeß, andererseits leitet sich die unscharfe Darstellungsart aus einem Effekt ab, der aus der analogen Planungsvisualisierung stammt und einen großen Nutzen beinhaltet: Um einen Gesamteindruck eines Entwurfs zu bekommen ist es effektiv, die Augen leicht zusammenzukneifen. Das Gesehene wird dabei etwas unscharf, man erhält aber einen sehr guten Eindruck des räumlich-visuellen Ensembles. Dieses Kneifen der Augen ist auch vor dem Bildschirm oder der Projektionsfläche sinnvoll, der unscharf dargestellte Baum wird dabei gleichwertiger Teil des Ganzen — ausprobieren lohnt sich.

C. „Transparenz“ — Feinjustierung des Standorts

Der Grobjustierung folgt die Feinjustierung, der Blick sucht nach Feinheiten und Relationen. In dieser Phase wird die Pflanze transparent, aber hochdetailliert und farbig dargestellt. So kann der Planende sowohl einschätzen, wie sich die Pflanze im gewählten Umfeld zeigen wird als auch überprüfen, was hinter dem neuen Objekt liegt. Auf diese Weise läßt sich die beabsichtigte Wirkung mit hoher Genauigkeit steuern.

D. „Graustufen“ — Vorläufige Festlegung

Der Feinjustierung folgt die vorläufige Festlegung der Objektart und ihres Standorts. Ohne den Verzicht auf Detailreichtum und hohe Auflösung des neuen Objekts kann durch den Schritt der partiellen Farbreduktion zu Graustufendarstellung ein deutlicher visueller Unterscheidungsparameter generiert werden. Der Bestand bleibt in diesem Fall farbig dargestellt, die Planung zeigt sich in Graustufen.

E. „Perfektion“ — wie ein Photo der Realität

Die Graustufendarstellung der vorangegangenen Phase macht im Gegensatz zur Farbdarstellung sehr deutlich, *daß noch etwas fehlt, unfertig ist*. Der volle Grad der Darstellbarkeit wird bewußt nicht ausgeschöpft, um den nach wie vor existenten Spielraum planerischer Maßnahmen zu betonen. Erst am Ende einer Planung darf für Präsentationszwecke auch die Möglichkeit der photorealistischen Darstellungsart ausgereizt werden, nur so kann sich visuell der geplanten Zukunft maximal angenähert werden.



Abb. 2: Beispiel einer graphischen Gradation verschiedener Planungsstadien. a: „Scherenschnitt“, b: „Unschärfe“, c: „Transparenz“, d/e: „Graustufen/Perfektion“

Kontur-Darstellung zur Kennzeichnung von Verlusten und geplanten Entnahmen

Zum Planen gehört nicht nur die Neuanlage, sondern auch die Entnahme von Landschaftselementen. Häufig muß erst für neues Platz geschaffen werden. Andere Landschaftselemente verschwinden ungeplant. Elemente, in unserem Beispiel Pflanzen, die entnommen werden sollen oder anderweitig verschwinden, werden als Umrißlinien dargestellt. Die im Gesamtbild verharrende Kontur gibt den Blick frei auf das verbleibende Landschaftsbild.

Generelle Farbreduktion zur Kennzeichnung von Rückblenden

Bewegte Bilder in Farbe sind heutiger Standard. Werden vollständige Bildsequenzen in schwarz/weiß gezeigt, assoziiert der Betrachter diese fast automatisch mit Rückblenden, ein Effekt, den man sich systematisch zu Nutze machen kann. Dieser Effekt der Retrospektive wird mit einer Sepia-Tönung noch verstärkt. Generelle Farbreduktion löst einen auf visuellen Konventionen basierenden Reflex aus, der die Assoziation *Vergangenheit* evoziert — der Schwarz-Weiß-Film war gestern, Farbe ist heute.

Skizzen als Grundlagen und Extrakte realistischer Visualisierungen

Einfache Skizzen eignen sich sehr gut, um komplexe Szenen zu entwickeln. Auch der computertechnisch aufwendigste Hollywood-Film wird heute noch durch handgezeichnete *story books* skizzenhaft entwickelt. Computergenerierter Planungsgraphik können diese Skizzenbücher ein wertvolles Vorbild sein. Das System Lenné3D ist in der Lage, die Reihenfolge zwischen Skizze und Bildprodukt auch chronologisch umzudrehen und kann aus photorealistischen Visualisierungsobjekten skizzenhafte und damit strukturell beurteilbare Bilder generieren. Auch beim Skizzenmodus gilt: Die vereinfachten Bilder basieren auf dem hochkomplexen Computermodell und verzichten grundsätzlich auf künstlerischen Stil.



Abb. 3: Kombination von photorealistischer, skizzenhafter und graphisch reduzierter Darstellung in der 3D-Landschaftsvisualisierung aus Spaziergängerperspektive (Bildschirmfoto vom Lenné3D-Player, 05/2005). Alle Pflanzen liegen als detailreiche, realitätsorientierte 3D-Modelle vor. Die Repräsentation wird durch Eingabe des Nutzers gesteuert und in Echtzeit berechnet.

7 GUTE ALTE DINGE

Um reduzierte, vereinfachte Darstellungsarten im Interesse der Planungskommunikation entwickeln zu können, ist es sinnvoll, auch tradierte visuelle Konventionen zu nutzen. Da die sogenannten „Neuen Medien“ lediglich Ergänzungen zum bestehenden Repertoire visueller Darstellungsmittel bilden, sollten sie am bestehenden Vokabular — visuellen Konventionen — anknüpfen und es nutzen. Das Rad muß nicht neu erfunden werden. Die Entwicklungsgeschichte des Menschen wird von Gesten, Symbolen und Zeichen begleitet, die auf Konventionen basieren und dadurch eine großflächige, wenn nicht allgemeine Wirkung erzielen konnten. Ein Beispiel: Nirgends auf der Welt bedeutet eine rote Ampel etwas anderes, als „stehen bleiben“. Abstraktion führt in diesem Fall zu größter Eindeutigkeit.

Nachdem im Zuge der Ausreizung aller Möglichkeiten photorealistischer Simulationen viel Zeit und Energie gebunden wurden, eröffnet sich neuerdings wieder viel Raum für die kritische Reflexion dieses *hype*. Die wesentlichen Fragestellungen jeglicher Planungsvisualisierung rücken wieder in den Vordergrund: Für wen ist die Visualisierung? Was soll wie gezeigt werden? Was ist wirklich wichtig? Was ist weniger relevant? Die photorealistische Darstellungsform ist wie eine Sackgasse, aus ihr führt nur ein Weg zurück, nämlich der gleiche, auf dem man gekommen ist. Auf diesem Rückweg begegnet man vielen alten Bekannten, die man zuvor eventuell nicht hinreichend geschätzt oder gewürdigt hat. Altbewährtes sollte Eingang in neuartige Visualisierungen finden, nur durch die Kombination von Alt und Neu eröffnen sich neue Wege der Planungskommunikation. Einige Ansätze solcher Kombinationen seien hier vorgestellt.

Der menschliche Maßstab und Telepräsenz

Fällt in einer perspektivischen Darstellung die Abschätzung von Größenverhältnissen bereits grundsätzlich schwer, potenziert sich dieses Problem noch im landschaftlichen Perspektivbild. Als Hilfsmittel läßt sich bei Lenné3D das interaktive Maßstabssymbol „Familie mit Kind“ einblenden.

Bei freier Navigation durch dreidimensionale Computerszenen hat es sich zudem als hilfreich erwiesen, dem Navigierenden ein gewisses Abbild seiner selbst einzublenden — es muß ja nicht die in sogenannten *ego-shootern* obligatorische Handfeuerwaffe sein. Für die Spaziergängerperspektive könnte diese Abbildfunktion — Telepräsenz genannt (DRAPER et al. 1998) — durch Fußspuren symbolisiert werden. Die Speicherung, das Einfrieren der Fußspuren des einzelnen Anwenders im Landschaftsbild kann nachfolgenden Spaziergängern als Orientierung und zur Kontrolle bereits vollzogener Wege dienen. Es ist auch denkbar, daß sich mit der Zeit gewisse Pfade austreten, die als Indikator gemeinschaftlichen Gebrauchs beziehungsweise Interesses ernstgenommen werden müssen.

Ein-, Aus- und Aufblenden

Um das Auge auf bestimmte Landschaftselemente oder –strukturen zu lenken, können Objekte und Vegetationsschichten ein- und ausgeblendet werden. Eine Anwendung dieser Layertechnik ermöglicht auch eine Unterscheidung von Maßnahmetypen. Eine weitere Fokussierung wird durch das Leuchten markierter Elemente erreicht, der Heiligenschein in biblischen Darstellungen erfährt unerwartete Würdigung.

Skizzierfunktion „6b“

Skizzenpapier und dicker Bleistift, der Einsatz des „6b“ — Minenstärke und Härtegrad des Bleistifts bezeichnend — durch die Entwurfsbetreuer wird noch jedem Ex-Studenten in den Knochen stecken, schneller und eindrucksvoller kann man keinen Entwurf korrigieren. Wir schlagen vor, den berühmten „6b“ in die Hände des Anwenders von Lenné3D zu geben, damit er ungehemmt ins Bild *eingreifen* kann.

Einsatz von Text

Viele Dinge und Zusammenhänge, die sich nicht in unmißverständlicher Weise visualisieren lassen, können durch Begriffe treffend beschrieben werden. Die Abstraktionsebene *Text* läßt gleichzeitig Raum für Interpretation und Phantasie im Kopf des Betrachters. Wo die Grenze der Visualisierbarkeit erreicht wird, dürfen die konventionellen Mittel der Planungskommunikation nicht vergessen werden.

Positionierbarkeit von Notizzetteln

Die Reaktionsmöglichkeit des Betrachters während der Präsentation bewegter Bilder wird durch die Positioniermöglichkeit von plakativen Haftnotizzetteln im Objektraum unterstützt. Ein Gedanke, eine Idee sind schnell verfliegen — die prompte Notiz hält Geistesblitze und Fragen fest und eröffnet den gewünschten Dialog mit den Planungsbeteiligten. Die konventionelle Form des Notizzettels baut falschen Respekt vor digitaler Graphik systematisch ab und verstärkt den Eindruck des unfertigen Bildes. Das interaktive Werkzeug unterstützt den Planer das local knowledge oder Vorschläge und Kritik der Akteure *ad hoc* zu sammeln und im dreidimensionalen Objektraum zu georeferenzieren.



Abb. 4: Interaktive Notizzettel

Logbuch

Ein Logbuch zeichnet den Verlauf des Gezeigten auf und ermöglicht wie ein Flugschreiber das digitale Geschehen wieder abzurufen. Im einfachsten Fall dokumentieren Bildschirmfotos die Chronologie der Planungskommunikation.

Schnittmusterbogeneffekt oder Visueller Palimpsest

Planung legt in zunächst theoretisch-graphischer Weise ständig neue Schichten — Ebenen — über bestehende Oberflächen. Fast jede neue Planungsebene hinterläßt bestimmte Spuren, die in die nächste Ebene übernommen werden. Nachvollziehbar werden diese Prozeßketten dann, wenn die verschiedenen Ebenen sowohl gleichzeitig als auch einzeln eingeblendet werden können — es ergeben sich unter Umständen sehr komplexe, wenn nicht verwirrende Bilder, die jedoch sehr deutlich die Komplexität des Planungsprozesses widerspiegeln. Das Bild eines Schnittmusterbogens macht die Qualität und den Komplexitätsgrad solcher Darstellungsformen deutlich: Aus einem Blatt Papier können zahlreiche verschiedene Formen entstehen — auch jeder Plan hat zahlreiche Variationsmöglichkeiten. Ein letztes Beispiel, das die Phantasie anregen und Raum für weitere Ideen schaffen soll.

8 FAZIT

Was nutzt einem Mechaniker eine Fotografie, wenn er schon das reale Ding vor sich hat (LANSDOWN und SCHOFIELD 1995)? Ähnlich stellt sich die Problematik in der Landschafts- und Freiraumplanung dar: Wenn spezifische Aspekte oder Strukturen einer Landschaft gesehen und verstanden werden sollen, ist die graphisch reduzierte oder illustrierende Darstellung einer photorealistischen schlichtweg vorzuziehen.

Die vorgestellten graphischen Reduktionsmethoden für interaktive Vegetationsdarstellungen erweitern ERVINS (2004) Definition von vier *abstraction levels*. Während ERVIN den Begriff *geo-specific* mit *realistischen* und den Begriff *geo-typical* mit *illustrativen* Darstellungen verknüpft, stellen wir Methoden vor, die eine geospezifische und dennoch illustrierende Repräsentation erlauben.

Der Drang nach photorealistischer Perfektion ist nichts Verwerfliches, es scheint in unseren Genen programmiert zu sein, daß wir dort zu perfektionieren versuchen, wo es uns möglich erscheint.

Eine möglichst realistische Wiedergabe des bildhaften Landschaftseindrucks ist insbesondere für Landschaftsbildbewertungen, Eingriffsverfahren und als Stimulus für Experimente von wissenschaftlicher und planerischer Relevanz. Die Faszination *perfekter Bilder* ist unumstritten und das dazugehörige Handwerk ehrenwert, doch ist Photorealismus nur eine unter vielen Arten, etwas darzustellen beziehungsweise graphisch kommunizieren zu können. Keine Darstellungsmethode hat jemals eine andere vollständig verdrängen können, kein Medium hat jemals ein anderes vollständig ersetzt. So ist auch klar, daß reduzierte Visualisierungsmethoden den Photorealismus niemals ersetzen werden. Doch müssen sich jene, die Geplantes darstellen und anderen *schmackhaft machen* müssen, darüber bewußt sein, daß ihr Planungserfolg in entscheidendem Maße davon abhängt, wie sie sich — auch in der

Visualisierung — auf das wesentliche beschränken, um Platz für Interpretation und individuelles Vorstellungsvermögen zu gewährleisten. Daß weniger mehr ist, bezweifelt im Grunde niemand, doch im Konzert technischer Möglichkeiten wird diese einfache Wahrheit immer wieder verschüttet.

Computergraphische Landschaftsvisualisierungen könnten sich zu einer perzeptuell effektiven „Benutzerschnittstelle“ im Planungsprozess entwickeln. Voraussetzung dafür ist es, den Planungsbeteiligten im Vakuum zwischen Ist- und Sollzustand visuelle Trittsteine anzubieten, die sie in die Lage versetzen, mental in die visualisierten Landschaftszustände einzusteigen. Der Vielfalt solchen diplomatischen Handwerkszeugs sind keine Grenzen gesetzt, weitergehende Forschung kann jedoch auf systematische Weise einen Kanon solcher Angebote abgrenzen, durch den dokumentiert würde, daß Verantwortung ernstgenommen und aus Fehlern gelernt wird.

Anmerkungen

Eine ähnliche, englischsprachige Fassung des Beitrags ist in den Proceedings at Anhalt University 2005 erschienen (REKITTKE und PAAR 2005). Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) hat das Verbundprojekt Lenné3D zur Entwicklung und Erprobung eines prototypischen 3D-Visualisierungswerkzeugs zur partizipativen Akteursbeteiligung in der Landschaftsplanung gefördert (www.lenne3d.de).

9 LITERATUR

- APPLETON, K. & A. LOVETT: GIS-based visualisation of rural landscapes: defining “sufficient” realism for environmental decision-making; *Landscape and Urban Planning* 65, S. 117-131, 2003.
- BERTIN, J.: Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information; Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1982.
- BOEHM, G.: Die Wiederkehr der Bilder; in: Boehm, G. (Hrsg.): Was ist ein Bild? München, Fink, S. 11-38, 1994.
- BUHMANN, E. (1994): Technische Möglichkeiten - EDV in der Landschaftsbildsimulation; *Garten + Landschaft* 10, S. 31-32, 1994.
- DRAPER, J.V., D.B. KABER & J.M. USHER: Telepresence; *Human Factors*, 40, pp. 354-375, 1988.
- ERVIN, S.M.: Landscape Visualization: Progress and Prospects; ESRI 2004 UC Proc, 2004. URL: <http://gis.esri.com/library/userconf/proc04/docs/pap1647.pdf>
- ERVIN, S.M.: Digital landscape modeling and visualization: a research agenda; *Landscape and Urban Planning* 54 (1-4): pp. 49-62, 2001.
- LANSDOWN, J. & S. SCHOFIELD: Expressive Rendering: A Review of Nonphotorealistic Techniques; *IEEE Computer Graphics and Applications* 15(3), pp. 29-37, 1995.
- LANGE, E.: Realität und computergestützte visuelle Simulation. Eine empirische Untersuchung über den Realitätsgrad virtueller Landschaften am Beispiel des Talraums Brunnen/ Schwyz; *ORL-Berichte* 106. Zürich, VDF, 1999.
- LEHMKÜHLER, S.: VRML – 3D-Standard des Web - Chance für die Raumplanung; *CORP 98 Computergestützte Raumplanung*, TU Wien, 1998.
- MUHAR, A.: EDV-Anwendungen in Landschaftsplanung und Freiraumgestaltung; Stuttgart, Ulmer, 1992.
- OH, K.: A Perceptual Evaluation of Computer-based Landscape Simulations; *Landscape and Urban Planning* 28, pp. 201-216, 1994.
- ORLAND, B.: Data visualization techniques in environmental management: a consolidated research agenda; *Landscape and Urban Planning* 21, pp. 241-244, 1992.
- ORLAND, B., C. OGLEBY, H. CAMPBELL & P. YATES: Multi-Media Approaches to Visualization of Ecosystem Dynamics; -in: Proceedings, ASPRS/ACSM/ RT'97, Seattle, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Washington, DC, vol. 4, pp. 224-236, 1997.
- PAAR, P. & J. REKITTKE: Lenné3D – Walk-through Visualization of Planned Landscapes; -in: Bishop, I.D. & E. Lange (eds.), *Visualization in landscape and environmental planning*, Spon Press, London, pp. 152-162, 2005.
- PAAR, P. & J. REKITTKE: Geplante Landschaft – wie sie der Spaziergänger kennt. Lenné3D – Entwicklung eines Programms zur Landschaftsvisualisierung; *Stadt+Grün* 11, S. 26-30, 2003.
- REKITTKE, J. & P. PAAR: Enlightenment Approaches for Digital Absolutism – Diplomatic Stepping-Stones Between the Real and the Envisioned. – in: Buhmann, E., Paar, P., Bishop, I.D. & E. Lange (eds.), *Trends in Real-time Visualization and Participation*, Proc. at Anhalt University of Applied Sciences, Heidelberg, Wichmann, pp. 210-224, 2005.
- REKITTKE, J., PAAR, P. & L. COCONU: Dogma 3D. Grundsätze der non-photorealistischen Landschaftsvisualisierung; *Stadt+Grün* 7, S. 15-21, 2004.
- REKITTKE, J.: Drag and Drop – The Compatibility of Existing Landscape Theories and New Virtual Landscapes; -in: E. Buhmann, U. Nothhelfer, M. Pietsch (Eds.), *Trends in GIS and Virtualization in Environmental Planning and Design*, Proc. at Anhalt University of Applied Sciences, Heidelberg, Herbert Wichmann Verlag, S. 110-123, 2002.
- REPTON, H.: Observations on the theory and practice of landscape gardening: including some remarks on Grecian and Gothic architecture; Taylor, London; Phaidon, Oxford (facs.), 1803.
- SHEPPARD, S. R.-J.: Guidance for crystal ball gazers: developing a code of ethics for landscape visualization; *Landscape and Urban Planning* 54 (1-4), pp. 183-199, 2001.
- SHEPPARD, S. R.-J. (1999): Regeln für die Nutzung der digitalen Kristallkugel; *Garten + Landschaft* 11, S. 28-32.
- WARREN-KRETZSCHMAR, B. & C.V. HAAREN: Online landscape planning – What does it take. A case study in Königslutter am Elm; -in: E. Buhmann (Eds.), *Online landscape architecture*. Proc. at Anhalt University of Applied Sciences, Heidelberg: Wichmann.
- WERNER, A.; DEUSSEN, O.; DÖLLNER, J.; HEGE, H.-C.; PAAR, P. & J. REKITTKE: Lenné3D – Walking through Landscape Plans; -in: Buhmann, E., Paar, P., Bishop, I.D. & E. Lange (eds.), *Trends in Real-time Visualization and Participation*, Proc. at Anhalt University of Applied Sciences, Heidelberg, Wichmann, S. 48-59, 2005.
- TUFTE, E.R.: *Envisioning Information*; Cheshire: Graphics Press, 1990.
- ZUBE, E.H.; SIMCOX, D.E. & C.S. LAW: Perceptual landscape simulations: history and prospect; *Landscape Journal* 6 (1), pp. 62-80.